



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y**

**REDES**

**“ESTUDIO TÉCNICO - ECONÓMICO - LEGAL PARA LA ESTACIÓN DE RADIO**

**DE LA ESPOCH DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**Presentado Por:**

**DIEGO FERNANDO CAJAS GARZÓN**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermana por toda una vida de apoyo,  
a mis maestros que con su tiempo me han brindado sabiduría,  
a mis amigos y compañeros por acompañarme en este viaje y  
en especial a mi esposa y a mis hijos por ser la luz al final del camino.

**DEDICATORIA**

A mi Flaca.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Menes  
**DECANO FACULTAD DE  
INFORMÁTICA Y  
ELECTRÓNICA**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr. Wilson Baldeón  
**DIRECTOR DE ESCUELA  
INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA EN  
TELECOMUNICACIONES  
Y REDES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Paul Romero  
**DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Wilson Zuñiga  
**MIEMBRO DEL  
TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Telgo. Carlos Rodríguez  
**DIR. DPTO.  
DOCUMENTACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

“Yo, Diego Fernando Cajas Garzón, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Diego Fernando Cajas Garzón

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>3D</b>	Tres dimensiones
<b>AM</b>	Amplitud Modulada
<b>ASK</b>	Amplitude Shift Keying (Modulación de Desplazamiento de Amplitud)
<b>CCIR</b>	Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio
<b>CONARTEL</b>	Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión.
<b>CONATEL</b>	Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
<b>dB</b>	Decibelio.
<b>dB<sub>i</sub></b>	Decibelio isótropo.
<b>EHF</b>	Extra High Frequency (Extra Alta Frecuencia)
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada
<b>FSK</b>	Frequency Shift Keying (Modulación de Desplazamiento de Frecuencia)
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
<b>HCJB</b>	Hoy Cristo Jesús Bendice
<b>HF</b>	High Frequency (Alta Frecuencia)
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estándares).
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
<b>LF</b>	Low Frequency (Baja Frecuencia)
<b>Mbps</b>	Mega Bits por Segundo.
<b>MF</b>	Medium Frequency (Frecuencia Media)
<b>MINTEL</b>	Ministerio de Telecomunicaciones
<b>MSNM</b>	Metros Sobre el Nivel de la Mar.
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio)
<b>PER</b>	Potencia Radiada Efectiva
<b>PM</b>	Phase Modulation (Modulación en Fase)
<b>PSK</b>	Phase Shift Keying (Modulación de Desplazamiento de Fase)
<b>RPM</b>	Revolución Por Minuto
<b>SENATEL</b>	Secretaría Nacional de Telecomunicación.
<b>SHF</b>	Super High Frequency (Super Alta Frecuencia)
<b>SUPERTEL</b>	Superintendencia de Telecomunicaciones.
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency (Frecuencias Ultra Altas).
<b>VHF</b>	Very High Frequency (Frecuencias Muy Altas).
<b>VLF</b>	Very Low Frequency (Frecuencias Muy Bajas).

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ECUACIONES

### CAPÍTULO I

**MARCO REFERENCIAL**..... - 16 -

1.1. ANTECEDENTES ..... - 16 -

1.2. JUSTIFICACIÓN ..... - 18 -

1.3. OBJETIVOS..... - 19 -

    1.3.1. OBJETIVO GENERAL:..... - 19 -

    1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:..... - 19 -

1.4. HIPÓTESIS. .... - 20 -

### CAPÍTULO II

**MARCO TEÓRICO**..... - 21 -

2.1. HISTORIA DE LA RADIO..... - 21 -

2.1.1 HISTORIA DE LA RADIODIFUSIÓN EN EL ECUADOR..... - 22 -

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS..... - 24 -

    2.2.1 ONDA ELECTROMAGNÉTICA..... - 24 -

    2.2.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO ..... - 26 -

    2.2.3 MODULACIÓN DE ONDA ..... - 27 -

        2.2.3.1 MODULACIÓN ANALÓGICA ..... - 28 -

            2.2.3.1.1 MODULACIÓN EN AMPLITUD ..... - 28 -

            2.2.3.1.2 MODULACIÓN EN FRECUENCIA..... - 29 -

                2.2.3.1.2.1 ÍNDICE DE MODULACIÓN..... - 29 -

                2.2.3.1.2.2 ANCHO DE BANDA DE TRANSMISIÓN FM..... - 30 -

                2.2.3.1.2.3 VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN FM. .... - 30 -

2.2.3.1.3 MODULACIÓN EN FASE.....	- 31 -
2.2.3.2 MODULACIÓN DIGITAL .....	- 31 -
2.2.3.2.1 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD (ASK).....	- 32 -
2.2.3.2.2 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA (FSK).....	- 32 -
2.2.3.2.3 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE FASE (PSK) .....	- 32 -
2.2.4. FENÓMENOS DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS .....	- 32 -
2.2.4.1 REFLEXIÓN DE ONDA.....	- 32 -
2.2.4.2 REFRACCIÓN DE ONDA .....	- 33 -
2.2.4.3 DIFRACCIÓN DE ONDA .....	- 34 -
2.2.5 ZONA DE FRESNEL.....	- 34 -
2.2.6 DECIBELIOS.....	- 36 -
2.2.7 ANTENAS.....	- 37 -
2.2.7.1 PARÁMETROS DE UNA ANTENA .....	- 38 -
2.3 PRESUPUESTO DEL ENLACE .....	- 40 -
2.3.1 LAS PÉRDIDAS .....	- 40 -
2.3.1.1 PÉRDIDAS EN LA ALIMENTACIÓN.....	- 40 -
2.3.1.2 PÉRDIDAS EN CABLES .....	- 40 -
2.3.1.3 PÉRDIDA POR TRAYECTORIA.....	- 41 -
2.3.1.4 PÉRDIDAS POR DESVANECIMIENTO .....	- 41 -
2.3.2 LAS GANANCIAS .....	- 41 -
2.3.2.1 POTENCIA DE TRANSMISIÓN .....	- 42 -
2.3.2.2 GANANCIA DE ANTENA.....	- 42 -
2.3.2.3 AMPLIFICADORES.....	- 42 -
2.3.3 SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR .....	- 43 -
2.3.4 RELACIÓN SEÑAL A RUIDO .....	- 43 -
2.3.4 ECUACIÓN FINAL DEL ENLACE .....	- 44 -
2.4 PROGRAMAS DE SIMULACIÓN DE ENLACES .....	- 44 -
2.4.1 MAPINFO .....	- 44 -
2.4.2 RADIOMOBILE.....	- 47 -

