

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES



**“DIGITALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN CINTAS LTO EN UN  
FORMATO SONY XDCAM HD 4:2:2 PARA LA TELEVISIÓN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CHAPOÑÁN VIDAURRE, BLANCA JACKELINE

**Villa El Salvador  
2017**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto es dedicado principalmente a Dios quien me da las fuerzas día a día para seguir adelante, a mis padres Flavio y Rosa quien me brindan su apoyo y respaldo en todo momento e incondicionalmente, a toda mi familia: mi abuelita, hermanos, hermanas, cuñados, cuñadas, sobrinas y sobrinas que son mi motivo para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Son innumerables las personas a quien pueda agradecer, pero mi primer lugar será a mi Dios quien amo con todas mis fuerzas, a toda mi familia, amigos y compañeros del área del Centro Electrónico, a los ingenieros y todo el personal de Bethel Televisión quienes me abrieron las puertas y me permite crecer cada día profesionalmente, a mis amigas, amigos, a mi asesor La Rosa y a mis profesores de la UNTELS por todo su apoyo en mi epoca universitaria.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTADO DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2. Justificación del Proyecto.....	4
1.3. Delimitación del Proyecto.....	4
1.3.1. Teórica.....	4
1.3.2. Espacial.....	5
1.3.3. Temporal.....	5
1.4. Formulación del Problema.....	5
1.4.1. Problema General.....	5
1.4.2. Problemas Específicos.....	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	11

2.2.	Bases Teóricas.....	17
2.2.1.	Historia de la Televisión.....	17
2.2.1.1.	Televisión Mecánica.....	18
2.2.1.2.	Televisión Electrónica.....	22
2.2.2.	Televisión Analógica y Digital.....	25
2.2.2.1.	Televisión Analógica.....	25
2.2.2.2.	Televisión Digital.....	26
2.2.3.	Estándares Internacionales de Televisión.....	28
2.2.3.1.	Estándares de Televisión Analógica.....	28
2.2.3.1.1.	Orígenes: El Blanco y Negro.....	28
2.2.3.1.2.	La Fase Electromagnética.....	28
2.2.3.1.3.	La Fase Electromecánica Analógica.....	33
2.2.3.1.4.	Los Sistemas De Televisión A Color.....	34
2.2.3.1.5.	National Television System Committee – NTSC.....	36
2.2.3.1.6.	Sequentiel Couleur À Mémoire (Secam).....	38
2.2.3.1.7.	Phase Alternating Line – PAL.....	39
2.2.3.1.8.	PAL+.....	40
2.2.3.2.	Estándar de Televisión Digital.....	41
2.2.3.2.1.	Estándar de Televisión Digital ATSC.....	41
2.2.3.2.2.	El Estándar Digital Video Broadcasting (DVB).....	46
2.2.3.2.3.	El Estándar Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB).....	53
2.2.4.	Sistemas de Almacenamiento.....	58
2.2.4.1.	Sistemas analógicos.....	59
2.2.4.2.	Sistemas digitales.....	60
2.2.4.2.1.	Almacenamiento magnético.....	61
2.2.4.2.2.	Almacenamiento óptico.....	63
2.2.4.2.3.	Cintas LTO (lines tape optica).....	64
2.3.	Marco Conceptual.....	66

## **CAPITULO III**

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

3.1.	Análisis de desarrollo.....	68
3.1.1.	Análisis de herramientas.....	68

3.1.1.1.	Aja loXT.....	68
3.1.1.2.	VTR (Video Tape Record) SONY HVR-M25AE.....	71
3.1.1.3.	Librería Robótica Storage Tek SL 150.....	72
3.1.1.4.	Cintas Fujifilm LTO6.....	73
3.1.2.	Análisis de software.....	74
3.1.2.1.	AJA VTR Xchange.....	74
3.1.2.2.	Adobe Premier Pro.....	75
3.1.2.3.	Archivo Xendata.....	80
3.2.	CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	81
3.2.1.	Captura de material audiovisual.....	81
3.2.2.	Ingesta de material audiovisual en HD.....	84
3.2.3.	Trascodificación de archivos capturados.....	86
3.2.4.	Proceso de Almacenamiento.....	89
3.2.4.1.	Administración de Archivos.....	91
3.2.4.2.	Almacenamiento en cintas LTO.....	91
3.3.	PRECIOS Y COSTOS.....	94
3.4.	RESULTADOS.....	95
	CONCLUSIONES.....	98
	RECOMENDACIONES.....	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXOS.....	102

## LISTADO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
FIGURA 1 1: Cintas en Material Analógicos (cintas $\frac{3}{4}$ , $\frac{1}{2}$ , DVCam, Minidv).....	3
FIGURA 1 2: Cinta magnética de almacenamiento de datos (LTO).....	3
FIGURA 2 1: El sistema de televisión mecánico Nipkow.....	19
FIGURA 2 2: Principio de la exploración entrelazada.....	23
FIGURA 2 3: Estación de un sistema de televisión analógica.....	25
FIGURA 2 4: Características de la Televisión Digital.....	27
FIGURA 2 5: Esquema de un Disco de Nipkow.....	29
FIGURA 2 6 Barrido Progresivo.....	30
FIGURA 2 7: Barrido entrelazado.....	31
FIGURA 2 8: Esquema de un iconoscopio.....	33
FIGURA 2 9: Representación de una señal de vídeo compuesto.....	35
FIGURA 2 10: Representación vectorial de los colores en NTSC.....	37
FIGURA 2 11: Sistema ATSC.....	42
FIGURA 2 12: Diagrama funcional del sistema de codificación de canal y modulación de ATSC.....	45
FIGURA 2 13: Diagrama general del sistema DVB-T.....	47
FIGURA 2 14: Sistema de codificación de canal de DVB-T.....	50
FIGURA 2 15 Diagrama general del sistema ISDB-T.....	54

FIGURA 2 16: Sistema de codificación de canal y jerarquización de ISDB-T.....	56
FIGURA 3 1: Accesorios de loXT de Aja.....	69
FIGURA 3 2: Conexiones posteriores de Aja loXT.....	70
FIGURA 3 3: Instalación de AJA loXT.....	71
FIGURA 3 4: VTR (Video Tape Record) SONY HVR-M25AE.....	72
FIGURA 3 5: Librería Robótica Storage Tek SL150.....	73
FIGURA 3 6: El cartucho LTO Ultrium 6.....	74
FIGURA 3 7: Panel de Control de AJA ioXT.....	74
FIGURA 3 8 : Monitor de Aja loXT.....	75
FIGURA 3 9: Pantalla principal de Adobe Premier Pro.....	76
FIGURA 3 10: Opciones para definir el formato de video.....	76
FIGURA 3 11: Panel de Ámbito de Lumetri.....	77
FIGURA 3 12: Vectorescopio.....	78
FIGURA 3 13: Histograma.....	78
FIGURA 3 14: Exposición RGB.....	79
FIGURA 3 15: Forma de Onda RGB.....	80
FIGURA 3 16: Material de almacenamiento MiniDV.....	82
FIGURA 3 17: Conexiones de equipos.....	82
FIGURA 3 18: Selección de entrada HDMI.....	83



FIGURA 3 19: Selección de Formato (Izquierda: estándar; derecha: formato).....	83
FIGURA 3 20: Monitoreo de Captura.....	84
FIGURA 3 21: Selección de Entrada SDI In 1 1080i29.97.....	84
FIGURA 3 22: Selección de Códec y Formato HD.....	85
FIGURA 3 23: Monitor en formato HD y flujo de ingesta.....	85
FIGURA 3 24: Video Capturado en el TimeLine de Adobe Premiere.....	86
FIGURA 3 25: Video capturado SD en un códec de HD.....	87
FIGURA 3 26: Medición en el ámbito de Lumetri de premier.....	87
FIGURA 3 27: Nivel de audio (db) de video.....	88
FIGURA 3 28: Software de AirBox, Emisión en vivo.....	89
FIGURA 3 29: Sistema de gestion y archivamiento de archivos.....	90
FIGURA 3 30: Software de archivos comprimidos en mp4.....	91
FIGURA 3 31: Librería Robótica y el servidor MAM en el Rack.....	92
FIGURA 3 32: Menú principal de la librería robótica.....	92
FIGURA 3 33: Brazos abiertos de la librería, cintas introducidas.....	93
FIGURA 3 34: Cintas grabadas en el rack de almacenamiento.....	93
FIGURA 3 35: Videoteca.....	95
FIGURA 3 36: Cintas LTO en el rack.....	95
FIGURA 3 37: Pagina principal de AxleVideo (administrador de archivos)	96
FIGURA3 38: Reproducción de un video en SD en el AxleVideo.....	97

## LISTADO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 2 1: Desarrollos en Sistemas Mecánicos de Televisión.....	21
TABLA 2 2 Desarrollos en Sistemas Eléctricos de Televisión.....	24
TABLA 2 3: Restricciones de Formato de Comprensión.....	44
TABLA 2.4 Resolución de Pantalla DVB-T.....	49
TABLA 2.5 Resolución de Pantalla ISDB.....	55
TABLA 3 1 Precios de Equipos para digitalización.....	94
TABLA 3.2 Precios de Almacenamiento.....	94
TABLA 3 .3: Comparación de cintas MiniDV y LTO.....	95

## INTRODUCCIÓN

A toda persona le preocupa como guardar o almacenar sus recuerdos como fotos y videos, ya sea impreso, dvd's, computadoras, USB, discos duros, etc. Cuantas más empresas donde invierten cantidades fuertes de dinero, en este caso casas televisivas, donde diariamente producen archivos audiovisuales, desde los inicios de la televisión guardaban sus programas en enorme cintas magnéticas pero al transcurrir el tiempo se iban degradando y perdían grandes espacio de información. Así como evolucionaba la televisión, las formas de almacenamientos también comenzaron a evolucionar y opciones de cómo no perder dichos archivos; la digitalización, todo lo que se tenía guardado pasarlo a un formato más seguro y en un material o lugar más seguro.

El medio de almacenamiento fue haciéndose más pequeño y más seguro, pero el espacio no era suficiente, llenaban rack's en un lugar llamado Videoteca, es así como la evolución de almacenamiento fue mejorando, una forma segura fueron los servidores con alta cantidad de espacio, pero al comenzar a digitalizar todo lo análogo, los servidores se llenaban más rápido de lo que se pensaba y como dichos servidores trabajan las 24 horas del día tendía a que unos de los disco se pudiera malograr o uno por equivocación borrara uno o a veces todo los archivos, como nos ha sucedido, por eso es recomendable siempre tener un buck cap.

Luego de analizar esto, en el 2006 empresas de broadcasting ofrecieron una forma de almacenar más segura y económica, los LTO que son cintas con gran capacidad de almacenamiento.

Este proyecto, se realizó con el fin de no perder ninguna información, y pues podremos ver paso a paso como se está realizando esto proyecto. Que equipos intervienen para hacer realidad el objetivo principal.

# CAPÍTULO I

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El bien más apreciado de empresas audiovisuales entre ellos un canal de televisión son sus programas, un archivo audiovisual es el auténtico activo de la compañía, es en definitiva el origen o el resultado de un trabajo el cual lo diferencia de la competencia, en el Perú la televisión se inició hace más de 60 años y casi desde sus inicios comenzaron a guardar los programas como una manera de preservar y conservar la riqueza de una empresa televisiva, pues son tareas de alta prioridad que debe llevarse a cabo eficientemente y evitando perder activo alguno.

Con la evolución de la tecnología estos medios de almacenamiento fueron evolucionando, primero de medio fílmico (rollos de película) a medios magnéticos (rollos de cinta y cassette), y de formatos analógicos a digitales. Los equipos para reproducir estos contenidos se fueron haciendo obsoletos con el tiempo y se fue haciendo necesario copiar los contenidos antiguos a los formatos vigentes en el momento. Este proceso debía repetirse cada cierto tiempo.

Con la incorporación de las tecnologías de la información (IT) a la televisión, fue necesario digitalizar todo el historial de contenidos de una empresa de televisión, con la ventaja de poder utilizarlos para diferentes fines (históricos, investigación, repropósito, monetización) estos contenidos. Este proceso beneficia a todo tipo de empresa como bancos, gobiernos, radio y televisión, pues el tener almacenado su información en un lugar seguro,

ocupando menos espacio, menos peso y fácil acceso para todos los involucrados. Para el desarrollo de este proyecto se requerirá equipos el cual nos permitirá la codificación de archivos (VTR y AJA ioXt), y un software donde se definirá el formato y se hará una medición de colores (vectorscopio) y luminancia. Y para el almacenamiento necesitaremos una librería robótica con Cintas LTO el cual nos permitirá cumplir nuestro objetivo principal. El adquirir todos los equipos a utilizarse en este proyecto tiene un precio muy elevado, pero al alcance de la empresa ya que las ventajas son superables. A comparación de otras alternativas de almacenamiento, la que realizaremos a través de las cintas LTO son las más rentable y ventajosas pues otra forma de almacenar sería a través de servidores de altas cantidades de espacio (Terabytes) y el cual sería más costoso.

Este proceso no tiene una ubicación o un lugar específico, pues se realizará en un área acondicionada con protección climática (aire acondicionado) y de energía (con UPS) debido a que equipos a utilizar están funcionando las 24 horas del día.

El primer paso en este proceso es la digitalización en donde lo primero que se debe de hacer es escoger el formato digital que se usará, el cual será el XDCAM HD 4:2:2 de la compañía Sony, ya que la compañía Panasonic también ofrece otros formatos los cuales no conviene por ocupar el doble de almacenamiento.

Los archivos creados se guardan en un sistema de almacenamiento adecuado con toda la protección, la velocidad de acceso y el tamaño para poder soportar esta etapa de proceso. Finalmente, los archivos pasarán a

cintas magnéticas de datos del tipo LTO que es el medio utilizado por empresas televisivas como también por los gobiernos y bancos para guardar información.

FIGURA 1.1 Cintas en Material Analógicos (cintas ¾, ½ , DVCam, Minidv)

FUENTE: Elaboración Propia (Material de Bethel Tv)

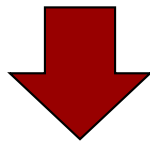


FIGURA 1.2 Cinta magnética de almacenamiento de datos (LTO)

FUENTES: Elaboración Propia



## **1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto es de mucha conveniencia para toda empresa que guarda mucha información ya sea histórica y actual; ya que asegura proteger y conservar el material en este caso es material audiovisual.

El conservar y proteger la información es de mucha importancia, pues el bien máspreciado en una canal de televisión son sus producciones y así poder utilizarlos para diferentes fines ya sea programas históricos, de investigación, o repropósito.

Antiguamente los archivos se conservaban en materiales analógicos como los Betacam, VHS, Hi8 pero estos materiales tienden a empolvase y así dañar la información guardada. Entonces se vio la necesidad de usar servidores con altas cantidades de espacios (terabytes) pero el principal problema era que en poco tiempo se llenaba y colapsaba los servidores, y así se tenía que comprar más servidores, el cual requería de mucha inversión, hasta que en el año 2000 Hewlett-Packard, IBM y Seagate lanzan una cinta magnética llamada LTO para almacenar de una manera muy segura información, hasta que en el 2012 lanzaron una nueva versión de LTO 6 de almacenamiento de hasta 2.5 TB que fue de gran atractivo a muchas empresas a nivel mundial y nacional.

## **1.2 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.2.1 Teórica:**

El formato a usar para la digitalización será HDTV XDCAM 4:2:2, donde usaremos equipos especiales como una VTR Sony y un codificador AJA lox para poder capturar el material audiovisual.

### **1.2.2 Espacial:**

Este proyecto se está aplicando en Bethel televisión, ubicada en la capital el Perú, en la provincia de Lima, distrito de La Victoria AV. 28 de Julio 1783.

### **1.2.3 Temporal:**

Este proyecto no tiene un tiempo de duración pues una casa televisiva siempre va produciendo material audiovisual, aunque Bethel cuenta con una videoteca con contenido de 13500 horas aproximadamente, el cual esto tomará aproximadamente 1 año de febrero 2016 al 2017 en digitalizar todo material guardado en diferentes material (Betacam, DVD, MiniDV, DVCAM)

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Problema General**

¿Cómo realizar la digitalización y almacenamiento en Cintas LTO en un formato Sony XDCAM HD 4:2:2 para Televisión?

### **1.3.2 Problemas Específicos**

1. ¿Qué equipos se necesitará para realizar la captura de archivos audiovisuales almacenado en cintas magnéticas de video?
2. ¿Cómo conocer si los componentes de color RGB, luminancia, crominancia, número de imágenes por segundo, los sistemas entrelazados son los correctos?
3. ¿Cómo identificar el formato más indicado para asignar al material digitalizado?



4. ¿Cómo aprender el procedimiento del almacenamiento en las cintas magnéticas de datos LTO a través de la librería robótica?

## **1.4 OBJETIVO**

### **1.4.1 Objetivo General**

Digitalizar y almacenar en cintas LTO en un formato Sony XDCAM HD 4:2:2 para Televisión

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Contar con los equipos se necesarios para realizar la captura de archivos audiovisuales almacenado en cintas magnéticas de video.
2. Conocer los componentes de color RGB, luminancia, crominancia, número de imágenes por segundo, los sistemas entrelazados para obtener el material audiovisual correcto.
3. Identificar el formato más indicado para asignar al material digitalizado.
4. Aprender el procedimiento del almacenamiento en la cintas magnéticas de datos LTO a través de la librería robótica.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES

En el Perú y en otros países existen muchos proyectos sobre televisión en diferentes ámbitos que podemos encontrar ya sea de señales o estándares establecidas internacionalmente, entre ellas escogí dos internacionales y dos nacionales.

##### 2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- Carlos Heleodoro Narciso Rey, (2007). *Estándar de Televisión Digital Terrestre (DTT) ATSC e implementación de la señal de Televisión Digital de Alta definición (HDTV) en Guatemala*. El autor llegó a las siguientes conclusiones:

“La señal analógica sufre un proceso para llegar a ser una señal digital, dentro del proceso se puede mencionar la fase de muestreo, cuantificación y codificación para su transmisión, teniendo al final una señal libre de ruido, lo que conlleva a tener mejor calidad de imagen y sonido en tan solo el mismo ancho de banda de un canal analógico de 6 MHz.”

“Para la transmisión de la señal digital es muy importante la llamada compresión digital. La compresión digital, como su nombre lo indica, comprime la señal para que la transmisión de esta sea la más adecuada, ya que, si quisiera transmitirse tal y como es editada necesitaríamos un ancho de banda mucho mayor el cual no sería factible a nivel comercial. El estándar de compresión digital que se apega más a los requerimientos del presente trabajo es el MPEG-2. En la televisión digital, además de la transmisión de video y

sonido altamente mejorado, el usuario puede obtener variedad de servicios, pues, la televisión digital es una convergencia de tecnologías. Dependiendo de la relación de compresión se puede transmitir señales de video SDTV y HDTV, en donde se pueden transmitir múltiples señales SDTV en el ancho de banda que ahora ocupa un canal analógico, y una señal de televisión de alta definición en el mismo ancho de banda de un canal analógico. Interactividad, datos, plataformas multimedia, recepción portable y móvil son una de las tantas ramificaciones de la televisión digital. En Guatemala no se tiene definido, ninguna estandarización para televisión digital. La legislación seguirá siendo la misma ya que el ente regulador solo vela por el buen uso de las frecuencias y no en generar obligaciones para nuevas tecnologías, esa es una particularidad en la legislación de nuestro país. Además, un problema existente de parte del espectro que maneja el ente regulador es que no existen frecuencias disponibles en UHF para que las emisoras puedan adquirir, y por ende no puede darse una transición y/o transmisión simultánea de la misma programación en canal analógico y digital. La señal de alta definición es una de las principales aplicaciones de la televisión digital terrenal, existen varias posibilidades de implementación combinando equipo nuevo digital con equipo analógico existente. La calidad de imagen y sonido son, totalmente, distintivas, el costo para transmisión comparado con señal de televisión digital estándar es similar. Las múltiples aplicaciones que trae consigo la televisión digital terrenal son significativas entre las que podemos mencionar: HDTV, múltiples programas SDTV, recepción móvil y portátil, e interactividad.” [1]

- Vidal López, Alejandra Lorena. (2008). *Estudio Teórico de la Norma Técnica Europea DVB-T y su Posible Adopción en Chile*. La autora llegó a las siguientes conclusiones:

“DVB promueve el desarrollo de estándares globales para la difusión de señal de televisión y la provisión de servicios de datos. DVB tiene además transparencia en la gestión, igualdad de oportunidades en la participación. Normas de funcionamiento bien conocidas y aceptadas por todos los actores desde sus diferentes visiones y negocios comerciales o posición institucional DVB es un estándar abierto, es decir, no está controlado por ningún país, región geográfica o empresa. Los miembros del DVB provienen de todos los continentes, gracias a su política de apertura, transparencia y reglas determinadas de funcionamiento. DVB posibilita la convivencia de televisión digital terrestre (DVB-T) y la televisión digital móvil (DVB-H) en la misma bandas de frecuencia (UHF) de forma compatible con el espectro atribuido en Chile para este servicio. La participación en el desarrollo global de las tecnologías de radiodifusión digital favorecerá el desarrollo de la industria, tanto en la manufactura como en la producción de contenidos, y generará inversiones y empleo en Chile. Eso aportaría una ventaja competitiva debido al potencial mercado de exportación global que provee el DVB (Hardware, Software y modelos de negocios). Permitiría además la adquisición de royalties mediante patentes para aquellas innovaciones chilenas que sean adoptadas a escala global”.

“La participación de Chile y otros países de Latinoamérica en el desarrollo del sistema abierto y global de televisión digital contribuiría también al refuerzo de su diversidad cultural. La Unión Europea desea contribuir a lograr este objetivo

mediante el fortalecimiento de la cooperación con la región en el campo de los contenidos audiovisuales, basados en las oportunidades que ofrece la televisión digital y otras TIC. Esto incluiría futuras actividades conjuntas de formación en este campo y de producción y distribución de contenidos audiovisuales. La adopción del DVB-T promoverá el desarrollo de la inclusión social y aceleración de la transición para la TV digital, gracias a los costos de equipos más bajos para los consumidores chilenos. No existe mercado de decodificadores baratos en EE.UU. y Japón, porque son mercados únicamente de alta definición y de elevado poder adquisitivo. DVB está comprometido a cooperar con el Gobierno chileno así como con los radiodifusores chilenos y otros agentes a fin de asegurar que la digitalización de la radiodifusión de televisión en Chile suponga un éxito tecnológico, social, industrial y comercial con beneficios para los chilenos.”

Los servicios de televisión digital móvil ofrecidos tanto por broadcaster como por proveedores de telefonía móvil luchan por ganar un mismo mercado que es el de usuarios anhelosos por contenidos audiovisuales a los cuales puedan acceder en cualquier momento y lugar. Con respecto a sus características técnicas se realiza un análisis comparativo detallado de los aspectos relevantes de los tres estándares llegando a las siguientes conclusiones”:

“Todos los estándares pueden operar en definición estándar y alta definición. En cuanto a la calidad de señal y resolución de video no presentan mayores diferencias; Los tres estándares presentan eficiencias espectrales similares operando en bandas de 6 Mhz; DVB es el único estándar que permite la televisión digital móvil mediante la introducción del estándar DVB-H. DVB-H asegura la menor inversión para brindar televisión digital móvil por el uso de

infraestructura compartida con las redes del radiodifusor y de telefonía celular existentes. Además, DVB-H permitirá a los radiodifusores proveer servicios móviles a la población a costo más bajo; DVB-T se transmite sin ninguna dificultad en entornos de recepción colectivos sin modificación sobre las redes existentes. DVB-T tiene la mejor inmunidad a propagación de multitrayectoria, el cual es un aspecto crítico en un entorno geográfico como el chileno; DVB-T operando en bandas de 8 MHz permite tasas de datos que pueden entregar transmisiones HDTV y SDTV simultáneas, facilitando de esta forma la introducción de HDTV; El tamaño del mercado mundial de equipos DVB-T es superior al de ATSC, y muy superior al de ISDB-T, garantizando gran variedad de dispositivos a costos competitivos; ISDB-T, además de poseer un mercado mundial pequeño, requiere de dispositivos (settop-boxes y televisores) comparativamente más complejos, y por lo tanto más costosos, que DVB-T; Sobre la base de estas conclusiones, se recomienda que Chile adopte el estándar DVB-T para la transmisión de televisión digital terrestre abierta, así como la disposición de parte del espectro radioeléctrico en la banda UHF para servicios móviles”. [2]

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

- Matos Párraga, Diego Antonio (2012), *Diseño De Una Red De Acceso Para El Negocio De Televisión Por Paga Para El Área Rural Usando La Televisión Digital Terrestre* - PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. El autor llegó a las siguientes conclusiones:

“En el análisis económico mostrado en el capítulo 4, se concluye que el negocio de televisión por paga usando la TDT no es rentable y sostenible en el

periodo de 10 años. Además es necesario considerar que la rentabilidad está directamente relacionada a la cantidad de usuarios finales que tenga la Cabecera de TV, teniendo en cuenta que el costo del servicio es menor que el correspondiente al paquete básico (promedio: 32 canales) ofrecido por ClaroTV, Movistar TV y DIRECTV. El mercado de televisión por paga es amplio, la mayoría de estos son cable operadores que brindan una transmisión analógica, por lo que el servicio de televisión digital terrestre resultaría algo novedoso en nuestro país. Adicionalmente la ventaja de tener una Cabecera de TV Digital es la gran flexibilidad a cualquier tecnología de distribución que se aplique. La cabecera de TV diseñada, fue desarrollada pensando en los requerimientos básicos en cuanto a la cantidad de canales a ofertar, seguridad y capacidad de los equipos utilizados. Cabe destacar que dados los avances tecnológicos algunos equipos incrementan su funcionalidad, encontrando dispositivos que incorporan las etapas de recepción, demodulación, multiplexación, remultiplexación, permitiendo en el futuro una mejor prestación del sistema y del servicio”. [3]

- Paucar Curasma, Ronald (2010) *Análisis y Modelamiento de las Técnicas de Canal de Retorno e Interactividad para el Estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-T*. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. El autor llegó a las siguientes conclusiones:

“El estándar ISDB-T para la televisión digital terrestre, actualmente adoptado por los países: Brasil, Perú, Argentina, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Paraguay, Bolivia y Nicaragua; generarán proyectos de gran envergadura con aportes de todos los países arriba mencionados. Tal es así, actualmente se tiene formado la red de I+D (investigación y desarrollo)

latinoamericana en software para televisión digital terrestre, conformado por las universidades de los países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela, en el tema de aplicaciones interactivas basada en Ginga-NCL. El middleware Ginga, a diferencia de middleware de otros estándares brinda facilidades para el desarrollo de aplicaciones para países en vías de desarrollo. Por ejemplo las aplicaciones de salud, educación a distancia, comercio y entre otros; que permitirán reducir la brecha digital y aumentar la inclusión social de cada País. En el caso del Perú ya son 05 (cinco) los radiodifusores que vienen transmitiendo la señal digital bajo el estándar ISDB-T en Lima-Metropolitana, la transmisión está en fase de pruebas o experimental, con cobertura limitada. Con respecto a la interactividad, aún todavía no se tiene implementado la infraestructura para la emisión de las aplicaciones interactivas por los radiodifusores”.

“El Perú cuenta con una heterogeneidad geográfica; por lo tanto para la elección de la alternativa tecnológica para el canal de retorno, se deben considerar los siguientes aspectos: la densidad poblacional, infraestructura, condición socio-económico de la población y los indicadores de QoS (rendimiento, retardo, pérdida y porcentaje de pérdidas o probabilidad de bloqueo). En general la alternativa tecnológica a ser adoptado para el canal de retorno en nuestro país será diversa, en relación al grado de urbanización y ubicación geográfica (Costa, Sierra y Selva). Los estudios realizados por Brasil, resaltan la utilización del WiFi 802.11 como alternativa para la región amazónica y zonas donde no existe una infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo consideran que a nivel de Brasil, la adopción de la alternativa tecnológica será variada. En el Perú, las estadísticas de las TIC demuestran



que la tecnología de acceso al Internet de banda Ancha es el ADSL, seguido por la tecnología móviles 3G, CATV y WiFi/WiMAX. Esto os indica que el medio utilizado para el canal de retorno para terminales fijos será el ADSL, en lugares de cobertura limitada se extenderá el servicio con tecnologías inalámbricas".

"El escenario propuesto para el canal de retorno para la televisión digital terrestre en el Perú está formado por: PTdT (Proveedor de Televisión Digital Terrestre), SAI (Servidor de aplicaciones Interactivas), PCR (Proveedor de Canal de Retorno) y RTDI (Receptor de Televisión Digital interactiva). Donde cada componente cumple su función dentro del proceso de interactividad. En lugares donde no existe infraestructura de telecomunicaciones para el acceso a Internet, se plantea la presencia de un nodo PCR cuya finalidad es proveer conectividad al telespectador y por consiguiente utilizar como canal de retorno; una de las alternativas tecnológicas para el PCR es la tecnología WiFi en conjunto con el ADSL; el telespectador para conectarse al PCR telespectador utilizará la interface Ethernet del Set Top Box. La transmisión de los archivos y/o directorios de la aplicación interactiva en la dirección del PTdT a los receptores RTDI se realizan en modo datacasting; donde son generados en módulos de 64 KBytes y enviados a través de un carrusel de datos, en paquetes de 188 Bytes. Para la aplicación interactiva T-Voting se generan 17 módulos de 64KBytes y son enviados en total 12444 paquetes BTS de 204 Bytes. Los Flujos de Transporte de video, audio y datos se multiplexan en conjunto con los paquetes que llevan información (PSI) para los receptores, las tablas que forman parte del PSI son: La PAT, PMT, CAT y NIT. Con respecto a la descripción del envío de la estructura de archivos de la aplicación T-Voting se realiza a través de la tabla AIT; donde el Set Top Box utiliza esta tabla para

demultiplexar, decodificar y ejecutar las aplicaciones interactivas”.

