



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y ENLACE  
PARA LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN FM  
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

**AUTOR:**

**CHILLÁN CACHAGO EDGAR OSWALDO**

**TUTOR:**

**ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.**

**QUITO, ECUADOR**

**2019**

## DECLARACIÓN

Yo, EDGAR OSWALDO CHILLÁN CACHAGO con C.I. N° 1717276552; declaro que le presente proyecto de tesis de grado, denominado **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y ENLACE PARA LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN FM DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**. es de mi autoría el cual se lo ha realizado de manera íntegra y respetando los derechos intelectuales de las personas y a la vez adjuntando conceptos mediante citas en las cuales indican la autoría cuales datos se detallan de manera más completa en la bibliografía. Debido a lo expuesto en esta declaración, me responsabilizo del contenido, la autenticidad y el alcance del proyecto por lo tanto cedo los derechos a la Universidad Tecnológica Israel para que de uso del mismo como materia de consulta o lectura.

Quito, 6 de septiembre de 2019

AUTOR

-----  
Edgar Oswaldo Chillán Cachago

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y ENLACE PARA LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN FM DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”** presentado por el señor **Edgar Oswaldo Chillán Cachago**. Estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, 6 de septiembre de 2019

TUTOR

.....

Ing. Rene Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi amada esposa que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para culminar la misma, que con su apoyo y amor incondicional ha sido amiga y compañera inseparable en todo momento.

A mis preciosas hijas Wendy y Adriana, que con su luz han iluminado mi vida y me fortalecen para seguir adelante.

A mis padres que con su amor y enseñanza han sembrado las virtudes que se necesita para vivir con anhelo y felicidad.

A la UNIVERSIDAD ISRAEL por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y convertirme en un profesional.

A la empresa AUDIO, VIDEO Y COMUNICACIONES CIA LTDA por darme la oportunidad de desarrollar el proyecto de tesis con la cual se adquirió una gran experiencia profesional.

Edgar Oswaldo Chillán Cachago

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mi familia, por permitirme llegar a este momento tan crucial de mi vida, por la alegrías, logros y momentos difíciles cuales me han enseñado a valorar cada día más. A mi esposa por ser la persona que me ha acompañado en todo momento de este periodo formativo y de mi vida profesional. A mis hijas por el apoyo y comprensión incondicional brindado en todo el transcurso de mi vida formativa para de lograr obtener el tan anhelado título de Ingeniero. Lo cual ha sido mi motivación de superarme y sacrificarme diariamente.

Edgar Oswaldo Chillán Cachago

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
TABLA DE CONTENIDO .....	vi
LISTA DE TABLAS .....	xiii
LISTA DE ECUACIONES .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio. ....	2
Presentación y justificación del problema. ....	3
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos .....	4
Alcance .....	5
Descripción de Capítulos.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
1.1 Espectro radioeléctrico.....	7
1.2 Señal de radio FM.....	8
1.3 Ancho de banda de Bessel .....	9
1.4 Norma Técnica Servicio de Radiodifusión Sonora FM.....	9
1.4.1 Ancho de banda.....	9
1.4.2 Porcentaje de modulación .....	10
1.4.3 Potencia de operación.....	10
1.4.4 Potencia efectiva radiada (P.E.R.).....	10
1.4.5 Niveles de emisión no esenciales .....	11
1.4.6 Intensidad de campo mínima a proteger .....	11
1.5 Generación y emisión de señal MPX.....	11
1.6 División de frecuencia de la señal MPX.....	12

1.7 Cálculo zona de Fresnel .....	13
1.8 Longitud de onda .....	14
CAPÍTULO 2 .....	16
MARCO METODOLÓGICO .....	16
2.1 Tipo de investigación utilizada .....	16
2.2 Técnicas para recolección de datos.....	17
2.3 Fases del desarrollo.....	17
Fase I. Estado de la Geografía para estación de transmisión y estudios. ....	17
Fase II. Simulaciones .....	18
Fase III. Verificación de equipos que cumplan las características técnicas.....	18
Fase IV. Programación de los distintos equipos .....	18
Fase V. Instalación del Hardware .....	18
Fase VI. Pruebas de Funcionamiento .....	19
CAPÍTULO 3 .....	20
PROPUESTA .....	20
3.1 Análisis de la ubicación del repetidor .....	20
3.1.1 Datos de la ubicación del transmisor FM.....	22
3.2 Análisis técnicos de los equipos. ....	22
3.2.1 Características del transmisor.....	23
3.2.2 Sistema radiante y lóbulo de radiación .....	24
3.2.3 Cálculo de ganancia .....	26
3.2.4 Cables RF.....	27
3.2.5 Potencia de operación.....	28
3.2.6 Determinación de pérdidas.....	28
3.2.7 Cálculo de la P.E.R. ....	28
3.3 Predicción de cobertura. ....	28
3.3.1 Perfiles topográficos.....	29
3.3.2 Método de cálculo .....	34

3.4 Diagrama de cobertura.....	40
3.5 Enlaces auxiliares. ....	41
3.5.1 Enlace Estudio – Transmisor (STL).....	41
3.5.2 Perfil del enlace.....	42
3.5.3 Equipos de transmisión y recepción de enlace.....	42
3.5.4 Antena de transmisión de enlace.....	43
3.5.5 Línea de transmisión. ....	44
3.5.6 Potencia efectiva radiada P.E.R. ....	45
3.5.7 Balance del enlace.....	46
3.5.8 Apuntamiento de antenas. ....	50
3.5.9 Simulación de enlace.....	51
3.6 Estructura de la torre.....	51
3.7 Requisitos para radiodifusión sonora.....	52
3.8 Topología de conexiones. ....	53
CAPÍTULO 4 .....	55
IMPLEMENTACIÓN .....	55
4.1 Desarrollo.....	55
4.1.1 Arrendamiento de infraestructura.....	55
4.1.2 Distribución de infraestructura.....	55
4.1.3 Distribución de equipos en rack. ....	56
4.1.4 Asignación de frecuencias.....	58
4.2 Implementación. ....	59
4.2.1 Instalación de equipo transmisor del enlace STL.....	59
4.2.2 Instalación de equipo receptor del enlace STL. ....	61
4.2.3 Instalación del sistema eléctrico.....	63
4.2.4 Instalación de ring de tierra. ....	64
4.2.5 Instalación de sistema radiante.....	65
4.2.6 Instalación de equipo transmisor FM .....	67



4.3 Pruebas de funcionamiento.....	68
4.3.1 Potencia de funcionamiento del transmisor.....	68
4.3.2 Ajustes de ancho de banda y modulación de audio.....	69
4.3.3 Ajustes de ancho de banda y modulación de audio.....	70
4.4 Análisis de resultados.....	70
4.4.1 Mediciones de campo.....	70
4.4.2 Resumen de equipos instalados.....	73
4.4.3 Resultados obtenidos.....	74
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 Espectro radioelctrico.....	7
Figura 1. 2 Medición de ancho de banda.....	9
Figura 1. 3 Generación señal MPX. ....	12
Figura 1. 4 División espectral señal MPX.....	13
Figura 1. 5 Ejemplo de zona de Fresnel. ....	13
Figura 1. 6 Longitud de onda.....	14
Figura 3. 1 Estación cerro Pilisurco. ....	21
Figura 3. 2 Transmisor FM VS 2.5.....	23
Figura 3. 3 Antena FM. ....	24
Figura 3. 4 Arreglo de 4 antenas y patrón de radiación.....	25
Figura 3. 5 Cable coaxial AVA5-50A.....	27
Figura 3. 6 Radiales de cobertura. ....	29
Figura 3. 7 Perfil topográfico 0° .....	30
Figura 3. 8 Perfil topográfico 45° .....	30
Figura 3. 9 Perfil topográfico 90° .....	31
Figura 3. 10 Perfil topográfico 135° .....	31
Figura 3. 11 Perfil topográfico 180° .....	32
Figura 3. 12 Perfil topográfico 225° .....	32
Figura 3. 13 Perfil topográfico 270°.....	33
Figura 3. 14 Perfil topográfico 315° .....	33
Figura 3. 15 Intensidad de campo estimada para una altura de antena receptora de 9.1 m.	34
Figura 3. 16 Intensidad de campo (dBuV/m) para 1kW de potencia radiada aparente. ....	35
Figura 3. 17 Factor de corrección de atenuación en función de la distancia d (km) y $\Delta h$ ...	36
Figura 3. 18 Predicción de cobertura teórica.....	40
Figura 3. 19 Simulación de cobertura teórica vista satelital.....	41
Figura 3. 20 Perfil topográfico enlace Estudios – Pilisurco. ....	42
Figura 3. 21 Enlace STL marca DB Broadcast .....	42
Figura 3. 22 Antena PR-410.....	43
Figura 3. 23 Cable LDF4-50A.....	44
Figura 3. 24 Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace radioelctrico. ....	46
Figura 3. 25 Apuntamiento de antena de transmisión. ....	50
Figura 3. 26 Apuntamiento de antena de recepción .....	50

Figura 3. 27 Simulación enlace estudios UTC Radio – Cerro Pilisurco .....	51
Figura 3. 28 Torre soportada por tensores.....	51
Figura 3. 29 Topología de conexiones.....	53
Figura 4. 1 Plano de distribución de la caseta. ....	56
Figura 4. 2 Plano de distribución de la caseta en 3D.....	56
Figura 4. 3 Distribución de rack de equipos en Estudios. ....	57
Figura 4. 4 Distribución de rack de equipos en cerro Pilisurco.....	58
Figura 4. 5 Transmisor de enlace instalado en el rack. ....	59
Figura 4. 6 Tendido de cable LDF4-50A hacia la terraza. ....	60
Figura 4. 7 Antena paraflector de transmisión instalada en trípode .....	60
Figura 4. 8 Transmisor de enlace operando con 10 W .....	61
Figura 4. 9 Receptor de enlace instalado en rack de equipos.....	61
Figura 4. 10 Ingreso de cables a la caseta.....	62
Figura 4. 11 Antena paraflector de recepción instalada en la torre. ....	62
Figura 4. 12 Receptor de enlace con -54dBm de nivel de señal.....	63
Figura 4. 13 Tablero de distribución de energía.....	63
Figura 4. 14 Regulador de voltaje 10KVA.....	64
Figura 4. 15 Supresor de transcientes .....	64
Figura 4. 16 Ring de tierra.....	65
Figura 4. 17 Barra colectora del ring de tierra.....	65
Figura 4. 18 Armado de antenas y herrajes de sujeción. ....	66
Figura 4. 19 Montaje de antenas en torre. ....	66
Figura 4. 20 Instalación de grounding kit.....	67
Figura 4. 21 Impermeabilización de conectores del distribuidor .....	67
Figura 4. 22 Transmisor Nautel VS2.5.....	68
Figura 4. 23 Transmisor operando a 2081W de potencia directa.....	68
Figura 4. 24 Ajuste de niveles de audio y piloto de estéreo. ....	69
Figura 4. 25 Ancho de banda en 210KHz .....	69
Figura 4. 26 Consumo de corriente de 14 amperios.....	70
Figura 4. 27 Configuración 2 para BII (85 a 110MHz).....	71
Figura 4. 28 Medición de campo con antena patrón a 9m de altura.....	71
Figura 4. 29 Nivel de recepción en aeropuerto de Latacunga .....	72
Figura 4. 30 Factor K para antena AMC/1 .....	73
Figura 4. 31 Resultado gráfico de medición de campo en Ingahurco .....	76

Figura 4. 32 Resultado gráfico de medición de campo en Centro Cultural UTA .....	77
Figura 4. 33 Resultado gráfico de medición de campo en Campus Huachi.....	79
Figura 4. 34 Resultado gráfico de medición de campo en aeropuerto de Latacunga.....	80

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3. 1	Coordenadas ubicación del cerro Pilisurco. ....	22
Tabla 3. 2	Especificaciones técnicas del transmisor.....	23
Tabla 3. 3	Especificaciones antena FM. ....	25
Tabla 3. 4	Características sistema de antenas.....	26
Tabla 3. 5	Especificaciones técnicas cable coaxial AVA5-50A. ....	27
Tabla 3. 6	Datos de pérdidas. ....	28
Tabla 3. 7	Área de operación zonal .....	29
Tabla 3. 8	Altura del terreno en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).....	37
Tabla 3. 9	Intensidad de campo dBuV/m para 1kW de P.E.R .....	38
Tabla 3. 10	Factor de corrección de potencia (Fcp) .....	39
Tabla 3. 11	Detalle de variación de altura $\Delta H$ .....	39
Tabla 3. 12	Coordenadas sitios de enlace STL.....	41
Tabla 3. 13	Especificaciones del enlace STL .....	43
Tabla 3. 14	Especificaciones antena PR-410.....	44
Tabla 3. 15	Especificaciones cable LDF4-50A .....	45
Tabla 3. 16	Factor de rugosidad y climático del medio.....	48
Tabla 3. 17	Equipos del sistema de radiodifusión para UTC Radio .....	54
Tabla 4. 1	Detalle de equipos instalados. ....	73
Tabla 4. 2	Resultados medición de campo Ingahurco .....	75
Tabla 4. 3	Resultados medición de campo Centro Cultural UTA.....	76
Tabla 4. 4	Resultados medición de campo Campus Huachi. ....	78
Tabla 4. 5	Resultados medición de campo en el aeropuerto de Latacunga.....	79

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. 1 Ancho de banda de Bessel. ....	9
Ecuación 1. 2 Potencia Efectiva Radiada .....	10
Ecuación 1. 3 Primera zona Fresnel. ....	14
Ecuación 1. 4 Cálculo longitud de onda. ....	15
Ecuación 3. 1 Factor de corrección de potencia .....	38
Ecuación 3. 2 Pérdida de espacio libre .....	46
Ecuación 3. 3 Pérdida de espacio libre .....	47
Ecuación 3. 4 Potencia de recepción .....	48
Ecuación 4. 1 Intensidad de campo .....	72

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, muestra paso a paso el proceso para solicitar el permiso de operación de una radio en frecuencia modulada, y la forma de implementarla, tomando en consideración que la radio es el medio de comunicación más idóneo, debido a su cobertura y alcance.

Desde el nacimiento de las estaciones de radio hasta la actualidad podemos identificar que existen tres tipos: las radios comerciales o radios privadas, que su funcionamiento depende de las empresas o formas comerciales que contratan un espacio para pautar su publicidad. Las radios públicas, estas no pueden pautar ya que son usadas como medios oficiales para comunicación a la ciudadanía, y pertenecen al grupo denominado Medios Públicos EP. Las radios comunitarias, este tipo de estación no tiene fines de lucro, y su propósito es favorecer el desarrollo de una población o comunidad, este tipo de estaciones se encuentran agrupadas en la Coordinadora de Medios Comunitarios Populares y Educativos del Ecuador (CORAPE).

En base a estas características la Universidad Técnica de Cotopaxi ha visto el interés de tener un medio público propio, sin fines de lucro, con el propósito de interactuar y mantener informada a la comunidad universitaria y público en general. Buscando la participación de los jóvenes de la Facultad de Comunicación Social con los pobladores de la Latacunga y sus alrededores, para dar a conocer noticias locales, nacionales e internacionales que ayudaran a socializar actividades interculturales y novedades del sector que pueden resultar beneficiosas para el desarrollo de toda la comunidad.

En el presente trabajo se muestra claramente el funcionamiento de la radio FM, análisis de cobertura, equipos que la conforman, implementación, pruebas de funcionamiento y análisis de resultados que tuvieron consecuencia durante el desarrollo de la UTC Radio.

**Palabras claves:** frecuencia modulada, radioenlace, cobertura, alcance, medios oficiales

## ABSTRACT

This research paper shows, step by step, the process to request the operation permit of a frequency modulated radio, and how to implement it, taking into account that the radio is the most suitable means of communication, due to its coverage and scope.

From the birth of radio stations to the present we can identify that there are three types: commercial radios or private radios, that their operation depends on the companies or commercial forms that hire a space to guide their advertising. Public radios, these cannot schedule as they are used as official means for communication to citizens, and belong to the group called EP Public Media. Community radios, this type of station is not for profit, and its purpose is to favor the development of a population or community, these types of stations are grouped in the Coordinator of Popular and Educational Community Media of Ecuador (CORAPE).

Based on these characteristics, the Technical University of Cotopaxi has seen the interest of having its own non-profit public environment, with the purpose of interacting and keeping the university community and the public in general informed. Seeking the participation of young people from the Faculty of Social Communication with the residents of Latacunga and its surroundings, to publicize local, national and international news that will help socialize intercultural activities and developments in the sector that may be beneficial for the development of the whole community.

This work clearly shows the operation of the FM radio, coverage analysis, equipment that makes it up, implementation, performance tests and analysis of results that had consequences during the development of the UTC Radio.

**Keywords:** modulated frequency, radio link, coverage, reach, official means



## **INTRODUCCIÓN**

La Universidad Técnica de Cotopaxi, UTC, con el fin de mejorar e interactuar con sus estudiantes de la Facultad de Comunicación Social, se ha planteado implementar una estación de radio FM con sus respectivos estudios para generar y editar audios, los cuales serán transmitidos desde su estación ubicada en el cerro Pilisurco, la programación y generación de audio estará a cargo de los estudiantes de la UTC, con el fin de facilitar el aprendizaje de los alumnos al momento de interactuar con la sociedad, manteniendo una radio interactiva con contenidos educativos.

El proyecto combinará el uso convencional de la radio como un medio de difusión, con la aplicación de los principios educativos, basados en la participación de la audiencia. El término "interactivo" es utilizado, simplemente, para denotar la actividad que involucra a los alumnos cuando escuchan los programas de radio.

La Universidad Técnica de Cotopaxi con este proyecto estará a la vanguardia a nivel regional y nacional en la creación y difusión de contenidos educativos, culturales e informativos cuyos resultados sumados a la tecnología de primera a ser implementada sean producto de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la universidad en sus distintas especialidades, tales como la Facultad de Comunicación Social.

**Antecedentes de la situación objeto de estudio.**

En el trabajo de tesis desarrollado en la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), sobre la “ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSION FM CON COBERTURA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”, realizado por Juan Fernando Guzmán Pereira, habla sobre los parámetros técnicos que debe cumplir las estaciones de radiodifusión FM, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y operación de las mismas sin causar problemas a estaciones existentes. Este trabajo se lo realizó para la provincia de Pichincha. (Guzman Pereira, 2012)

En el trabajo de tesis desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sobre el “PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIO COMUNITARIA EN LA PARROQUIA DE GUAYLLBAMBA”, realizado por Doris Viviana Álvarez, Santiago Daniel Enríquez y María Belén Hurtado, trata sobre la importancia que tiene la radiodifusión FM como medio de comunicación las cuales pueden ser de tipo comercial o de tipo comunitario, para este proyecto se planteó la implementación de la radio Comunitaria de la parroquia de Guayllabamba la cual se encuentra ajustada de acuerdo a su presupuesto económico con una limitante de equipos para su transmisión, sin embargo, es una propuesta válida para comunicación eficaz en sus alrededores. (Álvarez Puma, Enriquez Panchi, & Hurtado Calderón, 2013)

La Universidad Técnica de Cotopaxi con el fin de mantener informada a la comunidad, tanto universitaria como ciudadana en Latacunga y sus alrededores se ha planteado implementar y poner en operación un medio de comunicación social de tipo público oficial para lo cual realizó sus trámites pertinentes para la asignación de frecuencias y equipos necesarios para su funcionamiento. (ARCOTEL, Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvo título habilitante para instalar una radio en Latacunga, 2018)

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, luego del trámite previsto en la Ley Orgánica de Comunicación y Ley Orgánica de Telecomunicaciones, otorgó a la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante resolución No. ARCOTEL 2018-

0563 de fecha 02 de Julio del 2018, el título habilitante para la autorización de radiodifusión sonora FM de carácter público a denominarse “UTC RADIO”, matriz en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, por un plazo de 15 años. (ARCOTEL, Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvo título habilitante para instalar una radio en Latacunga, 2018)

### **Presentación y justificación del problema.**

La Universidad Técnica de Cotopaxi no cuenta con una radio para solventar las necesidades de comunicación y convivencia con la ciudadanía, la cual es sumamente necesaria para la interrelación de los estudiantes de la Facultad de Comunicación Social.

Para que la Universidad Técnica de Cotopaxi, pueda adquirir, instalar y poner a punto y operar el sistema de radiodifusión a denominarse UTC RADIO, dentro de los años otorgados en el título habilitante antes referido, requiere contratar un proveedor, que este calificado en el SERCOP y tenga la capacidad de brindar el aprovisionamiento, montaje, instalación y puesta en marcha de los equipos y servicios necesarios para la implementación de la UTC RADIO en la frecuencia 102.9 MHz del servicio de radiodifusión sonora FM; y de esta manera sustentar las necesidades de difusión que la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene de sus distintas actividades, dependencia, facultades, etc.

El 13 de septiembre de 2018, la Universidad Técnica de Cotopaxi, UTC. Realiza la convocatoria para participar en el proceso COTBS-UTC-001-2018 (ADQUISICIÓN DE EQUIPO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA RADIO UNIVERSITARIA, UTC RADIO) con un presupuesto asignado de 160.000,00 (ciento sesenta mil con 00/100, Dólares Americanos más IVA).

En la cual resultó ganadora la Empresa Audio, Video y Comunicaciones ADVICOM CIA LTDA. La misma que realizó su oferta en base a los requerimientos planteados en los pliegos técnicos indicados por la Universidad Técnica de Cotopaxi. Cuyo contrato se firmó el 13 de octubre de 2018 por un valor de 147.200,00 (ciento cuarenta y siete mil doscientos con 00/100, Dólares Americanos más IVA). Repartidos de la siguiente manera \$ 66.940,00

para equipos de radio enlace y transmisión, \$ 80.260,00 para equipos de generación de contenido visual y audio que serán ubicados en los estudios de la radio.

La instalación del sistema de transmisión de la UTC RADIO debe realizarse bajo normas técnicas que permitan una óptima operación cumpliendo los parámetros técnicos autorizados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

### **Objetivo General**

- Desarrollar un sistema de transmisión FM y enlace STL para la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Objetivos Específicos**

- Verificar el espectro radioeléctrico con el fin de garantizar que las frecuencias asignadas a UTC Radio se encuentren libres.
- Diseñar e implementar un tablero de control del sistema eléctrico con sus respectivas protecciones.
- Diseñar mediante un modelo de propagación empírico el sistema de radio enlace en la frecuencia 421.44MHz y contrastar los cálculos teóricos utilizando el software Radio Mobile.
- Diseñar el sistema en base a los parámetros autorizados por la ARCOTEL.
- Instalar un sistema de radio enlace estudio transmisor (*Studio Transmitter Link, STL*), desde los estudios ubicados en Latacunga hacia el cerro Pilisurco, en la frecuencia 421.44MHz, autorizada por la ARCOTEL

- Implementar un sistema de transmisión en el cerro Pilisurco, conformado por un transmisor de estado sólido FM, de 2500W de potencia y un sistema radiante conformado por 4 antenas de FM.
- Calibrar parámetros de operación en el transmisor de FM utilizando el analizador de espectros, para garantizar su buen funcionamiento y evitar interferencia de canal adyacentes y cocanal.
- Realizar pruebas y mediciones de cobertura utilizando el medidor de campo, para verificar que se cumpla con las intensidades de campo de cobertura principal y secundaria especificadas por la ARCOTEL.

### **Alcance**

Mediante un analizador de espectros se realizará un análisis de frecuencias de la banda FM y de la banda de los 400MHz para verificar la disponibilidad de las frecuencias asignadas.

Se Implementará un sistema de transmisión FM en el cerro Pilisurco, conformado por un arreglo de 4 antenas de doble dipolo cruzado en V y un transmisor FM de 2500 W.

Se Implementará un enlace STL desde la ciudad de Latacunga al cerro Pilisurco en la banda de 400MHz.

Al finalizar el proyecto se realizará la entrega recepción de todos los equipos en pleno funcionamiento a satisfacción de la UTC Radio, lo cual será supervisado y aprobado por la Empresa ADVICOM CIA LTDA que es la encargada de proveer, implementar y poner en operación la estación. La documentación que se entregará de forma detallada será una memoria técnica la cual incluirá, planos de la estación, diagramas de diseño eléctrico, red y audio, test report emitidos por los fabricantes de los equipos y pruebas de cobertura de la señal al aire.

## Descripción de Capítulos

La presente implementación está estructurada en cuatro capítulos. El primero muestra la fundamentación teórica del proyecto argumentando desde el punto de vista científico y tecnológico, se abordarán temas como el origen de la radio FM, servicios y sus elementos, de igual forma los requisitos necesarios para el otorgamiento de títulos habilitantes.

En el segundo capítulo, se presenta lo concerniente al marco metodológico de la investigación, en donde se aplicó todo lo definido en el Plan del Proyecto Integrador de Carrera, métodos utilizados para el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo se establece el análisis geográfico para la ubicación correcta del Transmisor FM, perfiles topográficos, así como también los formularios requeridos por el ARCOTEL para solicitar el uso de frecuencias. Se realiza el cálculo matemático para obtener la potencia efectiva radiada y su cálculo de enlace, se profundiza la descripción de los equipos como el transmisor VS2.5, radioenlace DTS4B/BRS4B, antenas paraflector PR-410 y sistema radiante de 4 antenas FM dipolos en V modelo AT12-202.

Finalmente, el último capítulo se refiere al proceso de implementación del sistema, presentado de forma coherente la puesta en marcha con sus resultados y pruebas de funcionamiento.

# CAPÍTULO 1

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de los 3000 GHz, como se muestra en la figura 1.1, las cuales se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. (ARCOTEL, Espectro Radioeléctrico, 2019).

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

**Figura 1. 1** Espectro radioeléctrico.

**Fuente:** (ARCOTEL, Resoluciones de la Arcotel, 2017)

## 1.2 Señal de radio FM

FM significa frecuencia modulada; es una técnica que permite transmitir información a través de una onda portadora, variando su frecuencia.

La Comisión Federal de Comunicaciones (*Federal Communications Commission, FCC*), ha asignado una banda de frecuencias de 20 MHz al servicio de emisiones de FM, que va de los 88 a los 108 MHz. Esta banda de 20 MHz se divide en canales de 100 y 200 kHz de ancho que comienzan en 88.1 MHz; es decir, 88.3 MHz, 88.5 MHz y así sucesivamente. Para obtener una música de alta calidad y confiable, la desviación máxima de frecuencia permitida es 75 kHz con una frecuencia máxima de señal moduladora de 15 kHz.

De acuerdo con la ecuación 1.1, el índice de modulación en el peor de los casos, es decir, la relación de desviación, para un canal comercial es  $75 \text{ kHz}/15 \text{ kHz} = 5$ . De acuerdo con la tabla de funciones de Bessel, se producen ocho pares de frecuencias laterales significativas cuando el índice de modulación es 5. Por consiguiente, de acuerdo con la ecuación 1.1, el ancho de banda mínimo y necesario para pasar todas las frecuencias laterales significativas es  $B = 2(8 \times 15 \text{ Hz}) = 240 \text{ kHz}$ , que es 40 kHz mayor que el ancho de banda asignado por la FCC. En esencia, esto quiere decir que se permite que las frecuencias laterales máximas de un canal entren a canales adyacentes, produciendo una interferencia llamada interferencia por canal adyacente.

En general eso no constituye un problema, porque históricamente la FCC sólo ha asignado uno de cada dos canales, es decir, un canal sí y uno no, en un área geográfica dada. Por consiguiente, hay casi siempre una banda de protección de 200 kHz a cada lado de cada canal asignado. Además, el séptimo y octavo conjuntos de frecuencias laterales tienen poca potencia, y también es muy improbable obtener alguna vez la máxima desviación de frecuencia a la frecuencia máxima de señal moduladora. Es irónico que, si se usa la aproximación de Carson, el ancho de banda para los canales comerciales es  $2(75 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz}) = 180 \text{ kHz}$ , que se encuentra dentro de los límites de banda asignados por la FCC.



### 1.3 Ancho de banda de Bessel

$$B_{(Hz)} = 2(n \cdot fm)$$

**Ecuación 1. 1** Ancho de banda de Bessel.

**Fuente:** (Tomasi, 2003)

En donde

$B$  = Ancho de banda de Bessel (Hz)

$n$  = Cantidad de bandas laterales significativas

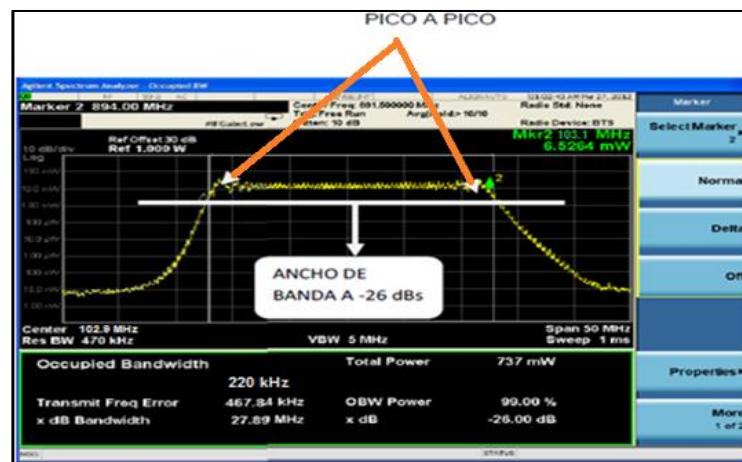
$fm$  = Frecuencia de la señal moduladora (Hertz)

### 1.4 Norma Técnica Servicio de Radiodifusión Sonora FM

Los parámetros técnicos de una estación de radiodifusión sonora FM, así como sus emisiones deben estar de acuerdo con la presente norma técnica establecida por el ente regulador ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones).

#### 1.4.1 Ancho de banda.

El ancho de banda es de 220kHz para estereofónico (con modulación de audio) y 180 kHz para monofónico (audio de Micrófonos), con una tolerancia de hasta un 5%, En la figura 1.2 se puede apreciar la medición del ancho de banda a -26dB.



**Figura 1. 2** Medición de ancho de banda.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 1.4.2 Porcentaje de modulación

No debe exceder los siguientes valores en las crestas de recurrencia frecuente; para sistemas monofónicos o estereofónicos, únicamente 100%. Si éstos utilizan una subportadora: 95%. Si utilizan dos a más subportadoras: 100%.

### 1.4.3 Potencia de operación

Es la potencia de salida del equipo transmisor en vatios (watts) que se suministra al sistema radiante.

### 1.4.4 Potencia efectiva radiada (P.E.R.)

Será determinada en vatios (watts) sobre la base de la aplicación de la relación matemática siguiente:

La Resolución N° 072-04-CONATEL-2010 establece el procedimiento para la determinación de la Potencia Efectiva Radiada mediante la ecuación 1.2.

$$P.E.R.(kW) = P_T(kW) * 10^{\left[\frac{G(dBd) - Pérdidas(dB)}{10}\right]} \quad \text{Ecuación 1. 2 Potencia Efectiva Radiada}$$

**Fuente:** (ARCOTEL, Resoluciones de la Arcotel, 2017)

Dónde:

$P_T$  es la potencia nominal del transmisor (kW)

G (dBd) es la ganancia del arreglo (sistema radiante)

Pérdidas (dB) correspondientes a líneas de transmisión, conectores, etc.

### 1.4.5 Niveles de emisión no esenciales

Deben atenuarse con un mínimo de 80 dB por debajo de la potencia media del ancho de banda autorizado y con una modulación del 100%.

### 1.4.6 Intensidad de campo mínima a proteger

Los valores de intensidad de campo eléctrico, deben ser medidos a un nivel de 10 metros sobre el suelo en espacio abierto con línea de vista directa y serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura según lo establecido:

En el borde del área de cobertura principal:

Para Monofónicos  $\geq 48 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

Para Estereofónicos  $\geq 54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

En el borde del área de cobertura secundaria:

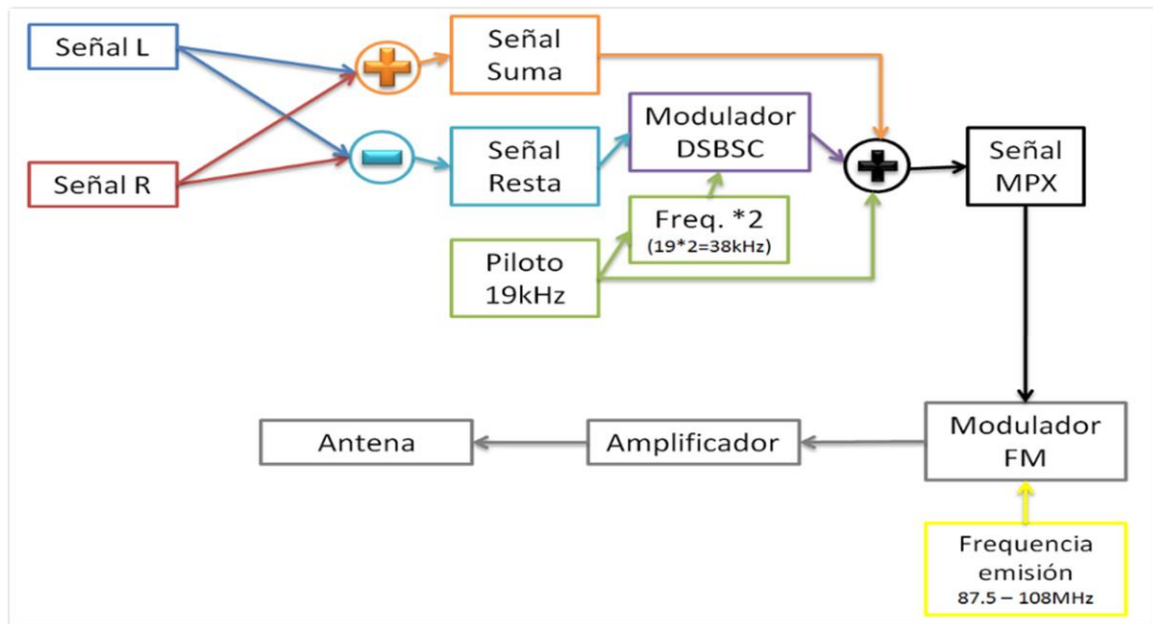
Para Monofónicos  $\geq 30 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y  $< 48 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ .

Para Estereofónicos  $\geq 50 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y  $< 54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

## 1.5 Generación y emisión de señal MPX.

En la figura 1.3 se muestra como la señal múltiplex se forma en base a los canales de audio principal R y L, estos son algebraicamente codificados en suma (L + R) y la diferencia de las señales (L-R). Un receptor mono utilizará sólo la señal L + R por lo cual el oyente escuchará ambos canales a través del único altavoz. Un receptor estéreo se sumará la señal de diferencia a la señal suma para recuperar el canal izquierdo, y restar la señal de diferencia de la suma para recuperar el canal derecho.

Esta señal compuesta, junto con cualquier otro sub-portadoras, ingresan a ser moduladas por el transmisor de FM.



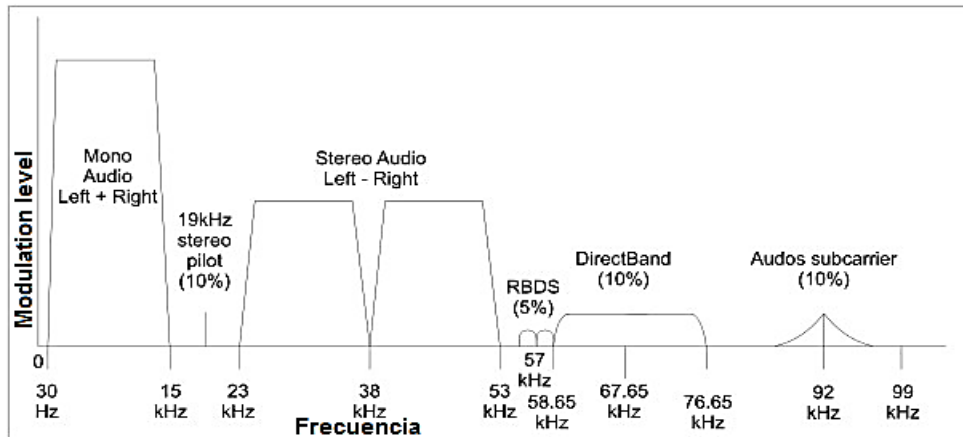
**Figura 1. 3** Generación señal MPX.

**Fuente:** (Cuellas, 2016).

## 1.6 División de frecuencia de la señal MPX

La señal MPX tiene un ancho de banda de 100kHz. Es importante también que el audio se recorte a 15kHz tanto en la Señal L+R como en la L-R, para no interferir con servicios contiguos, en la figura 1.4 se muestra la división frecuencial de la señal MPX, a acuerdo al siguiente rango de frecuencias:

- 30Hz a 15kHz: Señal suma.
- 19 kHz: Piloto estéreo
- 23kHz a 53kHz: Señal resta.
- 57kHz: Servicio de datos RDS
- 67kHz a 94kHz: Servicios SCA



**Figura 1. 4** División espectral señal MPX.

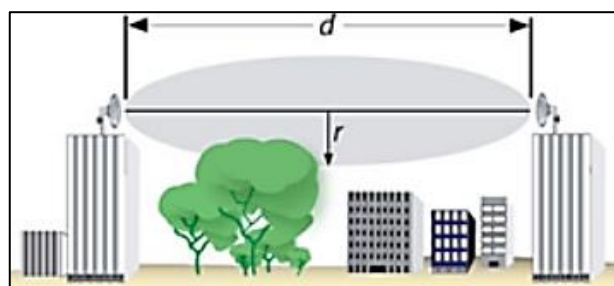
**Fuente:** (fmuser, 2015).

## 1.7 Cálculo zona de Fresnel

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides, que rodean al haz directo de un enlace radioeléctrico y que se definen a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. En la figura 1.5 se muestra cómo se aplica los elementos de la ecuación 1.3 y se puede observar que la parte sombreada de color gris es el obstáculo que se tiene entre ambos edificios.

Un enlace radioeléctrico inalámbrico debe cumplir con 2 condiciones:

- Tener línea de vista.
- Zona de Fresnel libre al 60% (en caso de ser enlace sobre suelo sólido) y del 100% (en caso de enlace sobre agua).



**Figura 1. 5** Ejemplo de zona de Fresnel.

**Fuente:** (Molina, 2018).

Para calcular la primera zona de Fresnel se utiliza la ecuación 1.3.

$$r_n = 547,723 \sqrt{\left(\frac{n \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}\right)}$$

**Ecuación 1. 3** Primera zona Fresnel.

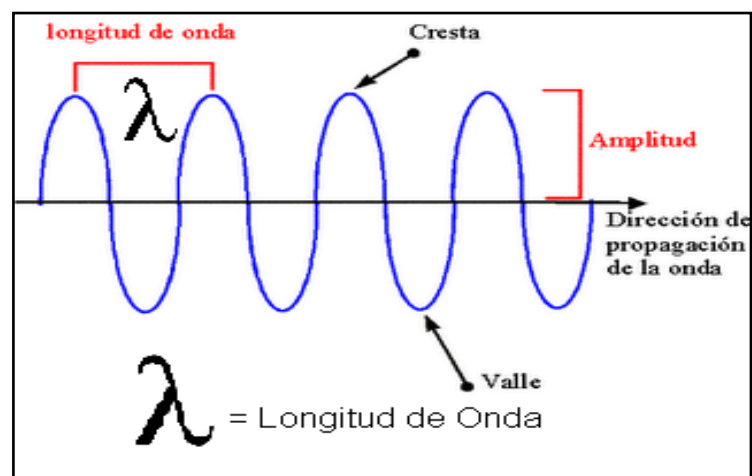
**Fuente:** (Molina, 2018).

Dónde:

- $r_n$  es el radio de la  $n$ -ésima zona de Fresnel [m].
- $d_1$  es la distancia desde el transmisor al objeto en [Km].
- $d_2$  es la distancia desde el objeto al receptor en [Km].
- $d$  es la distancia total del enlace en [Km].
- $f$  es la frecuencia en [MHz].

## 1.8 Longitud de onda

Una onda es una perturbación que se propaga a través de un determinado medio o en el vacío, con transporte de energía, pero sin transporte de materia. La longitud de onda es la distancia entre dos crestas consecutivas de la onda electromagnética como se muestra en la figura 1.6, es inversamente proporcional a la frecuencia y por lo tanto a la energía de la onda. El rango visible del espectro electromagnético, el que es capaz de percibir el ojo humano, es el de longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nanómetros.



**Figura 1. 6** Longitud de onda.

**Fuente:** (BITACORA DE FISICA, s.f.).

La longitud de onda se la puede calcular con la ecuación 1.4.

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

**Ecuación 1. 4** Cálculo longitud de onda.

**Fuente:** (BITACORA DE FISICA, s.f.).

Dónde:

C = Velocidad de la luz (3000000000 m/s)

f = Frecuencia en (Hz)

$\lambda$  = Longitud de onda (m)

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo plantea aspectos metodológicos que se utilizaron para realizar el presente proyecto tratándose de la Implementación del sistema de radiocomunicación perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicada en la ciudad de Latacunga, dicho proyecto permite a los alumnos de la facultad de Comunicación Social a interactuar con la sociedad mediante entrevistas o dando comunicados generales por medio de la radio FM. Además, se describe el tipo de investigación realizado, las herramientas y fases de la implementación efectuado durante el desarrollo del proyecto.

#### **2.1 Tipo de investigación utilizada**

El modelo de investigación se basa en “como debería ser las cosas para poder alcanzar determinados objetivos con el fin de que se desarrollen adecuadamente” Se debe seguir una serie consecutiva de pasos para el desarrollo factible de un proyecto aplicado parámetros establecidos.

Acogiendo lo expuesto anteriormente se define que la investigación es de tipo Proyectiva debido a que, partiendo de estudios de implementaciones anteriores sobre sistemas de radiodifusión se estable un nuevo estudio para las características que debe cumplir el proyecto para la UTC Radio, brindando aporte importante a la vanguardia tecnológica. Dando mejoras a la Universidad Técnica de Cotopaxi en cuestión de infraestructura, comunicación, economía, prestación del servicio permanente y eficiente.



## **2.2 Técnicas para recolección de datos**

Este punto se refiere a las diversas técnicas que se ha utilizado para la recolección de datos que servirán para buscar soluciones al problema, esta información es de mucha importancia ya que debido a la información recolectada se puede respaldar la propuesta planteada.

Pues basándose en lo expuesto anteriormente y centrándose al proyecto de implementación del sistema de radiodifusión se realizó la recolección de datos y revisión de manuales técnicos indispensables para expandir propuestas al proyecto.

## **2.3 Fases del desarrollo**

Las fases que se detallan a continuación, se basan en el procedimiento a realizar según las etapas que se ejecutarán y servirá para solventar el problema planteado.

En la primera fase se establece la ubicación geográfica que posee el lugar donde va a ser colocada la estación repetidora y los estudios de la UTC; la segunda fase se realiza simulaciones para verificar coberturas a 360° alrededor de la estación repetidora, tomando en cuenta las distancias que se requiere y valores técnicos ingresados al simulador; mientras que en la tercera fase, se establece equipos que cumplan con las características técnicas iguales o aproximadas a los datos ingresados al simulador; durante la cuarta fase, se llevó a cabo la configuración en cada uno de los equipos, ingresando las frecuencias exactas otorgadas por el ente regulador; en la quinta fase, se procedido a la ubicación de los equipos tanto en el cerro Pilisurco y en el Estudio Matriz; para culminar con la sexta fase, realizando las distintas pruebas de funcionamiento desde la estación Pilisurco hacia los equipos receptores de radio FM. Cada una de las fases se expone a continuación.

### **Fase I. Estado de la Geografía para estación de transmisión y estudios.**

Se realizó el estudio para la ubicación del repetidor en el cerro Pilisurco en la ciudad de Ambato, lugar con una línea de vista mayor a un 60% hacia Latacunga y Salcedo, línea de

vista completa hacia Ambato, Mocha Quero y otras, se elaboró los perfiles topográficos para cada uno de los radiales desde 0° a 360°.

## **Fase II. Simulaciones**

Luego de haber verificado el lugar geográfico se procede a realizar las simulaciones en el software radio Mobile estableciendo valores adecuados para cubrir el área donde opera la UTC Radio con la cobertura necesaria.

## **Fase III. Verificación de equipos que cumplan las características técnicas**

Luego de simular la cobertura del sistema con valores técnicos asumidos inicialmente en radio Mobile se procede a decidir qué equipos utilizar, que vayan con los parámetros técnicos que se utilizó en la simulación como potencia del transmisor, ganancia de la antena, rangos de operación y umbral de recepción. Cabe indicar que los equipos deben cumplir con los términos de referencia establecidos por la UTC.

## **Fase IV. Programación de los distintos equipos**

En la fase IV se procedió a la configuración de los equipos de radiodifusión y enlace STL, ajustando a las frecuencias otorgada por la ARCOTEL.

## **Fase V. Instalación del Hardware**

En esta fase se procedió a la instalación del hardware de todo el sistema, como instalación de las antenas, transmisor FM y sistema de enlace STL en cada uno de los sitios asignados respectivamente como en el cerro Pilisurco y en los estudios de la UTC Radio ubicado en Latacunga.

**Fase VI. Pruebas de Funcionamiento**

En la fase sexta y última se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento respectivas, utilizando un receptor de FM y un medidor de campo de marca Promax modelo TV Explorer con antena patrón marca Promax modelo AMC1, realizando un recorrido por las distintas parroquias cercanas a la estación central como Ambato, Salcedo, Quero, Pujilí, Saquisilí, Mocha, Pelileo y entre otras, validando la calidad de audio de recepción de acuerdo a la normativa técnica establecida para radiodifusión sonora FM.

## **CAPÍTULO 3**

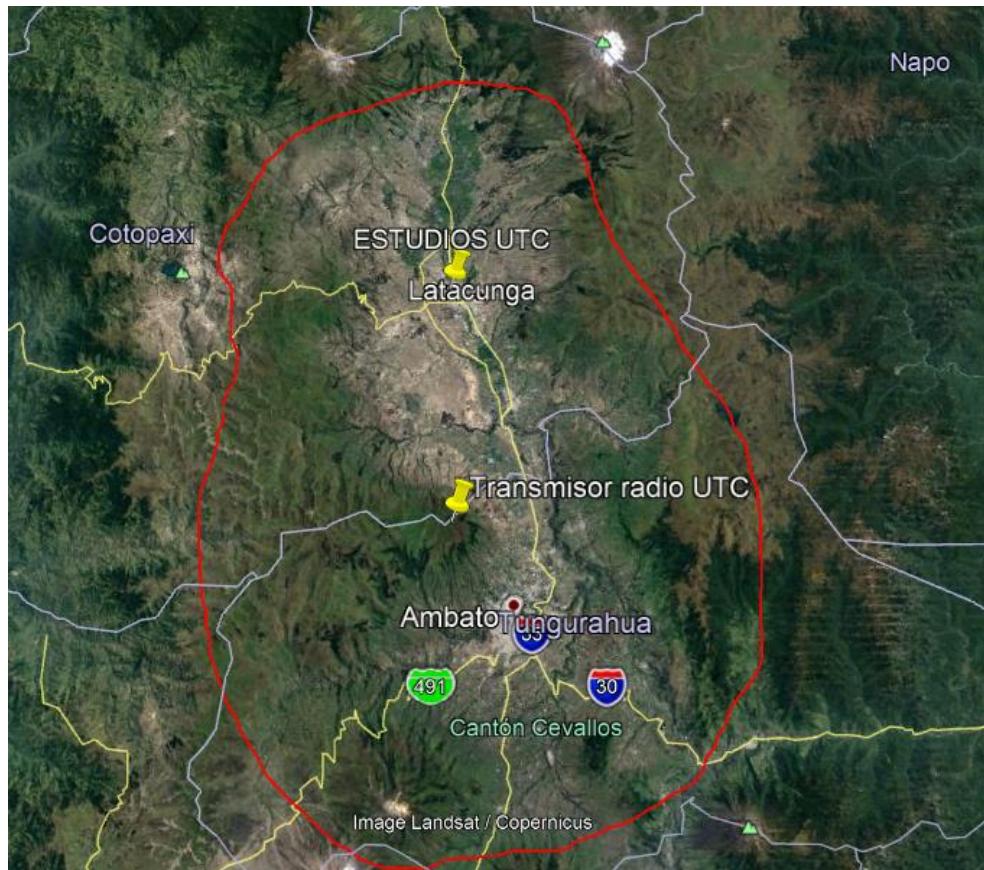
### **PROPUESTA**

#### **3.1 Análisis de la ubicación del repetidor**

Latacunga y las ciudades aledañas como Saquisilí, Pujilí, Salcedo, Píllaro, Ambato, Tisaleo, Cevallos, Quero, Pelileo, Mocha, entre otras, son lugares principales donde la radio de la UTC tendrá cobertura.

Vale indicar que las ciudades mencionadas están situadas entre montañas a su alrededor como el cerro Putzalahua, Jimpe, Nitón, y Pilisurco cada uno con línea de vista hacia la ciudad de Latacunga, sin embargo con la ayuda de Google Earth se definió que el cerro más adecuado para la ubicación del transmisor es el cerro Pilisurco, puesto que está a una altura de 4110 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) a comparación del cerro Nitón que se encuentra a 2800 m.s.n.m, cerro Llimpe que se encuentra a 3600m.s.n.m, y cerro Putzalahua que se encuentra a 3500 m.s.n.m. Además, se ha tomado en consideración que la línea de vista que posee el cerro Pilisurco incluye sitios del centro, sur y norte de Latacunga donde se obtendría cobertura hacia esos sectores, incluso en esta ubicación se tiene acceso al servicio de energía eléctrica, torre e infraestructura disponible para la instalación de las antenas y el transmisor.

La Figura 3.1 representa el área de cobertura que básicamente se necesita cubrir, sin embargo, con línea de vista desde el cerro Pilisurco y con un arreglo de 4 antenas modelo AT12-202 de polarización circular se podrá cubrir más lugares de la ciudad de Latacunga.



**Figura 3. 1** Estación cerro Pilisurco.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La cobertura principal y de prioritaria de UTC Radio es la ciudad de Latacunga, ya que su campus se encuentra en esta ciudad, sin embargo, existen las ciudades aledañas de importancia que deben ser cubiertas.

Tomando en consideración lo anterior se concluye que la irradiación de la antena necesariamente debe ser polarización circular es decir en  $268^\circ$  horizontal y  $97^\circ$  en vertical de tal manera que cubra la mayor área posible.

De igual manera se instalará un sistema de radioenlace STL con una distancia aproximada de 37 km, desde los estudios de la UTC en la ciudad de Latacunga hacia el cerro Pilisurco en la ciudad de Ambato, el cual transportará la señal de audio en MPX.

### 3.1.1 Datos de la ubicación del transmisor FM.

Es importante tener el conocimiento que la ARCOTEL tiene establecido ubicaciones exactas de todas las elevaciones homologadas que pueden ser usadas para la ubicación de antenas y repetidores que brinden distintos servicios de comunicación, sin embargo, se ha tomado coordenadas con GPS del lugar de la estación en el cerro Pilisurco que se muestra en la Tabla 3.1

**Tabla 3. 1** Coordenadas ubicación del cerro Pilisurco.

Nombre Sitio	Latitud	Longitud	Cantón	Altura m.s.n.m	Porcentajes %	
					Ocupación	Disponibilidad
Cerro Pilisurco	01° 9'16.68"S	78°39'57.12"W	Ambato	4116	0,00	100

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Se debe considerar que la infraestructura y torre de viento no es propiedad de la UTC por lo tanto se tiene que arrendar el sitio a la comunidad.

### 3.2 Análisis técnicos de los equipos.

Cabe recalcar que en el mercado existen diferentes tipos de marcas y modelos de transmisores de FM, pero en la implementación es importante determinar las características técnicas sin importar la marca, el objetivo es levantar todo el sistema y lograr la cobertura necesaria para cubrir las distintas zonas posibles.

Para elegir cada uno de los equipos se ha tomado en cuenta la normativa técnica que estipula ARCOTEL y los términos de referencia establecidos por la UTC.

### 3.2.1 Características del transmisor

Sin importar marca, hay que tomar en cuenta que existen diferentes tipos de transmisores FM que tienen la característica técnica de operar en el rango de 87.5-108 MHz y 2000W a la vez tomando en consideración los términos de referencia, para esta implementación se utilizará el equipo VS2.5 de estado sólido debido a que trabaja con sistema digital y analógico que servirá a la UTC a futuro para la migración a radio digital en donde no sería necesario reemplazar el repetidor si no solo configurarlo, esto representaría un beneficio tanto económico y a su vez tecnológico para la UTC radio. En la figura 3.2 se muestra la vista frontal del equipo transmisor modelo VS2.5.



**Figura 3. 2** Transmisor FM VS 2.5.

**Fuente:** (Nautel , 2019).

En la tabla 3.2 se muestra las especificaciones técnicas de equipo transmisor.