### **CAPÍTULO III**

<b>ESTUDIO PARA LA RADIO DE LA ESPOCH.....</b>	<b>- 49 -</b>
3.1 ESTUDIO TÉCNICO .....	- 49 -
3.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE LOS ENLACES .....	- 49 -
3.1.2 PERFIL TOPOGRÁFICO .....	- 50 -
3.1.3 CÁLCULO DE DISTANCIAS.....	- 50 -



3.1.4 SIMULACIÓN DEL ENLACE EN RADIO MOBILE.....	- 54 -
3.1.5 ANÁLISIS DE POTENCIA.....	- 55 -
3.1.6 CÁLCULO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL.....	- 56 -
3.1.7 ANÁLISIS DE COBERTURA.....	- 57 -
3.2 ESTUDIO LEGAL.....	- 58 -
3.2.1 MARCO REGULATORIO DE TELECOMUNICACIONES EN ECUADOR .....	- 58 -
3.2.1.1 DERECHO SOBRE EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO .....	- 58 -
3.2.1.2 ORGANISMOS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR.....	- 59 -
3.2.1.2.1 MINTEL.....	- 59 -
3.2.1.2.2 SENATEL .....	- 59 -
3.2.1.2.3 CONATEL.....	- 60 -
3.2.1.2.4 SUPERTEL.....	- 60 -
3.2.2 LEGISLACIÓN SOBRE LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS .....	- 61 -
3.2.2.1 REQUISITOS PARA LA ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN EL PAÍS.....	- 62 -
3.2.2.1.1 PERSONA NATURAL.....	- 62 -
3.2.2.1.2 PERSONA JURÍDICA.....	- 63 -
3.2.2.2 REQUISITOS ADICIONALES.....	- 63 -
3.3 ESTUDIO ECONÓMICO.....	- 66 -
3.3.1 INTRODUCCIÓN.....	- 66 -
3.3.2 COSTOS DE INVERSIÓN.....	- 66 -
3.3.2.1 COSTOS DE EQUIPOS .....	- 66 -
3.3.2.1.1 COSTOS DE EQUIPOS DE TRANSMISION .....	- 67 -
3.3.2.1.2 COSTOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LA TRANSMISIÓN.....	- 67 -
3.3.2.1.3 COSTOS DE EQUIPOS DEL ENLACE ENTRE LA ESPOCH Y EL CERRO HIGNU CACHA .....	- 68 -
3.3.2.2 COSTOS DE DIRECCION TÉCNICA .....	- 69 -
3.3.2.3 COSTOS DE ALQUILER DE TORRE Y CASETA EN EL CERRO HIGNU CACHA ....	- 70 -
3.3.2.4 TARIFAS PARA LA CONCESIÓN Y ALQUILER DE LA FRECUENCIA.....	- 70 -
3.3.3 INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO .....	- 71 -
3.3.4 FINANCIAMIENTO.....	- 71 -
 <b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....</b>	<b>- 73 -</b>
4.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	- 73 -

4.1.1 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LAS ENCUESTAS.....	- 74 -
4.1.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	- 77 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

ABSTRACT

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Onda Electromagnética.....	- 25 -
Figura II. 2 Características de una Onda.....	- 26 -
Figura II. 3 Modulación Analógica.....	- 28 -
Figura II. 4 Modulación Digital.....	- 31 -
Figura II. 5 Reflexión de Onda.....	- 33 -
Figura II. 6 Refracción de una Onda.....	- 33 -
Figura II. 7 Difracción de Onda.....	- 34 -
Figura II. 8 Radio de la Primera Zona de Fresnel.....	- 35 -
Figura II. 9 Patrón de Radiación de una Antena.....	- 38 -
Figura II. 10 Ancho del Haz.....	- 39 -
Figura II. 11 Mapinfo.....	- 46 -
Figura II.12 Radio Mobile.....	- 47 -
Figura III 1 Distancias ESPOCH - Cacha.....	- 52 -
Figura III 2 Perfil topográfico del Enlace.....	- 53 -
Figura III 3 Simulación enlace ESPOCH-Cacha en Radio Mobile.....	- 55 -
Figura IV. 1 Resultados Encuesta Pregunta 1.....	- 74 -
Figura IV. 3 Resultados Encuesta Pregunta 2.....	- 75 -
Figura IV. 4 Resultados Encuesta Pregunta 3.....	- 76 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II 1 División de Frecuencias para comunicación por Radio.....	- 27 -
Tabla II 2 Equivalencias Básicas en dBs .....	- 37 -
Tabla II 3 Ganancias de antenas comunes .....	- 42 -
Tabla III 1 Coordenadas Geográficas de los puntos del Radio Enlace.....	- 50 -
Tabla III 2 Costos Equipos de Transmisión.....	- 67 -
Tabla III 3 Costos de Equipos de Protección.....	- 68 -
Tabla III 4 Costos de Equipos de Enlace .....	- 69 -
Tabla III 5 Costos de Dirección Técnica .....	- 69 -
Tabla III 6 Costos de Alquiler Mensual en Cacha.....	- 70 -
Tabla III 7 Costos de Concesión y Alquiler de la Frecuencia .....	- 70 -
Tabla III 8 Inversión Total del Proyecto.....	- 71 -
Tabla III 9 Financiamiento. ....	- 72 -
Tabla IV. 1 Resultados Encuesta Pregunta 1 .....	- 74 -
Tabla IV. 2 Resultados Encuesta Pregunta 2 .....	- 75 -
Tabla IV. 4 Resultados Encuesta Pregunta 3 .....	- 76 -
Tabla IV. 5 Chi Cuadrado.....	- 77 -

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación II. 1.....	- 35 -
Ecuación II. 2.....	- 36 -
Ecuación II. 3.....	- 41 -
Ecuación II. 4.....	- 44 -
Ecuación II. 5.....	- 44 -

## INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de los tiempos, el poder comunicarnos entre los seres humanos ha sido la característica que nos diferencia del resto del mundo animal, esta particularidad nos ha llevado hasta la era de la información en la que actualmente nos encontramos, solo recordar que hace un poco más de 10 años, en el Ecuador, cualquier persona transitaba por la calle sin la necesidad de llevar un celular consigo, nos pone a pensar lo rápido que la tecnología se desarrolla y como esta se vuelve un arma indispensable en nuestro diario vivir.