“El escenario propuesto para el canal de retorno para la televisión digital terrestre en el Perú está formado por: PTdT (Proveedor de Televisión Digital Terrestre), SAI (Servidor de aplicaciones Interactivas), PCR (Proveedor de Canal de Retorno) y RTDI (Receptor de Televisión Digital interactiva). Donde cada componente cumple su función dentro del proceso de interactividad. En lugares donde no existe infraestructura de telecomunicaciones para el acceso a Internet, se plantea la presencia de un nodo PCR cuya finalidad es proveer conectividad al telespectador y por consiguiente utilizar como canal de retorno; una de las alternativas tecnológicas para el PCR es la tecnología WiFi en conjunto con el ADSL; el telespectador para conectarse al PCR telespectador utilizará la interfaz Ethernet del Set Top Box. La transmisión de los archivos y/o directorios de la aplicación interactiva en la dirección del PTdT a los receptores RTDI se realizan en modo datacasting; donde son generados en módulos de 64 KBytes y enviados a través de un carrusel de datos, en paquetes de 188 Bytes. Para la aplicación interactiva T-Voting se generan 17 módulos de 64KBytes y son enviados en total 12444 paquetes BTS de 204 Bytes. Los Flujos de Transporte de video, audio y datos se multiplexan en conjunto con los paquetes que llevan información (PSI) para los receptores, las tablas que forman parte del PSI son: La PAT, PMT, CAT y NIT. Con respecto a la descripción del envío de la estructura de archivos de la aplicación T-Voting se realiza a través de la tabla AIT; donde el Set Top Box utiliza esta tabla para demultiplexar, decodificar y ejecutar las aplicaciones interactivas. Eventos NCLua (NCL+Lua) con la librería tcp.lua. Asimismo a la fecha el estándar middleware Ginga-NCL, soporta el tcp.lua para conexiones a través del canal

de retorno. Por lo tanto los Set Top Box con Ginga-NCL soportan esta librería como parte de su sistema operativo, basado en el sistema Linux. Es oportuno indicar que la aplicación desarrollada T-Voting “Encuesta de 03 hospitales de EsSalud”, es el primer aplicativo interactivo en el Perú, probada en un escenario inalámbrico Pre-WiMAX e Internet como canal de retorno”. “También, se analizaron el envío de esta aplicación por un proceso de Datacasting, desde el SAI (Servidor de Aplicaciones Interactivas) hacia los telespectadores (RTDI). En el siguiente capítulo 6 se analizan el proceso inverso de envío de información (votos de la encuesta) por parte de los telespectadores hacia el SAI; para el análisis se realizaron simulaciones de interactividad utilizando la tecnología ADSL y WiFi, como canal de retorno”. “Se comprobó el funcionamiento de la interactividad en un escenario inalámbrico (INICTEL-UNI – IMCA) y vía Internet como canal de retorno para la televisión digital terrestre; la interactividad se realizó a través de la aplicación interactiva T-Voting (encuesta de 03 hospitales de EsSalud), donde los números de votos fueron almacenados en un servidor datos remotos. De las pruebas realizadas se deduce que el tamaño de paquete generado por T-Voting es de 100 Bytes y la tasa de transmisión es de 5 Kbps. Estos datos fueron utilizados como insumos durante la simulación con el NS-2. De las simulaciones realizadas utilizando como canal de retorno las tecnologías WiFi/ADSL se observa que son la alternativa con mayor ventaja para ser utilizados en lugares donde se carece de una infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo con respecto a la evaluación de los indicadores de QoS, se observa que al aumento de un tráfico adicional en una red de canal de retorno, el rendimiento baja; esto hace que los paquetes de datos del flujo T-

Voting (aplicación interactiva) se descarte o existe pérdida de paquetes. Por lo tanto según los resultados obtenidos para el escenario propuesto, se debe adicionar hasta los 5 flujos CBR de 64 Kbps (tasa promedio de 320 Kbps en total), para no interferir a una aplicación interactiva T-Voting durante su transmisión hacia el receptor (SAI). Con respecto a los parámetros de radiofrecuencia del enlace inalámbrico WiFi, no se han realizado variaciones para su evaluación; debido a que en la comunidad de Santa Clara las interferencias originadas por frecuencias ajenas son mínimas; además la distancia entre los nodos inalámbricos y el nodo PCR son relativamente cortos (promedio de 70 m a 100 m)". [4]

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 HISTORIA DE LA TELEVISIÓN**

En 1883, el novelista francés Albert Robida escribió su libro *Le Vingtième Siècle* (El Siglo XX), que describe una visión muy particular. En la novela, un espectador se sienta en una cómoda silla en su sala de estar viendo imágenes en tamaño real de una escena que tiene lugar en otro lugar. Estas imágenes están siendo proyectadas por lo que Robida llama un telefonoscopio. Esto se corresponde con el sistema de televisión tal como lo conocemos hoy en día. El propósito básico de los sistemas de televisión es extender los sentidos de la visión y el oído más allá de sus límites naturales. En términos técnicos, la televisión es la conversión de una escena en movimiento con sus sonidos acompañantes en una señal eléctrica, transmisión de la señal y su reconversión en imágenes visibles y audibles por un receptor. Los primeros sistemas de televisión eran mecánicos; Más tarde, se convirtieron electrónicos.

La siguiente innovación fue la televisión en color, seguida por un sistema de alta calidad llamado televisión de alta definición (HDTV).

La última innovación se basa en la aplicación de técnicas digitales, A través del cual las fronteras tradicionales entre los medios de comunicación y las telecomunicaciones ha desaparecido. Esto prepara el camino para todos los tipos diferentes de servicios multimedia interactivos. [5]

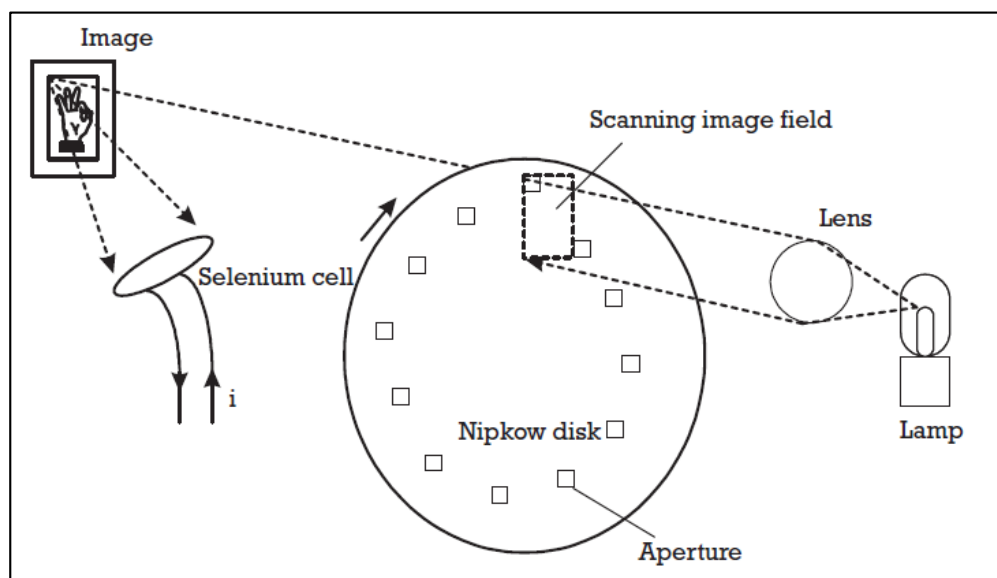
### **2.2.1.1 Televisión Mecánica**

En 1884, el estudiante alemán de 24 años Paul Gottlieb Nipkow obtuvo una patente en el primer sistema de televisión. Este sistema funciona de la siguiente manera (Figura 2.1): Primero, una imagen es iluminada por una lámpara a través de una lente y un disco Nipkow, que tiene aberturas cuadradas dispuestas en espiral. La rotación del disco proporciona un método simple y eficaz de escaneado de imágenes.

A medida que el disco gira, la abertura más externa traza una línea desde la izquierda a la derecha en la parte superior de la imagen. La siguiente abertura más externa traza otra línea, directamente debajo y en paralelo a la línea precedente. Después de una rotación, las aberturas sucesivas han trazado líneas paralelas, de izquierda a derecha, de arriba a abajo, de modo que toda la imagen se ha escaneado. Cuantas más aberturas hay, más líneas se trazan, y por lo tanto, mayor es el nivel de detalle. [5]

FIGURA 2.1 El sistema de televisión mecánico Nipkow.

FUENTE: Digital Video Broadcating - Ronald de Bruin



La luz reflejada de la imagen es recogida por una célula de selenio. (En 1873, se descubrió que la conducción eléctrica del selenio variaba con la cantidad de iluminación. Cuando la intensidad de la luz reflejada varía con las partes de la imagen, la corriente en la célula también varía. Por lo tanto, las partes más claras de la imagen están representadas por una corriente más fuerte que las partes más oscuras.) Por último, en el extremo receptor una lámpara emite más o menos luz en correspondencia con esta corriente. Si se utiliza el mismo tipo de disco de forma sincronizada, se puede reproducir la imagen original. Además, es esencial que la rotación del disco tenga una velocidad suficiente para que el ojo perciba la imagen en su conjunto, en lugar de una secuencia de movimiento puntos.

En 1895, Perrin y Thomson descubrieron la existencia del electrón. Dos años después, un alemán llamado K. F. Braun inventó una pantalla que

produce luz visible cuando fue golpeada por electrones. Diseñó un tubo de rayos catódicos por lo que un haz de electrones podría ser dirigido a la pantalla fluorescente. En 1904, el inglés J. A. Flemming inventó la válvula de electrodos de dos vías, y en 1906, Lee de Forest añadió la rejilla, que permite la amplificación. Fue el científico ruso Boris Rosing quien sugirió primero usando el tubo de rayos catódicos en el receptor de un sistema de televisión en 1907. Al final de la cámara que utiliza un escáner de espejo de tambor.

En 1908, el ingeniero eléctrico escocés A. A. Cambell Swinton propuso el uso de tubos de rayos catódicos desviados magnéticamente tanto en el extremo receptor como en el extremo de la cámara. La cámara contenía un mosaico de elementos fotoeléctricos. La parte trasera de la pantalla de la cámara fue descargada por un haz de rayos catódicos. Según el principio de Nipkow, el haz examinó la imagen línea por línea. Esta propuesta en esencia formó la base de la televisión moderna. Las ideas de Nipkow estaban demasiado avanzadas para ponerlas en práctica en ese momento. Sin embargo, explicó sus ideas en varias publicaciones y en un discurso a la Sociedad Röntgen de Londres en 1911.

En 1924, J. L. Baird en Gran Bretaña utilizó amplificadores de triodo y reemplazó la célula de selenio por una fotocélula de potasio llena de gas. Esto mejoró el tiempo de respuesta de la fotocélula a los cambios en la luz. Además, Baird adoptó el principio de luz modulada del americano D. M. Moore. Mediante la variación de la entrada eléctrica de una lámpara de neón de descarga de gas en el extremo de recepción, es posible variar la intensidad de luz de esta lámpara. Baird utilizó un disco de Nipkow para 30 líneas y una velocidad de cinco imágenes por segundo, que luego mejoró a 10 imágenes por segundo.

En 1926, Baird demostró el primer sistema verdadero de la televisión. Mientras tanto, el americano C. F. Jenkins experimentó con métodos mecánicos usando el principio de Nipkow también. También reemplazó la celda de selenio, pero usó una célula fotográfica de metal alcalino en su lugar.

El primer estándar de televisión se estableció en 1929. Se leyó, "Una pantalla consta de 30 líneas y 1.200 elementos". En 1931, un nuevo estándar (48 líneas y 25 imágenes por segundo). Con esta norma, se alcanzaron los límites de la visualización mecánica todavía en el extremo receptor. En la tabla 2.1 se detalla cronológicamente la evolución de los sistemas de televisión mecánicos.

TABLA 2.1 Desarrollos en Sistemas Mecánicos de Televisión

FUENTES: Digital Video Broadcating - Ronald de Bruin

Año	Desarrollo
1873	Conducción eléctrica de selenio
1884	Disco Nipkow
1895	Descubrimiento del electrón por Perrin y Thomson
1897	Tubo de rayos catódicos de K. F. Braun
1904	Válvula de dos vías de electrodo por J. A. Flemming
1906	Cuadrícula (amplificación) de Lee de Forest
1908	Tubo de rayos catódicos desviado magnéticamente por A. A. Cambell Swinton
1913	Fotocélula de potasio de la investigación alemana
1917	Luz modulada de D. M. Moore
1924	Sistema Baird
1925	Sistema Jenkins
1929	Primera televisión estándar (30 líneas, 1.200 elementos)
1931	Norma de televisión (48 líneas, 25 imágenes por segundo)



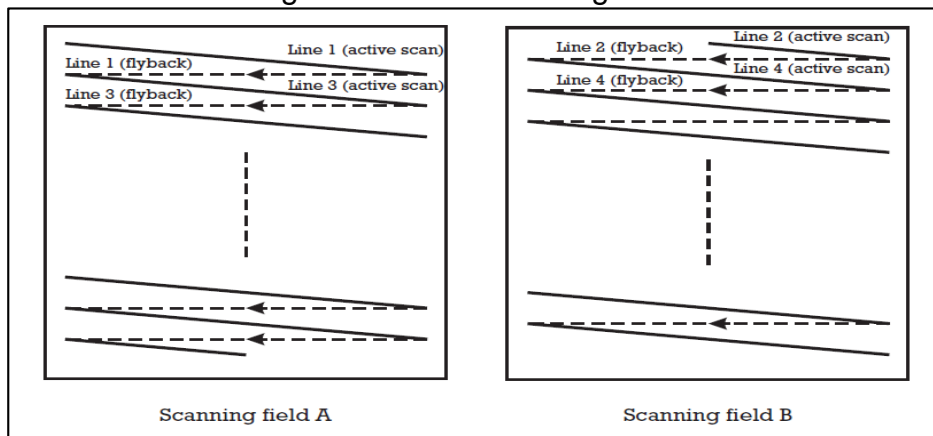
### 2.2.1.2 Televisión Electrónica

Swinton ya determinó que para una buena visualización, las imágenes de calidad deben analizarse en al menos 100.000 y preferiblemente 200.000 elementos. El número de elementos es aproximadamente igual al cuadrado del número de líneas. Esto implica que los sistemas mecánicos que usan 30 o 48 líneas no cumplen con este requisito de lejos. El emigrante ruso Vladimir Kosma Zworykin hizo un paso muy importante hacia adelante en 1923 cuando él sustituyó el disco de Nipkow con un componente electrónico. A continuación, fue posible dividir la imagen en muchas más líneas, lo que permitió un mayor nivel de detalle sin aumentar el número de escaneos por segundo. Además, la sensibilidad del tubo se incrementó mediante una característica única de "almacenamiento". La imagen se almacenó durante el tiempo transcurrido entre dos exploraciones electrónicas. En 1925, Zworykin solicitó una patente, y en 1933 puso su diseño en práctica. Con su iconoscopio, probó las ideas teóricas de Swinton.

En Gran Bretaña, el primer sistema de televisión electrónica completamente funcional fue demostrado en 1935 por un grupo de investigación de la televisión de las industrias eléctricas musicales (EMI) bajo la supervisión del Sr. Isaac Shoenberg. El tubo de la cámara, conocido como el Emitron, era una versión avanzada del iconoscopio. En el extremo de recepción, se utilizó un tubo de rayos catódicos de alto vacío mejorado. Shoenberg propuso un estándar para 405 líneas con 50-Hz de exploración entrelazada para permitir el escaneo de 25 imágenes por segundo sin parpadeo. El escaneado entrelazado implica que una imagen se escanea dos veces (vea la Figura 2.2). En primer lugar, se escanea el campo de exploración

A que incluye las líneas impares y se explora el campo de exploración B con las líneas pares. En el extremo de recepción, ambos campos de exploración se combinan (es decir, se muestran secuencialmente). En efecto, la tasa de repetición de imagen se duplica, lo que resulta en una imagen más fluida en la pantalla, mientras que la velocidad de exploración sigue siendo la misma.

FIGURA 2.2 Principio de la exploración entrelazada.  
FUENTES: Digital Video Broadcasting - Ronald de Bruin



Después de la autorización gubernamental, el estándar de Schoenberg fue adoptado Por The British Broadcasting Corporation (BBC). En 1936, esto llevó al lanzamiento del primer servicio de televisión pública (servicio público de televisión de alta definición) en el mundo. En 1937, se introdujo en Alemania un estándar para 441 líneas con barrido entrelazado de 50 Hz. Después del Reino Unido, la radiodifusión televisiva regular comenzó en Francia en 1936. Más tarde, Francia comenzó a usar 819 líneas y el 50-Hz entrelazado exploración. El 30 de abril de 1941, la emisión regular de televisión comenzó en los Estados Unidos, donde surgió el primer mercado masivo para receptores de televisión. Desde 1927, la compañía Philips en los Países Bajos también ha estado trabajando en el desarrollo de sistemas de televisión, la emisión regular de televisión comenzó el 1 de octubre de 1951. Japón siguió en febrero de 1953.

Con la introducción de los servicios públicos de radiodifusión, se

incrementó la necesidad de estandarizar el número de líneas y tramas por segundo. Otro aspecto de la estandarización fue la tasa de repetición de imágenes. Los Estados Unidos (y más tarde Japón) adoptaron una tasa de repetición de imágenes de 30 imágenes por segundo, debido a que esta tasa era fácil de derivar de su suministro de energía eléctrica, que se proporciona a una frecuencia de 60 Hz. En Europa, la potencia eléctrica se suministra a 50 Hz. Por lo tanto, la tasa de repetición de imágenes se convirtió en 25 en Europa. Esto llevó a dos estándares en el mundo: el estándar de EE.UU. para 525 líneas por imagen a 30 imágenes por segundo utilizado en América del Norte, América del Sur y Japón y el estándar europeo para 625 líneas a 25 imágenes por segundo utilizado en Europa, Australia, África y Eurasia. La Tabla 2.2 detalla la evolución de los sistemas de televisión electrónicos. [5]

TABLA 2.2 Desarrollos en Sistemas Eléctricos de Televisión  
FUENTES: Digital Video Broadcating - Ronald de Bruin

<b>Año</b>	<b>Desarrollo</b>
1925	Sistema de televisión electrónico patentado por V. K. Zworykin
1933	Iconoscopio por V. K. Zworykin
1935	Norma de televisión británica (405 líneas con 50-Hz de exploración entrelazada)
1936	Primer servicio de televisión pública de la BBC en el Reino Unido
1936	La difusión regular de televisión en Francia (más tarde utilizando 819 líneas con 50-Hz entrelazado escaneado)
1937	Estándar de televisión alemán (441 líneas con 50-Hz entrelazado de exploración)
1941	La radiodifusión televisiva regular en los Estados Unidos (525 líneas con conservas entrelazadas de 60 Hz)
1951	Radiodifusión televisiva regular en los Países Bajos (625 líneas con 50-Hz entrelazado escaneado)
1953	Radiodifusión de televisión regular en Japón (525 líneas con 60-Hz de exploración entrelazada)

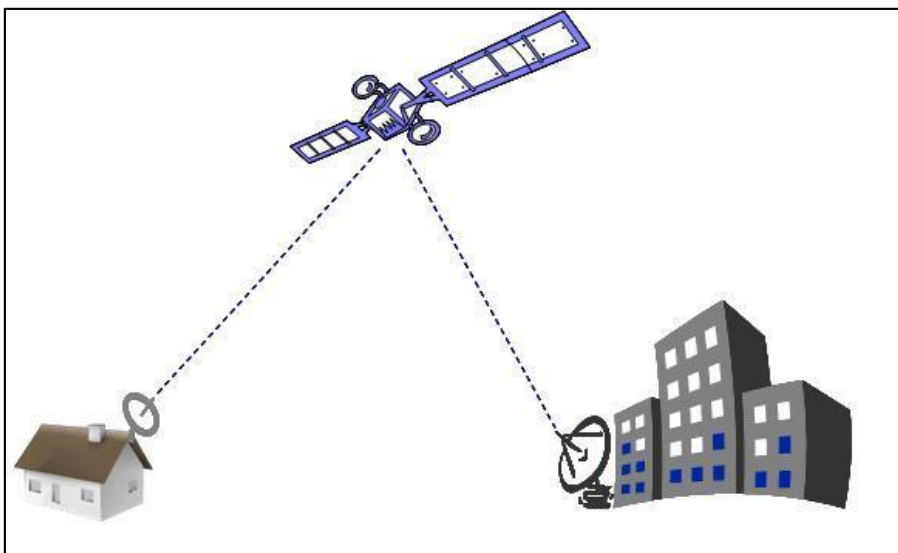
## 2.2.2 Televisión Analógica y Digital

### 2.2.2.1 Televisión Analógica

La televisión es un servicio de radiocomunicación cuyas emisiones de imágenes y sonidos son destinadas a ser recibidas por el público en general. Una estación de televisión está compuesta por una antena transmisora, antena emisora e instalaciones necesarias (moduladores, amplificadores) para poder garantizar el servicio de televisión dentro del área de cobertura autorizada. En la figura 2.3 se muestra una estación de un sistema de televisión analógica.

La señal de televisión que se recibe hoy en día es de tipo analógico y se transmite de forma unilateral mediante ondas electromagnéticas; El Perú actualmente para este tipo de transmisión utiliza un estándar de norma estadounidense denominado NTSC (National Television System Committee en español Comisión Nacional de Sistema de Televisión)

Figura 2.3 Estación de un sistema de televisión analógica  
Fuente: SUPERTEL



El Primer sistema de televisión color que se implementó en el mundo, fue el NTSC (Nacional Televisión Standard Comité). Este fue desarrollado en EE.UU. en 1950, mientras que las emisiones regulares comenzaron en ese país en 1954. Posteriormente, este sistema fue adoptado por Japón, Canadá y gran parte de los países de América. En 1961 se desarrolló en Alemania el sistema PAL (Phase aleternate Line). Este sistema venía a corregir los errores de fase producidos por el NTSC. El sistema PAL fue adoptado en Alemania e Inglaterra en 1967. Posteriormente, lo fueron adoptando la mayoría de los países de Europa Occidental. El tercer sistema es el SECAM (Sequentiel Couler a Memoire). Este fue desarrollado en Francia y adoptado por este país y los países de Europa Oriental.

Los tres sistemas (PAL, NTSC y SECAM) tienen parámetros en común, que son los mismos que habían sido adoptados desde sus inicios en la televisión en blanco y negro o sea; barrido entrelazado y una relación de aspecto de 4:3. El barrido entrelazado, como se verá luego, consiste en barrer cada cuadro dos veces.

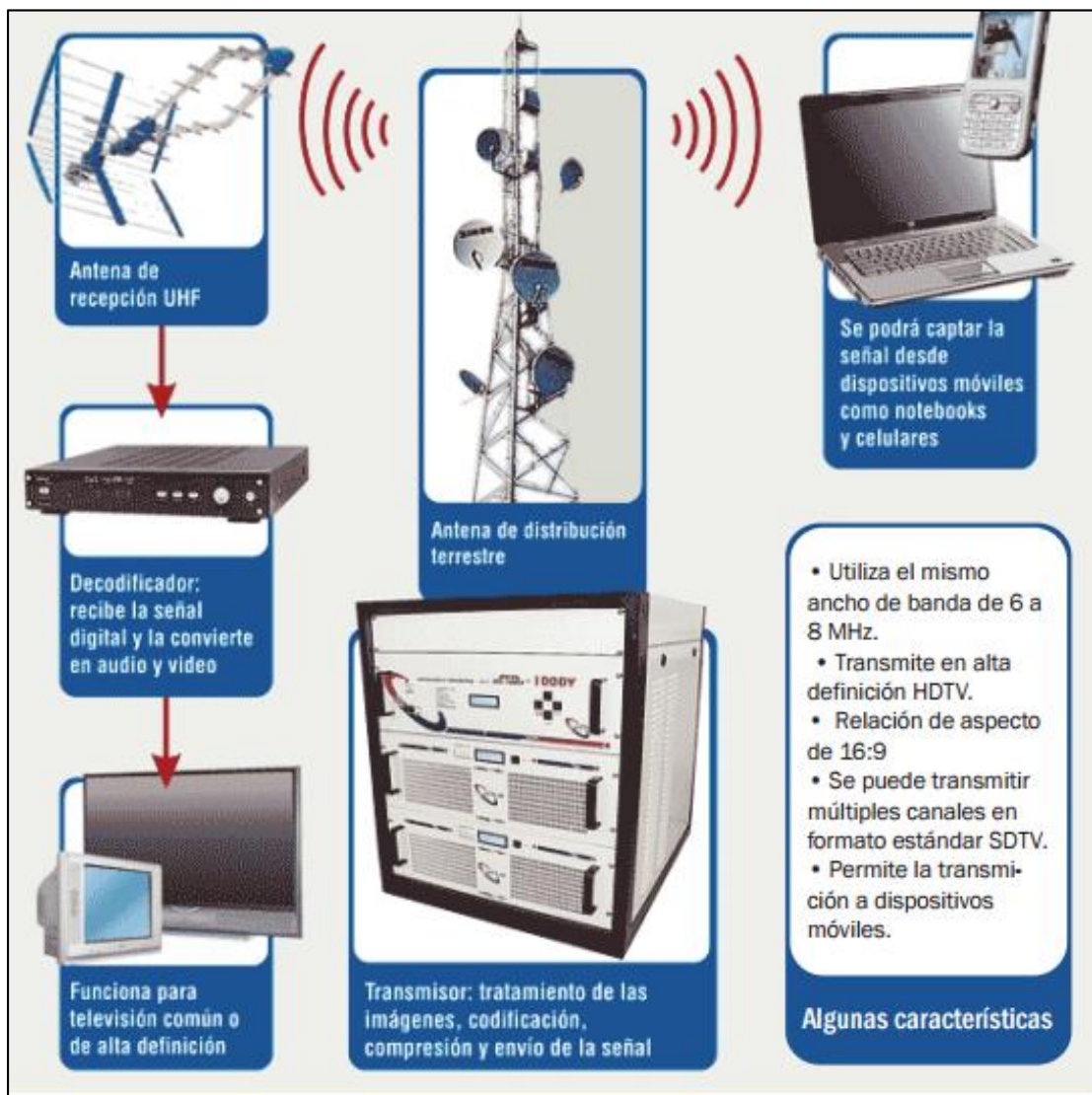
#### **2.2.2.2 Televisión Digital**

La televisión digital se refiere al conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. En contraste con la televisión tradicional, que transmite los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

Televisión Digital Terrestre (TDT) es la aplicación de las tecnologías del medio digital a la transmisión de contenidos a través de una antena aérea convencional. Aplicando la tecnología digital se consiguen mayores posibilidades, como proveer un mayor número de canales, mejor calidad de imagen o imagen en alta definición y mejor calidad de sonido.

FIGURA 2.4 Características de la Televisión Digital

FUENTE: TICS para el desarrollo, Televisión Digital [6]



## **2.2.3 Estándares Internacionales de Televisión**

### **2.2.3.1 Estándar de Televisión Analógica**

Estándares de Televisión Analógica a Color En el mundo existen tres estándares principales de codificación a color, y son los siguientes:

NTSC (National Television Standards Committee)

PAL-M (Phase Alternating Line)

SECAM (Sequential Color Memory)

#### **2.2.3.1.1 Orígenes: El Blanco y Negro**

Debemos recordar previamente que todas las normas vigentes y no vigentes (NTSC, PAL, SECAM, D2MAC,...) se derivan, directa o indirectamente, de los estándares en blanco y negro definidos en los años 40 y 50, de los que se puede decir que surgió la base de la televisión. Ha habido tres fases en la historia de la televisión:

- Fase electromecánica: desde finales del siglo XIX hasta 1935 aproximadamente.
- Fase electromecánica analógica: desde principios del siglo XX hasta la década de 1990.
- Fase electromagnética digital: a partir de la década de 1990 en adelante.

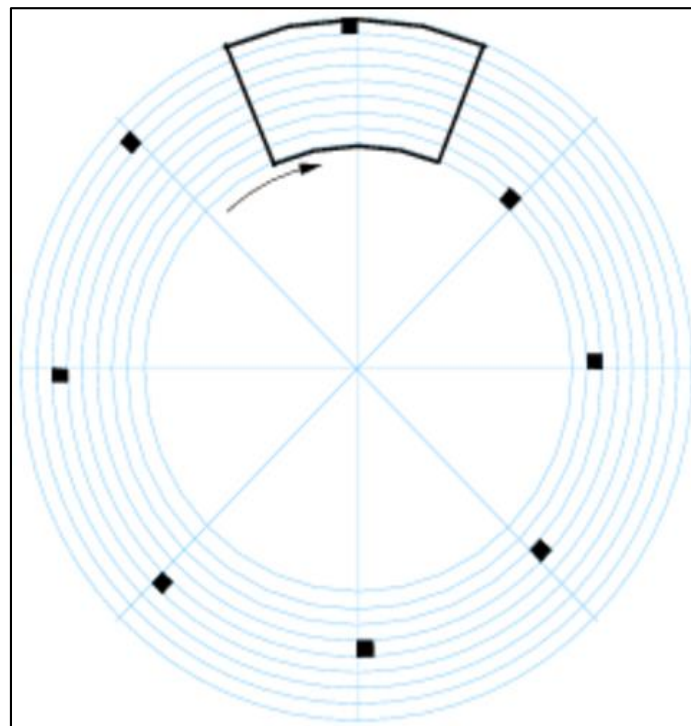
#### **2.2.3.1.2 La Fase Electromagnética**

Las primeras pruebas de televisión electromecánica utilizaban el llamado Disco de Nipkow para la exploración y reproducción de la imagen. Dicho disco es una circunferencia plana y circular con una serie de perforaciones en forma de espiral desde el centro hacia el exterior. Haciendo girar el disco, cada perforación describe una circunferencia de radio diferente, lo cual es equivalente a una línea de exploración de imagen en una televisión moderna:

cuantas más perforaciones tuviese, mayor número de líneas (y resolución) contendría la imagen final. La exploración era secuencial o progresiva, es decir, las líneas se exploraban una detrás de otra. Sin embargo, este sistema tenía grandes desventajas, en las que no se entrará a profundizar. Las pruebas que se hicieron con este disco se remontan a finales de los años 20, con una definición inicial de 30 líneas y 12'5 imágenes por segundo. Ésta minúscula definición permitía transmitir imágenes con un emisor de radio AM corriente (la banda de paso era inferior a 10 kHz).