**Tabla 3. 2** Especificaciones técnicas del transmisor.

Potencia máxima	0 - 2800 W
Rango de frecuencias	87.5 – 108 MHz
Eficiencia	66%
Tipo de emisión	220KF8EHN
Impedancia de salida	50 $\Omega$
Tipo de conector RF	7/8" EIA, Hembra
Pasos de frecuencia	10 kHz
Voltaje de entrada	180 -220 VAC
Audio de backup	USB

Gestión	Local / Remota
Normas	FCC / IC /CE
Tipo de tecnología	Estado solido
Notificaciones	Vía e-mail
Interfaz	Grafica con display LCD
Peso	29,5 kg

**Fuente:** (Nautel , 2019).

### 3.2.2 Sistema radiante y lóbulo de radiación

El sistema radiante estará compuesto por un arreglo de 4 antenas F.M dipolo en V el cual está representado en la figura 3.3.

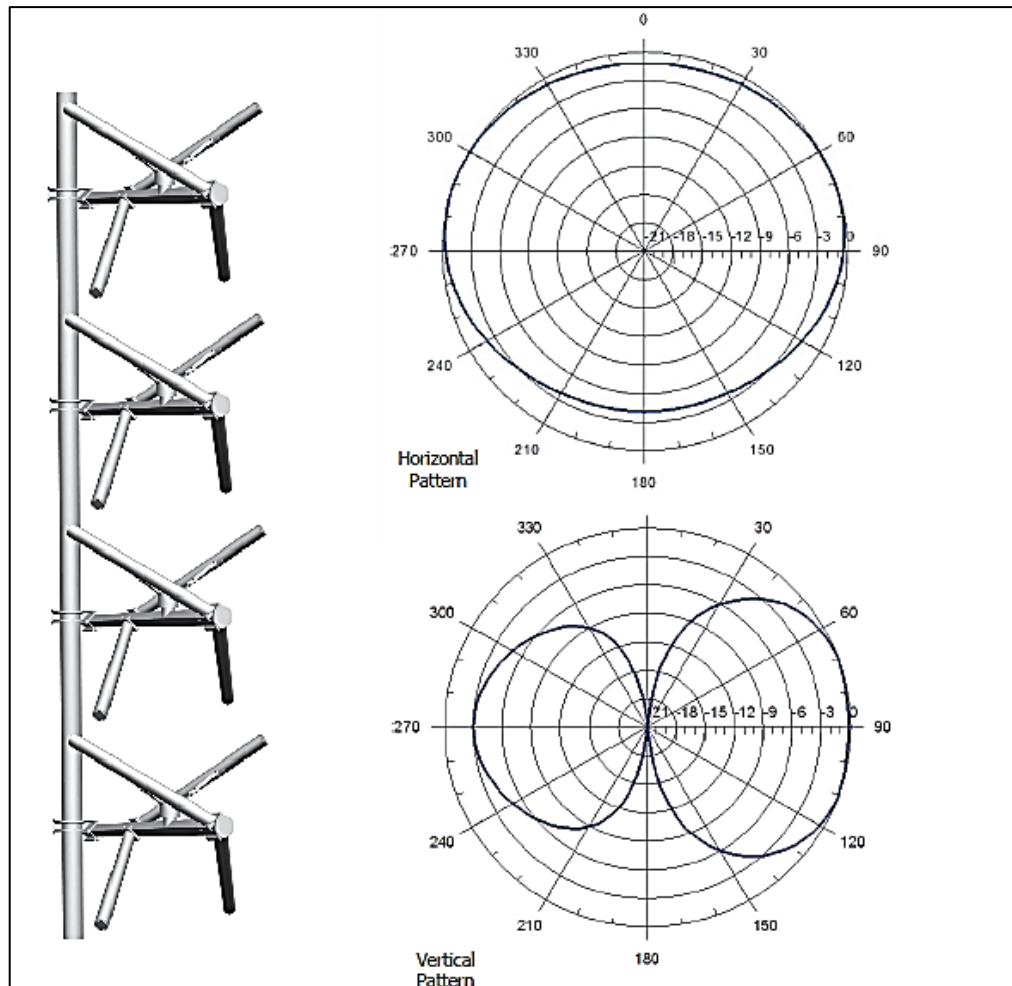


**Figura 3. 3** Antena FM.

**Fuente:** (RYMSA, 2019).

En la figura 3.4. se muestra el patrón de radiación para polarización vertical y horizontal del sistema radiante.





**Figura 3. 4** Arreglo de 4 antenas y patrón de radiación.

**Fuente:** (Advicom, 2019).

Las características técnicas de las antenas modelo AT12-202 se encuentran en la tabla 3.3.

**Tabla 3. 3** Especificaciones antena FM.

Tipo de Antena	Antena FM tipo dipolo en V
Marca	RYMSA
Modelo	AT12-202
Rango de frecuencias	87.5 – 108 MHz
ROE	< 1,4:1 (-15,5 dB)
Polarización	Circular
Potencia	DIN 7/16: 2.5 kW; EIA 7/8": 5 kW
Impedancia	50 $\Omega$

Conectores	EIA 7 / 8" o 7/16 DIN
Ganancia	1.1 dB
Materiales	Acero galvanizado
Rango de temperatura	-40°C a +80°C

Fuente: (RYMSA, 2019).

Para el caso de análisis el sistema radiante estará apuntado en un azimut de 8.6° y una inclinación de 4°.

### 3.2.3 Cálculo de ganancia

De conformidad a las especificaciones técnicas de la antena propuesta, para un arreglo de 4 antenas se tiene una ganancia total de 7.1 dBd, por lo que se considera este dato para la elaboración del estudio técnico.

El detalle de las características mecánicas y eléctricas de las antenas que conforman el sistema radiante se encuentra especificados en la tabla 3.4.

**Tabla 3. 4** Características sistema de antenas.

Numero de Bays	Numero antena por bay	Ganancia máxima (dBd)	Peso (kg)	Carga de viento (@160km/h)	Altura del sistema (mm)
1	1	1.1	20	0.3kN	1191
2	1	4.1	40	0.6kN	3800
4	1	7.1	80	1.2kN	9017
6	1	8.9	120	1.8kN	14234
8	1	10.1	160	2.4Kn	19452
10	1	11.1	200	3.0kN	24669
12	1	11.9	240	3.6kN	29886

Fuente: (Advicom, 2019).

### 3.2.4 Cables RF

Para la conexión desde el transmisor hasta el sistema radiante, se utilizará la línea de transmisión de cable coaxial marca Commscope modelo AVA5-50A de 7/8", cuya imagen se muestra en la figura 3.5.



**Figura 3. 5** Cable coaxial AVA5-50A.

**Fuente:** (COMMSCOPE, 2019).

Las especificaciones técnicas de la línea de transmisión se encuentran detalladas en la tabla 3.5.

**Tabla 3. 5** Especificaciones técnicas cable coaxial AVA5-50A.

Dimensión	7/8"
Potencia máxima a 100MHz	7.23kW
Impedancia	50 $\Omega$
Máxima frecuencia	5000 MHz
Atenuación @ 100 MHz	1.162 dB / 100m
Velocidad	91%
Conductor externo	Cobre corrugado
Conductor interno	Tubo de cobre
Material dieléctrico	Espuma
Peso	0,45 kg/m
Conector	AL5E78-PS

**Fuente:** (COMMSCOPE, 2019).

### 3.2.5 Potencia de operación

La potencia nominal de operación con la cual trabajará el equipo transmisor de señal FM será de 2000 W.

### 3.2.6 Determinación de pérdidas.

Los valores de las pérdidas se encuentran relacionados a las especificaciones del fabricante.

**Tabla 3. 6** Datos de pérdidas.

Tipo de pérdida	[dB]
Líneas de transmisión	0.35
Conectores	0.5
Adicionales (curvas, acoples)	0.5
<b>Total de pérdidas</b>	<b>1.35</b>

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.2.7 Cálculo de la P.E.R.

Aplicando la ecuación 1.2 se realiza el cálculo de la potencia efectiva radiada.

$$P.E.R.(W) = P_T(W) * 10^{\left[\frac{G(dBd) - \text{Perdidas}(dB)}{10}\right]}$$

$$P.E.R.(W) = 2000W * 10^{\left[\frac{7,1 dBd - 1,35 dB}{10}\right]}$$

$$P.E.R.(W) = 7516,75 W$$

### 3.3 Predicción de cobertura.

De conformidad a la Norma Técnica de Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica el área de cobertura de la presente solicitud corresponde a la zona geográfica FT001, la cual está definida de acuerdo al detalle de especificado en la tabla 3.7.

**Tabla 3. 7** Área de operación zonal

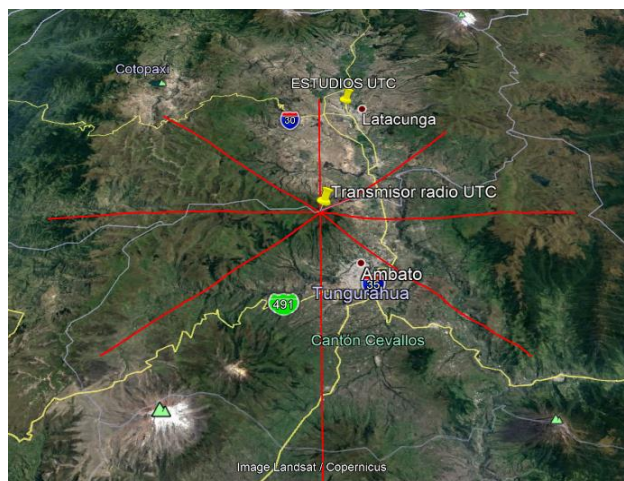
ZONA GEOGRAFICA	DESCRIPCION DE LA ZONA GEOGRAFICA
FT001	Provincias de Cotopaxi y Tungurahua, excepto la parte occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi (cantones Pangua, La Maná, parroquia Pilaló (cantón Pujilí)).

**Fuente:** (ARCOTEL, Resoluciones de la ARCOTEL, 2018)

La Norma Técnica de Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica establece niveles de intensidad de campo de 54 dB $\mu$ V/m para la cobertura primaria y 50 dB $\mu$ V/m para la cobertura secundaria.

### 3.3.1 Perfiles topográficos.

Se determina los perfiles topográficos en radiales cada 45° con distancia entre 0 y 50 km, desde el transmisor ubicado en el cerro Pilisurco hacia los diferentes sectores, utilizando el programa Google Earth. Lo cual podemos observar en la figura 3.6



**Figura 3. 6** Radiales de cobertura.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 0°

La figura 3.7, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 0° de azimut, sin tener ningún tipo de obstrucción.



**Figura 3. 7** Perfil topográfico 0°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 45°

La figura 3.8, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 45° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 19 km, cabe indicar que a partir de esta distancia no existe ninguna población.



**Figura 3. 8** Perfil topográfico 45°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 90°

La figura 3.9, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 90° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 25 km, cabe indicar que a partir de esta distancia no existe ninguna población.



**Figura 3. 9** Perfil topográfico 90°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 135°

La figura 3.10, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 135° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa desde los 19 – 22 km, cabe indicar que a los 26 km se encuentra en un valle el cantón Patate, por lo cual en este sector la intensidad de campo tiene valores de cobertura secundaria.



**Figura 3. 10** Perfil topográfico 135°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 180°

La figura 3.11, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 180° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 38 km, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones.



**Figura 3. 11** Perfil topográfico 180°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 225°

La figura 3.12, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 225° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones.



**Figura 3. 12** Perfil topográfico 225°

**Fuente:** Elaborado por el autor.



### CERRO PILISURCO – AZIMUT 270°

La figura 3.13, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 270° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones.

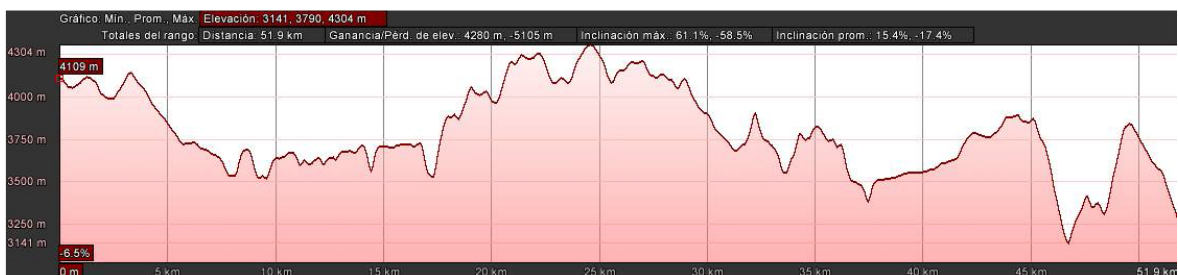


**Figura 3. 13** Perfil topográfico 270°.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### CERRO PILISURCO – AZIMUT 315°

La figura 3.13, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 270° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones.



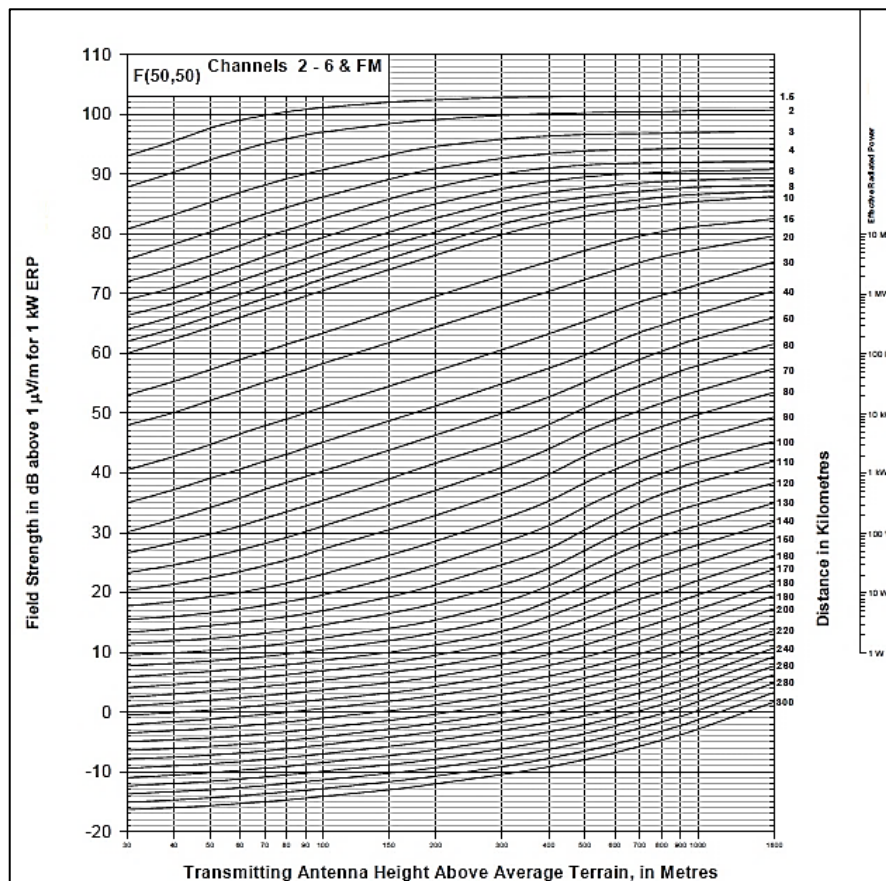
**Figura 3. 14** Perfil topográfico 315°

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.3.2 Método de cálculo

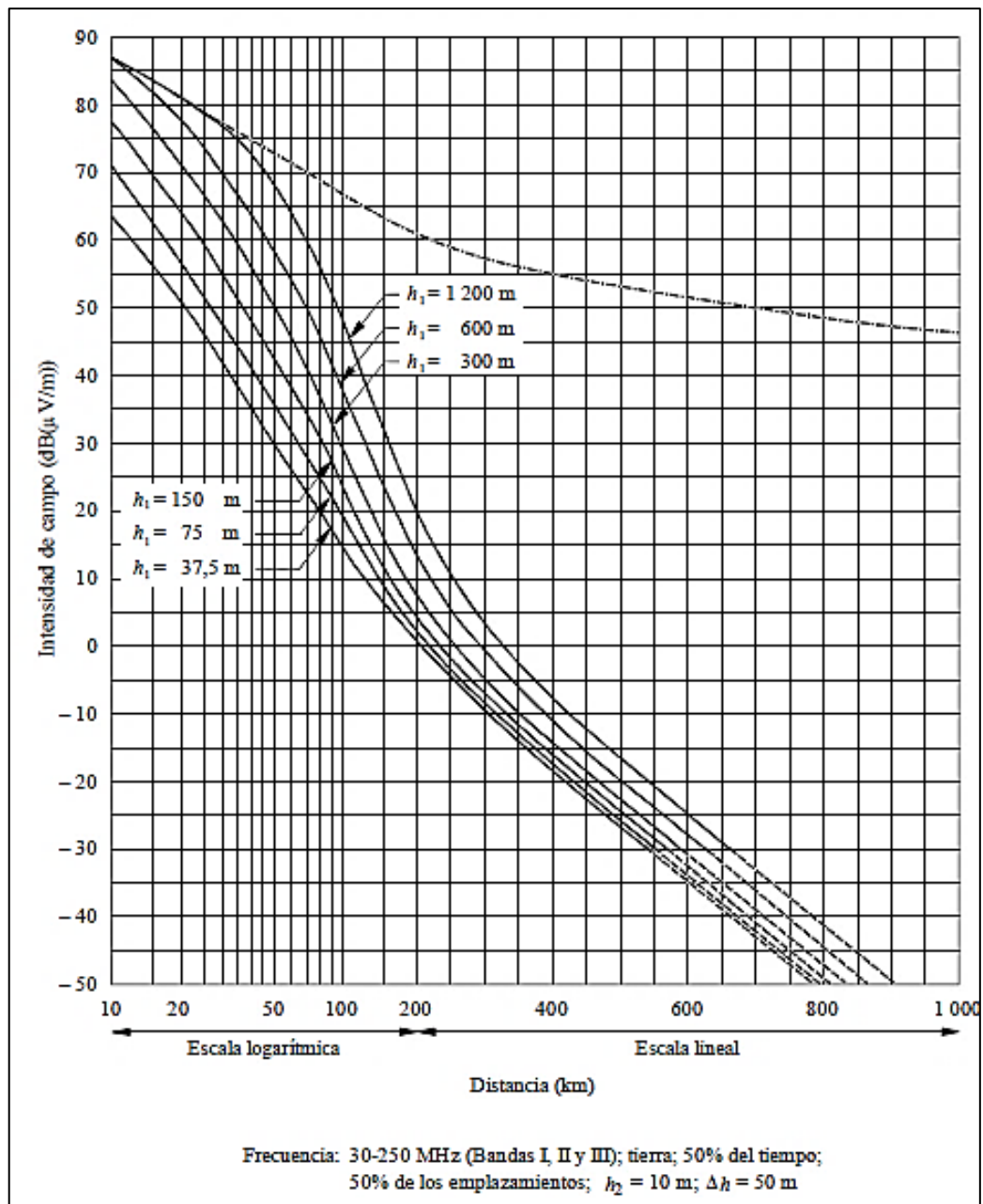
Se utilizan las recomendaciones y procesos de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), realizando predicciones de señal en azimuts cada 30 grados desde 0 a 360 grados.

Para el cálculo de la predicción del área de cobertura se utilizan las curvas de propagación para tierra (50% de los emplazamientos y 50% de tiempo) que se indican a continuación en la figura 3.15 y figura 3.16, las cuales representan los valores de intensidad de campo a las frecuencias nominales de 30 a 250 MHz en función de diversos parámetros, así como un factor de corrección de la atenuación en función de la distancia, la cual se puede ver en la figura 3.17.



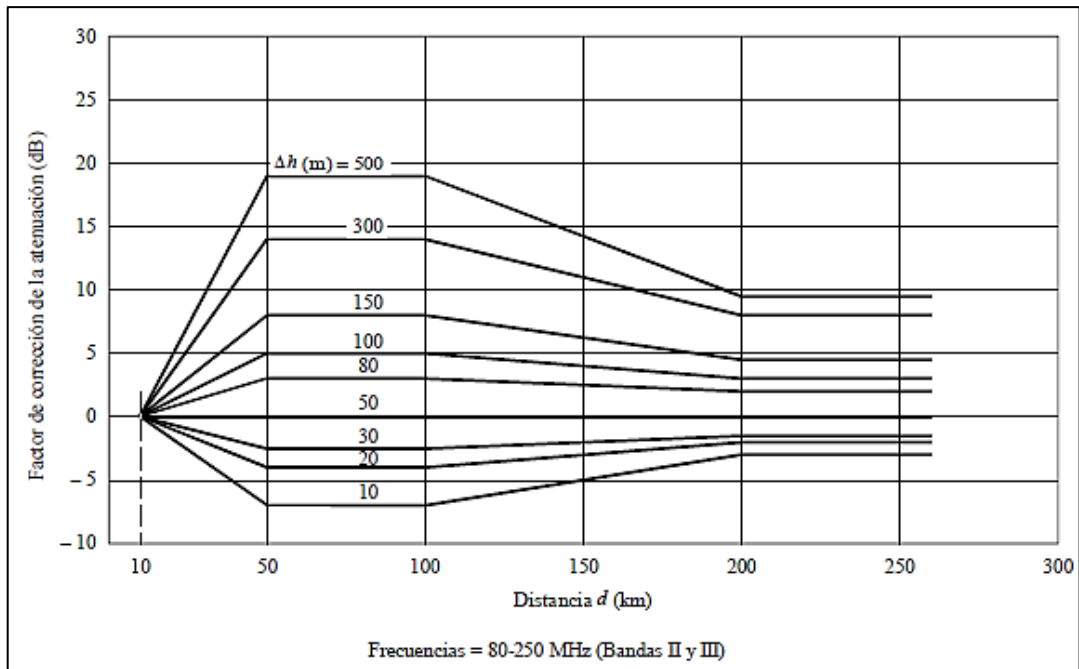
**Figura 3. 15** Intensidad de campo estimada para una altura de antena receptora de 9.1 m

**Fuente:** (BPR-3, 2012)



**Figura 3. 16** Intensidad de campo (dBuV/m) para 1kW de potencia radiada aparente.

**Fuente:** (ITU-R P.370-7, 2019)



**Figura 3. 17** Factor de corrección de atenuación en función de la distancia  $d$  (km) y  $\Delta h$

**Fuente:** (ITU-R P.370-7, 2019)

Se realiza interpolación y extrapolación de los valores obtenidos a esos valores de frecuencia nominal para obtener los valores de la intensidad de campo, obteniéndose los siguientes resultados:

### 3.3.2.1 Cálculo de la altura efectiva de la antena.

En base a los radiales trazados en la figura 3.6 se obtiene las alturas del perfil topográfico para sacar el promedio y obtener la altura efectiva de la antena ( $h_1$  en metros),  $h_1$  se obtiene de restar la altura del sitio de transmisión y la altura promedio, más la altura de las antenas, la misma que se encuentra detallada en la tabla 3.8.

**Tabla 3. 8** Altura del terreno en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

<b>DISTANCIA (Km)</b>	<b>0°</b>	<b>30°</b>	<b>60°</b>	<b>90°</b>	<b>120°</b>	<b>150°</b>	<b>180°</b>	<b>210°</b>	<b>240°</b>	<b>270°</b>	<b>300°</b>	<b>330°</b>
<b>3</b>	3856,3	3749,6	3667,0	3556,4	3500,8	3567,1	3682,4	3797,8	3810,0	3979,8	4078,8	3904,1
<b>5,5</b>	3359,2	3175,6	3018,5	2886,2	2957,3	3026,1	3371,1	3538,2	3682,1	3871,5	3788,9	3567,4
<b>8</b>	3063,1	2860,6	2679,6	2707,7	2747,2	2687,9	3193,2	3343,9	3876,9	3959,0	3919,1	3403,6
<b>10,5</b>	2939,3	2753,7	2622,2	2660,1	2658,1	2565,4	3062,7	3408,1	3921,7	3912,2	3916,6	3281,4
<b>13</b>	2965,8	2645,4	2611,9	2789,4	2685,4	2474,5	3023,7	3388,8	3918,3	3912,2	4061,5	3315,8
<b>15,5</b>	2958,2	2633,8	2916,7	2878,6	2661,4	2648,6	3086,6	3064,8	4098,5	4328,9	4191,5	3393,4
<b>18</b>	2929,8	2691,0	3074,0	3195,5	2353,6	2700,9	3096,9	3142,9	3981,7	3938,0	4176,4	3675,0
<b>20,5</b>	2934,0	2755,9	3104,0	3469,9	2554,2	2703,2	3198,3	3400,1	3513,1	3938,0	4324,2	3778,6
<b>23</b>	2945,4	3353,6	3310,8	3837,7	2909,9	2707,1	3276,7	3637,5	3783,4	3805,3	4068,4	3790,1
<b>25,5</b>	2939,9	3201,7	3306,9	4157,0	3477,3	2906,8	3466,9	4037,9	4019,8	3903,3	4074,2	3779,1
<b>28</b>	2877,1	3087,2	3634,7	3977,6	3777,3	2822,4	3516,4	4200,3	4127,9	3382,4	4347,6	4075,1
<b>30,5</b>	2892,4	3324,0	3811,1	4225,5	3157,8	2873,1	3229,0	4227,0	4066,6	3046,9	4124,7	4074,2
<b>33</b>	2924,8	3500,1	3867,9	3974,1	2581,9	3173,9	3577,1	4252,4	4009,5	2931,5	4222,1	3992,3
<b>35,5</b>	2923,5	3704,9	4020,2	4026,7	2767,3	2507,1	3850,3	4542,5	3713,5	2949,4	3735,7	3933,5
<b>PROMEDIO</b>	<b>3036,3</b>	<b>3102,7</b>	<b>3260,4</b>	<b>3453,0</b>	<b>2913,5</b>	<b>2811,7</b>	<b>3330,8</b>	<b>3713,0</b>	<b>3894,5</b>	<b>3704,2</b>	<b>4073,6</b>	<b>3711,7</b>
<b>Altura Antena (m)</b>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>Altura sitio TX (msnm)</b>	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115
<b>Altura efectiva h1 (m)</b>	1103,7	1037,4	879,6	687,0	1226,5	1328,3	809,2	427,0	245,5	435,8	66,5	428,3

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.3.2.2 Intensidad de campo dBuV/m para 1kW de P.E.R.

En base a la figura 3.15 y 3.16 se determina el nivel de intensidad de campo, considerando que la altura de las antenas es 25m en la torre. El detalle se muestra en la tabla 3.9.

**Tabla 3. 9** Intensidad de campo dBuV/m para 1kW de P.E.R

DISTANCIA (Km)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
10	64	62	55	55	60	60	62	63	64	64	64	64
12,5	62	60	53	53	58	58	60	61	62	62	62	62
15	60	58	51	51	56	56	58	59	60	60	60	60
17,5	58	56	49	49	54	54	56	57	58	58	58	58
20	56	54	47	47	52	52	54	55	56	56	56	56
22,5	53	52	45	45	49	49	52	53	53	53	53	53
25	51	50	43	43	47	47	50	51	51	51	51	51
27,5	49	48	41	41	45	45	48	49	49	49	49	49
30	47	46	39	39	43	43	46	47	47	47	47	47
32,5	45	43	36	36	41	41	43	44	45	45	45	45
35	43	41	34	34	39	39	41	42	43	43	43	43
37,5	41	39	32	32	37	37	39	40	41	41	41	41
40	39	37	30	30	35	35	37	38	39	39	39	39
42,5	36	35	28	28	32	32	35	36	36	36	36	36
45	34	33	26	26	30	30	33	34	34	34	34	34
47,5	32	31	24	24	28	28	31	32	32	32	32	32
50	30	29	22	22	26	26	29	30	30	30	30	30

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.3.2.3 Factor de corrección de potencia (dBk) Fcp.

Para la corrección del factor de potencia aplicamos la ecuación 3.1, para determinar su valor en dBk, cuyo resultado se muestra en la tabla 3.10

$$Fcp = 10 \log P + Ga - Li$$

**Ecuación 3. 1** Factor de corrección de potencia

Fuente: (UIT, 2009)

Donde:

P = Potencia de Tx (kW)

Ga = Ganancia de antena (dB)

Li = Pérdidas en línea de transmisión.

Para realizar el cálculo del Fcp, tenemos los siguientes datos:

Potencia del transmisor:	2000W
Potencia del transmisor en dBk:	3.0103 dBk
Pérdidas de la línea de transmisión y conectores:	1.35dB

**Tabla 3. 10** Factor de corrección de potencia (Fcp)

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
<b>Ganancia antena(dB)</b>	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
<b>Fcp (dBk)</b>	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.3.2.4 Cálculo de variación de altura $\Delta H$ .

En la tabla 3.11 se tiene el resumen de las alturas en cada radial, para lograr el dato estadístico de la variación de altura usando del decil al 10% y al 90%.

**Tabla 3. 11** Detalle de variación de altura  $\Delta H$ 

<b>DISTANCIA (Km)</b>	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
<b>10</b>	2934	2755,9	3104	3469,9	2554,2	2703,2	31938	3400,1	3513,1	3938	4324,2	3778,6
<b>12,5</b>	2339,9	3201,7	3306,9	4157	3477,3	2906,8	3466,9	4037,9	4019,8	3903,3	4074,2	3779,1
<b>15</b>	2924,8	3500,1	3867,9	3974,1	2581,9	3173,9	3577,1	4252,4	4009,5	2931,5	4222,1	3992,3
<b>17,5</b>	2893,8	2684,3	3126,6	3055,9	2494,1	2688,6	3090,8	3167,8	4025,1	3971,9	4204,8	3619,9
<b>20</b>	2911,1	2752,3	3085,2	3450,1	2449	2598,7	3166,7	3403,5	3700,3	4107,4	4243,3	3779,8
<b>22,5</b>	2933,2	3173,4	3243,9	3716,5	2749,4	2739,2	3248,7	3500,8	3694	3729,5	4118,8	3833,3
<b>25</b>	2912,5	3214,3	3197,9	4193,4	3413,4	2832,8	3408,1	4038,4	3978,5	3961,5	4018,7	3758,6
<b>27,5</b>	2877,9	3205,2	3648,8	3844,6	3649,8	2921,3	3527,6	4147,2	4188,4	3569,8	4374	3958,4
<b>30</b>	2903,1	3283,6	3766,1	3999,1	3331,3	2821,7	3220,1	40349	4119,9	3569,8	4157	4158,4
<b>32,5</b>	2934,7	3462,2	3970,4	4020,2	2754,4	3185,4	3482,7	4226,5	3988,1	3569,8	4236,3	4086,5
<b>35</b>	2920,3	3699,4	4045,4	4070	2780,1	2557,9	3810,2	4438,7	3774	2948	3757,5	3833,4
<b>37,5</b>	2987,1	3820	3889,4	3882,2	3509	2414,2	4125	4860,1	3746,9	2755,4	3692,4	3682,9
<b>40</b>	3105,5	3761,9	3787,4	3559,7	3418,8	2845,5	4140	4906,1	3780,2	2287,4	3195,5	3412,7
<b>42,5</b>	3132,2	3625,3	3742,8	3513,2	2873,8	3112,8	3584,7	4600,9	3611,6	2236,4	2463,1	3430,1
<b>45</b>	3169,6	3685,7	3617,7	3849,4	2248,5	3112,8	3383,5	4312,6	3526,9	2236,4	2220,1	3077,8
<b>47,5</b>	3255,9	3503,2	3569,9	3582	2248,5	2939,3	2979,8	4189,9	3609	953,8	1932,7	3222,8

	50	3366,3	3873	3209	3906,5	2124	3606,8	2836,9	4156,5	3605,9	793,6	1682,4	2854,7
<b>Decil D1 (10%)</b>		2899,4	2754,5	3117,6	3462	2248,5	2582,4	3046,4	3402,1	3574,3	1723,4	2105,1	3164,8
<b>Decil D1 (90%)</b>		3204,1	3785,1	3921,8	4104,8	3490	3178,5	3936,1	4704,6	4063	3965,7	4275,7	4030
<b>ΔH (m)</b>		304,74	1030,7	804,24	342,82	1241,5	596,12	889,72	1302,4	488,72	2242,3	2170,5	865,18

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.4 Diagrama de cobertura.

De la predicción de cobertura se desprende que la estación con una intensidad de campo de 54 dBμV/m cubre a las ciudades de Ambato, Latacunga, Saquisilí, Pujilí, San Miguel de Salcedo, Santiago de Píllaro, Patate, Tisaleo, San Pedro de Pelileo, Cevallos, Quero, Mocha. Esto se presentan en las figuras 3.18 y 3.19

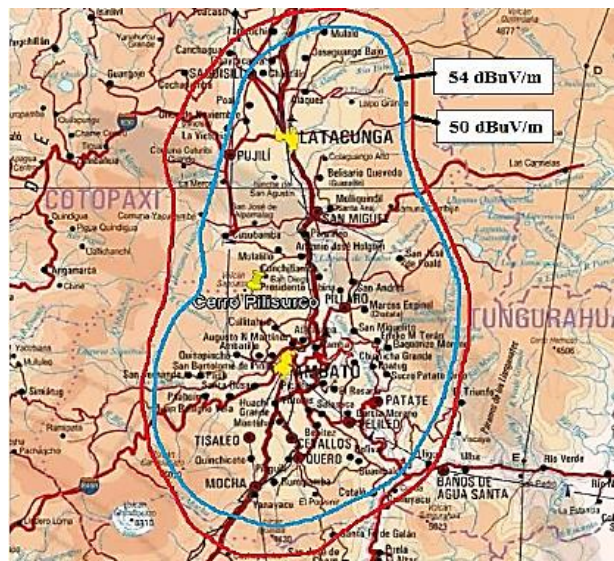
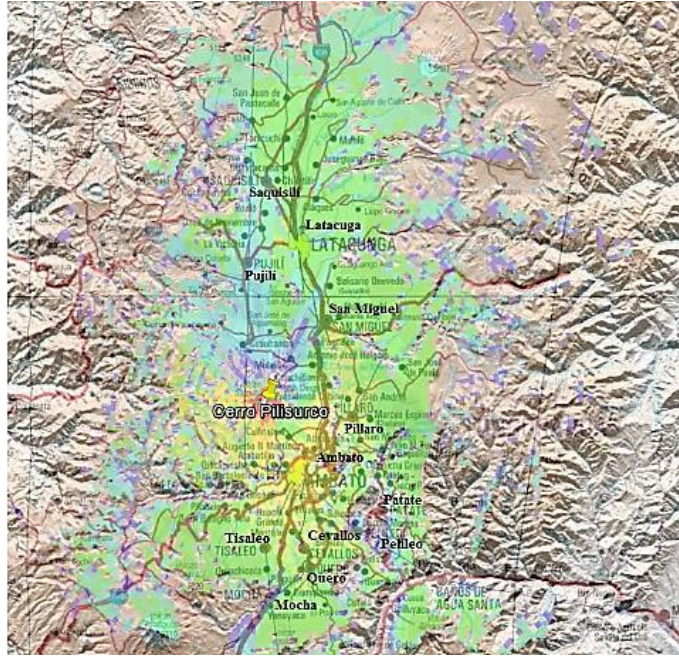


Figura 3. 18 Predicción de cobertura teórica.

Fuente: Elaborado por el autor.





**Figura 3. 19** Simulación de cobertura teórica vista satelital

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5 Enlaces auxiliares.

#### 3.5.1 Enlace Estudio – Transmisor (STL).

Para el enlace estudio - transmisor (STL) se implementará un enlace radioeléctrico en la banda de 417,5 – 430 MHz desde la Av. Simón Rodríguez s/n, Barrio El Ejido – San Felipe, campus matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, lugar donde se instalará el estudio de la estación matriz, hacia el transmisor del Cerro Pilisurco. La tabla 3.12 muestra las coordenadas de los sitios del enlace STL.

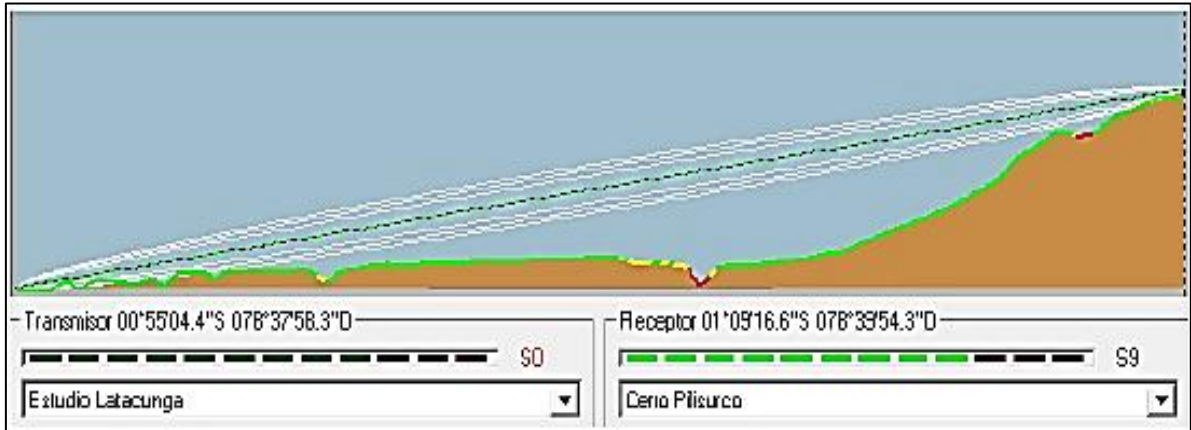
**Tabla 3. 12** Coordenadas sitios de enlace STL

	<b>Transmisor</b>		<b>Receptor</b>	
<b>Dirección</b>	<b>Estudio Latacunga</b>		<b>Carro Pilisurco</b>	
<b>Coordenadas</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
<b>Geográficas</b>	00°55'04.43''S	78°37'58.32''W	01°09'16.59''S	78°39'54.34''W
<b>Altura</b>	2791 m.s.n.m		4115 m.s.n.m	

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.2 Perfil del enlace.

La figura 3.20 muestra el perfil topográfico para el enlace de Estudios UTC hacia el cerro Pilisurco. La cual muestra que existe línea de vista directa con una distancia aproximada de 26,55 km.



**Figura 3. 20** Perfil topográfico enlace Estudios – Pilisurco.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.3 Equipos de transmisión y recepción de enlace.

El equipo de enlace será de marca DB BROADCAST, modelo DTS4B para la transmisión y BRS4B para la recepción que trabaja en la banda de 310 a 470 MHz, cuya potencia máxima de operación es de 13 W. Los equipos transmisor y receptor respectivamente en la figura 3.21



**Figura 3. 21** Enlace STL marca DB Broadcast

**Fuente:** (DB digital Broadcast, 2019)

En la tabla 3.13, se muestran las especificaciones técnicas del enlace STL.

**Tabla 3. 13** Especificaciones del enlace STL

Potencia de salida	0-13W
Rango de frecuencias	310 – 470 MHz
Impedancia de salida	50 $\Omega$
Conector de salida	N Hembra
Tipo de modulación	FM directa
Synchronous AM S/N Ratio	<-60 dBc con $\Delta F \pm 75$ kHz
Asynchronous AM S/N Ratio	<-70 dBc
Separación Estéreo	> 55dB
Mono S/N	> 74 dB
Estéreo S/N	> 70 dB
Sensibilidad recepción	-68 dBm

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.4 Antena de transmisión de enlace.

La antena de enlace a ser utilizada es de la marca KATHREIN/SCALA modelo PR-410, que es una antena paraflector que trabaja en la banda de 406 a 422 MHz, la antena se muestra en la figura 3.22.



**Figura 3. 22** Antena PR-410.

**Fuente:** (Kathrien, 2019).

Las especificaciones técnicas de la antena de enlace se muestran en la tabla 3.14.

**Tabla 3. 14** Especificaciones antena PR-410

Tipo de antena	Paraflector
Rango de frecuencias	406 – 422 MHz
Impedancia	50 $\Omega$
VSWR	< 1.5:1
Polarización	Horizontal y vertical
Máxima potencia	100 W
Ancho lóbulo horizontal (-3dB)	24°
Ancho lóbulo vertical (-3dB)	32°
Ganancia	17 dBi / 14.85 dBd
Conector	N Hembra
Peso	17.2 Kg

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.5 Línea de transmisión.

Para la conexión desde el transmisor hasta la antena de enlace y de la antena de recepción al equipo receptor de enlace, se utilizará líneas de transmisión de cable coaxial marca Commscope modelo LDF4-50A de 1/2'', el cable se muestra en la figura 3.23.



**Figura 3. 23** Cable LDF4-50A

**Fuente:** (COMMSCOPE, 2019)

Las especificaciones técnicas se encuentran en la tabla 3.15.

**Tabla 3. 15** Especificaciones cable LDF4-50A

Dimensión	1/2"
Impedancia	50 $\Omega$
Máxima frecuencia	8800 MHz
Atenuación @ 400 MHz	4.462 dB / 100m
Velocidad	88%
Conductor externo	Cobre corrugado
Conductor interno	Aluminio revestido de Cu
Material dieléctrico	Espuma
Peso	0,22 kg/m
Conector	L4TNM-PSA

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.6 Potencia efectiva radiada P.E.R.

Con la ayuda de la ecuación 1.2 se calcula la potencia efectiva radiada para el enlace. Teniendo en cuenta que la potencia nominal con la que trabajará el enlace será de 10 W.

Datos:

Pérdida de línea de transmisión y conectores	1.11 dB
Ganancia antena PR-410	14.85 dBd

$$P.E.R.(W) = P_T(W) * 10^{\left[\frac{G(dBd) - \text{Perdidas}(dB)}{10}\right]}$$

$$P.E.R.(W) = 10W * 10^{\left[\frac{14,85 \text{ dBd} - 1,11 \text{ dB}}{10}\right]}$$

$$P.E.R.(W) = 236.59 W$$

### 3.5.7 Balance del enlace.

#### 3.5.7.1 Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace radioeléctrico.

En la figura 3.24 se muestra el diagrama de bloques de todos los elementos que interfieren en el cálculo de un enlace.

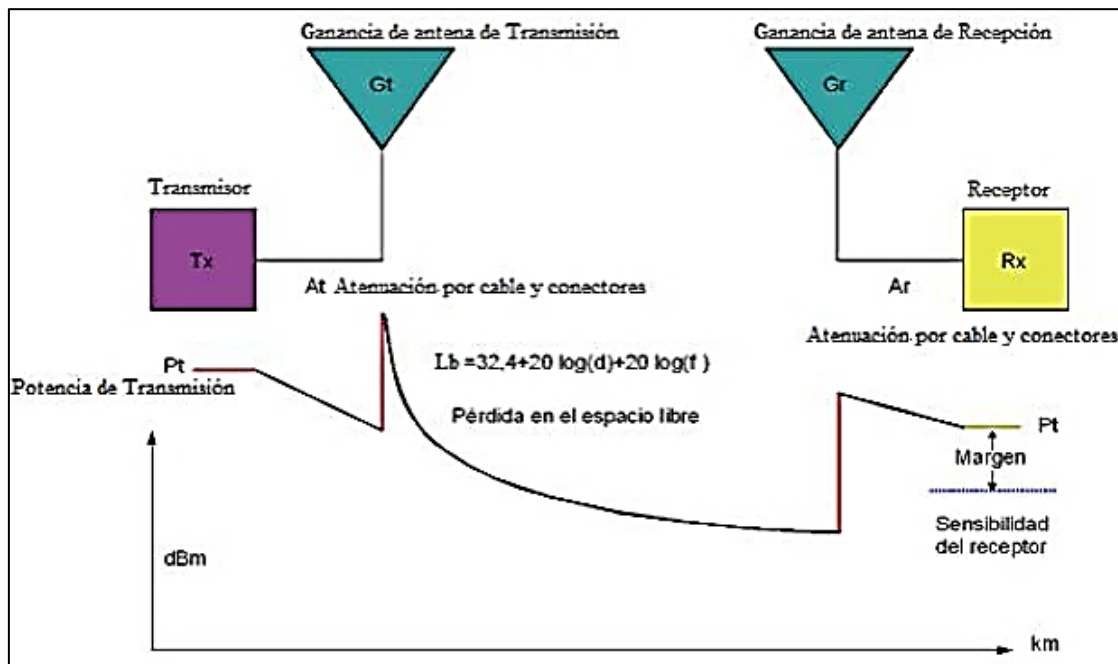


Figura 3. 24 Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace radioeléctrico.

Fuente: Elaborado por el autor.

#### 3.5.7.2 Pérdidas en espacio libre.

La potencia de una señal de radio se atenúa en el vacío o en el aire. La pérdida en espacio libre mide la dispersión de la potencia en un espacio libre sin obstáculo alguno a medida que la onda se esparce sobre una superficie mayor. La señal de radio se debilita mientras se expande en una superficie esférica.

$$L_b = 32.45 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

Ecuación 3. 2 Pérdida de espacio libre

Fuente: (UIT, 2009)

Dónde:

$L_b$  = Pérdida en espacio libre (dB)

$f$  = Frecuencia de operación (MHz)

$d$  = Distancia (km)

Con la ayuda de la ecuación 3.2 se calcula las pérdidas de espacio libre

$$L_b = 32.45 + 20 \log(420\text{MHz}) + 20 \log(26.55\text{km})$$

$$L_b = 113.39 \text{ dB}$$

### 3.5.7.3 Margen de desvanecimiento.

El margen de desvanecimiento se encuentra establecido por la ecuación 3.3

$$FM = 30 \log(d) + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

**Ecuación 3. 3** Pérdida de espacio libre

**Fuente:** (UIT, 2009)

Dónde:

$FM$  = Margen de desvanecimiento (dB)

$d$  = Longitud del trayecto (km)

$A$  = Factor de rugosidad del medio

$B$  = Factor climático del medio

$f$  = Frecuencia de operación (GHz)

$(1 - R) = 1 - 0,999999$  (objetivo de confiabilidad del 99.9998%)

**Tabla 3. 16** Factor de rugosidad y climático del medio.

Factor de rugosidad del medio		Factor climático del medio	
Terreno plano o sobre agua	4	Región costera, cálido, áreas húmedas	0,5
Terreno promedio, rugosidad moderada	1	Región interior, temperatura moderada	0.25
Terreno montañoso o muy seco	0,25	Región montañoso o muy seca	0.125

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Con la ecuación 3.3 se calcula el margen de desvanecimiento del enlace.

$$FM = 30 \log(26.55km) + 10 \log(6 * 1 * 0.25 * 0.420) - 10 \log(1 - 0,999999) - 70$$

$$FM = 30.71 \text{ dB}$$

#### 3.5.7.4 Potencia de recepción.

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{Fa} - L_{fa} + G_a - L_b + G_b - L_{fb} - L_{FB}$$

**Ecuación 3. 4** Potencia de recepción

**Fuente:** (UIT, 2009)

Donde:

$P_{RX}$  = Potencia de recepción (dBm)

$P_{TX}$  = Potencia de transmisión (dBm)

$L_{Fa}$  = Pérdidas en filtros del transmisor (dB)

$L_{fa}$  = Pérdidas de guía de onda del transmisor (dB)

$G_a$  = Ganancia de la antena de transmisión (dB)



$L_b$  = Pérdidas por trayectoria en el espacio libre (dB)

$G_b$  = Ganancia de la antena de recepción (dB)

$L_{fb}$  = Pérdidas de guía de onda del receptor (dB)

$L_{Fb}$  = Pérdidas en filtros del receptor (dB)

### 3.5.7.5 Conversión de Watios a dBm.

Los 10W con lo cual operara el transmisor STL se convierte a dBm

$$P_{TX} = 10 \log \left( \frac{10000mW}{1mW} \right) = 40dBm$$

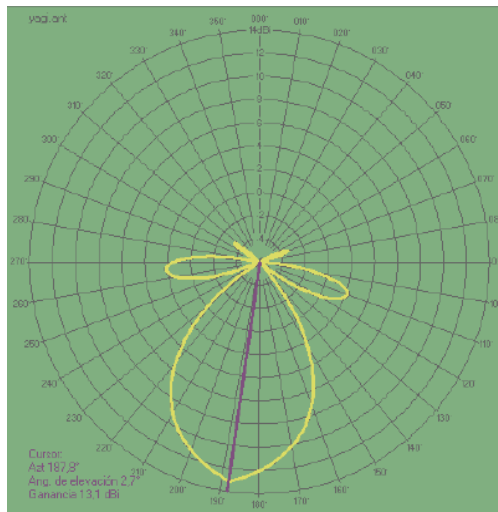
Con la ayuda de la ecuación 3.4 se calcula la potencia de recepción, tomando en cuenta que esta debe ser mayor a la sensibilidad del equipo receptor.

$$P_{RX} = 40dBm - 1,11dB + 14,85dB - 113.39dB + 14,85 - 1.11dB$$

$$P_{RX} = -45,89dBm$$

### 3.5.8 Apuntamiento de antenas.

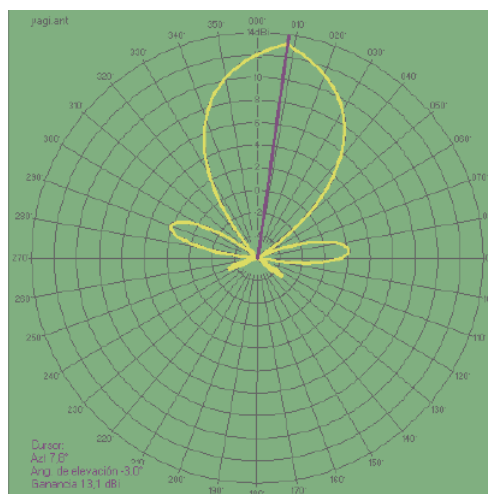
La figura 3.25 muestra el lóbulo de radiación de la antena de transmisión ubicada en los estudios de la UTC radio en la ciudad de Latacunga, con un azimut de  $187.8^\circ$  y elevación de  $2.7^\circ$ , hacia el cerro Pilisurco ubicado en la ciudad de Latacunga.



**Figura 3. 25** Apuntamiento de antena de transmisión.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 3.26 muestra el lóbulo de radiación de la antena de recepción ubicada en el cerro Pilisurco de la ciudad de Ambato, con un azimut de  $7.8^\circ$  y elevación de  $-3^\circ$ , hacia los estudios de la UTC radio ubicados en la ciudad de Latacunga.



**Figura 3. 26** Apuntamiento de antena de recepción

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.5.9 Simulación de enlace.

Con la ayuda del software Radio Mobile se realiza la simulación del enlace para así garantizar la factibilidad el enlace. El detalle de simulación se muestra en la figura 3.27.

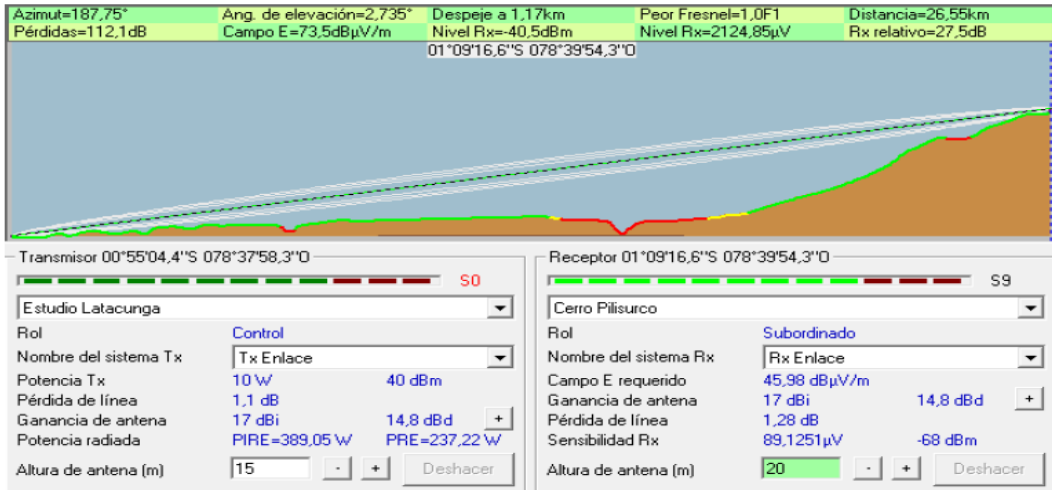


Figura 3. 27 Simulación enlace estudios UTC Radio – Cerro Pilisurco

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.6 Estructura de la torre

En la figura 3.28 se muestra la torre de transmisión tipo triangular soportada por tensores de 42 metros de altura Rhon 60x60 cm con tubo redondo de 1 ½ ISOII con varilla lisa de 12mm, galvanizada por inmersión, en la que está colocado el sistema radiante a una altura del centro de fase de 25 metros.



Figura 3. 28 Torre soportada por tensores.

Fuente: Elaborado por el autor.