Hace unos cientos de años tribus indias se comunicaban por medio de señales de humo, hoy son muchas más las maneras de comunicarse, y esta necesidad ha hecho que el hombre haga más eficiente cada vez los medios que se utilizan, por ejemplo el telégrafo, la televisión, ahora el internet y la radio, siendo este último en el que nos centraremos en esta investigación.

La radio es un medio poderoso que es mucho más accesible que la televisión y por su diseño alcanza lugares más lejanos, dos características que la hacen prevalecer hasta estos días, es el principal medio de comunicación en casos de emergencia, y en sitios inhóspitos es mucho más probable captar una onda de radio que una de televisión, por esto los hogares tal vez de todo el mundo poseen un aparato receptor de radio, el cual se usa por los general para escuchar música y para estar informado de la realidad actual.

La evolución de la radio no ha sido tan evidente como la del medio visual, que cada vez los televisores son más delgados y las imágenes podemos verlas ahora incluso en 3 dimensiones, pero desde sus inicios poco a poco se ha ido desarrollando y hoy contamos con gran calidad de audio por este medio, dispositivos receptores cada vez más pequeños, y los equipos transmisores cada vez más potentes y confiables.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo entiende la influencia que tiene el medio radial en la población y pretende que la colectividad de la ciudad de Riobamba y en futuro tal vez de todo el país se beneficien de programación sana, variada, con fines sociales, educativos, que mejoren la calidad de vida de las personas; además que la gente sepa de los reconocimientos y logros de los cuales la ESPOCH se ha hecho merecedora y de los galardones que seguramente seguirá recolectando.

Por esto y mucho más, el presente trabajo de tesis está enfocado en dar a la ESPOCH los recursos necesarios para la concesión de frecuencias de medios de comunicación (televisión), a través de un estudio de ingeniería acorde con los requerimientos establecidos por instituciones gubernamentales como SUPERTEL o CONATEL.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La comunicación vocal es una de las partes más importantes en el desarrollo humano. La necesidad del hombre de comunicarse a grandes distancias ha influido en su desarrollo en todos los niveles y en todas las épocas, desde niveles personales, hasta niveles económicos, desde desarrollos locales hasta desarrollos nacionales o continentales, desde la antigüedad hasta el presente.

Desde sus inicios la tecnología siempre ha intentado facilitar esta necesidad de comunicación, desde las primeras comunicaciones con señales de humo, pasando por el telégrafo, hasta las actuales comunicaciones por medio radio, televisión 3D, telefonía móvil entre otras que nos permiten comunicarnos desde casi cualquier localización del planeta, e incluso en la actualidad, se ha llegado a realizar comunicaciones desde el espacio.



En nuestro país la radiodifusión existe desde los años 30 cuando se consideraba la tecnología más avanzada y novedosa de aquel entonces, desde esos años hasta la fecha la manera en que nos comunicamos ha avanzado constantemente y de una manera acelerada, tanto que a inicios del siglo pasado la idea de ver y oír en vivo a una persona que se encuentre al otro lado del mundo debió haber sido sacado de un libro de ciencia ficción, lo cual hoy es una realidad tangible al alcance de la mayoría de personas. Pero aunque la tecnología mejore cada día, la radiodifusión nunca ha dejado de funcionar y tal vez nunca lo hará, es más, se vuelto un medio primordial de las comunicaciones de los países en todo el mundo, facilita el comercio, las ultimas noticias llegan a nosotros a través de este medio, y durante todo el día y la noche escuchamos tanto el último éxito de música como los recuerdos musicales más antiguos, incluso en los inicios de la radiodifusión; hasta la actualidad; pero en mucha menor intensidad, se escuchaban radionovelas que mantenían a los radioescuchas pegados a sus equipos.

La radiodifusión es uno de los medios más utilizados y más comunes de estos tiempos, está extendido a nivel mundial y los receptores son cada vez más accesibles, más pequeños y fáciles de usar. No es raro incluso encontrar celulares que tengan incorporado un receptor de radio FM y a veces también un radio AM. Aunque existan iPads y Tablets y cualquier equipo de última tecnología, siempre existirá la radio detrás de todos ellos.

Es bien sabido también que la radiodifusión es un negocio sustentable de gran acogida y que llega a todas las esferas sociales, además en una situación de emergencia la radio es el medio que siempre se recomienda para estar informado de la situación.

Las frecuencias que se usan para transmitir FM van desde los 87.9 MHz hasta los 108.1MHz siendo de estas las frecuencias libres las que pueden ser concesionadas por una persona natural o jurídica que desee transmitir a través de las mismas, después de cumplir algunos requisitos que exige la constitución.

Cualquier persona o institución legalmente constituida en el Ecuador puede administrar una frecuencia de radio siempre y cuando esta cumpla con ciertos requisitos (Marco legal de Telecomunicaciones) para su uso y su concesión.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta ya algún tiempo con una estación de radio que transmite audio streaming a través de internet, para ofrecer este servicio en especial, se demanda de un gran ancho de banda en cuanto a subida de datos y esto a la vez implica un gran gasto. La idea de la radio de la politécnica no es solo para transmitir a través de internet lo cual sería a un número limitado de radio oyentes sino transmitir a la ciudad de Riobamba y en un futuro a todo el Ecuador. Al ser la radio un medio de difusión masivo, es apropiado que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo dé a conocer, al menos a nivel de ciudad, el desarrollo tecnológico, científico, social, cultural y humanístico que le han hecho merecedor de varios reconocimientos, además de presentar una programación variada con enfoque educativo e informativo, que permita a las sociedades conocer de primera mano los hechos que acontecen en la provincia y el país, y fomentar la cultura teniendo programas educativos que incentiven a las personas a ser mejores cada día.