FIGURA2.5: Esquema de un Disco de Nipkow.

Fuente: Caracterización de equipos para la recepción de nuevos canales de TDT



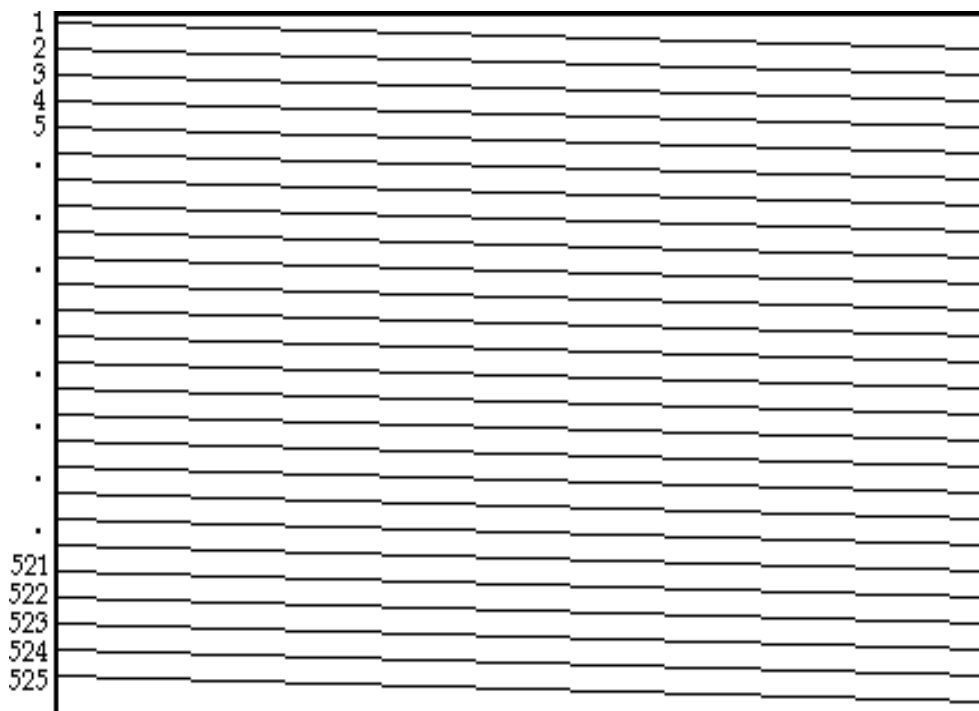
Rápidamente la definición fue aumentando hasta llegar a las 60, 90, 120 y después, 180 líneas (Alemania, Francia) y 240 líneas (Inglaterra, EE.UU.) hacia 1935. Estas definiciones – límite para el disco de exploración de Nipkow-



son con las que se empezaron las primeras emisiones regulares, después de haber aparecido el tubo de rayos catódicos como dispositivo de visualización. Estas primeras emisiones utilizaban un barrido progresivo (todas las líneas de la imagen se barren consecutivamente). Por razones de orden práctico (radiaciones debidas a fugas magnéticas de los transformadores de alimentación, filtrados imperfectos), pareció indispensable utilizar una frecuencia de imagen que estuviera relacionada con la frecuencia de la red alterna (60Hz en EE.UU., 50 Hz en Europa) para minimizar el efecto visual de estas imperfecciones; la frecuencia de exploración fue, por tanto, de 25 imágenes/segundo en Europa y de 30 imágenes/segundo en EE.UU. Además de su deficiente definición espacial, estas primeras imágenes adolecían de un parpadeo bastante molesto (también llamado flicker de campo).

FIGURA 2.6: Barrido Progresivo

FUENTE: Caracterización de equipos para la recepción de nuevos canales de TDT

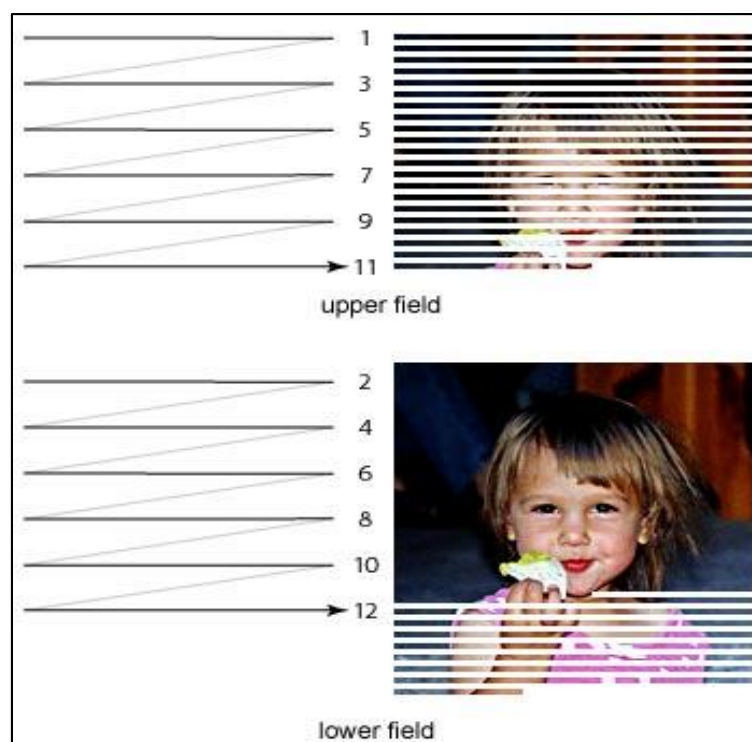


Poco antes de la Segunda Guerra Mundial, la captación de la imagen se hizo electrónica gracias al iconoscopio, haciendo que las definiciones alcanzasen las 405 líneas en Inglaterra, 441, líneas en EE.UU. y Alemania, o 455 líneas en Francia, gracias al barrido entrelazado. Este genial truco ideado en 1927 (transición de un primer campo compuesto por las líneas impares de la imagen y a continuación el segundo formado por las líneas pares), permitiría duplicar la frecuencia de refresco de la pantalla (50 o 60 Hz en lugar de los 25 o 30 Hz) sin aumentar la banda de paso para un número total de líneas dado.

El hecho de seguir manteniendo la relación entre frecuencia de red y frecuencia de campo condujo inevitablemente a la diferenciación de los estándares entre los dos continentes, incluso para un mismo número de líneas de exploración (como el caso de los sistemas de 441 líneas americano y alemán, por ejemplo). [7]

FIGURA 2.7: Barrido entrelazado

FUENTE: <https://anyeos.wordpress.com/2012/06/11/>



En 1941, fueron aprobadas una serie de características para el estándar monocromo americano (1941), que más tarde se convertirían en el sistema NTSC, del cual se hablará más adelante. Las características eran:

- 525 líneas, barrido entrelazado (2 campos de 262,5 líneas).
- Frecuencia de campo  $f_v = 60$  Hz (59'94 Hz a partir de la introducción de color NTSC).
- Frecuencia de línea  $f_h = 15.750$  Hz ( $60 \times 265'5$ ); 15.734 Hz a partir del color ( $59'94 \times 265'5$ ).
- Banda de paso de vídeo: 4'2 MHz.
- Modulación de vídeo negativa, sonido FM (a más de 4'5 MHz de la portadora de vídeo).

Tras la guerra (1949), la mayoría de los países de Europa (con la notable excepción de Francia e Inglaterra) adoptaba el estándar monocromo "Gerber", más conocido bajo el nombre "CCIR", con una frecuencia de campo de 50 Hz, una frecuencia de línea lo más cercana posible a la del sistema americano y con modulaciones similares, a fin de poder aprovechar al máximo la experiencia americana acerca de los principios básicos de los receptores.

Esto implica, pues, un número de líneas superior (en una proporción aproximada de 60/50) y, como consecuencia, una banda de paso de vídeo más ancha para obtener una resolución horizontal coherente con la resolución vertical. De ahí, las principales características que se mantuvieron fueron:

- 625 líneas, barrido entrelazado (2 campos de 312'5 líneas).
- Frecuencia de campo:  $f_v = 50$  Hz.
- Frecuencia de línea:  $f_h = 15.625$  Hz ( $50 \times 312'5$ ).
- Banda de paso de vídeo: 5 MHz.

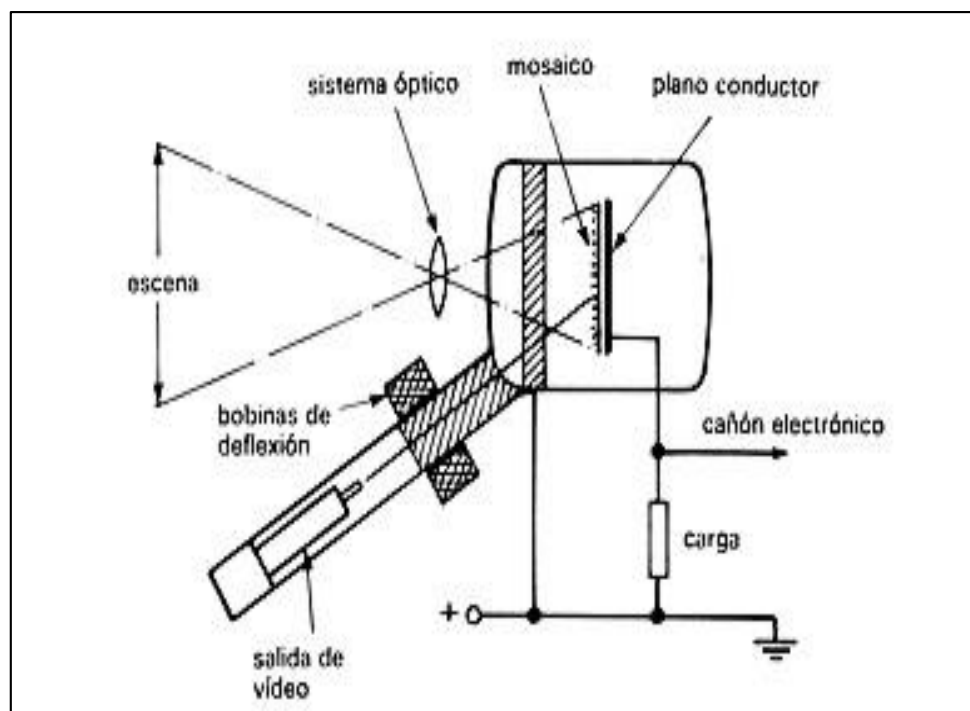
- Modulación negativa de vídeo, sonido FM (a más de 5'5 MHz de la portadora de vídeo).

### 2.2.3.1.3 La Fase Electromecánica Analógica

Esta fase se inició a principios del siglo XX con los trabajos sobre la fotoelectricidad y sobre el desarrollo del tubo de cámara, o tubo de rayos catódicos, basado en la exploración de la imagen por medio de un haz de electrones. El primer tubo de cámara, llamado "iconoscopio", fue fruto del trabajo previo de diversos investigadores, aunque se le reconoce la paternidad al ruso Zworykin. Éste viajó desde Rusia a los Estados Unidos para trabajar con la conocida multinacional RCA (Radio Corporation of America) y aquí, en 1939, presentó al público el primer iconoscopio, que pronto logró la exploración de imágenes con más de 400 líneas de definición gracias al barrido entrelazado que, además, evitaba el parpadeo de la imagen en la pantalla.

FIGURA 2.8 Esquema de un iconoscopio

FUENTE: <http://television7a.blogspot.pe>



Al igual que en el sistema electromecánico de Nipkow, la frecuencia con la que se renovaban las imágenes en la pantalla, o de refresco, era múltiplo de la frecuencia de la corriente alterna. Varios países se lanzaron al desarrollo de la televisión electromagnética analógica por exploración entrelazada con este tipo de frecuencia de refresco. Así, lograron definiciones de imagen en torno a las 450 líneas, pero la II Guerra Mundial paralizó todas las investigaciones.

Las bases de la televisión moderna estaban establecidas. Los estadounidenses adoptaron el sistema NTSC basado en su propio sistema de TV en blanco y negro, y lo mismo hicieron en Europa con el sistema PAL o el SECAM. [7]

#### **2.2.3.1.4 Los Sistemas De Televisión A Color**

Ya desde principios de los años 50, largos trabajos previos acerca de la percepción de los colores, junto con buenas dosis de ingenio, permitieron llegar a los estándares NTSC, PAL,..., los cuales están basados en una triple señal de vídeo en color (rojo, verde y azul) suministrada por el dispositivo captador de imagen, que debía ser transformada a una señal visualizable sin demasiados defectos sobre un televisor monocromo y además, debía caber en un canal de televisión existente, garantizando así una imagen en color con una calidad satisfactoria.

La idea básica fue, por tanto, transformar por combinación lineal las tres componentes RVA o RGB (en inglés: Red, Green, Blue) en otras señales equivalentes:

- Luminancia: Y. Es la señal que conforma la cantidad de luz en la escena. La señal estaba compuesta por:  $Y = 0'3R + 0'59G + 0'11B$ .

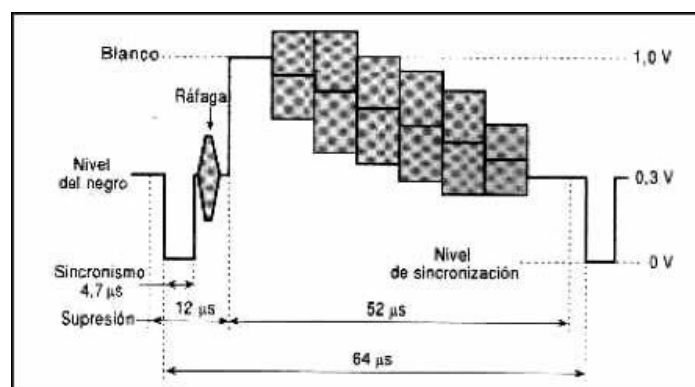
- Crominancia: C. Es la señal que conforma el color en la escena. Sólo se transmiten dos colores, el otro se extrae de Y, con el objetivo de solucionar ciertos problemas de retrocompatibilidad:  $Y + (R-Y)$ ,  $Y + (B-Y)$ .

La combinación elegida para la señal de luminancia representa la luminosidad de la imagen, lo que permite a un televisor en blanco y negro considerarla como una señal monocroma.

En cuanto a las señales de crominancia, representan la coloración de la imagen monocroma transmitida por Y, permitiendo volver a restaurar las señales RGB en el aparato receptor en color mediante la combinación lineal con Y. Dado que la resolución del ojo es menor para las transiciones de colores que para las transiciones de luminosidad, las señales de crominancia pueden satisfacerse con una banda de paso reducida (entre la cuarta parte y la mitad de la banda de paso de la que utiliza la luminancia).

El conjunto de señales formado por Y y por C es el punto común de todos los sistemas de televisión en color, incluso para los sistemas digitales más recientes. Las opciones escogidas por los pioneros de la televisión en color fueron, sin duda, bastante sensatas.

FIGURA 2 9: Representación de una señal de vídeo compuesto  
FUENTE: Caracterización de equipos para la recepción de nuevos canales de TDT



Esta subportadora se sitúa en la parte superior del espectro con el fin de no interferir en el parque de receptores en blanco y negro instalados ni modificar demasiado la banda de paso de luminancia, al mismo tiempo que permanece en los límites de la banda de paso de vídeo existente (4'2 MHz en NTSC, de 5 a 6 en SECAM o PAL).

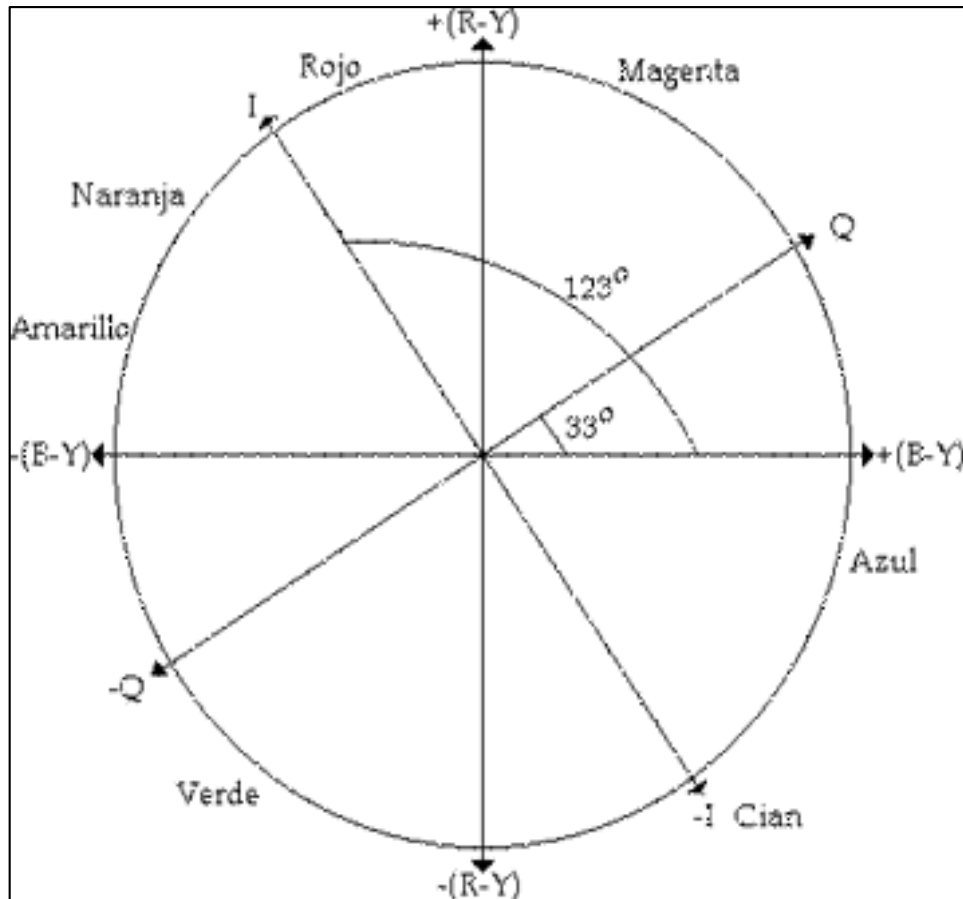
#### **2.2.3.1.5 National Television System Committee - NTSC**

El NTSC o National Television System Committee se crea en Estados Unidos, y se utilizará en países como Canadá, la propia EE.UU., Japón, y Centroamérica. El número de líneas es de 525, el ancho de banda es de 4 MHz (aunque en realidad es una subportadora a aproximadamente 3'579545 MHz), y la frecuencia de línea es de 15750 Hz (es decir, 30 imágenes/segundo x 525 líneas/imagen). Utiliza una subportadora enclavada sobre la frecuencia de línea, y modulada de amplitud en cuadratura o QAM según dos ejes ortogonales por las dos señales I (In phase) y Q (Quadrature). Estas dos señales son dos combinaciones lineales de R-Y y de B-Y, que corresponden a una rotación de 33° en los ejes de modulación con respecto a la fase de la ráfaga de referencia (eje B-Y).

Para entender mejor todo esto, se incluye a continuación una figura que representa el vector resultante de todos los datos anteriores:

FIGURA 2.10. Representación vectorial de los colores en NTSC

FUENTE: Caracterización de equipos para la recepción de nuevos canales de TDT



Una ráfaga, o burst, de referencia en el umbral del negro permite reconstruir en el receptor la portadora necesaria para demodular estas señales. La elección de un múltiplo de la mitad de la frecuencia de línea para la subportadora hace que los espectros de luminancia y crominancia se intercalen, lo que permite una separación casi perfecta mediante un filtrado tipo "peine" (comb filter, poco utilizado en los receptores debido a su elevado coste económico).



Sin embargo, el NTSC resulta muy sensible a las rotaciones de fase debidas a la transmisión, lo que provoca desvíos de color importantes, particularmente con los colores “carne”. Esto ha llevado a que las siglas NTSC se ganaran el sobrenombre de “Never Twice The Same Color”, que traducido del inglés podría significar algo como “Nunca aparece dos veces el mismo color”. Por tanto, los europeos tuvieron que buscar soluciones, unos diez años más tarde, que dieron como resultado los sistemas SECAM y PAL. [7]

#### **2.2.3.1.6 SEQUENTIEL COULEUR À MÉMOIRE (SECAM)**

El SECAM (o Sequentiel Couleur À Mémoire) evita este inconveniente de fase, tilizando para la subportadora la modulación de frecuencia, insensible a las rotaciones de fase. Sin embargo, no permite la modulación simultánea por dos señales, como ocurriría con la modulación en cuadratura.

Este sistema representa en 625 líneas, con una frecuencia de línea de 15625 Hz y una frecuencia de campo de 25 imágenes/segundo. Partiendo de dos líneas consecutivas que se consideran lo suficientemente parecidas como para poder ser calificadas de idénticas, se modula secuencialmente de línea a línea la subportadora por las señales de forma alternativa, corriendo por cuenta del receptor la recuperación de las dos señales simultáneamente. Se utilizan además unas señales de identificación, las cuales se introducen al principio de cada campo, cada una en su línea correspondiente, y que se usan para que el receptor sincronice de manera correcta, y así comprobar que las señales que se reciben son las correctas (R-Y ó B-Y), a través de un circuito conmutador para disponer simultáneamente de todas las señales.

Este sistema es bastante eficaz, pero tiene los inconvenientes de que la subportadora, siempre presente incluso en zonas de la imagen sin color, es más visible que en NTSC o PAL, y que la restitución de las transiciones entre colores saturados es mediocre debido a la necesidad de truncar las excursiones máximas de frecuencia para no “morder” demasiado la banda de luminancia. Además, el filtrado peine no es posible debido al espectro continuo de la señal de FM. [7]

#### **2.2.3.1.7 Phase Alternating Line – PAL**

El sistema PAL (Phase Alternating Line) es el sistema utilizado en España. Es un “pariente cercano” del NTSC, cuyo objetivo principal es solucionar los errores de todo del NTSC debido a los errores de fase, transformando estos en errores de saturación, menos apreciables al ojo humano. En cuanto a los parámetros del sistema, son idénticas a los de SECAM: el número de líneas es de 625, la frecuencia de línea es de 15625 Hz y la frecuencia de campo de 25 imágenes/segundo.

Para evitar los inconvenientes derivados de la rotación de fase, se invierte la fase de la portadora  $V$  en una línea de cada dos, lo que permite, gracias a una línea de retardo de  $64 \mu\text{s}$  en el receptor, anular los eventuales errores de fase al sumar las señales  $V$  de dos líneas consecutivas. La fase de la ráfaga de referencia se alterna de una línea a otra entre  $+135^\circ$  y  $-135^\circ$  con respecto a la fase de la portadora  $U$ , que es  $0^\circ$ , para poder sincronizar el demodulador en el receptor.

El sistema PAL tiene diversas ventajas, ya que soluciona el problema de NTSC, la compatibilidad del receptor en B/N es buena, y es más fácil mezclar sin demodular. Sin embargo, no todo son ventajas, ya que el receptor, por ejemplo, es menos económico que en el resto de casos, y en la fase de edición de los contenidos a emitir hay que mantener siempre la fase. Además del PAL estándar (llamado PAL B/G), existen otras dos variantes menos conocidas, utilizadas en América del Sur, donde los canales son de 6 MHz, como en NTSC:

- PAL M (Brasil, 525 líneas/60 Hz).
- PAL N (Argentina, 625 líneas/50 Hz).

En los años 80, los europeos intentaron mejorar la calidad de las imágenes y del sonido de cara a los nuevos servicios de televisión vía satélite, evitando los principales inconvenientes de los sistemas compuestos, y adoptando el sonido digital, lo que dio nacimiento a los sistemas MAC.

#### **2.2.3.1.8 PAL+**

La norma PAL+ fue desarrollada entre 1990 y 1992 y, tras un período experimental de más de un año, las emisiones oficiales comenzaron en 1995 en Berlín. El PAL+ fue adoptado por la mayoría de los países que utilizaban el PAL, pero pronto fracasó y no fue implantado de manera continuada. El sistema PAL+ estaba pensado para la transmisión de imágenes en formato 16/9, con definición mejorada, aunque al mismo tiempo compatible con los receptores PAL convencionales de relación 4/3. La mejora de la definición venía de que en el PAL+ se transmiten y reconstruyen en la pantalla del receptor las 576 líneas de la resolución vertical, cosa que no ocurría en el sistema convencional. Concretamente, la imagen en PAL+ se obtiene mediante

un filtrado paso bajo del vertical; el resultado del filtrado complementario (paso alto) se transmite sobre la subportadora a 4,43 MHz durante las 144 líneas negras no utilizadas, lo que permite al receptor PAL+ reconstruir una imagen con una completa resolución vertical de 576 líneas y con una perturbación relativamente pequeña en los receptores 4/3. El hecho de que la fase de la subportadora de dos líneas contiguas de los dos campos que constituyen la imagen se transmite en oposición de fase, permite anular la diafonía de color en el receptor, sumando la parte superior del espectro de los dos campos así como anular la diafonía de luminancia sustrayéndolas, de ahí la necesidad de tener una memoria de campo, lo que contribuye a elevar el precio de los receptores PAL+. La detección de movimiento permite evitar los defectos introducidos por este sistema – conocido con el nombre de “colorplus” – en los objetos de color en rápido movimiento. De este modo, se obtiene una imagen 16/9 de calidad comparable a la del D2MAC, a condición, no obstante, de disponer de unas muy buenas condiciones de recepción (alta relación señal/ruido).

A fin de que el receptor sepa cuál es el formato de emisión que está recibiendo, se añaden en la primera mitad (que no se usa) de la línea 23 unos bits de indicación del tipo de formato (WWS, Wide Screen Signaling), de forma que el receptor pueda adaptar su formato de visualización. [7]

### **2.2.3.2 Estándar de Televisión Digital**

#### **2.2.3.2.1 Estándar de Televisión Digital ATSC**

El estándar ATSC describe un sistema para transmisión de video, audio y datos que transporta datos a una tasa neta de 19,4 Mbps a través de un canal

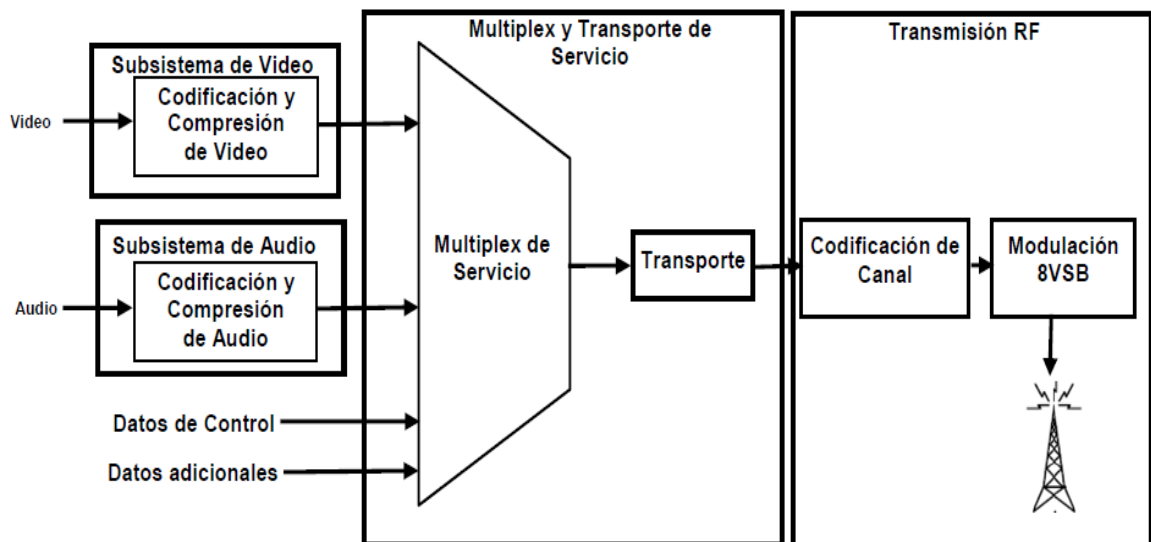
convencional de 6 MHz de ancho de banda. Una transmisión ATSC puede portar ya sea una señal única de televisión de alta definición (HDTV), o varios programas diferentes con definición normal (SDTV). Recientemente se ha definido el formato para transmisiones mediante redes de frecuencia única, aunque dicho formato no considera una optimización del funcionamiento de estas redes. ATSC también contempla la provisión de servicios interactivos y control de acceso para contenidos pagados.

El diagrama de bloques del sistema se muestra en la Figura 2.11, en la que se aprecia que el sistema ATSC consiste de tres subsistemas

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

FIGURA 2.11 Sistema ATSC

FUENTE: Análisis de los estándares de transmisión de TTD



El subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes comprime los flujos de audio y video con el propósito de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información correspondiente. Para la compresión y codificación

de los flujos de video el sistema ATSC utiliza la sintaxis MPEG-2, mientras que para la compresión de audio digital se utiliza la norma de compresión digital de audio AC-3.

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

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

El estándar ATSC permite 18 formatos de display, los cuales están divididos dentro de cuatro combinaciones de vertical y horizontal. Se establece tres tipos básicos de resolución de pantalla que pueden ser utilizados en el estándar ATSC. el nivel más sencillo incluye los formatos básico y extendidos de las normas de TV analógicas NTSC y PAL (En NTSC, existen 525 líneas

horizontales pero solo 480 son visibles. En PAL, existe 625 horizontales pero solo 576 son visibles), con hasta 720 pixeles por lines. el nivel medio, incluye imagenes de resolucion media con 720 de resolucion y 960 pixeles por lines. el nivel mayor presenta una resolucion de 1080 lineas y 1440 y 1920 pixeles por linea para razones de aspecto 4:3 y 16:9, respectivamente.