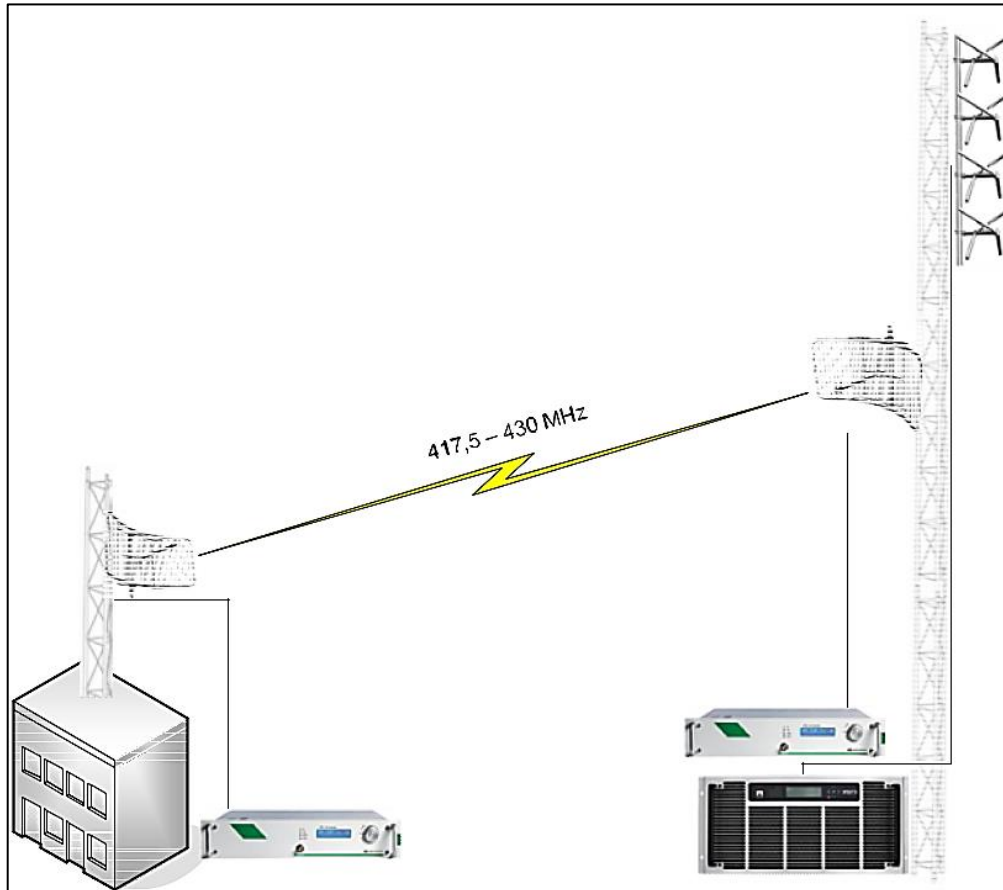
### **3.7 Requisitos para radiodifusión sonora.**

Para la solicitud de asignación del uso de frecuencias, es necesario llenar varios formularios con información obtenida durante el capítulo 3 de propuesta que básicamente es el estudio técnico de ingeniería, el formulario se descarga de la página web del ARCOTEL, en el caso de empresas públicas e instituciones del estado se realiza el Otorgamiento de Autorizaciones cuya adjudicación es directa. Para lo cual se debe cumplir los siguientes requisitos.

1. Solicitud General (IT-CTDE-01, FO-CTDE-01)
2. Copia del documento de designación del representante legal debidamente inscrito ante la autoridad correspondiente.
3. Documento que acredite que la empresa pública o institución pública solicitante, dispondrá de recursos para el equipamiento, instalación y puesta en operación del medio de comunicación público.
4. Proyecto técnico. (IT-CTDE-01, FO-CTDE-02 al FO-CTDE-06)
5. Plan estratégico.
6. Proyecto comunicacional de acuerdo a las condiciones establecidas por el CORDICOM.
7. Certificación de que la creación del medio de comunicación público es un proyecto de inversión social contemplado en los planes de desarrollo o del buen vivir, aprobado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES.
8. Documento que permita demostrar la capacidad de uso del lugar donde se instalará el transmisor de la estación (contrato de arrendamiento, título de propiedad u otro).
9. Plan de sostenibilidad económica.
10. Declaración juramentada otorgada por el representante legal en la que se manifieste que su representada no se encuentra incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley Orgánica de Comunicación, en los casos que aplique.
11. Certificado de no afectar a los sistemas de radionavegación aeronáutica emitido por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

### 3.8 Topología de conexiones.

En la Figura 3.29 se establece el diagrama de conexión tanto del enlace STL y el transmisor FM con su sistema radiante.



**Figura 3. 29** Topología de conexiones.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 3.9 Presupuesto para la implementación.

En la Tabla 3.17 se encuentran detallado los equipos que se utilizarán para la implementación del sistema de radiodifusión FM de la radio pública UTC

**Tabla 3. 17** Equipos del sistema de radiodifusión para UTC Radio

<b>ENLACE STL</b>		
<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	1	Radio enlace STL/UHF (TX & RX), marca: DB BROADCAST, modelo: DTS4B/BRS4B
2	2	Antena para flector, marca: KATHREIN/SCALA, modelo: PR-410.
3	50m	Cable coaxial dieléctrico de espuma de 1/2", Marca: COMMSCOPE, Modelo: LDF4-50A
4	2	Conector coaxial, marca: COMMSCOPE, modelo: L4TNM-PSA, 50 OHMS
5	1	Trípode de 6 m con tubo galvanizado por inmersión
6	1	Kit de accesorios de instalación para cable LDF4-50 <sup>a</sup>
<b>ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN</b>		
7	1	Transmisor de estado sólido FM, serie VS, marca: NAUTEL, modelo: VS2.5.
8	1	Arreglo de 4 antenas FM dipolos en V, marca: RYMSA, modelo: 4xAT12-202.
9	50m	Cable coaxial 7/8", marca: COMMSCOPE, modelo: AVA5-50A
10	2	Conector coaxial 7/8", marca: COMMSCOPE, modelo: AL5E78-PS
11	1	Kit de accesorios para instalación de cable coaxial 7/8"
12	1	Regulador de voltaje automático PWM Monofásico de 10 KVA, marca: TSI POWER, modelo: VRP-10000-0230.
13	1	Supresor de transcientes, marca: LEA, modelo: SP-200. 200 kA, 1 us
14	1	Gabinete cerrado, marca: BAECOUP, 24ur, tomas eléctricas y bandeja.
15	1	Kit de material eléctrico y accesorios de instalación

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Una vez establecido los equipos que se utilizará en el sistema radiodifusión de la UTC radio, se concluye que el presupuesto asignado para esta etapa del proyecto se encuentra valorado en \$ 66.940,00 USD.

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN**

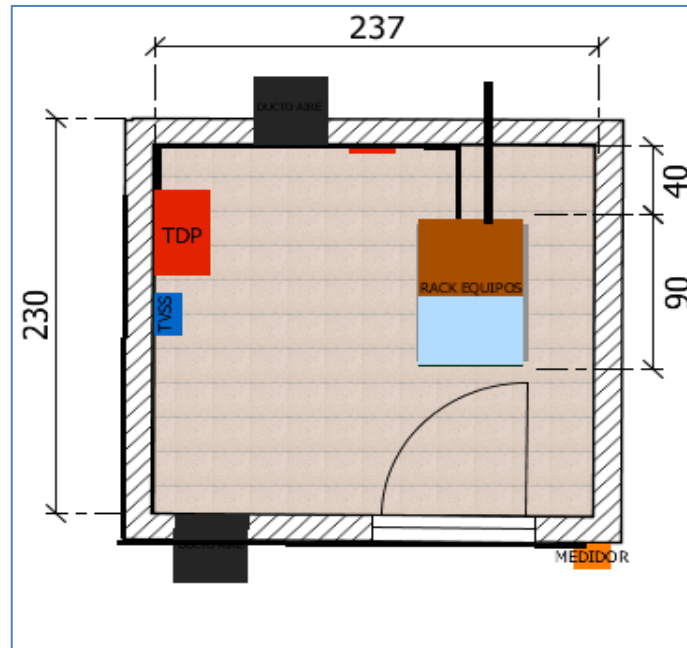
#### **4.1 Desarrollo**

##### **4.1.1 Arrendamiento de infraestructura.**

Para la instalación de los equipos de transmisión de la UTC radio en el cerro Pilisurco, la Universidad Técnica de Cotopaxi realizó un contrato de arrendamiento de la infraestructura # 27 ubicada en el sector, la cual es propiedad de la UNOCANT (Unión de Organizaciones Campesinas en el Norte de Tungurahua) la misma que consta de una torre de 42 metros de altura Rhon 60x60 cm y una caseta de hormigón con las siguientes dimensiones: ancho 2.30 m, largo 2.37 m y alto 2.30 m.

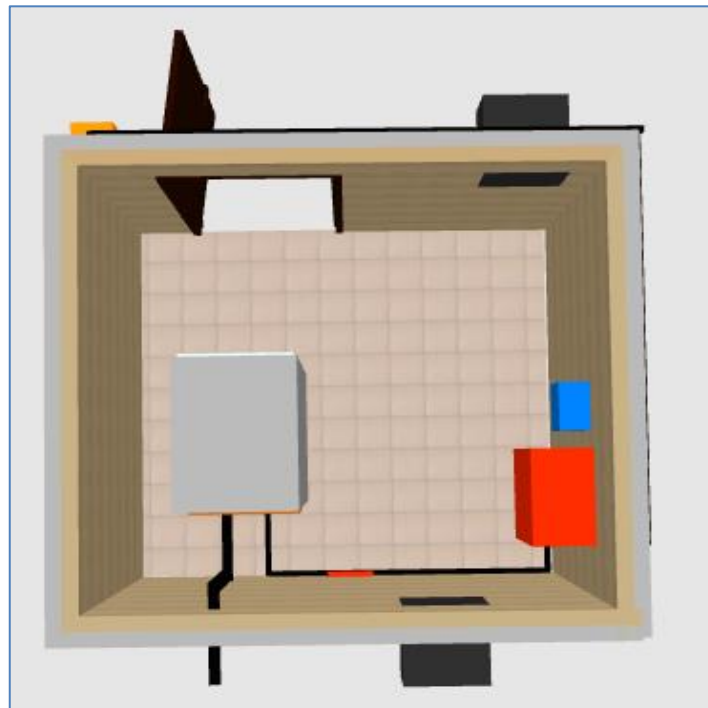
##### **4.1.2 Distribución de infraestructura.**

De acuerdo a las condiciones del arrendatario el sistema radiante se instalará a partir de los 25 m de altura hacia arriba, la caseta será utilizada a las necesidades de la UTC radio. Por lo cual se realiza el levantamiento previo a la instalación en el software Sweet Home 3D, para realizar la distribución de equipos dentro de la misma. Esta distribución se encuentra presente en la figura 4.1 y figura 4.2.



**Figura 4. 1** Plano de distribución de la caseta.

**Fuente:** Elaborado por el autor.



**Figura 4. 2** Plano de distribución de la caseta en 3D

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### 4.1.3 Distribución de equipos en rack.



Para la instalación de los equipos se realizará un montaje previo, en el rack ubicado en los estudios de Latacunga se asigna 2 Ur (unidades de rack) en la parte superior del mismo para alojar el transmisor de enlace STL. Este espacio se lo visualiza en la figura 4.3. Mientras que en la caseta del cerro Pilisurco se encuentra asignado un rack completo para alojar el transmisor de FM, el receptor de enlace STL y el regulador de voltaje. La distribución establecida se muestra en la figura 4.4.



**Figura 4. 3** Distribución de rack de equipos en Estudios.

**Fuente:** Elaborado por el autor.



**Figura 4. 4** Distribución de rack de equipos en cerro Pilisurco.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### 4.1.4 Asignación de frecuencias.

Con la propuesta desarrollada en el Capítulo 3 donde se realiza la simulación y verificación n de coberturas de igual forma el valor del presupuesto aprobado por la Universidad Técnica de Cotopaxi para adquisición de los equipos y por parte de la ARCOTEL la aprobación del uso de frecuencias para el transmisor ubicado en el cerro Pilisurco se asignó la frecuencia 102.9 MHz con una potencia de 2000 W y para el enlace STL la frecuencia 421,44 MHz con 10 W de potencia y con antena en polarización horizontal, se pone en

marcha la instalación.

## 4.2 Implementación.

### 4.2.1 Instalación de equipo transmisor del enlace STL.

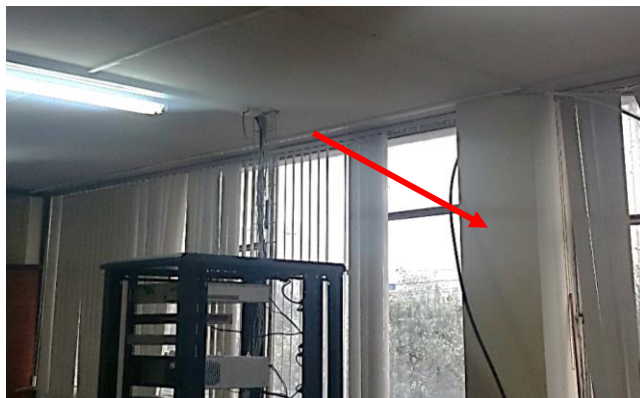
La figura 4.5 muestra el transmisor de enlace marca DB Broadcast modelo DTS4B con número de serie 04811100 con frecuencia 421.44MHz, instalado en el rack de destinado para alojar los equipos en los estudios de la UTC radio.



**Figura 4. 5** Transmisor de enlace instalado en el rack.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.6 muestra la salida del cable LDF4-50A desde el rack hacia la terraza donde está instalada la antena.



**Figura 4. 6** Tendido de cable LDF4-50A hacia la terraza.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.7 muestra la antena paraflector, marca Kathrein, modelo PR-410, con número de serie LPL3762472, instalada en polarización horizontal en el trípode de 6m instalado en la terraza de los estudios de la UTC radio.



**Figura 4. 7** Antena paraflector de transmisión instalada en trípode

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.8 muestra la potencia de 10W con la cual está trabajando el enlace hacia el cerro Pilisurco.



**Figura 4. 8** Transmisor de enlace operando con 10 W

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### 4.2.2 Instalación de equipo receptor del enlace STL.

La figura 4.9 muestra el receptor de enlace, marca DB Broadcast, modelo BRS4B, con número de serie 93811100 con frecuencia seteada en 421.44MHz, instalado en el rack destinado para alojar los equipos en el cerro Pilisurco.



**Figura 4. 9** Receptor de enlace instalado en rack de equipos.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.10 muestra el ingreso del cable LDF4-50A hacia el interior de la caseta donde está instalado el receptor de enlace.



**Figura 4. 10** Ingreso de cables a la caseta

**Fuente:** Elaborado por el autor.

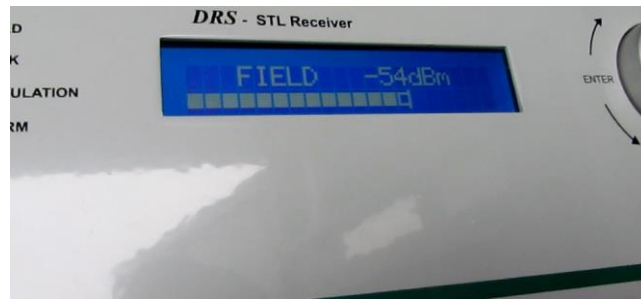
La figura 4.11 muestra la antena paraflector, marca Kathrein, modelo PR-410, con número de serie LPL3762473, instalada en polarización horizontal en un mástil de 3 m sobre la terraza de la caseta.



**Figura 4. 11** Antena paraflector de recepción instalada en la torre.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.12 muestra el nivel de recepción de -54 dBm con la cual está trabajando el enlace Estudios hacia el cerro Pilisurco.



**Figura 4. 12** Receptor de enlace con -54dBm de nivel de señal.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 4.2.3 Instalación del sistema eléctrico.

La figura 4.13 muestra el tablero de distribución principal instalado para proveer de energía al rack de equipos.



**Figura 4. 13** Tablero de distribución de energía

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.14 muestra el regulador de voltaje marca TSI Power de 10KVA instalado para estabilizar el voltaje que es inestable en el sector.



**Figura 4. 14** Regulador de voltaje 10KVA

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.15 muestra el supresor de transientes instalado para proteger los equipos de la estación de transmisión.



**Figura 4. 15** Supresor de transientes

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### 4.2.4 Instalación de ring de tierra.

La figura 4.16 muestra el ring de tierra conformado por cable de cobre desnudo 1/0, solda exotérmica y barra colectora implementado en el sector para protección de los equipos.





**Figura 4. 16** Ring de tierra

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.17 muestra la barra colectora instalada en el interior de la caseta como punto central de derivación.



**Figura 4. 17** Barra colectora del ring de tierra

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### **4.2.5 Instalación de sistema radiante.**

La figura 4.18 muestra el armado de las antenas marca Rymosa, modelo AT12-202, con sus respectivos herrajes de sujeción.



**Figura 4. 18** Armado de antenas y herrajes de sujeción.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.19 muestra la instalación de las antenas en la torre a los 36m de altura, las antenas y la línea de transmisión son elevadas hacia la torre con ayuda de un cabo y una polea.



**Figura 4. 19** Montaje de antenas en torre.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.20 muestra la instalación del grounding kit instalado en la línea de transmisión AVA5-50A.



**Figura 4. 20** Instalación de grounding kit

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.21 muestra la impermeabilización de los conectores de entrada y salida del distribuidor de potencia



**Figura 4. 21** Impermeabilización de conectores del distribuidor

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### **4.2.6 Instalación de equipo transmisor FM**

La figura 4.22 muestra la instalación del transmisor FM marca Nautel modelo VS2.5 con número de serie 10005097 seteado en la frecuencia 102.9MHz, configurado para recibir fuente de audio en señal MPX.



**Figura 4. 22** Transmisor Nautel VS2.5.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 4.3 Pruebas de funcionamiento.

#### 4.3.1 Potencia de funcionamiento del transmisor.

La figura 4.23 muestra la potencia de operación del transmisor, potencia directa de 2081W y potencia reflejada de 1W.



**Figura 4. 23** Transmisor operando a 2081W de potencia directa.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 4.3.2 Ajustes de ancho de banda y modulación de audio.

La figura 4.24 muestra la calibración de niveles de audio y modulación del transmisor de FM, nivel de audio con 0dB, modulación de audio al 100% y nivel de piloto en 10.5%, por la señal MPX viene los canales de audio estereofónico y el RDS.



**Figura 4. 24** Ajuste de niveles de audio y piloto de estéreo.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.25 muestra el ancho de banda de 210 KHz con el cual está funcionando el transmisor.



**Figura 4. 25** Ancho de banda en 210KHz

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### 4.3.3 Ajustes de ancho de banda y modulación de audio.

La figura 4.26 muestra el consumo de corriente en 14 amperios cuando el transmisor está trabajando con 2081 W.



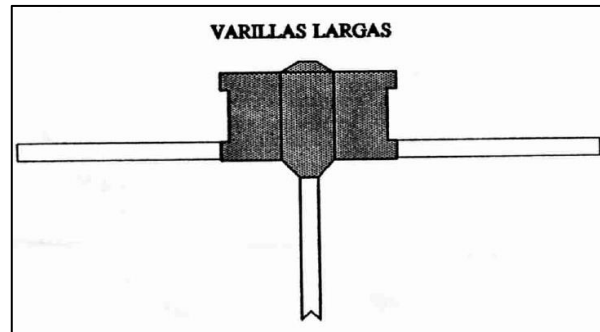
**Figura 4. 26** Consumo de corriente de 14 amperios.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

## 4.4 Análisis de resultados.

### 4.4.1 Mediciones de campo.

Una vez finalizada la calibración y ajustes se realizaron mediciones de campo, con el equipo de marca Promax modelo TV Explorer y la antena patrón AMC1 de marca Promax usando la configuración para receptor frecuencias de FM tal como se muestra en la figura 4.27.



**Figura 4. 27** Configuración 2 para BII (85 a 110MHz)

**Fuente:** (PROMAX, 2019)

Para realizar la medición de campo se toma como referencia la norma técnica para el servicio de radiodifusión sonora en frecuencia modulada analógica, la cual establece niveles de intensidad de campo mínima, para cobertura principal  $>54\text{dBuV/m}$  y para cobertura secundaria  $> 50\text{dBuV/m}$  y  $< a 54\text{dBuV/m}$ , la altura de la antena de recepción para la medición es de 9 m.

La medición de campo se la hizo en puntos estratégicos tales como: Ingahurco, Centro Cultural de la Universidad Técnica de Ambato, Huachi, Querochaca, Tisaleo, Mocha, Cevallos, Pelileo, Patate, Salcedo, Latacunga, Pujilí y Saquisilí.

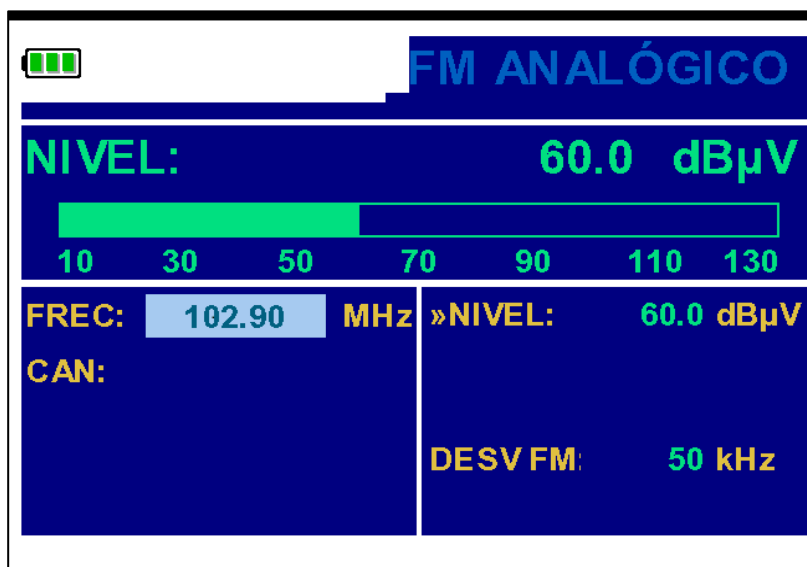
La figura 4.28 muestra un ejemplo de la medición de la señal recibida en el aeropuerto de Latacunga.



**Figura 4. 28** Medición de campo con antena patrón a 9m de altura

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La figura 4.29 muestra la captura de pantalla del resultado de la medición realizada con el TV Explorer.



**Figura 4. 29** Nivel de recepción en aeropuerto de Latacunga

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Para obtener la intensidad de campo IC en dBuV/m se debe sumar la amplitud de señal recibida ME en dBuV y el factor K en dB/m, especificado por el fabricante de la antena patrón esta se encuentra expresado por la ecuación 4.1, para obtener el factor K se debe observar la figura 4.30

$$IC = ME + K$$

**Ecuación 4. 1** Intensidad de campo

**Fuente:** (PROMAX, 2019)

Ejemplo

Frecuencia = 102.9MHz

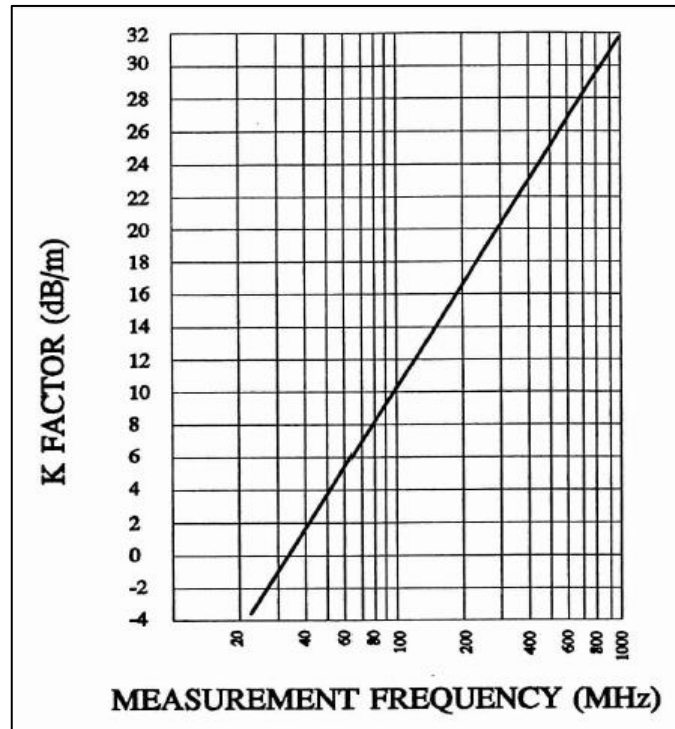
Factor K para 102.9MHz = 11,4 dB/m

ME = 60dBuV

$$IC = 60dBuV + 11.4 dB/m$$

$$IC = 71.4dBuV/m$$





**Figura 4.30** Factor K para antena AMC/1

**Fuente:** (PROMAX, 2019)

#### 4.4.2 Resumen de equipos instalados.

En la tabla 4.1 se encuentra detallado la marca, modelos y número de serie de los equipos que se encuentran instalados en el cerro Pilisurco y Estudios UTC Radio.

**Tabla 4.1** Detalle de equipos instalados.

ITEM	CANT.	DESCRIP.	MARCA	MODELO	S/N
1	1	Radioenlace STL/UHF (TX & RX), ajustado a la frecuencia 421.44MHz.	DB BROADCAST	DTS4B BRS4B	04811100 93811100
2	2	Antena paraflector	KATHREIN/SCALA	PR-410.	LPL3762472 LPL3762473
3	50m	Tramo de cable coaxial dieléctrico de espuma 1/2"	COMMSCOPE	LDF4-50A	N/A

4	4	Conectores Coaxial, 1/2" N MALE CONNECTOR, 50 Ohms	COMMSCOPE	L4TNM- PSA	N/A
5	1	Transmisor de estado sólido FM 2.5kW	NAUTEL	VS2.5	10005097
6	1	Arreglo de 4 antenas FM dipolos en V.	RYMSA	4xAT12- 202	18-000005 18-000006 18-000007 18-000008 Distribuidor: 13-000060
7	50m	Cable coaxial 7/8"	COMMSCOPE	AVA5- 50A	N/A
8	2	Conector coaxial 7/8"	COMMSCOPE	AL5E78- PS	N/A
9	1	Regulador de Voltaje Automático PWM Monofásico 10 KVA	TSI POWER	VRP- 10000- 0230	181201612
10	1	Supresor transcientes 200kA, 1 us	LEA	SP-200	TR201800007565
11	1	Gabinete cerrado.	BEAUCOUP	24UR	N/A

**Fuente:** Elaborado por el autor.

#### 4.4.3 Resultados obtenidos.

La tabla 4.2 y la figura 4.31 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en Ingahurco.

**Tabla 4. 2** Resultados medición de campo Ingahurco

LUGAR MEDICIÓN: Campus UTA Ingahurco				
COORDENADAS	Latitud	1°14'1.45"S		
	Longitud	78°37'0.99"O		
FRECUENCIA [MHz]	NOMBRE ESTACIÓN	ME [dBuV]	Factor K [dB/m]	IC [dBuv/m]
91,3	Radio Caracol	86,4	11,4	97,8
91,7	Radio Centro	83	11,4	94,4
94,9	Asamblea	82	11,4	93,4
100,1	BBN	78	11,4	89,4
100,5	Zaracay	80,5	11,4	91,9
100,9	Radio Fuego	85	11,4	96,4
101,3	Radio Identidad	Fuera del aire	11,4	Fuera del aire
101,7	Radio Platinum	60	11,4	71,4
102,1	Estéreo Latacunga	38	11,4	49,4
102,5	La voz del agua	sin señal	11,4	sin señal
102,9	Radio UTC	89	11,4	100,4
103,3	Límite FM	sin señal	11,4	sin señal
103,7	Sonorama	44	11,4	55,4
104,1	Radio Primicias UTA	88,4	11,4	99,8
104,5	Radio Paz y Bien	sin señal	11,4	sin señal
104,9	Radio Futura	68	11,4	79,4
105,3	Radio Publica	64	11,4	75,4
106,1	Radio Andina	68	11,4	79,4
106,5	Radio Canela	71	11,4	82,4
106,9	Radio Cotopaxi	69	11,4	80,4
107,3	Estéreo Familiar	49	11,4	60,4
107,7	Radio Hechizo	sin señal	11,4	sin señal

Fuente: Elaborado por el autor.

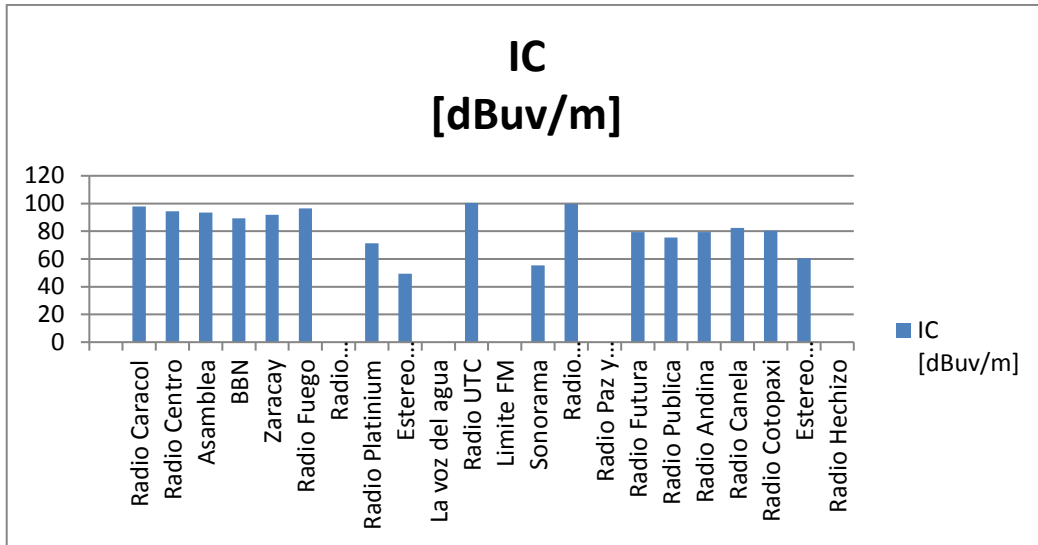


Figura 4. 31 Resultado gráfico de medición de campo en Ingahurco

Fuente: Elaborado por el autor.

La tabla 4.3 y la figura 4.32 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el Centro Cultural de la Universidad Técnica de Ambato.

Tabla 4. 3 Resultados medición de campo Centro Cultural UTA

LUGAR MEDICIÓN: Centro Cultural				
COORDENADAS	Latitud	1°14'26.89"S		
	Longitud	78°37'47.53"O		
FRECUENCIA [MHz]	NOMBRE ESTACIÓN	ME [dBuV]	Factor K [dB/m]	IC [dBuv/m]
91,3	Radio Caracol	85,8	11,4	97,2
91,7	Radio Centro	85,8	11,4	97,2
94,9	Asamblea	86	11,4	97,4
100,1	BBN	82	11,4	93,4
100,5	Zaracay	86,1	11,4	97,5
100,9	Radio Fuego	83,6	11,4	95
101,3	Radio Identidad	Fuera del aire	11,4	Fuera del aire
101,7	Radio Platinum	80,7	11,4	92,1

102,1	Estéreo Latacunga	53	11,4	64,4
102,5	La voz del agua	sin señal	11,4	sin señal
102,9	Radio UTC	88	11,4	99,4
103,3	Límite FM	80,5	11,4	91,9
103,7	Sonorama	78	11,4	89,4
104,1	Radio Primicias UTA	88,7	11,4	100,1
104,5	Radio Paz y Bien	82,4	11,4	93,8
104,9	Radio Futura	78	11,4	89,4
105,3	Radio Publica	sin señal	11,4	sin señal
106,1	Radio Andina	68	11,4	79,4
106,5	Radio Canela	76	11,4	87,4
106,9	Radio Cotopaxi	sin señal	11,4	sin señal
107,3	Estéreo Familiar	76	11,4	87,4
107,7	Radio Hechizo	80	11,4	91,4

Fuente: Elaborado por el autor.

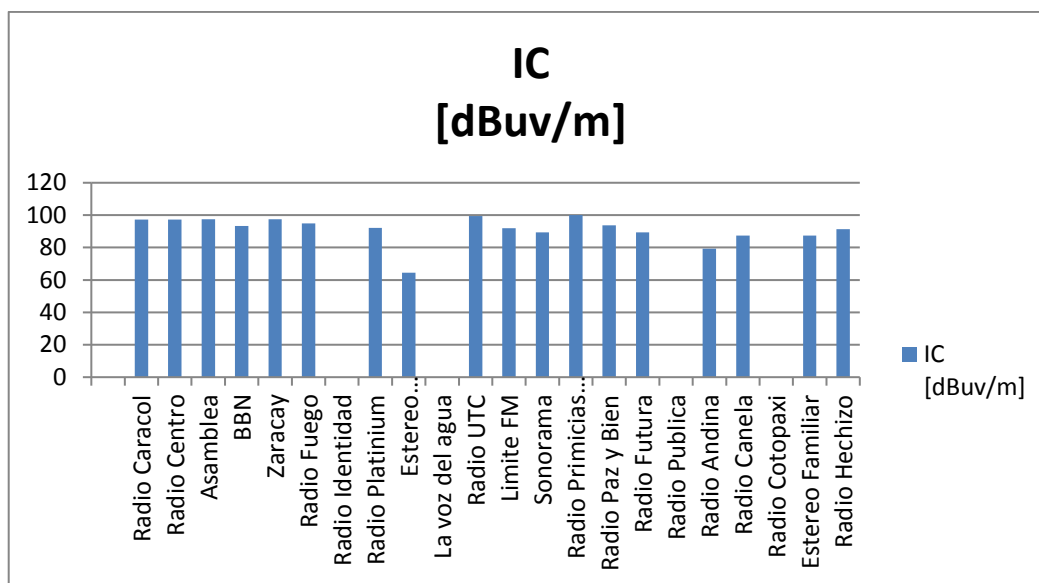


Figura 4. 32 Resultado gráfico de medición de campo en Centro Cultural UTA

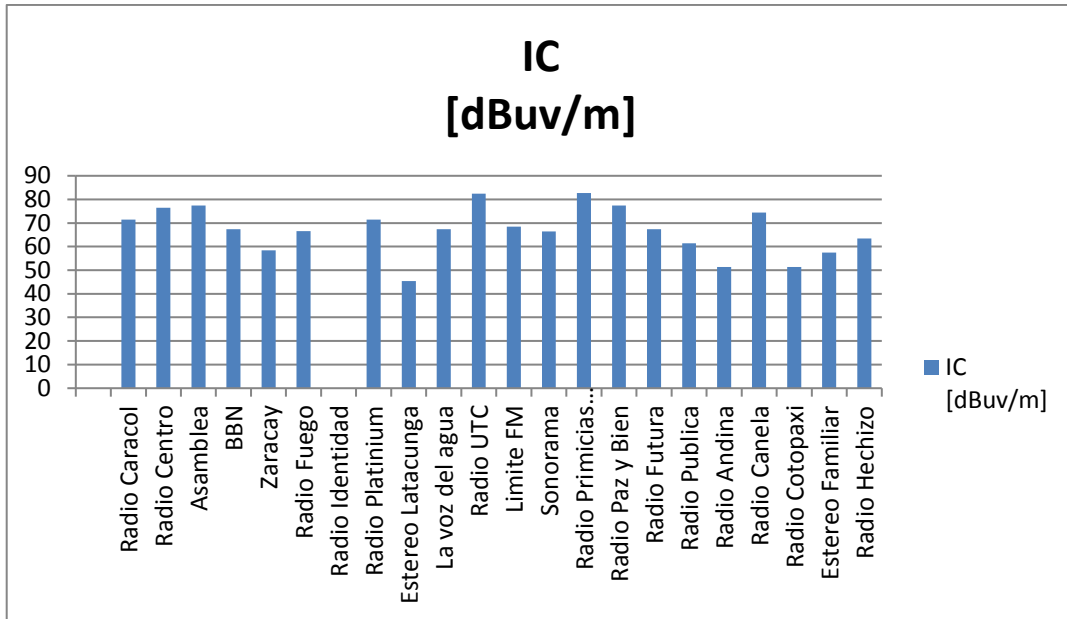
Fuente: Elaborado por el autor.

La tabla 4.4 y la figura 4.33 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el Campus Huachi de la ciudad de Ambato.

**Tabla 4. 4** Resultados medición de campo Campus Huachi.

LUGAR MEDICIÓN: Campus Huachi				
COORDENADAS	Latitud	1°16'6.13"S		
	Longitud	78°37'26.55"O		
FRECUENCIA [MHz]	NOMBRE ESTACIÓN	ME [dBuV]	Factor K [dB/m]	IC [dBuv/m]
91,3	Radio Caracol	60,1	11,4	71,5
91,7	Radio Centro	65	11,4	76,4
94,9	Asamblea	66	11,4	77,4
100,1	BBN	56	11,4	67,4
100,5	Zaracay	47	11,4	58,4
100,9	Radio Fuego	55,1	11,4	66,5
101,3	Radio Identidad	Sin señal	11,4	Sin señal
101,7	Radio Platinum	60	11,4	71,4
102,1	Estéreo Latacunga	34	11,4	45,4
102,5	La voz del agua	56	11,4	67,4
102,9	Radio UTC	71	11,4	82,4
103,3	Limite FM	57	11,4	68,4
103,7	Sonorama	55	11,4	66,4
104,1	Radio Primicias UTA	71,3	11,4	82,7
104,5	Radio Paz y Bien	66	11,4	77,4
104,9	Radio Futura	56	11,4	67,4
105,3	Radio Publica	50	11,4	61,4
106,1	Radio Andina	40	11,4	51,4
106,5	Radio Canela	63	11,4	74,4
106,9	Radio Cotopaxi	40	11,4	51,4
107,3	Estéreo Familiar	46	11,4	57,4
107,7	Radio Hechizo	52	11,4	63,4

Fuente: Elaborado por el autor.



**Figura 4.33** Resultado gráfico de medición de campo en Campus Huachi.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

La tabla 4.5 y la figura 4.34 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el aeropuerto de Latacunga.

**Tabla 4.5** Resultados medición de campo en el aeropuerto de Latacunga.

LUGAR MEDICIÓN: AEROPUERTO DE LATACUNGA				
COORDENADAS	Latitud	0°56'1.84"S		
	Longitud	78°36'52.53"O		
FRECUENCIA [MHz]	NOMBRE ESTACIÓN	ME [dBuV]	Factor K [dB/m]	IC [dBuv/m]
91,3	Radio Caracol	46	11,4	57,4
91,7	Radio Centro	46,5	11,4	57,9
94,9	Asamblea	40	11,4	51,4
100,1	BBN	41	11,4	52,4
100,5	Zaracay	36	11,4	47,4
100,9	Radio Fuego	42	11,4	53,4
101,3	Radio Identidad	48	11,4	59,4

101,7	Radio Platinum	38	11,4	49,4
102,1	Estéreo Latacunga	63	11,4	74,4
102,5	La voz del agua	sin señal	11,4	sin señal
102,9	Radio UTC	60	11,4	71,4
103,3	Límite FM	56	11,4	67,4
103,7	Sonorama	47	11,4	58,4
104,1	Radio Primicias UTA	41	11,4	52,4
104,5	Radio Paz y Bien	41,5	11,4	52,9
104,9	Radio Futura	35	11,4	46,4
105,3	Radio Publica	62	11,4	73,4
106,1	Radio Andina	56	11,4	67,4
106,5	Radio Canela	43	11,4	54,4
106,9	Radio Cotopaxi	57	11,4	68,4
107,3	Estéreo Familiar	45	11,4	56,4
107,7	Radio Hechizo	60	11,4	71,4

Fuente: Elaborado por el autor.

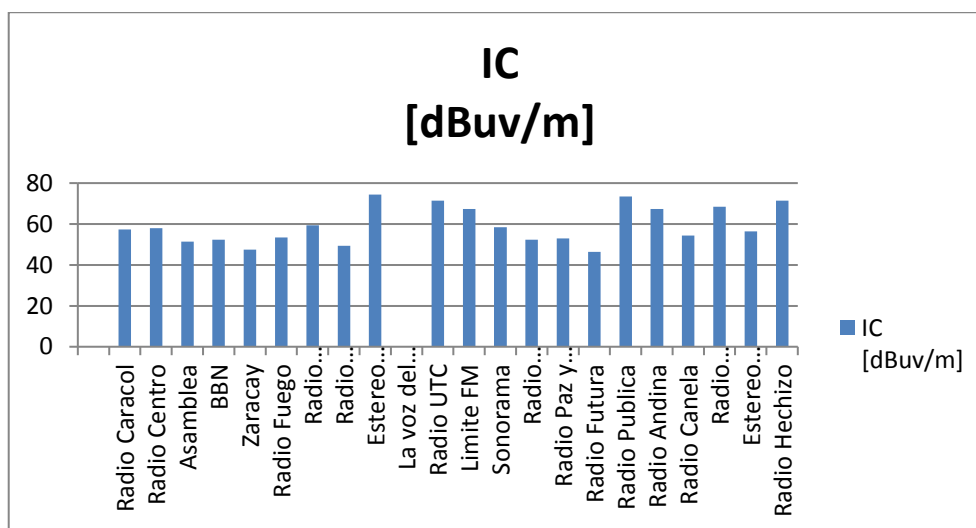


Figura 4. 34 Resultado gráfico de medición de campo en aeropuerto de Latacunga.

Fuente: Elaborado por el autor



## CONCLUSIONES

- Con la implementación realizada para la UTC Radio se obtuvo el resultado esperado con respecto a la intensidad de campo recibida en las zonas a cubrir, a pesar que las condiciones geográficas del sector son irregulares el nivel de intensidad de señal medido en diferentes puntos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la Norma Técnica del servicio de radiodifusión sonora en frecuencia modulada analógica. Por lo tanto, se verifica que con el transmisor de FM operando a 20081W la intensidad de señal es óptima y se encuentra dentro de lo establecido por el ente regulador, para cobertura principal es  $\geq 54$  dB $\mu$ V/m, mientras que en cobertura secundaria permanecer en el rango de  $\geq 50$  dB $\mu$ V/m y  $< 54$  dB $\mu$ V/m.
- Las simulaciones realizadas con el software Radio Mobile proporcionaron información valiosa para ingresar en los formularios y solicitar el uso de frecuencias por ejemplo se obtuvo los valores de alturas de cada radial a distintas distancias como también la información del campo eléctrico en los sitios requeridos, por otra parte, durante la simulación se pudo observar que el alcance de cobertura cubría todos los lugares deseados por la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- La UTC Radio culminando el proyecto en el año 2019 empieza a brindar el servicio de comunicación con frecuencias legalmente constituida a nombre de la Universidad Técnica de Cotopaxi. ARCOTEL otorgó la frecuencia 102.9 MHz para transmisión de la señal FM y la frecuencia 421.44 MHz para el enlace STL, el cual es utilizado para transportar el contenido desde los estudios ubicados en Latacunga hacia el cerro Pilisurco.
- Al calibrar los parámetros de operación tales como: ancho de banda, nivel de audio y nivel de piloto de estéreo, se garantiza el buen funcionamiento del equipo transmisor de FM evitando así provocar interferencias cocanal o de canal adyacente, que puedan resultar perjudiciales a otros operadores.

## RECOMENDACIONES

- Al realizar ya las firmas correspondientes al contrato de concesión es importante leer y entender en su totalidad la parte técnica con la cual se debe operar la estación de transmisión para evitar llamados de atención o peor aún suspensión de la frecuencia asignada.
- Es importante colocar el código hexadecimal asignado por la ARCOTEL para la generación del RDS (*Radio Data System*), ya que este ayudará a mantener la identificada la estación.
- Al momento de realizar los acoples de los cables con los conectores, es importante realizarlos de forma correcta, ya que esto evitará que se produzca algún tipo de ruidos o pérdidas en la señal.
- Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos es importante realizar un mantenimiento preventivo periódico, para eliminar residuos de polvo acumulado en los filtros de aire y verificar que sus parámetros de operación se encuentren correctos.
- Debido a las condiciones climáticas del sector se recomienda realizar un chequeo semestral del sistema radiante, para reemplazar impermeabilizaciones y verificar el estado de los conectores para evitar filtraciones al distribuidor de potencia y a la línea de transmisión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advicom, C. (2019). *RYMSA 4xAT12-202, Arreglo 4 Antenas FM*. Obtenido de <https://www.advicom.ec/product-page/rymsa-4xat12-202-antena-dipolo-en-v-arreglo-de-4-dipolos-dobles-cruzados-en-v>
- Álvarez Puma, D. V., Enriquez Panchi, S. D., & Hurtado Calderón, M. B. (Junio de 2013). “*PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIO COMUNITARIA EN LA PARROQUIA DE GUAYLLBAMBA*”. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5920>
- ARCOTEL. (09 de 12 de 2017). *Resoluciones de la Arcotel*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/resoluciones/>
- ARCOTEL. (02 de 07 de 2018). *Resoluciones de la ARCOTEL*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/resoluciones/>
- ARCOTEL. (06 de Julio de 2018). *Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvo título habilitante para instalar una radio en Latacunga*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/universidad-tecnica-de-cotopaxi-obtuvo-titulo-habilitante-para-instalar-una-radio-en-latacunga/>
- ARCOTEL. (10 de 07 de 2019). *Espectro Radioeléctrico*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>
- BITACORA DE FISICA, 1. (s.f.). *BITÁCORA DE FISICA 1104*. Obtenido de <https://fisica1104.wordpress.com/primer-periodo/>
- BPR-3. (01 de 11 de 2012). *BPR-3 — Application Procedures and Rules for FM Broadcasting Undertakings*. Obtenido de [https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwimages/BPR-3-issue6-figA1.jpg/\\$file/BPR-3-issue6-figA1.jpg](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwimages/BPR-3-issue6-figA1.jpg/$file/BPR-3-issue6-figA1.jpg)
- COMMSCOPE. (15 de 07 de 2019). *AVA5-50*. Obtenido de [https://www.commscope.com/catalog/cables/product\\_details.aspx?id=24911](https://www.commscope.com/catalog/cables/product_details.aspx?id=24911)
- CONATEL. (2019). *Espectro Radioeléctrico*. Obtenido de <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/>
- Cuellas, A. (17 de Mayo de 2016). *FM ESTEREO*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/radioiesve/fm-estereo-alvaro-cuellas>
- DB digital Broadcast. (2019). *Transmisor y receptor para enlaces radio STL DTS-DRS*. Obtenido de <https://www.dbbroadcast.com/es/producir/fm-transmisor-receptor-enlaces-stl-dts-drs/>
- ECUARED. (s.f.). *Línea de transmisión*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/L%C3%ADnea\\_de\\_transmisi%C3%B3n](https://www.ecured.cu/L%C3%ADnea_de_transmisi%C3%B3n)
- fmuser. (28 de 11 de 2015). *Lo que es las características de modulación de la radiodifusión de FM*. Obtenido de <https://es.fmuser.net/content/?1693.html>

Guzman Pereira, J. F. (Octubre de 2012). “ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSION FM CON COBERTURA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5740>

ITU-R P.370-7. (22 de 07 de 2019). *ITU-R P.370-7*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiJy\\_Xb6PTjAhWvs1kKHdw8DFwQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms\\_pubrec%2Fitu-r%2Frec%2Fp%2FR-REC-P.370-7-199510-W!!PDF-E.pdf&usg=AOvVaw1iw003Tsf6ohMfZdkXhsbO](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiJy_Xb6PTjAhWvs1kKHdw8DFwQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms_pubrec%2Fitu-r%2Frec%2Fp%2FR-REC-P.370-7-199510-W!!PDF-E.pdf&usg=AOvVaw1iw003Tsf6ohMfZdkXhsbO)

Kathrien. (2019). *PR series*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwjG8cTSvPjjAhXBxVkkHVlyDtwQFjADegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fa2dcorp.us%2Fpdf%2Fkathrein%2FPR-410-500.pdf&usg=AOvVaw2jbgdwB-6UIBaQfXA4r4E8>

Molina, F. (20 de 09 de 2018). *Cálculos primera zona de fresnel*. Obtenido de <https://www.franciscomolina.cl/calculos-primera-zona-de-fresnel/>

Nautel , L. (2019). *VS Series*. Obtenido de <https://www.nautel.com/products/fm-transmitters/vs-series/>

PROMAX. (15 de 7 de 2019). *MANUAL DE INSTRUCCIONES AMC/1*. Obtenido de <http://modulotpit.blogspot.com/2018/10/py-1-1-el-medidor-de-campo.html>

RYMSA, S. (2019). *RYMSA* . Obtenido de <https://www.tryo.es/es/productos-rymsarf/antennas/>

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

UIT. (10 de 2009). *UIT-R P.1546-4*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwih397j7dzkAhUBU98KHRjUAJ4QFjABegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms\\_pubrec%2Fitu-r%2Frec%2Fp%2FR-REC-P.1546-4-200910-S!!PDF-S.pdf&usg=AOvVaw3kWzw3HKqSTzkUqIXjmvZZ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwih397j7dzkAhUBU98KHRjUAJ4QFjABegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fdms_pubrec%2Fitu-r%2Frec%2Fp%2FR-REC-P.1546-4-200910-S!!PDF-S.pdf&usg=AOvVaw3kWzw3HKqSTzkUqIXjmvZZ)

## ANEXOS

- MANUAL DE SOPORTE TÉCNICO.
- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.
- CONCESIÓN Y PARAMETROS DE OPERACIÓN.
- PLANOS DE INFRAESTRUCTURA CERRO PILISURCO.
- DIAGRAMA DEL SISTEMA DE RADIOENLACE STL.
- DIAGRAMA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.
- DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN RACK DEL CERRO PILISURCO.
- DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN RACK DE LOS ESTUDIO.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONECTOR AL5E78-PS.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEA DE TRANSMISIÓN AVA5-50.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SISTEMA RADIANTE MARCA RYMSA.
- BROCHURE TRANSMISOR NAUTEL VS2.5.
- TEST REPORT TRANSMISOR NAUTEL VS2.5.
- BROCHURE SISTEMA DE RADIOENLACE STL MARCA DB BROADCAST.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SUPRESOR DE TRANSCIENTES MARCA LEA.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REGULADOR DE VOLTAJE 10kVA MARCA TSI POWER.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONECTOR L4TNM-PSA.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEA DE TRANSMISIÓN LDF4-50A.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANTENA PARAFLECTOR MARCA KATHREIN.
- INFORME DE ORIGINALIDAD.



**MANUAL DE SOPORTE  
TÉCNICO PARA  
MANTENIMIENTO Y PUESTA  
EN FUNCIONAMIENTO DE LA  
ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN  
FM DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

## **INTRODUCCION**

El manual describe los pasos necesarios para cualquier persona que tenga ciertas bases de sistemas de comunicación pueda realizar la instalación o verificación de problemas que se puedan presentar a lo largo del sistema de radiodifusión FM, es importante tener en cuenta que en el presente manual se hace mención a las especificaciones de hardware y software para la correcta instalación y soporte del sistema en mención

## **OBJETIVOS**

- Brindar la información necesaria para poder realizar la instalación y configuración del sistema de radiodifusión FM.
- Representar la funcionalidad técnica de la estructura, diseño y definición del sistema.
- Definir claramente el procedimiento de instalación del sistema.
- Detallar la especificación de los requerimientos de Hardware y equipos de medición necesarios para la instalación del sistema de radiodifusión FM.
- Describir las herramientas utilizadas para el diseño y desarrollo del sistema.

**MANUAL  
DE SOPORTE TÉCNICO**



## Contenido

Objetivos .....	1
1. Introducción .....	1
2. Requerimientos técnicos .....	1
2.1 Requerimientos mínimos de hardware .....	1
2.2 Requerimientos de software .....	1
3. Herramientas utilizadas para el desarrollo. ....	2
3.1 Radio Mobile.....	2
4. Especificaciones técnicas. ....	2
4.1 Radio enlace STL.....	2
4.2 Antena paraflector.....	3
4.3 Transmisor FM.....	4
4.4 Sistema radiante FM.....	5
4.5 Regulador de voltaje.....	6
4.6 Analizador de espectros. ....	7
4.7 Medidor de intensidad de campo. ....	8
4.8 Antena de recepción.....	9
5. Simulación. ....	9
5.1 Simulación radio enlace. ....	9
5.2 Simulación cobertura.....	10
6. Instalación. ....	11
6.1 Instalación enlace STL.....	11
6.2 Instalación del sistema de transmisión FM. ....	12
6.3 Medición y calibración de ancho de banda. ....	15
6.4 Medición de campo. ....	16
7. Solución de problemas frecuentes.....	16

## **Objetivos**

### **General**

Detallar la información necesaria para realizar la instalación, configuración y puesta en funcionamiento de la estación de radiodifusión FM.

### **Específicos**

- Definir claramente el proceso de instalación para la estación de transmisión FM.
- Detallar los requerimientos mínimos de hardware y software y equipos de medición para poner en funcionamiento la estación de radio FM.
- Describir las herramientas utilizadas en el desarrollo de la estación de radiodifusión FM.