Esta investigación busca además revelar varios aspectos técnicos y económicos que mueven el motor de una empresa radial, explorar las ventajas y desventajas de los medios, sus fortalezas o debilidades, así como también la inversión necesaria para realizar dicho plan y también su rentabilidad, en base a la elección de los equipos, tecnologías empleadas, estándares y medios de transmisión, que se ajusten mejor a los requerimientos demandados.

Un adecuado estudio de los alcances de la radio, sus aplicaciones para el futuro y sus necesidades legales, daría a la ESPOCH una herramienta propicia para el desarrollo de

un proyecto de radiodifusión con visión hacia el futuro, merecedor de gran importancia, y que incluso permita la creación de nuevos puestos de trabajo y de esta manera ayude a la sociedad que la rodea, así como también a todas las personas que den cabida a una nueva radio en sus hogares.

Es importante recalcar que es preciso; además de los programas educativos que se difundirían con transmisiones diarias; implementar emisiones radiofónicas de servicio social que permitan a las personas contar con un medio que escuche sus necesidades y ayude a solucionar los problemas que día a día enfrentamos.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Realizar el Estudio Técnico - Económico - Legal para la estación de radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar el estudio de Ingeniería para delimitar el área de cobertura de transmisión de la estación de radio de la ESPOCH.
- Comparar las tecnologías y los equipos en cuanto a costos y rendimiento para recibir y transmitir la frecuencia de radio.
- Analizar los equipos o medios necesarios que la ESPOCH debería emplear para la transmisión y recepción de la estación de radio.

- Establecer el marco Legal que permita la concesión de una frecuencia de radio para la ESPOCH.

#### **1.4. HIPÓTESIS.**

Con el presente trabajo de investigación se pretenderá tener el estudio técnico, económico, legal que permita a la ESPOCH solicitar la concesión de una frecuencia y futura implementación de la estación de radio en la ciudad de Riobamba.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1. HISTORIA DE LA RADIO**

En si los antecedentes de la radio no significa que este apareció de la noche a la mañana, son una consecución de eventos que datan desde mediados del siglo XVIII en donde el telégrafo ya existía y los campos de propagación de la corriente eléctrica, descubiertos por Michael Faraday daban pie para que James Clerk Maxwell formulara sus famosas "Ecuaciones de Maxwell" en las cuales se cristalizaban las leyes elementales de la electricidad y el magnetismo.

Con la base establecida, Heinrich Rudolf Hertz, un físico alemán; corroboraba a Maxwell en sus ecuaciones y demuestra que la electricidad se puede propagar en forma de ondas electromagnéticas, por lo cual podríamos decir que con él se abre la puerta del desarrollo de la radio.

En los años subsiguientes existen algunas personas que hacen demostraciones de comunicación vía ondas de radio, Aleksander Stepánovich Popov en Rusia; Nikola

Tesla en Misuri y Guillermo Marconi en el Reino Unido, siendo este último el que la hizo práctica y envió señales radioeléctricas a la otra orilla del Atlántico.

Desde aquí a 1920 son muchas más personas las que ayudan al desarrollo de la misma y en este año existen las primeras emisiones de radio reguladas en Estados Unidos y también en Argentina; emisiones tal vez como las de hoy en día con programación musical, comercial, y también informativa.

En épocas actuales las bandas predominantes son las conocidas como AM y la FM, aunque la Amplitud Modulada existe desde los inicios de la radiodifusión y es mucho más susceptible a ruidos que la Frecuencia Modulada, existen muchas personas que todavía escuchan noticias, deportes, entre otras cosas en dicha Modulación tal vez por la costumbre o por la calidad de la información; pero la FM predomina por variedad y por nitidez de transmisión.

### **2.1.1 HISTORIA DE LA RADIODIFUSIÓN EN EL ECUADOR**

Aunque algunas personas en la actualidad piensen que la primera radio en el país solo fue un hobby para su creador, existen muchos datos muy interesantes acerca de los inicios de transmisiones radiofónicas en el Ecuador.

Como cualquier echo trascendental en la desarrollo de la humanidad existen varios atribuciones de donde fue el primer paso en cuanto a la radiodifusión en el país, en Guayaquil se dice que la primera transmisora cultural del puerto fue fundada por Francisco Andrade Arbaiza, con un transmisor construido en el barrio Las Peñas, el cual se llamaba "Radio París".

Pero en realidad las primeras transmisiones se realizan en la ciudad de Riobamba en la edad de oro de la ciudad en el año 1925 gracias al Ing. Carlos Cordovez Borja, riobambeño que estudio desde pequeño en el extranjero, primero en Austria y luego se graduó en 1910 en la Universidad de Yale de Ingeniero Electricista.

Cuando regreso tuvo muchos cargos importantes, pero su sueño se cristalizó al crear la radio "El Prado", la emisora más potente de América del Sur en los años treinta.

La primera transmisión fue entre el Colegio San Felipe, y un local de la Fábrica El Prado, el 27 de febrero de 1925, pero la primera edición formal fue en 1929, la fecha no es muy precisa según varios historiadores.

Gracias a las transmisiones de Radio "El Prado" en Riobamba, la Sultana de los Andes, se convirtió en la cuna de la radiodifusión en el Ecuador.

Después de varios años los dueños de la fábrica y la radio deciden radicarse en EEUU y lanzan sus últimas transmisiones en 1939.

Para ese entonces en 1931 se inició en Quito la emisora HCJB (Hoy Cristo Jesús Bendice) "La voz de los Andes", gracias a unos pastores evangélicos, que el siguiente año venden receptores que solo tenían la frecuencia de la radio pre-sincronizada.

En 1935 en Guayaquil se inicia la radio "El Telégrafo" de la prensa escrita del mismo nombre, tres años después en Cuenca se hacen emisiones radiofónicas desde un transmisor de 50 vatios estas transmisiones ya tenían horarios y responsables con programación variada y artistas en vivo, ya muy parecido a lo que tenemos actualmente.

Hay algunos hechos curiosos de ahí en adelante, como por ejemplo en la capital con la "Radio Quito" en 1949 emite una versión radiofónica de "La guerra de los Mundos", libro de Orson Wells, los quiteños entraron en pánico y cuando se anunció que era una historia de ciencia ficción se tomaron las instalaciones de la radio y la quemaron.