TABLA 2 3: Restricciones de Formato de Comprensión  
FUENTE: Análisis de los estándares de transmisión de TTD

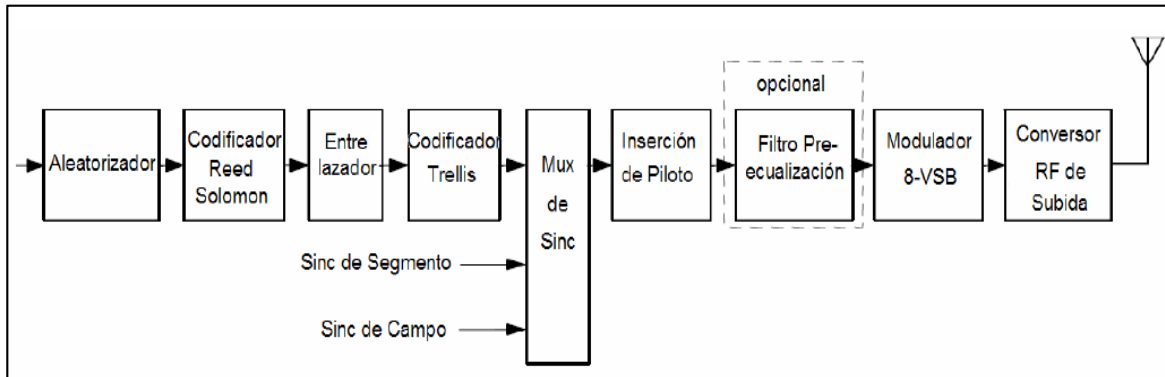
	Resolucion vertical	resolucion horizontal	pixeles cuadrados	relacion de aspecto	cuadros por segundos (Hz)	Tipo de barrido
HDTV	1080	1920	Si	16:9	23,976; 24,2997; 30	Progresivo
					29,97; 30	entrelazado
	720	1280	Si	16:9	23,976; 24,2997; 30; 59,94; 60	progresivo
SDTH	480	704	No	4:3; 16:9	23,976; 24,2997; 30; 59,94; 60	progresivo
					29,97; 30	Entrelazado
	480	640	Si	4:3	23,976; 24,2997; 30; 59,94; 60	Progresivo
					29,97; 30	Progresivo

El sistema de codificación de canal y modulación de ATSC (bloque “Transmisión de RF” en la Figura 2.11) constituye la característica más propia de éste estándar. Los dos bloques fundamentales son la Codificación de Canal y la Modulación 8-VSB. del proceso de codificación y modulación. El sistema es alimentado con el flujo de transporte paquetizado según se ha descrito anteriormente. Los datos son primero aleatorizados (dispersión de energía) y luego procesados para brindar capacidad de corrección de errores mediante un código de bloques Reed-Solomon (RS), seguido por un entrelazador y un

codificador Trellis (TCM). En la siguiente figura 2.12 se muestra el diagrama del proceso de codificación y modulación. [8]

FIGURA 2.12 Diagrama funcional del sistema de codificación de canal y modulación de ATSC.

FUENTE: ADVANCE TELEVISION SYSTEM COMMITTEE-Francisco a. Sandoval



Las características de cada bloque se describen a continuación:

**Aleatorizador:** La aleatorización uniformiza la distribución de energía de la señal MPEG-2 en el espectro y contribuye a que el espectro de la transmisión tenga las propiedades adecuadas.

**Codificador Reed Solomon:** Los bits aleatorizados son procesados para brindar una capacidad de corrección de errores mediante un código de bloques Reed-Solomon (RS) (específicamente el código RS (207, 187, t = 10)). Este código es capaz de corregir hasta 10 bytes con errores entre cada grupo de 207.

**Entrelazador:** El objetivo de este dispositivo es dar protección a la señal cuando hay errores de ráfaga. El entrelazador de bytes empleado es convolucional de longitud 52 y sólo se entrelazan los bytes de datos (incluyendo los bytes de redundancia insertados por RS).

**Codificador Trellis:** El objetivo de este codificador es brindar una segunda capa de protección de errores. Se usa un codificador Trellis (TCM) de tasa 2/3, el



que inserta un bit de redundancia por cada 2 bits de datos. Cada grupo de 3 bits resultantes definen uno de 8 símbolos de la modulación de amplitud de pulso (8-PAM) utilizada posteriormente en el modulador.

Multiplexor de Sincronismo: Se insertan símbolos piloto necesarios en el receptor para recuperar y mantener el sincronismo de los datos.

#### **2.2.3.2.2 El Estándar Digital Video Broadcasting (DVB)**

El estándar de televisión digital europeo, Digital Video Broadcasting (DVB), fue establecido por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI, [www.etsi.org](http://www.etsi.org)) durante los años 1990 y consiste de un conjunto de aproximadamente 30 especificaciones y documentos técnicos que cubren la vasta gama de tópicos relacionados con la distribución digital de video.

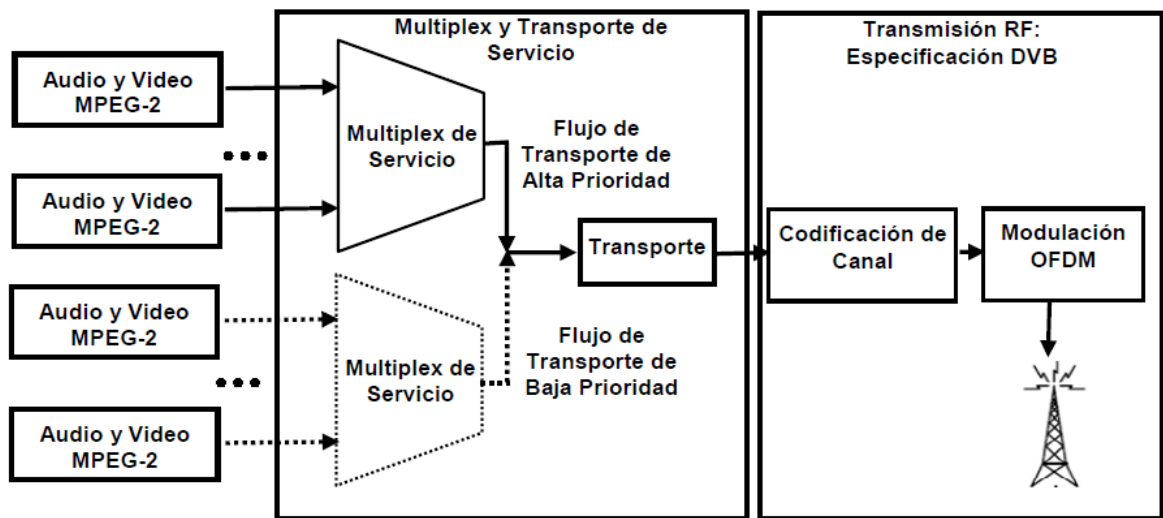
DVB fue diseñado para transmitir información de audio y video codificada de acuerdo a una versión especializada del estándar de codificación de audio y video MPEG-2. DVB contiene especificaciones para distribución de video digital por diversos medios, incluyendo satélite (DVB-S), cable (DVB-C), terrestre (DVB-T) y microondas (DVB-MS y DVB-MC9). Recientemente también fue incorporada la especificación para distribución terrestre de contenido a terminales portátiles (DVB-H). Además, las especificaciones DVB establecen normas sobre aspectos como:

- Provisión de servicios interactivos mediante canales de retorno sobre varios medios (DECT, GSM, PSTN/ISDN, satelital, etc.) y protocolos (IP, NPI).
- Acceso condicional a contenidos pagados y protección de copia.
- Formato e interfaz para transferir señales DVB hacia las localidades de distribución mediante de redes de datos tradicionales.
- Transmisión de señales DVB-T mediante red de frecuencia única.

- Utilización de DVB para distribución de datos genéricos, no limitado a audio y video, y posibilitando formatos como MPEG-4.

El sistema se conforma muy similarmente al ATSC, como se describe a continuación

FIGURA 2 13: Diagrama general del sistema DVB-T.  
FUENTE: ADVANCE TELEVISION SYSTEM COMMITTEE



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

Varios programas (video audio y datos) codificados y comprimidos con MPEG-2 pueden ser multiplexados en un único flujo de transporte MPEG-2, permitiendo así compartir el canal para distribuir programación múltiple simultáneamente. Debe notarse que este proceso es prácticamente equivalente

al que se realiza en los subsistemas de “Codificación y compresión de fuentes” y “Múltiplex y transporte de los servicios” del estándar ATSC, excepto por el estándar utilizado para la codificación de fuente de audio. En la norma ATSC, la codificación de audio sigue la sintaxis AC-3, mientras que la transmisión de audio del estándar DVB sigue las recomendaciones del formato MPEG-2 para estéreo y sonido envolvente (es decir, la codificación de audio es MPEG-2 en vez de AC-3). En todo caso, el estándar DVB también permite la operación con formatos AC-3 o DTS para sonido envolvente, El sistema DVB-T permite además combinar jerárquicamente hasta dos flujos de transporte en una sola transmisión digital, uno de alta prioridad (AP) y otro de baja prioridad (BP), este último mostrado con línea punteada en la Figura anterior. El flujo AP requiere menor razón señal a ruido (SNR) para ser decodificado que el BP. Así, por ejemplo, el flujo AP podría portar señales de video en resolución normal con una codificación de canal de alta redundancia, haciendo posible su decodificación a distancias lejanas a la antena de transmisión (donde la SNR es baja). El flujo BP, en cambio, podría portar la misma programación en alta resolución utilizando una codificación de alta tasa (poca redundancia), el que sería decodificado satisfactoriamente por receptores ubicados a distancias menores (SNR alta). Cabe destacar, no obstante, que el receptor puede escoger libremente entre los flujos AP y BP y que ambos flujos de transporte podrían perfectamente ser utilizados para transmitir programación completamente distinta.

El sistema de Transmisión RF es el que caracteriza al sistema DVB (Figura 5). En el bloque de Codificación de Canal, se aplica a la señal un conjunto de procesos cuyo objetivo es proteger los flujos de transporte de los

efectos de las diversas fuentes de ruido e interferencias que degradan las transmisiones. Las normas DVB-S y DVB-C y DVB-T utilizan el mismo sistema de codificación, lo que permite aprovechar economías de escala en el desarrollo de equipos, y así llegar al consumidor con productos de costos más convenientes. El módulo de Modulación OFDM genera las señales de radiofrecuencia que son transmitidas por radio a partir de los datos digitales entregados por el codificador de canal.

En DVB-T y (DVB-H es una especialización de DVB-T) se utiliza modulación OFDM con modulación QAM de las sub-portadoras.

Al igual que el sistema ATSC, el sistema DVB soporta diferentes resoluciones de pantalla y tasas de trama. Los formatos se indican a continuación en la Tabla II según resolución, forma de barrido (progresivo (P) o entrelazado (I)) y tasa de cuadros por segundo. Cabe mencionar que las resoluciones indicadas operan con anchos de banda de transmisión de 6, 7 y 8 MHz.

TABLA 2.4 Resolución de Pantalla

FUENTE: Análisis de los estándares de transmisión de TTD

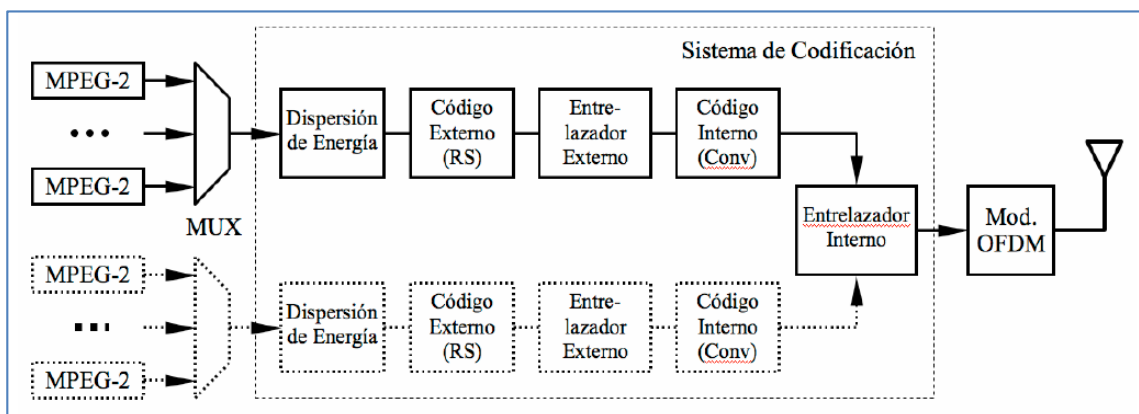
Lineas verticales	Pixeles por linea	Razón de aspecto	Frec. De Tramas
1080	1920	16:9	50P (HDTV)
1080	1920, 1440	16:9; 4:3	25I, 25P (HDTV)
720	1280	16:9; 4:3	25P, 50P (HDTV)
1080	1920, 1440	16:9; 4:3	60I,30P,24P (SDTV)
720	1280, 960	16:9; 4:3	60P,30P,24P (SDTV)
576	720, 704, 544, 480, 352	16:9; 4:3	25I, 25P (SDTV)
480	720, 640, 544, 480, 352	16:9; 4:3	60P, 60I, 30P, 24P (SDTV)
288	352	16:9; 4:3	25P (SDTV)
240	352	16:9; 4:3	24P ,30P (SDTV)

Como se ha mencionado, el sistema de audio usa el estándar MPEG-2. Sin embargo, es posible utilizar formatos AC-3 o DTS. El sistema permite transportar hasta seis señales de audio, es decir, sonido envolvente (surround sound), a tasas de hasta 384 kbps.

El sistema de transmisión del estándar DVB utiliza modulación (OFDM) codificada para la interfaz aérea, pudiendo ser usados anchos de banda de 6, 7 y 8 MHz, así como 5 MHz con ciertas limitaciones.

Figura 2 14: Sistema de codificación de canal de DVB-T.

FUENTE: Análisis de los estándares de transmisión de TTD



Los datos de entrada de cada uno de los flujos de transporte (alta y baja prioridad) son procesados del mismo modo, según se describe a continuación. Dispersión de Energía: Los datos son aleatorizados mediante multiplicación por una secuencia binaria pseudo aleatoria de orden 15 (PRBS-15). El propósito de esta operación es eliminar todo sesgo estadístico que la secuencia de datos de la fuente pueda tener. Por ejemplo, varios cuadros sucesivos de una imagen negra podrían, según como haya sido hecha la codificación MPEG-2, generar un flujo de transporte en el que una gran mayoría de bits consecutivos sean ya sea ceros o unos. Puesto que el resto de la cadena de codificación y

modulación es determinística, ello finalmente se traduciría en una transmisión con características espectrales desbalanceadas, aumentando la interferencia de canal adyacente.

**Código Externo (Reed-Solomon):** En segundo lugar se agrega capacidad de corrección de errores mediante un código Reed-Solomon acortado (204, 188,  $t = 8$ ). El código se aplica por bloques a grupos de 188 bytes, compuestos por 1 byte de sincronización MPEG-2 y 187 bytes de cada paquete MPEG-2, resultando palabras codificadas de 204 bytes. Este código es capaz de corregir hasta 8 bytes erróneos ocurridos en cada grupo de 204.

**Entrelazador Externo:** En seguida se aplica un proceso de entrelazado convolucional por bloques (se entrelaza internamente el contenido de cada grupo de 204 bytes).

**Código Interno (Convolucional):** A continuación se utiliza un segundo código de corrección de errores, el que emplea un código convolucional punzado. El código es de restricción  $K=6$  (64 estados) y puede operar a tasas  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$  y  $\frac{7}{8}$ , otorgando así flexibilidad entre tasa de datos y el nivel de protección que se desea. La tasa de codificación es determinada por el operador según la cobertura y tasa de datos que desee, y puede modificarla libremente en el tiempo. La tasa  $\frac{7}{8}$  agrega un bit de redundancia por cada siete bits de información, y provee el grado de protección más débil a los datos, pero tiene una mayor capacidad de transporte. La ventaja es que 7 de cada 8 bits transmitidos contienen información, pero la cobertura es reducida, puesto que se requiere una señal fuerte (alta razón señal a ruido) para lograr la decodificación sin errores. En el otro extremo, la tasa  $\frac{1}{2}$  otorga el máximo grado de protección a los datos. Ello permite decodificar la señal a distancias

mayores, donde la razón señal a ruido es débil, pero sacrifica la tasa de datos puesto que por cada 8 bits transmitidos sólo 4 portan información.

**Entrelazador Interno:** En transmisiones no jerárquicas, solamente existe el flujo de transporte superior (Figura 6, bloques con líneas sólidas). En tal caso, los bits del flujo de transporte son agrupados en símbolos de 2, 4 o 6 bits/símbolo (según el tamaño de la constelación QAM usada en la modulación OFDM, 4-QAM, 16-QAM o 64-QAM). El entrelazado es realizado entre bits correlativos de 126 símbolos consecutivos. Luego los símbolos resultantes son entrelazados entre ellos para dispersar su ubicación en las sub-portadoras del modulador OFDM.

En transmisiones jerárquicas, el entrelazado opera en forma similar, excepto que los símbolos son formados por grupos de 2 bits del flujo AP y 2 bits del flujo BP (caso 16-QAM-jerárquico), o bien 2 bits del flujo de AP y 4 bits del flujo BP (caso 64-QAM jerárquico).

DVB-T utiliza modulación OFDM con los siguientes parámetros principales.

**Sub-Portadoras:** Se consideran tres modos de operación según el número de subportadoras en las cuales se subdivide la banda de transmisión. Concretamente, se tiene el modo “2k” con 2048 sub-portadoras, el modo “4k” con 4096 sub-portadoras, y el modo “8k” con 8192 sub-portadoras. El modo 4k fue añadido recién en 2004 para otorgar mayor flexibilidad de transmisiones a terminales móviles (ver Sección DVBH) pero puede ser utilizado para transmisiones DVB-T también.

**Ancho de Banda de Transmisión:** El ancho de banda de transmisión depende esencialmente del ajuste de frecuencia del reloj (clock) de los circuitos que implementa la cadena de codificación de canal y modulación OFDM en

transmisores y receptores DVB-T. No obstante, el estándar especifica explícitamente transmisiones en bandas de 5, 6, 7 y 8 MHz, a fin de definir claramente aspectos como tasas de datos y máscaras de radiación fuera de banda. Así, para canales de 8 MHz el período de clock especificado es  $7/64 \mu\text{s}$ , y de  $7/48 \mu\text{s}$  para canales de 6 MHz. Ello se traduce en una separación de 7,61 MHz entre las sub-portadoras extremas para bandas de 8 MHz, y 5,71 MHz para bandas de 6 MHz.

Modulación de Sub-Portadoras: Las subportadoras pueden ser moduladas con constelaciones 4-QAM, 16-QAM o 64-QAM.

### **2.2.3.2.3 El Estándar Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)**

El estándar de televisión digital japonés, Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB), fue establecido por la Association of Radio Industries and Businesses de Japón (ARIB, [www.arib.or.jp/english/](http://www.arib.or.jp/english/)) y es promovido en el mundo por el Digital Broadcasting Experts Group (DiBEG, [www.dibeg.org](http://www.dibeg.org)). La investigación y desarrollo para ISDB comenzó en los años 1980 y el estándar propiamente tal fue forjado en los años 1990.

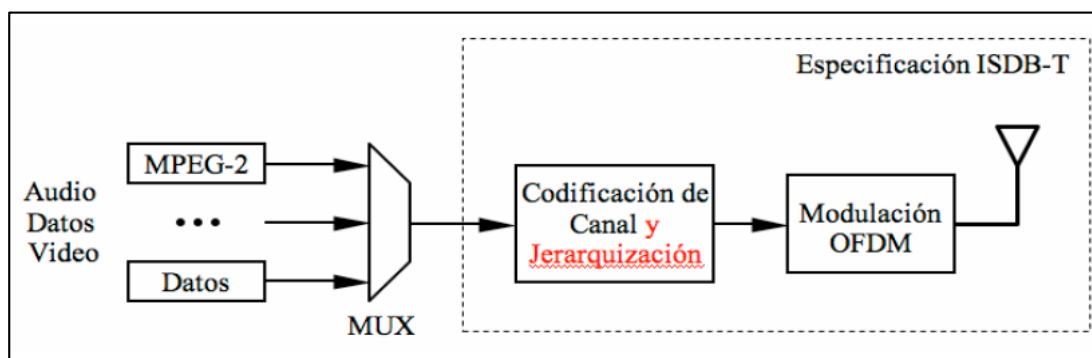
ISDB-T es muy similar a DVB-T en términos de señales y modulación, y ambos estándares coinciden en los siguientes aspectos:

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



FIGURA 2. 15 Diagrama general del sistema ISDB-T.

FUENTE: Analisis De Los Estandares De Transmision De Television Digital Terrestre



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

Transmisión Jerárquica: La segmentación permite asignar varios segmentos a un servicio determinado, y ajustar los parámetros de transmisión (como la tasa de codificación, la profundidad de entrelazado, etc.) individualmente de acuerdo a las necesidades y objetivos del servicio. En ISDB-T esto se conoce como transmisión jerárquica. Así, por ejemplo, un segmento puede bastar para transmitir una señal de audio, mientras que tres son necesarios para video en definición normal, y seis para una señal de video de alta resolución. La segmentación también permite asignar segmentos y optimizar los parámetros de un servicio según su objetivo, como recepción móvil o estática, o según el radio de cobertura deseado, etc.

En el caso de ISDB-T, la banda de transmisión (6 MHz) es dividida en 13 segmentos<sup>16</sup>, cada uno de aproximadamente 430 kHz de ancho de banda, los que pueden ser asignados libremente a un máximo de 3 servicios o capas jerárquicas. Esta jerarquización de la transmisión es realizada en el sistema de codificación de canal.

Recepción Parcial: Se trata de un caso especial de la transmisión jerárquica, en que la codificación de canal y entrelazado en frecuencia de una señal es completamente autocontenida dentro del segmento central de la banda de transmisión. Este segmento puede ser recibido y decodificado independientemente de los demás <sup>12</sup>, proporcionando así una solución eficiente para la transmisión a terminales portátiles.

El receptor correspondiente es conocido como receptor de un segmento, de costo menor que la versión general del receptor de 13 segmentos.

Al igual que en los sistemas ATSC y DVB-T, el sistema ISDB-T soporta diferentes resoluciones de pantalla y tasas de trama. Los formatos se indican en las Tabla III, en resolución, forma de barrido (progresivo (P) o entrelazado (I)) y tasa de tramas<sup>17</sup> por segundo, y se conforman a la sintaxis del Nivel Principal, definido en la sección de video del estándar MPEG-2:

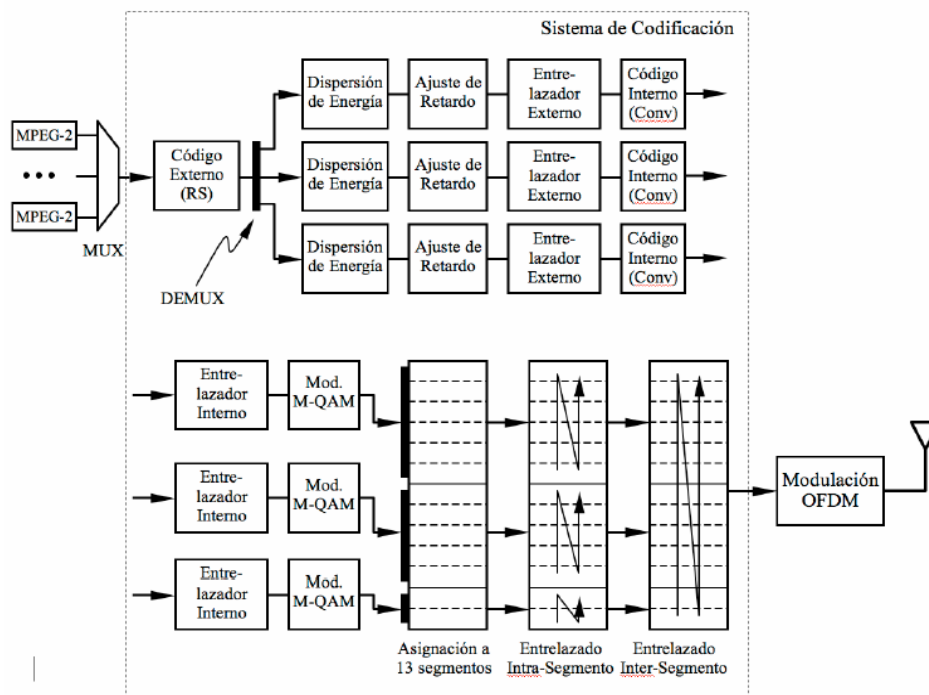
TABLA 2.5 Resolución de Pantalla ISDB

FUENTE: Analisis De Los Estandares De Transmision De Television Digital Terrestre

Lineas verticales	Pixeles por línea	Razón de aspecto	Frec. De tramas
1080	1920,1440,1080	16:9, 4:3	60i
720	1280	16:9, 4:3	30p
480	720,540	16:9, 4:3	30p
480	720,544,540,480	16:9, 4:3	60i

Como ya se ha mencionado en el caso de DVB-T y ATSC, también el sistema de audio de ISDB-T usa el estándar MPEG-2. La especialización, en este caso, está definida en el estándar ISO/IEC 13818-7 (MPEG-2 – AAC audio), la que permite el transporte de canales de audio 5.1 con una tasa de bits de hasta 320 kbps. El sistema de codificación de canal de ISDB-T está ilustrado en el diagrama de bloques de la siguiente Figura. Cada bloque es descrito a continuación. [8]

FIGURA 2 16: Sistema de codificación de canal y jerarquización de ISDB-T  
FUENTE: Analisis De Los Estandares De Transmision De Television Digital Terrestre



Código Externo (Reed-Solomon (204,188, t-8)): El código se aplica por bloques a grupos de 188 bytes, resultando palabras codificadas de 204 bytes. Este código es capaz de corregir hasta 8 bytes erróneos ocurridos en cada grupo de 204.

Demultiplexador: La codificación RS es realizada en forma tal que cada bloque original de 188 bytes contiene datos de sólo uno de los tres servicios posibles. Ello permite de-multiplexar los servicios en la salida del codificador RS

tomando bloques de 204 bytes, y realizar el resto de la codificación por separado para cada servicio o capa jerárquica (la transmisión no necesariamente debe consistir de tres capas, pueden ser dos o una también).

**Dispersión de Energía:** Aleatoriza los bits que componen un flujo de transporte mediante multiplicación por una secuencia binaria pseudo aleatoria de orden 15 (PRBS-15). Se trata exactamente del mismo aleatorizador utilizado en DVB.

**Ajuste de Retardo:** La desventaja principal de la transmisión jerárquica basada en segmentos es que las diferencias entre parámetros de codificación de las tres capas jerárquicas causan desalineamientos entre los flujos de transporte de las tres capas. Ello obliga a re-sincronizar los flujos con ligeros ajustes de retardo en cada capa en la entrada del entrelazador externo.

**Entrelazador Externo:** Se usa un entrelazador convolucional de bytes de largo 12, el que entrelaza internamente cada byte de cada grupo de 204 bytes. Se trata exactamente del mismo entrelazador externo utilizado en DVB.

**Código Interno (Convolucional):** El código es convolucional punzado de restricción  $K=6$  y puede operar a tasas  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$  y  $\frac{7}{8}$ , otorgando así flexibilidad entre tasa de datos y el nivel de protección que se desea.

**Entrelazador Interno:** La secuencia de bits del flujo de transporte de cada capa jerárquica es multiplexada en 2, 4 o 6 líneas paralelas según el tamaño de la constelación QAM usada para modular las sub-portadoras OFDM de aquella capa (4-QAM, 16-QAM o 64-QAM, ver bloque Modulación M-QAM a continuación). El entrelazado consiste en retardar cada una de las 2, 4 o 6 líneas en forma individual entre 0 y 120 tiempos de bit. Un ajuste de retardo es además necesario en cada capa según el número M-ario (4, 16 o 64) tal que las salidas de todas las líneas sean alimentadas sincronizadamente al

modulador M-QAM que corresponda.

Modulación M-QAM: Produce símbolos M-QAM que modularán las subportadoras OFDM. El número M-ario (4, 16 o 64) puede ser diferente para cada capa jerárquica. A diferencia de DVB-T, ISDB-T además permite utilizar modulación QPSK diferencial (4-QAM diferencial), lo que facilita decodificar la modulación en condiciones de canal muy adversas, como casos de alta movilidad, a cambio de una pérdida de eficiencia energética (3dB), o bien radio de cobertura (factor 2x).

Asignación a 13 Segmentos: Las tres capas jerárquicas son combinadas en proporción a los segmentos asignados.

Entrelazado Intra-Segmento: Cada capa es entrelazada internamente sobre el rango de segmentos asignados a la capa (penúltimo bloque del sistema de codificación en la Figura).

Entrelazado Inter-Segmento: Las capas son entrelazadas conjuntamente sobre el rango completo de frecuencia de la transmisión (último bloque del sistema de codificación en la Figura). En caso que la transmisión utilice Recepción Parcial, el segmento correspondiente es excluido del entrelazado, y entrelazado individualmente. [8]

#### **2.2.4 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO**

Las señales que genera una cámara de video son analógicas, ya que varían tanto en el tiempo como en su amplitud. Mientras que el video digital es un flujo discreto de números binarios que corresponden a un valor de intensidad de luz de un pixel de la imagen en un tiempo particular.

Sin embargo, el video digital sólo tiene desventajas frente al video analógico, en términos del ancho de banda. Este ancho de banda se traduce

en el detalle o agudeza (sharpness) de la imagen, que a su vez, en video blanco y negro se traduce en el número de líneas verticales que definen a la imagen. Para alcanzar la misma calidad de imagen, el video digital necesita mayor ancho de banda que el video analógico.