## **1. Introducción**

En este manual se describa los pasos necesarios para poner en funcionamiento la estación de transmisión de radio FM, se requiere que la persona encargada de la instalación, tenga conocimientos básicos de Telecomunicaciones, electrónica o carreras afines.

## **2. Requerimientos técnicos**

### **2.1 Requerimientos mínimos de hardware**

- Sistema de radio enlace STL marca DB Broadcast, modelo DTS/4B, DRS/4B
- Juego de antenas de 2 antenas paraflector, marca Kathrein modelo PR-410
- Transmisor de estado sólido FM, marca Nautel, modelo VS2.5
- Arreglo de 4 antenas, modelo AT12.202
- Regulador de voltaje, marca TSI Power, modelo VRP-10000-0230
- Analizador de espectros, marca Rohde & Schwarz
- Medidor de intensidad de campo, marca Promax, modelo TV Explorer
- Antena de recepción, marca Promax, modelo AMC-1

### **2.2 Requerimientos de software**

- Privilegios de Administrador
- Sistema operativo Windows 7

### **3. Herramientas utilizadas para el desarrollo.**

#### **3.1 Radio Mobile.**

Programa gratuito para simulación de radio enlaces y coberturas de transmisión que nos sirve para operar en el rango de 20 MHz a 20 GHz, basado en el modelo de propagación de modelo de terreno irregular (ITS).

El programa permite dibujar la elevación en los mapas usando los datos SRTM descargados desde la misión de cartografía del terreno del radar del transbordador espacial, con la posibilidad de agregar los mapas de rutas y autopistas simultáneamente a los relieves del contorno.

#### **3.2 Google Earth**

Es un programa informático gratuito que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía de la Tierra desde el satélite con ella es posible contemplar el planeta Tierra y navegar alrededor del Globo y acercarse haciendo zoom hasta observar los detalles de una manzana.

Sirve para exportar los resultados de los enlaces y coberturas simulados en Radio Mobile y ver los resultados como si fueran en terreno real.

### **4. Especificaciones técnicas.**

#### **4.1 Radio enlace STL**

Para transportar el audio desde los estudios de UTC Radio al cerro Pilisurco se utiliza el radio enlace STL de marca DB Broadcast, modelo DTS/4B, DRS/4B. Las especificaciones técnicas se muestran a continuación:

##### **Especificaciones generales**

Rango de frecuencia:

DTS / 4B, DRS / 4B 310-470 MHz

##### **Especificaciones del transmisor.**

Salida de potencia (ajustable de 0 a 13W)

DTS / 4B máx. 13 W

Impedancia de salida 50  $\Omega$

Conector de salida N hembra

Modulación FM, desviación máxima de 75 kHz, 180k F3E mono, 256k F8E estéreo

Nivel de entrada de audio / MPX -3.5 ÷ +12.5 dBm

Conector de entrada de audio XLR hembra

Nivel de entrada del canal auxiliar -12.5 ÷ +3.5 dBm.

MPX, conectores auxiliares y de monitor BNC

Transmisor MPX monitor salida nivel 0 ÷ + 7dB, ajustable

Pre-énfasis 0/50/75  $\mu$ s

Supresión espuria y armónica Excede los requisitos de CCIR / FCC

Síncrono AM S / N Ratio  $< -60$  dBc con  $\Delta F \pm 75$  kHz

Asíncrono AM S / N Ratio  $< -70$  dBc

Capacidad 1 programa mono / estéreo, hasta 3 SCA (opcional)

Salida de medición de potencia directa y reflejada, modulación máxima, funciones de diagnóstico

Dimensiones profundidad 483 mm (19 ") x 2ur (unidad de rack estándar)

### **Especificaciones del receptor**

MPX / mono Nivel de salida  $-1.5 \div +12$  dBm, pasos de 0.5 dB

Sensibilidad monoaural  $< -90$  dBm

Sensibilidad compuesta  $< -68$  dBm

Selectividad dinámica  $> +10$  dB typ @  $\Delta F = 300$  kHz

$> +35$  dB Typ @  $\Delta F = 500$  kHz

$> +45$  dB Typ @  $\Delta F = 1.0$  MHz

Medición del nivel de entrada de RF, modulación máxima

Entrada RF N hembra, 50  $\Omega$

Rechazo de imagen  $> 68$  dB

Umbral de silenciamiento ajustable desde  $-100$  dBm

Salidas compuestas, monoaural, IF 10.7 MHz

Dimensiones profundidad 483 mm (19 ") x 2ur (unidad de rack estándar)

### **Requerimientos de alimentación de AC**

Voltaje de entrada de AC 115/230 VAC  $\pm 15\%$ , monofásico.

Frecuencia de alimentación de AC 50 Hz o 60 Hz,  $\pm 5\%$



## **4.2 Antena paraflector.**

Para la comunicación del enlace STL se utiliza dos antenas paraflector, marca Kathrein, modelo PR-410. Sus especificaciones se muestran a continuación

### **Especificaciones técnicas.**

Rango de frecuencia

PR-410 406—420 MHz 17 dBi

Impedancia 50 ohmios

VSWR <1.5: 1

Polarización horizontal o vertical

Relación de adelante hacia atrás 25 dB

Potencia máxima de entrada 100 vatios (a 50 ° C)

Ancho de haz del plano H 24 grados (media potencia)

Ancho de haz del plano E 32 grados (media potencia)

Conector N hembra

Peso 38 lb (17.2 kg)

Dimensiones (1727 x 914 x 457 mm)

Carga de viento a 150 km / h (93 mph)

Delantero / lateral 134 lbf / 72 lbf

(594 N) / (320 N)

Índice de supervivencia del viento \* 100 mph (160 kph)

Kits de montaje disponibles para mástiles de

2.375 a 4.5 pulgadas (60 a 114 mm) de diámetro exterior.



#### **4.3 Transmisor FM.**

Para generar la señal FM se utiliza un transmisor, marca Nautel, modelo VS2.5. Sus especificaciones se muestran a continuación:

Transmisor FM controlado electrónicamente

100% Estado sólido

Interfaz gráfica con display LCD

4 pallet de amplificación

2 fuentes de poder DC switching

Excitador Digital DDS y controlador integrado

Cumple Normas FCC / IC / CE.

E-mail notificación para alarmas a través del internet

USB Audio backup

Gestión remota

Voltaje alimentación 180Vac-220 VAC

Potencia máxima de 0 - 2800 W

Rango de frecuencias de 87.5 – 108 MHz

Eficiencia 66%

Tipo de Emisión 220KF8EHN

Impedancia de Salida 50  $\Omega$

Tipo de conector RF 7/8" EIA

Pasos de Frecuencia 10kHz

Peso 29.5kg



#### 4.4 Sistema radiante FM.

Para irradiar la señal FM emitida por el transmisor Nautel, se utiliza el arreglo de 4 antenas marca Rymasa, modelo AT12-202. Las especificaciones técnicas se muestran a continuación:

Tipo de Antena: antena FM tipo dipolo en V

Rango de frecuencias. 87.5 – 108 MHz

ROE: < 1,4:1 (-15,5 dB)

Polarización: circular

Potencia: DIN 7/16: 2.5 kW; EIA 7/8": 5 kW

Impedancia: 50  $\Omega$

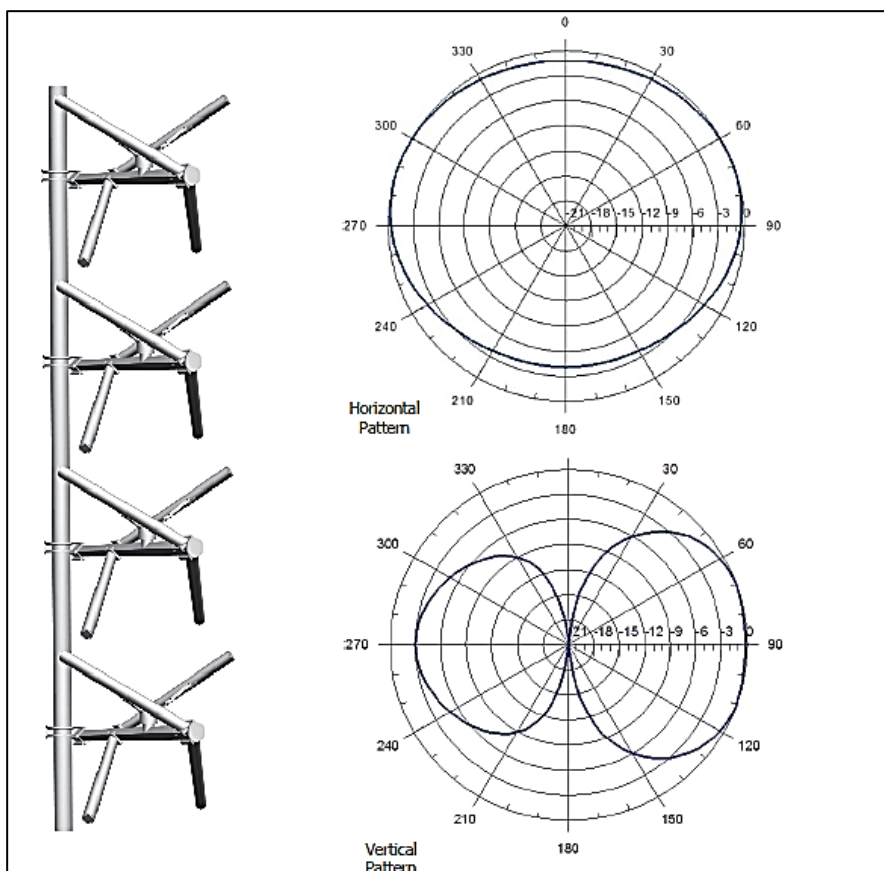
Conectores: EIA 7 / 8" o 7/16 DIN

Ganancia individual: 1.1 dB

Material: acero inoxidable

Rango de Temperatura:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$

Ganancia del sistema 4 antenas 7.1dBd



#### 4.5 Regulador de voltaje.

Para garantizar la estabilidad del voltaje, se utiliza un regulador de voltaje, marca TSI Power, modelo VRP-10000-0230. Las especificaciones se muestran a continuación:

##### Especificaciones eléctricas

Capacidad 10kVA

##### Entrada

Tensión nominal 230 V, monofásica

Voltaje de funcionamiento 184 - 276 V para  $\pm 3\%$  de regulación, rango de entrada máximo 160 - 330 V

Frecuencia nominal 47-63 Hz

Protección contra sobre corriente disyuntor

Clasificación del disyuntor 2 x 50A

Tamaño del cable de entrada AWG 6 (15 mm<sup>2</sup>)

Conexiones de entrada de AC (L1, L2 y tierra)

##### Salida

Tensión nominal 230 V, monofásica

Eficiencia energética del 96 al 98% (típica)

Regulación de voltaje Combinado 3% máximo bajo 0 a 100% de carga y entrada de 184 - 276 V

Bypass automático, el bypass automático se activará cuando haya una condición de falla

Indicadores de estado El LED verde indica un funcionamiento normal; LED amarillo indica temporal bypass durante condiciones de arranque y sobre corriente.

Conexiones de salida de AC Terminales de salida cableados (L1, L2 y tierra)



#### 4.6 Analizador de espectros.

Para calibración y ajustes de ancho de banda se utiliza el analizador de espectros portátil, marca Rohde Schwarz, modelo FSH-6. Las especificaciones se muestran a continuación.

##### **Especificaciones:**

Rango de frecuencia: 100 kHz a 6 GHz

Banda para la resolución: 100 Hz a 1 MHz

Generador de tracking y preamplificador.





#### **4.7 Medidor de intensidad de campo.**

Para medición de niveles de cobertura se utiliza un medidor de intensidad de campo, marca Promax, modelo TV Explorer. Las especificaciones se muestran a continuación.

Sintonía Síntesis digital de frecuencia. Sintonía continua de 5 a 1000MHz y de 950 a 2150 MHz (Terrestre y satélite respectivamente).

Modos de sintonía Canal o Frecuencia (FI o directa en banda satélite).

Plan de canales Configurable para cada sesión.

Resolución 5-1000 MHz: 50 kHz.  
950-2150 MHz: < 200 kHz  
(span FULL-500-200-100-50-32-16 MHz).

Búsqueda automática Nivel umbral seleccionable. Selección DVB-T/H,DVB-C, DVB-S y DVB-S2.

Identificación de señales Analógicas y digitales. Automática.

#### **Entrada de RF**

Impedancia 75  $\Omega$ .

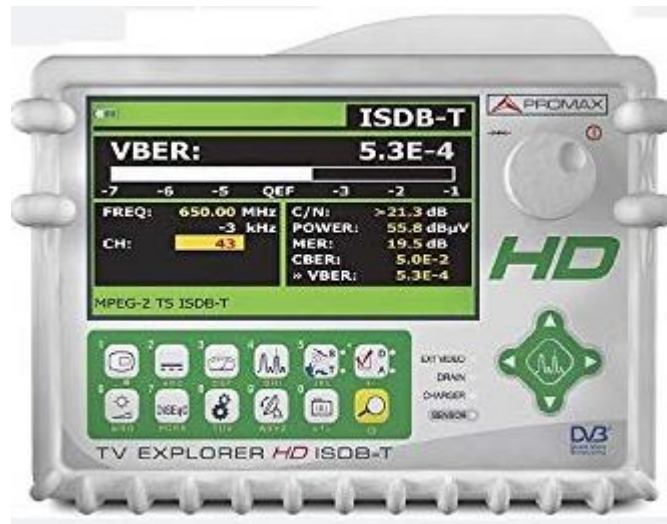
Conector Universal, con adaptador BNC o F.

Máxima señal 130 dB $\mu$ V.

#### **Máxima tensión de entrada**

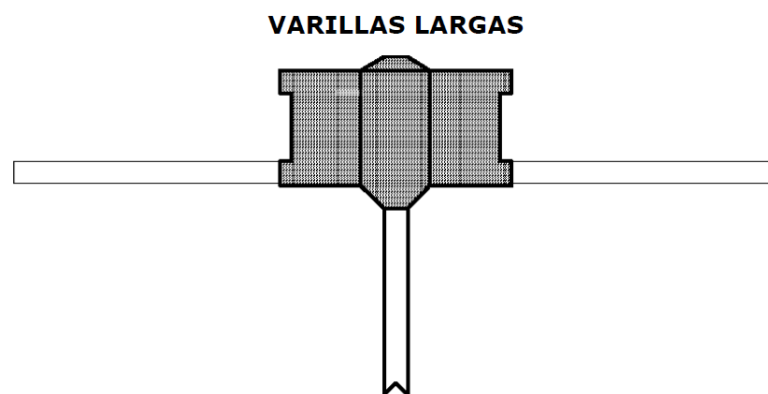
DC a 100 Hz 50 V rms (alimentado por el cargador AL-103).

30 V rms (no alimentado por el cargador AL-103).



#### 4.8 Antena de recepción.

Para recibir la señal FM se utiliza una antena patrón de la marca Promax, modelo AMC/1. Configurada para recibir la señal FM.

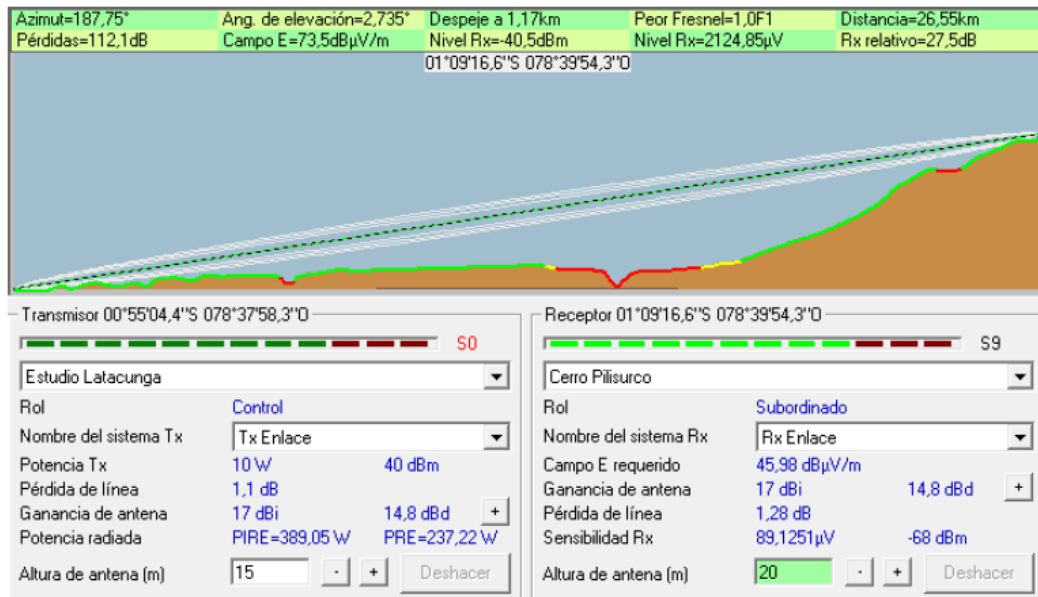


Configuración 2 para BII (85 a 110 MHz)

### 5. Simulación.

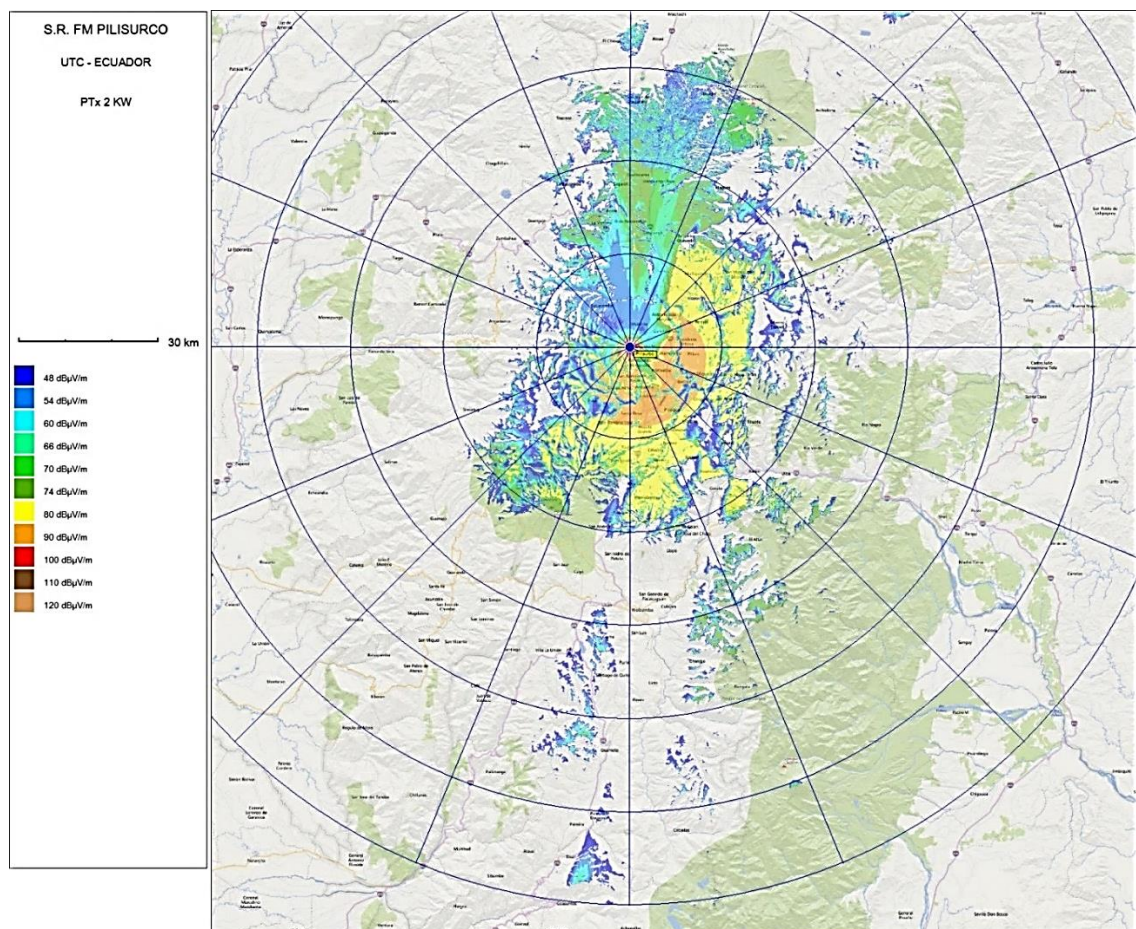
#### 5.1 Simulación radio enlace.

Para la verificar la factibilidad y estabilidad del enlace STL se realiza la simulación en radio Mobile, desde los puntos deseados, Estudios UTC Radio – cerro Pilisurco, con 10W de potencia en el transmisor STL y una frecuencia de 421.44MHz.



## 5.2 Simulación cobertura.

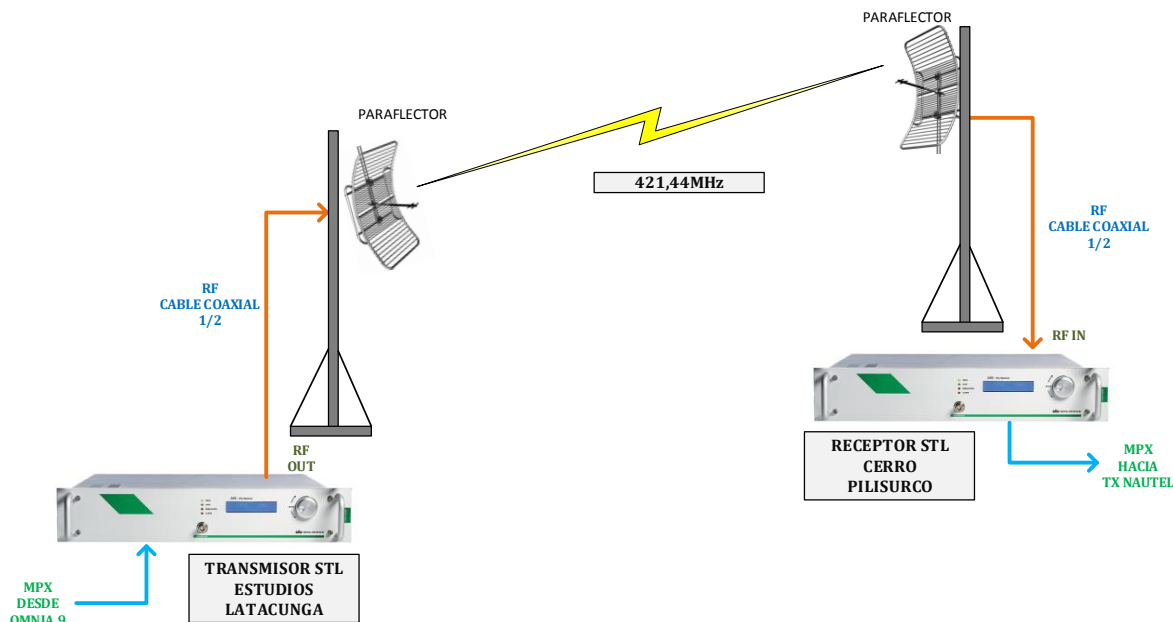
Con el fin de garantizar la cobertura deseada de la señal FM se realiza la simulación en radio Mobile, ubicando el transmisor en el lugar asignado, estación de transmisión cerro Pilisurco, con 2000W de potencia en el transmisor FM y un arreglo de 4 antenas con ganancia 7.1dBd.



## 6. Instalación.

### 6.1 Instalación enlace STL.

Para la instalación del enlace STL se debe seguir el siguiente esquema de conexión.

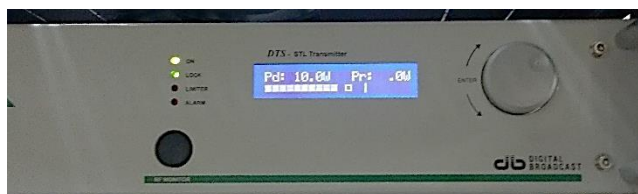


El transmisor STL, se debe ubicar en los estudios de UTC Radio, e interconectar su salida de RF, con cable coaxial de 1/2" hacia la antena paraflector direccionada al cerro Pilisurco. La señal MPX que genera el procesador de audio Omnia 9, conectar en la entrada MPX del Transmisor STL. El transmisor debe estar seteado en la frecuencia 421.44MHz, con una potencia de 10W y seleccionada la fuente de audio MPX.

Para setear la frecuencia, mantener presionado por 3 segundos el scroll – seleccionar setup – escoger frecuencia – colocar frecuencia 421.44MHz

Para setear la potencia, mantener presionado por 3 segundos el scroll – seleccionar setup – escoger potencia – colocar potencia 10W.

Para setear la entrada de audio, mantener presionado por 3 segundos el scroll – seleccionar setup – escoger fuente – escoger MPX



La antena paraflector se encuentra direccionada al cerro Pilisurco con un azimut de 187.8° y elevación de 2.7°, ubicada en un mástil de 6m de altura.



El receptor STL, se debe ubicar en el cerro Pilisurco, e interconectar con cable coaxial de 1/2" desde la antena paraflector hasta la entrada de RF del receptor STL. La señal MPX que recibe se debe conectar a la entrada MPX del transmisor FM. El receptor se encuentra con un nivel de recepción de -54dBm

Para visualizar el nivel de recepción mantener presionado el scroll por 3 segundos – seleccionar status – navegar al submenú campo -54dBm

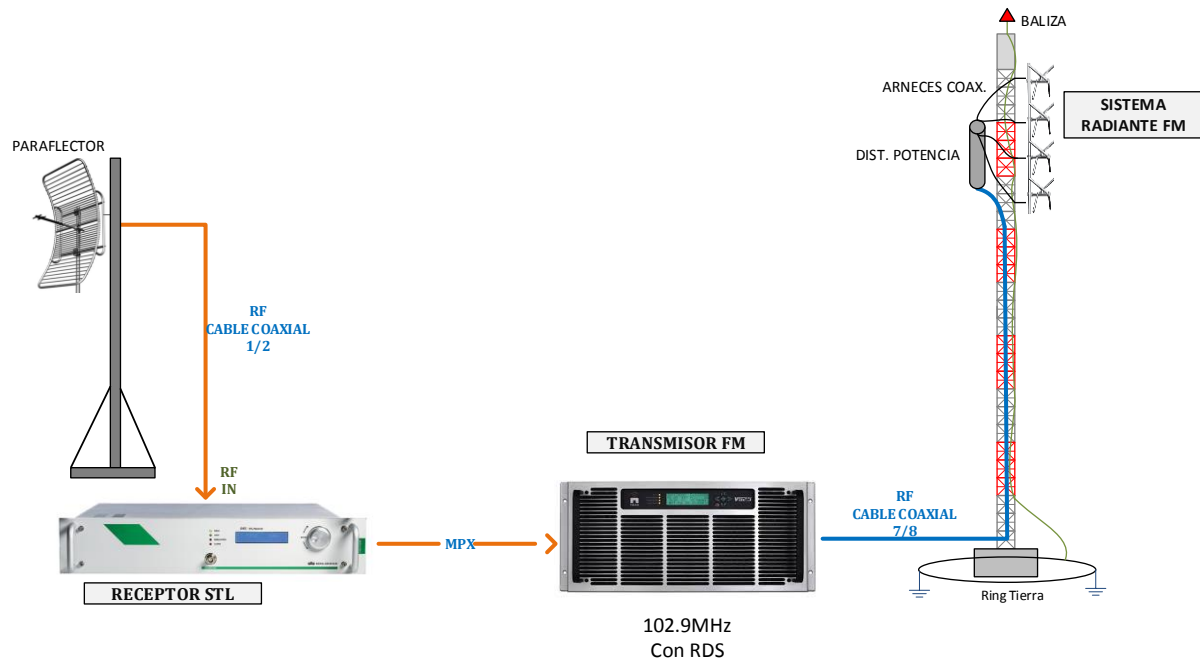


La antena paraflector se encuentra direccionada hacia los estudios de UTC Radio en Latacunga con un azimut de  $7.8^\circ$  y elevación de  $-3^\circ$ , ubicada en un mástil de 3m de altura.



## 6.2 Instalación del sistema de transmisión FM.

Para la instalación del sistema de radiodifusión FM se debe seguir el siguiente esquema de conexión.

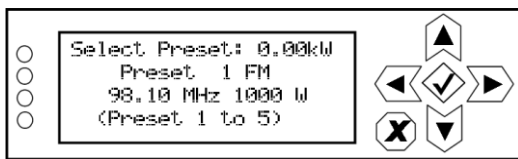


El transmisor FM, se debe ubicar en el rack instalado y energizado con energía regulada en el cerro Pilisurco, la entrada MPX que sale del receptor STL conectar a la entrada MPX del transmisor Nautel VS2.5, la salida RF del transmisor Nautel conectar con cable AVA5-50A hacia el distribuidor de potencia del sistema radiante Rymsa, las salidas del distribuidor de potencia conectar con arneses a cada uno de las antenas respetando su orden desde la parte inferior hacía arriba en descendente (4, 3, 2, 1). Para subir las antenas, herrajes de sujeción y la línea de transmisión se usa poleas para facilitar la subida y alivianar el peso. Todos los conectores del sistema radiante deben ser impermeabilizados con auto fundente y taipe para evitar ingreso de agua.

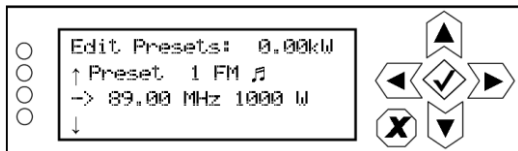
El transmisor FM debe estar seteado en la frecuencia 102.9MHz, con una potencia de 2000W y seleccionada la fuente de audio MPX.

### Para setear la frecuencia.

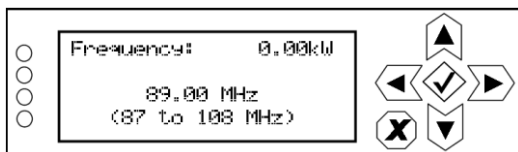
Ir al main menú verificar el preset activo



Seleccionar user settings y escoger Edit Preset

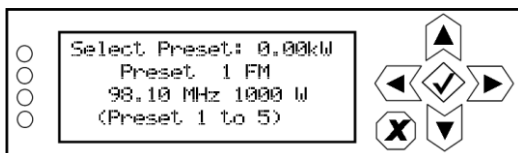


Seleccionar Frequency y setear 102.9MHz y presionar OK (visto)



### Para setear potencia.

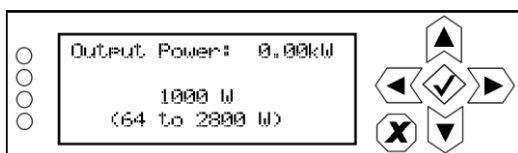
Ir al main menú verificar el preset activo.



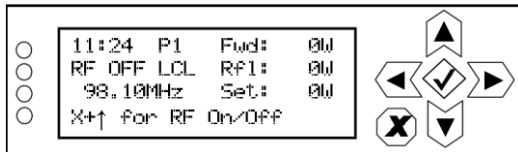
Seleccionar user settings y escoger Edit Preset



Seleccionar potencia de salida, setear 2000W y presionar OK

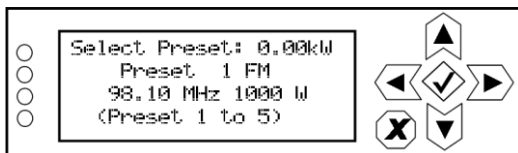


Una vez seteada la potencia presionar RF ON

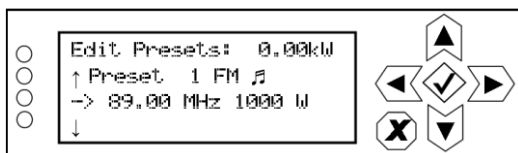


### Para seleccionar fuente de audio.

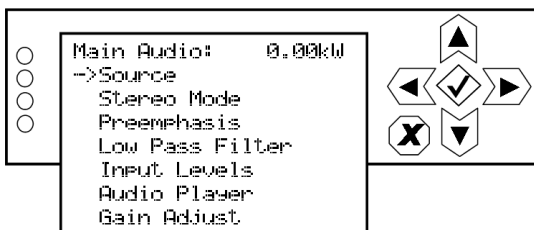
Ir al main menú verificar el preset activo.



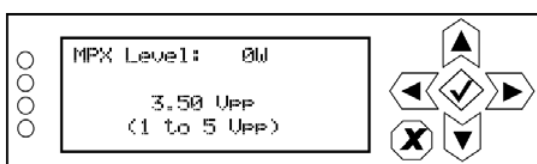
Seleccionar User Settings y escoger Edit Preset



Seleccionar main audio y presionar en source



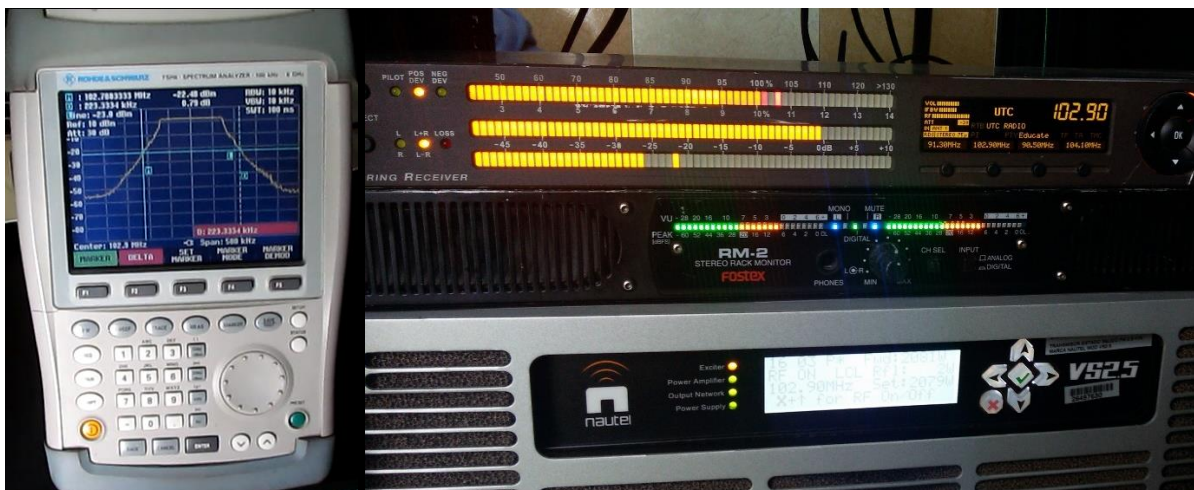
Una vez seleccionada la fuente MPX ajustar el nivel de entrada a 2.3Vpp



### 6.3 Medición y calibración de ancho de banda.

Con el nivel de MPX en 2.3Vpp, el transmisor FM se encuentra trabajando con 223KHz de ancho de banda medido con el analizador de espectro, y una modulación al 100%, piloto de 10.5% y nivel de audio en 0dB, medidos en un sintonizador profesional.





#### 6.4 Medición de campo.

Con el analizador de campo marca Promax modelo TV Explorer y la antena patrón modelo AMC/1 se realiza mediciones de la intensidad de recepción de varios lugares a una altura de 9m, para verificar que el nivel de intensidad se encuentre cumpliendo los requerimientos de la Norma Técnica para Radiodifusión. Para cobertura principal  $\geq 54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y para cobertura secundaria  $\geq 50 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y  $< a$   $54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$



#### 7. Solución de problemas frecuentes.

De vez en cuando, hay sorpresas o algo no sale como esperaba, así que hemos reunido algunos problemas inesperados comunes que suelen ocurrir en los sistemas de radiodifusión FM.

**La estación de transmisión está totalmente muerta, se escucha ruido de lluvia. ¿Qué debo verificar primero?**

Verifique que el rack de equipos esté recibiendo alimentación de línea de AC, Y que en el tablero de distribución estén encendidos los leds de voltaje de entrada y salida al igual que el voltímetro este marcando 220VAC.

Si en el tablero de distribución no está encendido el led de voltaje de entrada, verificar los breakers de medidor de la empresa eléctrica.

Si en el tablero de distribución está encendido el led de voltaje de entrada y apagado el led de voltaje de salida, verificar los breakers de alimentación al regulador de voltaje, en caso de daño en el regulador, se debe colocar en modo bypass.

**El transmisor se inicia normalmente, pero no hay salida de audio en los sintonizadores de FM. ¿Qué debo verificar?**

Primero, verifique que aparezca nivel de modulación de audio en el receptor STL. Si la modulación parece normal, verifique si la fuente de audio seleccionada en el transmisor se encuentra en MPX.

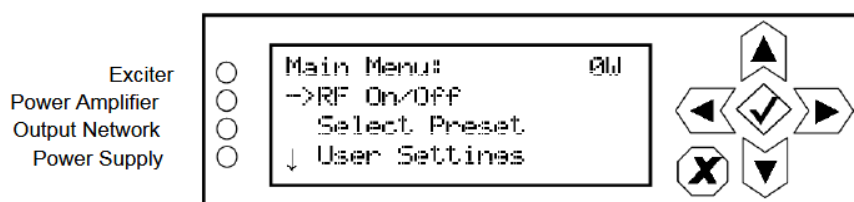
Si en receptor STL no aparece nivel de modulación, verifique de desde los estudios de la radio se encuentran enviando la señal audio MPX a través del transmisor STL. Asegúrese de que todas las conexiones estén seguras en ambos extremos de los cables.

**El receptor STL se encuentra desenganchado. ¿Qué debo verificar?**

Se debe revisar que las frecuencias del transmisor y receptor STL sean las mismas, en el caso de ser diferentes se las debe corregir de acuerdo a la concesión asignada.

**El transmisor se inicia normalmente, pero no da potencia a las antenas. ¿Qué debo verificar?**

Hay cuatro LED en el lado izquierdo de la pantalla LCD que proporcionan información sobre el estado operativo de varias secciones del transmisor: excitador, amplificador de potencia, red de salida y fuente de alimentación. Los LED pueden iluminarse en verde, ámbar o rojo. Por lo general, el verde indica un funcionamiento normal, el ámbar indica una advertencia y el rojo indica una falla o error



Si el transmisor no da potencia y el led rojo del power amplifier se encuentra encendido, se debe verificar las alarmas presentes en el panel frontal, si son alarmas sin relevancia, se procede a reiniciar para restablecer la potencia de salida.

**El transmisor se inicia normalmente, pero su intensidad de campo no es buena. ¿Qué debo verificar?**

Se debe revisar si la potencia seteada en el transmisor es la misma o similar a la potencia de salida, en caso que la potencia seteada sea diferente a la potencia de salida, verificar si las fuentes internas se encuentran entregando sus voltajes de 48VDC. La potencia autorizada es de 2000W.

Id	i	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mayo			junio			julio		
							M	F	P	M	F	P	M	F	
1		★?	inicio												
2		★	Elaboracion y aprobacion del plan de tesis	20 días	lun 15/04/19	vie 10/05/19									
7		★	Revisión de información	5 días	lun 15/04/19	vie 19/04/19									
12		★	Calculo de enlace y analisis de	3 días	lun 22/04/19	mié 24/04/19									
16		★	Elaboracion de informe TSS y planos de distribucion de	4 días	mar 23/04/19	vie 26/04/19									
21		★	Diseño y Construcción de	6 días	mar 23/04/19	mar 30/04/19									
23		★	Pruebas de funcionamiento de los equipos en el laboratorio de la empresa Advicom	2 días	lun 29/04/19	mar 30/04/19									
26		★	Desarrollo del tablero de distribucion de energia para el cerro	3 días	mié 01/05/19	vie 03/05/19									

Proyecto: CRONOGRAMA DE TESI  
Fecha: jue 19/09/19

Tarea		Tarea inactiva		Sólo el comienzo	
División		Hito inactivo		Sólo fin	
Hito		Resumen inactivo		Fecha límite	
Resumen		Tarea manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Sólo duración		Progreso manual	
Tareas externas		Informe de resumen manual			
Hito externo		Resumen manual			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mayo			junio			julio		
						M	F	P	M	F	P	M	F	
30	★	Adecuacion de infraestructura	5 días	lun 29/04/19	vie 03/05/19			█						
33	★	Instalacion del sistema de	5 días	lun 06/05/19	vie 10/05/19			█						
39	★	Instalación del sistema de	10 días	lun 13/05/19	vie 24/05/19			█	█					
46	★	Pruebas de funcionamiento.	15 días?	lun 27/05/19	vie 14/06/19				█	█				
50	★	Elaboracion de Tesis escrita	34 días	mié 05/06/19	sáb 20/07/19					█	█	█	█	█
55	★	Entrega de Proyecto a Empresa	3 días	lun 22/07/19	mié 24/07/19									█
57	★	Verificacion fisica de Tesis en sitio	2 días	jue 25/07/19	vie 26/07/19									█
59	★	Fin del proyecto	0 días	sáb 27/07/19	sáb 27/07/19									◆ 27

Proyecto: CRONOGRAMA DE TESI Fecha: jue 19/09/19	Tarea		Tarea inactiva		Sólo el comienzo	
	División		Hito inactivo		Sólo fin	
	Hito		Resumen inactivo		Fecha límite	
	Resumen		Tarea manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Sólo duración		Progreso manual	
	Tareas externas		Informe de resumen manual			
	Hito externo		Resumen manual			

**APENDICE 1**

**INFORMACIÓN TÉCNICA**

**1. DATOS GENERALES:**

SERVICIO:	RADIODIFUSIÓN SONORA FM
NOMBRE DE LA ESTACIÓN:	UTC RADIO
CONCESIONARIO:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
MEDIO DE COMUNICACIÓN SOCIAL:	PÚBLICO

**2. MATRIZ**

ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL:	LATACUNGA, SAQUSIILÍ, PUJILÍ, SAN MIGUEL (CANTÓN SALCEDO), PILLARO (CANTÓN SANTIAGO DE PILLARO), AMBATO, TISALEO, CEVALLOS, QUERO, PELILEO (SAN PEDRO DE PELILEO), MOCHA, LOCALIDADES COMPRENDIDAS DENTRO DEL BORDE DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO DE 54 dB $\mu$ V/m.
------------------------------	--

**UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ALTURAS:**

N°	UBICACIÓN	PROVINCIA	COORDENADAS		ALTUR A s.n.m. (mts)
			LATITUD	LONGITUD	
1	Estudio: Cantón Latacunga, Av. Simón Rodríguez s/n, Barrio El Ejido – San Felipe, campus matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Cotopaxi	00°55'04.43" S	78°37'58.32" W	2791
2	Transmisor: Cerro Pilisurco	Tungurahua	01°09'16.59" S	78°39'54.34" W	4116

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN:**

FRECUENCIA DE OPERACIÓN:	102.9 MHz
TIPO DE EMISIÓN:	220KF8EHN
ANCHO DE BANDA AUTORIZADO:	220 kHz
TIPO Y FORMA DE ANTENA:	ARREGLO DE 4 DOBLE DIPOLOS EN V
POLARIZACIÓN:	CIRCULAR
ÁNGULOS DE AZIMUT DE MÁXIMA RADIACIÓN:	155°
N° DE ANTENAS DEL SISTEMA RADIANTE:	4
ÁNGULO DE INCLINACIÓN:	6°
GANANCIA MÁXIMA DEL ARREGLO:	7.1 dBd
TIPO Y ALTURA DE LA TORRE:	AUTOSOPORTADA DE 30 m.
ALTURA DEL SISTEMA RADIANTE:	25 m.

POTENCIA MÁXIMA AUTORIZADA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO TRANSMISOR:		2000 W
PÉRDIDAS EN CABLES Y CONECTORES:		1.35 dB
POTENCIA EFECTIVA RADIADA (P.E.R.):		7517 W
FORMA DE RECEPCIÓN DE LA SEÑAL:		ENLACE RADIOELÉCTRICO
SISTEMA RDS	FORMATO BINARIO	1110 0110 0100 1111
	FORMATO HEXADECIMAL	E64F

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ENLACE ESTUDIO - TRANSMISOR:**

TRAYECTO:	ESTUDIO LATACUNGA – CERRO PILISURCO	
DISTANCIA:	26.55 Km	
FRECUENCIA:	421.44 MHz	
TECNOLOGÍA:	ANALÓGICA	
ANCHO DE BANDA AUTORIZADO:	220 kHz	
POLARIZACIÓN:	HORIZONTAL	
NIVEL DE RECEPCIÓN	-42.92 dBm	
UMBRAL DE RECEPCIÓN:	-68 dBm	
TIPO DE ANTENAS:	TX: PARAREFELCTOR	RX: PARAREFELCTOR
GANANCIA DE ANTENAS:	TX: 14.85 dBd	RX: 14.85 dBd
ALTURA:	TX: 15 m.	RX: 20 m.
POTENCIA DE OPERACIÓN:	10 W	
PÉRDIDAS EN CABLES Y CONECTORES:	1.11 dB	
POTENCIA EFECTIVA RADIADA (P.E.R.) MÁXIMA DE OPERACIÓN:	236.59 W	

**ASPECTOS TÉCNICOS BÁSICOS:**

a) Normas Técnicas a utilizarse:

- Ley Orgánica de Telecomunicaciones, Ley Orgánica de Comunicación, sus Reglamentos Generales, y la Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica actualizada.

b) Valores de intensidad de campo eléctrico a protegerse:

Las emisiones de los transmisores y repetidores de estaciones de radiodifusión sonora FM, deben cumplir con los siguientes valores mínimos de intensidad de campo eléctrico:

FRECUENCIAS (MHz)	COBERTURA PRINCIPAL (dB $\mu$ V/m)	COBERTURA SECUNDARIA (dB $\mu$ V/m)
88-108	54	50

c) Las demás características técnicas de las emisiones se sujetarán a lo establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT y a las normas legales nacionales vigentes o que se expidieren.

IT-CTDE-2018-0289	Aprobado por: Julio Granda	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
Elaborado por: Vanessa Garay	Trámite: ARCOTEL-DEDA-2018-006337-E	Pág. 1 de 2
Revisado por: Vanessa Garay		

## INFORME TÉCNICO PARA LA AUTORIZACIÓN DE FRECUENCIAS DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA IT-CTDE-2018-0289

DATOS DE LA SOLICITUD			
CONCESIONARIO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN O SISTEMA	MEDIO DE COMUNICACIÓN SOCIAL	SERVICIO
Universidad Técnica de Cotopaxi	UTC RADIO	Público	Radiodifusión Sonora FM
			No. DE TRÁMITE
			ARCOTEL-DEDA-2018-006337-E
			FECHA DE INGRESO
			28/03/2018

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Con Resolución N° 04-03-ARCOTEL-2016 de 28 de marzo de 2016, se aprobó el "REGLAMENTO PARA OTORGAR TÍTULOS HABILITANTES PARA SERVICIOS DEL RÉGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO", en el cual se establecen los requisitos y procedimiento para AUTORIZACIONES de frecuencias.</li> <li>✓ Mediante Resolución N° ARCOTEL-2015-061 de 08 de mayo de 2015, se aprobó la actualización de la "Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica".</li> <li>✓ Mediante oficio No. R-E-125-2018, ingresado con Quipux N° ARCOTEL-DEDA-2018-006337-E el 28 de marzo de 2018, la Universidad Técnica de Cotopaxi, solicita la autorización de una frecuencia de radiodifusión sonora FM para la instalación y operación de una estación a denominarse "UTC RADIO", matriz de la ciudad de Latacunga, así como las frecuencias auxiliares de enlace correspondientes.</li> <li>✓ Con informe técnico de disponibilidad N° IT-CTDE-2018-0288 del 11 de abril de 2018, la CTDE informa que si existe disponibilidad de frecuencias principales y auxiliares, de acuerdo a la propuesta planteada para la estación a denominarse "UTC RADIO".</li> <li>✓ En aplicación de la Resolución N° 163-08-CONATEL-2005 de 07 de abril de 2005, mediante la cual se aprobó la "Norma de Instalación de Sistemas de Radiocomunicaciones dentro de Zonas de Protección de Ayudas a la Navegación Aérea", el grupo técnico manifiesta que la estación de radiodifusión sonora FM a denominarse "UTC RADIO", no requiere presentar el requisito establecido en el numeral 11) del artículo 80 del "Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico".</li> <li>✓ Una vez revisados los requisitos técnicos presentados por Universidad Técnica de Cotopaxi, se procede con la elaboración del presente informe técnico.</li> </ul>
<b>OBSERVACIONES:</b>	

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE FRECUENCIAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA FM		
ÁREA DE OPERACIÓN INDEPENDIENTE (Norma Técnica)	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE OPERACIÓN INDEPENDIENTE (Norma Técnica)	ÁREA DE OPERACIÓN SOLICITADA
FT001	Provincias de Cotopaxi y Tungurahua, excepto la parte occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi (cantones Pangua, La Maná, parroquia Pilatón (cantón Pujilí)).	Latacunga, Saquisilí, Pujilí, San Miguel (Cantón Salcedo), Pillaro (Cantón Santiago de Pillaro), Ambato, Tisaleo, Cevallos, Quero.
		Frecuencia 102.9 MHz disponible
		<b>OBSERVACIONES</b>



INFORMACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS: ESTACIONES DE TRANSMISIÓN																	
No.	FRECUENCIA (MHz)	TIPO DE ESTACIÓN	ÁREA DE OPERACIÓN INDEPENDIENTE	ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL (54 dBµV/m)	SISTEMA RADIANTE			ALTUR A DEL SISTEMA RADIANTE (m)	GANANCIA A EN AZ DE MAX. RAD. (dBd)	PÉRDIDAS (dB)	POTENCIA DE OPERACIÓN (Watts)	PERDIDAS (Watts)	UBICACIÓN DEL TRANSMISOR	FORMA DE RECEPCIÓN DE LA SEÑAL	SISTEMA RDS		
					TIPO DE ANTENA	Nº DE CONFIGURACION	IN.								CODIGO P/ ASIGNADO	FORMATO HEXADECIMAL	
1	102.9	Matriz	FT001	Latacunga, Saquisilí, Pujilí, San Miguel (Cantón Salcedo), Pillaro (Cantón Santiago de Pillaro), Ambato, Tisaleo, Cevallos, Quero, Pelileo (San Pedro de Pelileo), Mocha	Arreglo de 4 doble dipolos en V	4	155° 7.1	6°	25	7.1	1.35	2000	7517	Cerro Pilsurco	Enlace Radioeléctrico	1110 0110 0100 1111	E64F

INFORMACIÓN DE ENLACES AUXILIARES RADIOELÉCTRICOS													
No.	FRECUENCIA (MHz)	ANCHO DE BANDA (MHz)	TECNOLOGÍA	POLARIZACIÓN	TIPO DE ENLACE	DISTANCIA A (Km.)	TIPO DE ANTENA	GANANCIA DE ANTENAS Tx y Rx (dBd)	Potencia (Watts)	Pérdidas (dB)	P.E.R. (Watts)	SITIO DE TRANSMISIÓN	SITIO DE RECEPCIÓN
1	421.44	0.22	Análogica	Horizontal	Estudio principal-TX	26.55	Paraflefeld or	14.85	10	1.11	236.59	Estudio Latacunga	Cerro Pilsurco

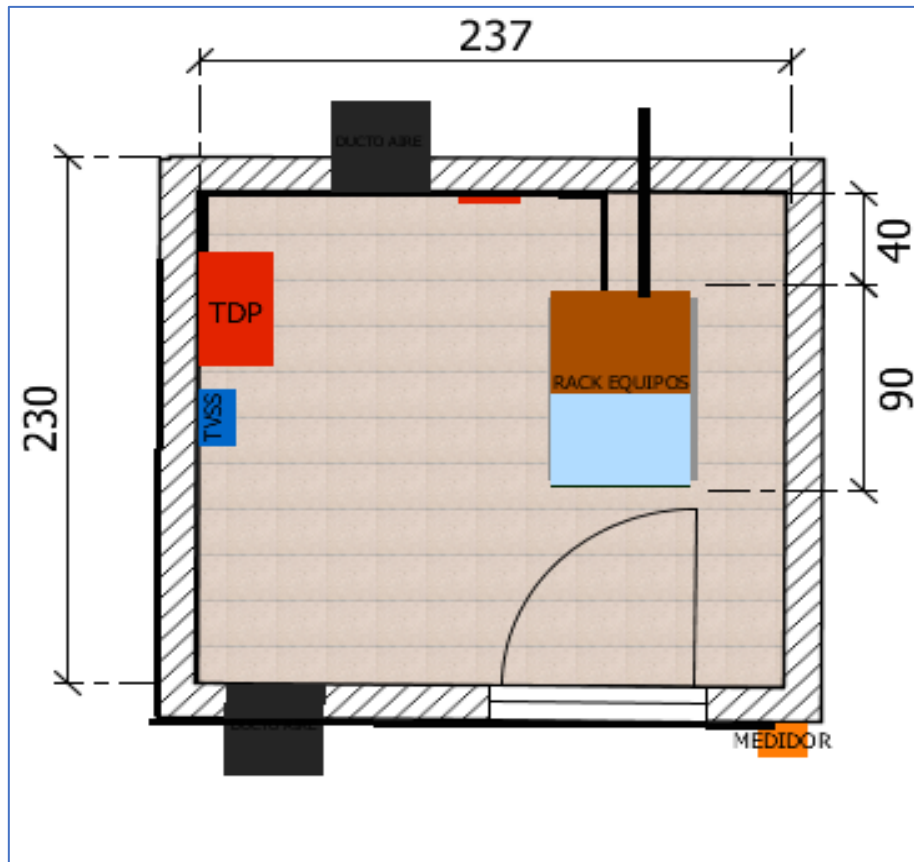
DATOS DE LAS UBICACIONES GEOGRÁFICAS						
SITIO	PROVINCIA	CANTÓN	Ciudad/Localidad, Dirección	LATITUD	LONGITUD	ALTURA s.n.m. (m.)
Estudio Latacunga	Cotopaxi	Latacunga	Av. Simón Rodríguez s/n, Barrio El Ejido - San Felipe, campus matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi	00°55'04.43" S	78°37'58.32" W	2791
Cerro Pilsurco	Tungurahua	Ambato	Cerro Pilsurco	01°09'16.59" S	78°39'54.34" W	4116

**CONCLUSIÓN:** 1.- Este informe es técnicamente factible ya que a la presente fecha existe disponibilidad de frecuencias, las características técnicas y las bandas de frecuencias requeridas cumplen con la Norma Técnica respectiva y con las disposiciones del Plan Nacional de Frecuencias.

