



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL
DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS EN LA SEDE DE MEDELLÍN**

EDWIN CAMILO PARDO CARRANZA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SEDE PRINCIPAL
BOGOTÁ, COLOMBIA
2019**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL
DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS EN LA SEDE DE MEDELLÍN**

**PROYECTO DE GRADO
DIRECTORES Y ESTUDIANTES**

**ING. MARCO ANTONIO VEGA TORRES
EDWIN CAMILO PARDO CARRANZA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SEDE PRINCIPAL
BOGOTÁ, COLOMBIA
2019**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.

RECTOR GENERAL

R.P. FRAY JOSE GABRIEL MESA ANGULO, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

R.P. FRAY WILSON FERNANDO MEDOZA RIVERA, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

R.P. FRAY EDUARDO GONZALEZ GIL, O.P.

SECRETARIO GENERAL

INGRID LORENA CAMPOS VARGAS

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

R.P. FRAY EDUARDO GONZALEZ GIL, O.P.

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E.C. LUZ PATRICIA ROCHA CAICEDO

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO NARVÁEZ

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del tutor

Firma del jurado

Firma del jurado

BOGOTÁ D.C. DICIEMBRE DE 2019

ADVERTENCIA

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados en el trabajo de grado, solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica.

Capítulo III -Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que creyeron en mi, a mi familia y en especial a mi madre, por quien soy lo que soy y estoy donde estoy...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre, el motor de mi vida, y abuelas por siempre creer en mí, y recibir de ellas todo el apoyo incondicional en los momentos de mi vida que pensé que no podría superar.

Agradecimientos especiales a toda la academia y a todos los docentes que hicieron parte de mi formación como profesional en esta gran carrera.

Agradezco a mi esposa, quien llegó a mi vida para fortalecer esos aspectos fallidos que no me permiten ver más allá de lo que creo que puedo lograr puesto que ella logró ver en mí lo que muchas personas ignoraban.

Agradezco a Dios por siempre tener un plan perfecto y hacer que cada logro en la vida llegue en el momento indicado mientras nosotros sigamos un camino recto y de bien.

Agradezco muy especialmente a la Ingeniera Angelica Maria Salazar Madrigal, Docente de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás Sede Tunja, una persona que brindó su mejor disposición como ser humano en los momentos más difíciles de mi vida, permitiendo con su consejo y apoyo moral y emocional, que yo continuara este gran proyecto para terminarlo y no abandonarlo.

Agradezco a la Doctora Edna Lucia Mogollón Montoya, quien siempre apoyó mi proceso de manera profesional, desarrollando el Programa de Apoyo Integral a Estudiantes, con esto fortalecí mis debilidades y logré salir adelante en la academia.

CONTENIDO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	4
NOTA DE ACEPTACIÓN	5
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
➤ TITULO DEL PROYECTO:	15
➤ EL PROBLEMA:	15
➤ JUSTIFICACIÓN:	16
➤ OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
✓ OBJETIVO GENERAL	18
✓ OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
➤ ESTADO DEL ARTE.....	19
➤ MARCO TEÓRICO.....	21
○ COMUNICACIÓN.....	21
○ ELEMENTOS DE LA COMUNICACIÓN	21
1. <i>Emisor:</i>	21
2. <i>Receptor:</i>	21
3. <i>Mensaje:</i>	21
4. <i>Canal:</i>	21
5. <i>Código:</i>	21
○ LA TELEVISION.....	22
1. <i>Televisión alámbrica:</i>	22
2. <i>Televisión por satélite:</i>	22
○ TELEVISION DIGITAL TERRESTRE (TDT).....	23
○ ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT)	24
1. <i>DMB-T/H:</i>	24
2. <i>ATSC:</i>	24
3. <i>ISDB-T:</i>	25
4. <i>DVB:</i>	25
5. <i>DVB-T2:</i>	25
○ ESPECTRO ELECTROMAGNETICO.....	26
○ CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS.....	26
1. <i>Radiación no ionizante:</i>	26
2. <i>Radiación ionizante:</i>	26
○ FENÓMENOS QUE AFECTAN LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	27
1. <i>Reflexión:</i>	27

2.	<i>Refracción:</i>	27
3.	<i>Interferencia:</i>	27
4.	<i>Difracción:</i>	27
5.	<i>Atenuación:</i>	27
○	ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	28
○	PROPAGACION DE LAS ONDAS EN EL ESPACIO.....	28
1.	<i>MODELO DE PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE</i>	29
2.	<i>MODELO DE PERDIDA DE PROPAGACIÓN BÁSICO (OKUMURA)</i>	29
3.	<i>MODELO DE PERDIDA DE PROPAGACIÓN COMPLETO (OKUMURA-HATA)</i>	29
○	ANTENAS.....	30
1.	<i>PATRON DE RADIACION DE UNA ANTENA</i>	31
○	LINEAS DE TRANSMISION.....	32
1.	<i>LÍNEAS DE TRANSMISIÓN COAXIALES</i>	32
○	CONECTORES.....	32
○	ENLACE MICROONDAS.....	33
○	ENLACE SATELITAL.....	34
➤	FACTIBILIDAD	35
➤	DISEÑO METODOLÓGICO	36
➤	POBLACIÓN	37
➤	RADIACIÓN	38
○	CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO DE RADIACIÓN.....	38
○	MAPA GEOPOLITICO DE LA CIUDAD DE MEDELLIN.....	39
○	TRAYECTORIA DE SEÑAL DESDE EL PUNTO DE TRANSMISION HASTA EL PUNTO MAS LEJANO DE RECEPCION.....	40
○	FRECUENCIAS DISPONIBLES.....	41
○	CARACTERIZACION DE LOS PARAMETROS PARA SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSMISION.....	43
1.	<i>TRANSMISOR</i>	45
2.	<i>ANTENA</i>	47
3.	<i>MEDIO DE TRANSMISION (CABLE)</i>	48
4.	<i>ACOPLE DE CONECTOR</i>	51
○	CALCULO DE RADIACION:.....	52
1.	<i>Potencia de Transmisión (en dB):</i>	53
2.	<i>Atenuación del cable (dB/100m)</i>	53
3.	<i>Radiación que emite la antena ubicada en la sede central de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín</i>	53
4.	<i>Dirección desde el punto de transmisión hasta punto más lejano que cubre todo Medellín (1)</i>	53
5.	<i>Dirección desde el punto de transmisión hasta punto más lejano que cubre todo Medellín (3)</i>	53
6.	<i>Número de caras de Tx de la antena:</i>	53
7.	<i>Ganancia de la antena de transmisión</i>	54
8.	<i>Atenuación del Espacio Libre:</i>	54

➤	ENLACE SATELITAL	55
○	Coordenadas Estación Transmisión (Sede Universidad Santo Tomás de Medellín):.....	56
○	Coordenadas Satélite (SES-6):.....	56
1.	Diferencia de Longitud:.....	57
2.	Variable del ángulo de Elevación.....	57
3.	Azimuth.....	57
4.	Elevación.....	57
5.	Distancia Real.....	57
6.	Atenuación del espacio Libre.....	57
➤	ENLACE MICROONDAS	59
1.	Frecuencia de la portadora (Rango entre 2025 y 2110 MHz):.....	59
2.	Perdidas en la trayectoria en el espacio libre entre las antenas (dB).....	59
3.	Margen de desvanecimiento.....	59
4.	Pérdida total por acoplamiento (dB).....	59
5.	Ganancia de la antena de transmisión:.....	59
6.	Ganancia de la antena de recepción:.....	59
7.	Ganancia del sistema.....	59
➤	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	60
➤	ANÁLISIS DE COTIZACIONES	60
➤	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	61
1.	MEZCLADOR DE PRODUCCIÓN MCX-500.....	62
2.	VIDEOCÁMARA COMPACTA FULL HD 3CMOS HXR – NX5.....	62
3.	MONITOR LCD FULL HD DE 17" LMD-B170.....	63
4.	MANDO A DISTANCIA RM-30BP.....	63
5.	AURICULARES PROFESIONALES ESTÉREO MDR-7506.....	65
6.	TRÍPODE LIBEC RS-250DM.....	65
7.	PETACA UWP-D Y PAQUETE DE MICRÓFONIA INALÁMBRICA ACOPLABLE XLR UWP-D16.....	66
8.	ESTACIÓN BASE UHF DE 2 CANALES TELEX BTR-800.....	67
9.	UNIDAD INDEPENDIENTE DE OPTICAL DISC ARCHIVE ODS-280U.....	68
10.	CARTUCHO DE ARCHIVO DE DISCOS ÓPTICOS GENERACIÓN 2 ODC-3300R.....	68
➤	DESCRIPCIÓN DEL STAFF OPERATIVO Y PRESUPUESTO	70
○	DESCRIPCIÓN DEL STAFF.....	71
1.	Camarógrafo.....	71
2.	Director de cámaras.....	71
3.	Operario de VTR.....	71
4.	Operador Lumino – Técnico.....	71
5.	Asistente Técnico.....	72
6.	Switcher.....	72
7.	Operador de audio.....	72
8.	Microfonista.....	72
9.	Operador de control de video.....	72
➤	ROI (RETORNO DE INVERSIÓN)	73

➤	IMPACTO SOCIAL	74
➤	CONCLUSIONES	75
➤	TRABAJO A FUTURO	76
➤	REFERENCIAS	77
➤	ANEXOS.....	81
○	<i>ANEXO 1: COTIZACIÓN ABE</i>	<i>81</i>
○	<i>ANEXO 2: COTIZACIÓN EGATEL.....</i>	<i>84</i>
○	<i>ANEXO 3: COTIZACIÓN SYES COLOMBIA.....</i>	<i>85</i>
○	<i>ANEXO 4: COTIZACIÓN LA CURACAO</i>	<i>89</i>
○	<i>ANEXO 5: COTIZACIÓN ATG S.A.S.</i>	<i>91</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Implementación de los diferentes estándares de televisión a nivel mundial, Fuente [25]	24
Ilustración 2 Espectro Electromagnético; Fuente [26]	26
Ilustración 3 Espectro Radioeléctrico; Fuente [27]	28
Ilustración 4 Patrón de radiación de una antena direccional vs omnidireccional; Fuente [28].....	31
Ilustración 5 Descripción de un cable coaxial. Fuente [28].....	32
Ilustración 6 Algunos tipos de conectores con referencia. Fuente [28].....	33
Ilustración 7 Mapa geo-político de la ciudad de Medellín, Fuente [29].....	39
Ilustración 8 Punto más lejano para efectuar la radiación. [Tomado de Google Maps]	41
Ilustración 9 Perfil de elevación de la ciudad de Medellín para la viabilidad de transmisión desde la sede de emisión hasta el punto de recepción más lejano. [Tomado de Google Earth]	43
Ilustración 10 Simulación de cobertura con los parámetros del proveedor, [Tomado de Google Maps].....	44
Ilustración 11 Transmisor MTX D 400/U, Fuente [32].....	45
Ilustración 12 Antena RS-U2V12 ABE, Fuente [33]	47
Ilustración 13 Patrones de radiación de la antena RS-U2V12 en sus diferentes polarizaciones. Fuente [33].....	47
Ilustración 14AVA5-50, HELIAX® Andrew Virtual Air™ Coaxial Cable, corrugated copper, 7/8 in, black PE jacket, Fuente [12].....	49
Ilustración 15 78EZDF - 7-16 DIN Female EZfit® for 7/8 in FXL-780, AVA5-50, and AVA5-50FX cable, Fuente [33].....	51
Ilustración 16 Verificación satélite disponible en LyngSat, Fuente [34]	56
Ilustración 17 Estación de Transmisión (Universidad Santo Tomas Sede Medellín), Fuente [19].....	58
Ilustración 18 Mezclador de producción MCX - 500, Fuente [35]	62
Ilustración 19 Videocámara compacta Full HD HXR - NX5, Fuente [36]	63
Ilustración 20 3. Monitor LCD Full HD de 17" LMD-B170, Fuente [37]	63
Ilustración 21 Mando a distancia RM-30BP, Fuente [38]	64
Ilustración 22 Auriculares profesionales estéreo MDR-7506, Fuente [39]	65
Ilustración 23 Trípode Libec RS-250DM, Fuente [40]	66
Ilustración 24 Petaca UWP-D y paquete de micrófonia inalámbrica acoplable XLR UWP-D16, Fuente [41]	67
Ilustración 25 Estación base UHF de 2 canales TELEX BTR-800, Fuente [42]	67
Ilustración 26 Unidad independiente de Optical Disc Archive ODS-280U, Fuente [43].....	68
Ilustración 27 Cartucho de archivo de discos ópticos Generación 2 ODC-3300R, Fuente [44].....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de velocidad de transmisión de datos de los estándares de TDT DVB-T – DVB-T2, Fuente [8]	25
Tabla 2 Frecuencias disponibles por departamento y municipio (ANE), Fuente [30] .	42
Tabla 3 Parámetros de la frecuencia para el canal 50, Fuente [31]	42
Tabla 4 Especificaciones técnicas del MTX D 400/U, Fuente [32]	46
Tabla 5 Características eléctricas de la antena RS-U2V12 ABE, Fuente [33]	48
Tabla 6 Especificaciones de construcción y dimensiones del cable, Fuente [12]	49
Tabla 7 Especificaciones eléctricas y ambientales del cable, Fuente [12].....	50
Tabla 8 Especificaciones generales del 78EZDF, Fuente [33].....	51
Tabla 9 Especificaciones eléctricas del 78EZDF, Fuente [33]	52
Tabla 10 Esquema de programas de La Universidad Santo Tomas Sede Medellín	60
Tabla 11 Análisis de cotizaciones recibidas	60
Tabla 12 Esquema de inversión para el canal de televisión digital de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín.....	69
Tabla 13 Estimado de costos de los operarios de un canal de Tv sugeridos por CitiTv, Fuente [46]	70
Tabla 14 Esquema poblacional del municipio de Medellín con proyección desde el 2005 hasta el 2020, Fuente [13].....	74

➤ TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS EN LA SEDE DE MEDELLÍN

➤ EL PROBLEMA:

En el ámbito de la educación y formación profesional, es de vital importancia hacer uso de los medios de difusión existentes para comunicar a toda la población, de las diversas ofertas de programas universitarios, cursos virtuales, certificaciones y demás beneficios académicos que la Universidad Santo Tomas brinda a nivel nacional e internacional.

El problema principal es que los medios de comunicación para la difusión de la información existentes en la actualidad son costosos y muchas veces no permiten hacer un uso adecuado del espacio televisivo para dar a conocer a los usuarios los distintos programas educativos que la universidad ofrece en este sector del país, dado que la universidad recientemente obtuvo la acreditación de alta calidad multicampus, es indispensable solucionar el problema de cómo difundir la información de una manera en la que todos puedan acceder a ella de manera libre y que además de esto, la información circule de una manera pública para aquellas personas que posiblemente no tengan acceso a medios digitales.

Hasta la actualidad, no ha existido una iniciativa para este estudio técnico de TDT en la sede de Medellín, puesto que muy pocos han optado por evaluar los puntos positivos que el resultado del estudio arroje para beneficio de la Universidad Santo Tomas, y dado que el objetivo de este proyecto es netamente la realización de un estudio técnico, fácilmente es un documento soporte para el futuro montaje del mismo.

➤ JUSTIFICACIÓN:

Para toda universidad es importante interactuar con la comunidad, de esta manera se tiene un contacto directo con la problemática que la misma tiene y empezar con el desarrollo de proyectos sociales.

Además, se pretende motivar a los habitantes de la ciudad de Medellín a conocer e interesarse por programas educativos profesionales, y no solo esto, sino también a tener acceso a la información pública que este medio de transmisión pueda ofrecer a la comunidad de manera gratuita, incentivando a la población a conocer las distintas y variadas ofertas de educación, no solo profesional si no a niveles tecnológicos y certificaciones a las que se pueda acceder y que no tengan formas públicas de divulgarse.

La gran demanda por obtener una frecuencia para un canal de televisión ha saturado en ciertas áreas el espectro radioeléctrico, sobre todo en las principales ciudades del país, por lo que se realiza un estudio de factibilidad para ubicar la estación de transmisión en la sede de Medellín de la Universidad Santo Tomas, según el análisis de las frecuencias disponibles.

Medellín se está adaptando a la tecnología de la televisión digital, por lo que la Universidad Santo Tomas pretende obtener la concesión de una frecuencia de un canal de televisión digital, bajo las reglamentaciones actuales y considerando que los equipos de transmisión estén dentro de un presupuesto factible con el estándar europeo DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – Terrestrial Version 2), anunciado en diciembre del 2011 Por la Comisión Nacional de Televisión (CNTV). [9]

Enfocado en el problema principal, lo primero que debe tenerse en cuenta es que en la actualidad existen diversos medios de comunicación de la información, pero es posible que no todos ofrezcan a la Universidad Santo Tomas Sede Medellín, un método correcto, eficaz, viable, económico y frecuente de difusión. [1]

Dado que el proyecto está enfocado en el estudio técnico para la implementación de un canal de televisión digital para la ciudad de Medellín, la razón principal para la realización de este estudio es plantear los requerimientos técnicos necesarios para que un canal de televisión digital pueda emitir su señal en vivo y pregrabada, en este sector del país, incluyendo un estudio de cobertura para la ubicación de una antena de transmisión que dé cobertura a toda la ciudad, selección de equipos de transmisión y procesamiento de la señal a transmitir, selección de equipos y personal requerido (tanto equipo técnico como equipo de producción).

Lo anterior con el fin de plantear una solución a la necesidad que la Universidad Santo Tomás Sede Medellín presenta frente a la adopción de las nuevas tecnologías y formas digitales de difundir información, y, por consiguiente, demostrar la diferencia de presentar un canal de televisión digital frente a los demás medios digitales de difusión que existen.

➤ OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

✓ Objetivo General.

Realizar el estudio técnico y determinar la factibilidad para la estructuración de un canal local sin ánimo de lucro de televisión digital para la Universidad Santo Tomás Sede Medellín.

✓ Objetivos específicos.

- Simular la propagación del canal de televisión para cubrir la ciudad de Medellín.
- Proponer una estructura de costos de los equipos técnicos necesarios para el canal de televisión digital.
- Realizar la documentación del procedimiento para la asignación de frecuencias para la prestación del servicio de TDT radiodifundida.

➤ ESTADO DEL ARTE

La Universidad Santo Tomas se ha posicionado como una de las universidades con más altos estándares de calidad del país, entre las 50 mejores universidades a nivel nacional (Según la prestigiosa firma *Sapiens Research Group*, entidad que mide la calidad de la educación en Colombia) [21], ofreciendo programas de formación profesional de alta calidad y llevando oportunidades académicas competentes a distintas regiones del país.