#### **2.2.4.1 Sistemas analógicos**

El proceso de almacenamiento analógico toma la señal de video en video compuesto, extrayendo las señales de crominancia y luminancia y grabándolas en el mismo medio o substrato; típicamente medios magnéticos u ópticos. Esto se consigue al magnetizar pequeñas partículas de metal oxidado que contienen las cintas, a través de las señales eléctricas del video. Este proceso permite el reuso de las cintas, lo cual, aunado a lo barato de las cintas, permite el almacenamiento de video a muy bajo costo. La desventaja que tiene, es que debido a su reuso continuo, la cinta se desgasta a consecuencia del proceso de lectura, ya que la cabeza lectora roza con la superficie de la cinta, ocasionando el degrade del material.

Los problemas de estos sistemas de almacenamiento son que el video es grabado en secuencia y la recuperación de una secuencia específica es muy lenta. Los formatos de cassettes para video son muy variados. Los principales son:

- a) Cintas de una pulgada, este formato tipo C, es un el formato profesional típico. Las cintas de una pulgada pueden registrar 480 líneas de resolución.
- b) BetaCam, es el formato profesional para video, tiene cuatro pistas de audio y una de video. Actualmente existen sistemas analógicos y digitales.
- c)  $\frac{3}{4}$  U-matic, es un formato semiprofesional. Este formato permite grabar a una resolución de 340 líneas.

d) S-VHS, es un formato semiprofesional que permite grabar a una resolución de 400 líneas.

e) Hi8 (400 líneas).

f) VHS, es el formato comercial más popular. Estas cintas de media pulgada pueden alcanzar a grabar con una resolución de 240 líneas.

La alternativa para el uso de las cintas son los sistemas de grabación en medios ópticos o discos láseres analógicos; los cuales graban el video en círculos concéntricos, con un solo cuadro por círculo. Este sistema permite tanto el acceso cuadro por cuadro como efectos especiales de congelamiento de la imagen, cámara lenta, avances y retrocesos rápidos. El acceso sigue siendo secuencias, pero la velocidad para alcanzar un cuadro específico es mucho más rápido. Este sistema permite almacenar 54000 cuadros por cada lado del disco, lo cual se traduce en 30 minutos de video en formato NTSC a 30 cuadros por segundo, por cada lado del disco. [9]

#### **2.2.4.2 Sistemas digitales**

Los dispositivos de almacenamiento digital fueron usados en primer instancia por computadoras para grabar cualquier tipo de datos antes de que fueran utilizados principalmente para grabar audio y video. Esto fue debido a que en un inicio no se tenía la capacidad para cubrir los dos requerimientos fundamentales para grabar audio y video, que son: 1) el grabado y la reproducción deberían ser en tiempo real y 2) el sistema tiene que grabar o reproducir ininterrumpidamente por una hora o más. El grabado en tiempo real significa que se debe grabar a cualquier tasa que produzca la fuente de datos, lo cual no implica que se pueda grabar una señal por partes. De esta forma si una señal de video necesita una tasa de 100 Mb/s, el sistema de grabado debe

grabar a esa tasa, entregando al final la grabación de la duración completa de la señal sin interrupciones. Una de las formas para que los sistemas de grabado alcanzaran esas tasas fue el recorrer la cinta de grabación a altas velocidades, la desventaja fue que sólo se lograban grabar pocos minutos. Debido a esto se propusieron técnicas que permitieran grabar a altas tasas por periodos largos. Desde hace cuarenta años han predominado básicamente dos métodos de grabación y son referidos como: métodos de grabado magnéticos y métodos de grabado ópticos.

#### **2.2.4.2.1 Almacenamiento magnético**

Los métodos de grabado magnético para almacenar señales digitales usan los mismos principios que para grabar señales analógicas, con la diferencia de poder utilizar métodos de codificación para optimizar el uso del medio de almacenamiento.

El grabado se realiza en cintas y discos magnéticos, en donde la cinta presenta ventajas al almacenar mayor cantidad de datos que el disco, debido a que este último tiene la limitante de su tamaño. Un concepto importante al grabar información en estos medios es llamado “factor de densidad de área”, expresado en bits por unidad de área, que se refiere a cuanta información (bits) puede ser almacenada en un área determinada en el medio. Con el grabado digital este factor se incrementó en comparación con el analógico, de manera digital se han logrado rebasar los 100 megabits por pulgada cuadrada (Mb/in<sup>2</sup>), mientras que el grabado analógico se encuentra alrededor de los 10 Mb/in<sup>2</sup>. El punto de comparación con el grabado analógico se puede lograr haciendo una conversión del ancho de banda, usando dos bits por ciclo en la frecuencia más alta de la señal analógica.



Los primeros sistemas de grabación digital en cinta fueron usados para transmisión de televisión comercial o para producción de programas. Los formatos para grabación fueron identificados por la SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) con la letra D, a la cual se le añadió una secuencia conforme se iban proponiendo nuevos formatos. De esta forma las características de los principales formatos de grabación son:

D1: usado para grabar señal de video en formato 4:2:2 (el cual se refiere a mandar toda la componente de luminancia y solo la mitad de la componente de crominancia roja, así como de la roja) usando 8 bits por muestra. Utiliza una cinta con un ancho de 19 mm y permite grabar alrededor de 94 minutos. Es ideal para usarse en trabajos de postproducción debido al formato de entrada de video que acepta. La desventaja de este formato es que el equipo necesario es muy costoso.

D2: es el estándar de grabación de video en cintas para los formatos NTSC o PAL. Utiliza una cinta de 19 mm de ancho y permite grabar 208 minutos en un solo cassette. Emplea 8 bits por muestra en la codificación y tiene la desventaja de presentar algunas deficiencias en la calidad del video, ya que no utiliza los mismos anchos de banda que el D1.

D3: este formato utiliza una cinta de 1/2-pulgada para grabar señales en formato NTSC o PAL muestreadas a 8 bits. Es posible grabar desde 50 hasta 245 minutos en un solo cassette. Este formato surgió principalmente para aplicaciones portátiles.

D5: es muy parecido al D3, sólo que este utiliza 10 bits por muestra, lo que ocasiona que la calidad del video pueda ser comparada con el D1, haciendo que su uso sea conveniente para los estudios de post-producción. Además de

aceptar los formatos de los estándares NTSC y PAL, también puede ser aplicado para HDTV, debido a que en el método de grabación se pueden alcanzar tasas de compresión de 4:1.

D6: utiliza una cinta de 19 mm para grabar material de televisión de alta definición a 1.2 Gbps. Permite grabar alrededor de 60 minutos. Acepta los formatos europeos y japoneses de televisión de alta definición.

D7: también conocido como DCVPRO. Desarrollado por Panasonic para utilizarse en cintas de 6.35 mm (1/4-pulgada). Utiliza la tecnología actual para compresión de video, para alcanzar tasas de 5:1. Puede ser usado para formatos NTSC o PAL, pero con la desventaja de usar menos ancho de banda en las componentes de la señal de video (4:1:1), lo que ocasiona algunas deficiencias en la calidad del color del video. Soporta también dos canales de audio de 16 bits.

D9: usa una cinta de 1/2-pulgada y fue desarrollado por la compañía JVC. Usa un formato de video 4:2:2 (como el D1), pero usando también tecnología de compresión de video para alcanzar una tasa de 3.3:1. Usa también 2 canales de audio de 16 bits. [9]

#### **2.2.4.2.2 Almacenamiento óptico**

Los métodos de grabado ópticos surgieron como una aplicación del uso de la luz láser. Debido a que se puede almacenar información en un área muy pequeña con esta técnica, se han alcanzado densidades por arriba de los 1000 Mb/in<sup>2</sup>

Además de los altos factores de densidad, también se han mostrado las siguientes ventajas:

- Ya que la forma de leer es por medio de un haz de luz, no hay necesidad de

que la cabeza lectora tenga contacto con el medio, ayudando a eliminar partes mecánicas de los dispositivos y a que el medio que almacena dure más tiempo.

· Es posible generar grabaciones de solo lectura después de realizada la primer creación, lo cual es conveniente para mantener la integridad de los datos. La capacidad de almacenar información con un factor de densidad alto, junto con los bajos costos que producen los sistemas de almacenamiento óptico ha ocasionado que estos sistemas sean muy adecuados para almacenamiento de grandes cantidades de datos (almacenamiento masivo). Dichos sistemas están basados en la tecnología del disco compacto (CD), el cual fue originalmente usado para grabar audio. [9]

#### **2.2.4.2.3 Cintas LTO (lines tape optica)**

Cuando pensamos en televisión, pensamos normalmente en producción, cámaras, platós, o informativos, pero más allá existe un mundo histórico y profundo que merece ser visitado; En las empresas audiovisuales el archivo se puede tratar de diferente forma y con diferente prioridad, pero si se medita, un archivo audiovisual es el auténtico activo de una compañía, es en definitiva el origen o el resultado de un trabajo. Además, los archivos audiovisuales son un bien cultural, como un cuadro o una canción, forman parte de la memoria del mundo y constituyen un legado del patrimonio histórico de la humanidad. Conservarlos y preservarlos son tareas de alta prioridad que deben llevarse a cabo eficientemente y evitando perder activo alguno.

Los niveles y tipos de archivado pueden variar en base a diversos intereses, el nivel más básico sería:

- Back Up, se realiza un archivado de material de forma sistemática y temporal con fin de preservar los contenidos un corto espacio de tiempo mientras dura la

producción que se está realizando.

- Archivo temporal o Archivo de Producción, es un nivel más allá del Back Up y requiere personal de documentación dedicado a la selección, tratamiento y puesta a disposición para producción del material audiovisual generado o adquirido por la compañía.

- Archivo final o Fondo Documental, este es el último nivel, el verdadero Archivo, donde los contenidos audiovisuales se guardan para siempre o al menos mientras la tecnología lo permite y no se borran ni se modifican.

Estos contenidos suelen nutrirse del archivo temporal o de materiales que son considerados aptos de ser guardados para siempre.

El coste de una digitalización está estrechamente ligado a tres factores, de los cuales típicamente hay que elegir dos, estos son Tiempo. Coste. Calidad. Solo se puede optar a dos de los tres mencionados, si se desea realizar una digitalización masiva rápida, entonces el coste es medio y la calidad baja, si por el contrario se desea calidad alta, la digitalización ya no puede ser rápida, a no ser que el coste se dispare, por tanto es poco probable llegar a alcanzar un alto índice de éxito con los tres factores.

Las librerías digitales, son robots que almacenan y manejan cintas de datos que actualmente son la solución más económica para grandes volúmenes de archivo. La cinta de datos junto con el robot son una gran solución para el archivo pero existen experiencias que indican que las cintas de datos, como por ejemplo LTO no son infalibles, incluso se dan casos de incompatibilidad de un mismo formato entre fabricantes, como por ejemplo entre HP, Quantum e IBM. Aunque esta incompatibilidad esté solventada, puede darnos una idea de los problemas que pueden aparecer en el futuro con el avance de las

generaciones de cintas de archivo, actualmente por la 6 en LTO y de próxima aparición la 7, con doble capacidad. Un ejemplo de la importancia en la elección correcta del formato y tipo de cinta de datos lo tenemos en varias experiencias españolas, donde se eligió un tipo de cinta y finalmente se ha tenido que migrar todo el contenido a otro por el abandono del fabricante, incluso grandes colosos como Sony abandonaron el formato de cinta de datos DTF que prometía ser la solución de archivo para entornos broadcast de televisión. [10]

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

ATSC: de las siglas en inglés Advanced Television System Committee es decir Comité para el Sistema de Televisión Avanzado, que es el grupo encargado del desarrollo de los estándares de la televisión digital en los Estados Unidos en reemplazo del formato analógico NTSC.

ISDB-T: de las siglas en inglés Integrated Services Digital Broadcasting o Transmisión Digital de Servicios Integrados . Es un conjunto de normas creado por Japón para las transmisiones de radio digital y televisión digital. ISDB-Tb: también llamado SBTVD (en portugués, Sistema Brasileiro de Televisão Digital, es decir, Sistema Brasileño de Televisión Digital), es un estándar de televisión digital adaptado por Brasil, basado en el sistema japonés ISDB-T. DVB-T: siglas en inglés de Digital Video Broadcasting (T se refiere a terrestre) es una organización que promueve estándares aceptados internacionalmente de televisión digital. Se lo conoce como el estándar europeo.

SDTV: La definición estándar (en inglés SDTV, standard-definition television) es el acrónimo que reciben las señales de televisión que no se pueden

considerar señales de alta definición (HDTV) ni de señal de televisión de definición mejorada (EDTV).

HDTV: La televisión de alta definición o HDTV (siglas en inglés de high definition television) es uno de los formatos que, junto a la televisión digital (DTV), se caracterizan por emitir señales televisivas en una calidad digital superior a los sistemas tradicionales analógicos de televisión en color (NTSC, SECAM, PAL).

XDCAM: es la serie de productos para grabación de vídeo utilizando medios no lineales, introducida por Sony en 2003. Existen cuatro líneas de productos diferentes —XDCAM SD, XDCAM HD, XDCAM EX y XDCAM HD422— que difieren en los tipos de codificador utilizado, el tamaño de la imagen, el tipo de contenedor y los soportes de grabación.

Linear Tape-Open (LTO): es una tecnología de cinta magnética de almacenamiento de datos, desarrollada originalmente a finales de 1990 como alternativa de estándares abiertos a los formatos de cinta magnética patentada que estaban disponibles en ese momento

Método entrelazado: un único fotograma de vídeo se transmite dividido en dos campos (par e impar). Los campos pares e impares se transmiten de forma alternada. En el sistema NTSC, la velocidad de transmisión de campo es de por 1/60 de un segundo. Esto significa que 60 campos (30 fotogramas) las imágenes fijas se vuelven a escribir por segundo tan rápido, que el ojo humano los percibe como una imagen en movimiento.

el método progresivo a diferencia del método de entrelazado, muestra una única imagen a la vez sin dividirla en dos campos, sino que muestra de una sola vez el cuadro completo. Para ello, se captura la imagen de transmisión y

se muestran de una forma similar a la lectura de un libro, es decir, línea a línea y de arriba abajo.

MAM Media Asset Management AXLE: Software que permite GESTIONAR ARCHIVOS DE VIDEO, capaz de ingresar METADATA a los archivos para poder ser buscados en un futuro, permite categorizar los videos y dar permisos y accesos a los usuarios que ingresan.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

Durante el desarrollo de este proyecto podremos explicar y ver el procedimiento paso a paso de cómo trabajan canales televisivos para poder conservar a largo plazo su material audiovisual tan valioso, y saber que codecs son los mas adecuados y usados en el Perú.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO**

##### **3.1.1 Análisis de herramientas**

En el análisis de las herramientas (equipos, software) veremos las características principales y funcionamiento de cada herramienta usada para el desarrollo de este proyecto. A continuación los mencionaremos:

##### **3.1.1.1 Aja ioXT**

lo XT de AJA provee I/O (entradas y salidas) de grado profesional para computadoras de gama alta usando una interfaz Thunderbolt con 10 Gbps de ancho de banda disponible. lo XT es el compañero portátil ideal para la captura de vídeo, la reproducción y la conversión cruzada. Diseñado para los flujos de trabajo de hoy en día, lo XT proporciona una nueva interfaz para el vídeo Pro que trabaja con 10 bits sin comprimir, Apple ProRes 422, Apple ProRes 422 (HQ), XDCAM HD, DVCPRO HD, 3D estereoscópico, flujos de trabajo y más. lo XT se conecta con un solo cable Thunderbolt y proporciona un segundo

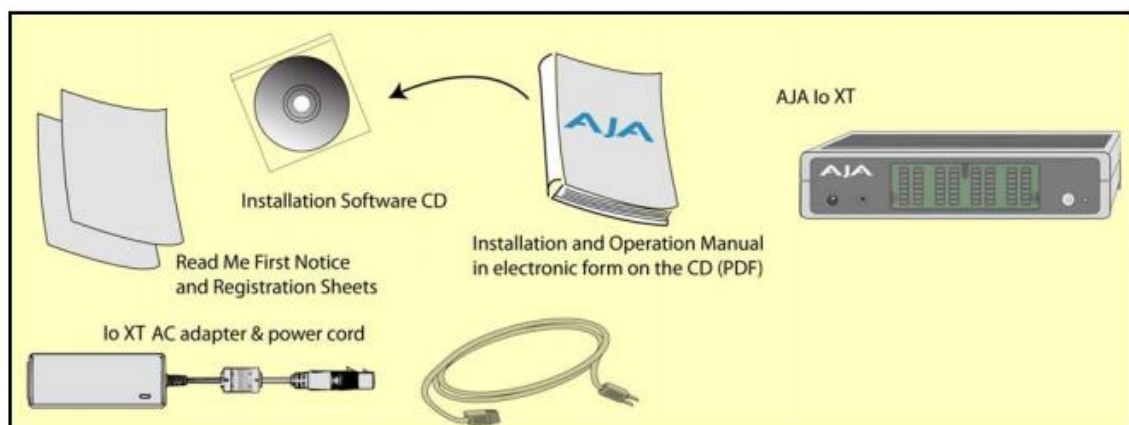
conector Thunderbolt para almacenamiento, lo que lo hace perfecto para el set o en la suite de edición. lo XT proporciona conectividad 3G / Dual-link / HD / SD-SDI, Componente Analógico y HDMI. El controlador AJA Mac ofrece un extenso codec y soporte multimedia en todas las aplicaciones profesionales de video de terceros.

En la operación lo XT, el formato primario es el formato de soporte escrito en el disco y utilizado en el proyecto. El formato Secundario es aquel que puede ser introducido para la captura o salida de lo XT a VTR u otros dispositivos. La conversión descendente puede aplicarse a una entrada oa una salida. lo XT puede convertir hacia abajo el formato de entrada (cuando se designa como entrada de formato secundario) al formato primario seleccionado. O puede establecer una salida de formato secundario que será una conversión descendente del formato principal del escritorio. **[11]**

En la siguiente imagen se muestra los accesorio del capturador aja.

FIGURA 3 1 :Accesorio de loXT de Aja

FUENTE: Guía de instalacion y operación Aja loXT



Las conexiones lo XT se realizan directamente a la placa de conexión trasera de la unidad. Ocho salida de audio Los canales están disponibles a través del conector DB25 de tipo Tascam.



## Descripciones de Conexiones y cables

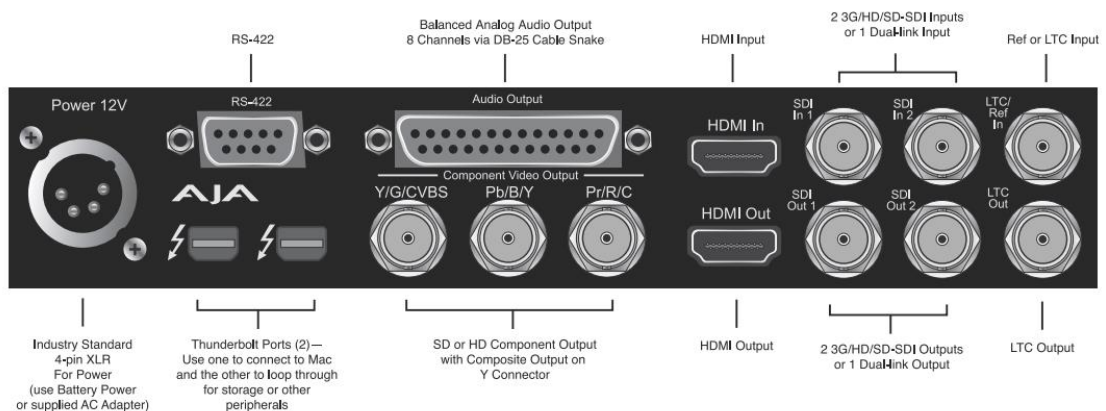
- Entrada y salida HD / SD SDI; Los conectores BNC se proporcionan en lo XT para dos entradas HD / SD-SDI y dos salidas HD / SD-SDI. Equipo periférico tiene una variedad de entradas / salidas, mira para ver si tiene SDI I / O, y lo utilizan cuando sea posible. La mayoría de los equipos de difusión profesional de gama alta soporta SDI (VTR, Cámaras, servidores de almacenamiento de medios, etc.).

- Entrada y salida HDMI; Dos conectores HDMI en el lo XT proporcionan entrada y salida de vídeo compatible con HDMI y audio multicanal incorporado.

- RS422 Control de la máquina; Un conector hembra DE-9 en lo XT proporciona conexión para VTR, videocámaras, servidores de medios de disco, y otros dispositivos que utilizan el protocolo RS422 SMPTE (Sony).

Salida de vídeo por componentes; lo XT cuenta con un grupo de 3 conectores BNC para la salida de componentes, funciones Y/C. Las señales están etiquetadas en los conectores BNC en el panel posterior de lo XT.

FIGURA 3 2: Conexiones posteriores de Aja loXT  
FUENTE: Guía de instalación y operación Aja loXT



Para realizar las conexiones del este equipo tenemos que tener en cuenta:

1. Conectamos a través de la entrada HDMI In con un cable HDMI a la salida de una VTR Sony, y así podemos visualizar y obtener el video en

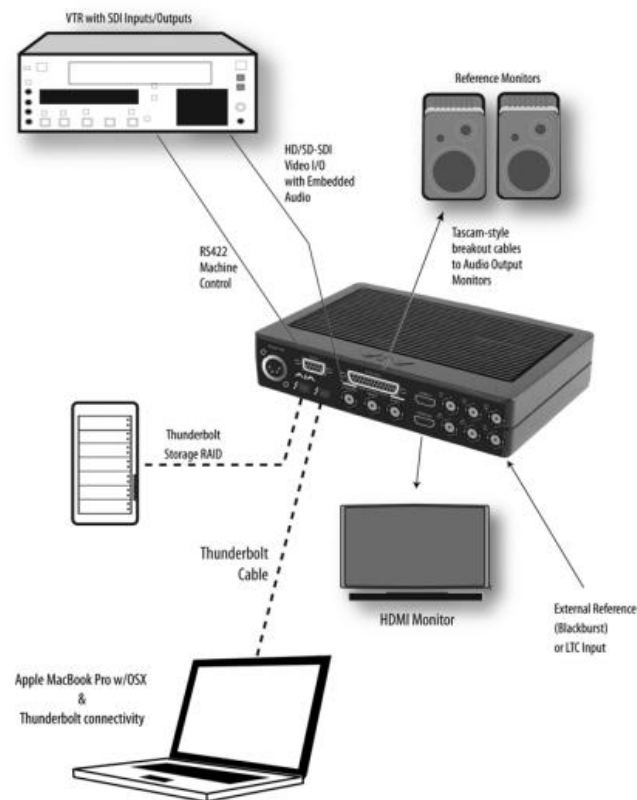
nuestra software AJA VTR Xchange en un MAC instalada.

2. La conexión del AJA loXT Capturador hacia el Mac Apple es a través del cable Thunderbolt.
3. Conectaremos un monitor Sony para poder visualizar y medir la colorimetría del video.
4. Un uso opciones es conectar en monitores de audio con un cable DB-25, usando un estilo Tascam.

En la siguiente figura podemos observar las conexiones que permite realizar el Aja loXT

FIGURA 3 3: INSTALACIÓN DE AJA loXT

FUENTE: Guía de instalación y operación Aja loXT



### 3.1.1.2 VTR (Video Tape Record) SONY HVR-M25AE

El HVR-M25AE, además de ofrecer grabación y reproducción de HDV 1080i, ahora ofrece grabación progresiva nativa a 1080 líneas. Gracias a este

formato, llamado formato HDV progresivo nativo, es posible grabar imágenes de 1080p a 24, 25 o 30 fotogramas por segundo.

El HVR-M25AE permite al usuario reproducir imágenes de 1080p grabadas con camcorders compatibles con este formato y grabarlo mediante su entrada i.LINK. También disponible grabación y reproducción de DVCAM y DV para flujos de trabajo en Definición Estándar ya existentes, lo que ofrece una flexibilidad total para grabar y reproducir tanto SD como HD en función de las necesidades de producción. [12]

FIGURA 3 4 : VTR (Video Tape Record) SONY HVR-M25AE

FUENTE: HDV compact recorder with LCD screen and HDMI connection Overview



El HVR-M25AE admite cintas HDV, DVCAM y DV de tamaño mini y estándar sin tener que usar ningún adaptador especial. Permite grabación HDV de hasta 276 minutos con una cinta DigitalMaster, ideal para largos periodos de grabación.

### 3.1.1.3 Librería Robótica Storage Tek SL150

Una visión general de los principales componentes de hardware de la biblioteca de cintas StorageTek SL150. La biblioteca combina los trajes fuertes conocidas de almacenamiento de cintas automatizada con un bajo costo inicial

y escalabilidad líder en la industria. Cinta proporciona la consolidación de datos económico y protección de datos fiable y retención. Unidad modular de diseño-base más módulos estándar y de expansión de la industria opcional, de 483 mm (19 pulgadas) de montaje en rack proporcionan el potencial de crecimiento. Se puede ampliar la capacidad de la biblioteca como sus datos crece.

FIGURA 3 5: Librería Robótica Storage Tek SL150

FUENTE: StorageTek SL150 Modular Tape Librarian (User's Guide)



#### 3.1.1.4 Cintas Fujifilm LTO6

La tecnología LTO es un formato de cinta abierto potente, escalable y adaptable desarrollado y mejorado continuamente para ayudar a abordar las crecientes demandas de protección de datos en el rango medio para entornos de servidores de clase empresarial. Además, la tecnología LTO Ultrium 6 presenta capacidad de cifrado que aumenta el valor de rendimiento de almacenamiento en cinta en materia de seguridad y refuerza su importancia como una solución de almacenamiento de alto rendimiento confiable.

El cartucho LTO Ultrium 6 ofrece una gran capacidad de almacenamiento comprimido (2.5 veces) de 6.25 TB con una velocidad de transferencia de hasta 400 megabytes por segundo.

FIGURA 3 6: El cartucho LTO Ultrium 6

FUENTE: Fujifilm –Valie from innovation



### 3.1.2 ANALISIS DE SOFTWARE

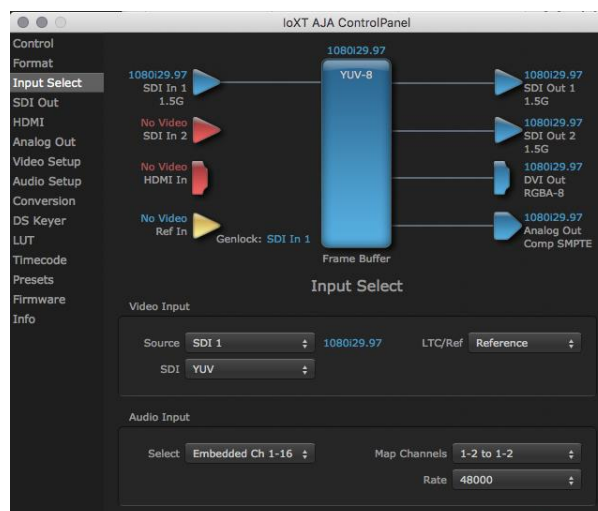
#### 3.1.2.1 AJA VTR Xchange

AJA VTR Xchange y AJAControlPanel son dos software que controlan el capturados AJA lo XT.

AJAControl Panel: Es el que control del equipo, pues aquí podemos observar que señal esta ingresando ya sea por SDI o HDMI, y seleccionar el formato original de archivo que esta ingresando ya sea SD o HD.