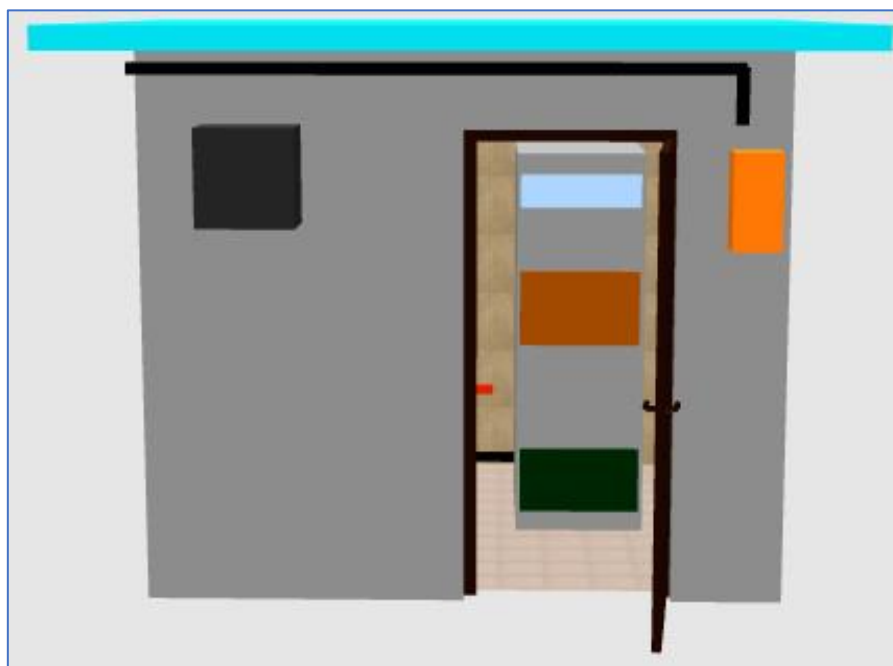
Ing. Julio Granda Trujillo  
  
 DIRECTOR TÉCNICO DE TÍTULOS HABILITANTES DEL ESPECTRO  
 RADIOELÉCTRICO

Fecha de realización: 11/04/2018

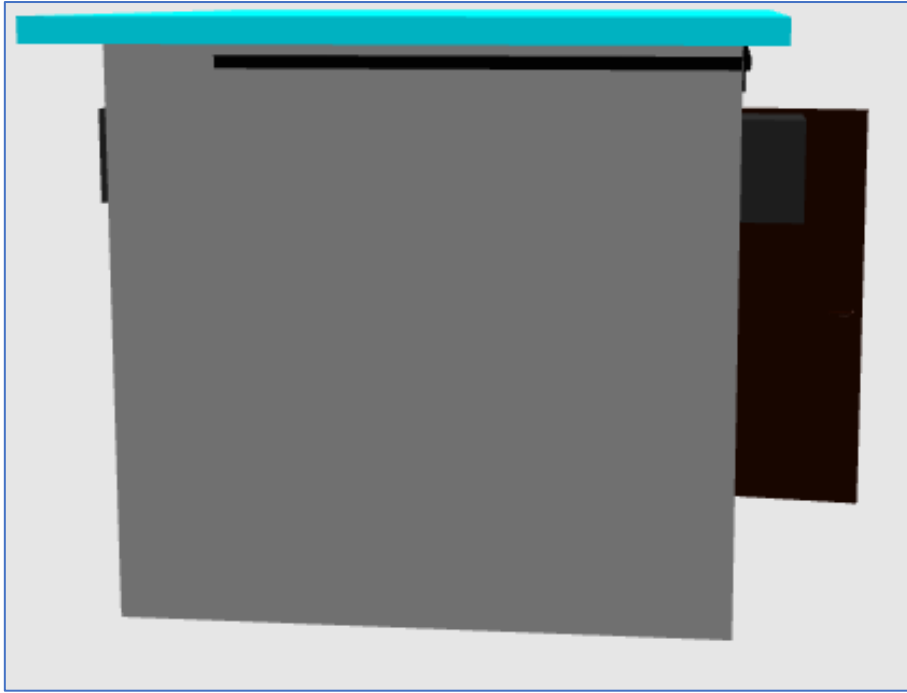
# PLANOS DE INFRAESTRUCTURA CERRO PILISURCO.



Plano arquitectónico.



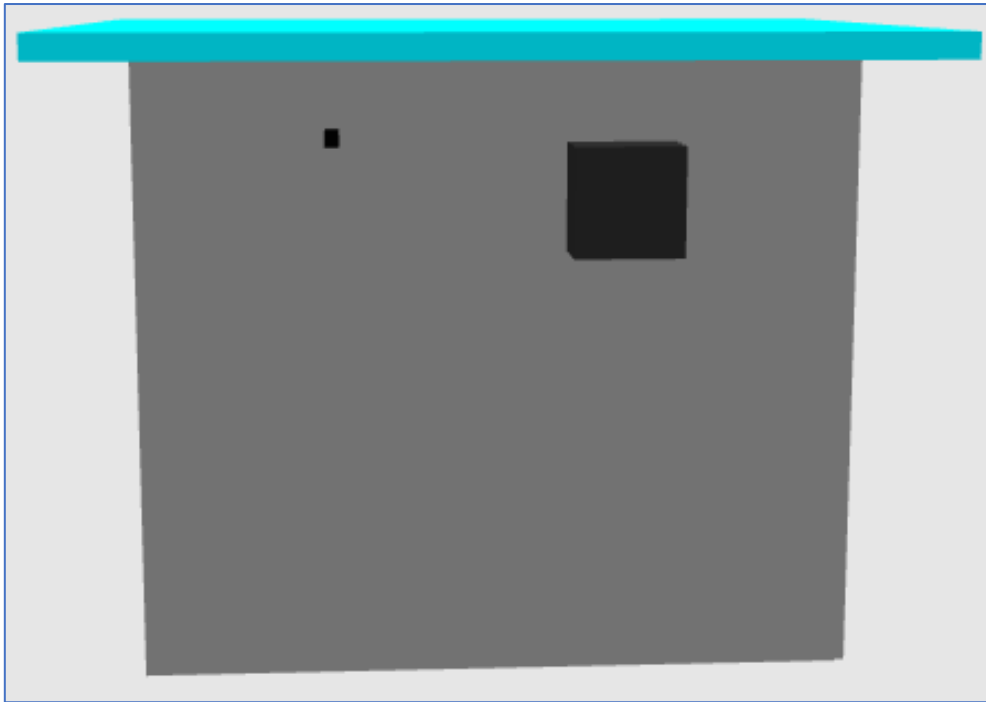
Vista Frontal



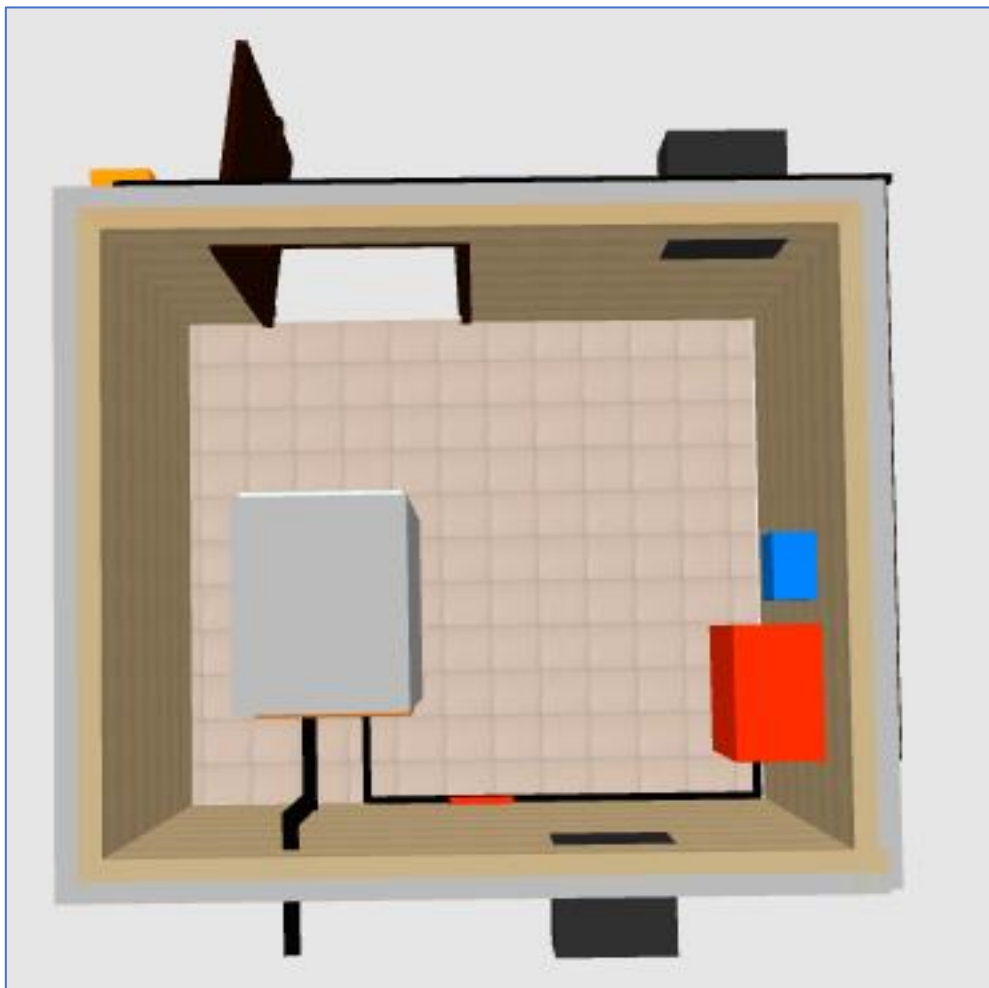
Vista lateral izquierda



Vista lateral derecha

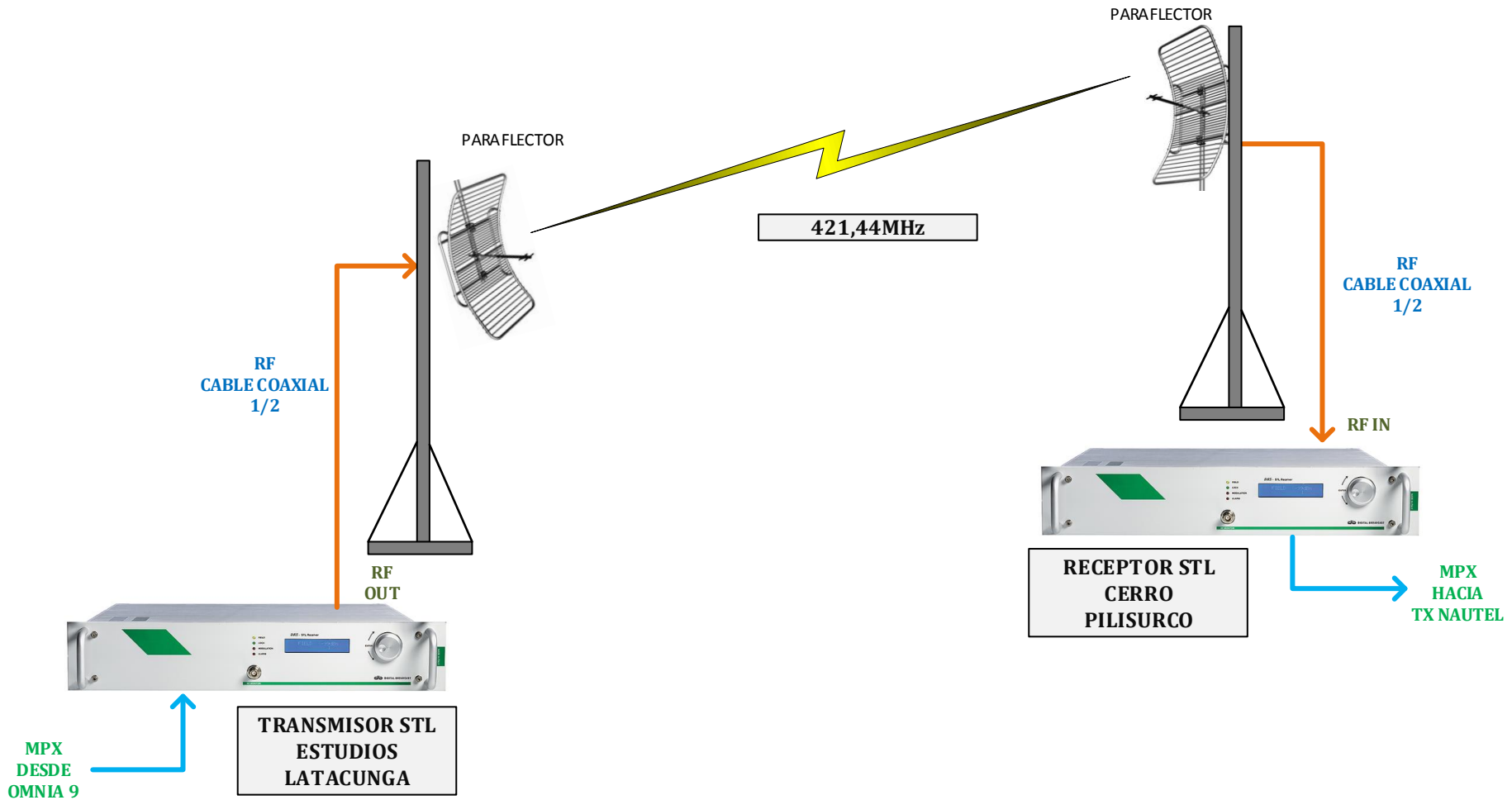


Vista posterior

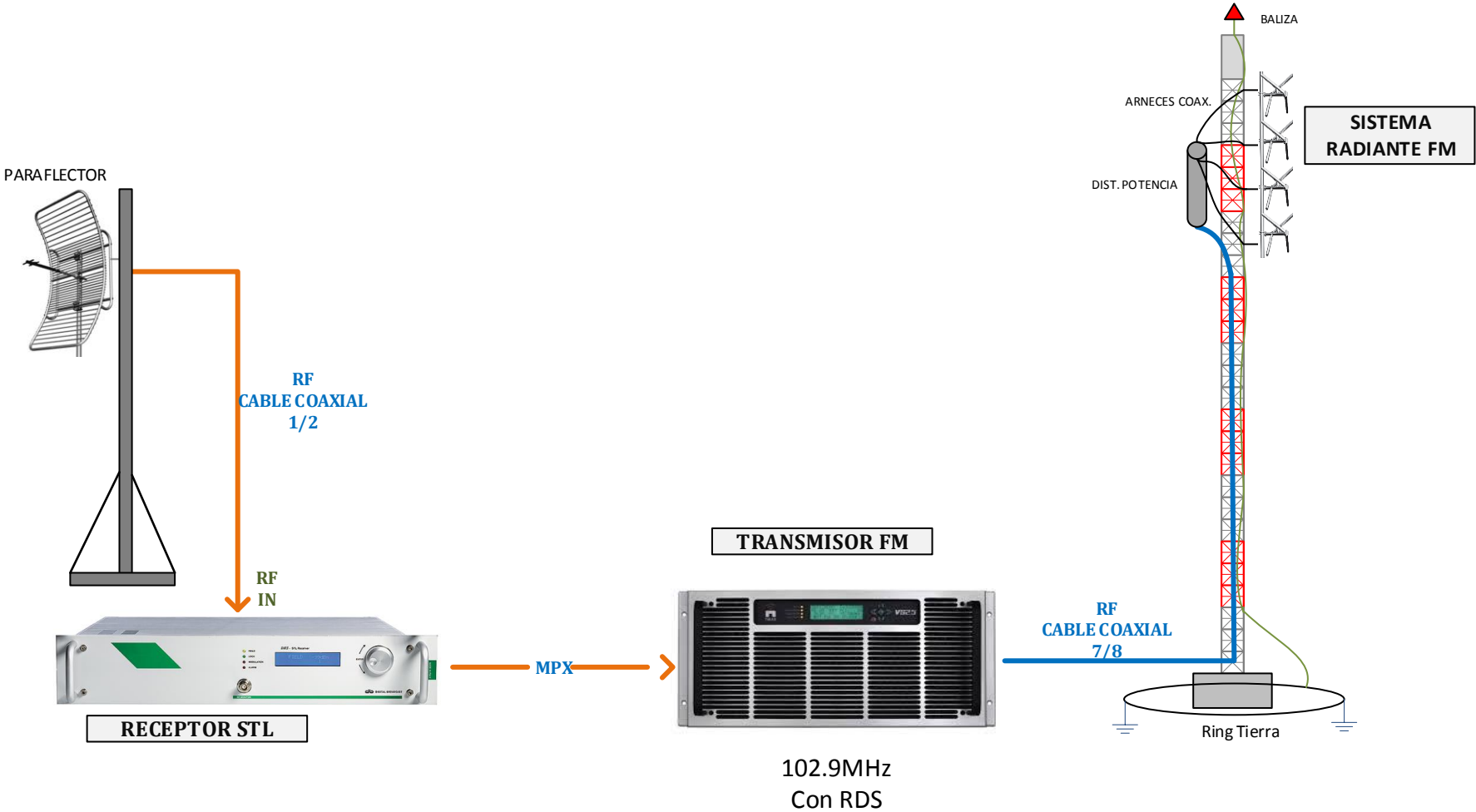


Vista superior

# ENLACE STL ESTUDIO - PILISURCO UTC RADIO



# SISTEMA DE TRANSMISIÓN UTC RADIO FM



# RACK DE EQUIPOS PILISURCO UTC RADIO



**RECEPTOR DE  
ENLACE STL**

**BANDEJA LISA**

**TRANSMISOR  
NAUTEL VS 2.5**

**REGULADOR DE  
VOLTAJE  
TSI POWER 10KVA**

# RACK DE EQUIPOS ESTUDIO TC RADIO



**TRANSMISOR DE  
ENLACE STL**

**SWITCH CISCO 24P**

**ORGANIZADOR DE  
CABLES**

**PROCESADOR DE  
AUDIO OMNIA 9**

**DISTRIBUIDOR DE  
AUDIO**

**SERVIDOR DE  
ALMACENAMIENTO**

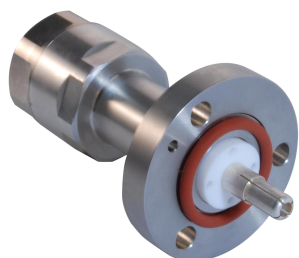
**BANDEJA LISA**

**UPS MARCA APC  
3KVA**



# AL5E78-PS

7/8 in EIA Positive Stop™ for 7/8 in AVA5-50 and AL5-50 cable



## Product Classification

<b>Brand</b>	HELIAX®   Positive Stop™
<b>Product Type</b>	Wireless and radiating connector

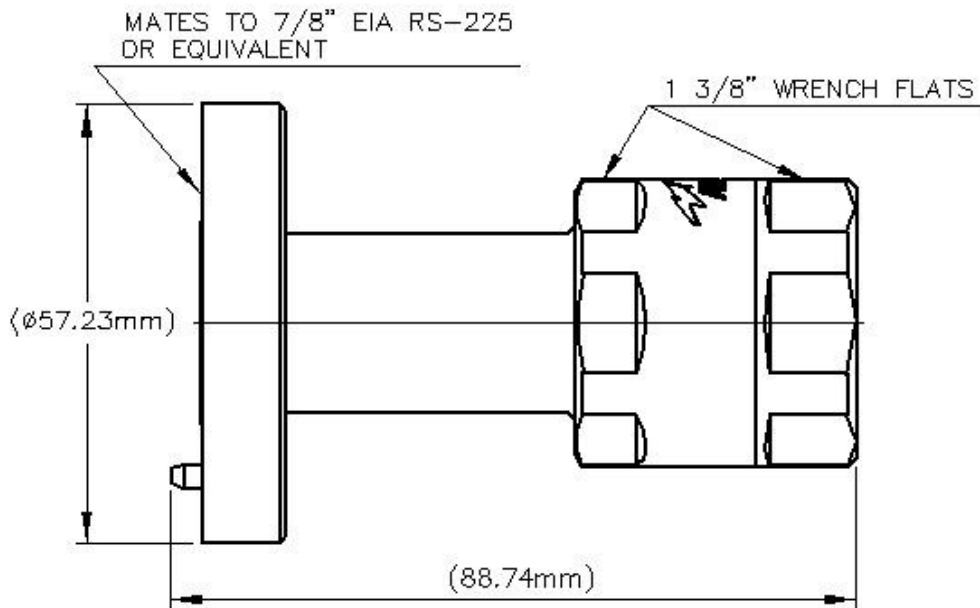
## General Specifications

<b>Interface</b>	7/8 in EIA Flange
<b>Body Style</b>	Straight
<b>Mounting Angle</b>	Straight

## Electrical Specifications

<b>Connector Impedance</b>	50 ohm
<b>Operating Frequency Band</b>	0 – 5000 MHz
<b>Cable Impedance</b>	50 ohm
<b>3rd Order IMD, typical</b>	-116 dBm @ 910 MHz
<b>3rd Order IMD, typical (temporary)</b>	-116 dBm @ 910 MHz
<b>3rd Order IMD Test Method</b>	Two +43 dBm carriers
<b>RF Operating Voltage, maximum (vrms)</b>	2120.00 V
<b>dc Test Voltage</b>	6000 V
<b>Outer Contact Resistance, maximum</b>	1.50 mOhm
<b>Inner Contact Resistance, maximum</b>	1.50 mOhm
<b>Insulation Resistance, minimum</b>	5000 MOhm
<b>Average Power</b>	2.3 kW @ 900 MHz
<b>Peak Power, maximum</b>	90.00 kW
<b>Insertion Loss, typical</b>	0.05 dB
<b>Shielding Effectiveness</b>	-130 dB

## Outline Drawing



## Mechanical Specifications

<b>Outer Contact Attachment Method</b>	Ring-flare
<b>Inner Contact Attachment Method</b>	Captivated
<b>Outer Contact Plating</b>	Trimetal
<b>Inner Contact Plating</b>	Silver
<b>Attachment Durability</b>	25 cycles
<b>Interface Durability</b>	50 cycles
<b>Connector Retention Tensile Force</b>	1335 N   300 lbf
<b>Connector Retention Torque</b>	8.10 N-m   71.69 in lb
<b>Insertion Force</b>	66.72 N   15.00 lbf
<b>Insertion Force Method</b>	IEC 61169-1:15.2.4
<b>Pressurizable</b>	No
<b>Coupling Nut Proof Torque</b>	24.86 N-m   220.00 in lb

## Dimensions

<b>Nominal Size</b>	7/8 in
<b>Diameter</b>	57.23 mm   2.25 in
<b>Length</b>	88.74 mm   3.49 in
<b>Weight</b>	340.21 g   0.75 lb

## Environmental Specifications

<b>Operating Temperature</b>	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
<b>Storage Temperature</b>	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
<b>Immersion Depth</b>	1 m
<b>Immersion Test Mating</b>	Unmated
<b>Immersion Test Method</b>	IEC 60529:2001, IP68
<b>Water Jetting Test Mating</b>	Unmated
<b>Water Jetting Test Method</b>	IEC 60529:2001, IP66
<b>Moisture Resistance Test Method</b>	MIL-STD-202F, Method 106F
<b>Mechanical Shock Test Method</b>	MIL-STD-202, Method 213, Test Condition I
<b>Thermal Shock Test Method</b>	MIL-STD-202F, Method 107G, Test Condition A-1, Low Temperature -55 °C
<b>Vibration Test Method</b>	MIL-STD-202F, Method 204D, Test Condition B
<b>Corrosion Test Method</b>	MIL-STD-1344A, Method 1001.1, Test Condition A

## Standard Conditions

<b>Attenuation, Ambient Temperature</b>	20 °C   68 °F
<b>Average Power, Ambient Temperature</b>	40 °C   104 °F

## Return Loss/VSWR

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
50–1000 MHz	1.04	35.00
1700–2200 MHz	1.04	35.00
2400–2700 MHz	1.07	30.00
3400–3600 MHz	1.12	25.00

## Regulatory Compliance/Certifications

Agency	Classification
RoHS 2011/65/EU	Compliant by Exemption
ISO 9001:2015	Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system
China RoHS SJ/T 11364-2014	Above Maximum Concentration Value (MCV)



## \* Footnotes

<b>Immersion Depth</b>	Immersion at specified depth for 24 hours
<b>Insertion Loss, typical</b>	$0.05\sqrt{\text{freq (GHz)}}$ (not applicable for elliptical waveguide)

# AVA5-50

---



AVA5-50, HELIAX® Andrew Virtual Air™ Coaxial Cable, corrugated copper, 7/8 in, black PE jacket (Halogen free jacketing non-fire-retardant)

## Product Classification

<b>Brand</b>	HELIAX®
<b>Product Series</b>	AVA5-50
<b>Product Type</b>	Coaxial wireless cable

## Standards And Qualifications

<b>EN50575 CPR Cable EuroClass</b>	Fca
------------------------------------	-----

## Construction Materials

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

## Dimensions

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

## Electrical Specifications

<b>Cable Impedance</b>	50 ohm ±1 ohm
<b>Capacitance</b>	22.0 pF/ft   73.0 pF/m
<b>dc Resistance, Inner Conductor</b>	0.410 ohms/kft   1.435 ohms/km
<b>dc Resistance, Outer Conductor</b>	0.340 ohms/kft   1.116 ohms/km
<b>dc Test Voltage</b>	6000 V
<b>Inductance</b>	0.184 µH/m   0.056 µH/ft
<b>Insulation Resistance</b>	100000 Mohms•km

# AVA5-50

---

<b>Jacket Spark Test Voltage (rms)</b>	8000 V
<b>Operating Frequency Band</b>	1 – 5000 MHz
<b>Peak Power</b>	91.0 kW
<b>Velocity</b>	91%

## Environmental Specifications

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

## General Specifications

<b>Ordering Note</b>	CommScope® standard product (Global)
<b>Specification Sheet Revision Level</b>	B

## Mechanical Specifications

<b>Bending Moment</b>	19.0 N-m   14.0 ft lb
<b>Flat Plate Crush Strength</b>	75.0 lb/in
<b>Minimum Bend Radius, Multiple Bends</b>	254.00 mm   10.00 in
<b>Minimum Bend Radius, Single Bend</b>	127.00 mm   5.00 in
<b>Number of Bends, minimum</b>	15
<b>Number of Bends, typical</b>	30
<b>Tensile Strength</b>	159 kg   350 lb

## Note

<b>Performance Note</b>	Values typical, unless otherwise stated
-------------------------	---

## Standard Conditions

<b>Attenuation, Ambient Temperature</b>	20 °C   68 °F
<b>Average Power, Ambient Temperature</b>	40 °C   104 °F
<b>Average Power, Inner Conductor Temperature</b>	100 °C   212 °F

## Return Loss/VSWR

<b>Frequency Band</b>	<b>VSWR</b>	<b>Return Loss (dB)</b>
680–800 MHz	1.13	24.30
800–960 MHz	1.13	24.30
1700–2200 MHz	1.13	24.30

## Attenuation

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 m)	Attenuation (dB/100 ft)	Average Power (kW)
0.5	0.08	0.024	91.00
1	0.113	0.034	74.43
1.5	0.138	0.042	60.73
2	0.16	0.049	52.56
10	0.359	0.11	23.37
20	0.51	0.156	16.46
30	0.627	0.191	13.39
50	0.814	0.248	10.32
85	1.068	0.326	7.86
88	1.088	0.332	7.72
100	1.162	0.354	7.23
108	1.209	0.368	6.95
150	1.433	0.437	5.86
174	1.548	0.472	5.43
200	1.665	0.507	5.05
204	1.682	0.513	4.99
300	2.059	0.628	4.08
400	2.398	0.731	3.50
450	2.553	0.778	3.29
460	2.583	0.787	3.25
460	2.583	0.787	3.25
500	2.7	0.823	3.11
512	2.735	0.834	3.07
600	2.977	0.907	2.82
700	3.235	0.986	2.60
800	3.478	1.06	2.42
824	3.534	1.077	2.38
894	3.694	1.126	2.27
960	3.841	1.171	2.19
1000	3.927	1.197	2.14
1218	4.377	1.334	1.92
1250	4.44	1.353	1.89
1500	4.912	1.497	1.71
1700	5.268	1.606	1.59
1794	5.429	1.655	1.55
1800	5.439	1.658	1.54
2000	5.771	1.759	1.46
2100	5.933	1.808	1.42
2200	6.091	1.856	1.38
2300	6.247	1.904	1.34
2500	6.551	1.996	1.28
2700	6.845	2.086	1.23
3000	7.273	2.217	1.15
3400	7.819	2.383	1.07
3700	8.213	2.503	1.02

# AVA5-50

---

3800	8.342	2.543	1.01
4000	8.596	2.62	0.98
5000	9.807	2.989	0.86

\* Values typical, guaranteed within 5%

## Regulatory Compliance/Certifications

Agency	Classification
ISO 9001:2015	Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system
CENELEC	EN 50575 compliant, Declaration of Performance (DoP) available

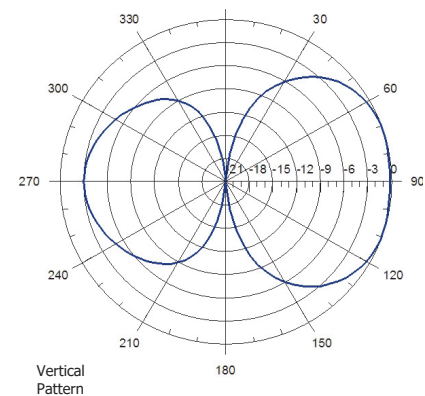
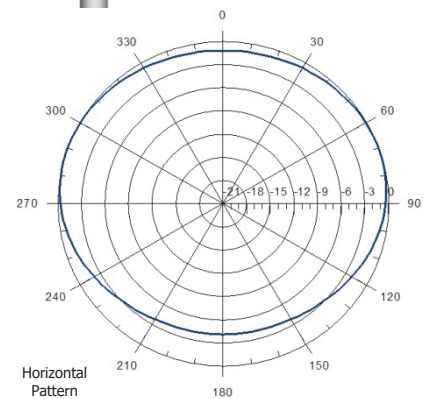


**Band II "V" dipoles circular polarization antenna system • Side-mounted installation**
**Electrical Specifications**

Frequency range	87.5-108 MHz		
Peak gain	-0.1 dB (ref. $\lambda/2$ dipole, free space) 1.1 dB (ref. $\lambda/2$ dipole, with pole)		
3 dB beam width	Horizontal: 268°	Vertical: 97°	
Polarization	Circular		
Impedance	50 Ohm		
VSWR	$\leq 1.4:1$		
Maximum power handling	2.5 kW	5 kW	7 kW
Connector type	DIN 7/16	EIA 7/8"	DIN 13/30
Pressurization	Non pressurized	Gas barrier on input connector	
	Fully pressurized as an option		


**Mechanical & Environmental Specifications**

Materials	Structure Feed point radome	Hot dip galvanized steel PVC
Dimensions (W x D x H)	1191 x 1528 x 1191 mm	
Maximum wind speed	200 km/h	
Wind load	305 N (@160 km/h)	
Weight	20 kg	
Clamp type	To $\varnothing 80 - 115$ mm pipe	
Vertical spacing	0.75 $\lambda - 0.9 \lambda$ typical	
Grounding	DC grounded	
Temperature range	-40°C to +80°C	
Humidity	100%	


**Antenna System Characteristics**

Number of Bays	Number ant. per bay	Peak gain (dBd)	Weight (kg)	Wind load (@160 km/h)	System height (mm)
1	1	1.1	20	0.3 kN	1191
2	1	4.1	40	0.6 kN	3800
4	1	7.1	80	1.2 kN	9017
6	1	8.9	120	1.8 kN	14234
8	1	10.1	160	2.4 kN	19452
10	1	11.1	200	3.0 kN	24669
12	1	11.9	240	3.6 kN	29886

**NOTES:**

- Radiation patterns and gain values at the table are including the effect of supporting pole
- Null fill, beam tilt, harness & feeder losses NOT INCLUDED
- Wind load & weight figures without considering cables, splitters & hardware

**Optional accessories**

Tuned to 10 MHz bandwidth with VSWR 1.2:1  
Stainless steel construction



# PROYECTO FM

Universidad Técnica de Cotopaxi

“ADQUISICIÓN DE EQUIPOS, INSTALACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA RADIO UNIVERSITARIA “UTC RADIO”, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FM 102.9”

COTBS-UTC-001-2018

# INTRODUCCIÓN

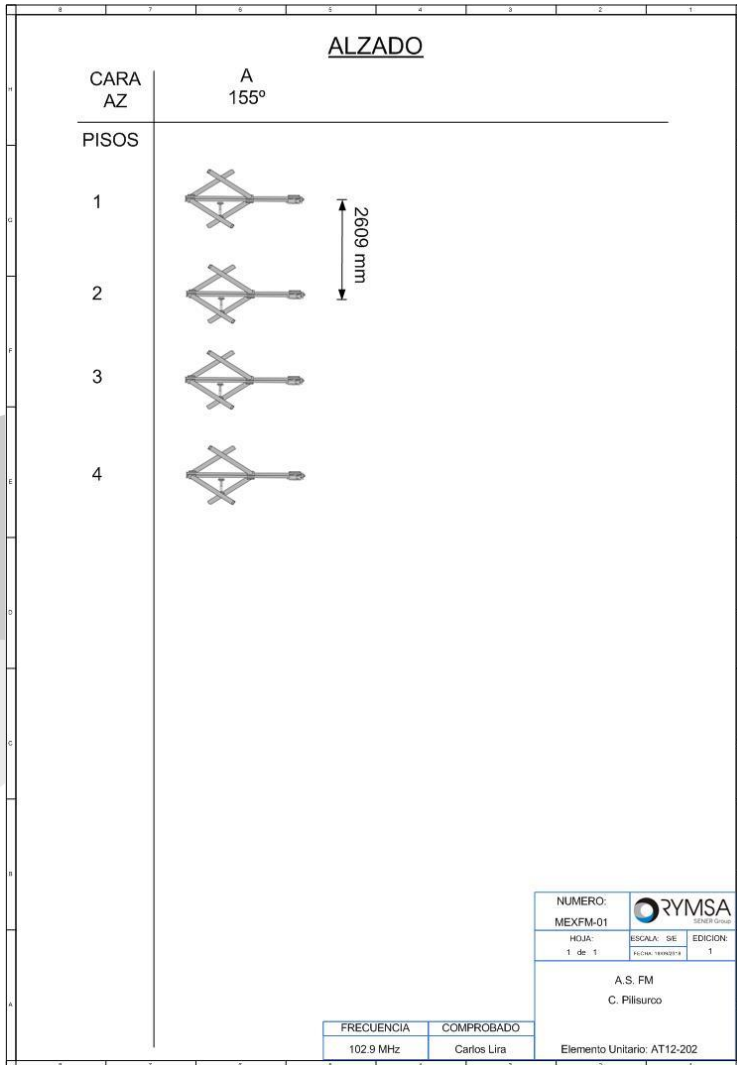
Para este proyecto se incluye:

- Esquema frontal del sistema radiante propuesto (Alzado)
- Resumen eléctrico y mecánico del sistema radiante
- Diagrama de radiación horizontal
- Diagrama de radiación vertical
- Mapa de la zona bajo estudio
- Visibilidad desde el sistema radiante
- Cobertura teórica estimada

# DATOS

- Arreglo 4D(155°) AT12-202
- Coordenadas: 01°09'16.59"S, 78°39'54.34"O (Cerro Pilisurco)
- ASNM:4116
- Frecuencia 102.9 MHz
- Altura del C.E. 30mts
- Potencia de Tx: 2kW
- Tilt -6°, Null Fill 10%
- Ganancia máxima: >7 dBd
- Pol: Circular

# PILISURCO



## Características eléctricas

Banda de operación	87.5 - 108 MHz
Frecuencia de diseño	102.9 MHz
Impedancia	50 ohmios
Polarización	Circular
Antena unitaria	AT12-202
Número de antenas	4
Orientación de las antenas	155°
Antenas por azimut	4
Diagrama de radiación horizontal	Omni
Inclinación del haz (Tilt)	-6°
Relleno de nulos	10%
Ganancia máxima Pol Circ. (50/50)	7.67 dBd
Pérdidas de inserción	1.5 dB
Ganancia neta Pol H	3.17 dBd
PER Neta (TPO 5KW)	10.37 KW
Conector de entrada	EIA 1 5/8"

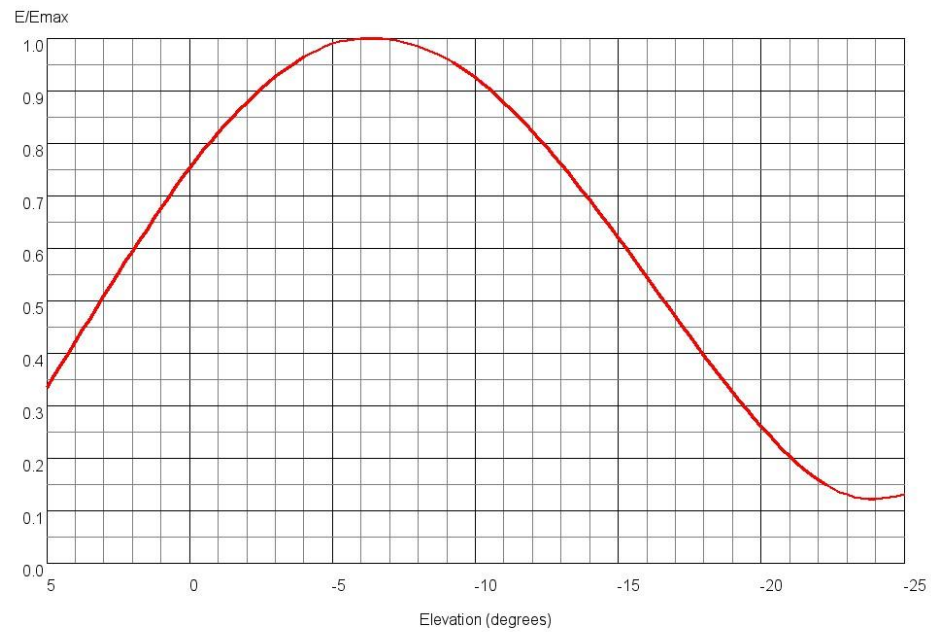
## Características mecánicas

Dimensiones elemento unitario (W x D x H)	1191 x 1528 x 1191 mm
Altura del sistema radiante	9017 mm
Peso del sistema radiante (sólo antenas)	80 kg
Carga al viento (160 km/h)	1.2 kN
Rango de temperaturas	-40°C to +80°C
Máx. Velocidad del viento	200 km/h

# PILISURCO

## A.S. PilisurcoFM

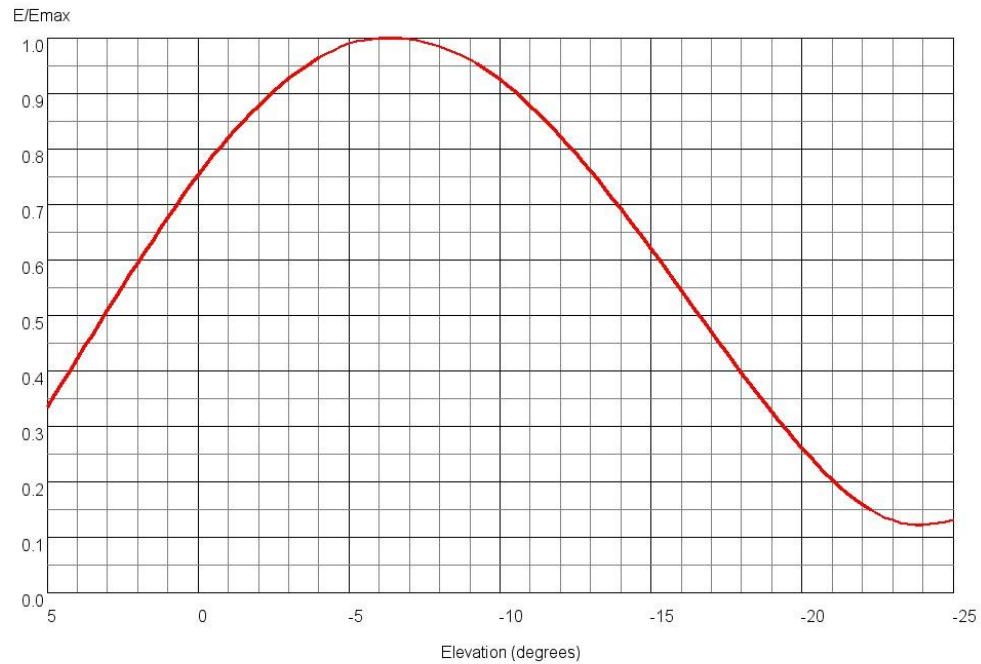
4P(155°)  
Freq. 102.9 MHz  
Max.Gain 5.35 dBd  
Elev -6°



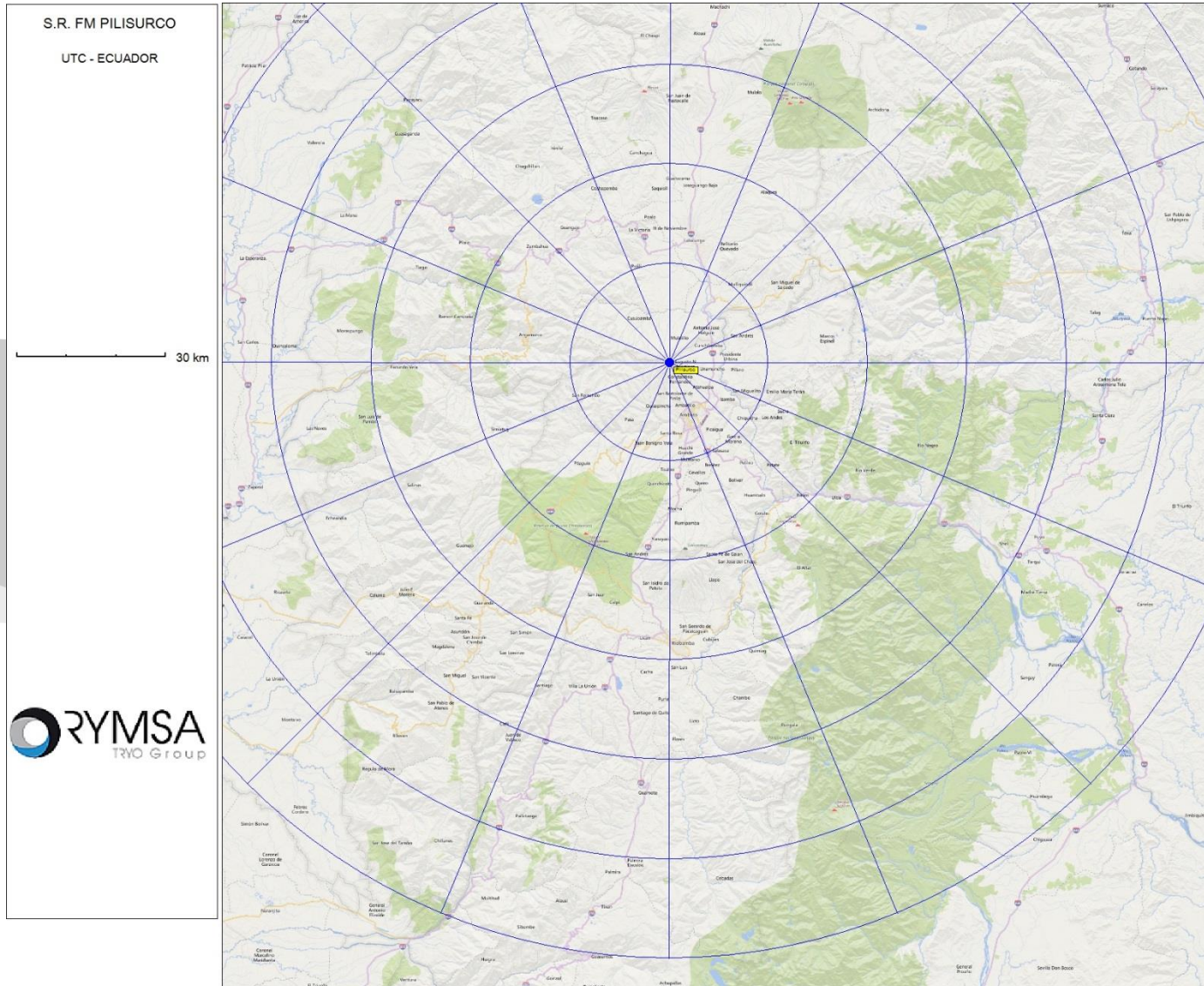
# PILISURCO

## A.S. PilisurcoFM

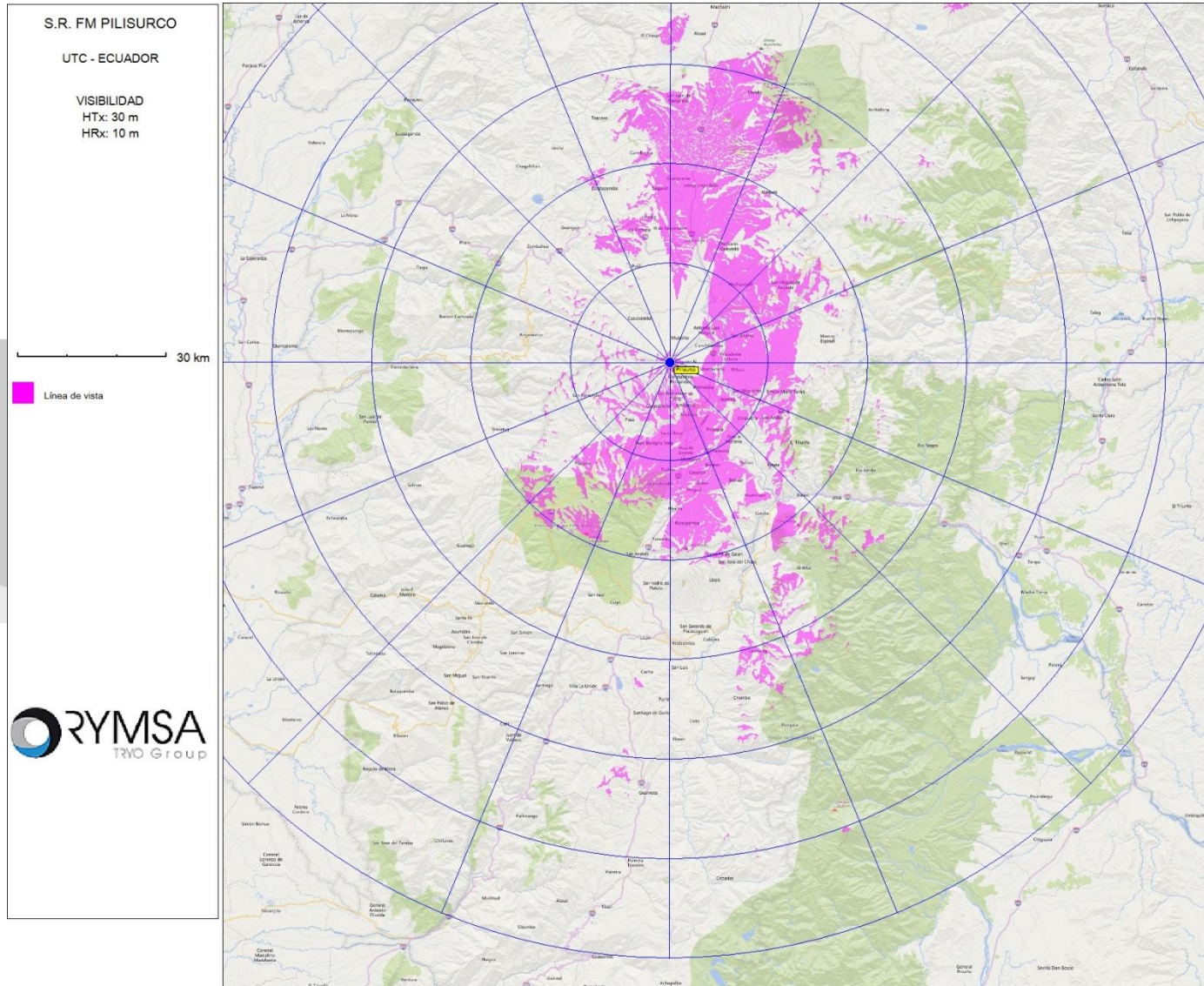
4P(155°)  
Freq. 102.9 MHz  
Max.Gain 5.35 dBd  
Elev -6°



# PILISURCO

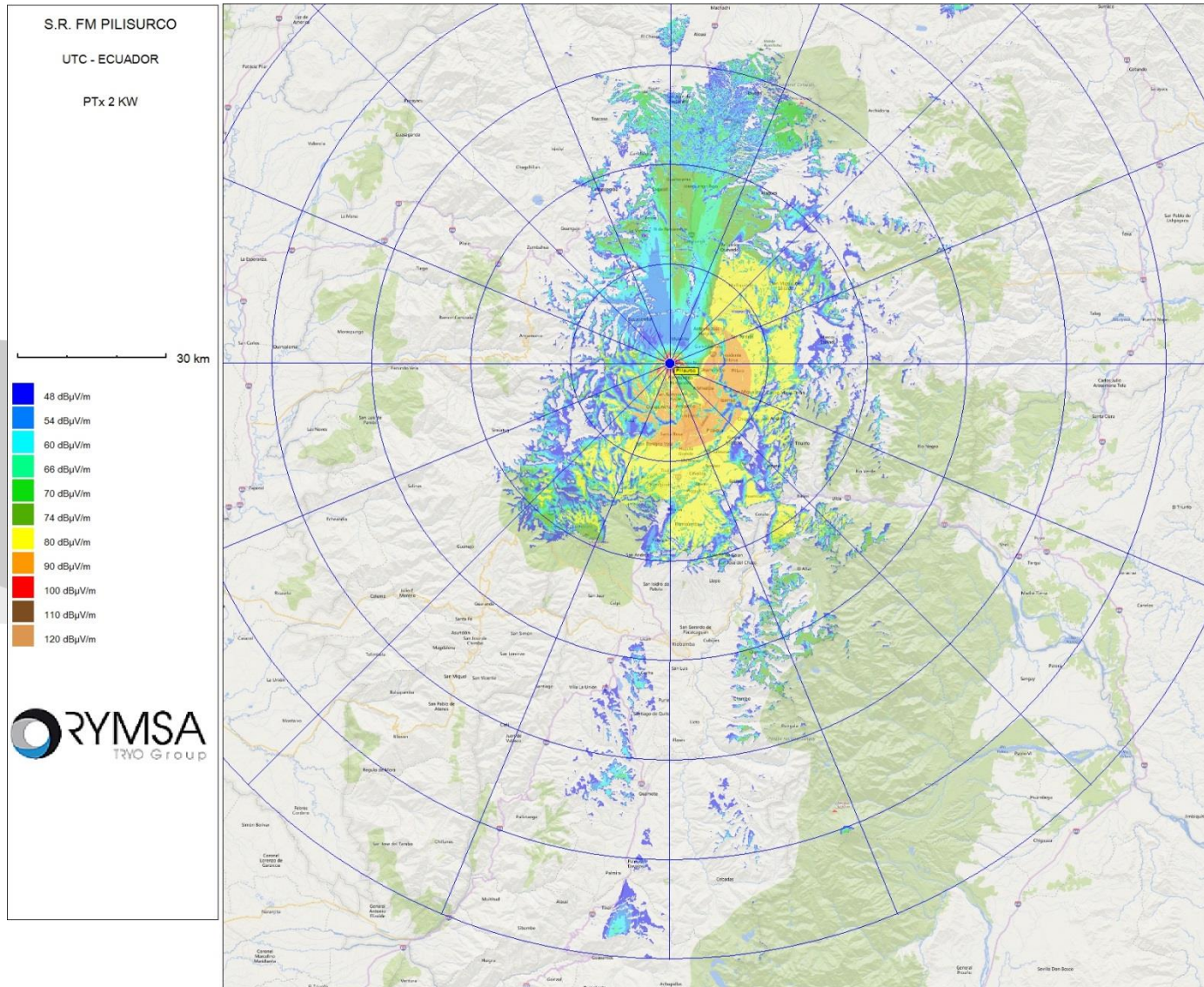


# PILISURCO





# PILISURCO



# Distribuidor Autorizado

Por la presente confirmamos que nuestro distribuidor autorizado para participar en el proceso de contratación: COTBS-UTC-001-2018 es la compañía: ADVICOM CIA. LTDA.