Las mejores formas de conocer las ofertas educativas que la universidad tiene es accediendo a sus portales digitales (dependiendo de la sede que se desee) y accediendo a sus distintos programas educativos institucionales, muchas de ellas llevando la información a la población por distintos medios de comunicación como lo son la radio difusión, radio online, canales de YouTube, redes sociales, entre otros.

Para la sede de Medellín, la universidad cuenta con un canal de difusión de YouTube desde el 7 de noviembre de 2012 y un canal de YouTube a nivel general de la universidad desde el 30 de mayo de 2013, en el cual también se difunde información acerca de los programas de formación que la sede de Medellín ofrece.

Esta sede no cuenta con un medio de difusión radial comercial, lo que significa que la información de sus programas se distribuye a través de sus canales de redes sociales y el popular "voz a voz" para dar a conocer, no solo sus programas, sino también los logros alcanzados por estudiantes y docentes en esta sede de la universidad (Grupos de investigación, certificaciones, conferencias, ofertas a distancia, entre otras).

Las universidades que cuentan con canal de televisión alcanzan un nivel de categorización más alto puesto que hacen públicas y accesibles para todas las diferentes competencias que las ubican en la clasificación a nivel nacional en el que se encuentran.

Ahora, en cuanto a canales de televisión digital universitarios se refiere en Medellín, el municipio cuenta con un canal de televisión llamado Canal U, perteneciente a la corporación Universidad de Antioquia de la cual forman parte la Universidad de Medellín, la Universidad de Antioquia, el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA (Regional Antioquia), la Universidad Cooperativa de Colombia y la Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín). Consolidada el 4 de agosto de 1999, es una organización sin ánimo de lucro dedicada a la producción, realización y emisión de contenidos convergentes multiplataforma, especializados en educación, ciencia, innovación y tecnología. [2]

Posteriormente, en el año 2011, la Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín) y la Universidad Cooperativa de Colombia, deciden no continuar participando en el proyecto e ingresa como aliado estratégico el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Colombia -Colciencias-.

Esta nueva alianza permite la consolidación de un proyecto que tiene sus frutos en el año 2012, llamado Canal Click, a diferencia del Canal U, este realiza su transmisión de forma satelital, lo que permite ampliar más la cobertura de la señal. [3]

➤ MARCO TEÓRICO

Para realizar el estudio, deben ser previamente revisados los conceptos que están contenidos dentro de un sistema de comunicación como lo es la televisión. En este caso el autor parte de la definición del concepto de comunicación.

○ COMUNICACIÓN

*“El término comunicación procede del latín *communicare* que significa “hacer a otro partícipe de lo que uno tiene”. La comunicación es la acción de comunicar o comunicarse, se entiende como el proceso por el que se trasmite y recibe una información. Todo ser humano y animal tiene la capacidad de comunicarse con los demás.” [4]*

○ ELEMENTOS DE LA COMUNICACIÓN

Para que un proceso de comunicación se lleve a cabo, es indispensable la presencia de cinco elementos que se describen a continuación:

1. Emisor: El emisor es el elemento de la comunicación que crea o emite un mensaje determinado para ser transmitido.
2. Receptor: El receptor es el elemento de la comunicación que percibe o recibe la información que el emisor crea o transmite.
3. Mensaje: El mensaje es el elemento de la comunicación que contiene la información transmitida entre emisor y receptor, debe estar compuesto por una serie de símbolos o signos que tanto el emisor como el receptor entiendan, es decir en un mismo lenguaje o contexto.
4. Canal: El canal es el medio por el cual viaja la información que se está transmitiendo y percibiendo por ambas partes, tanto emisor como receptor, el aire es el canal que más comúnmente se utiliza.
5. Código: El código es el elemento de la comunicación que describe el lenguaje con el cual está escrito o codificado el mensaje, cabe aclarar nuevamente que tanto el emisor como el receptor debe utilizar el mismo código para que se complete la comunicación entre ambas partes.

Con estos términos ya son claros los parámetros necesarios para establecer un proceso de comunicación básica.

Teniendo en cuenta que el proceso de comunicación a estudiar es un medio de transmisión visual como lo es un canal de televisión, se hace necesario profundizar en el tema de los conceptos para una transmisión audiovisual, lo que requiere definir conceptos más puntuales como lo son Televisión digital, Broadcast, Difusión, Espectro, entre otros.

○ LA TELEVISION

La televisión puede definirse como "*la combinación simultánea de sonidos e imágenes en movimiento, mediante la intercalación de instrumentos electrónicos y su difusión a distancia en el mismo instante en que se suceden los hechos*". [5]

Básicamente la televisión se define como un conjunto de actos y objetos que permiten transmitir una información de forma audiovisual, de forma pregrabada o en vivo para aquellos que posean los equipos necesarios para capturar el conjunto de imágenes en movimiento y audio real de un hecho o suceso y transmitirlo por un medio digital o analógico.

1. Televisión alámbrica: Es aquella que se lleva al usuario a través de un cable y que le permite a este, escoger entre una variada selección de canales que ofrecen los diferentes proveedores de este tipo de televisión. Esta puede ser unidireccional o bidireccional, permitiendo al usuario interactuar con los programas televisivos mediante otros medios de comunicación y permitiéndole dar su opinión o participar de un programa, aunque no necesariamente en vivo.
2. Televisión por satélite: Es aquella que elimina la llegada de señal directamente desde un proveedor de servicios por medios terrestres, es decir, por cable, y se genera cuando al televisor le es instalada una antena que percibe la señal transmitida mediante un satélite y esta es llevada al televisor por medio de ondas de radiodifusión, ofreciendo la misma o, en algunas ocasiones, una programación con más variedad y con la habilidad de interactuar con los programas de una forma más fácil, como por ejemplo, una guía de programación, o la habilidad de grabar programas en directo para disfrutarlos en otro momento, etc.

La llegada de la tecnología satelital al medio televisivo revoluciona la forma de ver televisión, puesto que ofrece nuevos servicios a los usuarios, y como se describe anteriormente, facilita la interacción entre el usuario y el medio, prestando más servicios que solo ver televisión en vivo.

En sus inicios, la televisión se constituyó como un medio de transmisión de información en vivo, y se imposibilitaba la opción de grabar imágenes y sonidos para ser proyectados y transmitidos en cualquier otro momento que un fuera precisamente en

el que estaban pasando, poco a poco, el ser humano incursiono en tecnologías que no solo le permitían capturar estos elementos, sino que también se abría la posibilidad de guardarlos y reproducirlos cuantas veces fuera necesario.

Por otro lado, y evolucionando a medida que en la demanda de nuevas tecnologías crece, nace la televisión por internet, que se define como: *“la perspectiva inmediata que proporciona Internet para distribuir esta nueva forma de producir y transmitir material de comunicación audiovisual en línea, proporcionando al usuario la facilidad de reproducirlo.”* [7]

- TELEVISION DIGITAL TERRESTRE (TDT)

La televisión digital terrestre es la señal de televisión mejorada por su emisión radial, no requiere de un cable puesto que su difusión se realiza por medio de ondas electromagnéticas a través de la atmosfera, estas llegan a los dispositivos televisivos por una antena tipo UHF (o *Ultra High Frequency*, por sus siglas en inglés) lo cual permite transportar las señales de audio y video en simultaneo, permitiendo así al usuario disfrutar de hasta cuatro programas en simultaneo sin ningún tipo de interferencia.

○ ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT)

Esta nueva tecnología cuenta con diferentes estándares de difusión que difieren en el formato de compresión del paquete de imágenes y audio, también en la forma de propagación de los paquetes de video, entre otras.

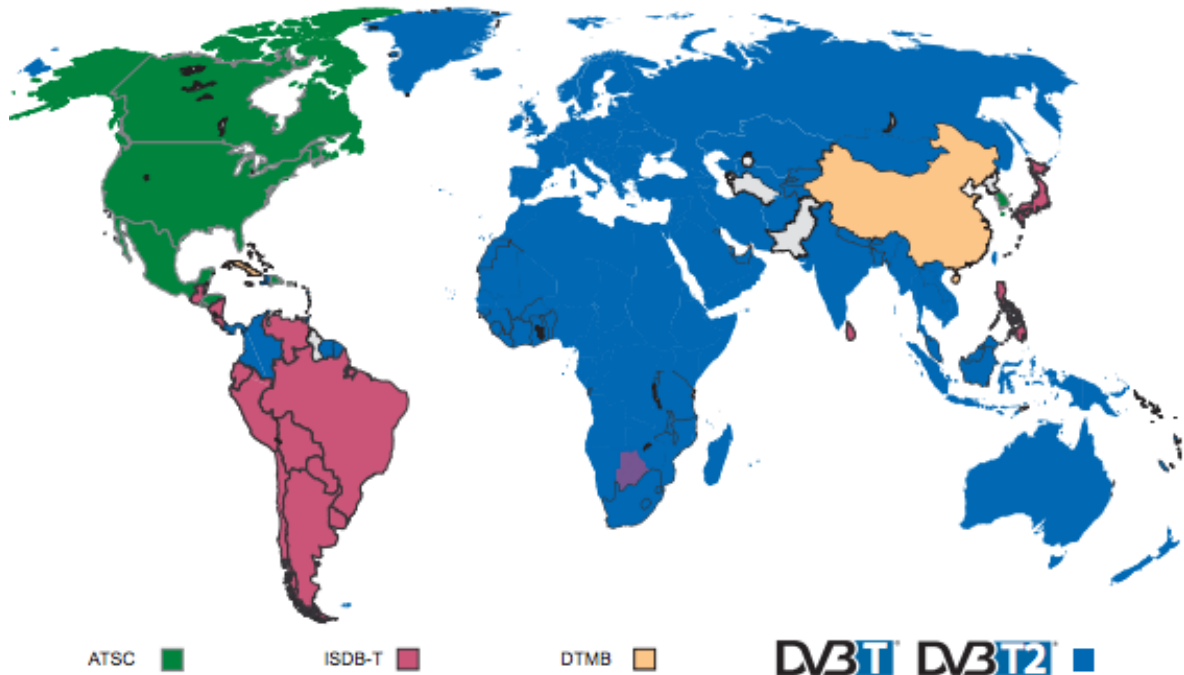


Ilustración 1 Implementación de los diferentes estándares de televisión a nivel mundial, Fuente [25]

Los más destacados a nivel internacional se ilustran en la Figura 1 y se describen a groso modo a continuación:

1. DMB-T/H: (Digital Multimedia Broadcasting-Terrestrial/Handheld) Adoptado en China como estándar DTV. Ahora conocido como DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast), el cual contiene portadora única y opción de multiportadora para contenidos variados en definición estándar y en alta definición¹.
2. ATSC: (Advance Television Systems Committee) Es el estándar adoptado en los Estados Unidos de Norteamérica, creada por la asociación de industrias eléctricas (EIA), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) entre otras entidades para desarrollar normas voluntarias y prácticas recomendadas para la televisión digital².

¹ RODHE & SCHWARZ, Tecnología DTMB

² ATSC Web Site, ATSC Definition, [24]

3. ISDB-T: (Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial) Es una técnica estándar para la televisión digital de difusión utilizados en Brasil y Perú, sobre la base del sistema japonés denominado de igual manera ISDB-T.
4. DVB: (Digital Video Broadcasting) Adoptado por la mayor parte de los países Europeos y también en Colombia (En su versión DVB-T2) es otro de los estándares y el más utilizado a nivel mundial, puesto que proporciona grandes ventajas en el campo de la codificación audiovisual para la radiación satelital, televisión por cable y televisión digital terrestre, para brindar a los usuarios distribución de formatos como MPEG-2, SDTV, HDTV y UHDTV³. [8]
5. DVB-T2: Es el sistema de televisión digital terrestre (TDT) más avanzado del mundo, ofreciendo más robustez, flexibilidad y al menos un 50% más de eficiencia que cualquier otro sistema TDT. Es compatible con SD, HD, UHD, TV móvil, o cualquier combinación de los mismos.

Este último se puede poner en punto de comparación con su versión más reciente en cuanto a ancho de banda, frecuencia de distribución y velocidad se refiere como se muestra en la tabla 1.

	DVB-T	DVB-T2 (new/improved options in bold)
FEC	Convolutional Coding+Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5 , 2/3, 3/4, 4/5 , 5/6
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128 , 1/8, 19/256 , 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 8k	1k , 2k, 4k , 8k, 16k , 32k
Scattered Pilots	8% of total	1% , 2% , 4% , 8% of total
Continual Pilots	2.0% of total	0.4%-2.4% (0.4%-0.8% in 8K-32K)
Bandwidth	6, 7, 8 MHz	1.7 , 5 , 6 , 7 , 8 , 10 MHz
Typical data rate (UK)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. data rate (@20 dB C/N)	31.7 Mbit/s (using 8 MHz)	45.5 Mbit/s (using 8 MHz)
Required C/N ratio (@24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

Tabla 1 Comparación de velocidad de transmisión de datos de los estándares de TDT DVB-T - DVB-T2, Fuente [8]

³ DVB Official Website, Standards, [8]

○ ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Es un concepto que define el rango en el que se pueden clasificar y ordenar las diferentes frecuencias de radiaciones existentes, las cuales se generan a partir de la vibración de los electrones contenidos en la materia y las cuales hacen variar su campo eléctrico.

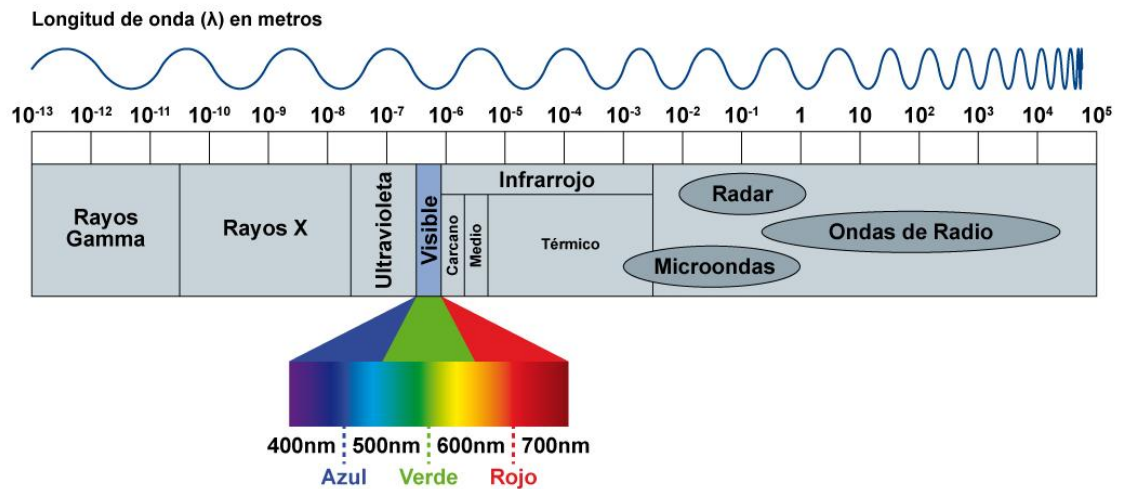


Ilustración 2 Espectro Electromagnético; Fuente [26]

Dentro del rango de frecuencias que ofrece el espectro electromagnético, se evidencia un sector denominado “Luz Visible”, comprendido entre los 400 nm y los 700 nm de longitud de onda, el cual es el rango de frecuencias que el ojo humano puede percibir de la luz.

En cuanto a las frecuencias que el ser humano no puede ver, pero puede utilizar entre otras, está el denominado “Espectro Radioeléctrico”, el cual se utiliza para la propagación de información y telecomunicaciones.

○ CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

Las ondas electromagnéticas se pueden clasificar en:

1. Radiación no ionizante: No tienen la suficiente energía como para romper los enlaces que unen los átomos del medio que irradian (ondas de radio y TV, microondas, luz visible, etc.).
2. Radiación ionizante: Tienen suficiente energía como para producir ionizaciones de los átomos del medio o materia que es irradiado. Van desde los rayos X hasta la radiación cósmica.

- FENÓMENOS QUE AFECTAN LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

Como cualquier fenómeno físico del universo, las ondas electromagnéticas sufren fenómenos que afectan su estructura, haciendo que estas varíen su amplitud y frecuencia, lo cual puede ser beneficioso o perjudicial según el fenómeno que las afecte y la finalidad de las mismas, se describen algunos de estos fenómenos, a continuación:

1. Reflexión: es el fenómeno que experimentan las ondas al entrar en contacto con un objeto que obstaculice su trayectoria sin cambiar el medio de propagación, haciendo que esta cambie su trayectoria inicial.
2. Refracción: es el fenómeno que experimentan las ondas en el momento en el que pasan de un medio de propagación a otro y en el cual pueden cambiar su trayectoria y velocidad.
3. Interferencia: es el fenómeno que experimentan las ondas al superponerse con otras ondas que se estén propagando por el mismo medio en el mismo instante de tiempo. Esta se puede presentar de forma constructiva, que se da cuando las ondas que se superponen tienen la misma fase y se aumenta su amplitud, o de forma destructiva que, al contrario de la anterior, las ondas que se superponen tienen una fase diferente y se produce una diferencia de amplitud que, en el peor de los casos, puede dejar la onda resultante con amplitud cero.
4. Difracción: es el fenómeno que sufren las ondas cuando entran en contacto con un obstáculo que posee dimensiones similares a la forma de la onda, y este se convierte en un nuevo punto de emisión de la misma.
5. Atenuación: es el fenómeno que sufren las ondas al alejarse del punto de origen, puesto que el espacio por el que se propagan, produce una resistencia natural, la cual afecta a la onda reduciendo su amplitud y su frecuencia.

○ ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico se trata del espacio por el cual se propagan las ondas electromagnéticas que se utilizan para la transferencia y difusión de telecomunicaciones. Cuenta con múltiples subgrupos de rangos denominados “Bandas de frecuencias” los cuales hacen parte por supuesto, del espectro electromagnético, y con los cuales, se hace más fácil la atribución de las frecuencias para aquellos que deseen utilizarlas en una tarea específica.