FIGURA 3 7: Panel de Control de AJA ioXT

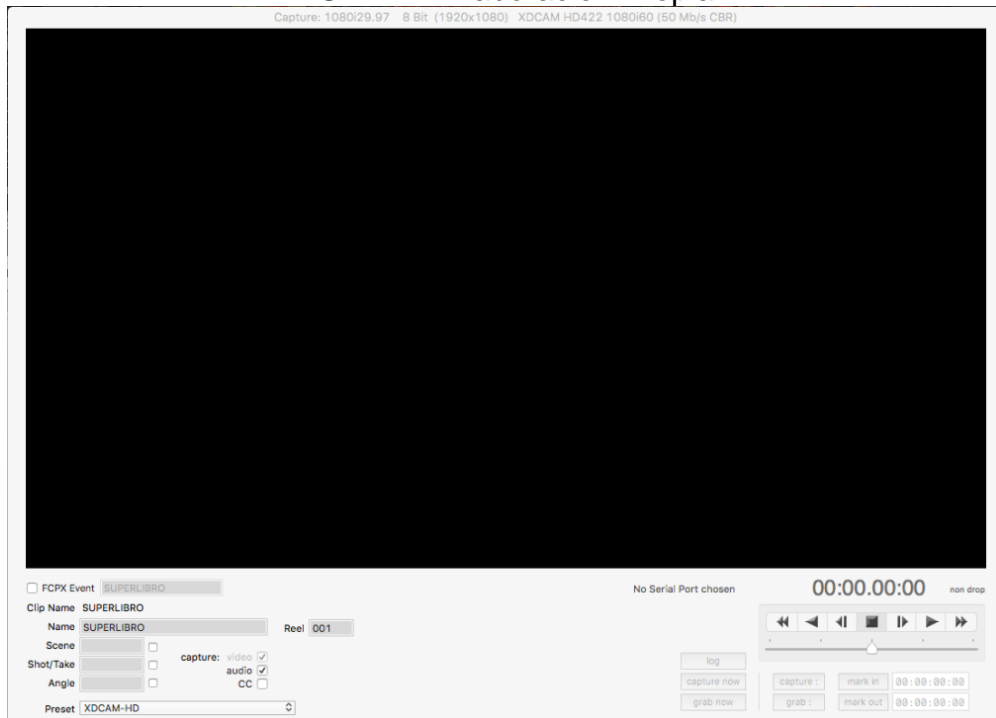
FUENTE: Elaboración propia



AJA VTR Xchange: Es la pantalla del AJA IoXT en el cual se visualiza el video que se desea capturar, en este software se designa el formato original de la señal que esta entrando, ya sea SD (DVCPRO50- NTSC 525i29.37) o ya sea HD (XDCAM HD422 108i60)

FIGURA 3 8: Monitor de Aja IoXT

FUENTE: Elaboracion Propia

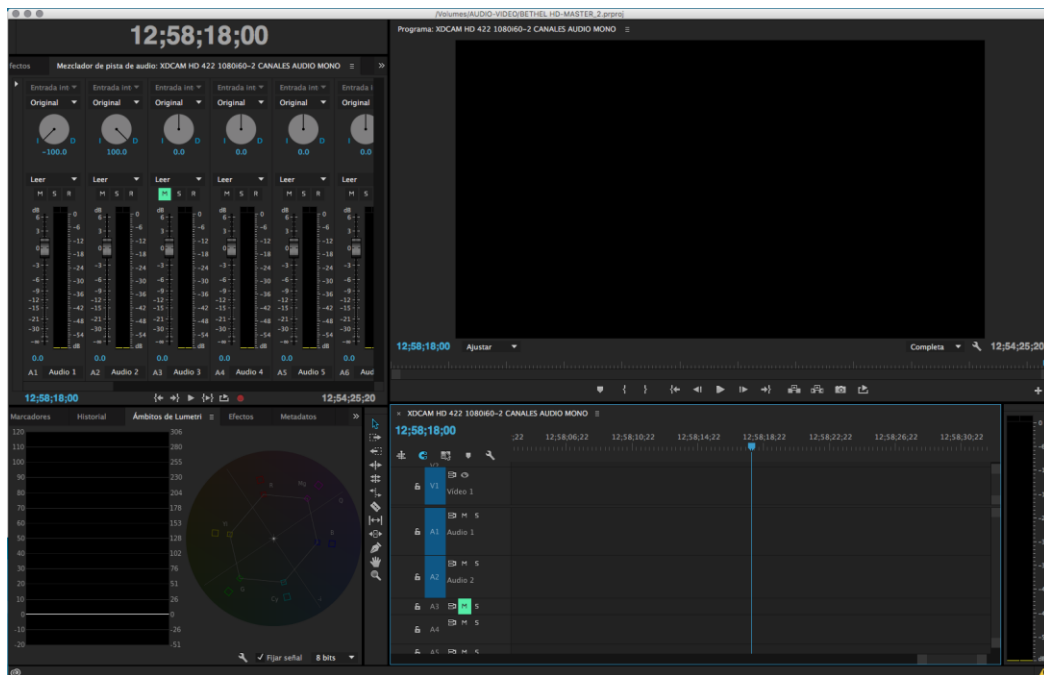


### 3.1.2.2 Adobe Premier Pro

Adobe Premier Pro es un editor de vídeo profesional es bastante amigable, Hay que tener en cuenta que el vídeo es muy complejo, así que se necesita bastante espacio para almacenar todo lo que se capture para la edición, y también se necesita que la computadora cuente con una tarjeta de vídeo para que pueda mostrar con fluidez la previsualización y todo se pueda reproducir sin cortes ni ralentizaciones. [14]

FIGURA 3 9: Pantalla principal de Adobe Premier Pro

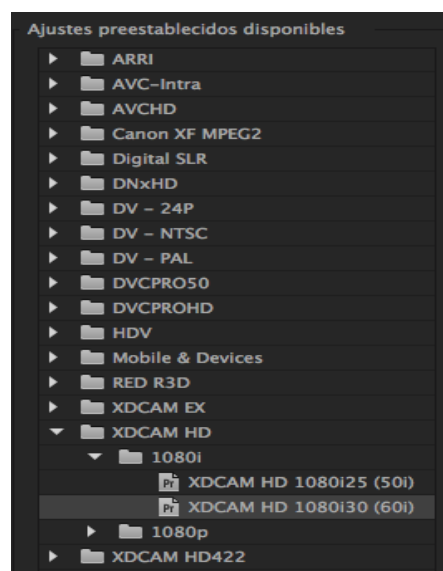
FUENTE: Elaboración Propia



Es este proyecto el programa de Adobe premier no se utilizara para editar, pero si, realizar ajustes a los videos capturados como colocar un fade al inicio y final del video, ajustar los niveles de audio (db), corregir color con una de las aplicaciones como el lumetri que nos permite realizar mediciones de color, y balances de blanco (Histograma), y por ultimo designar el formato definido por la organización en este caso sera XDCAM HD422 1080i60 con dos canales de audio mono.

FIGURA 3 10: Opciones para definir el formato de video

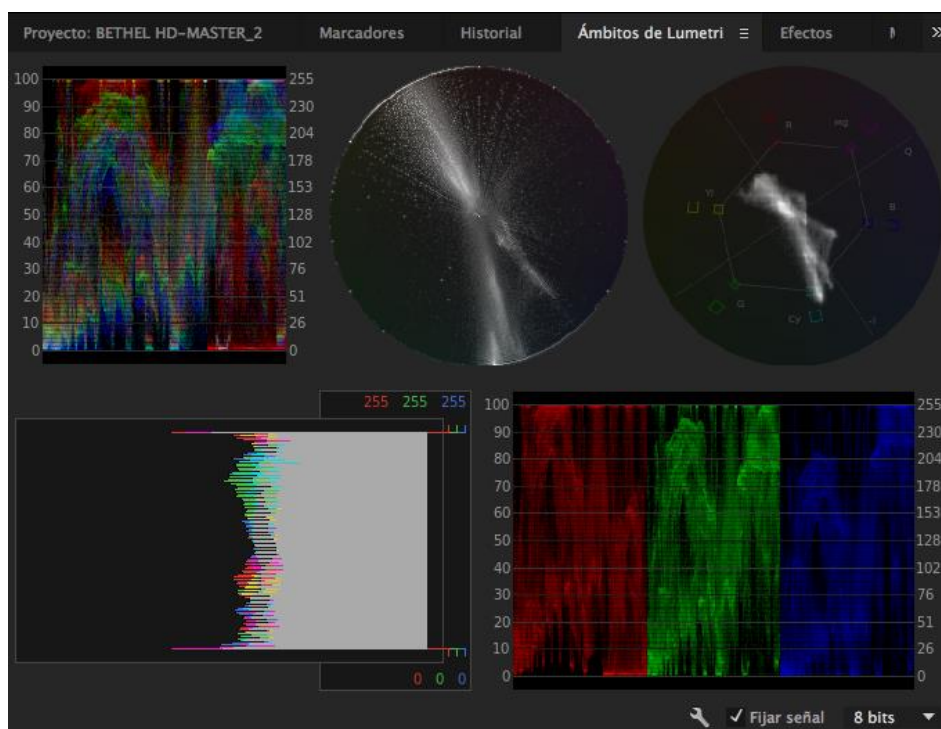
FUENTE: Elaboración Propia



El panel Ámbitos de Lumetri muestra un conjunto de ámbitos de vídeo incorporados redimensionables: Vectorescopio, Histograma, Exposición y Forma de onda. Estos ámbitos le ayudan a evaluar y corregir exactamente el color de los clips. En cualquier momento, puede mostrar los cinco ámbitos en el panel Ámbitos de Lumetri.

FIGURA 3 11: Panel de Ambito de Lumetri

FUENTE: Elaboración Propia



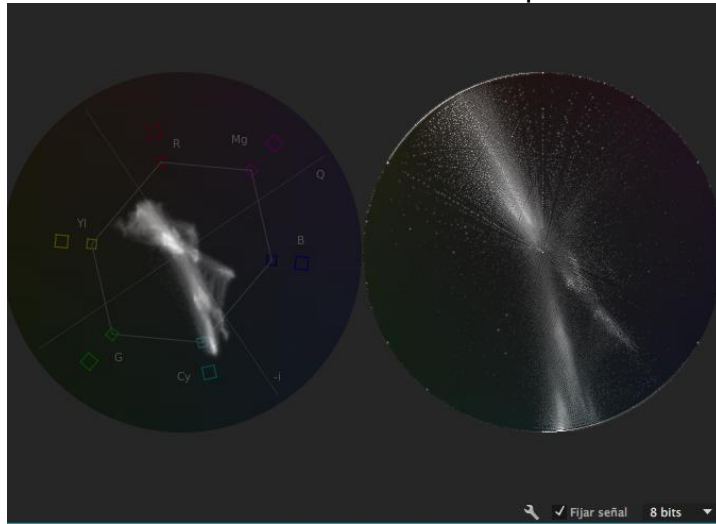
Vectorescopio: Puede seleccionar entre dos Vectorescopios:

Vectorescopio HLS: Muestra el tono, la saturación, la luminosidad y la información de señales de un vistazo.

Vectorescopio YUV: Muestra un gráfico circular, parecido a una rueda cromática, que presenta la información de crominancia del vídeo

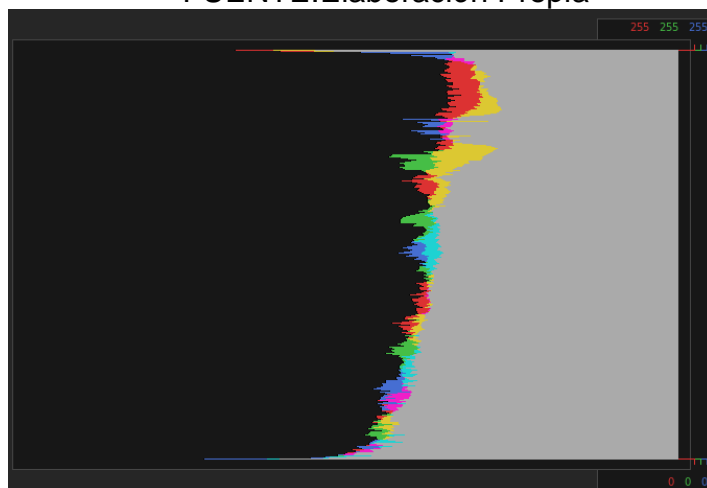


FIGURA 3 12: Vectorescopio (izquierda:YUV y derecha: HLS)  
FUENTE:Elaboración Propia



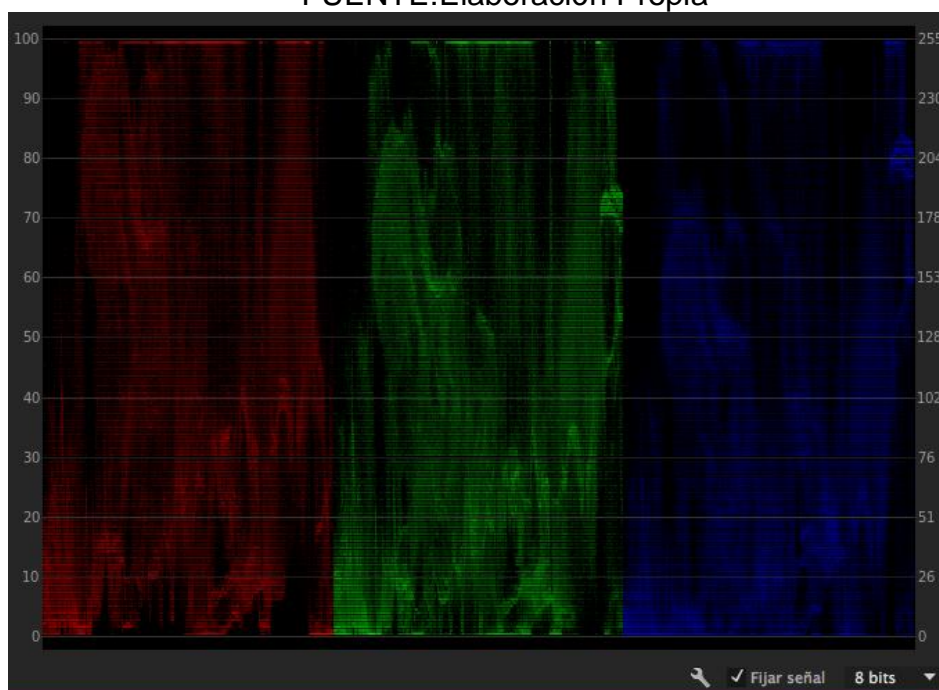
Histograma: Muestra un análisis estadístico de densidad de píxeles en cada nivel de intensidad del color. Los histogramas pueden ayudarle a evaluar exactamente las sombras, los medios tonos y los resaltes y a ajustar la escala de tonos global de la imagen.

FIGURA 3 13: Histograma  
FUENTE:Elaboración Propia



Exposición: Muestra formas de onda que representan los niveles de la luminancia y los canales de diferencia de color en la señal de vídeo digital. Puede elegir entre los tipos de exposición RGB, YUV, RGB- blanco y YUV- blanco.

FIGURA 3 14: Exposición RGB  
FUENTE:Elaboración Propia



Forma de onda:

Puede seleccionar uno de los siguientes ámbitos de forma de onda:

Forma de onda RGB: Muestra las señales RGB superpuestas para proporcionar una vista instantánea del nivel de señales de todos los canales de color.

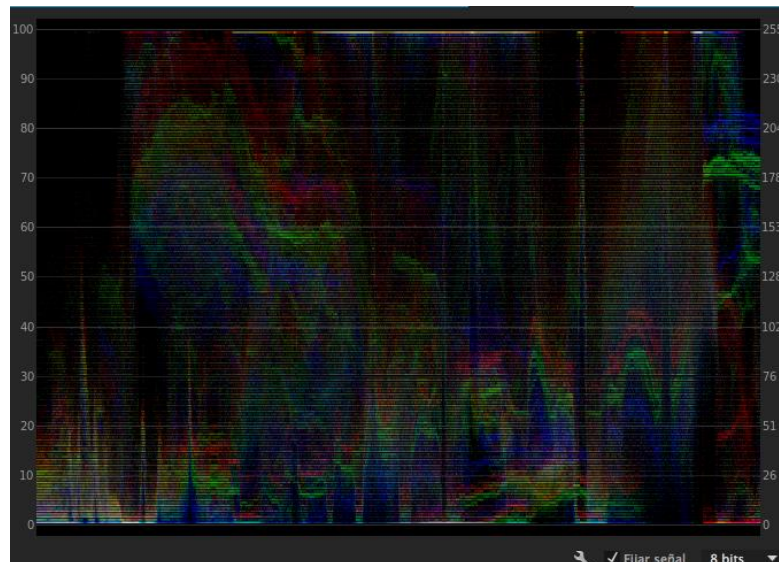
Forma de onda de luminancia: muestra valores IRE de  $-20$  a  $120$ , lo que le permite analizar de forma efectiva el brillo de las tomas y cuantificar el coeficiente de contraste

Forma de onda YC: Muestra los valores de luminancia (representados en forma de onda verde) y de crominancia (representados en azul) del clip.

Forma de onda YC sin crominancia: Muestra solo los valores de luminancia del clip.

FIGURA 3 15: Forma de Onda RGB

FUENTE:Elaboración Propia



### 3.1.2.3 Archivo Xendata

XenData archiving software, provee soluciones para el manejo de grandes volúmenes de archivos digitales en un entorno de servidores Windows, utilizando sistemas de arreglos de discos RAID y dispositivos de lectura de alto rendimiento dentro de una librería robótica. Las soluciones basadas en Xendata Software combinan políticas de almacenamiento jerárquico (HSM) y facilitan los procesos de disaster recovery como lo referente al cumplimiento de regulaciones.

El software XenData Server crea un archivo digital en una plataforma Windows con una arquitectura directa e interfaces no propietarias. El software está estrechamente integrado en el sistema operativo Windows, lo que significa que ofrece un alto rendimiento con una configuración simple y elegante.

El archivo XenData resultante tiene una interfaz de sistema de archivos estándar que aparece localmente como una sola letra de unidad lógica de

Windows que normalmente se comparte en la red. La solución está optimizada para su uso con el protocolo de red estándar de Windows (CIFS / SMB) o transferencias de archivos FTP.

### **3.2 CONSTRUCCION DEL PROYECTO**

#### **3.2.1 Captura de material audiovisual**

Bethel Televisión es un canal cultura, el cual se encarga de compartir contenidos para fortalecer los valores morales y espirituales, de esta manera contribuimos en las áreas de educación, salud y cultura en beneficio de la sociedad.

En 1980 se comenzó realizando grabaciones de audio en cassette y transmitiendo en radio alquiladas, ese fue el inicio para empezar esta gran labor de poder llegar al mundo entero con este mensaje.

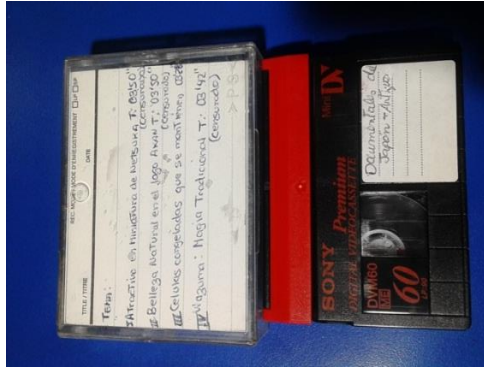
Para en 1990 se comenzó a grabar contenidos, el material que se usaba era los VHS, cintas de ¾ el cual permitía mejor calidad de video, y alquilaban espacios en canales comerciales para poder dar a conocer así el mensaje que se deseaba transmitir. En 1998 se adquiere un canal con el nombre de “Bethel Televisión” canal 25 en la banda de UHF; donde comenzó a producir material audiovisual, y así transmitirlo; como almacenamiento de todo el contenido audiovisual eran los VHS ½ , cintas ¾, DVCam, miniDV, y siempre con la compañía del DVD en el cual se guardaba comprimido los videos.

Con el avance tecnológico y migración de formato SD a HD, Bethel también migró en el 2012 a una señal HD, es así como se vio la necesidad de que los materiales editados de emisión también se transcódificaran en un formato HD.

### Proceso de Digitalización:

- Realizar la captura del material audiovisual guardada en el material (MiniDV, DVCam, etc), tomaremos de ejemplo un documental almacenado en un MiniDV.

FIGURA 3 16: Material de almacenamiento MiniDV  
FUENTE: Elaboración Propia



- La captura se realizará a través de una tarjeta de video incluida en el Aja IoXT que está conectada al VTR por medio de un cable HDMI y su salida Thunderbolt estará conectada a una MAC, En la FIGURA se puede observar la conexión del cable HDMI (HDMI out: VTR Posterior izquierda) y (HDMI in: Aja IoXT Posterior derecha) y la salida del cable thunderbolt. En la parte inferior se aprecia la parte de delante de ambos equipos El Aja ioXT y la VTR; donde se aprecia la imagen de video en el VTR y los niveles de audio en el AJA.

FIGURA 3 17: Conexiones de equipos  
FUENTES: Elaboración Propia



- En el Control de Panel Seleccionamos que tipo de entrada se desea capturar, en este caso sera la entrada de HDMI, asi como video y audio son seleccionamos, asi mismo reconoce la resolución del video.

FIGURA 3 18: Selección de entrada HDMI



- En el software de AJA VTR Xchange podremos elegir el formato indicado ya sea SD o HD dependiendo la entrada de video, para su respectiva edición, este software nos permite variedades de formatos pero un solo codecs que es el MOV. En este caso sera DVCpro50-NTSC 525i 29.97

FIGURA 3 19: Selección de Formato (Izquierda: estándar; derecha: formato )  
FUENTE: Elaboracion Propia

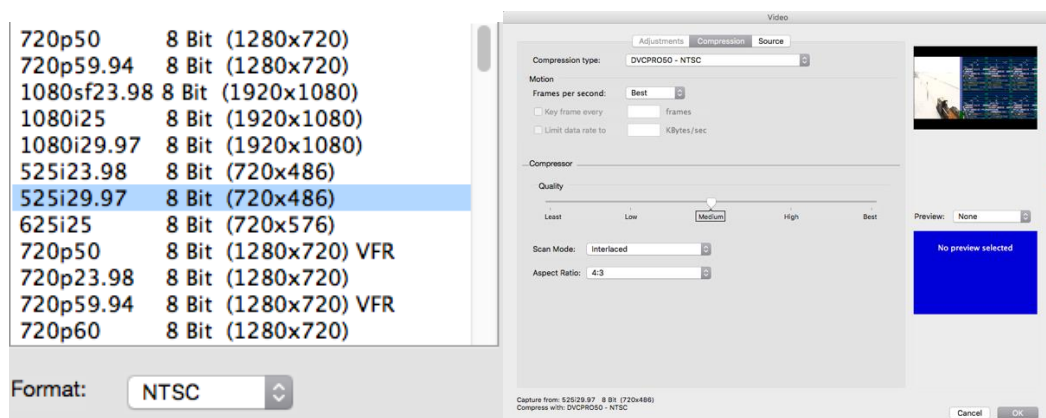


FIGURA 3 20: Monitoreo de Captura  
FUENTE:Elaboración Propia



### 3.2.2 Ingesta de material audiovisual en HD

El ingesta se realiza de muchas maneras, en este caso solo se explicara por el medio del capturador AJA, y asi conocer como obtener una captura en HD. En la imagen 3.21 podemos ver entradas SDI in con el formato de XDCAM HD422 1080i60 a 50 Mb/s

FIGURA 3 21: Selección de Entrada SDI In 1 1080i29.97  
FUENTE: Elaboración Propia

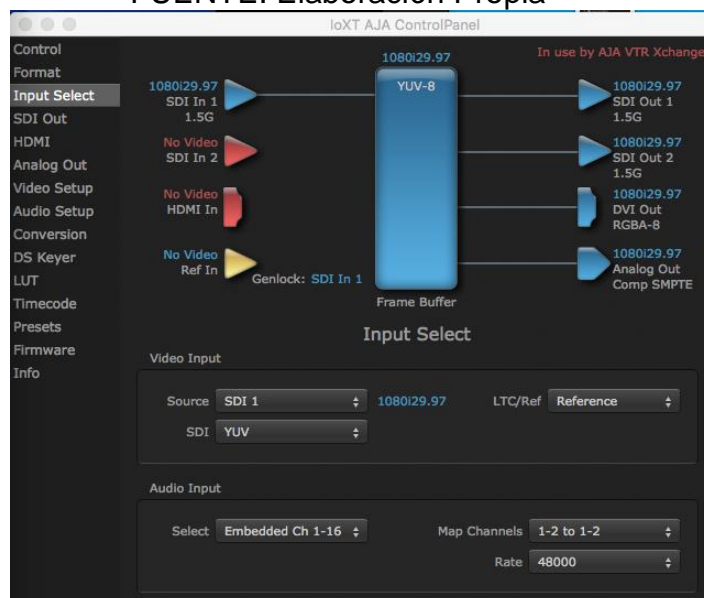


FIGURA 3 22: Selección de Codec y Formato HD  
FUENTE: Elaboración Propia

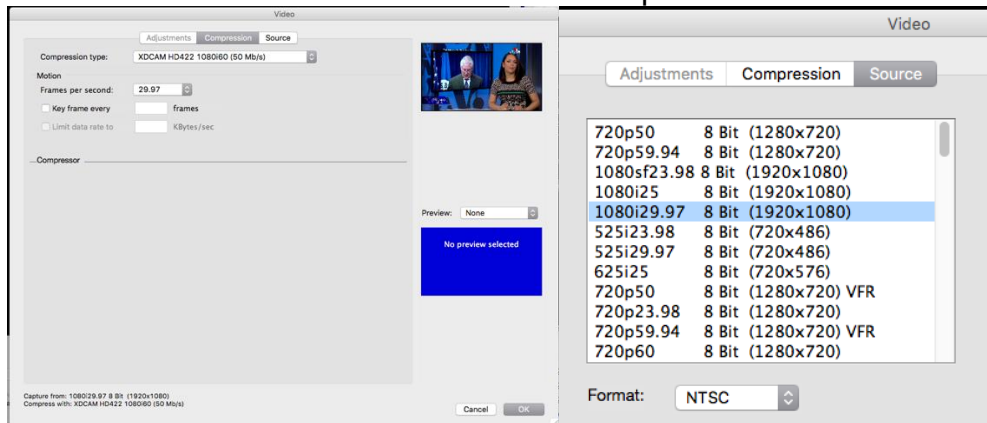
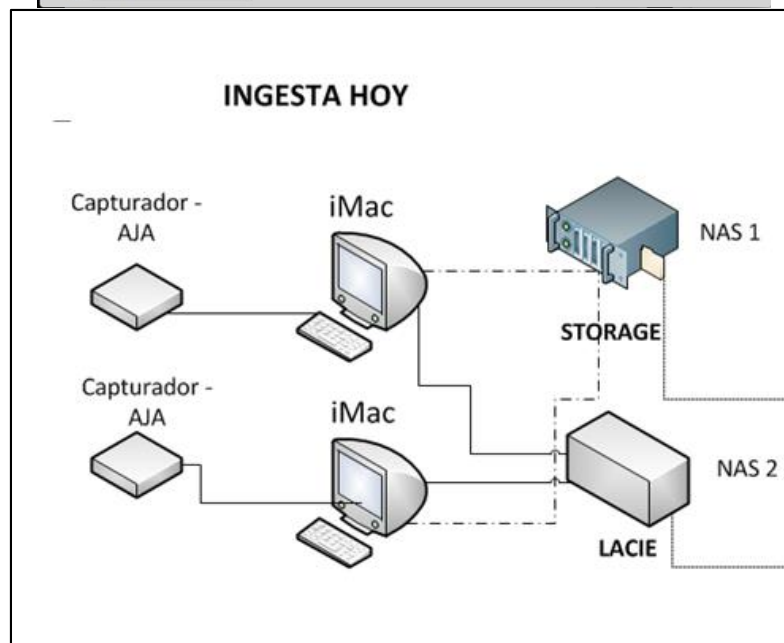


FIGURA 3 23: Monitor en formato HD y Flujo de ingesta  
FUENTE: Elaboración Propia





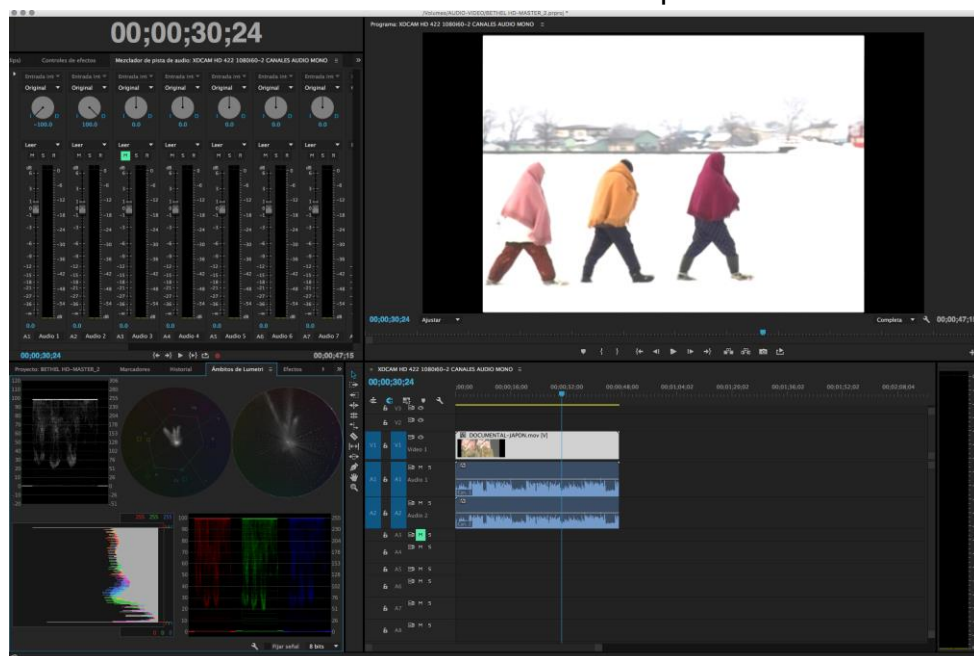
### 3.2.3 Trascodificación de Archivos Capturados

El fin de realizar la digitalización y transcodificación de los archivos en formatos SD a un formato HD, tiene dos fines importantes:

1. Almacenamiento de archivos para su larga duración.

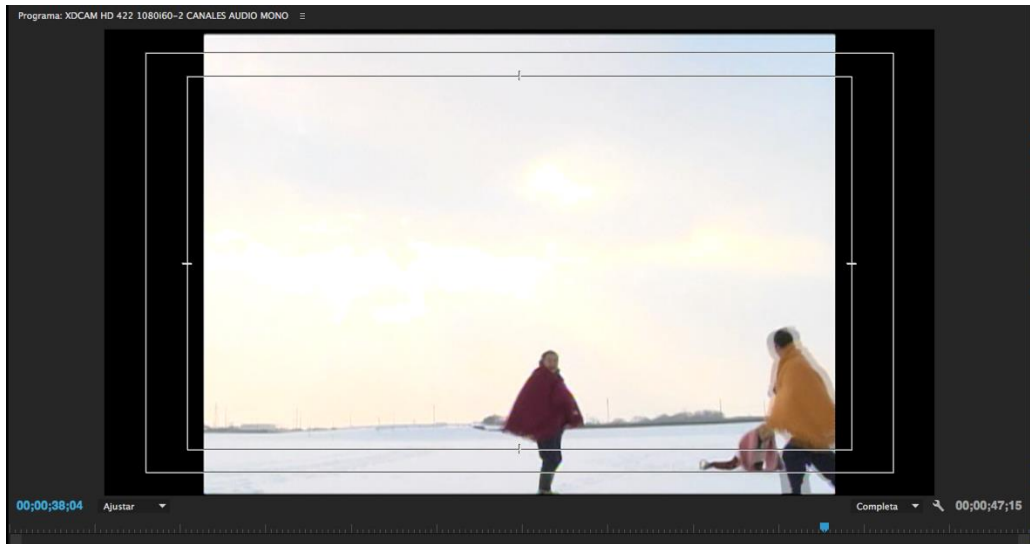
Para que los archivos ya capturados puedan pasar a la siguiente etapa de ser almacenados, tienen que realizar unos ajustes en el color, audio y sobretodo formato, donde el Adobe Premiere nos permite realizarlo. Hay que insertar el archivo ya capturado en el timeline del programa (DVCPRO50- NTSC 525i29.37), en una secuencia con los formatos de HD.