Y para que conste, firmamos la presente el 18 de Septiembre de 2018,



Ing. Carlos Lira

Gerente Comercial Latinoamérica

[carlos.lira@rymsa.com](mailto:carlos.lira@rymsa.com)

Tlf: +52 1 55 1867 2853



RYMSA  
SENER Group  
RYMSA RF, S.L.  
C/BOCA DE CAMPO REAL Km. 2,100  
28500 ARGANDA DEL REY (MADRID)



# La Familia VS

## FM Análogo



300 W- 2.5, W FM Transmisores  
con Excitador Digital Integrado



# APLICACIONES DE VANGUARDIA

## Familia VS Como Excitador

Las características del VS300 las conexiones Entrada/Salidas lo hacen compatible con cualquier transmisor de estado sólido o de tubos. Con la salida de 300+ Vatios puede también reemplazar la sección IPA de muchos transmisores viejos para aumentar confiabilidad y desempeño. Llène de vida nueva a su transmisor de tubos con el más avanzado y confiable transmisor de baja potencia FM e inmediatamente ganarse todas las prestaciones de la familia de transmisores VS. Nuevas capacidades, mejor audio, aumento de confiabilidad y una gama de entradas de audio y respaldo de fuente de audio hace al VS un eemplazo económico para su excitador y así mejorando su transmisor principal o de reserva.

## Redes de Frecuencia Única

La Familia VS es ideal para usarla en redes de Frecuencia Única. Si está buscando expandir su área de cobertura, crear un largo hilo de cobertura (sobre una autopista), o rellenar sombras en su cobertura debido a impedimentos geográficos, la Familia VS es el transmisor para hacer ese trabajo. La funcionalidad en redes de frecuencia única están presentes en los transmisores VS; la capacidad de control remoto combinada con la sincronización GPS y los ajustes de retardos de tiempo en incrementos de milisegundos, ayuda a simplificar la compleja tarea de montar una red de frecuencia única.

## **N+1** Efectivo Respaldo Automático al Transmisor

Para plantas de transmisión con múltiples transmisores en un solo sitio, la capacidad N+1 provee un nivel alto de redundancia que es automático y económico. Las configuraciones N+1 pueden tener arreglos de hasta 6 transmisores principales más el de respaldo.



**MAS  
DIGITAL**

**ORBAN  
INSIDE**

### MIGRACION FACIL A LA RADIO DIGITAL

Programación cristalina, cuatro canales en una sola frecuencia, etiquetado de canciones y entregas de Datos Asociados a la Programación. Estas nuevas prestaciones están disponibles en la radio digital. Cuando usted está listo para implementar transmisión digital su Transmisor VS estará listo también para la norma HD Radio. La unidad opcional VS HD y las soluciones digitales integradas de Nautel facilita un paso fácil y económico a la radio digital.

### TARJETA OPCIONAL PARA PROCESADOR DE AUDIO ORBAN

El procesamiento premier de Orban puede ser integrado directamente a un transmisor VS vía la tarjeta Nautel Orban Inside, por solo \$1.200, ofrece prestaciones del procesador digital Optimod 5500 de 5 bandas y un AGC doble banda. Utilizando el Nautel AUI, los usuarios controlan todas las funciones de procesamiento de audio.



# PUSHRADIO

## RESERVA DE AUDIO AUTOMATICA

## PUSH RADIO

### CONMUTACION AUTOMATICA "A PRUEBA DE FALLA" EN LA FUENTE DE AUDIO

Los transmisores VS aceptan una gran variedad de entradas IP, digital y análogas permitiendo escoger cambios automáticos en caso de que una entrada de audio se interrumpa. Como ultimo nivel de reserva, un listado de programación puede configurarse en el dispositivo USB conectado al transmisor.

### NUEVAS OPCIONES DE AUTOMATIZACION LOCAL O DISTRIBUIDA

PushRadio se apoya en la capacidad de almacenamiento de audio en los transmisores Nautel VS. De cualquier parte en el mundo, usted puede organizar una automatización básica, enviar contenido nuevo, así como documentos de audio y enviar listas de programación actualizadas al transmisor, y así ser reproducidas como contenido actualizado.

Emisoras pequeñas pueden ser más flexibles en su programación y las cadenas de radio pueden reducir dramáticamente costos de distribución, mejorar la confiabilidad y facilitar contenido local.



# MAS CONTROL

## PREMIADA INTERFACE AVANZADA DE USUARIO (AUI de las siglas en ingles)

Además de la pantalla LCD que ofrece rápido control de funciones claves, el transmisor VS tiene acceso a la Interface Avanzada de Usuario. Una gran gama de parámetros está disponible en tiempo real. Imagínesse, en caso de avería, saber con anterioridad los repuestos que necesitara llevar a la planta transmisora. Con este amplio control remoto le evitara viajes, ahorra tiempo y dinero. Las características del control avanzado incluyen:

- Analizador de espectro RF y Audio
- Extenso Monitoreo y control
- Amplio registro de las alarmas y eventos.
- Notificaciones por email
- Compatible con SNMP

## INSTRUMENTACION EN TIEMPO REAL INCLUIDA

Los transmisores VS tiene instrumentación incluida que le costaría miles de dólares si se adquieren separadamente



  
**Livewire**



## MAS AUDIO IP

## ENTRADA DE STREAMING

### PRIMERO EN LA INDUSTRIA IP AUDIO COMPATIBLE CON AXIA LIVEWIRE

El transporte de audio IP se está convirtiendo en el patrón de la industria para conectar equipo de estudio. Nautel fue el primer fabricante en ofrecer entradas de audio IP además de las entradas AES, tradicional mono y compuesta. Los transmisores NVLT y VS son los primeros en ser compatibles con el protocolo Axia Livewire. Ahora los radiodifusores pueden conectar las redes Livewire directamente al transmisor Nautel para alcanzar transmisiones toda de paso digital de estudio planta sin conexiones intermedias o conversiones D/A.

### NUEVAS FUNCIONES DE ENTRADAS

Entradas de streaming SHOUTCAS y IceCast ofrecen más opciones de fuentes de audio. Considere que más de 40.000 emisoras en el mundo envían su audio a la internet usando SHOUTcast e IceCast. Ahora la Familia VS le da flexibilidad al ser compatible con estos formatos. La compatibilidad de streaming abre nuevas posibilidades para los radiodifusores incluyendo la opción de permanecer en el Aire transmitir el stream de SHOUTcast en caso de falla del STL.



# Nautel PhoneHome

## Generador RDS

Poderosas  
posiciones de memoria

## INSTRUMENTACION

Lista de Programación

## MONITOR DE MODULACION

CODIFICADOR SCA

Espectro de Audio  
Analizador

## MONITOREO PROACTIVO DE SU TRANSMISOR

## MAS PRESTACIONES

### LA HERAMIENTA GALARDONADA LE PERMITE MANTENER SU TRANSMISOR

Phone Home es un sistema desarrollado por Nautel que utiliza la amplia cantidad de información recogida por el transmisor Nautel que proactivamente envía a la nube vía internet, cuando el usuario activa Phone Home en su transmisor. Estos datos incluyen registros, alarmas y lecturas que son almacenadas en una base de datos. Cuando estos datos son usado por el personal de Nautel para diagnostico acorta el tiempo de reparación y le ayuda a estar al Aire rápidamente.

### MAS PRESTACIONES LE DAN MAS OPCIONES

Los transmisores VS son diferentes. Tienen muchas más prestaciones que omitimos mencionar en este catálogo. Por favor, contacte a su representante para mayor información sobre las características subrayadas arriba.



info@nautel.com | www.nautel.com

+1.902.823.5131

## Haciendo que la Radio Digital Funcione

Nautel sea convertido en uno de los fabricantes de transmisores para la radiodifusión más grande del mundo con más de 14.000 instalados en 177 países.



RESUMEN DE ESPECIFICACIONES		VS300	VS1	VS2.5
Potencia Análoga Solo FM	Potencia Máxima	330W	1400W	2800W
	Eficiencia Típica	62%	59%	66%
Potencia Análoga - 14dB Híbrido	Potencia Máxima*	180 W	730 W	1795 W
	Eficiencia Típica	38%	42%	55%
Potencia Análoga -10dB Híbrido	Potencia Máxima*	120 W	525 W	1270 W
	Eficiencia Típica	30%	37%	50%
Entrada AC	180 V ac to 264 V ac, 1 phase, 50/60 Hz			
Unidades de Rack	2 RU	3 RU	5 RU	
Altura (pul/cm)	3.5 (7.7)	5.25 (13.3)	8.75 (17.8)	
Ancho (pul/cm)	19 (48.3)			
Fondo (pul/cm)	23.8 (60.5)	25.5 (64.8)		
Peso (kg/lbs)	9.1 (20)	18.1 (40)	30.8 (68)	

\*Potencia típica medida a la mitad de la banda en modo MP1 mejor que 1.2 VSWR. En cumplimiento con las normas de NRSC. La potencia de salida varía con el nivel de inyección, frecuencia, VSWR, modo de operación MP, bandas laterales simétrica o asimétricas. Las cantidades mostradas no incluye HD Power Boost que contribuye con un 25% adicional de potencia en modo híbrido y hasta un 5% de incremento en eficiencia. Las eficiencias mostradas son nominales. Por favor, contacte a su representante de Nautel para discutir sus necesidades de potencia HD.



# VS Series Transmitter Proof of Performance

## SN: 10005097

OS Password: NHMHwWa5S8FN

Serial Number:  
Test Date:  
Result:  
Software:

10005097  
Oct 18, 2018(11:33 AM); Test Id:13643  
PASS  
VS SW 4.2.6

### General Tests:

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
S1 AC Power Switch	PASS	1	BOOL	1	1
PS (-15.0 Vdc )	PASS	-15.435	V	-13.0	-17.0
PS (+5.5 Vdc), RF=OFF	PASS	0.42	V	7.0	0.0
PS (+5.0 Vdc)	PASS	4.986	V	5.5	4.5
PS (+48.0 Vdc)	PASS	48.433	V	50.0	46.0
PS (+15.0 Vdc)	PASS	14.880	V	18.0	13.0
Backup Battery	PASS	2.836	V	4.5	2.0
1 AC_OK Status	PASS	0	BOOL	0	0
0.0 V Tectrol	PASS	0.53	V	10.0	0.0
0 RPM Fan B7 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B6 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B5 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B4 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B3 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B2 Tach	PASS	0	RPM	1	0
0 RPM Fan B1 Tach	PASS	0	RPM	1	0

### RF Output Tests:

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
VSWR 1.5:1	PASS	43.069	W	60.0	25.0
RF ON (rated pwr)	PASS	2472.631	W	2625.0	2375.0
Pre-Amp Current	PASS	0.069	A	0.10	0.05
PA4 Current	PASS	17.948	A	26.0	16.0
PA3 Current	PASS	17.990	A	26.0	16.0
PA2 Current	PASS	23.622	A	26.0	16.0
PA1 Current	PASS	23.832	A	26.0	16.0
MAX Power	PASS	2783.143	W	2940.0	2660.0
IPA Current	PASS	2.373	A	2.8	1.8
Fan B7 Tach	PASS	6617	RPM	7000	5400
Fan B6 Tach	PASS	6651	RPM	7000	5400
Fan B5 Tach	PASS	6690	RPM	7000	5400
Fan B4 Tach	PASS	6541	RPM	7000	5400
Fan B3 Tach	PASS	6691	RPM	7000	5400
Fan B2 Tach	PASS	6568	RPM	7000	5400
Fan B1 Tach	PASS	6717	RPM	7000	5400
Efficiency (rated pwr)	PASS	67.0	%	80.0	50.0
Efficiency (max pwr)	PASS	67.3	%	80.0	52.0
40.0V Tectrol	PASS	42.36	V	48.0	30.0

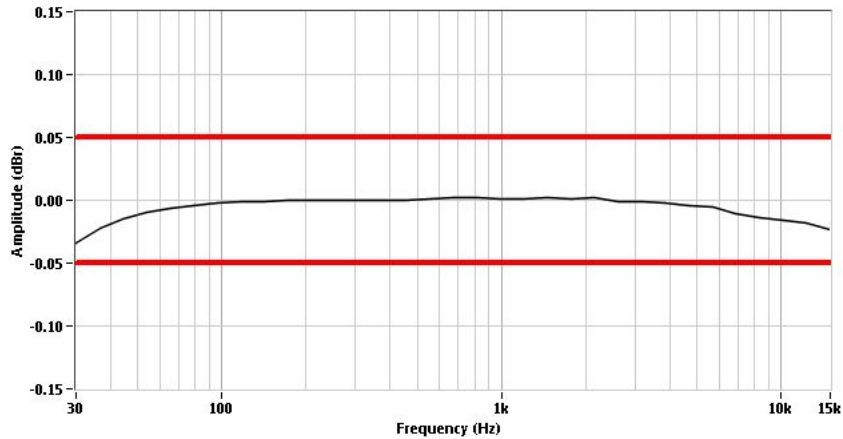


# VS Series Transmitter Proof of Performance

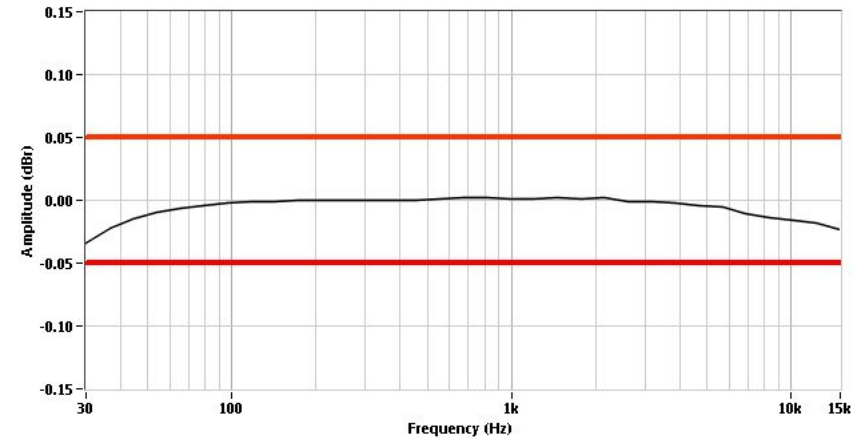
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
SNR - Composite	PASS	-100.469	dBr	-90.0	-120.0
Shut Back Timing	PASS	14.6	us	100	2.0
Amplitude Response - Composite	PASS	0.0204	dBr	0.05	-0.05
Amplitude Response - SCA1+2+3	PASS	-0.0413	dBr	0.20	-0.20

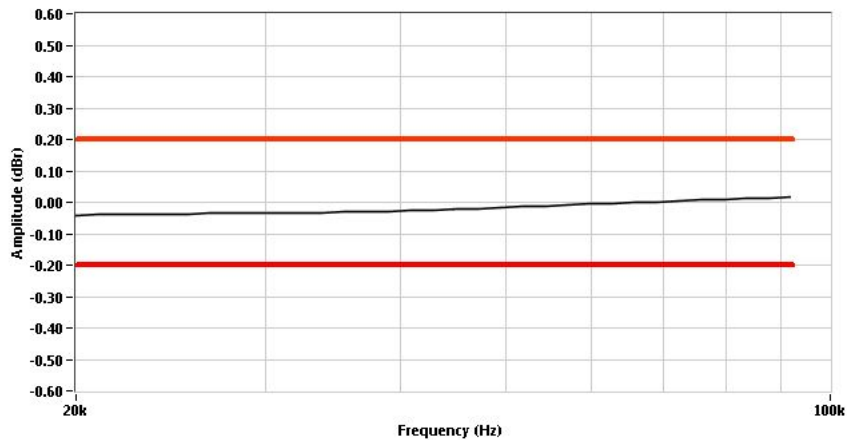
Analog Left Mono Amplitude Response (dBr/f)



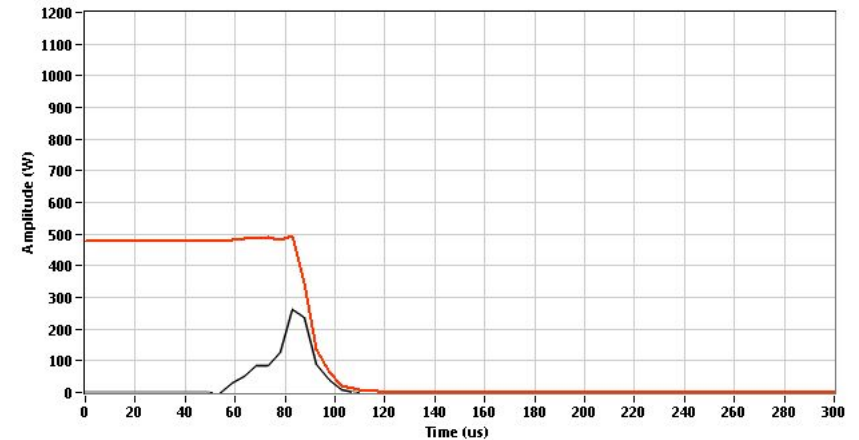
Analog Right Mono Amplitude Response (dBr/f)



SCA 1+2+3 Amplitude Response (dBr/f)



Shut Back (us)



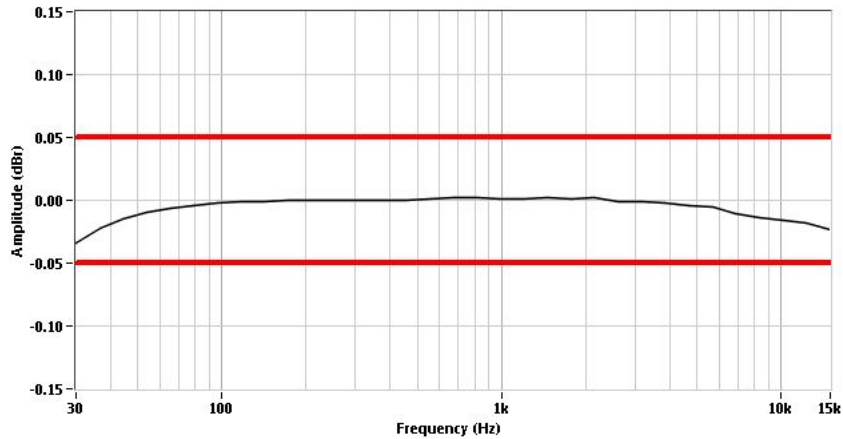


# VS Series Transmitter Proof of Performance

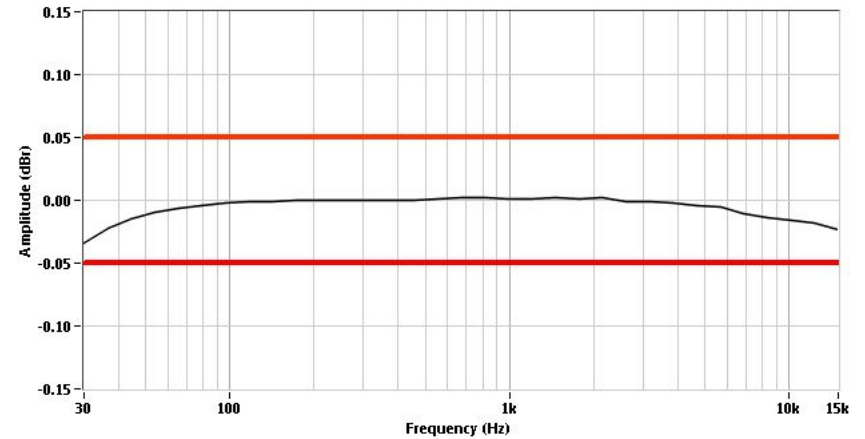
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
Amplitude Response - Right Mono	PASS	-0.0339	dBr	0.05	-0.05
Amplitude Response - Left Mono	PASS	-0.0339	dBr	0.05	-0.05
Amplitude Response - Left Stereo	PASS	-0.0339	dBr	0.05	-0.05
Amplitude Response - Right Stereo	PASS	-0.0338	dBr	0.05	-0.05

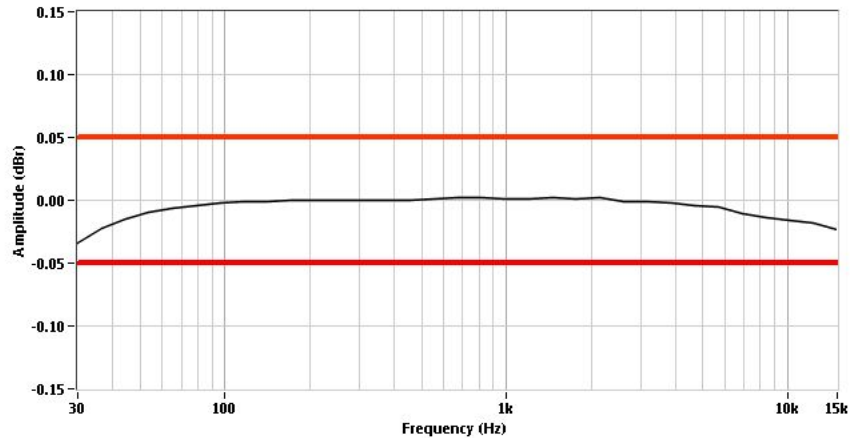
Analog Left Mono Amplitude Response (dBr/f)



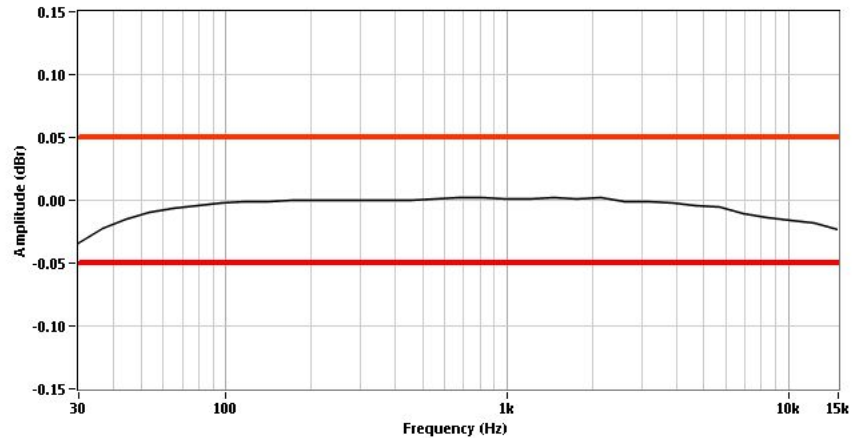
Analog Right Mono Amplitude Response (dBr/f)



Analog Left Stereo Amplitude Response (dBr/f)



Analog Right Stereo Amplitude Response (dBr/f)



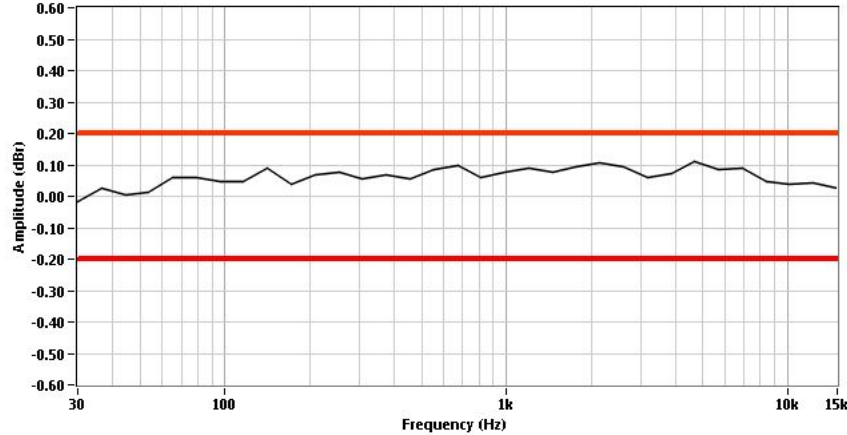


# VS Series Transmitter Proof of Performance

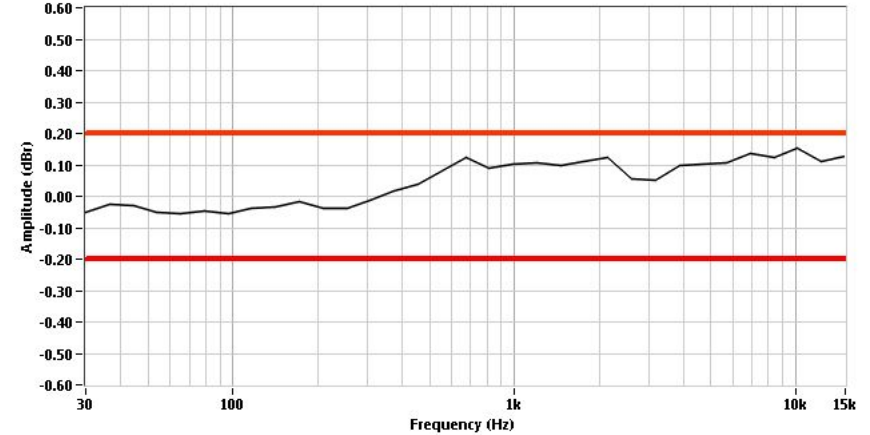
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
Amplitude Response - AES Left Stereo	FAIL	0.2335	dBr	0.20	-0.20
Amplitude Response - AES Left Stereo	FAIL	0.3327	dBr	0.20	-0.20
Amplitude Response - AES Right Stereo	PASS	0.1538	dBr	0.20	-0.20
Amplitude Response - SCA Gen #2	PASS	0.0891	dBr	0.20	-0.20
Amplitude Response - SCA Gen #1	PASS	0.1114	dBr	0.20	-0.20
Amplitude Response - AES Left Stereo	PASS	0.1090	dBr	0.20	-0.20

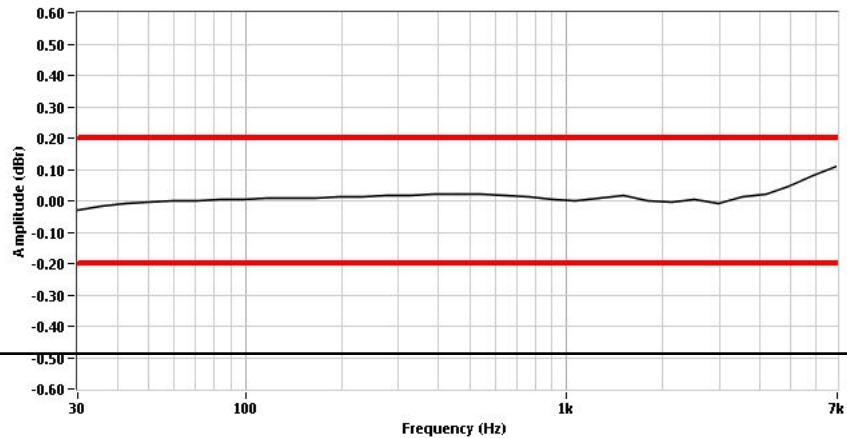
Digital AES Left Stereo Amplitude Response (dBr/f)



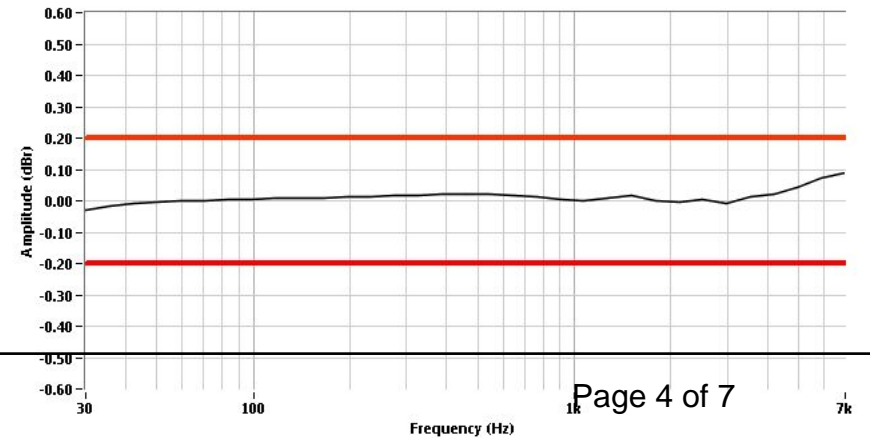
Digital AES Right Stereo Amplitude Response (dBr/f)



SCA Generator #1 Amplitude Response (dBr/f)



SCA Generator #2 Amplitude Response (dBr/f)



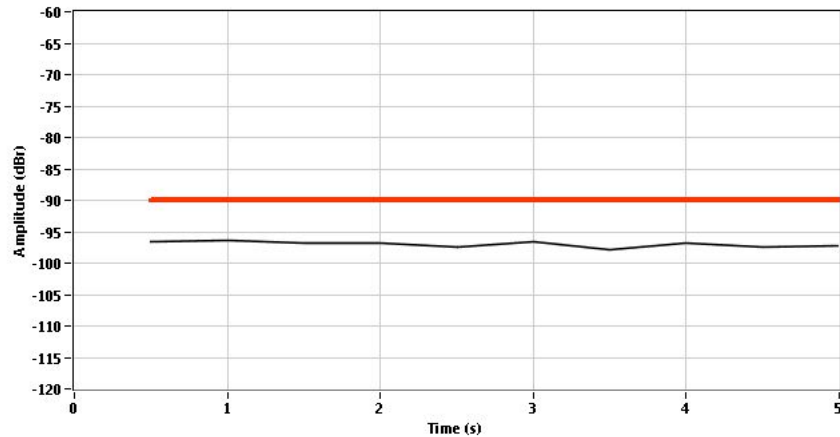


# VS Series Transmitter Proof of Performance

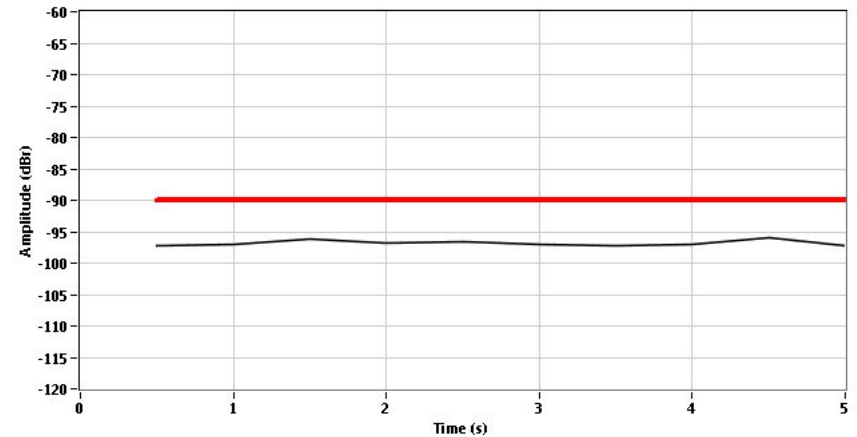
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
SNR - Right Mono	PASS	-96.003	dBr	-90.0	-120.0
SNR - Left Mono	PASS	-96.288	dBr	-90.0	-120.0
SNR - Right Stereo	PASS	-98.485	dBr	-80.0	-120.0
SNR - Left Stereo	PASS	-98.663	dBr	-80.0	-120.0

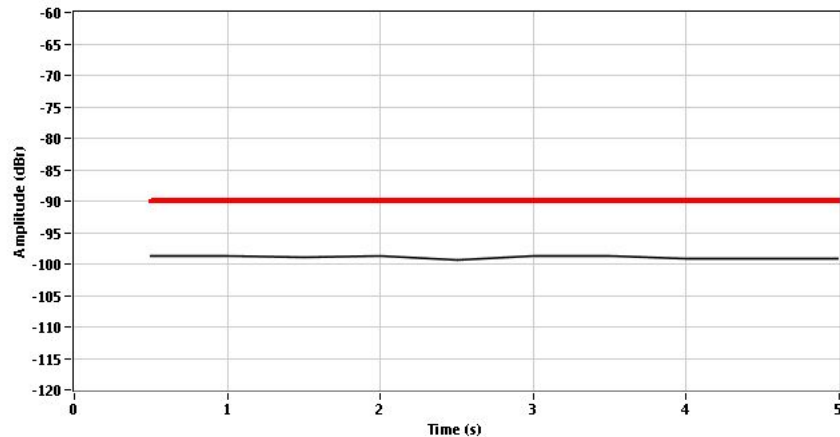
Analog Left Mono Signal to Noise Ratio (dBr/s)



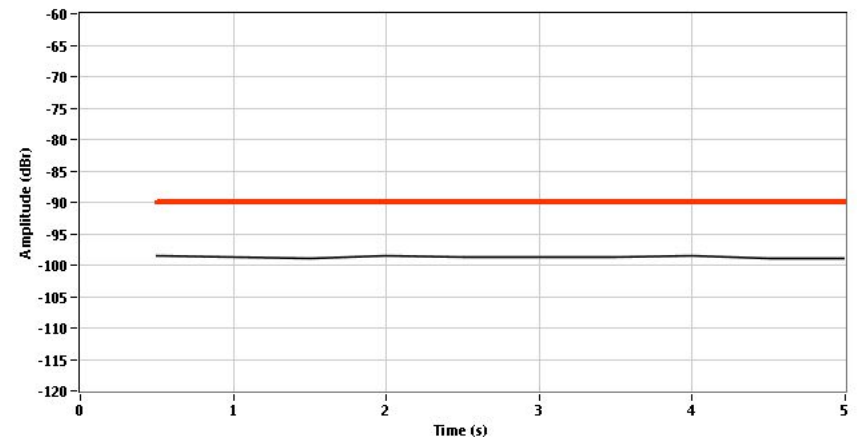
Analog Right Mono Signal to Noise Ratio (dBr/s)



Analog Left Stereo Signal to Noise Ratio (dBr/s)



Analog Right Stereo Signal to Noise Ratio (dBr/s)



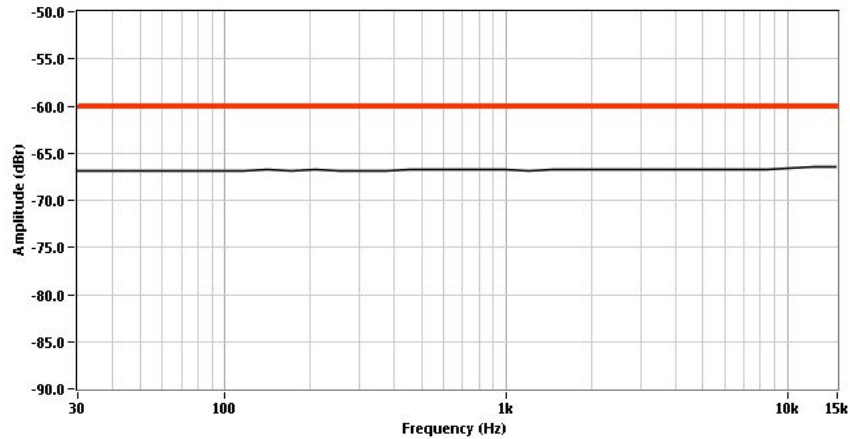


# VS Series Transmitter Proof of Performance

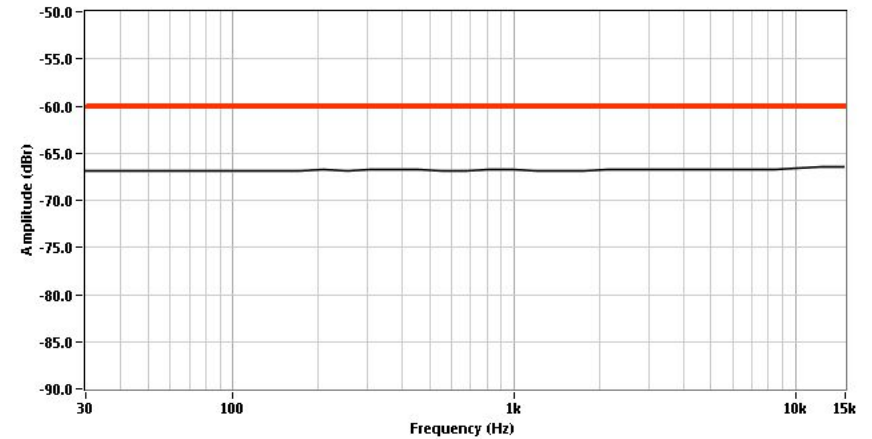
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
Stereo Separation - Left Stereo	PASS	-66.4	dBr	-60.0	-120.0
Stereo Separation - Right Stereo	PASS	-66.4	dBr	-60.0	-120.0
Crosstalk - Sub to Main	PASS	-79.5	dBr	-60.0	-120.0
Crosstalk - Main to Sub	PASS	-80.0	dBr	-60.0	-120.0

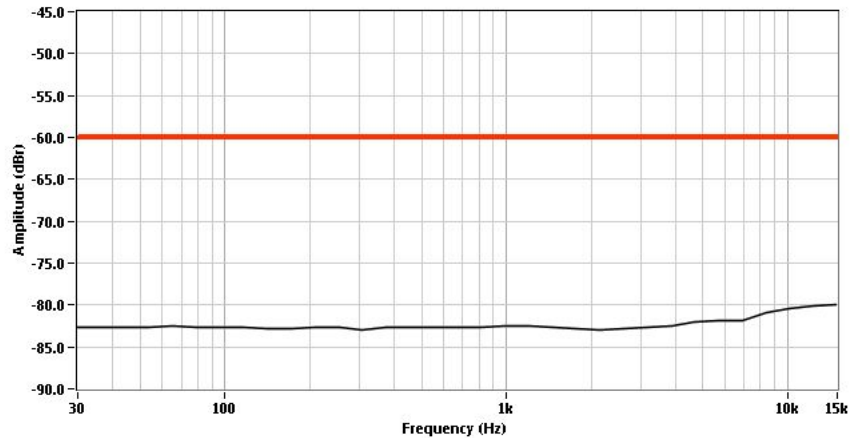
Left Stereo Separation (dBr/f)



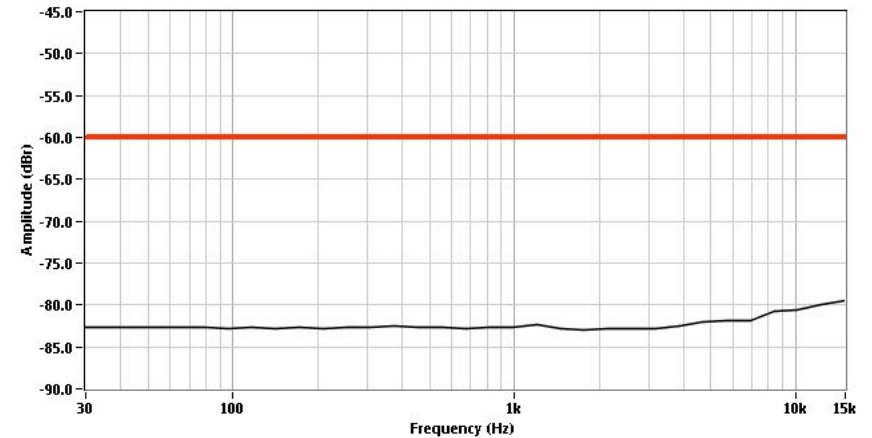
Right Stereo Separation (dBr/f)



Main - Sub Crosstalk (dBr/f)



Sub - Main Crosstalk (dBr/f)





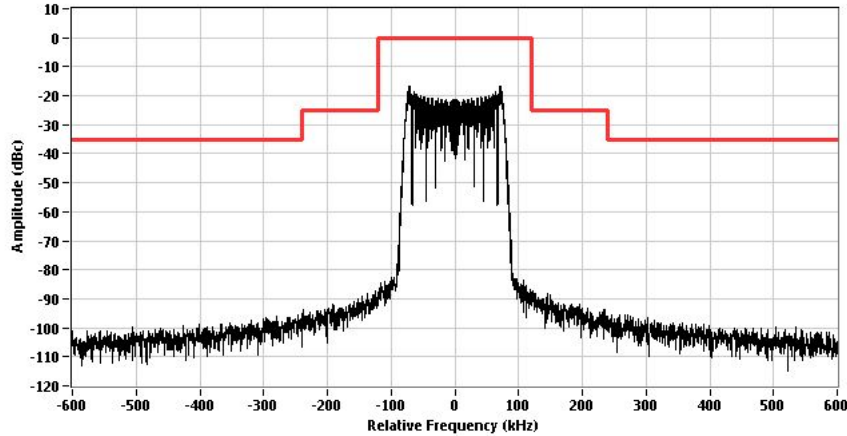


# VS Series Transmitter Proof of Performance

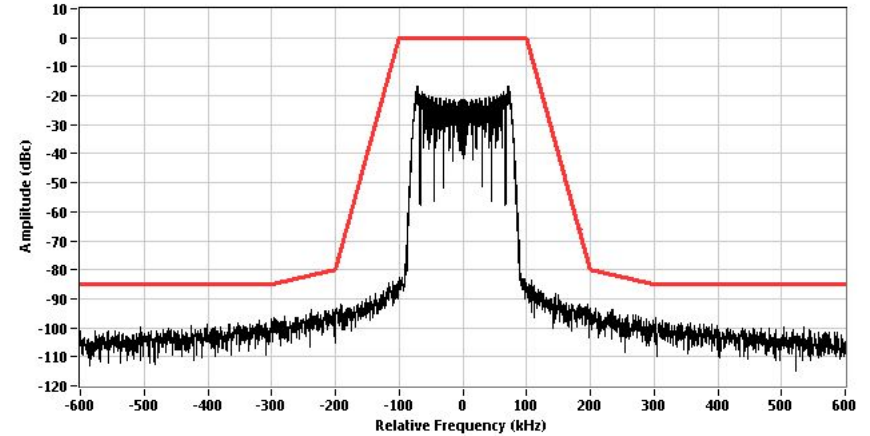
## SN: 10005097

Test	Result	Measured	UoM	Max	Min
Harmonics (0Hz - 10Fc)	PASS	-80.8	dBm	-76.98	-120.0
1 CE Limits	PASS	1	BOOL	1	1
Harmonics (0Hz - 2Fc)	PASS	-81.7	dBm	-76.98	-120.0
1 FCC Limits	PASS	1	BOOL	1	1

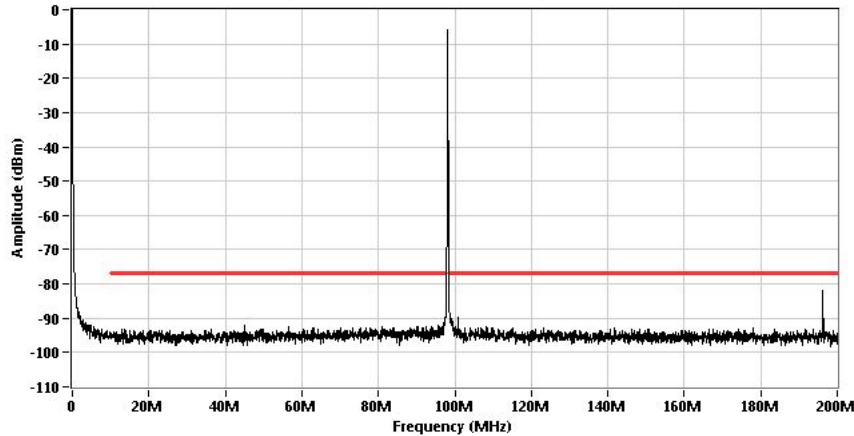
Spectrum with FCC Mask



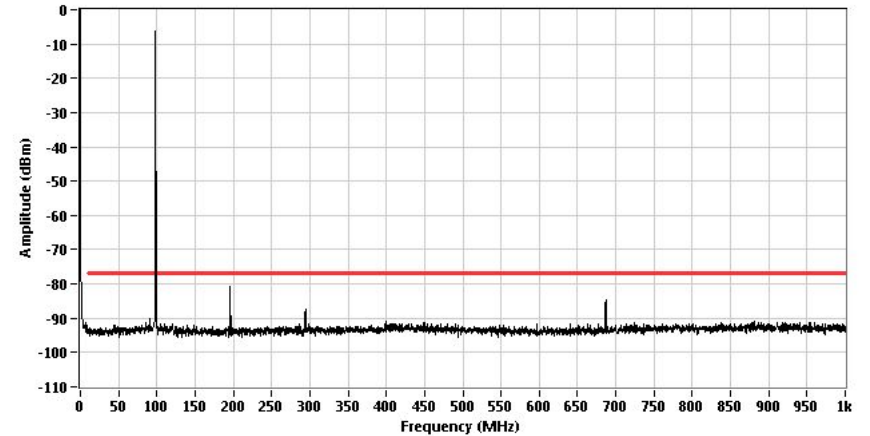
Spectrum with CE Mask



Harmonics (0Hz to 2xFc)



Harmonics (0Hz to 10xFc)





# DTS / DRS Series Specifications



*The DTS and DRS Series are the state of the art perfect solution for Studio to Transmitter audio links, matching the networking needs of international broadcasters. These products are designed to be frequency agile and to reach the higher audio modulation performances with a very intuitive and complete front panel LCD display control system. The excellent characteristics make the DTS/DRS series one of the highest quality STL on the market.*

## **Synthesized Agility**

From 210 to 970 MHz (/3B, /4B, /GHz models) and from 1.35 to 2.5 GHz (/2G models); the transmitted and received frequencies can be easily set by the front panel LCD display.

## **Compact, simple, stable.**

The compact dimensions of the units, the smart internal design for easy maintenance, the very high frequency precision and stability thanks to the temperature compensated crystal are only a few key points for this STL Series.

## **Excellent stereo separation**

A built-in group delay and amplitude pre-corrector guarantees a very low linear distortion and a great stereo separation in the whole 15kHz band.

## **Low noise**

The excellent signal to noise ratio either in mono or in stereo assures the perfect use of this STL in multi-hops networks without decreasing the audio quality.

## **High sensitivity**

Using ultra low noise receiving input amplifiers, selective filters and with a powerful demodulation circuit the obtained receivers sensitivity is very high, so allowing longer link distances with reduced antenna investment also in highly noisy RF environments.

## **Great RF immunity**

Great RF immunity allows to operate in most hostile RF environments.

## **High adjacent channel rejection**

High adjacent channel rejection, obtained thanks to the excellent mechanical shielding and the RF selective filtering.

## **Full metering**

Complete diagnostic and measurement of all the main parameters is available using front panel LCD display. Full remote control is available as WEB server and/or SNMP as option.

## **Meets or exceeds all international standards**

For safety and electrical specifications.

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

**GENERAL SPECIFICATIONS**

Frequency Range:	
DRS/FM	87.5-108 MHz
DTS/3B, DRS/3B	210-270 MHz
DTS/4B, DRS/4B	310-470 MHz
DTS/G, DRS/G	900-970 MHz
DTS/2G, DRS/2G	1350-1800 MHz 2370-2480 MHz

**TRANSMITTERS SPECIFICATIONS**

Power outputs (continuously adjustable from 0 to nominal power):	
• DTS/3B	max 13 W
• DTS/4B	max 13 W
• DTS/G	max 13 W
• DTS/2G	max 5 W (25 W on request)
Output impedance	50 Ω
Output connector	N female
Modulation	FM, 75 kHz peak deviation, 180k F3E mono, 256k F8E stereo
Audio/MPX Input level	-3.5 ÷ +12.5 dBm
Audio Input connector	XLR female
Auxiliary Channel input level	-12.5 ÷ +3.5 dBm .
MPX, Auxiliary and monitor connectors	BNC
Transmitter MPX monitor output level	0 ÷ +7dB, adjustable
Pre-emphasis	0 / 50 / 75 μs
Spurious and harmonic suppression	Exceeds CCIR/FCC requirements
Synchronous AM S/N Ratio	<-60 dBc with ΔF ±75 kHz
Asynchronous AM S/N Ratio	<-70 dBc
Capability	1 mono/stereo program, up to 3 SCA (optional)
Metering	output forward and reflected power, peak modulation, diagnostic functions
Dimensions	depth 483 mm (19") x 2 U (standard rack unit)



## RECEIVERS SPECIFICATIONS

MPX/mono Output level	-1.5 ÷ +12 dBm, 0.5 dB/step
Monoaural Sensitivity	< -90 dBm
Composite Sensitivity	< -68 dBm
Dynamic Selectivity	> +10 dB typ @ ΔF=300kHz > +35 dB typ @ ΔF=500kHz > +45 dB typ @ ΔF=1.0 MHz
Metering	RF input level, peak modulation
RF input	N female, 50 Ω
Image rejection	> 68 dB
Squelch threshold	adjustable from -100 dBm
Outputs	composite, monoaural, IF 10.7 MHz
Dimensions	depth 483 mm (19") x 2 U (standard rack unit)

## OVERALL CHARACTERISTICS

Mono Amplitude response	±0.5 dB from 20 Hz to 15 kHz
MPX Amplitude response	±0.1 dB from 15 Hz to 53 kHz, ± 0.5 dB from 53 kHz to 100 kHz
Stereo separation	> 55 dB from 30 Hz to 15 kHz
Mono S/N (with deemphasis) with -50 dBm receiving signal	> 74 dB (with 75 kHz Mono deviation)
Stereo S/N (with deemphasis) with -50 dBm receiving signal	> 70 dB (with 75 kHz MPX deviation)

## AC POWER REQUIREMENTS

AC input voltage	115 / 230 VAC ± 15%, single phase.
AC supply frequency	50 Hz or 60 Hz, ±5%

## ENVIRONMENT

Cooling	Forced air
Service	Continuous 24/24h
Operating temperature	-5°C to +45°C Derate 3°C per 500mt above 2000mt asl
Relative humidity	Up to 95%

## AVAILABLE OPTIONS

/ST	High performance built-in Digital Stereo Coder for DTS transmitter
/SD	High performance built-in Digital Stereo Decoder for DRS receiver
/AES-EBU	Digital audio input/output (AES/EBU) for DTS-DRS Series
/TCP-IP	Remote control Ethernet interface
/RS485	Remote control RS485 interface

All specifications are subject to change without notice

## Contact Information

**DB Elettronica Telecomunicazioni S.p.A.**

Riviera Maestri del Lavoro 20/1

35127 Padova - Italy

Ph +39 049 8700588

Fax +39 049 8700747

[info@dbbroadcast.com](mailto:info@dbbroadcast.com)

[www.dbbroadcast.com](http://www.dbbroadcast.com)

## MODULAR SURGE PROTECTION DEVICE

# SP PLUS SERIES

## AC Surge Protection

The SP Plus provides all mode system protection and integrity for critical applications. A compact design listed to UL 1449 3rd Edition with robust surge capacity for long life and easy installation makes this unit ideal for all your surge protection requirements.