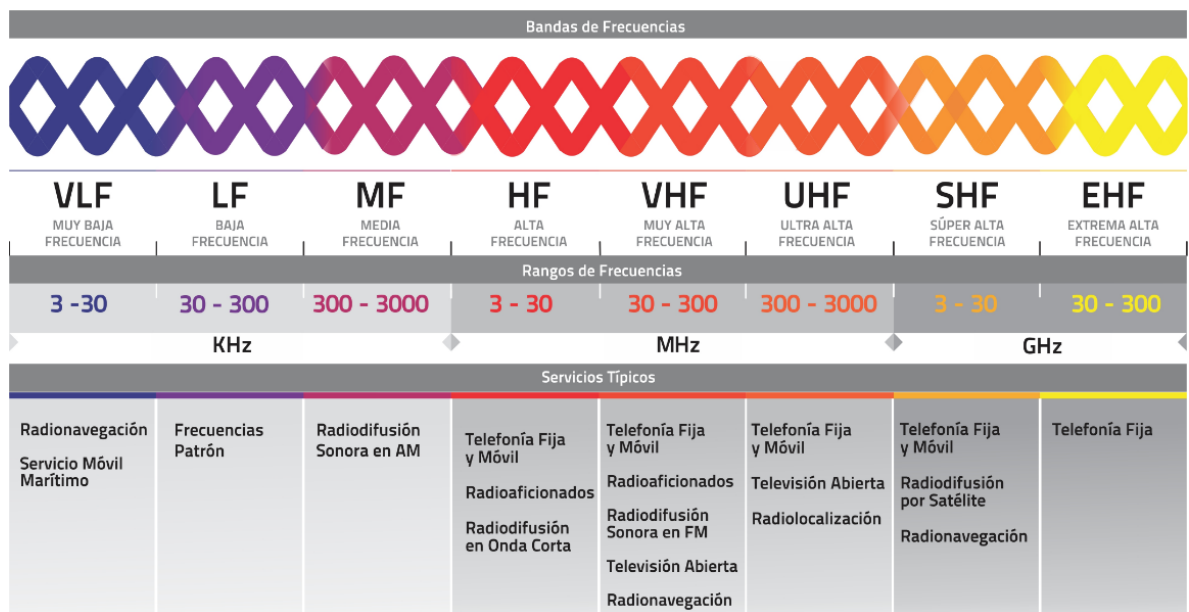


Ilustración 3 Espectro Radioeléctrico; Fuente [27]

○ PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS EN EL ESPACIO

Para definir los fenómenos descritos en la propagación de las ondas, se introducen algunos conceptos de carácter un tanto complejo, puesto que se basan en modelos estadísticos para describir la trayectoria de las ondas cuando se propagan por los diferentes medios existentes y que, por tal razón, describen un modelo de trayectoria diferente. Estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. MODELO DE PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE

Este es comúnmente utilizado para predecir la potencia de la onda cuando existe una línea de vacío entre el punto emisor y el receptor, descrito por la siguiente ecuación:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

Donde P_t, G_t, P_r y G_r son las potencias (W) y ganancias (dB), transmitidas y recibidas respectivamente, $d(m)$ es la distancia de separación entre las antenas, L es un factor de pérdida del sistema no relacionado a la propagación, λ es la longitud de onda. Bajo este modelo, la pérdida por propagación $P_L(dB)$, según su frecuencia $f(Hz)$ es:

$$P_L = 20 \log d + 20 \log f - 10 \log G_t - 10 \log G_r - 147.55 (dB)$$

2. MODELO DE PERDIDA DE PROPAGACIÓN BÁSICO (OKUMURA)

Este es uno de los modelos más utilizados para calcular la pérdida de propagación en áreas rurales, puesto que su aplicación se encuentra dentro del rango de frecuencias entre 150 MHz a 1920 MHz, distancia entre 1 Km y 100 Km, y altura de la antena de la estación de transmisión entre 30 m y 1000 m, se describe con la siguiente ecuación:

$$P_L = L_F + A_{mu}(f, d) - G(h_t) - G(h_r) - G_{AREA}$$

Donde L_F es la atenuación del espacio libre, $A_{mu}(f, d)$ la atenuación relativa promedio (curvas), G_{AREA} la ganancia debido al tipo de ambiente, y el resto de las variables son definidas por el concepto que maneja el espacio libre.

3. MODELO DE PERDIDA DE PROPAGACIÓN COMPLETO (OKUMURA-HATA)

Este modelo entrega gráficos matemáticos de las pérdidas de propagación del modelo anterior (Básico - Okumura), y se describe mediante la siguiente ecuación, la cual contiene implícitos los valores de corrección para ambientes rurales:

$$F_t = 23.61 + 7.83 \log(f) - 13.82 \log(h_t) + (44.9 - 6.55 \log(h_r)) \cdot \log(d) - 4.78(\log(f))^2 (dB)$$

Donde, $h_t(m)$ es la altura de la antena transmisora, $f(MHz)$ la frecuencia de la onda, y $d(Km)$ la distancia entre las antenas transmisora y receptora⁴.

- ANTENAS

El concepto más fácil para definir una antena es que una antena es un dispositivo que básicamente transmite y recibe ondas electromagnéticas por un espacio libre. Con diferentes parámetros de configuración y múltiples formas de uso, las antenas se han apoderado del mundo de las telecomunicaciones, puesto que, sin ellas, sería imposible implementar un sistema de comunicación de forma inalámbrica.

⁴ Beltrán, Jairo, Fermín, José, Hernández, María, Comparación de los modelos de propagación electromagnética implementados en la telefonía móvil. Multiciencias [en línea] 2012, 12 (Enero-Diciembre) [10]

1. PATRON DE RADIACION DE UNA ANTENA

El patrón de radiación de una antena puede definirse como la forma de distribución de potencia que esta presenta en el momento de irradiar o percibir las ondas del espacio dependiendo del tipo y de la función que esta valla a cumplir.

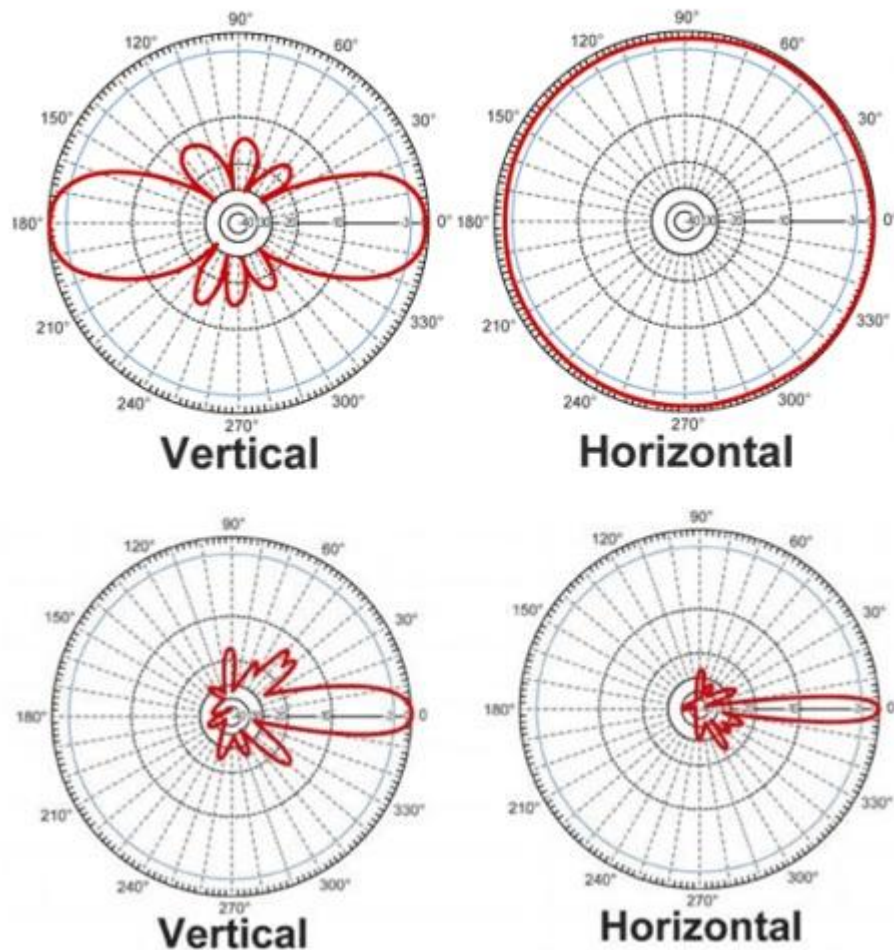


Ilustración 4 Patrón de radiación de una antena direccional vs omnidireccional; Fuente [28]

Se acostumbra a dividirlos en patrones de radiación horizontal y vertical y generalmente cierta cantidad de energía se irradia en direcciones no deseadas, constituyendo lo que se conoce como lóbulos laterales y el lóbulo trasero, los cuales se evidencian cerca del punto de radiación en forma de ruido.

○ LINEAS DE TRANSMISION

Se entiende por líneas de transmisión al medio por el cual se transmite la información percibida o irradiada por una antena hacia un decodificador de señal o a un transmisor de ondas respectivamente.

1. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN COAXIALES

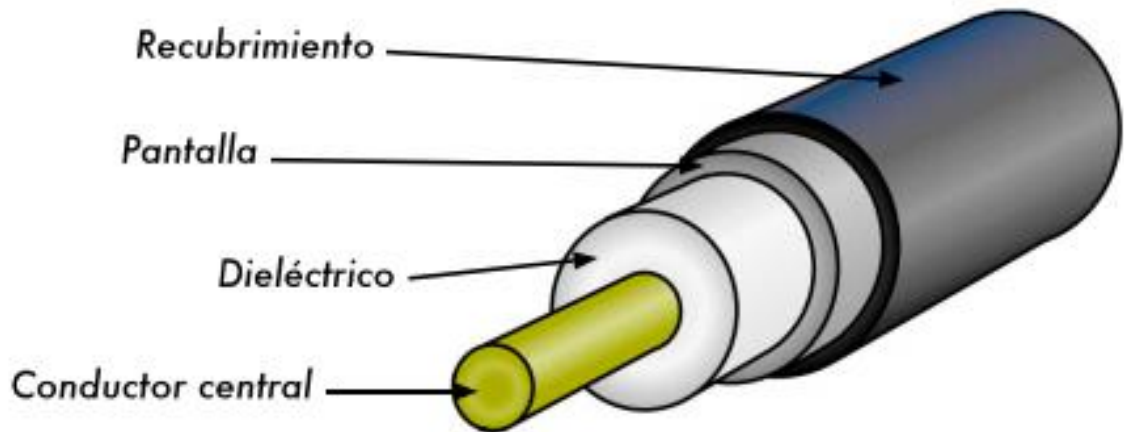


Ilustración 5 Descripción de un cable coaxial. Fuente [28]

Estos suelen estar fabricados por hilos de cobre rodeado por una malla (también llamada pantalla) que puede ser de aluminio y que se encarga de la protección de los datos transmitidos, un recubrimiento en material dieléctrico que separa el núcleo de la malla protectora que provee aislamiento, y finalmente un recubrimiento impermeable de goma o de teflón.

○ CONECTORES

Los conectores (también llamados terminales) son los que se encuentran al final de cada extremo de una línea de transmisión y que permiten acoplar dicha línea un dispositivo para asegurar la conexión de una forma más fácil, puesto que generalmente cuentan con un sistema de rosca simple o, en otros casos, acople mediante pines de seguridad, y estarán siempre encargados de mantener la línea de transmisión completamente fija y bien conectada al dispositivo.



Ilustración 6 Algunos tipos de conectores con referencia. Fuente [28]

○ ENLACE MICROONDAS

Los enlaces de microondas son sistemas de corto alcance, su rango de frecuencias operativas se encuentra descrita en la figura del espectro electromagnético demarcando un límite no inferior a 500MHz y un límite superior a 300GHz o más⁵, este tipo de enlace suele ser utilizado para sistemas de comunicaciones locales, los cuales pueden verse afectados por todos los fenómenos que afectan a las ondas electromagnéticas.

El enlace microondas requiere para establecer una comunicación la misma selección de dispositivos que cualquier sistema de comunicaciones convencional (Emisor, receptor, mensaje, etc.), lo que lo diferencia de los demás, son las capacidades que los dispositivos deben tener como mínimo para establecer dicha conexión, haciendo que los parámetros sean de menor potencia, el enlace microondas se convierte en un sistema de comunicaciones estable, fácil y económico.

⁵ Tomasi, Wayne, Sistemas de comunicaciones electrónicas. 2003 [25]

○ ENLACE SATELITAL

El enlace satelital es un enlace que se realiza a una escala mayor, puesto que se establece mediante satélites que orbitan la tierra, con unas longitudes de onda y frecuencias más grandes y estables, permiten establecer una conexión con mayor distancia haciendo que la información sea distribuida casi a cualquier parte, puesto que los satélites poseen la capacidad no solo de reproducir, si no de amplificar y generar señales para establecer un sistema de comunicación.

El enlace satelital llega para revolucionar los sistemas de comunicaciones, permitiéndole al ser humano tener acceso a un sistema de posicionamiento global (o GPS por sus siglas en ingles), el cual permite ubicar personas y objetos en cualquier parte del mundo, además de esto, establecer control sobre la tecnología que se envía a otros planetas para la investigación, entre otros múltiples usos de menor nivel.

Se trata de un sistema convencional en el que también intervienen los dispositivos necesarios para la comunicación Como transmisores, antenas, receptores, etc. La ventaja de los enlaces satelitales consiste en que permite abarcar una mayor cantidad de terreno para transmitir la información, con posibilidades y rangos de frecuencias más amplios para operar, lo que hace que las aplicaciones de las telecomunicaciones a nivel satelital tengan el mayor auge en cuanto a la revolución tecnológica.

➤ FACTIBILIDAD

El proyecto cuenta con la ventaja de ser desarrollado por un aspirante a ingeniero que, bajo la condición de estudiante de pregrado, posee las capacidades académicas para realizar dicho estudio, por lo cual, el costo que genera el talento humano por parte del desarrollador es mínimo.

En cuanto a los beneficios que conlleva el posterior montaje del estudio de televisión digital para la Universidad Santo Tomas sede Medellín, se suma la posibilidad de que más personas en el sector conozcan los beneficios de pertenecer a una de las pocas universidades en Colombia con alta acreditación multicampus, por lo que será más atractiva la oportunidad de pertenecer a un claustro educativo para la población que aún no ha tenido la oportunidad de hacerlo.

Debe ser claro que implementar un estudio de televisión digital trae consigo costos elevados en cuanto a equipos de planta y de producción, así como también mano de obra para montaje y operarios, entre otros. Pero la relación de costo vs beneficio

Desde un punto de vista técnico se cuenta con la disposición de software libre para realizar las respectivas simulaciones (Como, por ejemplo, para detectar el punto más lejano al cual debe realizarse la radiación se hace uso de la herramienta de Google Earth, el cual es un software libre proveniente de la compañía Google), así mismo, para la simulación del perfil de elevación. Para la verificación de los cálculos de los diferentes parámetros para el enlace satelital, se hace uso del software libre DishPointer [19], el cual permite recoger los datos necesarios para la solicitud de un enlace satelital para la radiación de la señal televisiva.

Para este proyecto se cuenta con las capacidades necesarias para realizar el estudio, realizar las diferentes pruebas y simulaciones necesarias en cuanto a requerimientos técnicos, procedimientos legales necesarios y recursos económicos que el desarrollo del mismo requiere.

También se realiza un estudio en el cual se calcula mediante el recurso de ROI (Retorno de Inversión), el factor por el cual, el proyecto se torna favorable y factible (Ver pág. 80).

➤ DISEÑO METODOLÓGICO

El proyecto ilustra con detalle lo necesario y lo que implica la implementación de un canal de televisión digital en la sede de Medellín de la Universidad Santo Tomas, proyectado a la población más vulnerable del sector de la educación, de tal manera que se dividió al proyecto en varias fases, como se detallaran a continuación.

En la primera fase se realizó la verificación de la disponibilidad de frecuencias de radiación en este sector del país, para lo cual existen varios procesos legales impuestos por los entes regulatorios tanto de gestión, control y administración de las telecomunicaciones.

En la segunda fase se procedió al estudio de la ubicación de la estación principal y diferentes convenios disponibles para la transmisión por medio satelital.

En la tercera fase se procedió a plasmar por medio de simulaciones con los diferentes Software disponibles para el cálculo de radiación de señales satelitales en un sector específico del país (Medellín) y sus sectores aledaños, el cálculo de radiación, microondas y cobertura del canal digital de televisión y posteriormente el análisis de los resultados obtenidos para determinar la mejor ubicación de una antena para la transmisión.

En la cuarta fase se verifico el acceso que la Universidad Santo Tomas – Sede Medellín, tiene a los estándares de transmisión y radiación de un medio de difusión establecidos por las autoridades competentes: Autoridad Nacional De Televisión (ANTV) y la Agencia Nacional Del Espectro (ANE).

➤ POBLACIÓN

Este proyecto tiene una proyección estrictamente social, enfocado específicamente la población estudiantil de la Universidad Santo Tomás Sede Medellín, con beneficios adicionales para la población con pocas posibilidades de acceso a la información y pocas posibilidades de acceder a la educación superior por falta de información o medios de información en la ciudad de Medellín.

➤ RADIACIÓN

○ CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO DE RADIACIÓN

Medellín es la segunda ciudad en importancia en Colombia, y capital del Departamento de Antioquia; su temperatura promedio es de 24º y está ubicada a 1.475 metros sobre el nivel del mar; cuenta con una extensión de 105 kilómetros cuadrados de suelo urbano, 270 de suelo rural y 5,2 de suelo para expansión.

La ciudad está situada en el centro del Valle de Aburrá, en la Cordillera Central, y está atravesada por el río Medellín, por el norte limita con los municipios de Bello, Copacabana y San Jerónimo; por el sur con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro; por el oriente con Guarne y Rionegro y por el occidente con Angelópolis, Ebéjico y Heliconia.

○ MAPA GEOPOLITICO DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Puesto que la sede de la Universidad Santo Tomas en esta Ciudad será el punto escogido de transmisión, el punto más lejano de la ciudad se encuentra ubicado en el costado sur, justo antes del límite con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro, en el barrio La Esmeralda (Calle 63; Carrera 45 a).