FIGURA 3 24: Video Capturado en el TimeLine de Adobe Premiere  
FUENTE: Elaboración Propia



En la figura posterior, se observa las barras negras donde nos podemos dar cuenta que el video insertado esta en formato 4:3 pero el formato de edición será 16:9.

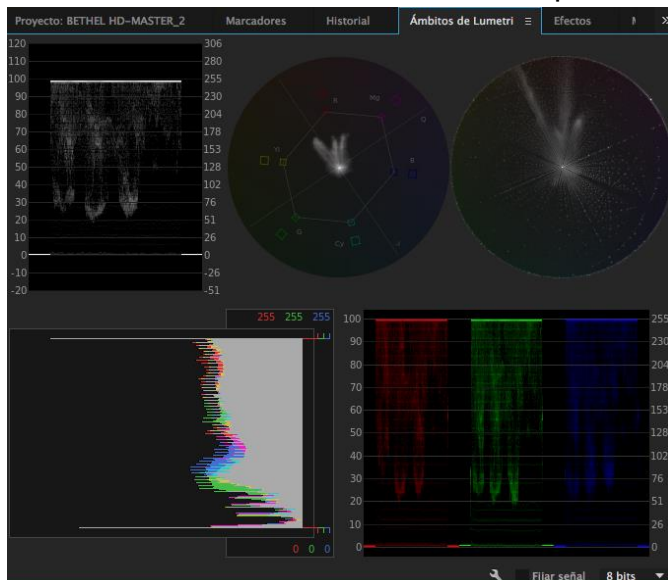
FIGURA 3 25: Video capturado SD en un codec de HD  
FUENTE: Elaboración Propia



En la parte inferior de la FIGURA se puede observar herramientas mencionadas anteriormente.

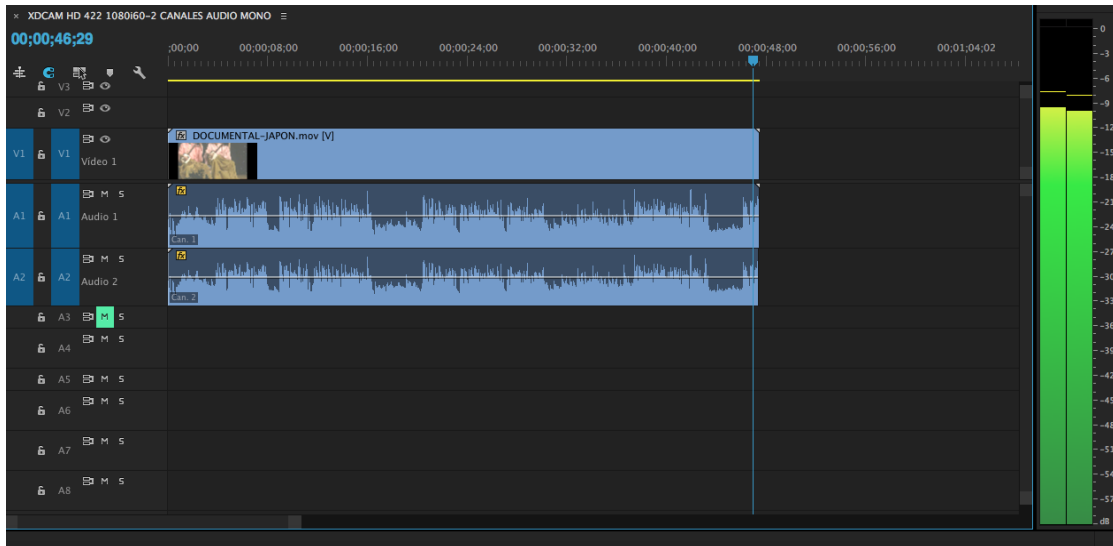
Como podemos ver en el ámbito Lumetri que nos brinda el adobe premier que la imagen capturada está dentro de los rangos permitidos tanto en luminancia, histograma, vectorscopio, forma de onda RGB, todos estas aplicaciones nos sirven para que al momento de exportar y/o realizar la transcodificación de archivos, nos pueda servir en un futuro.

FIGURA 3 26: Medición en el ámbito de Lumetri de premier  
FUENTE: Elaboración Propia



Otro punto importante es el nivel o ganancia de audio (db); en el lado derecho de la figura se observa dos barras que se significa que tipo de audio estamos recibiendo, en este caso es audio mono 2 (audio independientes).

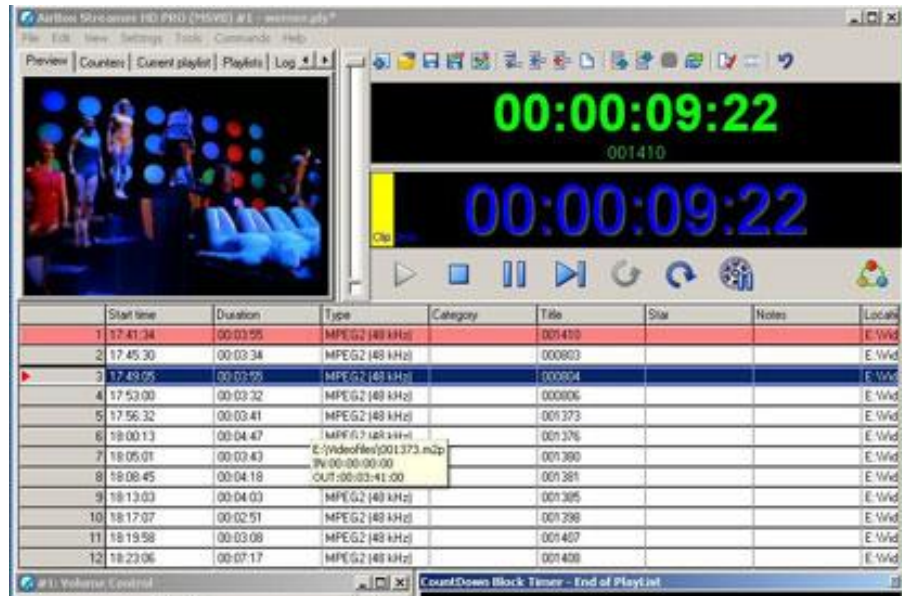
FIGURA 3 27: Nivel de audio (db) de video  
FUENTE: Elaboración Propia



Una vez de corregir o verifica el color y audio del video capturado, se procede a exportar el archivo en formato HD, y asi proceder al almacenamiento a cintas LTO y listo para ser emitido.

2. Emisión de archivos, con el avance de la tecnología la forma de emitir al aire programas de cambio de una forma radical, antes se usaban lectores de cintas DVCAM y MINDV y hasta CD, con la migración de SD a HD tambien cambio la forma de emitir programas grabado o en vivo, asi que bethel opto por adquirir de la empresa PAYBOX Technology, software como AIRBOX y TITLEBOX el cual permite realizar la emisión de programas, pero ya no mediante equipos lectores de cintas como los VTR o BETACAM, sino este software el cual lee archivos en un formato ya definido por la empresa es decir, en este caso es XDCAM HD422 1080i60 con una extensión .MXF sugerida por la empresa SONY.

FIGURA 3 28: Software de AirBox, Emisión en vivo  
FUENTE: Elaboración Propia



Cuando se realizó pruebas del material digitalizado debido a que el formato era de HD pero contenido en SD, ocupaba un mínimo espacio en los servidores, el cual para descartar eso, se exporto en varios formatos como en NTSC (Formato en Perú), pero el software no reconocía dicho formato, esto nos tomó como 1 semana en definir cuál sería el formato definitivo para digitalizar todo el material almacenado en cintas.

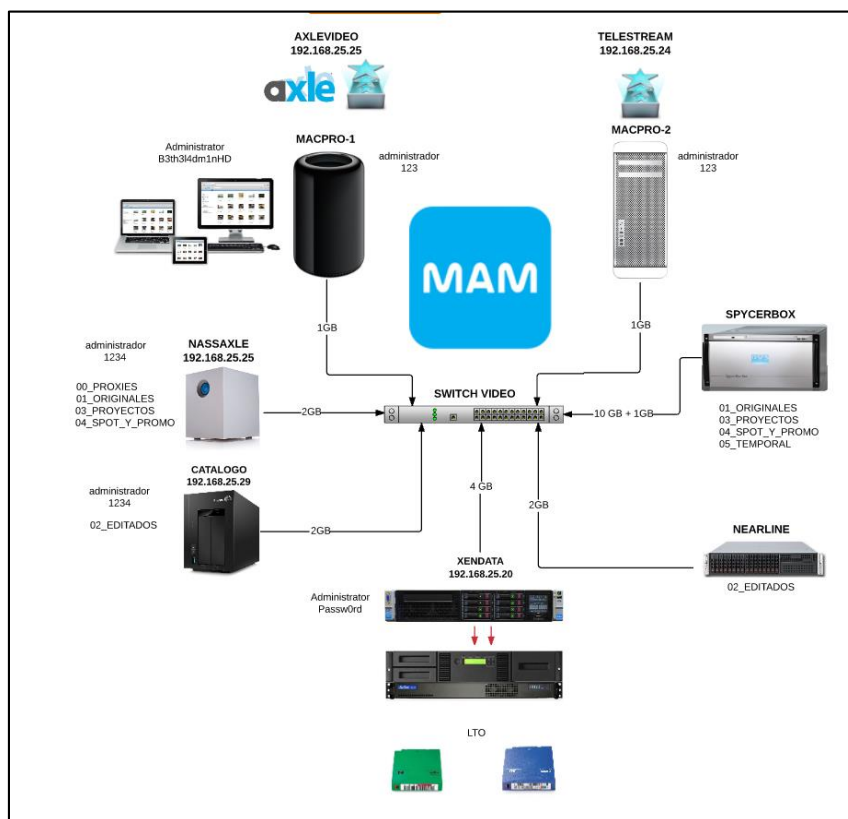
### 3.2.4 Proceso de Almacenamiento

Existen muchos medios de almacenamiento de archivos, pero para canales de televisión no le es suficiente almacenarlos en servidores de alta capacidad debido a que constantemente están produciendo día a día las 24 horas, los 360 días al año, es por eso que se pensó en almacenarlos en una tecnología ofrecida en el 2006 en Perú pero aplicada en el 2016, es decir las cintas LTO, esto proceso lo dividimos en dos partes, primero la administración de archivos, y la segunda el deposito en la cintas LTO a través de la librería robotica.

En la figura XX, se muestra las herramientas usadas para el almacenamiento:

- Los servidores SPYCERBOX y NEARLINE, estos servidores cumplen la función de recibir todos los archivos digitalizados, editados y originales que están aprobados para su emisión y almacenamiento.
- Luego los archivos listo para almacenar, pasan a un servidor NASAXLE
- El MACPRO-2 llamado TELESTREAM es quien se encarga de realizar un compresión de video a un formato pequeño para que através del MAM se pueda visualizar en el AXELVideo(Software por web), esos video transcodificados, pasan a CATALOGO (QNab)
- MACPro El cual se encargará de la administración del software MAM que es el AXELVideo.
- Xen data es el servidor donde se almacena todo archivo temporalmente hasta que se pasen a las cintas LTO.

FIGURA 3 29: Sistema de gestion y archivamiento de archivos  
FUENTE: Elaboración Propia

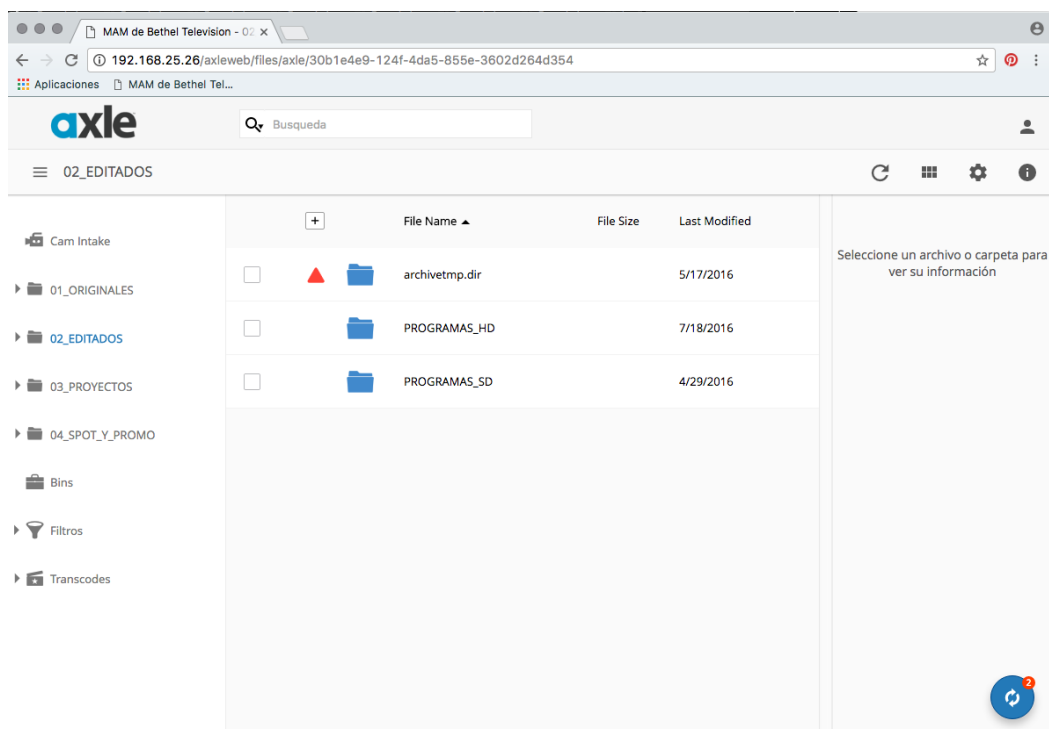


### 3.2.4.1 Administración de Archivos

MAM es un sistema escalable de gestión de contenidos audiovisuales. Sus herramientas de gestión y transcodificación de material digital ayudan a los grupos de trabajo a catalogar, compartir y proteger todos los recursos y proyectos, además de optimizar todos los archivos.

Una vez los archivos comprimidos a un formato MPEG (mp4) son trasladados al Qnap, donde a través del software se puede visualizar en una videoteca virtual.

FIGURA 3 30: Software de archivos comprimidos en mp4  
FUENTE: Elaboración Propia



### 3.2.4.2 Almacenamiento en cintas LTO

La parte final es lograr que los archivos estén seguros y no podamos sufrir ni una pérdida, los archivos se trasladan al XenData, y se manipula la librería robótica

FIGURA 3 31: Librería Robotica y el servidor MAM en el Rack  
FUENTE: Elaboración Propia



FIGURA 3 32: Menu principal de la librería robotica  
FUENTE: Elaboración Propia



Introducimos cintas LTO en ambos brazos, se planteó una estrategia para proteger las cintas y la información dentro de ella, se realiza un copia adicional en otra cinta, una vez almacenados los archivos en las cintas, las cintas se retiran y pasan a un RACK, donde estarán seguros.

FIGURA 3 33: brazos abiertos de la librería, cintas introducidas  
FUENTE: Elaboración Propia



FIGURA 3 34: Cintas grabadas en el rack de almacenamiento  
FUENTE: Elaboración Propia





### 3.3 PRECIOS Y COSTOS

Al realizar este proyecto, se comenzó invirtiendo en los principales equipos, luego fueron añadiéndose los demás. Se menciona la cantidad de equipos que necesitaba este proyecto.

TABLA 3.1 Precios de Equipos para digitalización

FUENTES: Elaboración propia

DESCRIPCION	CANTIDAD	PU \$	PT \$
APPLE 27" IMac CORE I7	2	2200	4400
CAPTURADOR AJA Io XT	2	1495	2990
VTR SONY	2	12396	24792
LACIE 10TB THUNBERBOLT	1	1299	1299
TOTAL			33481

TABLA 3.2 Precios de Almacenamiento

FUENTE: Elaboración propia

DESCRIPCION	CANTIDAD	PU \$	PT \$
Librería robótica Oracle Storagetek SL150 de 30 SLOTS, 2 drives LTO6 SAS Placa SAS Dual Port y 2 cables SAS	1	13210	13210
100 cintas LTO6 de 2,5 TB cada una	100	68.3	6830
SOFTWARE SENDATA	1	12150	12150
SOPORTE TECNICO POR 1 AÑO	1	1740	1740
TOTAL			33930

### 3.4 RESULTADOS

Los mejores resultados que se pueden mostrar son los que se pueden ver he aquí dejo un cuadro donde compara lo antes y lo ahora de una videoteca y ahora un pequeño rack con las cintas LTO.

TABLA 3 .3: Comparación de cintas MiniDV y LTO

FUENTE: elaboración propia

Material de almacenamiento	Capacidad	Tiempo de almacenamiento	Inversión
Cintas MiniDV	30 GB	1 hora	10\$
Cintas LTO	2,5 TB	100 horas	60\$

Los resultados son muy beneficiosos para toda empresa en la imágenes se pueden observar ventajas, una de ellas es el ahorro de espacio y mayor de seguridad.

FIGURA 3 35:Videoteca  
FUENTE: Elaboración Propia



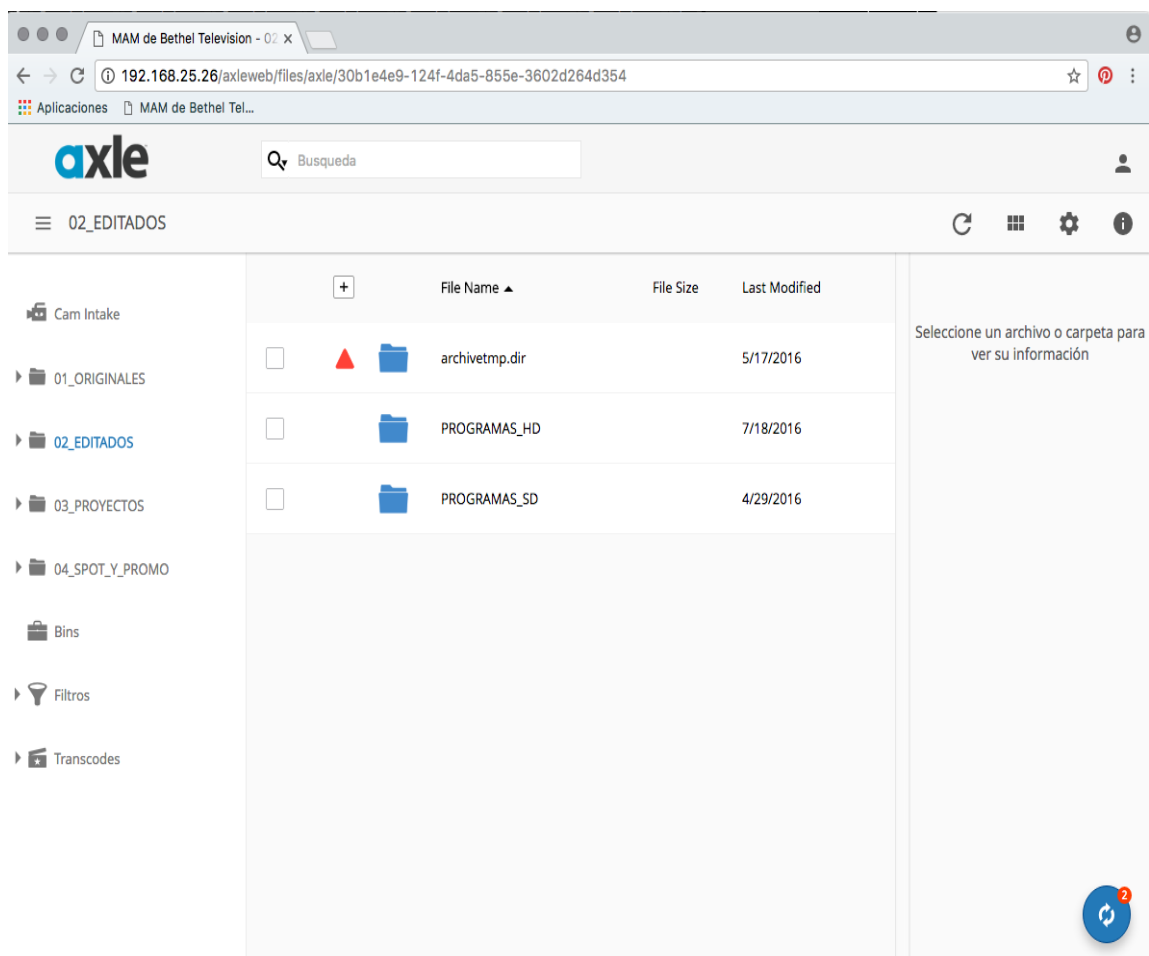
FIGURA 3 36:Cintas LTO en el rack  
FUENTE: Elaboración Propia



En el siguiente resultado es página del software que nos ofrece MAM, AXLE video que es quien administra los archivos que se encuentran en las cintas LTO. Todo lo almacenado en las cintas se puede visualizar en un formato comprimido. y si se desea recuperar el archivo el software de indica en número de cinta esta y a través del a librería robótica se puede recuperar en su formato original.

FIGURA 3 37: Pagina principal de AxleVideo (administrador de archivos)

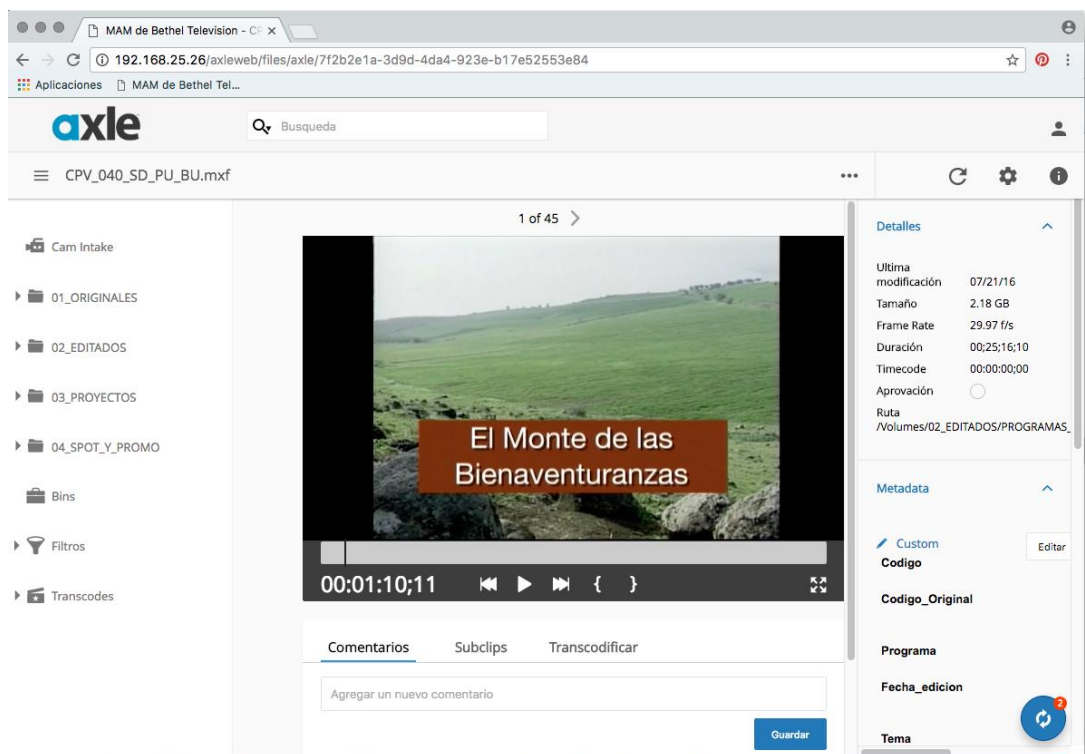
FUENTE: Elaboración Propia



En la siguiente figura se puede observar el contenido de una cinta con contenido en formato SD, el archivo original se encuentra en una de las cintas LTO, pero gracias a este software podemos visualizar que programas tenemos almacenado.

FIGURA3 38: Reproducción de un video en SD en el AxleVideo

FUENTE: Elaboración Propia



## CONCLUSIONES

Al realizar este proyecto se pudo alcanzar a los objetivos propuesto y se pudo dar un valor agregado a lo que las empresas proponen.

- Se pudo concluir que el paso de los analógico a lo digital nos brindan muchas ventajas como la calidad de video, y pues los archivos digitales no son afectados a las interferencias electromagnéticas. Y pues para esta migración de analógico a digital, se necesita nuevo equipos con nuevos formatos.

- La colorimetría, es saber cómo el color es transportado en HD ya que para obtener los colores deseador, es a través de tres colores principales como el RGB de usando la formula  $Y=03(R) + 0.59(G) + 0.11(B)$  sabemos que estamos dentro de los rangos permitidos, además gracias a equipos de medición de color, también podemos ver que los colores no salgan del margen permitido.

- Existen dos empresas líderes y muy conocidas en el mundo electrónico, como sony y Panasonic, los cuales ofrecen equipos para empresas de televisión, y con ello o sus propios formatos. Se eligió Sony debido porque sus peso era menos que el Panasonic pero la calidad no variaba. El formato es XDCAM HD422 1080i60 a 50bits.

- La digitalización de archivos o programas en formato SD se le tenía que asignar un formato, y es que los archivos digitalizados no solo eran para guardarlos si no también para emisión. y si se le asignaba un formato SD, el software de emisión AIRBOX no lo reconocía, es por lo que se le asignó el formato de HD, al igual que los programas en Alta definición.

- Para almacenar grabaciones en formato HD o archivos digitalizados no

bastaba con servidores ya que estos tendía a un colapso de almacenamiento o que por error se borrarán archivos, por eso se concluyó que la mejor manera de guardar los archivos eran cintas de gran capacitada y hecho de un material seguro, además con un sistema MAM que nos permite administrar todo el material guardado de todas las cintas LTO.

## **RECOMENDACIONES**

- El proceso de digitalización es sencillo, pero hay que tener en cuenta en que formato estamos trabajando, ya que si ingresamos material ya sea MiniDV o DVCAM y el contenido esta en SD o HD se debe de seleccionar el formato que está ingresando, sino la imagen aparecerá distorsionada.
- El software de Aja permite capturar el video hasta con 16 canales de audio, el cual es recomendable solo capturar 2.
- Se debe de realizar la transcodificación en adobe premier ya que el capturador de video nos brinda un formato en mov. El cual no es recomendable para emisión, además podemos revisar los balances de colores si está dentro de los parámetros permitidos.
- Para realizar la comprensión y almacenamiento se recomienda obtener más de 1 servidores para que así el MAM quien se encarga de la administración no colapse.
- Por seguridad se recomienda realizar un copia de LTO y almacenarlo o llevarlo a otro lugar, así los archivos estarán mucho más seguro.

## **BIBLIOGRAFÍA**

[1] (Carlos Heleodoro Narciso Rey. 2007)

Estándar de Televisión Digital Terrestre ATSC e implementación de la señal de Televisión Digital de Alta definición en Guatemala. GUATEMALA. Recuperado el 01 de marzo, de:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0195\\_EO.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0195_EO.pdf)

[2] (Vidal López, Alejandra Lorena. 2008)

Estudio Teórico de la Norma Técnica Europea DVB-T y su Posible Adopción en Chile. CHILE. Recuperado el 01 de marzo, de:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmf civ648e/doc/bmf civ648e.pdf>

[3] (Matos Párraga, Diego Antonio. 2012)

Diseño De Una Red De Acceso Para El Negocio De Televisión Por Paga Para El Área Rural Usando La Televisión Digital Terrestre - PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Recuperado el 01 de marzo, de:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1512>

[4] (Paucar Curasma, Ronald 2010)

Análisis y Modelamiento de las Técnicas de Canal de Retorno e Interactividad para el Estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-T. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. Recuperado el 01 de marzo, de:

<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2338>

[5] (Ronald de Bruin; Jan Smits, 1999)

Digital Video Broadcasting: Technology, Standards, and Regulations.  
Eindhoven Centre of Innovation Studies (ECIS) Eindhoven University of  
Technology The Netherlands

[6] (TICS para el desarrollo, 2011) de:

[http://www.imaginar.org/iicd/fichas/10\\_TVdigital.pdf](http://www.imaginar.org/iicd/fichas/10_TVdigital.pdf)

[7] (Martín Collado, Pablo; 2012)

Caracterización de equipos para la recepción de nuevos canales de TDT

[8] (Nuñez, Cristian; 2006)

Analisis De Los Estandares De Transmision De Television Digital Terrestre Y  
Su Aplicabilidad Al Medio Nacional

[9] (Montante López, Rafael; Villarreal Benitez - 2013)

Procesamiento Digital de Audio y Video

[10] (Archivo Audiovisual I - 2009)

<http://www.tmbroadcast.es/index.php/el-archivo-audiovisual-i/>

[11] (Guía de instalacion y operación Aja loXT - 2012)



[12] (HDV compact recorder with LCD screen and HDMI connection Overview-2012)



[13] (StorageTek SL150 Modular Tape Librarian (User's Guide)

[14] <http://www.adobe.com/la/products/premiere.html>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Comparación de do librería robotica

#### LTO VS ODA

Robot HP LTO6	ODSL10 –Optical Disc Archive
	
<p><b>Ventaja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>· Cassette mas comodos</li><li>· Cada cartucho puede contener 2.5TB</li><li>· Tiene dos cabezales</li><li>· Tiene compatibilidad con muchas soluciones de archivamiento.</li></ul>	<p><b>Ventaja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>· Los cartuchos tienen un tiempo de vida de 40 años.</li><li>· Como es un producto nuevo se esta acoplado progresivamente a soluciones de archivamiento.</li></ul>
<p><b>Desventaja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>· La compatibilidad sólo es hasta LTO5</li><li>· Los Cartuchos deben estar en condiciones adecuadas (ambientales) para preservar la data.</li></ul>	<p><b>Desventaja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>· Es una nueva tecnología, están en continuas mejoras.</li><li>· Soporte técnico local es relativamente nuevo.</li></ul>

## ANEXO 2: ESPECIFICACIONES DE FORMATO

### ESPECIFICACIONES DE LOS ARCHIVOS

- ◆ LAS RAZONES PARA LA ELECCION DEL FORMATO FUERON:
- ◆ LA CALIDAD
- ◆ LA ACEPTACION EN LA INDUSTRIA
- ◆ LA VENTAJA DE GRABAR,EDITAR,EMITIR Y ARCHIVAR SIN CAMBIAR DE FORMATO,EVITANDO LA PERDIDA DE TIEMPO Y CALIDAD.