En Ambato luego del terremoto del 49 se crea la radio "La voz del progreso", la cual luego se unió a un consorcio Nacional, el cual transmitía novelas e historias como Kaliman, conocidas hasta la actualidad, esta radio se caracterizó por emitir programas creados y dramatizados en la misma estación con varios talentos ecuatorianos de ese entonces.

De ahí en adelante las estaciones siguen aumentando hasta épocas actuales en las que casi todo el Ecuador puede sintonizar una radiodifusora AM o FM, con transmisiones para todo gusto.

En 1996 se crea el extinto ya CONARTEL encargado en sus tiempos de autorizar las concesiones y regular la operación de las frecuencias tanto de Radio como de Televisión en el Ecuador, estas atribuciones se las encargo en los últimos años al CONATEL.

La Escuela Superior Politécnica del Chimborazo ha realizado también sus transmisiones, en 1991 por ejemplo se ubicó un transmisor de televisión en el Edificio Central el cual tuvo una programación continua alrededor de 6 meses tiempo en el cual transmitieron programas educativos, culturales y también; gracias a un convenio con el Programa de Ecuavisa "La Televisión" transmitían sus reportajes. La cobertura del canal abarcaba gran parte de la ciudad, era el canal 46 UHF, con un transmisor de 10 W, lastimosamente no se tramitó la concesión del estado para la frecuencia y se terminó las transmisiones.

## **2.2 CONCEPTOS BÁSICOS**

A continuación revisaremos información primordial teórica antes de pasar al estudio de ingeniería de los diferentes aspectos para la implementación de la radio de la ESPOCH en Riobamba.

### **2.2.1 ONDA ELECTROMAGNÉTICA**

Imaginémonos que lanzamos una piedra a un estanque, los rizos que se forman son en sí similares a una onda electromagnética.

Esta es una forma de propagación que se dispersa en el espacio, y su principal característica es que posee dos campos, uno eléctrico y uno magnético, que viajan perpendiculares entre sí. Dicha radiación puede viajar en el vacío a una velocidad cercana a los 300000km/h. Con esta velocidad podríamos dar la vuelta al globo terráqueo una séptima parte de segundo.



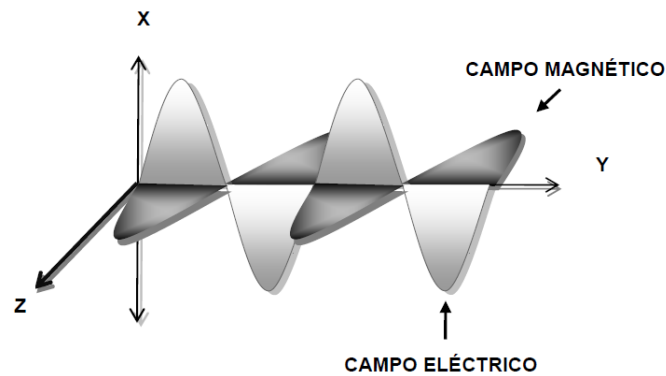


Figura II. 1 Onda Electromagnética

Existen cuatro características principales de una onda:

**Frecuencia:** Es el número de veces que una onda se repite en un determinado tiempo, en nuestro caso en un segundo, se lo mide en Hertz (Hz) por segundo, o ciclos por segundo y se lo representa con la letra ( $f$ ).

Otras unidades de frecuencias muy utilizadas son las "revoluciones por minuto" (RPM) y los "radianes por segundo" (rad/s).

**Período:** Es el tiempo que una onda tarda en completar una oscilación o un ciclo. Al ser tiempo se lo mide en segundos. El período es inversamente proporcional al período y se lo representa con la letra ( $T$ )

**Longitud:** La longitud de onda está determinada por la distancia horizontal entre el inicio y el fin de una onda, o la distancia entre un punto en la primera onda y el mismo punto en la siguiente. Se lo denomina con la letra griega lamda  $\lambda$  y se lo mide en metros.

**Amplitud:** Es la distancia entre el punto más alto o pico de la onda y el punto neutro o el eje horizontal, se lo denomina con la letra ( $A$ ), y su medida es según el caso en el que nos encontremos puede ser decibelios, metros, voltios, etc.

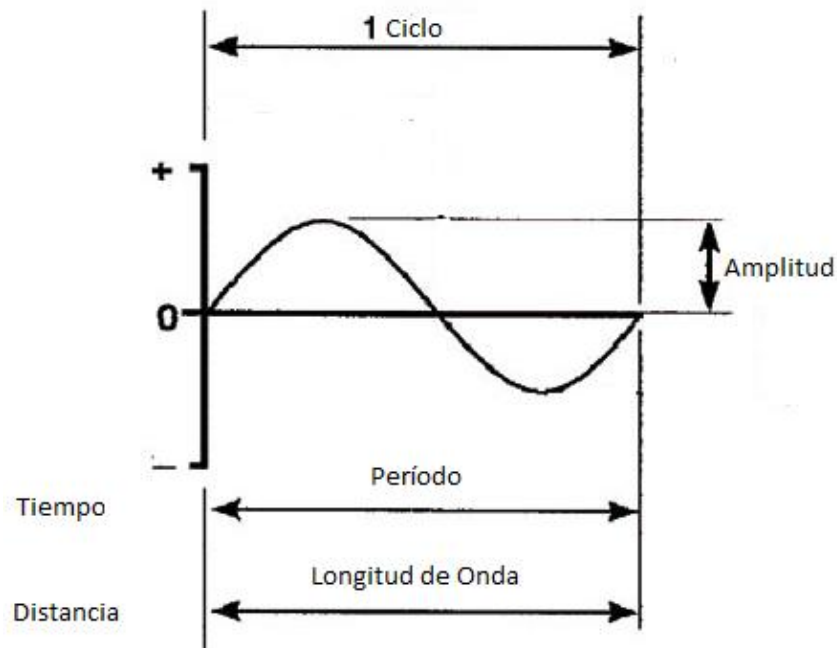


Figura II. 2 Características de una Onda

### 2.2.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Simplemente podríamos definirlo como todo el conjunto de las ondas electromagnéticas, estas van desde las de menor frecuencia, como las ondas de radio, hasta los rayos gamma con muchísima menor longitud de onda.