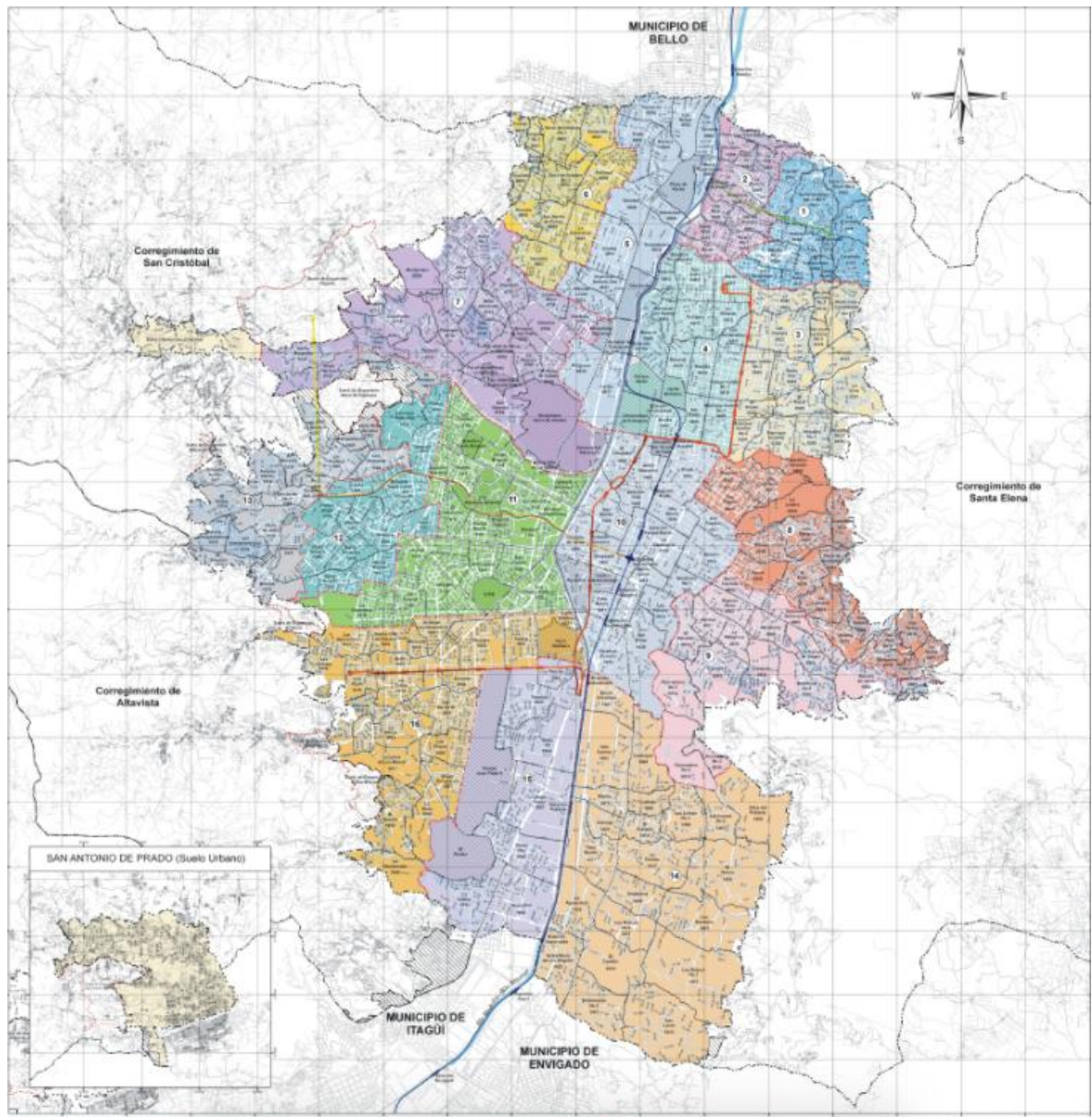


Ilustración 7 Mapa geo-político de la ciudad de Medellín, Fuente [29]

- TRAYECTORIA DE SEÑAL DESDE EL PUNTO DE TRANSMISION HASTA EL PUNTO MAS LEJANO DE RECEPCION

Esta trayectoria se plantea con el fin de definir el punto más lejano para transmitir la emisión del CANAL DE TELEVISION DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE MEDELLIN hasta el punto más lejano desde el punto de transmisión (Universidad Santo Tomas) hasta el límite más lejano por el sur, justo antes del límite con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro, en el barrio La Esmeralda (Calle 63; Carrera 45 a).

La longitud obtenida es:

11,6 Km



Ilustración 8 Punto más lejano para efectuar la radiación. [Tomado de Google Maps]

- FRECUENCIAS DISPONIBLES

Con base en la disponibilidad de frecuencias para radiodifusión que ofrece la Agencia Nacional Del Espectro en forma de registro público, las frecuencias disponibles para radiación en la Ciudad de Medellín son:



REGISTRO DE FRECUENCIAS DISPONIBLES

Código DANE	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FRECUENCIAS DISPONIBLES POR MUNICIPIO
91001	AMAZONAS	Leticia	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91263	AMAZONAS	CD. El Encanto	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91405	AMAZONAS	CD. La Chorrera	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91407	AMAZONAS	CD. La Pedrera	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91430	AMAZONAS	CD. La Victoria	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91460	AMAZONAS	CD. Miriti - Paraná	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91530	AMAZONAS	CD. Puerto Alegría	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91536	AMAZONAS	CD. Puerto Arica	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91540	AMAZONAS	Puerto Nariño	3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91669	AMAZONAS	CD. Puerto Santander	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
91798	AMAZONAS	CD. Tarapacá	3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
05001	ANTIOQUIA	Medellín	2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
05002	ANTIOQUIA	Abejorral	2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
05004	ANTIOQUIA	Abriaquí	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
05021	ANTIOQUIA	Alejandro	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Tabla 2 Frecuencias disponibles por departamento y municipio (ANE), Fuente [30]

Con base en las frecuencias disponibles y para fines de radiodifusión para el canal de televisión digital en la ciudad de Medellín de la Universidad Santo Tomas, se elige la frecuencia 50, la cual cuenta con las siguientes características:

CANAL	ANCHO DE BANDA	PORTADORA DE VIDEO	PORTADORA DE AUDIO	PORTADORA DE COLOR	OBSERVACIONES
50	686-692	687.25	691.75	690.83	Banda V

Tabla 3 Parámetros de la frecuencia para el canal 50, Fuente [31]

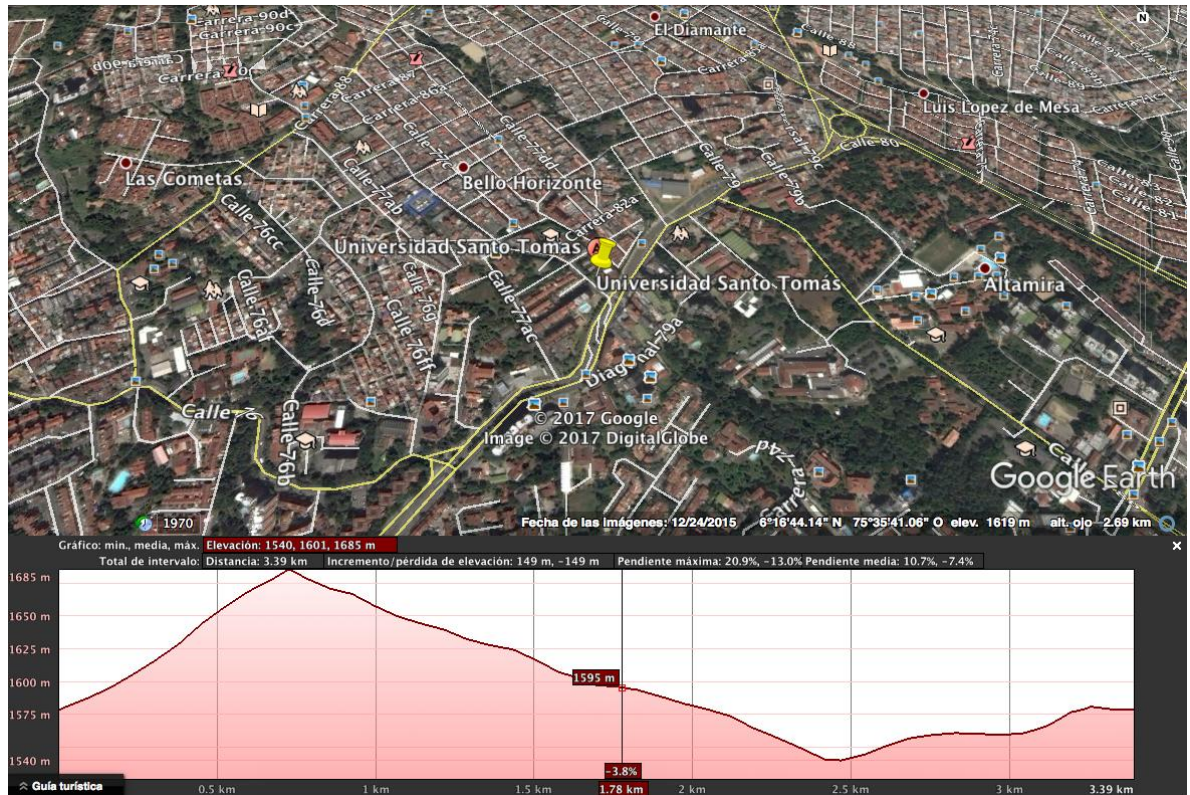


Ilustración 9 Perfil de elevación de la ciudad de Medellín para la viabilidad de transmisión desde la sede de emisión hasta el punto de recepción más lejano. [Tomado de Google Earth]

Con este perfil de elevación se pretende verificar que el terreno de radiación de la señal del canal de televisión digital no cuete con obstáculos al nivel terrestre para la difusión de su señal, como se puede evidenciar en la ilustración 10

- CARACTERIZACION DE LOS PARAMETROS PARA SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSMISION

Para dar inicio al estudio y para iniciar los cálculos para la radiación, se estipulan los siguientes parámetros sugeridos por el proveedor:

Potencia de transmisión: 400W rms

Norma de transmisión: DVB-T2

Altura de la antena en la torre de trasmisión: 50 m

Frecuencia de transmisión: 50 UHF

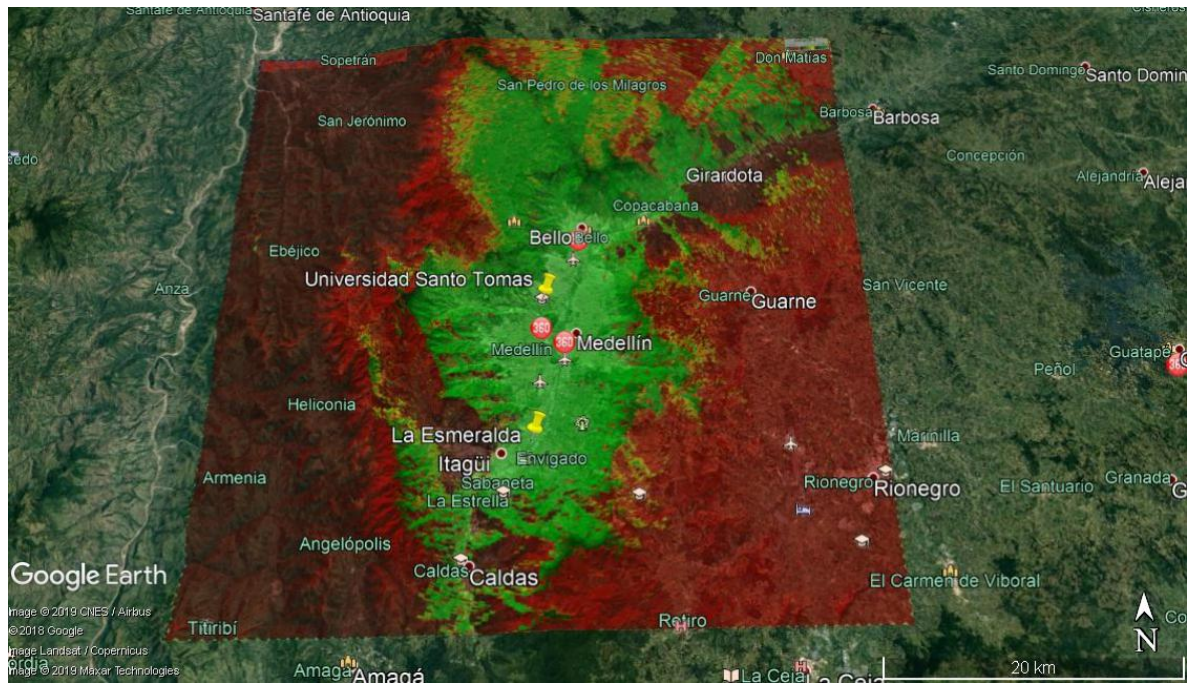


Ilustración 10 Simulación de cobertura con los parámetros del proveedor, [Tomado de Google Maps]

Como se evidencia en la ilustración 10, los parámetros sugeridos por el proveedor abarcan un mayor terreno al estipulado inicialmente, por lo que se cumple con la cobertura de todo el territorio de la ciudad de Medellín con algunos municipios aledaños, lo cual permite expandir el alcance del proyecto con los parámetros aquí estipulados y con los cuales se da inicio al estudio, ubicando el centro de transmisión en la Universidad Santo Tomas Sede Medellín.

1. TRANSMISOR

Con estos parámetros, la compañía ABE sugiere un transmisor de referencia (MTX D 400/U), el cual cumple con los parámetros mínimos para la transmisión desde este punto y que brinda buena cobertura para realizar la transmisión de la señal del canal de Televisión Digital de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín, puesto que brinda la suficiente potencia para cubrir todo el terreno de la ciudad de Medellín, a 11 Km de perímetro aproximadamente.



Ilustración 11 Transmisor MTX D 400/U, Fuente [32]

Las siguientes son las especificaciones técnicas del dispositivo transmisor:

MTX Series Standard specification

Output frequency range:	VHF or UHF (according to the model)
Output impedance:	50Ω
Spurious, harmonics and out of channel + upper and lower adjacent channel IMD products:	≤ -60dB (with RF output filter)
Frequency stability (in the range -5 to +45°C):	≥ ±250Hz (option: GNSS locked reference for better than 1Hz stability)
DIGITAL OPERATION SPECIFICATIONS	
Output power:	0.5W to 10KWavg (tol.+0/-1dB) according to the model (before output filter)
Transmission standard:	OFDM (DVB-T/H; DVB-T2; ISDB-T/Tb); 8VSB (ATSC); other on request for detailed specifications see driver specific documentation
Intermodulation products (shoulders) just outside channel edges (before output filter):	According to the model and power output (typ. Spec. ≤38dB with reference to emission channel centre power density)
MER – Modulation Error Ratio:	According to the model and power output (typ. Spec. ≥35dB)
Input interface options:	ASI; Ethernet (T.S. over IP); DVB-S/S2 multistream receiver; terrestrial receiver (for different input interfaces and specifications, see driver specific documentation)
ANALOG OPERATION SPECIFICATIONS	
Output power:	1W to 20KW (tol.+0/-1dB) according to the model (including output filter loss)
Transmission standard:	B, G, D, H, I, K, K1, M or N
In band intermodulation products	≤ -60dB (typical; max. -56dB – Test: V.C. -8dB; S.C. -10dB; C.S. -16dB)
Video input:	1Vpp (75Ω BNC-f) – video processing include ALC and signal reconstruction
Transmitted Video quality parameters:	Differential gain: within ±1.5% (typical; max.±5%); Differential phase: ±1.5° (typical; max.±3°) 2T K rating: 1% (typical; max 2%); Random noise (weighted typical): ≥60dB; Group delay response (V.C. to C.S.): Within ±40nS Amplitude / frequency response: (V.C. to C.S.): Within ±0.5dB (typical; max. ±1dB)
Audio input:	0dBm (adjustable) 600 Ω bal. / unbal.
Audio options:	Stereo / dual sound IRT; BTSC; other on request
Transmitted Audio quality parameters:	Amplitude / frequency response: ±0.5dB (typical; max. ±1dB); Harmonic distortion: ≤0.4%
GENERAL SPECIFICATIONS	
Power supply:	According to the model: 90 to 264 Vac single phase or 207 to 415 three phases 50/60Hz
Remote control interface options:	RS485; Ethernet 10/100 Base-T (SNMP - web server - e-mail client) Remote firmware upgrade: supported
Housing:	Standard rack 19"
Operating temperature range:	-5 to +45°C
Maximum operative humidity:	90% non condensing

Tabla 4 Especificaciones técnicas del MTX D 400/U, Fuente [32]

2. ANTENA

Luego del transmisor, se hace necesario escoger una antena de transmisión que cumpla con los parámetros establecidos para la simulación y para dar cubrimiento a todo el terreno al que se piensa emitir, por lo cual la compañía ABE sugiere una antena de referencia (RS-U2V12) la cual cuenta con las características necesarias para realizar la operación de transmisión con el dispositivo MTX D 400/U mencionado anteriormente.



Ilustración 12 Antena RS-U2V12 ABE, Fuente [33]

Los patrones de radiación de esta antena son (685 MHz):

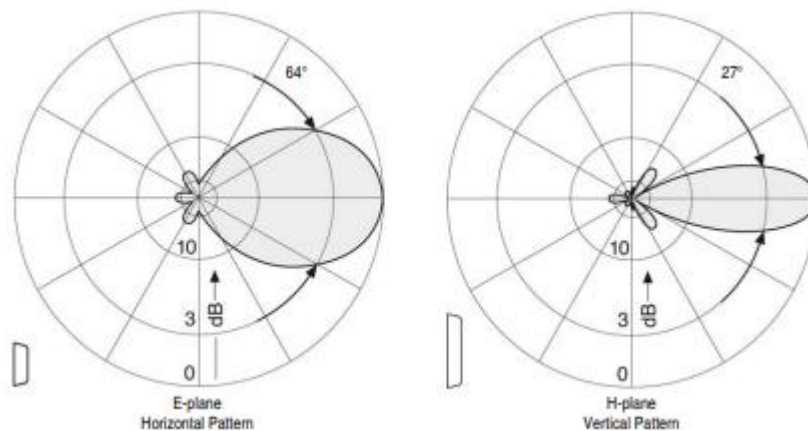


Ilustración 13 Patrones de radiación de la antena RS-U2V12 en sus diferentes polarizaciones. Fuente [33]

Las características técnicas de la antena son las siguientes:

ELECTRICAL SPECIFICATIONS		Technical data
Frequency range:		470÷860 MHz
Average gain ($\lambda/2$):		11.5 dBd
Average gain (ISO):		13.7 dBi
Impedence:		50 Ω
Max VSWR:		1.1:1
Max Power:		2kW
Connector:		7/16 (f) – option: EIA flange 7/8" (on request, also "N" female with reduced max power)
Horizontal beam-width (@ -3dB):		about 64°
Vertical beam-width (@ -3dB):		about 27°
Polarization:		horizontal (H)
MECHANICAL SPECIFICATION		
Materials	Reflector and screws:	stainless steel AISI 304
	Radome:	fiber-glass (grey color – on request other colors)
	Dipoles/splitters/lines:	silver plated brass
	Isolating material for splitters/lines:	Teflon® (PTFE)
	O-rings:	silicone
Mounting:		by means of 4 screws M8
Weight:		12Kg.
Wind load:		front 530N @ 160Km/h side 270N @ 160Km/h

Tabla 5 Características eléctricas de la antena RS-U2V12 ABE, Fuente [33]

3. MEDIO DE TRANSMISION (CABLE)

En función de la conexión de estos dos dispositivos, se hace necesario la selección de un medio de transmisión adecuado junto con sus respectivos conectores, puesto que la atenuación del cable y una mala conexión pueden poner en riesgo la trasmisión de la señal del canal de televisión digital de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín. Este no es escogido por la compañía ABE ya que consideran que cualquier cable con características estándar para broadcasting realizaran la labor de manera adecuada, el que debe ser escogido de forma minuciosa será el conector ya que para ambos dispositivos (Transmisor y antena) debe llegar el mismo cable sin acoples e la línea.