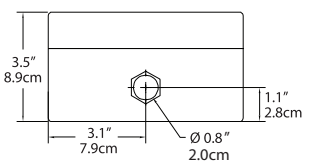
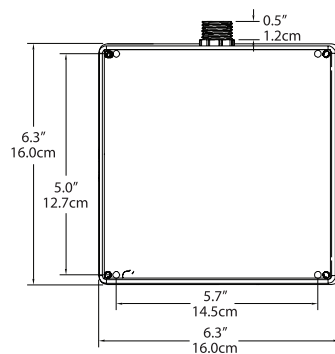
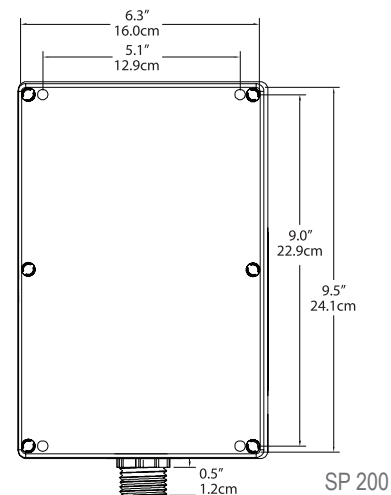
SP Plus Series

### FEATURES

- **Thermally Protected MOV** - allows maximum surge capacity, repetitive capability, and performance while maintaining safety requirements
- **Linear Sharing** - reduces stress to extend product life
- **Indicator Lights per Phase** - visual indication for protection integrity
- **Dry Contacts** - Form C contacts for remote monitoring (NO & NC)
- **Audible Alarm** - with failure indication
- **All Mode Protection** - L-N, L-G, N-G & L-L
- **Warranty** - 10 year

### STANDARDS

- UL 1449 3rd Ed. Listed
- NEC Article 100/285
- IEEE



SP 100

SP 200

## SPECIFICATIONS

SP Plus	SP 100	SP 200
<b>Performance</b>		
Connection	Parallel	Parallel
Nominal Operating Voltage	120 - 480 Vac	120 - 480 Vac
Operating Frequency	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz
Surge Capacity per Mode	50 kA	100 kA
Surge Capacity per Phase	100 kA	200 kA
Nominal Discharge Current (In)	20 kA, SP 100 277/480 10 kA	20 kA
Maximum Surge Current Dissipation per Phase	100 kA	200 kA
IEEE Location	C-High, B-Medium	C-High, B-Medium
UL Location	Type 1 or Type 2	Type 1 or Type 2
Fault Rating (SCCR)	100 kAIC	100 kAIC
Response Time	<1 ns	<1 ns
Protection Provided	L-N, L-G, N-G, L-L (Split Phase, Wye); L-G, L-L (Delta)	L-N, L-G, N-G, L-L (Split Phase, Wye); L-G, L-L (Delta)
Certifications	UL 1449 3rd Edition Listed (E315238)	UL 1449 3rd Edition Listed (E315238)
<b>Mechanical</b>		
Dimensions - H x W x D	6.3" x 6.3" x 3.5" 16 cm x 16 cm x 8.9 cm	9.5" x 6.3" x 3.5" 24.1 cm x 16 cm x 8.9 cm
Weight (Max) lb, kg	3 lbs / 1.4 kg	5 lbs / 2.3 kg
Lug Range	None	None
Lead Length	≤ 1.5' (recommended)	≤ 1.5' (recommended)
Wire Gauge	#10 provided	#10 provided
Breaker Connection	30A (recommended)	30A (recommended)
<b>Environmental</b>		
Humidity (noncondensing)	5% to 95%	5% to 95%
Operating Temperature	-40°C to +85°C	-40°C to +85°C
Operating Altitude (feet)	Up to 12,000	Up to 12,000
Enclosure Type	NEMA 4 & NEMA 1 w / disable switch	NEMA 4 & NEMA 1 w / disable switch

# VRP

## VRP Model

7500-0230

7500 VA  
7500 W  
230 V  $\pm$  3 %  
single phase

10000-0230

10000 VA  
10000 W  
230 V  $\pm$  3 %  
single phase

15000-0230

15000 VA  
15000 W  
230 V  $\pm$  3 %  
single phase

Fail safe

Automatic voltage regulator

PWM precision

## Precision PWM voltage regulator with automatic bypass

TSi Power's VRP automatic precision regulator line conditioner provides output voltage within  $\pm$  3 % of nominal, for input voltage that varies between 184 - 276 V.

### Typical VRP applications

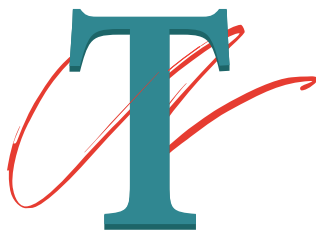
The VRP is designed for OEMs and exporters to countries with unstable AC mains. Typical equipment applications include CNC equipment, medical imaging, analytical / laboratory instruments, telecommunications, wireless sites, broadcast transmitters, semiconductor production, industrial automation and digital printing / graphics.

### How the VRP series works

The high frequency insulated gate bi-polar transistor (IGBT) driven converter takes the incoming AC power, measures it against the nominal voltage and adds or subtracts voltage, 20,000 times per second, to achieve a precisely regulated 230 V output. The automatic bypass will be activated when there is a fault condition. Green LED ON indicates normal operation; yellow LED ON indicates start-up or overcurrent bypass; green LED OFF indicates a fault condition.



Top view showing the transformer, control board and surge protection/filter board components

**TSi POWER**1103 W Pierce Avenue  
Antigo, WI 54409 USA

Tel: + 1-715-623-0636

Fax: + 1-715-623-2426

Toll-Free: 1-800-874-3160

email: sales@tsipower.com

Web: www.tsipower.com

## Features and Benefits

- Since the VRP does not switch components in the power path, it is compatible with most loads.
- Output voltage to within  $\pm$  3 % is provided for superior regulation.
- Automatic bypass circuitry assures failsafe operation.
- Low weight makes for ease of installation.
- AC input overvoltage protection assures trouble free operation.
- Display circuit board monitors each phase independently and displays operational status by means of colored LEDs.
- AC input circuit breakers and system on/off switch prevent costly equipment damage.



SPECIFICATION	VRP-7500-0230	VRP-10000-0230	VRP-15000-0230
<b>ELECTRICAL</b>			
Capacity VA and Watts	7500	10000	15000
Regulator engine	High frequency 20 kHz IGBT driven voltage regulation converter		
<b>INPUT</b>			
Nominal voltage	230 V, single phase		
Operating voltage	184 - 276 V for $\pm 3\%$ regulation, maximum input range 160 - 330 V		
Nominal frequency	47 - 63 Hz		
Over-current protection	Circuit breaker		
Circuit breaker rating	2 x 40 A	2 x 50 A	2 x 80 A
Input wire size	AWG 8 (8 mm <sup>2</sup> )	AWG 6 (15 mm <sup>2</sup> )	AWG 4 (21 mm <sup>2</sup> )
AC input connections	Hardwired input terminals ( L1, L2 and ground )		
<b>OUTPUT</b>			
Nominal voltage	230 V, single phase		
Power efficiency	96 to 98 % ( typical )		
Voltage regulation	Combined 3 % maximum under 0 to 100 % load and input of 184 - 276 V		
Automatic bypass	Automatic bypass will be activated when there is a fault condition		
Status indicators	Green LED indicates normal operation; yellow LED indicates temporary bypass during starting and over-current conditions.		
AC output connections	Hardwired output terminals ( L1, L2 and ground )		
<b>PHYSICAL/ENVIRONMENTAL</b>			
Dimensions	14.5" (368 mm) wide x 9" (229 mm) high x 19.67" (500 mm) deep		
Weight	80 lbs (36.3 kg)	100 lbs (45.4 kg)	110 lbs (49.9 kg)
Wall / floor mounting kit	MK - 5019C ( optional )		
Ambient temperature	32° to + 104° F (0° to 40° C). 10 to 90 % non-condensing		
<b>SAFETY</b>			
Conformance	EN 60950-1		
<b>WARRANTY</b>			
Warranty	Two year limited warranty, parts and labor.		

TSi Power's ongoing product improvement process makes specifications subject to change. Other companies product names herein are for identification purposes only and may be trademarks of their respective companies.



**TSi POWER**

1103 W Pierce Avenue  
Antigo, WI 54409 USA

Tel: + 1-715-623-0636

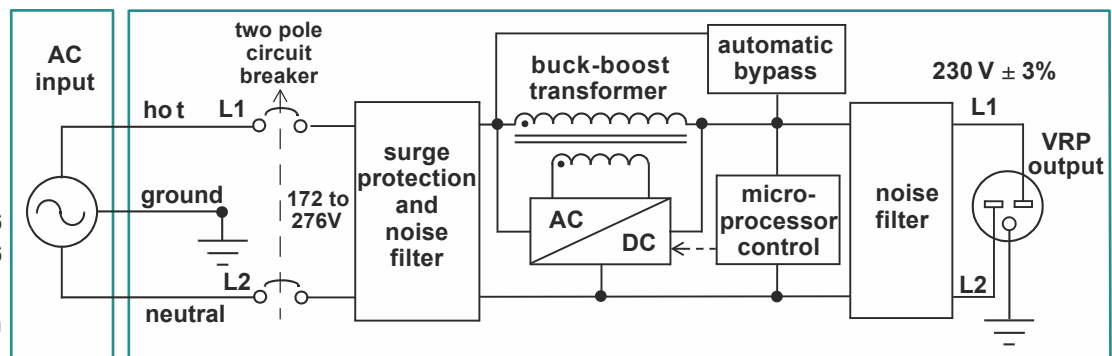
Fax: + 1-715-623-2426

Toll-Free: 1-800-874-3160

email: sales@tsipower.com

Web: www.tsipower.com

## VRP system architecture



# L4TNM-PSA



Type N Male Positive Stop™ for 1/2 in AL4RPV-50, LDF4-50A, HL4RPV-50 cable

- This product is part of the CommScope Wired for Wireless® Solution

## Product Classification

<b>Brand</b>	HELIAX®   Positive Stop™
<b>Product Type</b>	Wireless and radiating connector

## General Specifications

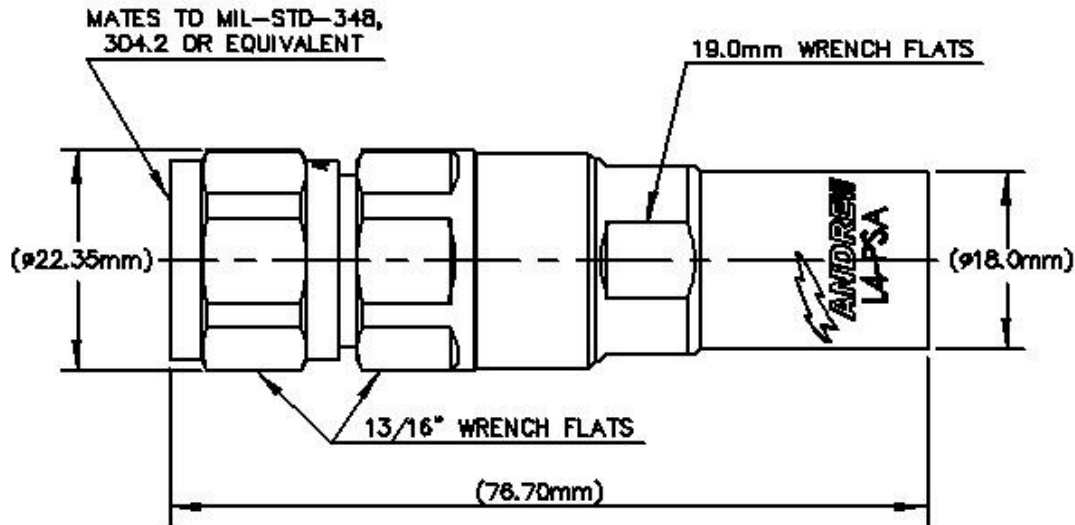
<b>Interface</b>	N Male
<b>Body Style</b>	Straight
<b>Harmonized System (HS) Code</b>	854420 (Coaxial cable and other coaxial electric conductors)
<b>Mounting Angle</b>	Straight
<b>Ordering Note</b>	CommScope® standard product (Global)

## Electrical Specifications

<b>Connector Impedance</b>	50 ohm
<b>Operating Frequency Band</b>	0 – 8800 MHz
<b>Cable Impedance</b>	50 ohm
<b>3rd Order IMD, typical</b>	-116 dBm @ 910 MHz
<b>3rd Order IMD Test Method</b>	Two +43 dBm carriers
<b>RF Operating Voltage, maximum (vrms)</b>	707.00 V
<b>dc Test Voltage</b>	2000 V
<b>Outer Contact Resistance, maximum</b>	0.30 mOhm
<b>Inner Contact Resistance, maximum</b>	2.00 mOhm
<b>Insulation Resistance, minimum</b>	5000 MOhm
<b>Average Power</b>	0.6 kW @ 900 MHz
<b>Peak Power, maximum</b>	10.00 kW
<b>Insertion Loss, typical</b>	0.05 dB
<b>Shielding Effectiveness</b>	-130 dB

# L4TNM-PSA

## Outline Drawing



## Mechanical Specifications

<b>Outer Contact Attachment Method</b>	Ring-flare
<b>Inner Contact Attachment Method</b>	Captivated
<b>Outer Contact Plating</b>	Trimetal
<b>Inner Contact Plating</b>	Silver
<b>Attachment Durability</b>	25 cycles
<b>Interface Durability</b>	500 cycles
<b>Interface Durability Method</b>	IEC 61169-16:9.5
<b>Connector Retention Tensile Force</b>	890 N   200 lbf
<b>Connector Retention Torque</b>	5.42 N-m   48.00 in lb
<b>Insertion Force</b>	66.72 N   15.00 lbf
<b>Insertion Force Method</b>	MIL-C-39012C-3.12, 4.6.9
<b>Coupling Nut Proof Torque</b>	4.52 N-m   40.00 in lb
<b>Coupling Nut Retention Force</b>	444.82 N   100.00 lbf
<b>Coupling Nut Retention Force Method</b>	MIL-C-39012C-3.25, 4.6.22

## Dimensions

<b>Nominal Size</b>	1/2 in
<b>Diameter</b>	22.35 mm   0.88 in

# L4TNM-PSA

<b>Length</b>	76.70 mm   3.02 in
<b>Weight</b>	94.71 g   0.21 lb

## Environmental Specifications

<b>Operating Temperature</b>	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
<b>Storage Temperature</b>	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
<b>Immersion Depth</b>	1 m
<b>Immersion Test Mating</b>	Unmated
<b>Immersion Test Method</b>	IEC 60529:2001, IP68
<b>Water Jetting Test Mating</b>	Unmated
<b>Water Jetting Test Method</b>	IEC 60529:2001, IP66
<b>Moisture Resistance Test Method</b>	MIL-STD-202F, Method 106F
<b>Mechanical Shock Test Method</b>	MIL-STD-202, Method 213, Test Condition I
<b>Thermal Shock Test Method</b>	MIL-STD-202F, Method 107G, Test Condition A-1, Low Temperature -55 °C
<b>Vibration Test Method</b>	IEC 60068-2-6
<b>Corrosion Test Method</b>	MIL-STD-1344A, Method 1001.1, Test Condition A

## Return Loss/VSWR

<b>Frequency Band</b>	<b>VSWR</b>	<b>Return Loss (dB)</b>
45–1000 MHz	1.02	39.00
1010–2200 MHz	1.03	37.00
2210–3000 MHz	1.05	33.00
3010–4000 MHz	1.09	27.00
4010–6000 MHz	1.25	19.00
6010–8000 MHz	1.33	17.00

## Regulatory Compliance/Certifications

<b>Agency</b>	<b>Classification</b>
RoHS 2011/65/EU	Compliant by Exemption
ISO 9001:2015	Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system
China RoHS SJ/T 11364-2014	Above Maximum Concentration Value (MCV)



## \* Footnotes

<b>Immersion Depth</b>	Immersion at specified depth for 24 hours
<b>Insertion Loss, typical</b>	0.05v/freq (GHz) (not applicable for elliptical waveguide)

# LDF4-50A



LDF4-50A, HELIAX® Low Density Foam Coaxial Cable, corrugated copper, 1/2 in, black PE jacket (Halogen free jacketing non-fire-retardant)

## Product Classification

<b>Brand</b>	HELIAX®
<b>Product Series</b>	LDF4-50A
<b>Product Type</b>	Coaxial wireless cable

## Standards And Qualifications

<b>EN50575 CPR Cable EuroClass</b>	Fca
------------------------------------	-----

## Construction Materials

<b>Jacket Material</b>	PE
<b>Outer Conductor Material</b>	Corrugated copper
<b>Dielectric Material</b>	Foam PE
<b>Flexibility</b>	Standard
<b>Inner Conductor Material</b>	Copper-clad aluminum wire
<b>Jacket Color</b>	Black

## Dimensions

<b>Nominal Size</b>	1/2 in
<b>Cable Weight</b>	0.15 lb/ft   0.22 kg/m
<b>Diameter Over Dielectric</b>	12.954 mm   0.510 in
<b>Diameter Over Jacket</b>	15.875 mm   0.625 in
<b>Inner Conductor OD</b>	4.8260 mm   0.1900 in
<b>Outer Conductor OD</b>	13.970 mm   0.550 in

## Electrical Specifications

<b>Cable Impedance</b>	50 ohm ±1 ohm
<b>Capacitance</b>	23.1 pF/ft   75.8 pF/m
<b>dc Resistance, Inner Conductor</b>	0.450 ohms/kft   1.480 ohms/km
<b>dc Resistance, Outer Conductor</b>	0.820 ohms/kft   2.690 ohms/km
<b>dc Test Voltage</b>	4000 V
<b>Inductance</b>	0.190 µH/m   0.058 µH/ft
<b>Insulation Resistance</b>	100000 Mohms•km
<b>Jacket Spark Test Voltage (rms)</b>	8000 V
<b>Operating Frequency Band</b>	1 – 8800 MHz
<b>Peak Power</b>	40.0 kW

# LDF4-50A

---

**Velocity** 88 %

## 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)

## General Specifications

**Ordering Note** CommScope® standard product (Global)

## Mechanical Specifications

**Bending Moment** 3.8 N-m | 2.8 ft lb  
**Flat Plate Crush Strength** 110.0 lb/in | 2.0 kg/mm  
**Minimum Bend Radius, Multiple Bends** 127.00 mm | 5.00 in  
**Minimum Bend Radius, Single Bend** 50.80 mm | 2.00 in  
**Number of Bends, minimum** 15  
**Number of Bends, typical** 50  
**Tensile Strength** 113 kg | 250 lb

## Note

**Performance Note** Values typical, unless otherwise stated

## Standard Conditions

**Attenuation, Ambient Temperature** 20 °C | 68 °F  
**Average Power, Ambient Temperature** 40 °C | 104 °F  
**Average Power, Inner Conductor Temperature** 100 °C | 212 °F

## Return Loss/VSWR

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
680–800 MHz	1.13	24.30
800–960 MHz	1.13	24.30
1700–2200 MHz	1.13	24.30
2300–2700 MHz	1.13	24.30
3400–3800 MHz	1.25	19.00

## Attenuation

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 m)	Attenuation (dB/100 ft)	Average Power (kW)
0.5	0.149	0.045	40.00
1	0.211	0.064	36.11
1.5	0.259	0.079	29.46
2	0.299	0.091	25.50
10	0.672	0.205	11.35
20	0.954	0.291	7.99
30	1.172	0.357	6.51
50	1.521	0.463	5.02
85	1.995	0.608	3.82
88	2.031	0.619	3.76
100	2.169	0.661	3.52
108	2.256	0.688	3.38
150	2.673	0.815	2.85
174	2.887	0.88	2.64
200	3.103	0.946	2.46
204	3.135	0.956	2.43
300	3.835	1.169	1.99
400	4.462	1.36	1.71
450	4.749	1.447	1.61
460	4.804	1.464	1.59
460	4.804	1.464	1.59
500	5.021	1.53	1.52
512	5.085	1.55	1.50
600	5.533	1.686	1.38
700	6.009	1.831	1.27
800	6.456	1.968	1.18
824	6.56	1.999	1.16
894	6.855	2.089	1.11
960	7.124	2.171	1.07
1000	7.284	2.22	1.05
1218	8.11	2.472	0.94
1250	8.226	2.507	0.93
1500	9.093	2.771	0.84
1700	9.744	2.97	0.78
1794	10.039	3.06	0.76
1800	10.058	3.066	0.76
2000	10.666	3.251	0.72
2100	10.961	3.341	0.70
2200	11.251	3.429	0.68
2300	11.535	3.516	0.66
2500	12.09	3.685	0.63
2700	12.627	3.849	0.60
3000	13.407	4.086	0.57
3400	14.401	4.389	0.53
3600	14.882	4.536	0.51

# LDF4-50A

---

3700	15.118	4.608	0.50
3800	15.353	4.679	0.50
3900	15.585	4.75	0.49
4000	15.815	4.82	0.48
4100	16.042	4.889	0.48
4200	16.268	4.958	0.47
4300	16.492	5.027	0.46
4400	16.714	5.094	0.46
4500	16.934	5.161	0.45
4600	17.153	5.228	0.44
4700	17.37	5.294	0.44
4800	17.585	5.36	0.43
4900	17.798	5.425	0.43
5000	18.01	5.489	0.42
6000	20.055	6.113	0.38
8000	23.826	7.262	0.32
8800	25.244	7.694	0.30

\* Values typical, guaranteed within 5%

## Regulatory Compliance/Certifications

### Agency

RoHS 2011/65/EU  
ISO 9001:2015  
China RoHS SJ/T 11364-2014  
CENELEC

### Classification

Compliant  
Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system  
Above Maximum Concentration Value (MCV)  
EN 50575 compliant, Declaration of Performance (DoP) available





# PR-Series Paraflector® Antenna 406—512 MHz

**KATHREIN**

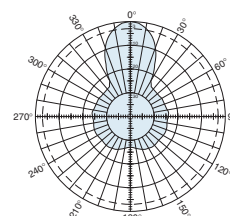
The KUSA PR-series Paraflector antennas are intended for use in professional fixed-station applications in the 406—512 MHz band. They feature:

- High gain, half parabolic design.
- Lower weight and surface area than a parabolic dish or grid.
- Very rugged construction using anodized aluminum pipe, tubing and castings; plus stainless steel hardware and fastenings.
- Weather resistant foam-filled broadband feed assembly requires no pressurization. Easily replaced for frequency changes.
- Compact packaging for standard U.S. express services.

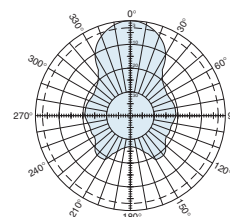


(Shown vertically polarized)

Specifications			
Frequency range	Model	Frequency	Gain
	PR-410	406—420 MHz	17 dBi
	PR-460	450—470 MHz	17.5 dBi
	PR-480	470—490 MHz	17.5 dBi
	PR-490	480—500 MHz	17.5 dBi
PR-500	490—512 MHz	17.5 dBi	
Impedance	50 ohms		
VSWR	<1.5:1		
Polarization	Horizontal or vertical		
Front-to-back ratio	25 dB		
Maximum input power	100 watts (at 50°C)		
H-plane beamwidth	24 degrees (half-power)		
E-plane beamwidth	32 degrees (half-power)		
Connector	N female		
Weight	38 lb (17.2 kg)		
Dimensions	68 x 36 x 18 inches		
	(1727 x 914 x 457 mm)		
Wind load at 93 mph (150 kph)			
Front / side	134 lbf / 72 lbf (594 N) / (320 N)		
Wind survival rating*	100 mph (160 kph)		
Shipping dimensions	40 x 36 x 7 inches		
	(1016 x 914 x 178 mm)		
Shipping weight	47 lb (21.3 kg)		
Mounting	Mounting kits available for masts of 2.375 to 4.5 inch (60 to 114 mm) OD.		



H-plane  
Horizontal pattern — V-polarization  
Vertical pattern — H-polarization



E-plane  
Horizontal pattern — H-polarization  
Vertical pattern — V-polarization

\* Mechanical design is based on environmental conditions as stipulated in TIA-222-G-2 (December 2009) and/or ETS 300 019-1-4 which include the static mechanical load imposed on an antenna by wind at maximum velocity. See the Engineering Section of the catalog for further details.

PARAFLECTOR is a registered trademark of Kathrein USA.

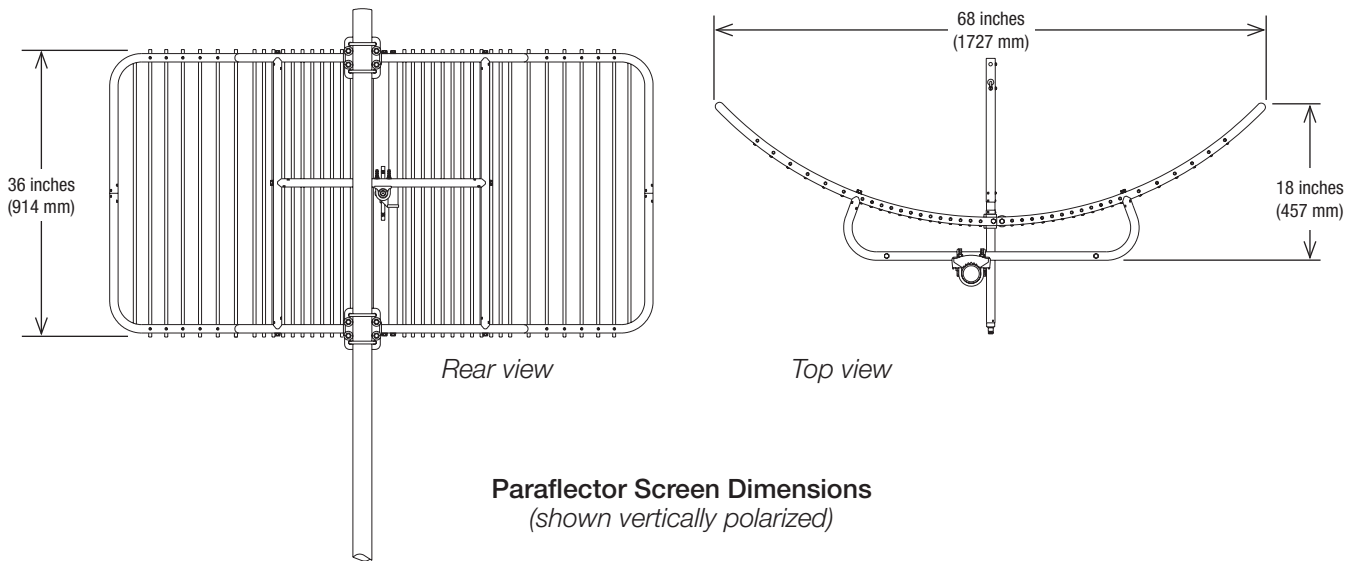
10110d subject to alteration



All specifications are subject to change without notice.  
The latest specifications are available at [www.kathreinusa.com](http://www.kathreinusa.com)

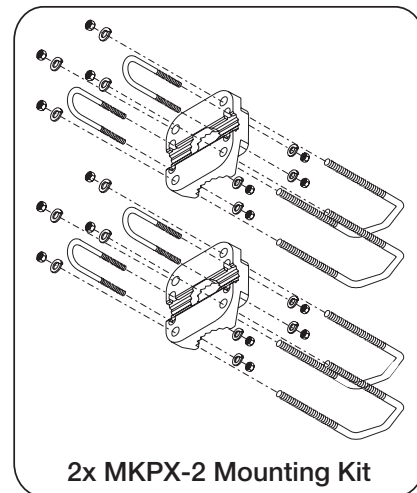
**PR-Series**  
**Paraflector® Antenna**  
**406—512 MHz**

**KATHREIN**



**Mounting options**

Model	Description
MKPX-2 (2x)	Mounting kit for 2.375 inch (60 mm) OD mast
MKPX-9	Mounting kit for 2.875 inch (73 mm) OD mast
MKPX-10	Mounting kit for 3.5 inch (89 mm) OD mast
MKPX-11	Mounting kit for 4 inch (102 mm) OD mast
MKPX-12	Mounting kit for 4.5 inch (114 mm) OD mast
MKTB-1	Tilt Mount Kit, 8—39 degrees tilt angle. Used with any MKPX kit listed above.



**Order information**

Model	Description
PR-410	406—420 MHz Antenna (mounting kit not included)
PRF-410	Replacement feed assembly (406—420 MHz)
PR-460	450—470 MHz Antenna (mounting kit not included)
PRF-460	Replacement feed assembly (450—470 MHz)
PR-480	470—490 MHz Antenna (mounting kit not included)
PRF-480	Replacement feed assembly (470—490 MHz)
PR-490	480—500 MHz Antenna (mounting kit not included)
PRF-490	Replacement feed assembly (480—500 MHz)
PR-500	490—512 MHz Antenna (mounting kit not included)
PRF-500	Replacement feed assembly (490—512 MHz)

*Note: Requires mounting kit at additional cost (see listing above).*

10110d subject to alteration

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, Edgar Oswaldo Chillán Cachago, CI Yo, Edgar Oswaldo Chillán Cachago, CI 1717276552 autor del trabajo de graduación:

**Desarrollo de un sistema de transmisión y enlace para la operación de la estación de radiodifusión FM de la Universidad Técnica de Cotopaxi**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones** en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior, de difundir el respectivo trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENECYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 19 de septiembre de 2019

**Atentamente.**

**Edgar Oswaldo Chillán Cachago.**  
C.I. 1717276552

# Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 03-sept.-2019 07:51 -05  
 Identificador: 1166605243  
 Número de palabras: 11551  
 Entregado: 1

Índice de similitud	Similitud según fuente
7%	Internet Sources: 7% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: N/A

Tesis E. Chillán Por Conforme  
 Mendoza Enma Monserrate

3% match (Internet desde 30-jul.-2016)

<https://pt.scribd.com/doc/313167784/Sistemas-de-Comunicaciones-Electronicas>

2% match (Internet desde 16-may.-2019)

<http://www.arcotel.gob.ec/requisitos-servicios-de-radiodifusion-sonora-television-para-medios-de-comunicacion-publicos-privados-y-comunitarios2/>

1% match (Internet desde 30-ene.-2017)

<http://docplayer.es/20573438-Norma-tecnica-para-el-servicio-de-radiodifusion-sonora-en-frecuencia-modulada-analogica.html>

1% match (Internet desde 12-ago.-2019)

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5920>

1% match (Internet desde 29-jul.-2016)

<http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2015/julio/code/RegistroOficialNo545-Jueves16Juliode2015/registro-oficial-no-545---jueves-16-de-julio-de-2015>

1% match (Internet desde 17-jul.-2019)

<http://zonafresnel-edu.blogspot.com/2015/>

RESUMEN El presente trabajo de investigación, tiene la finalidad de mostrar que la radio es el medio de comunicación más idóneo, debido a su cobertura y alcance. El medio radial ha ido evolucionando en todos sus ámbitos, especialmente en el campo técnico ya que con el avance de la tecnología los transmisores han ido mejorando sus propiedades y formatos de audio. Desde el nacimiento de las estaciones de radio hasta la actualidad podemos identificar que existen tres tipos: las radios comerciales o radios privadas, que su funcionamiento depende de las empresas o formas comerciales que contratan un espacio para pautar su publicidad. Las radios públicas, estas no pueden pautar ya que son usadas como medios oficiales para comunicación a la ciudadanía, y pertenecen al grupo denominado Medios Públicos EP. Las radios comunitarias, este tipo de estación no tiene fines de lucro, y su propósito es favorecer el desarrollo de una población o comunidad, este tipo de estaciones se encuentran agrupadas en la Coordinadora de Medios Comunitarios Populares y Educativos del Ecuador (CORAPE). En base a estas características la Universidad Técnica de Cotopaxi ha visto el interés de tener un medio público propio, sin fines de lucro, con el propósito de mantener informada a la comunidad universitaria y ciudadana. Buscando la participación de los jóvenes de la Facultad de Comunicación Social y pobladores de la Latacunga y sus alrededores. i ABSTRACT This research work is intended to show that radio is the most suitable means of

communication, due to its coverage and scope. The radio medium has been evolving in all its fields, especially in the technical field since with the advancement of technology the transmitters have been improving their properties and audio formats. From the birth of radio stations to the present we can identify that there are three types: commercial radios or private radios, that their operation depends on the companies or commercial forms that hire a space to guide their advertising. Public radios, these can't schedule as they are used as official means for communication to citizens, and belong to the group called EP Public Media. Community radios, this type of station is not for profit, and its purpose is to favor the development of a population or community, these types of stations are grouped in the Coordinator of Popular and Educational Community Media of Ecuador (CORAPE). Based on these characteristics, the Technical University of Cotopaxi has seen the interest of having its own nonprofit public environment, with the purpose of keeping the university and citizen community informed. Seeking the participation of young people from the Faculty of Social Communication and residents of Latacunga and its surroundings. ii INTRODUCCIÓN La Universidad Técnica de Cotopaxi, UTC, con el fin de mejorar e interactuar con sus estudiantes de la Facultad de Comunicación Social, se ha planteado implementar una estación de radio FM con sus respectivos estudios para generar y editar audios los cuales serán transmitidos desde su estación ubicada en el cerro Pilisurco, la programación y generación de audio estará a cargo de los estudiantes de la UTC, con el fin de facilitar el aprendizaje de los alumnos al momento de interactuar con la sociedad, manteniendo una radio interactiva con contenidos educativos. El proyecto combinará el uso convencional de la radio como un medio de difusión, con la aplicación de los principios educativos, basados en la participación de la audiencia. El término "interactivo" es utilizado, simplemente, para denotar la actividad que involucra a los alumnos cuando escuchan los programas de radio. La Universidad Técnica de Cotopaxi con este proyecto estará a la vanguardia a nivel regional y nacional en la creación y difusión de contenidos educativos, culturales e informativos cuyos resultados sumados a la tecnología de primera a ser implementada sean producto de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la universidad en sus distintas especialidades, tales como la Facultad de Comunicación Social. Antecedentes de la situación objeto de estudio. En el trabajo de tesis desarrollado en la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), sobre la "ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN FM CON COBERTURA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA". Realizado por Juan Fernando Guzmán Pereira. Habla sobre los parámetros técnicos que debe cumplir las estaciones de radiodifusión FM, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y operación de las mismas sin causar problemas a estaciones existentes. Este trabajo se lo realizó para la provincia de Pichincha. (Guzman Pereira, 2012) En el trabajo de tesis desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sobre el "PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIO COMUNITARIA EN LA PARROQUIA DE GUAYLLBAMBA". Realizado por Doris Viviana Álvarez, Santiago Daniel Enríquez y María Belén Hurtado. Habla sobre la importancia que tiene la radiodifusión FM como medio de comunicación las cuales pueden ser de tipo comercial o de tipo comunitario, para este proyecto se planteó la implementación de la radio Comunitaria de la parroquia de Guayllabamba la cual se encuentra ajustada de acuerdo a su presupuesto económico con una limitante de equipos para su transmisión, sin embargo, es una propuesta válida para comunicación eficaz en sus alrededores. (Álvarez Puma, Enriquez Panchi, & Hurtado Calderón, 2013) La Universidad Técnica de Cotopaxi con el fin de mantener informada a la comunidad, tanto universitaria como ciudadana en Latacunga y sus alrededores se ha planteado implementar y poner en operación un medio de comunicación social de tipo público oficial para lo cual realizó sus trámites pertinentes para la asignación de

frecuencias y equipos necesarios para su funcionamiento. (ARCOTEL, Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvo título habilitante para instalar una radio en Latacunga, 2018) La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, luego del trámite previsto [en la Ley Orgánica de Comunicación y Ley Orgánica de Telecomunicaciones](#), otorgó a la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante resolución No. ARCOTEL 2018-0563 de fecha 02 de Julio del 2018, el título habilitante para la autorización de radiodifusión sonora FM de carácter público a denominarse "UTC RADIO", matriz en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, por un plazo de 15 años. (ARCOTEL, Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvo título habilitante para instalar una radio en Latacunga, 2018) Presentación y justificación del problema. La Universidad Técnica de Cotopaxi no cuenta con una radio para solventar las necesidades de comunicación y convivencia con la ciudadanía, la cual es sumamente necesaria para la interrelación de los estudiantes de la Facultad de Comunicación Social. Para que la Universidad Técnica de Cotopaxi, pueda adquirir, instalar y poner a punto y operar el sistema de radiodifusión a denominarse UTC RADIO, dentro de los años otorgados en el título habilitante antes referido, requiere contratar un proveedor, que este calificado en el SERCOP y tenga la capacidad de brindar el aprovisionamiento, montaje, instalación y puesta en marcha de los equipos y servicios necesarios para la implementación de la UTC RADIO en la frecuencia 102.9 MHz del servicio de radiodifusión sonora FM; y de esta manera sustentar las necesidades de difusión que la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene de sus distintas actividades, dependencia, facultades, etc. El 13 de septiembre de 2018, la Universidad Técnica de Cotopaxi, UTC. Realiza la convocatoria para participar en el proceso COTBS-UTC-001-2018 (ADQUISICIÓN DE EQUIPO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA RADIO UNIVERSITARIA, UTC RADIO) con un presupuesto asignado de 160.000,00 (ciento sesenta mil con 00/100, Dólares Americanos más IVA) En la cual resultó ganadora la Empresa Audio, Video y Comunicaciones ADVICOM CIA LTDA. La misma que realizó su oferta en base a los requerimientos planteados en los pliegos técnicos indicados por la Universidad Técnica de Cotopaxi. Cuyo contrato se firmó el 13 de octubre de 2018 por un valor de 147.200,00 (ciento cuarenta y siete mil doscientos con 00/100, Dólares Americanos más IVA). La instalación del sistema de transmisión de la UTC RADIO debe realizarse bajo normas técnicas que permitan una óptima operación cumpliendo los parámetros técnicos autorizados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. Objetivo General ? Desarrollar un sistema de transmisión FM y enlace STL para la Universidad Técnica de Cotopaxi. Objetivos Específicos ? Verificar el espectro radioeléctrico con el fin de garantizar que las frecuencias asignadas a UTC Radio se encuentren libres. ? Diseñar e implementar un tablero de control del sistema eléctrico con sus respectivas protecciones. ? Diseñar mediante un modelo de propagación empírico el sistema de radio enlace en la frecuencia 421.44MHz y contrastar los cálculos teóricos utilizando el software Radio Mobile. ? Diseñar el sistema en base a los parámetros autorizados por la ARCOTEL. ? Instalar un sistema de radio enlace STL desde los estudios ubicados en Latacunga hacia el cerro Pilisurco, en la frecuencia 421.44MHz, autorizada por la ARCOTEL ? Implementar un sistema de transmisión en el cerro Pilisurco, conformado por un transmisor de estado sólido FM, de 2500W de potencia y un sistema radiante conformado por 4 antenas de FM. ? Calibrar parámetros de operación en el transmisor de FM utilizando el analizador de espectros, para garantizar su buen funcionamiento y evitar interferencia de canal adyacentes y cocanal. ? Realizar pruebas y mediciones de cobertura utilizando el medidor de campo, para verificar que se cumpla con las intensidades de campo de cobertura principal y secundaria especificadas por la ARCOTEL. Alcance Mediante un analizador de espectros se realizará un análisis de frecuencias de la banda FM y de la banda de los 400MHz para verificar la disponibilidad de las frecuencias asignadas. Se Implementará un sistema de transmisión

FM en el cerro Pilisurco, conformado por un arreglo de 4 antenas de doble dipolo cruzado en V y un transmisor FM de 2500 W. Se Implementará un enlace STL desde la ciudad de Latacunga al cerro Pilisurco en la banda de 400MHz. Al finalizar el proyecto se realizará la entrega recepción de todos los equipos en pleno funcionamiento a satisfacción de la UTC Radio, lo cual será supervisado y aprobado por la Empresa ADVICOM CIA LTDA que es la encargada de proveer, implementar y poner en operación la estación. La documentación que se entregará de forma detallada será una memoria técnica la cual incluirá, planos de la estación, diagramas de diseño eléctrico, red y audio, test report emitidos por los fabricantes de los equipos y pruebas de cobertura de la señal al aire. Descripción de Capítulos La presente implementación está estructurada en cuatro capítulos. El primero muestra la fundamentación teórica del proyecto argumentando desde el punto de vista científico y tecnológico, se abordarán temas como el origen de la radio FM, servicios y sus elementos, de igual forma los requisitos necesarios para el otorgamiento de títulos habilitantes. En el segundo capítulo, se presenta lo concerniente al marco metodológico de la investigación, en donde se aplicó todo lo definido en el Plan del Proyecto Integrador de Carrera, métodos utilizados para el desarrollo del proyecto. En el tercer capítulo se establece el análisis geográfico para la ubicación correcta del Transmisor FM, perfiles topográficos, así como también los formularios requeridos por el ARCOTEL para solicitar el uso de frecuencias. Se realiza el cálculo matemático para obtener la potencia efectiva radiada y su cálculo de enlace, se profundiza la descripción de los equipos como el transmisor VS2.5, radioenlace DTS4B/BRS4B, antenas paraflector PR-410 y sistema radiante de 4 antenas FM dipolos en V AT12-202. Finalmente, el último capítulo se refiere al proceso de implementación del sistema, presentado de forma coherente la puesta en marcha con sus resultados y pruebas de funcionamiento.

**CAPÍTULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

**1.1 Espectro radioeléctrico** El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. (CONATEL, 2019) Figura 1. 1 Espectro radioeléctrico. Fuente: (CONATEL, 2019)

**1.2 Señal de radio FM** FM significa frecuencia modulada; es una técnica que permite transmitir información a través de una onda portadora, variando su frecuencia. La FCC ha asignado una banda de frecuencias de 20 MHz al servicio de emisiones de FM, que va de los 88 a los 108 MHz. Esta banda de 20 MHz se divide en canales de 100 y 200 kHz de ancho que comienzan en 88.1 MHz; es decir, 88.3 MHz, 88.5 MHz y así sucesivamente. Para obtener una música de alta calidad y confiable, la desviación máxima de frecuencia permitida es 75 kHz con una frecuencia máxima de señal moduladora de 15 kHz. De acuerdo con la ecuación 1.1, el índice de modulación en el peor de los casos, es decir, la relación de desviación, para un canal comercial es  $75 \text{ kHz} / 15 \text{ kHz} = 5$ . De acuerdo con la tabla de funciones de Bessel, se producen ocho pares de frecuencias laterales significativas cuando el índice de modulación es 5. Por consiguiente, de acuerdo con la ecuación 1.1, el ancho de banda mínimo y necesario para pasar todas las frecuencias laterales significativas es  $B = 2(8 \times 15 \text{ Hz}) = 240 \text{ kHz}$ , que es 40 kHz mayor que el ancho de banda asignado por la FCC. En esencia, esto quiere decir que se permite que las frecuencias laterales máximas de un canal entren a canales adyacentes, produciendo una interferencia llamada interferencia por canal adyacente. En general eso no constituye un problema, porque históricamente la FCC sólo ha asignado uno de cada dos canales, es decir, un canal sí y uno no, en un área geográfica dada. Por consiguiente, hay casi siempre una banda de protección de 200 kHz a cada lado de cada canal asignado. Además, el séptimo y octavo conjuntos de frecuencias laterales tienen poca potencia, y también es muy improbable obtener alguna vez la máxima desviación de frecuencia a la frecuencia máxima de señal moduladora. Es irónico que, si se usa la aproximación de Carson, el

ancho de banda para los canales comerciales es  $2(75 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz}) = 180 \text{ kHz}$ , bastante bien dentro de los límites de banda asignados por la FCC.

1.3 Ancho de banda de Bessel  $A(Fz) = 2(m \cdot fm)$  Ecuación 1. 1 Ancho de banda de Bessel En donde B = Ancho de banda de Bessel (Hz)  $n =$  Cantidad de bandas laterales significativas  $fm =$  Frecuencia de la señal moduladora (Hertz). 1.4 Norma Técnica Servicio de Radiodifusión Sonora FM Los parámetros técnicos de una estación de radiodifusión sonora FM, así como sus emisiones deben estar de acuerdo con la presente norma técnica establecida por el ente regulador ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones). 1.4 .1 Ancho de banda. El ancho de banda es de 220kHz para estereofónico (con modulación de audio) y 180 kHz para monofónico (audio de Micrófonos), con una tolerancia de hasta un 5%, En la figura 1.2 se puede apreciar la medición del ancho de banda a -26dB. Figura 1. 2 Medición de ancho de banda 1.4.2 Porcentaje de modulación No debe exceder los siguientes valores en las crestas de recurrencia frecuente: Para sistemas monofónicos o estereofónicos, únicamente 100%. Si éstos utilizan una sub-portadora: 95%. Si utilizan dos a más sub-portadoras: 100%. 1.4.3 Potencia de operación Es la potencia de salida del equipo transmisor en vatios (watts) que se suministra al sistema radiante. 1.4.4 Potencia efectiva radiada (P.E.R.). Será determinada en vatios (watts) sobre la base de la aplicación de la relación matemática siguiente: La Resolución N° 072-04-CONATEL-2010 establece el procedimiento para la determinación de la Potencia Efectiva Radiada mediante la ecuación 1.2.  $F(dBd) - Pérdidas(dB) = P.E.R.(kW) = PT(kV) * 10 [ 10 ]$  Ecuación 1. 2 Potencia Efectiva Radiada Dónde: PT es la potencia nominal del transmisor (kW) G (dBd) es la ganancia del arreglo (sistema radiante) Pérdidas (dB) correspondientes a líneas de transmisión, conectores, etc. 1.4.5 Niveles de emisión no esenciales Deben atenuarse con un mínimo de 80 dB por debajo de la potencia media del ancho de banda autorizado y con una modulación del 100%. 1.4.6 Intensidad de campo mínima a proteger Los valores de intensidad de campo eléctrico, deben ser medidos a un nivel de 10 metros sobre el suelo en espacio abierto con línea de vista directa y serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura según lo establecido: En el borde del área de cobertura principal: Para Monofónicos  $\geq 48 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  Para Estereofónicos  $\geq 54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  En el borde del área de cobertura secundaria: Para Monofónicos  $\geq 30 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y  $< 48 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ . Para Estereofónicos  $\geq 50 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  y  $< 54 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  1.5 Generación y emisión de señal MPX. En la figura 1.3 se muestra como la señal múltiple se forma en base a los canales de audio principal R y L, estos son algebraicamente codificados en suma (L + R) y la diferencia de las señales (L-R). Un receptor mono utilizará sólo la señal L + R por lo cual el oyente escuchará ambos canales a través del único altavoz. Un receptor estéreo se sumará la señal de diferencia a la señal suma para recuperar el canal izquierdo, y restar la señal de diferencia de la suma para recuperar el canal derecho. Esta señal compuesta, junto con cualquier otro sub-portadoras, ingresan a ser moduladas por el transmisor de FM. Figura 1. 3 Generación señal MPX Fuente: (Cuellas, 2016) 1.6 División de frecuencia de la señal MPX La señal MPX tiene un ancho de banda de 100kHz. Es importante también que el audio se recorte a 15kHz tanto en la Señal L+R como en la L-R, para no interferir con servicios contiguos, en la figura 1.4 se muestra la división frecuencial de la señal MPX. ? 30Hz a 15kHz: Señal suma. ? 19 kHz: Piloto estéreo ? 23kHz a 53kHz: Señal resta. ? 57kHz: Servicio de datos RDS ? 67kHz a 94kHz: Servicios SCA Figura 1. 4 División espectral señal MPX Fuente: (fmuser, 2015) 1.7 Cálculo zona de Fresnel Las zonas de Fresnel son unos elipsoides, que rodean al haz directo de un enlace radioeléctrico y que se definen a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. En la figura 1.5 se muestra cómo se aplica los elementos de la ecuación 1.3 y se puede observar que la parte sombreada de color gris es el obstáculo que se tiene entre ambos edificios. Un enlace radioeléctrico inalámbrico debe cumplir con 2 condiciones: ? Tener línea de vista. ? Zona



de Fresnel libre al 60% (en caso de ser enlace sobre suelo sólido) y del 100% (en caso de enlace sobre agua). Figura 1. 5 Ejemplo de zona de Fresnel Fuente: (Molina, 2018) Para calcular la primera zona de Fresnel se utiliza la ecuación 1.3.  $m. c1. c2 rn = 547,723 \sqrt{( f. c )}$  Ecuación 1. 3

Primera zona Fresnel Dónde: •  $rn$  es el radio de la  $n$ -ésima zona de Fresnel [m]. •  $d1$  es la distancia desde el transmisor al objeto en [Km]. •  $d2$  es la distancia desde el objeto al receptor en [Km]. •  $d$  es la distancia total del enlace en [Km]. •  $f$  es la frecuencia en [MHz].

1.8 Longitud de onda Una onda es una perturbación que se propaga a través de un determinado medio o en el vacío, con transporte de energía, pero sin transporte de materia. La longitud de onda es la distancia entre dos crestas consecutivas de la onda electromagnética como se muestra en la figura 1.6, es inversamente proporcional a la frecuencia y, por lo tanto a la energía de la onda. El rango visible del espectro electromagnético, el que es capaz de percibir el ojo humano, es el de longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nanómetros. Figura 1. 6 Longitud de onda Fuente: (BITACORA DE FISICA, s.f.) La longitud de onda se la puede calcular con la ecuación 1.4.  $\lambda = A f$  Ecuación 1. 4 Cálculo longitud de onda Dónde:  $C$  = Velocidad de la luz (300000000 m/s)  $f$  = Frecuencia en (Hz)  $\lambda$  = Longitud de onda (m)

CAPÍTULO 2 MARCO METODOLOGICO  
CAPÍTULO 2 MARCO METODOLÓGICO Este capítulo plantea aspectos metodológicos que se utilizaron para realizar el presente proyecto tratándose de la Implementación del sistema de radiocomunicación perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicada en la ciudad de Latacunga, dicho proyecto permite a los alumnos de la facultad de Comunicación Social a interactuar con la sociedad mediante entrevistas o dando comunicados generales por medio de la radio FM. Además, se describe el tipo de investigación realizado, las herramientas y fases de la implementación efectuado durante el desarrollo del proyecto.

2.1 Tipo de investigación utilizada El modelo de investigación se basa en "como debería ser las cosas para poder alcanzar determinados objetivos con el fin de que se desarrollen adecuadamente" Se debe seguir una serie consecutiva de pasos para el desarrollo factible de un proyecto aplicado parámetros establecidos. Acogiendo lo expuesto anteriormente se define que la investigación es de tipo Proyectiva debido a que, partiendo de estudios de implementaciones anteriores sobre sistemas de radiodifusión se estable un nuevo estudio para las características que debe cumplir el proyecto para la UTC Radio, brindando aporte importante a la vanguardia tecnológica. Dando mejoras a la Universidad Técnica de Cotopaxi en cuestión de infraestructura, comunicación, economía, prestación del servicio permanente y eficiente.

2.2 Técnicas para recolección de datos Este punto se refiere a las diversas técnicas que se ha utilizado para la recolección de datos que servirán para buscar soluciones al problema, esta información es de mucha importancia ya que debido a la información recolectada se puede respaldar la propuesta planteada. Pues basándose en lo expuesto anteriormente y centrándose al proyecto de implementación del sistema de radiodifusión se realizó la recolección de datos y revisión de manuales técnicos indispensables para expandir propuestas al proyecto.

CAPÍTULO 2 MARCO METODOLOGICO 2.3 Fases del desarrollo Las fases que se detallan a continuación, se basan en el procedimiento a realizar según las etapas que se ejecutarán y servirá para la solvencia del problema planteado. En la primera fase se establece la ubicación geográfica que posee el lugar donde va a ser colocada la estación repetidora y los estudios de la UTC; la segunda fase se realiza simulaciones para verificar coberturas a 360° alrededor de la estación repetidora, tomando en cuenta las distancias que se requiere y valores técnicos ingresados al simulador; mientras que en la tercera fase, se establece equipos que cumplan con las características técnicas iguales o aproximadas a los datos ingresados al simulador; durante la cuarta fase, se llevó a cabo la configuración en cada uno de los equipos, ingresando las frecuencias exactas otorgadas por el ente regulador; en la quinta fase, se

procedido a la ubicación de los equipos tanto en el cerro Pilisurco y en el Estudio Matriz; para culminar con la sexta fase, realizando las distintas pruebas de funcionamiento desde la estación Pilisurco hacia los equipos receptores de radio FM. Cada una de las fases se expone a continuación.

Fase I. Estado de la Geografía para estación de transmisión y estudios. Se realizó el estudio para la ubicación del repetidor en el cerro Pilisurco en la ciudad de Ambato, lugar con una línea de vista mayor a un 60% hacia Latacunga y Salcedo, línea de vista completa hacia Ambato, Mocha Quero y otras, se elaboró los perfiles topográficos para cada uno de los radiales desde 0° a 360°.

Fase II. Simulaciones Luego de haber verificado el lugar geográfico se procede a realizar las simulaciones en el software radio Mobile estableciendo valores adecuados para cubrir el área donde opera la UTC Radio con la cobertura necesaria.

Fase III. Verificación de equipos que cumplan las características técnicas Luego de simular la cobertura del sistema con valores técnicos asumidos inicialmente en radio Mobile se procede a decidir qué equipos utilizar, que vayan con los parámetros técnicos que se utilizó en la simulación como potencia del transmisor, ganancia de la antena, rangos de operación y umbral de recepción. Cabe indicar que los equipos deben cumplir con los términos de referencia establecidos por la UTC.

CAPÍTULO 2 MARCO METODOLOGICO Fase IV. Programación de los distintos equipos En la fase IV se procedió a la configuración de los equipos de radiodifusión y enlace STL, ajustando a las frecuencias otorgada por la ARCOTEL.

Fase V. Instalación del Hardware En esta fase se procedió a la instalación del hardware de todo el sistema, como instalación de las antenas, transmisor FM y sistema de enlace STL en cada uno de los sitios asignados respectivamente como en el cerro Pilisurco y en los estudios de la UTC Radio ubicado en Latacunga.

Fase VI. Pruebas de Funcionamiento En la fase sexta y última se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento respectivas, utilizando un receptor de FM y un medidor de campo de marca Promax modelo TV Explorer con antena patrón marca Promax modelo AMC1, realizando un recorrido por las distintas parroquias cercanas a la estación central como Ambato, Salcedo, Quero, Pujilí, Saquisilí, Mocha, Pelileo y entre otras, validando la calidad de audio de recepción de acuerdo a la normativa técnica establecida para radiodifusión sonora FM.