En este rango están las microondas, la luz visible, la cual también es una frecuencia, los rayos x, la luz ultravioleta entre otros.

Se diferencian de las ondas mecánicas en que no necesitan un medio material para trasladarse, pues se propagan por el vacío.

El Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio (CCIR) resolvió en el año 1953 dividir el espectro destinado para la comunicación por Radio en las bandas y utilidades más importantes descritas a continuación.

Nombre	Siglas	Rango de Frecuencias	Longitud de onda	Usos
Muy baja frecuencia	<b>VLF</b>	3–30 kHz	100–10 km	Radio Gran Alcance
Baja frecuencia	<b>LF</b>	30–300 kHz	10–1 km	Radio, Navegación
Media frecuencia	<b>MF</b>	300–3000 kHz	1 km – 100 m	Radio de onda media
Alta frecuencia	<b>HF</b>	3–30 MHz	100–10 m	Radio de onda corta
Muy alta frecuencia	<b>VHF</b>	30–300 MHz	10–1 m	TV, Radio
Ultra alta frecuencia	<b>UHF</b>	300–3000 MHz	1 m – 100 mm	Tv, Radar
Súper alta frecuencia	<b>SHF</b>	3-30 GHz	100-10 mm	Radar
Extra alta frecuencia	<b>EHF</b>	30-300 GHz	10–1 mm	Radar

Tabla II 1 División de Frecuencias para comunicación por Radio

### 2.2.3 MODULACIÓN DE ONDA

Modulación es básicamente las técnicas que se usan para transmitir información a través del espacio. Es un proceso mediante dicha información se inserta a un soporte de transmisión.

Hay que revisar que es la señal Moduladora y la señal Portadora:

Señal Moduladora: Es el mensaje, la información que queremos enviar.

Señal Portadora: Es la que a lo largo del mensaje se va modificando para poder transportar la información.

Existen muchas formas de modulación, pero básicamente se dividen en dos, modulación analógica y modulación digital.

### 2.2.3.1 MODULACIÓN ANALÓGICA

En este tipo de modulación tenemos tres tipos básicamente, presentados a continuación:

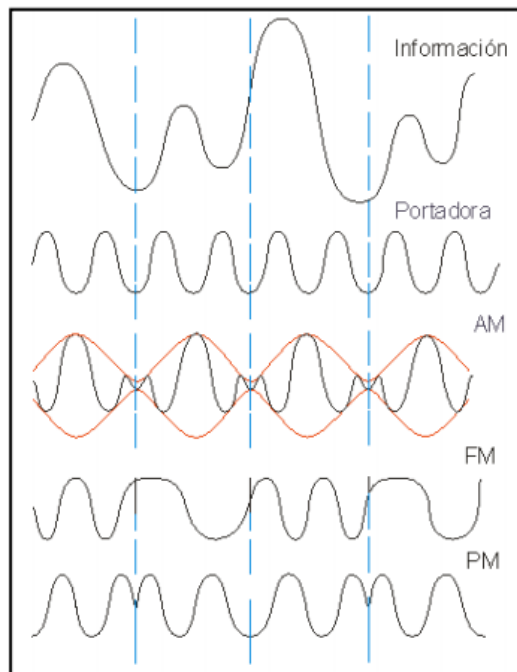


Figura II. 3 Modulación Analógica

#### 2.2.3.1.1 MODULACIÓN EN AMPLITUD

El modular en amplitud consiste en que la señal portadora se deforme, como su nombre lo indica, en amplitud, de acuerdo a la información que se envía con la señal moduladora.

La señal resultante va variando en amplitud de acuerdo a la onda de audio, o señal moduladora, mientras que la frecuencia se mantiene constante.

Al enviar ceros y unos los ceros tendrán una amplitud  $A_0$  menores que los unos con una amplitud diferente  $A_1$ .

En la anterior figura nos muestra un ejemplo más explícito de lo mencionado anteriormente.

### **2.2.3.1.2 MODULACIÓN EN FRECUENCIA**

Este proceso consiste en la variación de la frecuencia de acuerdo a la señal recibida o señal moduladora.

Esta requiere de más ancho de banda que la AM pero esto a su vez hace que la modulación en frecuencia sea más fuerte a interferencias o ruidos, contando con mayor fidelidad.

La modulación en amplitud tiene algunos problemas ya que es difícil separar la información de descargas eléctricas o interferencias de motores, entre otros, y al tener un ancho de banda limitado no tiene una calidad suficiente para transmitir la información deseada.

Características de la modulación FM

- La frecuencia de la señal de salida no será siempre la de la portadora.
- Si la señal moduladora tiene un valor de 0 Voltios, en la salida tendremos una señal de frecuencia igual a la portadora.
- Si la señal moduladora tiene un valor positivo, en la salida tendremos una señal de frecuencia proporcional superior a la de la portadora.
- Si la señal moduladora tiene un valor negativo, en la salida tendremos una señal de frecuencia proporcional inferior a la de la portadora.

#### **2.2.3.1.2.1 ÍNDICE DE MODULACIÓN**

Es una relación sin unidad que se utiliza para describir la profundidad que se logra en una modulación en una amplitud y frecuencia dada.

La señal envolvente es la información transmitida y la vemos en semi-ciclos positivos y negativos de la portadora, El índice de modulación se conoce como el porcentaje en que la señal moduladora cambia la parte senoidal.

### **2.2.3.1.2.2 ANCHO DE BANDA DE TRANSMISIÓN FM**

El proceso matemático, para calcular el presente parámetro es muy complejo, los resultados de estos cálculos se pueden resumir en ciertas tablas, de lo cual extraeremos lo que nos interesa.

Para una transmisión en FM comercial con un rango de  $\pm 75$  KHz y frecuencias moduladoras entre los rangos de 50 y 1500 tenemos:

$$\text{Índice de modulación mínimo: } 75.000 / 15.000 = 5$$

$$\text{Ancho de banda} = 240 \text{ KHz}$$

$$\text{Índice de modulación máximo: } 75.000 / 50 = 1.500$$

$$\text{Ancho de banda} = 150 \text{ KHz}$$

Notamos que para la transmisión FM es necesario de un gran ancho de banda, se podría equiparar dicho ancho con el necesario para transmitir en AM pero se tendría índices de modulación muy pequeños pero la calidad se vería muy afectada.