Por tanto, es seleccionado un medio de transmisión de marca COMMSCOPE de referencia (HELIAX AVA5-50) puesto que la impedancia de este se acopla a la impedancia de los dispositivos a conectar lo que hace que no sume alguna perdida adicional que no pueda ser tomada en cuenta.



Ilustración 14AVA5-50, HELIAX® Andrew Virtual Air™ Coaxial Cable, corrugated copper, 7/8 in, black PE jacket, Fuente [12]

Las siguientes son las características físicas del medio de transmisión:

Product Classification

Brand	HELIAX®
Product Type	Coaxial wireless cable

Construction Materials

Jacket Material	PE
Outer Conductor Material	Corrugated copper
Dielectric Material	Foam PE
Flexibility	Standard
Inner Conductor Material	Copper tube
Jacket Color	Black

Dimensions

Nominal Size	7/8 in
Cable Weight	0.30 lb/ft 0.45 kg/m
Diameter Over Dielectric	24.130 mm 0.950 in
Diameter Over Jacket	27.991 mm 1.102 in
Inner Conductor OD	9.4488 mm 0.3720 in
Outer Conductor OD	25.400 mm 1.000 in

Tabla 6 Especificaciones de construcción y dimensiones del cable, Fuente [12]

Las siguientes son las características eléctricas del medio de transmisión:

Electrical Specifications

Cable Impedance	50 ohm \pm 1 ohm
Capacitance	22.0 pF/ft 73.0 pF/m
dc Resistance, Inner Conductor	0.410 ohms/kft 1.435 ohms/km
dc Resistance, Outer Conductor	0.340 ohms/kft 1.116 ohms/km
dc Test Voltage	6000 V
Inductance	0.184 μ H/m 0.056 μ H/ft
Insulation Resistance	100000 Mohms•km
Jacket Spark Test Voltage (rms)	8000 V
Operating Frequency Band	1 – 5000 MHz
Peak Power	91.0 kW
Velocity	91%

Environmental Specifications

Installation Temperature	-40 °C to +60 °C (-40 °F to +140 °F)
Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-70 °C to +85 °C (-94 °F to +185 °F)

Tabla 7 Especificaciones eléctricas y ambientales del cable, Fuente [12]

4. ACOPLER DE CONECTOR

Del fabricante del transmisor y de la antena se obtiene que el tipo de conexión de estos dispositivos es de 7/16 in, puesto que el medio de transmisión seleccionado es de 7/8 in de diámetro, se hace necesaria la adquisición de un acople de conector para finalizar las conexiones, por esto se elige un acople de la compañía COMMSCOPE de referencia [78EZDF].



Ilustración 15 78EZDF - 7-16 DIN Female EZfit® for 7/8 in FXL-780, AVA5-50, and AVA5-50FX cable, Fuente [33]

Las siguientes son las características generales del acople:

General Specifications

Interface	7-16 DIN Female
Body Style	Straight
Brand	EZfit®
Harmonized System (HS) Code	854420 (Coaxial cable and other coaxial electric conductors)
Mounting Angle	Straight
Ordering Note	CommScope® non-standard product

Tabla 8 Especificaciones generales del 78EZDF, Fuente [33]

Las siguientes son las especificaciones eléctricas del acople:

Electrical Specifications

Connector Impedance	50 ohm
Operating Frequency Band	0 – 5000 MHz
Cable Impedance	50 ohm
3rd Order IMD, typical	-116 dBm @ 1800 MHz
3rd Order IMD Test Method	Two +43 dBm carriers
RF Operating Voltage, maximum (vrms)	1415.00 V
dc Test Voltage	4000 V
Outer Contact Resistance, maximum	1.50 mOhm
Inner Contact Resistance, maximum	0.40 mOhm
Insulation Resistance, minimum	5000 MOhm
Peak Power, maximum	40.00 kW
Insertion Loss, typical	0.05 dB

Tabla 9 Especificaciones eléctricas del 78EZDF, Fuente [33]

Después de definir los dispositivos que se sugieren en este proyecto, se procede con la comprobación de que los parámetros escogidos sean los correctos para realizar todo el cubrimiento de la Ciudad de Medellín

○ CALCULO DE RADIACION:

Por tanto, para la banda V:

$$\frac{dB\mu V}{m} = 91$$

$$\frac{dB\mu V}{m} = dBm + 107 + 20 \log\left(\frac{2\pi * f}{c}\right)$$

$$dBm = \frac{dB\mu V}{m} - 107 - 20 \log\left(\frac{2\pi * f}{c}\right)$$

La ganancia de la antena entonces será:

$$PRC = 91 - 107 - 20 \log\left(\frac{2\pi * 686MHz}{300 * 10^6}\right) = -39.14 dBm$$

1. Potencia de Transmisión (en dB):

Este dato se realiza con el fin de poder hallar la ganancia de la antena de transmisión, puesto que este cálculo requiere de la potencia de transmisión en dB.

$$P_{TX} = 10 \log \left(\frac{P_{TX}(watts)}{1mW} \right) = 10 \log \left(\frac{400W}{1mW} \right) = 56.020 \text{ dB}$$

2. Atenuación del cable (dB/100m): 2.977

$$\alpha_{cable} = 2.977 * \frac{70 \text{ mts}}{100 \text{ mts}} = 2.0839 \text{ dB}$$

Del distribuidor se obtienen las pérdidas dependiendo de que conexión se usará para la antena de transmisión y el trasmisor que destinará el envío de señales hasta nuestra estación terrena. Estas pérdidas se describen como:

$$\alpha_{distribuidor} = 0.1 \text{ dB}$$

3. Radiación que emite la antena ubicada en la sede central de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín: 15.18 km
4. Dirección desde el punto de transmisión hasta punto más lejano que cubre todo Medellín (1): 179.66°
5. Dirección desde el punto de transmisión hasta punto más lejano que cubre todo Medellín (3): 49.47°
6. Número de caras de Tx de la antena:

$$\#Caras = \frac{169.38^\circ - 49.47^\circ}{34.39^\circ} = 3.48 \approx 3 \text{ Caras}$$

Sabiendo cuantos transmisores se requerirán para transmitir señales hasta la sede de la Santo Tomás de Medellín (1), se determina las pérdidas de distribución:

$$\alpha_{dist} = 10 \log \left(\frac{\#Tx}{\#Caras} \right) = 10 \log \left(\frac{1}{3} \right) = -4.77 \text{ dB}$$

7. Ganancia de la antena de transmisión

Luego, se obtiene la ganancia de transmisión de la antena, de la siguiente forma:

$$PRC = PTx + G_{AntTx} + G_{AntRx} - \alpha_{EL} - \alpha_{cable} - \alpha_{dist} - \alpha_{distribuidor}$$

$$G_{AntTx} = -39.14 \text{ dBm} - 56.020 \text{ dB} + 107.76 \text{ dB} + 2.0839 \text{ dB} + 4.77 \text{ dB} + 0.1 \text{ dB} \\ = 19.55 \text{ dB}$$

Esta es la ganancia mínima que se necesita para proporcionar una señal lo suficientemente potente para lograr la radiación que haga cubrimiento suficiente para radiar en la ciudad de Medellín, teniendo en cuenta las atenuaciones de los diferentes factores involucrados en la transmisión (Ambientales, de instrumentos, etc).

8. Atenuación del Espacio Libre:

Esta se calcula con el fin de detallar el factor de pérdidas por parte de la distancia entre el punto de transmisión y el punto más lejano de recepción, y también, causado por efectos de propagación de la onda electromagnética.

$$\alpha_{EL}(\text{Atenuacion Del Espacio Libre}) = 32.44 + 20 * \log(11,6) + 20 * \log(686) \\ = 110.45 \text{ dB}$$

Este dato queda consignado dentro del proyecto como información adicional para cualquier eventualidad en la posterior realización del mismo.

Las características generales del transmisor muestran la potencia máxima de salida (Que supera suficientemente la potencia de 400 Watts requerida) y los parámetros de conectores necesarios.

➤ ENLACE SATELITAL

Este estudio, junto con el de enlace microondas, se realizan como un adicional a los requerimientos mínimos para el montaje de un estudio de televisión digital, puesto que en un futuro posiblemente pueda hacerse necesaria la transmisión de la señal a otros puntos de la ciudad o del país, por este motivo se deja consignada la información necesaria en caso de que, en un futuro, la Universidad Santo Tomas Sede Medellín desee expandir la señal de la transmisión de su canal digital de televisión.

Las coordenadas de la universidad Santo Tomas Sede Medellín, para el punto de transmisión del enlace satelital son:

Latitud = 6.2442° Norte.

Longitud = -75.5812° Este o 75.5812° Oeste.

Se realiza la selección de un satélite que cubra la región a transmitir, en este caso para Colombia será el Satélite SES-6 (40.5°W)

LyngSat

Free TV from Colombia

MYIR Design Solution for AM437x Sitara™ Processors

[Learn More](#)




[Main](#) | [Asia](#) | [Europe](#) | [Atlantic](#) | [America](#) | [Headlines](#) | [Launches](#)

Free TV: [Pacific](#) | [Asia](#) | [Middle East](#) | [Europe](#) | [Africa](#) | [South America](#) | [North America](#)

[Free TV](#) | [Free Radio](#) | [Stream TV](#) | [Stream Radio](#)



Colombia

Latest World additions:

170605: [Uni TV](#) on [Paksat 1R](#)

170605: [Prarthana Bhawan TV](#) on [Intelsat 20](#)

170605: [QVC UK](#) on [Astra 1KR](#)

170604: [The Buddhist TV](#) on [Intelsat 904](#)

170604: [Shradha TV](#) on [Intelsat 904](#)

170604: [Yurdum TV](#) on [Turksat 4A](#)

170604: [Al-Nahar TV +2](#) on [Eutelsat 7 West A](#)

170603: [Mir TV Europa](#) on [Y1A](#)

Announces Google
Free satellite TV
Live Stream TV
Internet Cable TV

The EIRP values are for Bogotá, Colombia

Logo	Channel Name	Position	Satellite	Beam	EIRP
	Avivamiento TV	40.5°W	SES 6	Hemi	34-36
			LyngSat Stream		
	Bogotá Social TV		LyngSat Stream		
	Cable Noticias	40.5°W	SES 6	Hemi	34-36
			LyngSat Stream		
	Cali TV		LyngSat Stream		
	Canal 2 Yopal		LyngSat Stream		
	Canal 4		LyngSat Stream		
	Canal Antiestrés	40.5°W	SES 6	Hemi	34-36
			LyngSat Stream		
	Canal C		LyngSat Stream		
	Canal Capital	40.5°W	SES 6	Hemi	34-36
			LyngSat Stream		

Ilustración 16 Verificación satélite disponible en LyngSat, Fuente [34]

- Coordenadas Estación Transmisión (Sede Universidad Santo Tomás de Medellín):

Latitud = 6.2442° Norte.

Longitud = -75.5812° Este o 75.5812° Oeste.

- Coordenadas Satélite (SES-6):

Longitud = 40.5° Oeste.

1. Diferencia de Longitud:

$$\phi_{det} = \phi_s - \phi_r = 40.5^\circ - 75.5812^\circ = -35.081^\circ W \text{ o } 35.081^\circ E$$

2. Variable del ángulo de Elevación

$$x = \cos^{-1}(\cos \theta_r * \cos \phi_{det})$$

$$x = \cos^{-1}(\cos (6.2442^\circ) * \cos (-35.0812^\circ)) = 35.56^\circ$$

3. Azimuth

$$\phi' = \tan^{-1}(\tan \phi_{det} / \sin \theta_r)$$

$$\phi' = \tan^{-1}(\tan(-35.0812^\circ) / \sin (6.2442^\circ)) = |-81.19^\circ| = 81.19^\circ$$

$$Az = 180^\circ - 81.19^\circ = 98.81^\circ$$

4. Elevación

$$Elev = \tan^{-1}\left(\cot x - \left(\frac{r}{r+h}\right) * \csc x\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\tan x} - \left(\frac{r}{r+h}\right) * \frac{1}{\sin x}\right)$$

$$Elev = \tan^{-1}\left(\cot 35.56^\circ - \frac{6378}{6378 + 35786} * \csc 35.56^\circ\right) = 48.71^\circ$$

5. Distancia Real

$$d = h * \sqrt{1 + 0.42 * (1 - \cos \theta_r * \cos \phi_{det})}$$

$$d = 35786 * \sqrt{1 + 0.42 * (1 - \cos 6.2442^\circ * \cos -35.0812^\circ)} = 37161.25 \text{ km}$$

6. Atenuación del espacio Libre

$$F = 3642 \text{ MHz}$$

$$\alpha_{EL} = 32,44 + 20 \log(d) + 20 \log(f)$$

$$\alpha_{EL} = 32,44 + 20 \log(37161.25) + 20 \log(3642) = 195.068 \text{ dB}$$

Se procede a la verificación de los datos obtenidos por medio del simulador DishPointer, ver Ilustración 16.

Mapa Satélite

Address: 6.2442, -75.5812

Latitude: 6.2442°

Longitude: -75.5812°

Satellite: 40.5W SES-6

Elevation: 48.7°

Azimuth (true): 98.8°

Azimuth (magn.): 104.8°

You can click and drag the marker

[zoom in](#) | [zoom out](#)

Options

show obstacle (line of sight checker)

Google

Imágenes ©2016, CNES / Astrium, DigitalGlobe | Términos de uso | Informar de un error de Maps

Your Location	Satellite Data	Dish Setup Data
Latitude: 6.2442°	Name: 40.5W SES-6	Elevation: 48.7°
Longitude: -75.5812°	Distance: 37165km	Azimuth (true): 98.8°

Google EARTH

Ilustración 17 Estación de Transmisión (Universidad Santo Tomas Sede Medellín), Fuente [19]

➤ ENLACE MICROONDAS

1. Frecuencia de la portadora (Rango entre 2025 y 2110 MHz): 2.05 GHz.
2. Pérdidas en la trayectoria en el espacio libre entre las antenas (dB):

$$L_p = 92.44 + 20 \log(8.51) + 20 \log(2.05) = 117.27 \text{ dB}$$

3. Margen de desvanecimiento:

F_m = efecto de trayectoria múltiple + sensibilidad del terreno – objetivos de confiabilidad – constante.

$$\begin{aligned} F_m &= 30 \log(D) + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \\ F_m &= 30 \log(8.51) + 10 \log(6 * 1 * 0.125 * 2.05) - 10 \log(1 - 0.9999) - 70 \\ &= -0.233 \text{ dB} \end{aligned}$$

4. Pérdida total por acoplamiento (dB):

$$L_b = 4 \text{ dB (2 Antenas & 2 Trayectorias)}$$

Teniendo en cuenta la atenuación del cable (10.311 dB/100 mts), y teniendo una distancia de 60 metros entre el transmisor y el sistema, se calculan las pérdidas en alimentador de guía de onda (dB):

$$L_f = 10.311 * \frac{60 \text{ mts}}{100 \text{ mts}} = 6.186 \text{ dB}$$

5. Ganancia de la antena de transmisión: 49.95 dB
6. Ganancia de la antena de recepción: 49.95 dB
7. Ganancia del sistema:

$$\begin{aligned} G_s &= P_t - C_{min} \geq F_m + L_p + L_f + L_b - A_t - A_r \\ G_s &= -0.233 \text{ dB} + 117.27 \text{ dB} + 6.186 \text{ dB} + 4 \text{ dB} - 49.95 \text{ dB} - 49.95 \text{ dB} \\ &= 27.323 \text{ dB} \end{aligned}$$

➤ Análisis De Factibilidad

De acuerdo a las estadísticas obtenidas en la base de datos de la página de la Universidad Santo Tomás de la sede Medellín, esta seccional cuenta con un total de 683 estudiantes, en la cual se ofrecen los programas de Arquitectura, Derecho, Negocios Internacionales e Ingeniería de Telecomunicaciones, la cual tiene un costo de \$ 4'260.000 (Valor correspondiente al año 2018) más un valor de inscripción de \$ 120.000.

Carreras de pregrado	Estudiantes	Costo del semestre	Total
Arquitectura	195	5.340.000	\$1.041.300.000
Derecho	178	3.901.000	\$694.378.000
Negocios Internacionales	146	3.841.000	\$560.786.000
Ingeniería Telecomunicaciones	164	4.267.000	\$699.788.000
			\$2.996.252.000

Tabla 10 Esquema de programas de La Universidad Santo Tomas Sede Medellín

➤ Análisis de cotizaciones

Con base en este valor de ingreso semestral de la Universidad Santo Tomás Sede Medellín, se procede al análisis de las cotizaciones realizadas por el grupo de proyecto de grado que comparten la meta del estudio técnico del canal de televisión. Se incluyen las cotizaciones dentro del proyecto como anexos adicionales.

ITEMS A EVALUAR	PROVEEDORES POTENCIALES				EVALUACIÓN			
	SYES AMERICA	ABE	EGATEL	ATG	SYES AMERICA	ABE	EGATEL	ATG
COSTO	\$130.135.000	\$123.592.713,65	\$113.619.064,94	\$154.367.990,00	15%	30%	55%	10%
MODO DE PAGO	50 % orden 25% Antes de Envío 25% Entrega	30% Orden 70% de acuerdo a facturación	50 % orden 30% Antes de Envío 20% Entrega	40% Orden 30% Antes de envío 30% Entrega	20%	60%	20%	40%
ENTREGA	30/ 60 Días	30/60 días	30/60 días	30/60 días	33%	33%	33%	33%
TIEMPO DE GARANTIA	3 años	5 años	3 años	4 años	20%	60%	20%	40%

Tabla 11 Análisis de cotizaciones recibidas

De acuerdo a los datos de la tabla y con base en los porcentajes obtenidos por la evaluación de cada uno de los proveedores, se escoge como proveedor la industria ABE, puesto que dentro de los parámetros establecidos es la cotización más económica y cumple a cabalidad con los requerimientos solicitados.