CAPÍTULO 3 PROPUESTA 3.1 Análisis de la ubicación del repetidor Latacunga y las ciudades aledañas como Saquisilí, Pujilí, Salcedo, Píllaro, Ambato, Tisaleo, Cevallos, Quero, Pelileo, Mocha, entre otras, son lugares principales donde la radio de la UTC tendrá cobertura. Vale decir que las ciudades mencionadas están situadas entre montañas a su alrededor como el cerro Putzalahua, Jimpe, Niton, y Pilisurco cada uno con línea de vista hacia la ciudad de Latacunga, sin embargo con la ayuda de Google Earth se definió que el cerro más adecuado para la ubicación del transmisor es el cerro Pilisurco, puesto que está a una altura de 4110 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) a comparación del cerro Niton que se encuentra a 2800 m.s.n.m, cerro Llimpe que se encuentra a 3600m.s.n.m, y cerro Putzalahua que se encuentra a 3500 m.s.n.m. Además, se ha tomado en consideración que la línea de vista que posee el cerro Pilisurco incluye sitios del centro, sur y norte de Latacunga donde se obtendría cobertura hacia esos sectores, incluso en esta ubicación se tiene acceso al servicio de energía eléctrica, torre e infraestructura disponible para la instalación de las antenas y el transmisor. La Figura 3.1 representa el área de cobertura que básicamente se necesita cubrir, sin embargo, con línea de vista desde el cerro Pilisurco y con un arreglo de 4 antenas modelo AT12-202 de polarización circular se podrá cubrir más lugares de la ciudad de Latacunga.

Figura 3. 1 Estación cerro Pilisurco La cobertura principal y de prioritaria de UTC Radio es la ciudad de Latacunga, ya que su campus se encuentra en esta ciudad, sin embargo, existen las ciudades aledañas de importancia que deben ser cubiertas. Tomando en consideración lo anterior se concluye que la irradiación de la antena necesariamente debe ser polarización circular es decir en 268° horizontal y 97° en vertical de tal manera que cubra la

mayor área posible. De igual manera se instalará un sistema de radioenlace STL con una distancia aproximada de 37km, desde los estudios de la UTC en la ciudad de Latacunga hacia el cerro Pilisurco en la ciudad de Ambato, el cual transportará la señal de audio en MPX.

### 3.1.1 Datos de la ubicación del transmisor FM. Es importante tener el conocimiento que la ARCOTEL tiene establecido ubicaciones exactas de todas las elevaciones homologadas que pueden ser usadas para la ubicación de antenas y repetidores que brinden distintos servicios de comunicación, sin embargo, se ha tomado coordenadas con GPS del lugar de la estación en el cerro Pilisurco que se muestra en la Tabla 3.1

Coordenadas ubicación del cerro Pilisurco	Nombre	Latitud	Longitud
Cantón H s.n.m. (m)	Ocupación	Porcentajes %	Disponibilidad
Cerro Pilisurco	01° 9'16.68"S	78°39'57.12"W	Ambato 4116 0,00 100

Se debe considerar que la infraestructura y torre de viento no es propiedad de la UTC por lo tanto se tiene que arrendar el sitio a la comunidad.

### 3.2 Análisis técnicos de los equipos. Cabe recalcar que en el mercado existen diferentes tipos de marcas y modelos de transmisores de FM, pero en la implementación es importante determinar las características técnicas sin importar la marca, el objetivo es levantar todo el sistema y lograr la cobertura necesaria para cubrir las distintas zonas posibles. Para elegir cada uno de los equipos se ha tomado en cuenta la normativa técnica que estipula ARCOTEL y los términos de referencia establecidos por la UTC.

#### 3.2.1 Características del transmisor Sin importar marca, hay que tomar en cuenta que existen diferentes tipos de transmisores FM que tienen la característica técnica de operar en el rango de 87.5-108 MHz y 2000W a la vez tomando en consideración los términos de referencia, para esta implementación se utilizará el equipo VS2.5 de estado sólido debido a que trabaja con sistema digital y analógico que servirá a la UTC a futuro para la migración a radio digital en donde no sería necesario reemplazar el repetidor si no solo configurarlo, esto representaría un beneficio tanto económico y a su vez tecnológico para la compañía a continuación se presenta las características técnicas.

Transmisor FM controlado electrónicamente 100% Estado sólido Potencia máxima 2800 Interfaz gráfica con display LCD 4 pallet de amplificación 2 fuentes de poder DC switching Excitador Digital DDS y controlador integrado Cumple Normas FCC / IC / CE. E-mail notificación para alarmas a través del internet USB Audio backup Gestión remota Voltaje alimentación 180Vac-220 VAC

Tabla 3. 2 Especificaciones técnicas del transmisor
Potencia máxima 0 - 2800 W
Rango de frecuencias 87.5 - 108 MHz
Eficiencia 66%
Tipo de Emisión 220KF8EHN
Impedancia de Salida 50 Ω
Tipo de conector RF 7/8" EIA, Hembra

Figura 3. 2 Transmisor FM VS 2.5 Pasos de Frecuencia 10 kHz Peso 29,5 kg Fuente: (Nautel , 2019) Fuente: (Nautel , 2019)

#### 3.2.2 Sistema radiante y lóbulo de radiación El sistema radiante estará compuesto por un arreglo de 4 antenas F.M dipolo en V el cual está representado en la figura 3.3, y cuyo patrón de radiación para polarización vertical y horizontal se muestra en la figura 3.4. las características técnicas de las antenas se encuentran en la tabla 3.3.

Figura 3. 3 Antena FM
Fuente: (RYMSA, 2019)

Tabla 3. 3 Especificaciones antena FM
Tipo de Antena Antena FM tipo dipolo en V
Marca RYMSA Modelo AT12-202
Rango de frecuencias 87.5 - 108 MHz
ROE < 1,4:1 (-15,5 dB)
Polarización Circular
Potencia DIN 7/16: 2.5 kW; EIA 7/8": 5 kW
Impedancia 50 Ω
Conectores EIA 7 / 8" o 7/16 DIN
Ganancia 1.1 dB
Materiales Acero galvanizado
Rango de temperatura -40°C a +80°C

Fuente: (RYMSA, 2019)

Figura 3. 4 Arreglo de 4 antenas y patrón de radiación Fuente: (Advicom, 2019) Para el caso de análisis el sistema radiante estará apuntado en un azimut de 8.6° y una inclinación de 4°.

#### 3.2.3 Cálculo de ganancia De conformidad a las especificaciones técnicas de la antena propuesta, para un arreglo de 4 antenas se tiene una ganancia total de 7.1 dBd, por lo que se considera este dato para la elaboración del estudio técnico.

Tabla 3. 4 Características sistema de antenas.	
Numero antena	Ganancia de Bays
1 por bay	1 máxima (dBd)
1.1	Peso (kg)
20	Carga de viento

(@160km/h 0.3kN Altura del sistema (mm) 1191 2 1 4.1 40 0.6kN 3800 4 1 7.1 80 1.2kN 9017 6 1 8.9 120 1.8kN 14234 8 1 10.1 160 2.4kN 19452 10 1 11.1 200 3.0kN 24669 12 1 11.9 240 3.6kN 29886 Fuente: (Advicom, 2019) 3.2.4 Cables RF Para la conexión desde el transmisor hasta el sistema radiante, se utilizará líneas de transmisión de cable coaxial Marca Commscope modelo AVA5-50A de 7/8", la cual tiene las siguientes características técnicas: Tabla 3. 5 Especificaciones técnicas cable coaxial AVA5-50A Dimensión 7/8" Potencia máxima a 100MHz 7.23kW Impedancia 50 Ω Máxima frecuencia 5000 MHz Atenuación @ 100 MHz 1.162 dB / 100m Velocidad 91% Conductor externo Cobre corrugado Conductor interno Tubo de cobre Material dieléctrico Espuma Figura 3. 5 Cable coaxial AVA5-50A Peso 0,45 kg/m Conector AL5E78-PS Fuente: (COMMSCOPE, 2019) 3.2.5 Potencia de operación La potencia nominal de operación con la cual trabajará el equipo transmisor de señal FM será de 2000 W. 3.2.6 Determinación de pérdidas. Los valores de las pérdidas se encuentran relacionados a las especificaciones del fabricante. Tabla 3. 6 Datos de pérdidas Tipo de pérdida [dB] Líneas de transmisión 0.35 Conectores 0.5 Adicionales (curvas, acoples) 0.5 Total de pérdidas 1.35 3.2.7 Cálculo de la P.E.R. Aplicando la ecuación 1.2 se realiza el cálculo de la potencia efectiva radiada.  $P. E. R. (V) = PT(V) * 10^{[F (dBd) - Pdrdidar (dB) / 10]}$   $P. E. R. (V) = 2000V * 10^{[7,1 dBd - 01,35 dB]}$   $P. E. R. (V) = 7516,75 W$  3.3 Predicción de cobertura. De conformidad a la Norma Técnica de Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica el área de cobertura de la presente solicitud corresponde a la zona geográfica FT001, la cual está definida de la siguiente manera: Tabla 3. 7 Área de operación zonal ZONA GEOGRAFICA DESCRIPCION DE LA ZONA GEOGRAFICA [FT001 Provincias de Cotopaxi y Tungurahua, excepto la parte occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi \(cantones Pangua, La Maná, parroquia Pilaló \(cantón Pujilí\)\).](#) Fuente: (ARCOTEL) La Norma Técnica de Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica establece niveles de intensidad de campo de 54 dBμV/m para la cobertura primaria y 50 dBμV/m para la cobertura secundaria. 3.3.1 Perfiles topográficos. Se determina los perfiles topográficos en radiales cada 45° con distancia entre 0 y 50 km, desde el transmisor ubicado en el cerro Pilisurco hacia los diferentes sectores, utilizando el programa Google Earth. Lo cual podemos observar en la figura 3.6 Figura 3. 6 Radiales de cobertura CERRO PILISURCO – AZIMUT 0° La figura 3.7, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 0° de azimut, sin tener ningún tipo de obstrucción. Figura 3. 7 Perfil topográfico 0° CERRO PILISURCO – AZIMUT 45° La figura 3.8, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 45° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 19km, cabe indicar que a partir de esta distancia no existe ninguna población. Figura 3. 8 Perfil topográfico 45° CERRO PILISURCO – AZIMUT 90° La figura 3.9, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 90° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 25km, cabe indicar que a partir de esta distancia no existe ninguna población. Figura 3. 9 Perfil topográfico 90° CERRO PILISURCO – AZIMUT 135° La figura 3.10, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 135° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa desde los 19 - 22km, cabe indicar que a los 26km se encuentra en un valle el cantón Patate, por lo cual en este sector la intensidad de campo tiene valores de cobertura secundaria. Figura 3. 10 Perfil topográfico 135° CERRO PILISURCO – AZIMUT 180° La figura 3.11, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 180° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa a partir de los 38km, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones. Figura 3. 11 Perfil topográfico 180° CERRO PILISURCO – AZIMUT 225° La figura 3.12, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 225° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones.

Figura 3. 12 Perfil topográfico 225° CERRO PILISURCO – AZIMUT 270° La figura 3.13, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 270° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones. Figura 3. 13 Perfil topográfico 270° CERRO PILISURCO – AZIMUT 315° La figura 3.13, muestra el perfil topográfico desde el transmisor, con un radial dirigido a 270° de azimut, con obstrucciones de una zona montañosa casi en toda su área, cabe indicar que en este sector montañoso no existe poblaciones. Figura 3. 14 Perfil topográfico 315°

3.3.2 Método de cálculo Se utilizan las recomendaciones y procesos de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), realizando predicciones de señal en azimuts cada 30 grados desde 0 a 360 grados. Para el cálculo de la predicción del área de cobertura se utilizan las curvas de propagación para tierra (50% de los emplazamientos y 50% de tiempo) que se indican a continuación en la figura 3.15 y figura 3.16, las cuales representan los valores de intensidad de campo a las frecuencias nominales de 30 a 250 MHz en función de diversos parámetros, así como un factor de corrección de la atenuación en función de la distancia, la cual se puede ver en la figura 3.16

Figura 3. 15 Intensidad de campo (dBuV/m) para 1kW de potencia radiada aparente. Fuente: (ITU-R P.370-7, s.f.) Figura 3. 16 Intensidad de campo estimada para una altura de antena receptora de 9.1 m Fuente: (BPR-3, 2012) Figura 3. 17 Factor de corrección de la atenuación en función de la distancia  $d$  (km) y  $\Delta h$  Fuente: (ITU-R P.370-7, s.f.) Se realiza interpolación y extrapolación de los valores obtenidos a esos valores de frecuencia nominal para obtener los valores de la intensidad de campo, obteniéndose los siguientes resultados:

3.3.2.1 Cálculo de la altura efectiva de la antena. En base a los radiales trazados en la figura 3.6 se obtiene las alturas del perfil topográfico para sacar el promedio y obtener la altura efectiva de la antena ( $h_1$  en metros),  $h_1$  se obtiene de restar la altura del sitio de transmisión y la altura promedio, más la altura de las antenas, la misma que se encuentra detallada en la tabla 3.8.

DISTANCIA (Km)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
3	3856,3	3749,6	3667,0	3556,4	3500,8	3567,1	3682,4	3797,8	3810,0	3979,8	4078,8	3904,1
5,5	3359,2	3175,6	3018,5	2886,2	2957,3	3026,1	3371,1	3538,2	3682,1	3871,5	3788,9	3567,4
8	3063,1	2860,6	2679,6	2707,7	2747,2	2687,9	3193,2	3343,9	3876,9	3959,0	3919,1	3403,6
10,5	2939,3	2753,7	2622,2	2660,1	2658,1	2565,4	3062,7	3408,1	3921,7	3912,2	3916,6	3281,4
13	2965,8	2645,4	2611,9	2789,4	2685,4	2474,5	3023,7	3388,8	3918,3	3912,2	4061,5	3315,8
15,5	2958,2	2633,8	2916,7	2878,6	2661,4	2648,6	3086,6	3064,8	4098,5	4328,9	4191,5	3393,4
18	2929,8	2691,0	3074,0	3195,5	2353,6	2700,9	3096,9	3142,9	3981,7	3938,0	4176,4	3675,0
20,5	2934,0	2755,9	3104,0	3469,9	2554,2	2703,2	3198,3	3400,1	3513,1	3938,0	4324,2	3778,6
23	2945,4	3353,6	3310,8	3837,7	2909,9	2707,1	3276,7	3637,5	3783,4	3805,3	4068,4	3790,1
25,5	2939,9	3201,7	3306,9	4157,0	3477,3	2906,8	3466,9	4037,9	4019,8	3903,3	4074,2	3779,1
28	2877,1	3087,2	3634,7	3977,6	3777,3	2822,4	3516,4	4200,3	4127,9	3382,4	4347,6	4075,1
30,5	2892,4	3324,0	3811,1	4225,5	3157,8	2873,1	3229,0	4227,0	4066,6	3046,9	4124,7	4074,2
33	2924,8	3500,1	3867,9	3974,1	2581,9	3173,9	3577,1	4252,4	4009,5	2931,5	4222,1	3992,3
35,5	2923,5	3704,9	4020,2	4026,7	2767,3	2507,1	3850,3	4542,5	3713,5	2949,4	3735,7	3933,5
PROMEDIO	3036,3	3102,7	3260,4	3453,0	2913,5	2811,7	3330,8	3713,0	3894,5	3704,2	4073,6	3711,7
Altura Antena (m)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Altura sitio TX (msnm)	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115	4115
Altura efectiva $h_1$ (m)	1103,7	1037,4	879,6	687,0	1226,5	1328,3	809,2	427,0	245,5	435,8	66,5	428,3

3.3.2.2 Intensidad de campo dBuV/m para 1kW de P.E.R. En base a la figura 3.15 y 3.16 se determinar el nivel de intensidad de campo, considerando que la altura de las antenas es 25m en la torre. El detalle se muestra en la tabla 3.9.

Tabla 3. 9 Intensidad de campo dBuV/m para 1kW de P.E.R DISTANCIA (Km) 0°

30° 60° 90° 120° 150° 180° 210° 240° 270° 300° 330° 10 64 62 55 55  
60 60 62 63 64 64 64 64 12,5 62 60 53 53 58 58 60 61 62 62 62 62 15  
60 58 51 51 56 56 58 59 60 60 60 60 17,5 58 56 49 49 54 54 56 57 58  
58 58 58 20 56 54 47 47 52 52 54 55 56 56 56 56 22,5 53 52 45 45 49  
49 52 53 53 53 53 25 51 50 43 43 47 47 50 51 51 51 51 27,5 49  
48 41 41 45 45 48 49 49 49 49 30 47 46 39 39 43 43 46 47 47 47 47  
47 32,5 45 43 36 36 41 41 43 44 45 45 45 45 35 43 41 34 34 39 39 41  
42 43 43 43 43 37,5 41 39 32 32 37 37 39 40 41 41 41 41 40 39 37 30  
30 35 35 37 38 39 39 39 42,5 36 35 28 28 32 32 35 36 36 36 36 36  
45 34 33 26 26 30 30 33 34 34 34 34 47,5 32 31 24 24 28 28 31 32  
32 32 32 50 30 29 22 22 26 26 29 30 30 30 30 3.3.2.3 Factor de  
corrección de potencia (dBk) Fcp. Para la corrección del factor de potencia  
aplicamos la ecuación 3.1, para determinar su valor en dBk, cuyo  
resultado se muestra en la tabla 3.10  $E_{cp} = 10 \log P + E_a - K_i$  Ecuación 3.  
1 Factor de corrección de potencia Donde: P = Potencia de Tx (kW) Ga =  
Ganancia de antena (dB) Li = Pérdidas en línea de transmisión. Para  
realizar el cálculo del Fcp, tenemos los siguientes datos: Potencia del  
transmisor: 2000W Potencia del transmisor en dBk: 3.0103 dBk Pérdidas  
de la línea de transmisión y conectores: 1.35dB Tabla 3. 10 Factor de  
corrección de potencia (Fcp) 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180° 210° 240°  
270° 300° 330° Ganancia antena(dB) 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1  
7,1 7,1 7,1 Fcp (dBk) 8,76 8,76 8,76 8,76 8,76 8,76 8,76 8,76 8,76  
8,76 8,76 3.3.2.4 Cálculo de variación de altura ΔH. En la tabla 3.11 se  
tiene el resumen de las alturas en cada radial, para lograr el dato  
estadístico de la variación de altura usando de el decil al 10% y al 90%.  
Tabla 3. 11 Detalle de variación de altura ΔH DISTANCIA (Km) 0° 30° 60°  
90° 120° 150° 180° 210° 240° 270° 300° 330° 10 2934 2755,9 3104  
3469,9 2554,2 2703,2 31938 3400,1 3513,1 3938 4324,2 3778,6 12,5  
2339,9 3201,7 3306,9 4157 3477,3 2906,8 3466,9 4037,9 4019,8 3903,3  
4074,2 3779,1 15 2924,8 3500,1 3867,9 3974,1 2581,9 3173,9 3577,1  
4252,4 4009,5 2931,5 4222,1 3992,3 17,5 2893,8 2684,3 3126,6 3055,9  
2494,1 2688,6 3090,8 3167,8 4025,1 3971,9 4204,8 3619,9 20 2911,1  
2752,3 3085,2 3450,1 2449 2598,7 3166,7 3403,5 3700,3 4107,4 4243,3  
3779,8 22,5 2933,2 3173,4 3243,9 3716,5 2749,4 2739,2 3248,7 3500,8  
3694 3729,5 4118,8 3833,3 25 2912,5 3214,3 3197,9 4193,4 3413,4  
2832,8 3408,1 4038,4 3978,5 3961,5 4018,7 3758,6 27,5 2877,9 3205,2  
3648,8 3844,6 3649,8 2921,3 3527,6 4147,2 4188,4 3569,8 4374 3958,4  
30 2903,1 3283,6 3766,1 3999,1 3331,3 2821,7 3220,1 40349 4119,9  
3569,8 4157 4158,4 32,5 2934,7 3462,2 3970,4 4020,2 2754,4 3185,4  
3482,7 4226,5 3988,1 3569,8 4236,3 4086,5 35 2920,3 3699,4 4045,4  
4070 2780,1 2557,9 3810,2 4438,7 3774 2948 3757,5 3833,4 37,5  
2987,1 3820 3889,4 3882,2 3509 2414,2 4125 4860,1 3746,9 2755,4  
3692,4 3682,9 40 3105,5 3761,9 3787,4 3559,7 3418,8 2845,5 4140  
4906,1 3780,2 2287,4 3195,5 3412,7 42,5 3132,2 3625,3 3742,8 3513,2  
2873,8 3112,8 3584,7 4600,9 3611,6 2236,4 2463,1 3430,1 45 3169,6  
3685,7 3617,7 3849,4 2248,5 3112,8 3383,5 4312,6 3526,9 2236,4  
2220,1 3077,8 47,5 3255,9 3503,2 3569,9 3582 2248,5 2939,3 2979,8  
4189,9 3609 953,8 1932,7 3222,8 50 3366,3 3873 3209 3906,5 2124  
3606,8 2836,9 4156,5 3605,9 793,6 1682,4 2854,7 Decil D1 (10%)  
2899,4 2754,5 3117,6 3462 2248,5 2582,4 3046,4 3402,1 3574,3 1723,4  
2105,1 3164,8 Decil D1 (90%) 3204,1 3785,1 3921,8 4104,8 3490 3178,5  
3936,1 4704,6 4063 3965,7 4275,7 4030 ΔH (m) 304,74 1030,7 804,24  
342,82 1241,5 596,12 889,72 1302,4 488,72 2242,3 2170,5 865,18 3.4  
Diagrama de cobertura. De la predicción de cobertura se desprende que la  
estación con una intensidad de campo de 54 dBμV/m cubre a las ciudades  
de Ambato, Latacunga, Saquisilí, Pujilí, San Miguel de Salcedo, Santiago  
de Píllaro, Patate, Tisaleo, San Pedro de Pelileo, Cevallos, Quero, Mocha.  
Esto se presentan en las figuras 3.18 y 3.19 Figura 3. 18 Predicción de  
cobertura teórica Figura 3. 19 Simulación de cobertura teórica vista  
satelital 3.5 Enlaces auxiliares. 3.5.1 Enlace Estudio – Transmisor (STL).  
Para el enlace estudio - transmisor (STL) se implementará un enlace

radioeléctrico en la banda de 417,5 – 430 MHz desde la Av. Simón Rodríguez s/n, Barrio El Ejido – San Felipe, campus matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, lugar donde se instalará el estudio de la estación matriz, hacia el transmisor del Cerro Pilisurco. La tabla Tabla 3. 12

Coordenadas sitios de enlace STL Transmisor Receptor Dirección Estudio Latacunga Carro Pilisurco Coordenadas LATITUD LONGITUD LATITUD LONGITUD Geográficas (WGS84) 00°55'04.43"S 78°37'58.32"W 01°09'16.59"S 78°39'54.34"W Altura m.s.n.m 2791m 4115m

3.5.2 Perfil del enlace. La figura 3.20 muestra el perfil topográfico para el enlace de Estudios UTC hacia el cerro Pilisurco. La cual muestra que existe línea de vista directa con una distancia aproximada de 26,55km. Figura 3. 20 Perfil topográfico enlace Estudios – Pilisurco.

3.5.3 Equipos de transmisión y recepción de enlace. El equipo de enlace será de marca DB BROADCAST, modelo DTS4B para la transmisión y BRS4B para la recepción que trabaja en la banda de 310 a 470 MHz, cuya potencia máxima de operación es de 13 W. El equipo y sus especificaciones técnicas se muestran en la figura 3.21 y en la tabla 3.13.

Tabla 3. 13 Especificaciones del enlace STL

Potencia de salida 0-13W Rango de frecuencias 310 – 470 MHz Impedancia de salida 50 Ω Conector de salida N Hembra Tipo de modulación FM directa <-60 dBc con Synchronous AM S/N Ratio  $\Delta F \pm 75$  kHz

Figura 3. 21 Enlace STL marca DB Asynchronous AM S/N Ratio <-70 dBc Separación Estéreo > 55dB Fuente: (DB digital Broadcast, 2019) Mono S/N > 74 dB Estéreo S/N > 70 dB Sensibilidad recepción -68 dBm

3.5.4 Antena de transmisión de enlace. La antena de enlace a ser utilizada es de la marca KATHREIN/SCALA modelo PR- 410, que es una antena Paraflector que trabaja en la banda de 406 a 420 MHz, la antena y las especificaciones técnicas se muestran en la figura 3.22 y en la tabla 3.14.

Tabla 3. 14 Especificaciones antena PR-410 Tipo de antena Paraflector Rango de frecuencias 406 – 422 MHz Impedancia 50 Ω VSWR < 1.5:1 Polarización Horizontal y vertical Relación frente / espalda 25 dB Máxima potencia 100 W Ancho lóbulo horizontal (-3dB) 24° Ancho lóbulo vertical (-3dB) 32° Ganancia 17 dBi / 14.85 dBd

Figura 3. 22 Antena PR-410 Conector N Hembra Fuente: (Kathrien, 2019) Peso 17.2 Kg

3.5.5 Línea de transmisión. Para la conexión desde el transmisor hasta la antena de enlace y de la antena de recepción al equipo receptor de enlace, se utilizará líneas de transmisión de cable coaxial Marca Commscope modelo LDF4-50A de 1/2", el cable y las especificaciones técnicas se muestran en la figura 3.23 y en la tabla 3.15.

Tabla 3. 15 Especificaciones cable LDF4-50A

Figura 3. 23 Cable LDF4-50A Fuente: (COMMSCOPE, 2019) Dimensión Impedancia Máxima frecuencia Atenuación @ 400 MHz Velocidad Conductor externo Conductor interno Material dieléctrico Peso Conector 1/2" 50 Ω 8800 MHz 4.462 dB / 100m 88% Cobre corrugado Aluminio revestido de Cu Espuma 0,22 kg/m L4TNM-PSA

3.5.6 Potencia efectiva radiada P.E.R. Con la ayuda de la ecuación 1.2 se calcula la potencia efectiva radiada para el enlace. Teniendo en cuenta que la potencia nominal con la que trabajará el enlace será de 10W. Datos: Pérdida de línea de transmisión y conectores 1.11 dB Ganancia antena PR-410 14.85 dBd

$$P. E. R. (V) = PT(V) * 10^{[F (dBd) - Pdrdidar (dB) / 10]}$$

$$P. E. R. (V) = 10V * 10^{[14,85 dBd - 1,11 dB / 10]}$$

$$P. E. R. (V) = 236.59 W$$

3.5.7 Balance del enlace.

3.5.7.1 Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace radioeléctrico. En la figura 3.24 se muestra el diagrama de bloques de todos los elementos que interfieren en el cálculo de un enlace. Figura 3. 24

Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace radioeléctrico

3.5.7.2 Pérdidas en espacio libre. La potencia de una señal de radio se atenúa en el vacío o en el aire. La pérdida en espacio libre mide la dispersión de la potencia en un espacio libre sin obstáculo alguno a medida que la onda se esparce sobre una superficie mayor. La señal de radio se debilita mientras se expande en una superficie esférica.  $Ka = 32.45 + 20 \log(f) + 20 \log(c)$

Ecuación 3. 2 Pérdida de espacio libre

Dónde:  $Ka$  = Pérdida en espacio libre (dB)  $f$  = Frecuencia de operación (MHz)  $c$  = Distancia (km) Con la ayuda de la ecuación 3.2 se calcula las pérdidas de espacio libre  $Ka =$

$32.45 + 20 \log(420KEz) + 20 \log(26.55km) Ka = 113.39 cA$  3.5.7.3 Margen de desvanecimiento. El margen de desvanecimiento se encuentra establecido por la ecuación 3.3  $EK = 30 \log(c) + 10 \log(6AAf) - 10 \log(1 - R) - 70$  Ecuación 3. 3 Pérdida de espacio libre Dónde:  $EK =$  Margen de desvanecimiento (dB)  $c =$  Longitud del trayecto (km)  $A =$  Factor de rugosidad del medio  $B =$  Factor climático del medio  $f =$  Frecuencia de operación (GHz)  $(1 - R) = 1 - 0,999999$  (objetivo de confiabilidad del 99.9998%) Tabla 3. 16 Factor de rugosidad y climático del medio. Factor de rugosidad del medio Factor climático del medio Terreno plano o sobre agua 4 Región costera, cálido, áreas húmedas 0,5 Terreno promedio, rugosidad moderada 1 Región interior, temperatura moderada 0.25 Terreno montañoso o muy seco 0,25 Región montañoso o muy seca 0.125 Con la ecuación 3.3 se calcula el margen de desvanecimiento del enlace.  $EK = 30 \log(26.55km) + 10 \log(6 * 1 * 0.25 * 0.420) - 10 \log(1 - 0,999999) - 70 EK = 30.71 cA$  3.5.7.4 Potencia de recepción.  $PRX = PTX - KFa - Kda + Ea - Ka + Ea - Kda - KFa$  Ecuación 3. 4 Potencia de recepción Donde:  $PRX =$  Potencia de recepción (dBm)  $PTX =$  Potencia de transmisión (dBm)  $KFa =$  Pérdidas en filtros del transmisor (dB)  $Kda =$  Pérdidas de guía de onda del transmisor (dB)  $Ea =$  Ganancia de la antena de transmisión (dB)  $Ka =$  Pérdidas por trayectoria en el espacio libre (dB)  $Ea =$  Ganancia de la antena de recepción (dB)  $Kda =$  Pérdidas de guía de onda del receptor (dB)  $KFa =$  Pérdidas en filtros del receptor (dB) 3.5.7.5 Conversión de Watios a dBm. Los 10W con lo cual operara el transmisor STL se convierte a dBm  $10000mV PTX = 10 \log(1mV) = 40cAm$  Con la ayuda de la ecuación 3.4 se calcula la potencia de recepción, tomando en cuenta que esta debe ser mayor a la sensibilidad del equipo receptor.  $PRX = 40cAm - 1,11cA + 14,85cA - 113.39cA + 14,85 - 1.11cA PRX = -45,89cAm$  3.5.8 Apuntamiento de antenas. La figura 3.25 muestra el lóbulo de radiación de la antena de transmisión ubicada en los estudios de la UTC radio en la ciudad de Latacunga, con un azimut de  $187.8^\circ$  y elevación de  $2.7^\circ$ , hacia el cerro Pilisurco ubicado en la ciudad de Latacunga. Figura 3. 25 Apuntamiento de antena de transmisión. La figura 3.26 muestra el lóbulo de radiación de la antena de recepción ubicada en el cerro Pilisurco de la ciudad de Ambato, con un azimut de  $7.8^\circ$  y elevación de  $-3^\circ$ , hacia los estudios de la UTC radio ubicados en la ciudad de Latacunga. Figura 3. 26 Apuntamiento de antena de recepción 3.5.9 Simulación de enlace. Con la ayuda del software Radio Mobile se realiza la simulación del enlace para así garantizar la factibilidad el enlace. El detalle de simulación se muestra en la figura 3.27. Figura 3. 27 Simulación enlace estudios UTC Radio - Cerro Pilisurco 3.6 Estructura de la torre En la figura 3.28 se muestra la torre de transmisión tipo triangular soportada por tensores de 42 metros de altura Rhon 60x60 cm con tubo redondo de  $1 \frac{1}{2}$  ISOII con varilla lisa de 12mm, galvanizada por inmersión, en la que está colocado el sistema radiante a una altura del centro de fase de 25 metros. Figura 3. 28 Torre soportada por tensores. 3.7 Requisitos para radiodifusión sonora. Para la solicitud de asignación del uso de frecuencias, es necesario llenar varios formularios con información obtenida durante el capítulo 3 de propuesta que básicamente es el estudio técnico de ingeniería, el formulario se descarga de la página web del ARCOTEL, en el caso de [empresas públicas e instituciones del estado](#) se realiza el [Otorgamiento de Autorizaciones](#) cuya [adjudicación](#) es [directa](#). Para lo cual se debe cumplir los siguientes requisitos. [1. Solicitud General \(IT-CTDE-01, FO-CTDE-01\)](#) [2. Copia del documento de designación del representante legal debidamente inscrito ante la autoridad correspondiente.](#) [3. Documento que acredite que la empresa pública o institución pública solicitante, dispondrá de recursos para el equipamiento, instalación y puesta en operación del medio de comunicación público.](#) [4. Proyecto técnico. \(IT-CTDE-01, FO-CTDE-02 al FO-CTDE-06\)](#) [5. Plan estratégico.](#) [6. Proyecto comunicacional de acuerdo a las condiciones establecidas por el CORDICOM.](#) [7. Certificación de que la creación del medio de comunicación público es un proyecto de inversión social](#)



contemplado en los planes de desarrollo o del buen vivir, aprobado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES. 8. Documento que permita demostrar la capacidad de uso del lugar donde se instalará el transmisor de la estación (contrato de arrendamiento, título de propiedad u otro). 9. Plan de sostenibilidad económica. 10. Declaración juramentada otorgada por el representante legal en la que se manifieste que su representada no se encuentra incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley Orgánica de Comunicación, en los casos que aplique. 11. Certificado de no afectar a los sistemas de radionavegación aeronáutica emitido por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

3.8 Topología de conexiones. En la Figura 3.29 se establece el diagrama de conexión tanto del enlace STL y el transmisor FM con su sistema radiante. Figura 3.29 Topología de conexiones

3.9 Presupuesto para la implementación. En la Tabla 3.17 se encuentran detallado los equipos que se utilizarán para la implementación del sistema de radiodifusión FM de la radio pública UTC

Tabla 3.17 Equipos del sistema de radiodifusión para UTC Radio ITEM	CANTIDAD	ENLACE	STL	DESCRIPCIÓN
1	1	Radio enlace STL/UHF (TX & RX), marca: DB BROADCAST, modelo: DTS4B/BRS4B		
2	2	Antena para flector, marca: KATHREIN/SCALA, modelo: PR-410.		
3	50m	Cable coaxial dieléctrico de espuma de 1/2", Marca: COMMSCOPE, Modelo: LDF4-50A		
4	2	Conector coaxial, marca: COMMSCOPE, modelo: L4TNM-PSA, 50 OHMS		
5	1	Trípode de 6 m con tubo galvanizado por inmersión		
6	7	1	1	Kit de accesorios de instalación para cable LDF4-50A
ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN				
				Transmisor de estado sólido FM, serie VS, marca: NAUTEL, modelo: VS2.5.
8	1	Arreglo de 4 antenas FM dipolos en V, marca: RYMSA, modelo: 4xAT12-202.		
9	50m	Cable coaxial 7/8", marca: COMMSCOPE, modelo: AVA5-50A		
10	2	Conector coaxial 7/8", marca: COMMSCOPE, modelo: AL5E78-PS		
11	1	Kit de accesorios para instalación de cable coaxial 7/8"		
12	1	Regulador de voltaje automático PWM Monofásico de 10 KVA, marca: TSI POWER, modelo: VRP-10000-0230.		
13	1	Supresor de transientes, marca: LEA, modelo: SP-200.		
200	kA, 1 us	14	1	Gabinete cerrado, marca: BAECOUP, 24ur, tomas eléctricas y bandeja.
15	1	Kit de material eléctrico y accesorios de instalación		

Una vez establecido los equipos que se utilizará en el sistema radiodifusión de la UTC radio, se concluye que el presupuesto asignado para esta etapa del proyecto se encuentra valorado en \$ 66.940,00 USD.

#### CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN

##### 4.1 Frecuencias de operación.

Con la propuesta desarrollada en el Capítulo 3 donde se realiza la simulación y verificación de coberturas de igual forma el valor del presupuesto aprobado por la Universidad Técnica de Cotopaxi para adquisición de los equipos y por parte de la ARCOTEL la aprobación del uso de frecuencias para el transmisor ubicado en el cerro Pilisurco se asignó la frecuencia 102.9MHz con una potencia de 2000W y para el enlace STL la frecuencia 421,44 MHz con 10W de potencia y con antena en polarización horizontal, se pone en marcha la instalación.

##### 4.2 Instalación de equipo transmisor del enlace STL.

La figura 4.1 muestra el transmisor de enlace marca DB Broadcast modelo DTS4B con número de serie 04811100 con frecuencia 421.44MHz, instalado en el rack de destinado para alojar los equipos en los estudios de la UTC radio. Figura 4.1 Transmisor de enlace instalado en el rack

La figura 4.2 muestra la salida del cable LDF4-50A desde el rack hacia la terraza donde está instalada la antena. Figura 4.2 Tendido de cable LDF4-50A hacia la terraza

La figura 4.3 muestra la antena paralector, marca Kathrein, modelo PR-410, con número de serie LPL3762472, instalada en polarización horizontal en el trípode de 6m instalado en la terraza de los estudios de la UTC radio. Figura 4.3 Antena paralector de transmisión instalada en trípode

La figura 4.4 muestra la potencia de 10W con la cual está trabajando el enlace hacia el cerro Pilisurco. Figura 4.4 Transmisor de enlace operando con 10W

##### 4.3 Instalación de equipo receptor del enlace STL.

La figura 4.5 muestra el receptor de enlace, marca DB Broadcast, modelo BRS4B, con número de serie 93811100 con frecuencia seteada en 421.44MHz, instalado en el rack

destinado para alojar los equipos en el cerro Pilisurco. Figura 4. 5 Receptor de enlace instalado en rack de equipos La figura 4.6 muestra el ingreso del cable LDF4-50A hacia el interior de la caseta donde está instalado el receptor de enlace. Figura 4. 6 Ingreso de cables a la caseta La figura 4.7 muestra la antena paraflector, marca Kathrein, modelo PR-410, con número de serie LPL3762473, instalada en polarización horizontal a los 9m de altura en la torre. Figura 4. 7 Antena paraflector de recepción instalada en la torre La figura 4.8 muestra el nivel de recepción de -54dBm con la cual está trabajando el enlace Estudios hacia el cerro Pilisurco. Figura 4. 8 Receptor de enlace con -54dBm de nivel de señal. 4.4 Instalación del sistema eléctrico. La figura 4.9 muestra el tablero de distribución principal instalado para proveer de energía al rack de equipos. Figura 4. 9 Tablero de distribución de energía La figura 4.10 muestra el regulador de voltaje marca TSI Power de 10KVA instalado para estabilizar el voltaje que es inestable en el sector. Figura 4. 10 Regulador de voltaje 10KVA La figura 4.11 muestra el supresor de transcientes instalado para proteger los equipos de la estación de transmisión. Figura 4. 11 Supresor de transcientes 4.5 Instalación de ring de tierra. La figura 4.12 muestra el ring de tierra conformado por cable de cobre desnudo 1/0, suelda exotérmica y barra colectora implementado en el sector para protección de los equipos. Figura 4. 12 Ring de tierra La figura 4.13 muestra la barra colectora instalada en el interior de la caseta como punto central de derivación. Figura 4. 13 Barra colectora del ring de tierra 4.6 Instalación de sistema radiante. La figura 4.14 muestra el armado de las antenas marca Ryma, modelo AT12-202, con sus respectivos herrajes de sujeción. Figura 4. 14 Armado de antenas y herrajes de sujeción La figura 4.15 muestra la instalación de las antenas en la torre a los 36m de altura, las antenas y la línea de transmisión son elevadas hacia la torre con ayuda de un cabo y una polea. Figura 4. 15 Montaje de antenas en torre La figura 4.16 muestra la instalación del grounding kit instalado en la línea de transmisión AVA5-50A. Figura 4. 16 Instalación de grounding kit La figura 4.17 muestra la impermeabilización de los conectores de entrada y salida del distribuidor de potencia Figura 4. 17 Impermeabilización de conectores del distribuidor 4.7 Instalación de equipo transmisor FM La figura 4.18 muestra la instalación del transmisor FM marca Nautel modelo VS2.5 con número de serie 10005097 seteado en la frecuencia 102.9MHz, configurado para receptar fuente de audio en señal MPX. Figura 4. 18 Transmisor Nautel VS2.5. La figura 4.19 muestra la potencia de operación del transmisor, potencia directa de 2084W y potencia reflejada de 1W. Figura 4. 19 Transmisor operando con 2081W de potencia directa. 4.8 Ajustes de ancho de banda y modulación de audio. La figura 4.20 muestra la calibración de niveles de audio y modulación del transmisor de FM, nivel de audio con 0dB, modulación de audio al 100% y nivel de piloto en 10.5%, por la señal MPX viene los canales de audio estereofónico y el RDS. Figura 4. 20 Ajuste de niveles de audio y piloto de estéreo La figura 4.21 muestra el ancho de banda de 210KHz con el cual está funcionando el transmisor. Figura 4. 21 Ancho de banda en 210KHz La figura 4.22 muestra el consumo de corriente en 14 amperios cuando el transmisor está trabajando con 2081W. Figura 4. 22 Consumo de corriente de 14 amperios 4.9 Mediciones de campo. Una vez finalizada la calibración y ajustes se realizaron mediciones de campo, con el equipo de marca Promax modelo TV Explorer y la antena patrón AMC1 de marca Promax usando la configuración para receptar frecuencias de FM tal como se muestra en la figura 4.23. Figura 4. 23 Configuración 2 para BII (85 a 110MHz) Fuente: (PROMAX, 2019) Para realizar la medición de campo se toma como referencia la norma técnica para el servicio de radiodifusión sonora en frecuencia modulada analógica, la cual establece niveles de intensidad de campo mínima, para cobertura principal >54dBuV/m y para cobertura secundaria > 50dBuV/m y < a 54dBuV/m, la altura de la antena de recepción para la medición es de 9m. La medición de campo se la hizo en puntos estratégicos tales como: Ingahurco, Centro Cultural de la

Universidad Técnica de Ambato, Huachi, Querochaca, Tisaleo, Mocha, Cevallos, Pelileo, Patate, Salcedo, Latacunga, Pujilí y Saquisilí. La figura 4.24 muestra un ejemplo de la medición de la señal recibida en el aeropuerto de Latacunga. Figura 4. 24 Medición de campo con antena patrón a 9m de altura La figura 4.25 muestra la captura de pantalla del resultado de la medición realizada con el TV Explorer. Figura 4. 25 Nivel de recepción en aeropuerto de Latacunga Para obtener la intensidad de campo IC en dBuV/m se debe sumar la amplitud de señal recibida ME en dBuV y el factor K en dB/m, especificado por el fabricante de la antena patrón esta se encuentra expresado por la ecuación 4.1, para obtener el factor K se debe observar la figura 4.26  $EA = KE + K$  Ejemplo Ecuación 4. 1 Intensidad de campo Frecuencia = 102.9MHz Factor K para 102.9MHz = 11,4 dB/m ME = 60dBuV  $EA = 60cAuV + 11.4 cA/m$   $EA = 71.4cAuV/m$  Figura 4. 26 Factor K para antena AMC/1 Fuente: (PROMAX, 2019) 4.10 Resumen de equipos instalados. En la tabla 4.1 se encuentra detallado la marca, modelos y número de serie de los equipos que se encuentran instalados en el cerro Pilisurco y Estudios UTC Radio Tabla 4. 1 Detalle de equipos instalados. ITEM CANT. DESCRIP. MARCA MODELO S/N 1 1 Radioenlace STL/UHF (TX & RX), ajustado a la frecuencia 421.44MHz. DB BROADCAST DTS4B BRS4B 04811100 93811100 2 2 Antena paraflector KATHREIN/SCALA PR-410. LPL3762472 LPL3762473 3 50m Tramo de cable coaxial dieléctrico de espuma 1/2" COMMSCOPE LDF4-50A N/A 4 4 Conectores Coaxial,1/2" N MALE CONNECTOR, 50 Ohms COMMSCOPE L4TNM-PSA N/A 5 1 Transmisor de estado sólido FM 2.5kW NAUTEL VS2.5 10005097 6 1 Arreglo de 4 antenas FM dipolos en V. RYMSA 4xAT12-202 18-000005 18-000006 18-000007 18-000008 Distribuidor: 13-000060 7 50m Cable coaxial 7/8" COMMSCOPE AVA5-50A N/A 8 2 Conector coaxial 7/8" COMMSCOPE AL5E78-PS N/A 9 1 Regulador de Voltaje Automático PWM Monofásico 10 KVA TSI POWER VRP-10000- 0230 181201612 10 1 Supresor transientes 200kA, 1 us LEA SP-200 TR201800007565 11 1 Gabinete cerrado. BEAUCOUP 24UR N/A 4.11 Resultados obtenidos. La tabla 4.2 y la figura 4.27 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en Ingahurco. Tabla 4. 2 Resultados medición de campo Ingahurco LUGAR MEDICIÓN: Campus UTA Ingahurco COORDENADAS Latitud 1°14'1.45"S Longitud 78°37'0.99"O FRECUENCIA NOMBRE ME Factor K IC [MHz] ESTACIÓN [dBuV] [dB/m] [dBuv/m] 91,3 Radio Caracol 86,4 11,4 97,8 91,7 Radio Centro 83 11,4 94,4 94,9 Asamblea 82 11,4 93,4 100,1 BBN 78 11,4 89,4 100,5 Zaracay 80,5 11,4 91,9 100,9 Radio Fuego 85 11,4 96,4 101,3 Radio Identidad Fuera del aire 11,4 Fuera del aire 101,7 Radio Platinum 60 11,4 71,4 102,1 Estéreo Latacunga 38 11,4 49,4 102,5 La voz del agua sin señal 11,4 sin señal 102,9 Radio UTC 89 11,4 100,4 103,3 Límite FM sin señal 11,4 sin señal 103,7 Sonorama 44 11,4 55,4 104,1 Radio Primicias UTA 88,4 11,4 99,8 104,5 Radio Paz y Bien sin señal 11,4 sin señal 104,9 Radio Futura 68 11,4 79,4 105,3 Radio Publica 64 11,4 75,4 106,1 Radio Andina 68 11,4 79,4 106,5 Radio Canela 71 11,4 82,4 106,9 Radio Cotopaxi 69 11,4 80,4 107,3 Estéreo Familiar 49 11,4 60,4 107,7 Radio Hechizo sin señal 11,4 sin señal 120 100 80 60 40 20 0 IC [dBuv/m] Radio Caracol Radio Centro Asamblea BBN Zaracay Radio Fuego Radio... Radio Platinum Estereo... La voz del agua Radio UTC Limite FM Sonorama Radio... Radio Paz y... Radio Futura Radio Publica Radio Andina Radio Canela Radio Cotopaxi Estereo... Radio Hechizo IC [dBuv/m] Figura 4. 27 Resultado gráfico de medición de campo en Ingahurco La tabla 4.3 y la figura 4.28 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el Centro Cultural de la Universidad Técnica de Ambato. Tabla 4. 3 Resultados medición de campo Centro Cultural UTA LUGAR MEDICIÓN: Centro Cultural COORDENADAS Latitud 1°14'26.89"S Longitud 78°37'47.53"O FRECUENCIA NOMBRE ME Factor K IC [MHz] ESTACIÓN [dBuV] [dB/m] [dBuv/m] 91,3 Radio Caracol 85,8 11,4 97,2 91,7 Radio Centro 85,8 11,4 97,2 94,9 Asamblea 86 11,4 97,4 100,1 BBN 82 11,4 93,4 100,5 Zaracay 86,1 11,4 97,5 100,9 Radio Fuego 83,6 11,4 95 101,3 Radio Identidad

Fuera del aire 11,4 Fuera del aire 101,7 Radio Platinum 80,7 11,4 92,1 102,1 Estéreo Latacunga 53 11,4 64,4 102,5 La voz del agua sin señal 11,4 sin señal 102,9 Radio UTC 88 11,4 99,4 103,3 Límite FM 80,5 11,4 91,9 103,7 Sonorama 78 11,4 89,4 104,1 Radio Primicias UTA 88,7 11,4 100,1 104,5 Radio Paz y Bien 82,4 11,4 93,8 104,9 Radio Futura 78 11,4 89,4 105,3 Radio Publica sin señal 11,4 sin señal 106,1 Radio Andina 68 11,4 79,4 106,5 Radio Canela 76 11,4 87,4 106,9 Radio Cotopaxi sin señal 11,4 sin señal 107,3 Estéreo Familiar 76 11,4 87,4 107,7 Radio Hechizo 80 11,4 91,4 120 100 80 60 40 20 0 IC [dBuv/m] Radio Caracol Radio Centro Asamblea BBN Zaracay Radio Fuego Radio Identidad Radio Platinum Estereo... La voz del agua Radio UTC Limite FM Sonorama Radio Primicias... Radio Paz y Bien Radio Futura Radio Publica Radio Andina Radio Canela Radio Cotopaxi Estereo Familiar Radio Hechizo IC [dBuv/m] Figura 4. 28 Resultado gráfico de medición de campo en Centro Cultural UTA La tabla 4.4 y la figura 4.29 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el Campus Huachi de la ciudad de Ambato. Tabla 4. 4 Resultados medición de campo Campus Huachi. LUGAR MEDICIÓN: Campus Huachi COORDENADAS Latitud 1°16'6.13"S Longitud 78°37'26.55"O FRECUENCIA NOMBRE ME Factor K IC [MHz] ESTACIÓN [dBuV] [dB/m] [dBuv/m] 91,3 Radio Caracol 60,1 11,4 71,5 91,7 Radio Centro 65 11,4 76,4 94,9 Asamblea 66 11,4 77,4 100,1 BBN 56 11,4 67,4 100,5 Zaracay 47 11,4 58,4 100,9 Radio Fuego 55,1 11,4 66,5 101,3 Radio Identidad Fuera del aire 11,4 Fuera del aire 101,7 Radio Platinum 60 11,4 71,4 102,1 Estéreo Latacunga 34 11,4 45,4 102,5 La voz del agua 56 11,4 67,4 102,9 Radio UTC 71 11,4 82,4 103,3 Limite FM 57 11,4 68,4 103,7 Sonorama 55 11,4 66,4 104,1 Radio Primicias UTA 71,3 11,4 82,7 104,5 Radio Paz y Bien 66 11,4 77,4 104,9 Radio Futura 56 11,4 67,4 105,3 Radio Publica 50 11,4 61,4 106,1 Radio Andina 40 11,4 51,4 106,5 Radio Canela 63 11,4 74,4 106,9 Radio Cotopaxi 40 11,4 51,4 107,3 Estéreo Familiar 46 11,4 57,4 107,7 Radio Hechizo 52 11,4 63,4 IC [dBuv/m] 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 Radio Caracol Radio Centro Asamblea BBN Zaracay Radio Fuego Radio Identidad Radio Platinum Estereo Latacunga La voz del agua Radio UTC Limite FM Sonorama Radio Primicias... Radio Paz y Bien Radio Futura Radio Publica Radio Andina Radio Canela Radio Cotopaxi Estereo Familiar Radio Hechizo IC [dBuv/m] Figura 4. 29 Resultado gráfico de medición de campo en Campus Huachi. La tabla 4.5 y la figura 4.30 muestra la tabulación de los resultados obtenidos de la medición de campo realizada en el aeropuerto de Latacunga. Tabla 4. 5 Resultados medición de campo en el aeropuerto de Latacunga. LUGAR MEDICIÓN: AEROPUERTO DE LATACUNGA COORDENADAS Latitud 0°56'1.84"S Longitud 78°36'52.53"O FRECUENCIA NOMBRE ME Factor K IC [MHz] ESTACIÓN [dBuV] [dB/m] [dBuv/m] 91,3 Radio Caracol 46 11,4 57,4 91,7 Radio Centro 46,5 11,4 57,9 94,9 Asamblea 40 11,4 51,4 100,1 BBN 41 11,4 52,4 100,5 Zaracay 36 11,4 47,4 100,9 Radio Fuego 42 11,4 53,4 101,3 Radio Identidad 48 11,4 59,4 101,7 Radio Platinum 38 11,4 49,4 102,1 Estéreo Latacunga 63 11,4 74,4 102,5 La voz del agua sin señal 11,4 sin señal 102,9 Radio UTC 60 11,4 71,4 103,3 Límite FM 56 11,4 67,4 103,7 Sonorama 47 11,4 58,4 104,1 Radio Primicias UTA 41 11,4 52,4 104,5 Radio Paz y Bien 41,5 11,4 52,9 104,9 Radio Futura 35 11,4 46,4 105,3 Radio Publica 62 11,4 73,4 106,1 Radio Andina 56 11,4 67,4 106,5 Radio Canela 43 11,4 54,4 106,9 Radio Cotopaxi 57 11,4 68,4 107,3 Estéreo Familiar 45 11,4 56,4 107,7 Radio Hechizo 60 11,4 71,4 0 20 40 60 80 Figura 4. 30 Resultado gráfico de medición de campo en aeropuerto de Latacunga. Radio Caracol Radio Centro Asamblea BBN Zaracay Radio Fuego Radio... Radio... Estereo... La voz del... Radio UTC Limite FM Sonorama IC Radio... Radio Paz y... Radio Futura [dBuv/m] Radio Publica Radio Andina Radio Canela Radio... Estereo... Radio Hechizo [dBuv/m] IC CAPÍTULO 4 IMPLEMENTCIÓN 67 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CONCLUSIONES ? La implementación realizada para la UTC Radio obtuvo un resultado favorable ya que las condiciones geográficas en línea de vista que existe desde el cerro Pilisurco hacia