### **2.2.3.1.2.3 VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN FM.**

La modulación en FM presenta varias ventajas ya que por ejemplo permite una transmisión de alta potencia, permitiendo altos rendimientos, además permite diseñar multiplicadores de frecuencia a partir de elementos sencillos.

Podemos ver algunas otras también:

- En el campo del diseño de equipos receptores y transmisores de FM, el mantener la amplitud constante es una ventaja. Se esfuman las preocupaciones de una disipación excesiva de potencia o la presencia de picos muy exagerados en la forma de onda, si es que existe algún problema por el estilo se pueden eliminar con el uso de circuitos recortadores.
- Hay que tener cuidado con la distorsión por retardo o con el corrimiento de fase

- El valor del ancho de banda depende exclusivamente del valor pico de la señal moduladora.
- La modulación exponencial no es lineal por lo que el espectro de la señal resultante no se relaciona tan claramente con la banda base como en la transmisión AM.

### 2.2.3.1.3 MODULACIÓN EN FASE

La PM se caracteriza por que la fase de la señal resultante varía su fase de acuerdo a la señal moduladora, no es muy utilizada ya que se necesitan equipos muy complicados de conseguir tanto para la modulación como para la demodulación y también porque puede existir una tergiversación cuando existe el desfase.

### 2.2.3.2 MODULACIÓN DIGITAL

Al igual que la analógica veremos tres tipos:

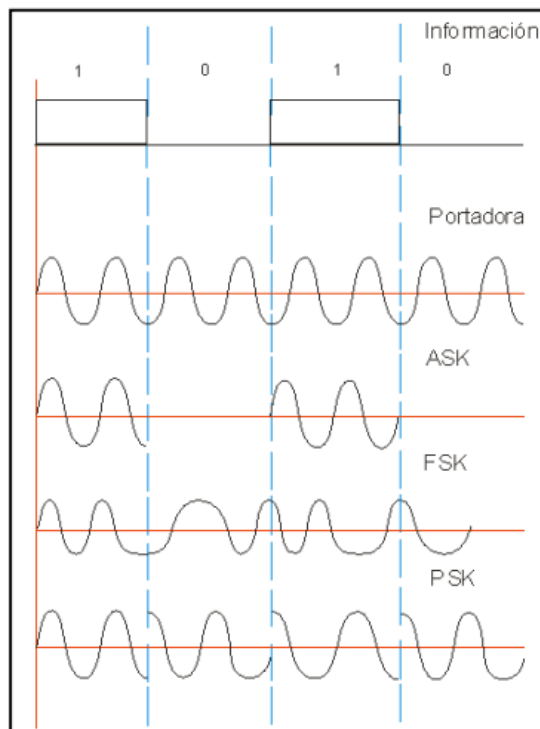


Figura II. 4 Modulación Digital

En este tipo de modulación, a diferencia de la anterior, los datos a ser enviados se expresan en una señal digital, como su nombre lo indica.

#### **2.2.3.2.1 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD (ASK)**

Aquí los dos valores binarios el 0 y el 1 se los representan como la portadora o la ausencia de la misma según la información que transmitimos.

Este tipo de modulación es muy ineficaz ya que es susceptible a cambios repentinos de ganancia.

#### **2.2.3.2.2 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA (FSK)**

La principal diferencia con la modulación analógica es que la información es enviada son ceros y unos, las frecuencias de la señal resultante varían en dos tipos diferentes a la señal portadora.

#### **2.2.3.2.3 MODULACIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE FASE (PSK)**

En este tipo de modulación se presentan saltos bruscos en la señal de salida por la señal moduladora con respecto a la onda portadora. Cuando existe una consecución de bits distintos la fase cambia como se muestra en el anterior gráfico.

### **2.2.4. FENÓMENOS DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS**

Existen fenómenos característicos de las ondas al momento que cambian de un medio material a otro, pueden ser reflejadas o transmitidas por medio de refracción o difracción.

#### **2.2.4.1 REFLEXIÓN DE ONDA**

La reflexión de un rayo o una onda se produce cuando la dirección de propagación cambia su trayectoria de acuerdo al material con el que se encuentra y vuelve al medio



inicial de manera parcial o completa. Aquí puede existir un desfase de onda a medida de la rigidez del material

Se produce cuando en el frente de onda se encuentra algún obstáculo contra el cual la onda rebota y se dirige con otra trayectoria hacia el medio en que inicio su desplazamiento.

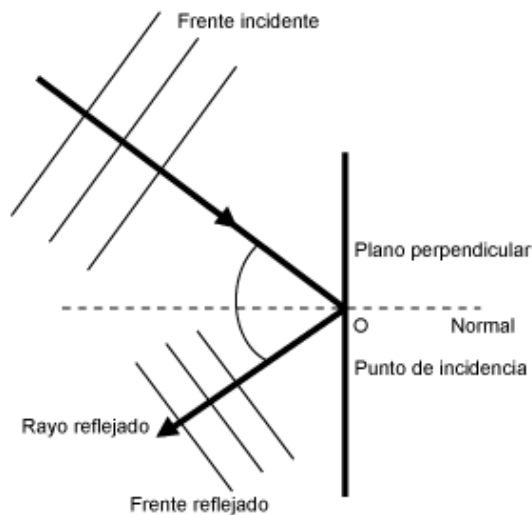


Figura II. 5 Reflexión de Onda

#### 2.2.4.2 REFRACCIÓN DE ONDA

La refracción de una onda se produce cuando esta cruza el límite de dos medios y la dirección de propagación cambia en el nuevo medio según el índice de refracción cambiar de medio 1 ( $c_1$ ) que este posea, y siendo distinto también al índice del primer medio.