Los costos de los equipos de producción también se incluyen dentro del documento como anexos adicionales (*Anexo 4*), de los cuales solo se posee una cotización que entraría a ser la seleccionada para el estudio.

➤ Descripción de los equipos de producción

Para tener un mayor alcance del proyecto, se estipulan las descripciones de los equipos de producción propuestos por la compañía Curaçao de Colombia [Anexo 4], los cuales harán parte del estudio de televisión para el proceso de producción, grabación, edición, remasterización, almacenamiento y demás procesos que hacen parte de la parte de producción de un estudio de televisión.

1. Mezclador de producción MCX-500

Es un dispositivo que permite al operador realizar una mezcla de video de varias cámaras a un mismo monitor, permitiendo así que el operador tenga una gran perspectiva de la grabación que se está realizando, ya que a este puede conectar un sistema de cámaras y ver la acción desde diferentes ángulos, para poder seleccionar el mejor en el momento preciso. Este dispositivo ofrece al operario la facilidad de ser controlado remotamente, esto con el fin de que el operador pueda realizar una tarea en paralelo con el proceso de mezcla de video y pueda realizar procesos de selección de cámara sin tener que manipular el dispositivo directamente.



Ilustración 18 Mezclador de producción MCX - 500, Fuente [35]

2. Videocámara compacta Full HD 3CMOS HXR – NX5

Es un dispositivo de grabación de alta calidad y de última tecnología, incorporando al proceso de grabación tres sensores de imagen CMOS Exmor Full HD de 1/2,8" los que permiten una imagen enfocada en movimiento y enfoque específico, los cuales proveen 2,07 millones de píxeles efectivos⁶. Un dispositivo versátil por su flujo de trabajo inalámbrico con baterías de alta duración y sistema de compatibilidad para con el Mezclador de producción MCX-500.

⁶ HXR-NX5R - Videocámara compacta Full HD 3CMOS con la última tecnología [36]



Ilustración 19 Videocámara compacta Full HD HXR - NX5, Fuente [36]

3. Monitor LCD Full HD de 17" LMD-B170

Este dispositivo ligero, versátil y económico, permite al operador tener una perspectiva de imágenes en una resolución de 1920 X 1080 e incorporando en este modelo, el modo de compatibilidad con otras referencias de monitores de la misma serie como PVM-A, LMD-A y LMD-B⁷, permitiendo así, o bien sea poder incorporar estas referencias, o el trabajo con tres monitores iguales en simultaneo, contando también con la facilidad de poder anclarse a la pared o trabajarlo desde su base de posición ajustable.



Ilustración 20 3. Monitor LCD Full HD de 17" LMD-B170, Fuente [37]

4. Mando a distancia RM-30BP

⁷ LMD-B170 - Monitor LCD Full HD de 17" de gama básica, rentable y ligero para un uso versátil [37]

El mando a distancia RM-30BP es el complemento perfecto para el dispositivo HXR – NX5 puesto que permite el control remoto del mismo, controlando funciones como:

- Control del objetivo: enfoque automático en una pulsación/manual, control del iris y del zoom
- Control de cámara: funciones de grabación/visualización, velocidad del obturador, balance de blancos, con seis botones asignables incluidos
- Reproducción y control multicámara (hasta 3 cámaras)⁸



Ilustración 21 Mando a distancia RM-30BP, Fuente [38]

⁸ Mando a distancia RM-30BP [38]

5. Auriculares profesionales estéreo MDR-7506

Estos auriculares permiten al operador aislar el sonido del entorno y poderse concentrar en el proceso de grabación que se lleva a cabo junto con las capturas de audio del mismo, brindando comodidad y un ajuste perfecto en el entorno de la cabeza con su diadema ajustable, cuenta con un terminal en plug de 3,5 mm y un adaptador a plug de 6,3 mm ambos chapados en oro⁹.



Ilustración 22 Auriculares profesionales estéreo MDR-7506, Fuente [39]

6. Trípode Libec RS-250DM

Este dispositivo es la base para las cámaras de grabación HXR – NX5, completamente compatible, cuenta con un nivel de líquido para planos inclinados, tres soportes ajustables a diferentes dimensiones, un soporte central flexible que asegura que los tres soportes base no se separen más de lo debido, manija ajustable para direccionamiento de la cámara, equipamiento de tornillería no removible para asegurar los dispositivos y por supuesto, una libertad de movimiento gran angular de 180° en el plano X y 90° en el plano Y.

⁹ Auriculares profesionales estéreo MDR-7506 [39]



Ilustración 23 Trípode Libec RS-250DM, Fuente [40]

7. Trípode UWP-D y paquete de micrófonia inalámbrica acoplable XLR UWP-D16

Estos micrófonos permiten a los presentadores y demás personas que aparecen en la grabación comunicar sus mensajes y enviarlos directamente a la consola de producción, en donde se pueden ecualizar los tonos de la voz para así tener una mejor experiencia a la hora de escuchar a los presentadores o reparto actoral. Cuenta con sistema de modulación FM analógica, El paquete incluye el transmisor de petaca UTX-B03, el transmisor acoplable UTX-P03 XLR (48 V) y el receptor portátil URX-P03¹⁰.

¹⁰ Trípode UWP-D y paquete de microfonía inalámbrica acoplable XLR UWP-D16 [41]



Ilustración 24 Trípode UWP-D y paquete de micrófona inalámbrica acoplable XLR UWP-D16, Fuente [41]

8. Estación base UHF de 2 canales TELEX BTR-800

La estación base es un dispositivo de intercomunicador inalámbrico con la ventaja de enrutamiento de frecuencias, el cual incluye 4 intercomunicadores que se comunican a la base principal y luego de esto a cualquier de los otros intercomunicadores, esencial para que todo el equipo de producción siga una misma instrucción sin la necesidad de interrumpir una grabación por el hecho de tener que desplazarse para comunicar algo al staff o simplemente evitando elevar la voz a la hora de dar una instrucción.



Ilustración 25 Estación base UHF de 2 canales TELEX BTR-800, Fuente [42]

9. Unidad independiente de Optical Disc Archive ODS-280U

Es una unidad de almacenamiento perfecta para guardar los archivos pregrabados y todo lo que tiene que ver con edición de audio y video en vivo, gracias a su velocidad de almacenamiento de aproximadamente 1Gbps de escritura y 2Gbps de lectura (Velocidades aplican para referencia seleccionada ODC-3300RE), está diseñada para brindar almacenamiento de datos a muy largo plazo¹¹.



Ilustración 26 Unidad independiente de Optical Disc Archive ODS-280U, Fuente [43]

10. Cartucho de archivo de discos ópticos Generación 2 ODC-3300R

La compañía Curaçao sugiere una cinta cassette ODC-1200RE, pero esta presenta inconvenientes de compatibilidad y un tiempo de respuesta limitado en algunas referencias¹². El cartucho ODC-3300R brinda al operario una mayor capacidad de almacenamiento y una mayor velocidad de escritura y lectura, lo que permite almacenar más cantidad de información con menos dispositivos y en el menor tiempo posible.

¹¹ Unidad independiente de Optical Disc Archive ODS-280U [43]

¹² Aviso sobre producto de Sony: Unidades XDCAM y Optical Disc Archive [45]



Ilustración 27 Cartucho de archivo de discos ópticos Generación 2 ODC-3300R, Fuente [44]

Ahora se realiza un estimado del costo total de la estructuración del estudio de televisión digital para la Universidad Santo Tomas Sede Medellín.

Inversión Inicial para el canal De televisión Digital Seccional Medellín	
Radioenlace	\$123.592.713,65
Producción	\$195.334.166,00
Total	\$318.926.879,65

Tabla 12 Esquema de inversión para el canal de televisión digital de la Universidad Santo Tomas Sede Medellín.

Con base en las entradas semestrales que presenta la Universidad Santo Tomas Sede Medellín y el costo estimado para la realización básica del canal digital de televisión, es evidente que la inversión a realizar es cómoda con respecto a los ingresos que presenta la misma, luego la Universidad estará disfrutando de los beneficios de su propio canal de televisión sin tener la necesidad de pautar con otros canales regionales.

➤ Descripción del Staff operativo y presupuesto

Adicionalmente se presentan los costos estimados mensuales referentes al staff operativo para todo el sistema de producción de un canal de televisión digital, esto con base en el presupuesto consultado por un Estudiante de la Universidad Santo Tomas al canal CityTV, el cual definió un horario productivo para este staff de 5:00 a 21:00 diariamente divididos en dos grupos definidos como: Tropas.

Personal para un canal de televisión y costos estimados.

Cargo	Cantidad	Asignación Básica Mensual	Total
Camarógrafo	6	\$ 2.000.000	\$ 12.000.000
Director de Cámaras	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Operador de VTR	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Operador lumino-técnico	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Asistentes técnicos	2	\$ 1.500.000	\$ 3.000.000
Switcher	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Operador de Audio	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Microfonista	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Operador del Control de video	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Total	15		\$ 29.500.000
Total de las dos tropas			\$ 59.000.000

Tabla 13 Estimado de costos de los operarios de un canal de Tv sugeridos por CitiTv, Fuente [17]

Descrito esta que este estimado de costos de mano de obra está planteado para un canal de televisión como lo es CityTv, siendo este un canal de televisión para la Universidad Santo Tomas no se hace necesario realizar el contrato por dos tropas, ya que la emisión de señal del canal de televisión no tiene que ser en vivo, el presupuesto planteado inicialmente para este proyecto sería realizar la utilización de una sola tropa cuando las emisiones deban realizarse en vivo.

- Descripción del Staff

A continuación, una breve descripción del papel que desenvuelve cada uno de los operarios mencionados en el estimado de costos de los operarios.

1. Camarógrafo

Es la persona encargada del manejo de las cámaras, esta persona debe saber captar los mejores ángulos de cada una de las personas y acciones que aparecen al otro lado del lente, conociendo técnicas de enfoque variadas, que permitan a la teleaudiencia admirar y disfrutar de las mejores capturas de imágenes en movimiento, con un amplio conocimiento en equipos de filmación de video, debe ser capaz de operar en diferentes ambientes, dentro y fuera de un estudio de televisión y usar las condiciones ambientales a favor de una grabación eficiente.

2. Director de cámaras

El director de cámaras es quien decide qué punto debe enfocar cada cámara en un estudio, esto permite que repartir una escena e muchas tomas y así poder seleccionar lo que va a salir al aire por otro operario, pero es el director de cámaras quien decide donde se deben posicionar, que se va a filmar y efectos de grabación que se deben utilizar.

3. Operario de VTR

Es el encargado de grabar la información que capta las cámaras en los casetes, puesto que en las grabaciones no se puede cortar una escena solo porque no se posee espacio suficiente para una grabación, es este operario quien tiene la labor de realizar los cambios de cintas que considere pertinentes para que nunca haga falta espacio a la hora de una grabación.

4. Operador Lumino – Técnico

Es operario debe encargarse de toda la luminotecnia, es decir, proporcionar las mejores ambientaciones por medio de luces portátiles y trípodes, logrando ambientes como estaciones climáticas, atardeceres o luz de luna, los cuales son unos ejemplos de los ambientes que este personaje debe proporcionar, para temas un poco más formales, el operador de luces debe proporcionar luz suficiente para que la grabación no se vea muy brillante o muy oscura.

5. Asistente Técnico

El asistente técnico es el encargado de estar pendiente de todo el cableado, conexiones, suministros de corriente, entre otros, y debe estar disponible todo el tiempo de grabación, puesto que ninguno de los demás operarios puede abandonar su labor en medio de una grabación para solucionar problemas de cableado o conexiones, también debe asegurarse de que los cableados estén distribuidos de manera segura y que las conexiones estén bien acopladas, siempre evitando algún corte de grabación involuntario.

6. Switcher

Es el encargado de coordinar las actividades de los asistentes técnicos, además de esto, programar y coordinar las actividades de mantenimiento de los equipos de grabación y de equipos de transmisión, edición y producción.

7. Operador de audio

Este operario se encarga de capturar los sonidos en una grabación y procesarlos, es decir, estar pendiente de recibir todas las señales de los micrófonos instalados y equalizarlos mediante una consola de sonido la cual le permite modificar los filtros con los cuales se recibe el audio, es decir, modificar tonos agudos, medios, graves, agregar efectos y muchas aplicaciones más.

8. Microfonista

Es quien se encarga de posicionar los micrófonos en el lugar correcto a la hora de una grabación, puesto que cuando se está grabando, no debe aparecer el micrófono interviniendo en las imágenes, es por esto que debe estar alejado del foco de grabación, tomando la distancia precisa para grabar los sonidos con nitidez.

9. Operador de control de video

Este operario es el que selecciona las cámaras que van a pasar al aire, esto quiere decir que es quien recibe la señal de todas las cámaras que se encuentran grabando y este seleccionara que cámara va a pasar al aire, y realiza cambio de cámaras e vivo para que el televidente pueda apreciar la transmisión desde diferentes ángulos, es por esto que debe tener la agilidad y el criterio de seleccionar las mejores imágenes y ponerlas en transmisión.

➤ ROI (Retorno De Inversión)

El retorno sobre la inversión (RSI o ROI, por las siglas en inglés de return on investment) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada,1 es decir, «representa una herramienta para analizar el rendimiento que la empresa tiene desde el punto de vista financiero [20]

Para este cálculo, por ser inversión de primera vez, se toma como ganancia el ingreso neto mensual de la universidad Santo Tomas Sede Medellín, expuesto en la *tabla 14* pág. 74, y como inversión, el esquema de costos presentado en la *tabla 16* pág. 79.

$$ROI = \frac{\text{Ganancia} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

$$ROI = \frac{2.996.252.000 - 318.926.879,65}{318.926.879,65}$$

$$ROI = 8.394$$

Este factor demuestra que el proyecto tiene un factor a favor de 8.394 de beneficio y que de esta manera el proyecto empezara a generar ingresos fijos para la Universidad Santo Tomas Sede Medellín, luego de la inversión inicial.

➤ Impacto Social

Teniendo como base del proyecto la finalidad de cubrir todo el municipio de Medellín con señal digital emitida directamente desde la Universidad Santo Tomas Sede Medellín, el impacto social será toda la población del Municipio De Medellín, es decir, 2'871.133 habitantes (al 2018), según datos estadísticos del DANE.

TOTAL POBLACIÓN								
Año	Total	Hombres	Mujeres	0 a 4 años	5 a 14 años	15 a 49 años	50 a 64 años	65 años y mas
2005	2.499.080	1.138.523	1.360.557	218.884	436.209	1.372.714	323.219	148.052
2006	2.525.902	1.150.743	1.375.159	221.233	440.891	1.387.447	326.688	149.642
2007	2.553.012	1.163.094	1.389.919	223.608	445.623	1.402.339	330.194	151.248
2008	2.580.414	1.175.577	1.404.836	226.008	450.406	1.417.390	333.739	152.872
2009	2.608.109	1.188.194	1.419.914	228.433	455.240	1.432.603	337.320	154.512
2010	2.636.101	1.200.947	1.435.154	217.391	437.713	1.406.736	398.110	176.150
2011	2.664.394	1.213.837	1.450.557	219.725	442.411	1.421.834	402.383	178.041
2012	2.692.991	1.226.865	1.466.126	222.083	447.160	1.437.095	406.702	179.952
2013	2.721.894	1.240.033	1.481.862	224.466	451.959	1.452.519	411.067	181.883
2014	2.751.108	1.253.342	1.497.767	226.876	456.810	1.468.108	415.479	183.835
2015	2.780.636	1.266.794	1.513.842	218.452	436.753	1.429.076	473.658	222.696
2016	2.810.480	1.280.390	1.530.090	220.797	441.441	1.444.414	478.741	225.087
2017	2.840.644	1.294.132	1.546.512	223.167	446.179	1.459.917	483.880	227.502
2018	2.871.133	1.308.022	1.563.111	225.562	450.967	1.475.586	489.073	229.944
2019	2.901.948	1.322.061	1.579.887	227.983	455.808	1.491.423	494.322	232.412
2020	2.933.094	1.336.250	1.596.844	224.618	446.878	1.471.390	525.799	264.409

Tabla 14 Esquema poblacional del municipio de Medellín con proyección desde el 2005 hasta el 2020, Fuente [13].

Se estima que para el 2020, el impacto social crezca en relación a la tasa de crecimiento que presenta el municipio de Medellín, es decir que año tras año el impacto social estará dirigido en su totalidad, a la cantidad de habitantes del municipio y crecerá directamente proporcional con la tasa de crecimiento del mismo.

➤ CONCLUSIONES

1. Con base en el estudio realizado, se determina que el municipio de Medellín tiene un terreno de cobertura completamente uniforme y apto para realizar el proceso de transmisión de una señal digital y que la cobertura de todo el municipio es viable, es decir que el municipio de Medellín cumple con todos los parámetros requeridos y establecidos ante las entidades reguladoras de la ley para la emisión de un canal de televisión digital sin ánimo de lucro. Por ende, es correcto afirmar que el estudio realizado permite establecer unos parámetros base, para la elaboración del estudio de televisión digital, dejando dentro del mismo, un estudio de localización, perfil de elevación, cálculos de los enlaces necesarios para transmisión, emisión y enlace microondas, junto a un estimado de presupuesto para el montaje de un canal de televisión digital básico.
2. Para la realización del estudio de radiación, se hizo necesario perfilar la superficie del municipio de Medellín, en donde se emula la radiación del espacio desde el punto de emisión (en este caso la Sede de la Universidad Santo Tomas en Medellín) hasta el punto más lejano del municipio (en este caso, el límite con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro, en el barrio La Esmeralda [Calle 63; Carrera 45 a], al sur del municipio), en el cual se simula la elevación del terreno de cobertura y se evidencia que la transmisión hasta el punto más lejano del municipio es completamente posible. En cuanto a la cobertura de todo el municipio es importante concluir que el municipio de Medellín podrá estar totalmente cubierto por la señal del canal de televisión digital, siempre que se cumpla con las especificaciones aquí consignadas.
3. En cuanto al presupuesto del proyecto, es importante aclarar que el estudio de televisión digital de la Universidad Santo Tomas, es un proyecto con el cual esta se verá beneficiada puesto que, al poder difundir mejor sus programas y ofertas educativas, el impacto a la población que desee ingresar al mundo profesional será mayor, y la finalidad del canal es llamar la atención de los televidentes para proyectarlos a futuro a hacer parte del Primer Claustro Educativo De Colombia. Con base en las cotizaciones elaboradas es evidente que el proyecto es completamente factible, ya que el retorno que tendrá la Universidad Santo Tomas Sede Medellín, está proyectado directamente proporcional a la cantidad de nuevos aspirantes que ingresen a la Universidad Santo Tomas, posterior a la implementación del canal de televisión digital.
4. Se evidencia en cada uno de los parámetros exigidos por las ANTV y la ANE son cumplidos a cabalidad, y se estructura un conjunto de formularios reglamentados por las entidades reguladoras de la ley.