Wrapper: MXF

Codec: XDCAM-HD422

Bit Rate: 50 Mbits/seg

Resolucion-Tamaño: 1920x1080 pixeles

Relacion de Aspecto: 16:9 (1.78)

Frame Rate: 29.97 Frames/seg

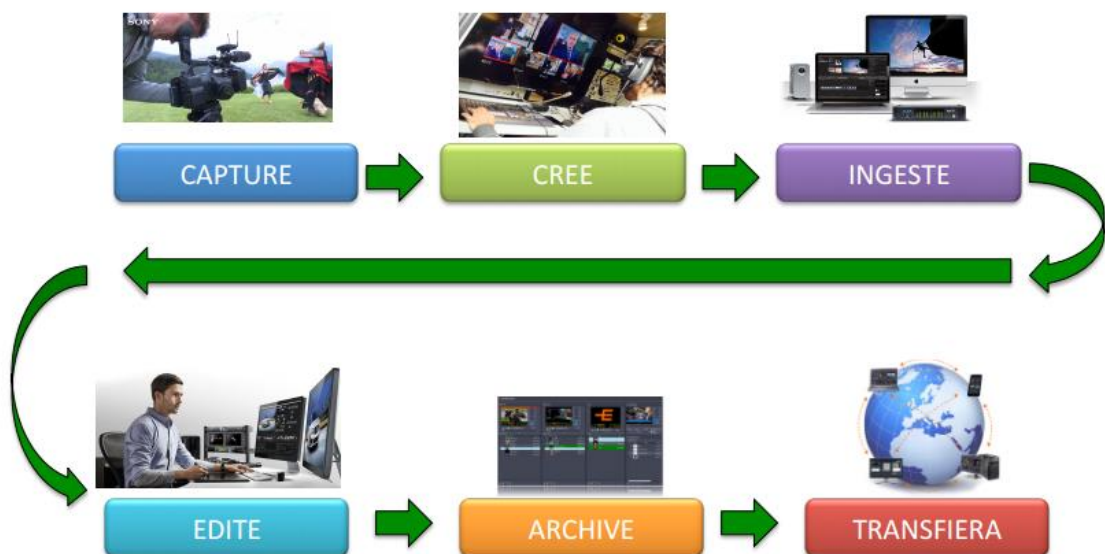
Frame Rate: 59.94 Fields/seg

Tipo de Scaneo: Entrelazado

Audio: PCM 48Khz, 24 Bits

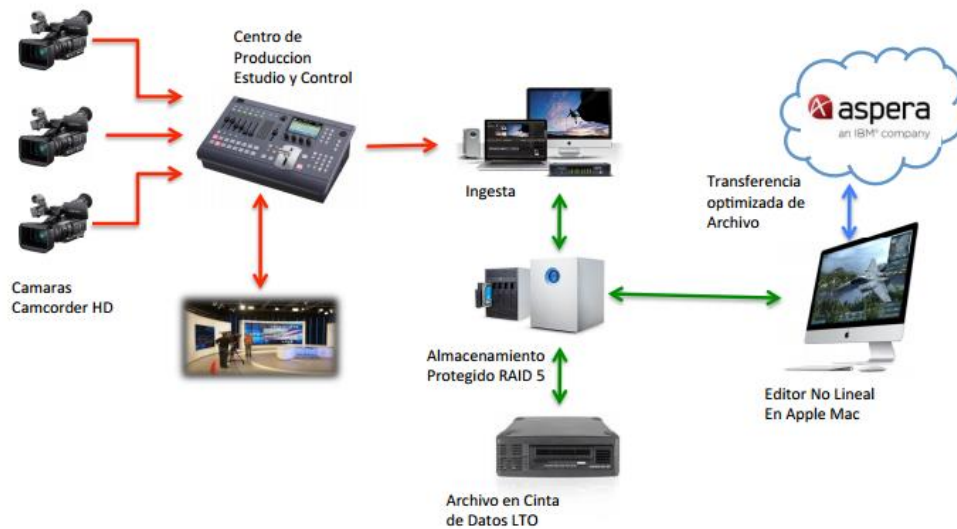
## ANEXO 3: FLUJO DE TRABAJO 1

### FLUJO DE TRABAJO



## ANEXO 4: FLUJO DE TRABAJO 2

### FLUJO DE TRABAJO



## ANEXO 5 : CARACTERISTICAS DEL AJA IOXT

### CAPTURADOR DE VIDEO MULTIFORMATO HD AJA IOXT



- ◆ GRABADORA DE ARCHIVOS DIGITALES MULTIFORMATO
- ◆ ECONOMICA EN COMPARACION CON OTRAS SOLUCIONES
- ◆ EL SISTEMA TIENE ADEMAS USOS COMO EDITORA NO LINEAL
- ◆ REPRODUCTOR

## ANEXO 6: VENTAJAS DE LAS CINTAS LTO

### ARCHIVAMIENTO EN CINTAS LTO



- ◆ LA MANERA MAS ECONOMICA DE GUARDAR INFORMACION
- ◆ DURACION DE MAS DE 30 AÑOS
- ◆ SE USAN CINTAS DE TIPO LTO-6
- ◆ FORMA PARTE DE LA INVERSION EN LA MULTIGRABADORA DE ARCHIVOS
- ◆ SE EVITA TENER QUE COMPRAR CONTINUAMENTE DISCOS DUROS PARA ALMACENAR
- ◆ EL SOFTWARE TAMBIEN PERMITE CREAR UN CATALOGO CON INFORMACION RELEVANTE DE CADA ARCHIVO-METADATA

## ANEXO 7: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - AJA IOXT

### Tech Specs

Video Format	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (2K) 1080p 23.98, 24, 25</li> <li>• (2K) 1080PsF 23.98, 24, 25</li> <li>• (HD) 1080i 25, 29.97, 30</li> <li>• (HD) 1080PsF 23.98, 24, 25, 29.97, 30</li> <li>• (HD) 1080p 23.98, 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94, 60</li> <li>• (HD) 720p 23.98*, 24*, 25*, 29.97*, 30*, 50, 59.94, 60</li> <li>• (SD) 625i 25</li> <li>• (SD) 525i 23.98*, 29.97</li> </ul> <p>*NOTE: These formats are dependent on specific software functionality and are not normal over the wire formats</p>
Video Input Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3G-SDI, SMPTE-259/292/296/424, 10-bits</li> <li>• Dual Link HD 4:4:4, (2 x BNC)</li> <li>• Single Link 4:2:2 or 4:4:4 (1 x 3G BNC)</li> <li>• HDMI v1.3</li> <li>• 1D LUT Support (Mac and PC)</li> </ul>
Video Output Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3G-SDI, SMPTE-259/292/296/424</li> <li>• Dual Link HD 4:4:4, (2 x BNC)</li> <li>• Single Link 4:2:2 or 4:4:4 (1 x BNC)</li> <li>• HDMI v1.4, 30/36 bits/pixel, RGB or YUV, 2.25 Gbps</li> </ul>

Video Output Analog	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composite/S-Video (Y/C) (1 x BNC/2 x BNC+adapter)</li> <li>• NTSC, NTSCJ, PAL</li> <li>• Component (3 x BNC)</li> <li>• HD: YPbPr, RGB</li> <li>• SD: YPbPr, RGB (component mode)</li> <li>• SMPTE/EBU N10, Betacam 525 line, Betacam 525J, RGB</li> <li>• 12-bit D/A, 8x oversampling</li> <li>• +/- .2 dB to 5.0 MHz Y Frequency Response</li> <li>• +/- .2 dB to 1 MHz C Frequency Response</li> <li>• .5% 2T pulse response</li> <li>• &lt;1% Diff Phase</li> <li>• &lt;1% Diff Gain</li> <li>• &lt;1 ns Y/C delay inequity</li> </ul>
Audio Input Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16-Channel, 24-bit SMPTE-259 SDI embedded audio, 48 kHz sample rate, synchronous</li> <li>• 8-Channel, 24-bit HDMI embedded audio, 48 kHz sample rate, synchronous</li> </ul>
Audio Output Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16-Channel, 24-bit SMPTE-259 SDI embedded audio, 48 kHz sample rate, synchronous</li> <li>• 8-Channel, 24-bit HDMI embedded audio, 48 kHz sample rate, synchronous</li> </ul>
Audio Output Analog	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8-Channel, 24-bit D/A analog audio, 48 kHz sample rate, balanced, using industry standard 8 x XLR on DB-25 breakout cable (Breakout cable NOT included)</li> <li>• +24dbu Full Scale Digital (0dbFS)</li> <li>• +/- 0.2db 20 to 20 kHz frequency response</li> </ul>
Downstream Keyer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports graphics with alpha channel over video, matte or framebuffer, or framebuffer content over incoming video or matte</li> </ul>
Up-Conversion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware 10-bit</li> <li>• Anamorphic: fullscreen</li> <li>• Pillarbox 4:3: results in a 4:3 image in center of screen with black sidebars</li> <li>• Zoom 14:9: results in a 4:3 image zoomed slightly to fill a 14:9 image with black side bars</li> <li>• Zoom Letterbox: results in image zoomed to fill fullscreen</li> <li>• Zoom Wide: results in a combination of zoom and horizontal stretch to fill a 16:9 screen; this setting can introduce a small aspect ratio change</li> </ul>
Down-Conversion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware 10-bit</li> <li>• Anamorphic: full-screen</li> <li>• Letterbox: image is reduced with black top and bottom added to image area with the aspect ratio preserved</li> <li>• Crop: image is cropped to fit new screen size</li> </ul>
Cross-Conversion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware 10-bit</li> <li>• 1080i to 720p</li> <li>• 720p to 1080i</li> <li>• 720p to 1080PsF</li> </ul>

## SD to SD Aspect Ratio Conversion

- Letterbox: This transforms SD anamorphic material to a letterboxed image
- H Crop: Will produce a horizontally stretched effect on the image; transforms anamorphic SD to full frame
- SD Pillarbox: Will produce an image in the center of the screen with black borders on the left and right sides and an anamorphized image in the center
- V Crop: Will transform SD letterbox material to an anamorphic image

## Reference Input or LTC Input

- 1 x BNC assignable to Reference video or LTC input

## Reference

- Analog Color Black (1V) or Composite Sync (2 or 4V)
- Nonterminating

## Machine Control

- RS-422, Sony 9-pin protocol
- 9-pin D-connector pinout is as follows:

1	GND
2	RX-
3	TX+
4	GND
5	No Connection
6	GND
7	RX+
8	TX-
9	GND
Shell	GND

## Power

- 10-20V, 18W typical, 22W max

## Environment

- Safe Operating Temperature: 0 to 40 degrees C (32 to 104 degrees F)
- Safe Storage Temperature (Power OFF): -40 to 60 degrees C (-40 to 140 degrees F)
- Operating Relative Humidity: 10-90% noncondensing
- Operating Altitude: <3,000 meters (<10,000 feet)

## ANEXO 8: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - VTR SONY HVR-M25AE

### Especificaciones técnicas

Tenga en cuenta que las características/especificaciones pueden variar de un país a otro

[Ocultar todo](#)

Grabación / Reproducción	
Formato de grabación	
• HDV:	HDV1080/50i, 1080/60i, 1080/25p, 1080/24p, 1080/30p
• DVCAM / DV SP	DVCAM, DV SP 576/50i (PAL), 480/60i (NTSC)
Formato de salida	
• HDV:	HDV1080/50i, 1080/60i, 1080/25p, 1080/24p, 1080/30p
• DVCAM / DV SP	DVCAM, DV SP 576/50i (PAL), 480/60i (NTSC)
• Señal de vídeo de salida	1080/50i, 1080/60i, 576/50i (PAL), 480/60i (NTSC), 576/50p, 480/60p, 720/50p, 720/60p
• Velocidad de la cinta	HDV/DV SP: Máx. 18,812 mm/s  DVCAM Máx. 28,218 mm/s
• Tiempo de grabación/reproducción	HDV/DV SP: Máx. 276 min. con cinta PHDV-276DM Máx. 63 min. con cinta PHDVM-63DM  DVCAM: Máx. 184 min. con cinta PHDV-276DM Máx. 41 min. con cinta PHDVM-63DM
• Tiempo de avance/rebobinado rápido	Aprox. 2,5 min. con cinta PHDV-276DM
Conectores/dispositivos de entrada/salida	
• Entrada/salida de vídeo	BNC x 1 / BNC x 1 [TVp-p, 75ohm asimétrico, sinc. negativa Señal de sinc. : 0,286Vp-p (50i / NTSC) , 0,3Vp-p (60i / PAL) Señal ráfaga : 0,286Vp-p (50i / NTSC) , 0,3Vp-p (60i / PAL)
• Entrada/salida de S-vídeo	Mini-DIN 4pin x 2 Y : 1Vp-p, 75ohm asimétrico, sinc. negativa Señal de sinc. : 0,286Vp-p (60i / NTSC) , 0,3Vp-p (50i / PAL) Señal de crominancia : 0,286Vp-p (60i / NTSC),(ráfaga, 75ohm) , 0,3Vp-p (50i / PAL),(ráfaga, 75ohm)
• Salida de vídeo en Componentes	RCA pin x 3 Salida a 480i NTSC Con[BETACAM] seleccionado en [480i LEVEL] del menú [IN/OUT REC] Y : 1 Vp-p (0,286Vp-p sinc. negativa, impedancia de salida 75ohm asimétrico) Pb / Cb / B-Y, Pr / Cr / R-Y : 0,7Vp-p (impedancia de salida 75ohm asimétrico) (barras de color 75% con 7,5% de configuración IRE) Con[SMPTE] seleccionado en [480i LEVEL] del menú [IN/OUT REC] Y : 1 Vp-p (0,3Vp-p sinc. negativa, impedancia de salida 75ohm asimétrico) Pb / Cb/B-Y, Pr / Cr / R-Y : 0,7Vp-p (impedancia de salida 75ohm asimétrico)(barras de color 100% sin configuración) Salida con otros ajustes Y : 1 Vp-p (impedancia de salida 75ohm asimétrico) Pb / Cb / B-Y, Pr / Cr / R-Y : 0,7Vp-p (impedancia de salida 75ohm asimétrico)(barras de color 100% sin configuración) 480i / 480p : Y : con 0,3Vp-p sinc. negativa 1080i / 720p : Y / Pb / Pr : con 0,6Vp-p sinc. de 3 niveles
• i.LINK	6 pins
• Salida digital descomprimida	Conector HDMI x 1
• Auriculares	Minijack estéreo (3,5 mm)
• LANC	Mini-minijack estéreo (2,5 mm)
• Control S	Minijack estéreo (3,5 mm)
• Entrada de audio	RCA x2, estéreo Nivel de entrada : -10 / -2 / +4dBu, impedancia de entrada : min. 47 ohm asimétrico, Nivel de entrada máx. : +18dBu (aprox. 6Vrms) , -2 : +24dBu(aprox. 12.5Vrms) 4i , +30dBu (aprox. 25Vrms)
• Salida de audio	RCA x2,estéreo impedancia : máx. 1k/ohm asimétrico, Nivel de salida : -10dBu (= bit completo -20dB) impedancia 47 ohm asimétrico 60i, -10dBu (=bit completo -18dB) impedancia 47 ohm asimétrico 50i
• Pantalla LCD	2.7" aprox. "Clear Photo LCD Plus" 211.200 puntos (960 x 220), Clear Photo LCD Plus
General	
• Peso	Aprox. 4.4 kg
• Requisitos de alimentación	CA 120 V, 60 Hz
• Consumo	13 W (modo de reproducción con monitor LCD encendido)
• Temperatura de funcionamiento	5 a 40°C
• Temperatura de almacenamiento	-20 a +60°C
Accesorios suministrados	
• RMT-DS7	Nuevo mando a distancia
•	Cable de alimentación de CA
•	2 baterías de tamaño AA
•	Cinta de limpieza
•	Manual de operación

## ANEXO 9: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - IMAC

### Pantalla



#### Pantalla Retina 5K

Pantalla Retina 5K de 27 pulgadas (en diagonal) con tecnología IPS; resolución de 5.120 por 2.880 compatible con millones de colores

### Procesador

#### 3,2 GHz

Intel Core i5 de cuatro núcleos a 3,2 GHz (Turbo Boost de hasta 3,6 GHz)

#### 3,2 GHz

Intel Core i5 de cuatro núcleos a 3,2 GHz (Turbo Boost de hasta 3,6 GHz)

Opción de configuración con Intel Core i7 de cuatro núcleos a 4 GHz (Turbo Boost de hasta 4,2 GHz)

#### 3,3 GHz

Intel Core i5 de cuatro núcleos a 3,3 GHz (Turbo Boost de hasta 3,9 GHz)

Opción de configuración con Intel Core i7 de cuatro núcleos a 4 GHz (Turbo Boost de hasta 4,2 GHz)

### Memoria

8 GB (dos módulos de 4 GB) de memoria DDR3 a 1.867 MHz; cuatro ranuras SO-DIMM accesibles  
Opción de configuración con 16 o 32 GB

### Capacidad<sup>1</sup>

1 TB

Disco duro de 1 TB (a 7.200 rpm)

Opción de configuración con Fusion Drive de 3 TB o almacenamiento flash (SSD) de 256 o 512 GB

1 TB

Fusion Drive de 1 TB

Opción de configuración con Fusion Drive de 3 TB o almacenamiento flash (SSD) de 256 GB, 512 GB o 1 TB

2 TB

Fusion Drive de 2 TB

Opción de configuración con Fusion Drive de 3 TB o almacenamiento flash (SSD) de 256 GB, 512 GB o 1 TB

### Gráficos

AMD Radeon R9 M380 con 2 GB de memoria GDDR5

AMD Radeon R9 M390 con 2 GB de memoria GDDR5

AMD Radeon R9 M395 con 2 GB de memoria GDDR5

Opción de configuración con AMD Radeon R9 M395X con 4 GB de memoria GDDR5

### Compatibilidad con vídeo y cámara

Cámara FaceTime HD

Admite simultáneamente la resolución nativa máxima en la pantalla incorporada y hasta 4.096 por 2.160 píxeles en dos monitores externos o 5.120 por 2.880 píxeles en un monitor externo con cable doble.

Admite escritorio ampliado y vídeo en modo espejo.



## Audio

Altavoces estéreo

Doble micrófono

Toma para auriculares de 3,5 mm

- Salida de auriculares y de audio digital óptico (miniconector)
- Compatible con los auriculares de Apple con micro para el iPhone

## Conexiones y ampliación



Toma para auriculares de 3,5 mm

Ranura para tarjetas SDXC

Cuatro puertos USB 3 (compatibles con USB 2)

Dos puertos Thunderbolt 2

- Puerto de salida Mini DisplayPort
- Compatible con HDMI, DVI, VGA y DVI de doble canal (los adaptadores se venden por separado)

Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T (conector RJ-45)

Ranura de seguridad Kensington

## Entrada

### Teclado Magic Keyboard

Tu iMac viene con el nuevo Magic Keyboard, un teclado inalámbrico, ultracompacto y recargable para que te olvides de las pilas. Tiene un mecanismo de tijera mejorado, pulsación de teclas optimizada y un perfil más estilizado para que escribas con total comodidad. Además, ya viene enlazado con tu iMac.

### Ratón Magic Mouse 2

El nuevo diseño del ratón Magic Mouse 2 hace que se deslice por la mesa con más suavidad que nunca. También es compatible con la tecnología Multi-Touch, por lo que puedes cambiar de página y recorrer documentos con unos sencillos gestos. Es la mejor opción si quieres combinar la comodidad de un ratón inalámbrico con las ventajas de la tecnología Multi-Touch.

### Magic Trackpad 2

Si prefieres usar un trackpad, el Magic Trackpad 2 es compatible con todos los gestos Multi-Touch. Por primera vez puedes usar la tecnología Force Touch en un equipo de mesa: los sensores que están debajo de la superficie detectan la intensidad de la presión, así que tienes un montón de posibilidades al alcance de los dedos. Además estrena un perfil más estilizado para que usarlo sea una auténtica gozada.

## Conexión inalámbrica

### Wi-Fi

Conexión inalámbrica Wi-Fi 802.11ac

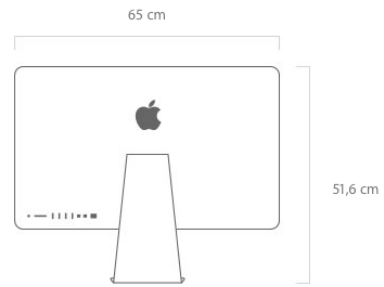
Compatible con las normas 802.11a/b/g/n del IEEE

### Bluetooth

Tecnología inalámbrica Bluetooth 4.0

## Dimensiones y peso

**Alto:** 51,6 cm  
**Ancho:** 65 cm  
**Fondo:** 20,3 cm  
**Peso:** 9,54 kg<sup>2</sup>



## Requisitos eléctricos y de funcionamiento

**Tensión:** 100-240 V de CA  
**Frecuencia:** de 50 a 60 Hz, monofásica  
**Temperatura de funcionamiento:** de 10 a 35 °C  
**Humedad relativa:** del 5 al 95 % sin condensación  
**Altitud máxima de funcionamiento:** probado hasta 3.000 m



## Contenido de la caja

iMac con pantalla Retina 5K  
Teclado Magic Keyboard  
Ratón Magic Mouse 2  
Cable de corriente  
Cable de conector Lightning a USB



## Sistema operativo

### macOS Sierra

Detrás de cada Mac está la enorme potencia del sistema operativo macOS. Con macOS Sierra, Siri aterriza en tu ordenador.<sup>3</sup> Y trae muy buena compañía: nuevas formas de disfrutar de tus fotos, compras seguras en Internet y una manera mucho más cómoda de trabajar en varios dispositivos.

[Más información >](#)

## Configuración a medida

Configura tu iMac con estas opciones, solo en el [Apple Online Store](#). ¿Quieres colgar el iMac en la pared o usarlo con un brazo articulado? [Elige un iMac con adaptador de montaje VESA](#).

iMac con pantalla Retina 5K de 27" a 3,2 GHz	iMac con pantalla Retina 5K de 27" a 3,2 GHz	iMac con pantalla Retina 5K de 27" a 3,3 GHz
Magic Trackpad 2	Magic Trackpad 2	Magic Trackpad 2
Ampliación de memoria a 16 o 32 GB	Intel Core i7 de cuatro núcleos a 4 GHz	Intel Core i7 de cuatro núcleos a 4 GHz
Fusion Drive de 1, 2 o 3 TB	Ampliación de memoria a 16 o 32 GB	Ampliación de memoria a 16 o 32 GB
Almacenamiento flash (SSD) de 256 o 512 GB	Fusion Drive de 2 o 3 TB Almacenamiento flash (SSD) de 256 GB, 512 GB o 1 TB	AMD Radeon R9 M395X Fusion Drive de 3 TB Almacenamiento flash (SSD) de 256 GB, 512 GB o 1 TB

## ANEXO 10: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - Librería Robótica Storage Tek SL150

### StorageTek SL150 Modular Tape Library Specifications

	StorageTek SL150 Modular Tape Library (Base Module Only – 30 slots)	StorageTek SL150 Modular Tape Library (Medium Configuration – 60 slots)	StorageTek SL150 Modular Tape Library (Large Configuration – 120 slots)
<b>Performance<sup>1</sup></b>			
Throughput per hour, native (uncompressed)	LTO 7 (2 drives, 300 MB/sec) – 2.1 TB/hr	LTO 7 (4 drives, 300 MB/sec) – 4.1 TB/hr	LTO 7 (8 drives, 300 MB/sec) – 8.2 TB/hr
	LTO 6 (2 drives, 160 MB/sec) – 1.2 TB/hr	LTO 6 (4 drives, 160 MB/sec) – 2.3 TB/hr	LTO 6 (8 drives, 160 MB/sec) – 4.6 TB/hr
<b>Capacity<sup>2</sup></b>			
Capacity, native (uncompressed)	LTO 7 (6 TB/cartridge) – 180 TB (30 cartridges)	LTO 7 (6 TB/cartridge) – 360 TB (60 cartridges)	LTO 7 (6 TB/cartridge) – 720 TB (120 cartridges)
	LTO 6 (2.5 TB/cartridge) – 75 TB (30 cartridges)	LTO 6 (2.5 TB/cartridge) – 150 TB (60 cartridges)	LTO 6 (2.5 TB/cartridge) – 300 TB (120 cartridges)
Number of cartridge slots	<ul style="list-style-type: none"> <li>30–300 cartridge slots</li> <li>Base module: 30 slots</li> <li>Up to 9 expansion modules: 30 slots each module</li> </ul>		
Number of expansion modules	N/A	1 expansion module	3 expansion modules
Number of tape drives/types/suppliers	1 to 20 half-height drives (each module holds up to 2 drives) in any combination of supported drives, including: <ul style="list-style-type: none"> <li>StorageTek LTO 5, 6 or 7 half-height tape drives (FC or SAS)</li> </ul>		
Mail slot	Base module: 4-cartridge capacity Optional expanded mail slot configuration: 19-cartridge capacity		

<b>Availability</b>		
<b>Non-disruptive serviceability</b>	Hot-swappable drives; redundant hot-swappable power supplies with redundant fans	
<b>Mean swaps between failures (MSBF)</b>	2 million robot load/unload cycles	
<b>Compatibility</b>		
<b>Supported host platforms</b>	Oracle Solaris, UNIX, Windows, Oracle Linux (IPv4, IPv6)	
<b>Management</b>		
<b>Operator panel</b>	User-friendly configuration and diagnostic controls, status display, and viewing window	
<b>Library management</b>	Remote browser (10/100 Ethernet) or support for Oracle's StorageTek Automated Cartridge System Library Software (StorageTek ACSLS) management software	
<b>Auto cleaning support</b>	Configurable auto cleaning support, with no host application or operator action required to clean tape drives	
<b>Automatic self-discovery via USB</b>	Self-configuring for cells, drives, and cartridge access ports; hot-swappable drives; redundant hot-swappable power supplies with redundant fans	
<b>Mechanical</b>		
	<b>Base Module (Minimum Configuration)</b>	<b>Expansion Module (Each Module, Modules 2–9)</b>
<b>Height</b>	5.15 in. (130.8 mm), 3U rack space	3.5 in. (88.9 mm), 2U rack space
<b>Depth</b>	36.42 in. (925 mm)	36.42 in. (925 mm)
<b>Width</b>	18.94 in. (481 mm)	18.94 in. (481 mm)
<b>Weight</b>	47 lb. (21.5 kg)*	23.1 lb. (10.5 kg)**
<b>Environmental</b>		
<b>Temperature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Operating:</b> +50°F to +104°F (+10°C to +40°C), 20%–80% relative humidity, noncondensing</li> <li>• <b>Nonoperating:</b> –40°F to +140°F (–40°C to +60°C), 10%–95% relative humidity, noncondensing</li> </ul>	
<b>Power</b>		
<b>Voltage</b>	100 VAC–240 VAC at 50 Hz–60 Hz single phase (auto-ranging)	
<b>Library (operating max. continuous—not peak)</b>	1.42 A at 120 V or 0.75 A at 240 V, 614 BTU/hr	
<b>Drives</b>	Drive power consumption varies (refer to individual drive specifications)	
<b>Regulatory Compliance</b>		
<b>Electromagnetic compatibility</b>	FCC (47CFR15 Subpart B) Class A; EN55022 Class A; EN55024; EN61000-3-2; EN61000-3-3; ICES-003 Class A; AS/NZS CISPR22 Class A; VCCI V-3 Class A; KN22 Class A; KN24; CNS13438 Class A	
<b>Safety</b>	UL 60950-1, CAN/CSA 22.2 No. 60950-1-07, EN 60950-1, IEC 60950-1, 60825-1, Class 1 Laser Product	

<sup>1</sup> Maximum performance, native: LTO 5—10 TB/hr or LTO 6—11.5 TB/hr (20 drives)

<sup>2</sup> Maximum capacity, native: LTO 5—450 TB or LTO 6—750 TB (300 cartridges)

\*Weight includes library with one drive installed and one power supply

\*\*Weight is expansion only, no drives or power supplies

## ANEXO 11: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - LTO FUJIFILM LTO 6

# ESPECIFICACIONES

Especificaciones del LTO Ultrium 6		Ultrium 6	Ultrium 6 WORM	
	Número de material	16310732	16310756	
	Capacidad (Nativa/Comprimida)	2,5/6,25 TB*		
<b>ESPECIFICACIONES BÁSICAS</b>	Velocidad de transferencia (Nativa/Comprimida)	Hasta 160 MB/seg. / Hasta 400 MB*/seg.		
	Número de pistas	2176		
	Tipo de servomotor	Servomotor basado en tiempo		
	Memoria de cartucho	130.816 bits / 16.352 bytes; EEPROM Interno		
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	Ancho de cinta	12,65 mm.		
	Espesor de cinta	6,1 µm		
	Longitud de cinta	846 m.		
	Dimensiones del cartucho	21,5(l) x 105,4(an) x 102,0 mm(a) (0,85" x 4,15" x 4,02") [L x An x A]		
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>Ambiente Operativo</b>	<b>Ambiente de Almacenamiento</b>	<b>Ambiente de Archivado</b>
	Temperatura	10°C a 45°C	16°C a 35°C	16°C a 25°C
	Umidade Relativa	10% a 80%	20% a 80%	20% a 50%
	Temp. de bulbo húmedo	26°C máx.	26°C máx.	26°C máx.

\*Supone una compresión de datos de 2,5:1 La velocidad de transferencia depende de la unidad.  
Especificaciones sujetas a cambio.