➤ Trabajo A Futuro

El contenido del proyecto está totalmente basado en la estructuración de un canal de televisión digital básico, en cuanto a todos los equipos y estudios que se van a requerir para el proyecto. Con base en esto, se hace necesaria la estructuración de un canal de televisión digital más avanzado y cuando el proyecto inicial de sus primeros frutos, se tendrán las bases necesarias para poder iniciar la estructuración de un canal de televisión digital más completo.

Para esto se hará necesario una actualización de cálculos para hacer una transmisión aún más completa, para poder abarcar mucho más terreno de cobertura, esto con el fin de expandir la transmisión a los municipios de Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro en una próxima instancia de tiempo de este proyecto.

También se debe realizar un estudio de mejoramiento de equipos dentro del estudio de televisión, para lo cual se debe estructurar un nuevo punto de producción con más espacio y un mejoramiento de equipos de luces, cámaras y plantas de producción.

➤ Referencias

- [1] – Título: Televisión. Sitio: Importancia.org. Fecha: 28/12/2011. Autor: Cecilia Bembibre. URL: <https://www.importancia.org/television.php>
- [2] – Corporación Canal Universitario De Antioquia
<http://www.ccu.com.co/>
- [3] – Pagina Web Canal U
<http://www.igualavos.com.co/>
- [4] – Adrián, Yirda. (Última edición:22 de noviembre del 2019). Definición de Comunicación. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/comunicacion/>. Consultado el 2 de diciembre del 2019
- [5] - CEBRIÁN HERREROS, Mariano: Introducción al lenguaje televisivo, una perspectiva semiótica. Editorial Pirámide. Madrid, 1981. Pág. 24.
- [6] - de la MOTA, Ignacio Hilario: Diccionario de la Comunicación. TomoII. Editorial Paraninfo. Madrid, 1988. Total págs. Tomo II: 367. Pág. 315 y 316.
- [7] - ZUNZUNEGUI, Santos: Mirar la imagen. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Segunda edición. Vizcaya. Pág. 386.
- [8] – DVB Official Website, Standards
<https://www.dvb.org/about>
- [9] - CIRCULAR EXTERNA 26 DE 2011 (diciembre 14) – Alcaldía Mayor
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45279>
- [10] - Beltrán, Jairo, Fermín, José, Hernández, María, Comparación de los modelos de propagación electromagnética implementados en la telefonía móvil. Multiciencias [en línea] 2012, 12 (Enero-Diciembre) : [Fecha de consulta: 22 de junio de 2019] Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90431109050>> ISSN 1317-2255
- [11] - Second Generation Terrestrial - DVB Fact Sheet - August 2016
https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/dvb-t2_factsheet.pdf
- [12] – COMMSCOPE Official Website (Cable) [Online] Available:
https://www.commscope.com/catalog/cables/product_details.aspx?id=24911

- [13] – Población del municipio de Medellín
<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Informaci%C3%B3n%20General/Documentos/POT/medellinPoblacion.pdf>
- [14] – Foro Nuclear, concepto de radiación.
<https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/119909-que-sabes-de-la-radiacion>
- [15] - Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo - octubre de 2013 (Bibliografía libre online disponible en múltiples idiomas)
<http://wndw.net/>
- [16] - Electrónica Fácil - Sección sobre TDT
<https://www.televisiondigital.electronicafacil.net/Sections-article21-p1.html>
- [17] – ESTUDIO TÉCNICO DE UN CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA LA USTA TUNJA [Online], Santiago Urueña Latorre, 2019, Available:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16564/2019santiagourue%c3%b1a.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- [18] – Consorcio de canales nacionales privados de Colombia
<https://www.tdtcolombia.tv/noticias/que-es-como-me-conecto-tdt>
- [19] – Satellite link parameters
<https://www.dishpointer.com>
- [20] - Franklin, Enrique Benjamin (2007). Auditoría administrativa: Gestión estratégica del cambio. Pearson Educación. p. 843.
- [21] - Sapiens Research Group Official Web Site
<https://www.srg.com.co/gncsapiens.php>
- [22] – RODHE & SCHWARZ, Tecnología DTMB
https://www.rohde-schwarz.com/es/tecnologias/difusion-terrestre/dtmb/tecnologia-dtmb/tecnologia-dtmb_55770
- [23] - Victoria Bembibre | Sitio: Definición ABC | Fecha: enero. 2009 | URL:
<https://www.definicionabc.com/tecnologia/broadcast.php>
- [24] – ATSC Web Site, About ATSC Standard
<https://www.atsc.org/about-us/about-atsc/>

- [25] – El Nuevo estándar para la emisión de TDT, Pedro Santamaría (28 de Septiembre de 2013)
<https://www.xatakahome.com/televisores/dvb-t2-el-nuevo-estandar-para-la-emision-de-la-tdt>
- [26] – Espectro Electromagnético – Educar Chile
<http://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/40847/Diagrama18.jpg?sequence=1&isAllowed=y>
- [27] – Espectro Radioeléctrico – Conatel, Gobierno Bolivariano de Venezuela.
<http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/>
- [28] – Antenas y líneas de transmisión, Wireless Networking In The Developing World, Chapter 4
http://wndw.net/download/WNDW_Standard.pdf
- [29] – Municipio de Medellín Comunas y barrios, Datos generales 2006 - Departamento administrativo de planeación subdireccionmetroinformacion – grupo OSMI – SIGAME
https://www.gifex.com/images/0X0/2011-08-15-14282/Mapa_de_Medellin.jpg
- [30] – Registro de frecuencias disponibles para Colombia por departamento y municipio – Agencia Nacional del Espectro (ANE), Agosto 2017
https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/RegistroFrecuenciasTV/Frecuencias_disponibles_Agosto_2017.pdf
- [31] – ANE, "Registro de frecuencia," [Online]. Available:
<http://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/RegistroFrecuenciasTV/CanalizacionBandaTV.pdf>.
- [32] – ABE, "Productos de Broadcasting" [Online]. Available:
<https://www.abe.it/es/productos/transmisores-de-tv/transmisores-de-tv-de-media-potencia>
- [33] – COMMSCOPE Official WebSite (Connectors) [Online] Available:
https://www.commscope.com/catalog/connectors/product_details.aspx?id=16344
- [34] – LyngSat Official Website (Pagina de satelites accesibles para enlaces de Transmisión e Colombia) [Online] Available:
<https://www.lyngsat.com/freetv/Colombia.html>
- [35] – Portal Sony Onlie, Productos, MCX – 500 [Online] Available:

https://pro.sony/es_ES/products/portable-live-production/mcx-500

- [36] - Portal Sony Onlie, Productos, HXR – NX5 [Online] Available:
https://pro.sony/ls_AR/products/handheld-camcorders/hxr-nx5r
- [37] - Portal Sony Onlie, Productos, LMD-B170 [Online] Available:
https://pro.sony/es_ES/products/broadcastpromonitors/lmd-b170
- [38] - Portal Sony Onlie, Productos, RM–30BP [Online] Available:
https://pro.sony/es_PT/products/camera-remote-controls/rm-30bp
- [39] - Portal Sony Onlie, Productos, MDR-7506 [Online] Available:
https://pro.sony/es_ES/products/headphones/mdr-7506
- [40] – Portal Libec Online, Products, RS-250DM [Online] Available:
<http://libecsales.com/espanol/products/rs/RS-250DM.html>
- [41] - Portal Sony Onlie, Productos, UWP-D16 [Online] Available:
https://pro.sony/es_ES/products/broadcastaudiouwpdseriesmicpackages/uwp-d16
- [42] – BSW Broadcast Supply Worldwide, Products, TELEX BTR-800 [Online]
 Available: <https://www.bswusa.com/Intercom-Telex-BTR800-P5760.aspx>
- [43] - Portal Sony Onlie, Productos, ODS-280U [Online] Available:
https://pro.sony/es_PT/products/stand-alone-drives/ods-d280u
- [44] - Portal Sony Onlie, Productos, ODC-3300RE [Online] Available:
https://pro.sony/en_GB/products/promediaodac/optical-disc-archive-cartridge-generation-2
- [45] – Warning page of Soy Product ODC-1200RE [Online] Available:
https://pro.sony/es_ES/support-services/product-notice-xdcam-optical-disc-archive-drive-units

- Anexos
 - ANEXO 1: COTIZACIÓN ABE



Page 1 of 2
Caravaggio: July 19th, 2017

to:
University Santo Tomas
Cra 9 # 51-11 Bogotá, Colombia
Zip Code: 110231
Cellphone: (57) 316 380 4220

Att.: Helen Socorro López Torres
Sebastián Alejandro Tafur Correa
Edwin Camilo Pardo Carranza
Santiago Urueña Latorre
Marco Antonio Vega Torres.

OFFER 4138U17-0E19.7

pos	code/model	Description	Qty	unit price (€ euro)	extended price (€)
1	DML7	STL Digital Link, 5.7GHz-to-8.6GHz in sub bands of 500MHz (agile - steps 100KHz); 1Video/2Audio/SDI; parabolic antennas Ø.70cm included			
1.1	DME5010	TX MPEG-4H264 SD + Full HD Audio/Video Encoders; 1Video + 2 mono Audio (one stereo pairs) DVB-S/S2 Modulator QPSK/8PSK/16PSK/32APSK constellations, IF 950 to 1750MHz output, non linear-precorrection; 19" 1U rack drawer; 90-to-260V AC	1	4,800,00	4,800,00
1.2	HM-PSU04V2"	PSU VDC +24V 2APSU, housed in DME (for BUC)	1	150,00	150,00
1.3	CFL-N50	m.50 low-loss L-band cable with N/N connectors	1	190,00	190,00
1.4	BUC7-1W0	Transmitter 5.7 to 8.6GHz, in sub-bands of 500MHz (BUC – Block UP Converter), L-Band input; RF 1W@e.p., VDC by IF cable	1	1,950,00	1,950,00
1.5	DML-8WV5	Bracket + Fibreglass weathershield	1	235,00	235,00
1.6	CF303-N06	cm.60 RF cable (flex) with N/N connectors	1	75,00	75,00
1.7	AP70	Parabolic Antenna Ø 70cm, with bracket for pole	1	295,00	295,00
1.8	A17-P7	Feed 7-8GHz band for parabolic antenna Ø 70cm	1	305,00	305,00
1.9	AVRA-P7	Fibreglass Radome for parabolic antenna Ø 70cm	1	195,00	195,00
1.10	AP70	Parabolic Antenna Ø 70cm, with bracket for pole	1	295,00	295,00
1.11	A17-P7	Feed 7-8GHz band for parabolic antenna Ø 70cm	1	305,00	305,00
1.12	AVRA-P7	Fibreglass Radome for parabolic antenna Ø 70cm	1	195,00	195,00
1.13	CF303-N06	cm.60 RF cable (flex) with N/N connectors	1	75,00	75,00
1.14	LNB7-PLL	Receiver 5.7-to-8.7GHz, in sub bands of 500MHz (LNB – Low Noise Block downconverter - PLL), "L Band" output; VDC by IF cable	1	950,00	950,00
1.15	CFL-N50	m.50 low-loss L-band cable with N/N connectors	1	190,00	190,00
T 1		Total pos.1			10,205,00

Note: the DVB-S/S2 Receiver card is housed on MTX exciter (see below)

Microwave link DML7:

Agile Frequency 100KHz steps. Range from 5.7GHz to 8.6GHz, in sub-bands of 500MHz.

Range of the sub-bands:

5.700MHz to 6.140MHz, 6.140MHz to 6.540MHz, 6.540MHz to 7.020MHz, 7.020MHz to 7.500MHz, 7.500MHz to 8.050MHz, 8.050MHz to 8.600MHz



ABE ELETTRONICA S.r.l.
Via Leonardo da Vinci, 224 + 24043 – CARAVAGGIO (BG)
Tel. +39-0363-351.007 + Fax +39-0363-60.756
www.abe.it + mail@abe.it

Cod. Fisc. e P. IVA 01815800162
Reg. Imprese di Bergamo 01815800162
Capitale Sociale € 100.000,00 L.v.

pos	code/model	Description	Qty	unit price (€ euro)	extended price (€)
2		Transmitter 400W DVB-T2 <i>option: DVB-S/S2 receiver (ref. microwave link system pos.1)</i>			
2.1	HB-S2	DVB-S/S2 multistream Receiver Demodulator card (QPSK,8PSK, 16APSK, 32APSK); L-band input (housed in MTX exciter)	1	500,00	500,00
2.2	MTXD400U_T2	<i>Tx400W</i> 400W rms DVB-T2 UHF TV Transmitter (Compact Version), with I&Q Direct Digital Synthesis (DDS) Modulator, double ASI input. Remote control LAN interface (Web server, e-mail client & SNMP); 19" SUR	1	12.000,00	12.000,00
2.3	HB-AP	<i>option UHF Adaptive non-linear pre-correction</i> <i>Output filter</i>	1	500,00	500,00
2.4	HF-U600B	Output Filter 6C, UHF 600W, including interconnections & support <i>Rack cabinet</i>	1	1.620,00	1.620,00
2.5	HR-15U	19" 15U Rack Cabinet, complete with slides, automatic mains breaker, wiring, front/rear panels and interconnecting cables	1	1.350,00	1.350,00
2.6	HR-SC	Surge Controller (one phase)	2	115,00	230,00
		Total pos.2			16.200,00
3		Transmitter 600W DVB-T2 <i>option: DVB-S/S2 receiver (ref. microwave link system pos.1)</i>			
3.1	HB-S2	DVB-S/S2 multistream Receiver Demodulator card (QPSK,8PSK, 16APSK, 32APSK); L-band input (housed in MTX exciter)	1	500,00	500,00
3.2	MTXD600U_T2	<i>Tx 600W</i> 600W rms DVB-T2 UHF TV Transmitter (Compact Version), with I&Q Direct Digital Synthesis (DDS) Modulator, double ASI input. Remote control LAN interface (Web server, e-mail client & SNMP); 19" SUR	1	14.000,00	14.000,00
3.3	HB-AP	<i>option UHF Adaptive non-linear pre-correction</i> <i>Output filter</i>	1	500,00	500,00
3.4	HF-U600B	Output Filter 6C, UHF 600W, including interconnections & support <i>Rack cabinet</i>	1	1.620,00	1.620,00
3.5	HR-15U	19" 15U Rack Cabinet, complete with slides, automatic mains breaker, wiring, front/rear panels and interconnecting cables	1	1.350,00	1.350,00
3.6	HR-SC	Surge Controller (one phase)	2	115,00	230,00
		Total pos.3			18.200,00
4		Transmitter 1kW DVB-T2 <i>option: DVB-S/S2 receiver (ref. microwave link system pos.1)</i>			
4.1	HB-S2	DVB-S/S2 multistream Receiver Demodulator card (QPSK,8PSK, 16APSK, 32APSK); L-band input (housed in MTX exciter)	1	500,00	500,00
4.2	MTXD1K0U_T2	<i>Tx 600W</i> 1.2kW rms DVB-T2 UHF TV Transmitter (exciter + DPA1250W), with I&Q Direct Digital Synthesis (DDS) Modulator, double ASI input. Remote control LAN interface (Web server, e-mail client & SNMP)	1	22.550,00	22.550,00
4.3	HB-AP	<i>option UHF Adaptive non-linear pre-correction</i> <i>Output filter</i>	1	500,00	500,00
4.4	HF-U1K2B	Output Filter 6C, UHF 1,2KW, including interconnections & support <i>Rack cabinet</i>	1	2.370,00	2.370,00
4.5	HR-25U	19" 25U Rack Cabinet, complete with slides, automatic mains breaker, wiring, front/rear panels and interconnecting cables	1	1.550,00	1.550,00
4.6	HR-SC	Surge Controller (one phase)	2	115,00	230,00
		Total pos.4			27.700,00



pos	code/model	Description	Qty	unit price (€ euro)	extended price (€)
		Antenna system			
		<i>12 panels</i>			
5	RS-U016	UHF Broadband Antenna system with 12 (twelve) panels mod. LB13/SA, Splitter, interconnecting cables between splitters to panels (phase controlled), radiation system CAD design (input FL 7/8")	1	8.280,00	8.280,00
		<i>18 panels</i>			
6	RS-U016	UHF Broadband Antenna system with 16 (sixteen) panels mod. LB13/SA, Splitter, interconnecting cables between splitters to panels (phase controlled), radiation system CAD design (input FL 7/8")	1	11.040,00	11.040,00
		<i>18 panels</i>			
7	RS-U018	UHF Broadband Antenna system with 18 (eighteen) panels mod. LB13/SA, Splitter, interconnecting cables between splitters to panels (phase controlled), radiation system CAD design (input FL 7/8")	1	12.420,00	12.420,00

Prices Offered are EX-works (incoterms 2010, EXW)

Delivery Time: to be confirmed, according to the quantity and configuration
three (3) working weeks from the confirmed order
A shorter delivery time is possible according to our production schedule. It can be agreed at the order confirmation

Payment Terms:
20% with order, 80% prior delivery - by Bank transfer.
Bank Details:
INTESA SAN PAOLO, Treviso branch
- swift BCI TITM33 40
- account N.: 05583453-01-50
IBAN: IT60Y0306953641055834530150

Warranty & Conditions of Sale:
The warranty period is twelve months from delivery.
All the products & services provided are subject to "ABE General Terms and Conditions of Sale"

Validity of the prices offered: 30 days

I remain at your disposal for any information you might require

Best Regards

Urbano Pagnoncelli



ABE ELETTRONICA S.r.l.
Via Leonardo da Vinci, 224 - 24043 - CARAVAGGIO (BG)
Tel. +39-0363-351.057 - Fax +39-0363-50.156
www.abe.it - mail@abe.it

Cod. Fisc. e P. IVA: 01815800162
Reg. Imprese di Bergamo: 01815800162
Capitale Sociale € 100.000,00 i.v.

○ ANEXO 2: COTIZACIÓN EGATEL

QUOTATION**Egatel**

int: Universidad Sto. Tomas
 ntry: Colombia
 roject: Presupuesto Transmisores + Antena System + Radiolink
 he attention of: Edwin Parlo
 it by: Jose M M Mariño

Quotation: 57UST001-2017
 Date: 06/11/2017

Item	Ref	Description	Qty.	Unit Price (€)	Line Total (€)
1 200Wrms DVB-T/T2 UHF Transmitter (DOHERTY/AIR COOLED)					
1.01	YUWH3201	Transmitter DVB-T/T2 UHF 200W (Mod/Exc + 1Amp) [Doherty Capacity]	1	8.114 €	8.114 €
	TE9000E6	* UHF Frequency Agile Exciter for DVB, model Egatel TE9000E6, 1U 19" 1	1		0 €
	AUWH201	200 Wrms Doherty amplifier, UHF LDMOS, 2U in 19" integrated power supplies, model Egatel AUWH201	1		0 €
		TS ASI & IP Interfaces	1		0 €
		SNMP/Web Server	1		0 €
		Digital Adaptive Precorrection for Linear and Non-Linear	1		0 €
	FC6D6C	*Filtro de mascara marca COM-TECH 250 W de salida. 6 cavidades	1	766 €	766 €
Subtotal 200W			1	8.880 €	8.880 €
2 80 m feeder & accessories, 1 5/8" foam dielectric option					
	Feeder	80 m 1 5/8" foam dielectric coaxial feeder cable, model LCF158-501A	1	1.227,43 €	1.227 €
	Accessories	Accessories for feeder installation:	1	1.380,00 €	1.380 €
		* Tape wrap sealing kit, model RFS WPPFG-1	1		
		* Earthing kit, model RFS EAR-158	3		
		* Chest (kit of 10)	8		
		* RSB-clip for 1 5/8" (kit of 10)	8		
		* Heat treated drum for exports	1		
		* Hoisting grips model RFS HOISTI-158C	2		
		* Wall gland, model RFS WF-158	1		
		* EIA 1 5/8" connectors, model RFS 158EIA-LCF158-062	2		
Subtotal Feeder:			1	2.607 €	2.607 €
3 Antenna System					
		1x4 Antenna system (1 bay, 4 panels per bay), Rymssa AT15-250 unitary panel, EIA 7/8" input	1	3.687,60 €	3.687,60 €
		1x4 Antenna system mounting hardware to an existing square section tower, around 600mm site-length	1	2.024,40 €	2.024,40 €
Subtotal Antenna System:			1	5.712 €	5.712 €
4 Radio Link HS+LINK/SM 18 GHz - (1+0) NO REDUNDANCY					
Radio units (RFU)					
	ODU_S_18A1_SP	ESKODU/FD/18A1/SP	1	2.722,50 €	2.722,50 €
	ODU_S_18A3_SP	ESKODU/FD/18A3/SP	1	2.722,50 €	2.722,50 €
Indoor Units					
	HS+SDIDU	IDU for HS+LINK, half-rack unit, 200Mbps, -48VDC	2	2.103,75 €	4.207,50 €
	PS-230/48-02	SDIDU Power Supply 230VAC/48VDC/90W	2	111,38 €	222,75 €
	EMM-ASI-001	Optional Module 4xASI, -48VDC	2	940,50 €	1.881,00 €
	SFP-1002-01	FD Cable for EMM connection, LC-LC, MM type, 1m, w/o SFP module	2	61,88 €	123,75 €
Antennas and Accessories					
	2MECC1985	MOD ASSY, ODU METAL SHEET	2	27,23 €	54,45 €
	2RIDU0311	ADAPTER 18GHZ, CONIC	2	49,50 €	99,00 €
	2RIDU0328	Ball Adapter 17/18 GHz	2	27,23 €	54,45 €
	1BXC40205	Coaxial Cable RG214/U, L=1 m	160	4,32 €	691,20 €
	223158-4	Grounding Kit for RG214 cable	4	21,45 €	85,80 €
	2CONN1229	"N" Connector for RG214	4	6,03 €	24,12 €
	61 1556 0011	FIMO fixing hanger for RG214 cable	160	3,51 €	561,60 €
	THP 06-1775	2' HP Antenna, 17.70 ~ 19.70 GHz, Single Pol, PBR220	2	618,00 €	1.236,00 €
Radio Link:			1	14.687 €	14.687 €
GRAN TOTAL SISTEMA TRANSMISOR + FILTRO + FEEDER +SSRR + LINK					31.886 €
TES					

○ ANEXO 3: COTIZACIÓN SYES COLOMBIA



Transmisores de Banda Uno - Banda Tercera - Banda FFAV
 Repetidores
 Gap fillers
 Antenas
 Entaja de Microonda
 Servicio de ingeniería

BUILT TO PERFORM
 www.syes.eu - Cualquier tecnología suficientemente avanzada es equivalente a la magia

Syes America Proposal: Proyecto Universidad Santo Tomas

To: Edwin Camilo Pardo Carranza
 Facultad de Ingeniería Electrónica
 Universidad Santo Tomás
 Edificio División de Ingenierías
 Carrera 9 # 51 - 11
 Bogotá D.C. Colombia
 Zip Code: 110231
 Cellphone: (57) 3114503261

from: Alessandro Annoni
Syes America VP of Sales

m. +1 (305) 815 2185 - Skype: aleannax
 Mailto: syesamerica@syes.eu

Version: 1.0

Date: Tuesday, October 17, 2017



Index

PLANTA TRANSMISORA, 300 W RMS UHF DVB-T2.....	• 3 •
SISTEMA DE MICROONDAS: HS++SM_4P_LOW_R2-SYES (6 GHZ).....	• 4 •
SALES TERMS.....	• 5 •
PAYMENT INFORMATION.....	• 5 •
GENERAL CONDITIONS.....	• 6 •



Planta transmisora, 300 W rms UHF DVB-T2

MODEL / DESCRIPTION	QTY	UNIT PRICE	TOT PRICE
<p>MODEL: SLIM2_01_UHF_SD_PCM</p> <p>Wide band TV Transmitter UHF, configuration single exciter.</p> <p>Composition= 1 PCM exciter + 1 SLIM2 Amplifier</p> <ul style="list-style-type: none"> • 300 Wrms (DVB-T2), POUT before the band pass filter (potencia antes del filtro de mascara critica – 6 polos) • 34 db MER y 49 Shoulder asegurado <p>Technical specifications: https://www.syes.eu/wp-products/air-cooled-transmitter/slim2_01_uhf_sd_pcm/</p> <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dual ASI (Digital) • Ethernet: 2x GBE (Electrical) <p>Frequency agile - "static" or "adaptive" pre-correction (both linear and non-linear).</p>	1	\$ 15,500	\$ 15,500
<p>Filtro de salida y su accesorio (línea rígida, conectores, solución lista para instalación): UHF B.III 6-Pole 60 mm Bandpass Filter</p> <p>http://www.com-tech.it/datasheets/FC6D50C.pdf</p>	1	NA	NA
<p>Instalación y puesta en marcha, entrenamiento y garantía para 2 años.</p> <p>El servicio de Instalación y puesta en marcha <u>incluye 2 años de garantía.</u></p> <p>INSTALACION Y ENTRENAMIENTO: La instalación incluye 1 ingeniero experto de SYES para (2 días). Si incluye los pasajes, los costes de alojamiento y desplazamiento interno por el ingeniero de Syes.</p> <p>La planta y la planta eléctrica tendrán que ser ya listos para la instalación a la hora que lleguen los ingenieros de Syes.</p> <p>Si las operaciones, por falta no reconducible a Syes, y el cliente requerirá la presencia del ingeniero SYES para más tiempo, esto será cargado con \$ USD 1,250 para cada día.</p>	1	\$ 3,000	\$ 3,000



Sistema de Microondas: HS++SM_4P_LOW_R2-SYES (6 GHz)

MODEL / DESCRIPTION	QTY
IDU for HS++LINK, half-rack unit, 500Mbps, 80MHz BW, -48VDC (SDIDU Power Supply 230VAC/48VDC/90W) (Optional Module 4xASI, -48VDC) (SFP Passive Cable, 1m, including SFP modules for units interc)	2
ODU, S, 6C1, 5P, UDR70	2
N Connector for RG214	4
Coaxial Cable RG214/U. L=1 mt	300
Grounding Kit for RG214 cable	4
FIMO fixing hanger for RG214 cable	300
Kit for Faini Antenna Direct Mount, 5.9-7.1 GHz in UDR70	2
4' HP Antenna, 5.925 - 7.125 GHz, Single Pol, ODU mounting	2
TOTAL (servicio de instalación y puesta en marcha incluido)	\$ 24,000

○ ANEXO 4: COTIZACIÓN LA CURACAO

Compañía Comercial Curaçao de Colombia S.A.
NIT. 860004871-7



Bogotá, D.C. Octubre 31 de 2017

Señores
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
Attn. EDWIN PARDO

Ciudad

PROVEEDOR:
PAIS DE COMPRA:
SITIO DE ENTREGA:

REF. OFERTA No. 40563 F
LA CURACAO
COLOMBIA
EN SUS INSTALACIONES

Item	Modelo	Descripción	Cant.	VR/UNIT	VR/TOTAL
SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN VIVO PORTATIL SDI					
1	MCK-500	El MCK-500 es un mezclador de producción ajustable, diseñado exclusivamente para la comodidad del usuario y con una flexibilidad que facilita que un solo operador o un pequeño equipo produzca un evento en directo con calidad broadcast. Las diversas entradas de vídeo entre las que se incluyen 3G-SDI, HDMI, Vídeo compuesto y DSK especializado significan que puede combinar y conmutar el kit según sea necesario.	1	2.759	2.759
2	HXR-NXSR	El HXR-NXSR es el camcorder portátil Full HD definitivo, sucesor excepcional de los populares modelos HXR-NX5 y HXR-NX3, y cuenta con grabación XAVC S, salida 3G-SDI y flujo de trabajo inalámbrico. Esta herramienta puede utilizarse para todo, desde vídeos empresariales y educativos hasta eventos en directo.	3	4.084	12.252
3	LMD-6170	Monitor LCD Full HD de 17" de gama básica, rentable y ligero para un uso versátil.	1	2.040	2.040
4	RM-30BP	Mando a Distancia	1	1.285	1.285
5	MDR-7506	Auriculares profesionales estéreo	4	118	471
6	RS-250DM	Trípodes para cámara propuesta. LIBEC	3	1.001	3.003
7	UWP-D16/42	Paquete de micrófono inalámbrico de perla UWP-D con transmisor ajustable XLR. SONY	3	943	2.829
8.	TELEX BTR-800	Telex: BTR-800 2-Channel UHF Base Station (A1W Telex, A2: 518-536MHz Transmit/632-650MHz Receive), INCLUDED CUATRO Telex TR-800 2-Channel UHF Transceiver (A4F RTX, A2: 518-536MHz Receive/632-650MHz Transmit)	1	19.696	19.696
9	ODS-280U	La unidad independiente de Optical Disc Archive con velocidades de transferencia muy altas de 1 Gbps de escritura (verificación activada) y 2 Gbps de lectura con el cartucho ODC-3800R de 2ª generación.	1	7.661	7.661

Bogotá D.C. Carrera 45 No. 58A - 78 Tels. 3153441 - 3144011

Compañía Comercial Curaçao de Colombia S.A.
NIT. 860004871-7



10	ODC-1200RE	Sony 1.2TB Rewritable Optical Disc Cartridge	5	154	770
			SUB-TOTAL	USD	52.767
			IVA 19%	USD	10.026
			TOTAL	USD	62.793

CONDICIONES DE LA OFERTA

VALIDEZ DE LA OFERTA

Treinta (30) días calendario

TIEMPO DE ENTREGA

Cuatro (4) a Seis (6) semanas a partir del recibo de la orden de compra.

PRECIO DE LA OFERTA

Los precios ofertados reflejan las tarifas y tasas arancelarias, impuestos y otros gastos de importación vigentes en la fecha de presentación de esta oferta, en caso de que éstos sean modificados por las autoridades competentes, será necesario la revelación de estos precios.

FORMA DE PAGO

50% CONTRA ORDEN DE COMPRA

50% CONTRA ENTREGA

VENTAJAS DE LA OFERTA

- a) Asesoría en el montaje de los equipos, revisión y comentarios del plan de instalación elaborado por el COMPRADOR.
- b) Garantía de un (1) año contra defectos de fabricación de acuerdo con el fabricante original, para los equipos excepto partes y equipos.
- c) Laboratorio de servicio y repuestos a precios del mercado en nuestra división de servicios localizado en Bogotá.

Cordialmente;

Ing. Wbeimar Torres Hurtado
Ingeniero Broadcast
COMPAÑÍA COMERCIAL CURAÇAO DE COLOMBIA S.A

○ ANEXO 5: COTIZACIÓN ATG S.A.S.

Bogotá D.C, 7 de septiembre de 2017



Señores: **U. SANTO TOMAS**
 Atención: **EDWIN CAMILO PARDO CARRANZA**
 Dirección: Carrera 9 No. 51-11
 Bogotá - Colombia
 Teléfono: 57-311-4503261
 E-mail: edwinpardo@usantotomas.edu.co
 Estimado(a) Sr.(a):

Calle 162 No.54-95 Interior 71
 Tel / Fax: (571) 4815530
 Bogota, Colombia

Cotización	Páginas
COT-083-17	1

En atención a su solicitud nos permitimos presentar a consideración nuestra oferta:

Ítem	Referencia	Descripción	Marca	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
1		ENCODER, DECODER Y MONITOREO					
1.1	OM5000-1-HD-b	Kyrion Contribution Modular Encoder Dual MPEG-4 (4:2:0 8-bit), SD & HD, up to 20 Mbps, Ultra Low Latency, 4 audio mono channels on SDI per video channel, ASI & IP outputs, Zixi streaming, Dual PSU- Single Power Plug	ATEME	Unidad	1	36.889.000	36.889.000
1.2	DR5000-HD-420	Universal Contribution Decoder SD&HD, MPEG-2(4:2:0 & 4:2:2)/H264 4:2:0 - 16 Audio mono channels decoding on SDI or 8 AES digital audio, audio pass-through, 2 IP, 2ASI, 4 DVB-S/S2/S2X inputs 3x3G-SDI & 2 ASI outputs- 1RU 19" - BISS 0/1/E - ProMPEG FEC Audio Analog output and DVB-CI interface not included. HEVC ready.	ATEME	Unidad	1	20.858.000	20.858.000
1.3	OR-701A	Single 7" Full Featured 3RU Rack Mount Monitor with Audio Speakers and Balanced +4dBu line outputs	MARSHALL ELECTRONICS	Unidad	1	8.936.000	8.936.000
2		ENLACE MICROONDAS FIJAS (1+0)					
2.1	5WH18xxx-xxx00	Transcend ODU RF Bands: 18 GHz, slip fit mount to antenna or coupler Type: HP, Negative Polarity, channel bandwidth up to 56MHz and modulation up to 256 QAM	ADVANTECH	Unidad	2	6.795.000	13.590.000
2.2	1W0-AEG042-190	Transcend 800 IDU with 10MHz reference and GPS Interface: 8xE1/T1 + 2xSFP + 4xGigE Switch+ 3xGigE Router + 2xASI (bi-directional) License: ACM, 64 QAM and first ASI. Vac Supply Option	ADVANTECH	Unidad	2	15.210.000	30.420.000
2.3	WAAT007xx/21	RFS High Performance Antenna, single-polarized 0.6m Integrated antenna	ADVANTECH	Unidad	2	2.610.000	5.220.000
2.4	19W-AESMU0-001	Transcend 800 User Manual & MIB (USB medium)	ADVANTECH	Unidad	2	284.000	568.000
2.5	WPEK604/200	LMR 400 - RF Cable 10 mm foil+shield, (reel 100 m) (max IFL 300 m)	ADVANTECH	Unidad	1	2.138.000	2.138.000
2.6	632-ANM140-001	N-connectors (ea)	ADVANTECH	Unidad	4	50.000	200.000
2.7	WMSA014	Grounding kit (every 50m, 3 minimum per run)	ADVANTECH	Unidad	6	126.000	756.000
2.8	1W0-MSA000-002	N-Female to N-Female Lightning Arrestor (for Building Entrance)	ADVANTECH	Unidad	2	126.000	252.000
2.9	1W0-MSA000-014	N-Male to N-Female Lightning Arrestor (for ODU)	ADVANTECH	Unidad	2	126.000	252.000
2.10	709-224200-001	Weather protection kit	ADVANTECH	Unidad	2	122.000	244.000
2.11	WUKA108/040	Jumper cable: IDU to N (m) (to Building Lighting Arrestor, length 4 m)	ADVANTECH	Unidad	2	189.000	378.000
2.12	260-300R00-6C1	IDU Grounding Cable	ADVANTECH	Unidad	2	36.000	72.000
2.13	WUKA101/030	Transcend IDU Ethernet Cable, 3m	ADVANTECH	Unidad	2	140.000	280.000
2.14	WUKA101/030	Transcend IDU Serial Cable	ADVANTECH	Unidad	2	86.000	172.000

Bogotá D.C.

7 de septiembre de 2017



Calle 162 No.54-95 Interior 71
Tel / Fax: (571) 4815530
Bogota, Colombia

Señores: **U. SANTO TOMAS**
Atención: **EDWIN CAMILO PARDO CARRANZA**
Dirección: Carrera 9 No. 51-11
Bogotá - Colombia
Teléfono: 57-311-4503261
E-mail: edwinpardo@usantotomas.edu.co
Estimado(a) Sr.(a):

Cotización	Páginas
COT-083-17	1

En atención a su solicitud nos permitimos presentar a consideración nuestra oferta:

Ítem	Referencia	Descripción	Marca	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
2.15	677-631280-001	Tie Wrap, 11 in. Black (es)	ADVANTECH	Unidad	50	1.000	50.000
2.16	1W0-MSA000-021	Grounding Angle Brackets (pack of 10)	ADVANTECH	Unidad	1	630.000	630.000
2.17	1W0-MSA000-018	IDU AWG #6 one hole Grounding Lug	ADVANTECH	Unidad	2	36.000	72.000
2.18	1W0-MSA000-019	Tower AWG #6 one hole Grounding Lug	ADVANTECH	Unidad	2	36.000	72.000
2.19	NORRD113513	Outdoor AWG # 6Grounding Cable (3m)	ADVANTECH	Unidad	2	86.000	172.000
2.20	N/D	Instalation and comissioning	N/D	Unidad	1	7.500.000	7.500.000

Cordial saludo,

DANIEL AMAYA ALJURE
Gerente General

Condiciones Comerciales

Validez de la oferta: Treinta (30) días
Tiempo de entrega: Ocho (8) semanas despues de recibida la orden de compra y el respectivo anticipo
Forma de pago: 70% de anticipo y 30% contra entrega
Precios: DDP Bogotá en pesos colombianos
Garantía: Un (1) año contra defectos de fabricacion

Subtotal	129.721.000
Fletes	-
IVA 19%	24.646.990
TOTAL	154.367.990