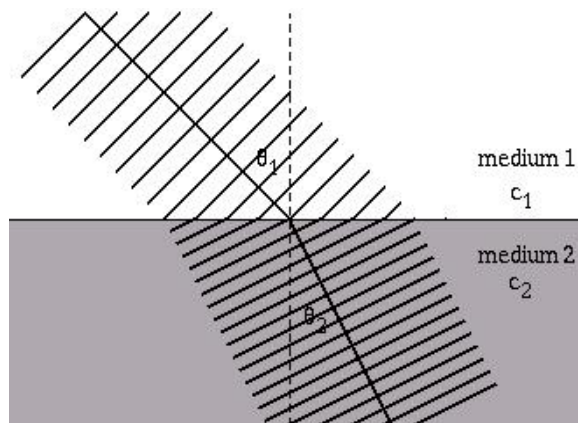


Figura II. 6 Refracción de una Onda

Esto se produce porque al pasar de un medio a otro la velocidad de propagación cambia y esto supone también un cambio en el ángulo de propagación en el nuevo medio.

Sucede con frecuencia con la propagación del sonido por ejemplo; puesto que el aire no es homogéneo y a diferentes temperaturas la velocidad y propagación del mismo cambia.

### 2.2.4.3 DIFRACCIÓN DE ONDA

La palabra difracción viene del latín *diffRACTUS* que significa quebrado (1). Esto se debe a la capacidad de la onda de rodear obstáculos por el cual estas se curvan o se esparcen, más claramente podemos este fenómeno cuando una onda atraviesa un agujero

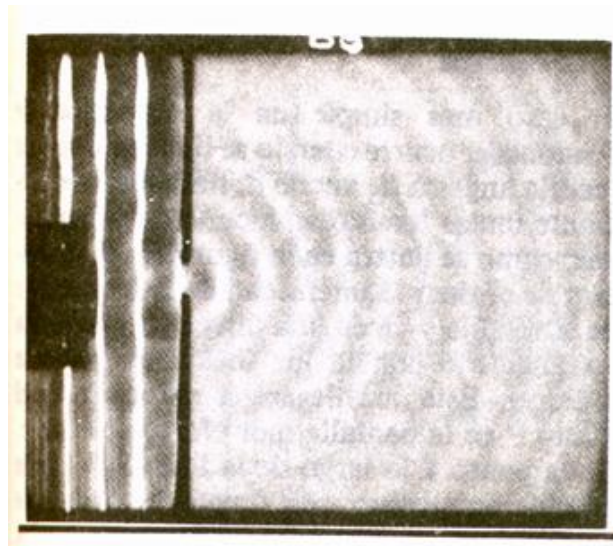


Figura II. 7 Difracción de Onda

### 2.2.5 ZONA DE FRESNEL

Al analizar la propagación de ondas nos damos cuenta que las ondas electromagnéticas se propagan de manera que van rebotando por todos los obstáculos que se encuentre en su paso, sin un obstáculo la propagación de ondas iría directamente del transmisor al receptor, pero si cerca de la trayectoria se encuentra con algo la onda ira rebotando hasta tal vez cancelar la señal de la llegada en el peor de los casos, es por esto que Fresnel definió como calcular una zona en la que la onda debe viajar libremente, o eso

se pretende ya que como aceptable se considera que la primera zona de fresnel esté obstruida un 40% pero lo recomendable es que esto no supere el 20%.

Esta zona es un espacio volumétrico de radio  $r$  que forma un elipsoide, el cual de preferencia debe estar libre.

Revisemos como calcular la primera zona de Fresnel.

La fórmula que se usa es la siguiente:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

**Ecuación II. 1**

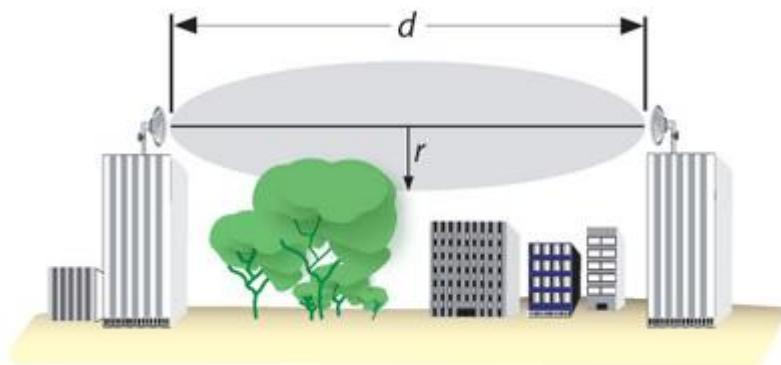
Dónde:

$r$ = Radio en metros

$D$ = distancia del enlace en Km.

$f$ = Frecuencia a transmitir en GHz.

Podemos revisar un ejemplo:



**Figura II. 8 Radio de la Primera Zona de Fresnel**

Debemos verificar que el 80% de la parte gris este libre para obtener un enlace estable.

La fórmula se aplica cuando el obstáculo se encuentra en la mitad.

### 2.2.6 DECIBELIOS

El Decibelio (dB) es una unidad logarítmica que expresa la relación entre dos magnitudes, es usada para medir la intensidad de potencia o la intensidad de ruido de dos diferentes puntos.

Es una unidad de medida adimensional y no absoluta que facilita el cálculo en escalas reducidas, se utiliza el decibelio ya que el Belio es muy grande.

El dB puede mostrar la relación entre la potencia de entrada y salida de una antena o un circuito por medio de la siguiente fórmula:

$$dB = 10 \log_{10} (Ps / Pe)$$

Ecuación II. 2

Por reglas logarítmicas sabemos que si la potencia de salida (Ps) y la potencia de entrada (Pe) son iguales el resultado es 0 lo que significa que el circuito o lo que estemos analizando no tiene ganancia ni atenuación, “a mayor valor positivo en dB mayor será la ganancia, y a mayor valor negativo mayor será la atenuación”<sup>1</sup>

La ventaja que se tiene con este tipo de connotación es que en este caso en especial al trabajar con logaritmos se facilita el trabajo ya que al duplicarse la ganancia se puede sumar tres decibelios y al ir bajando la mitad de la ganancia se puede ir restando tres decibelios, así mismo si se sube diez dB significa que la ganancia ha aumentado en un dígito, todo esto de manera aproximada.

---

<sup>1</sup> Tomado de Boletín Informativo “Decibel” Ing. Pedro F. Pérez PP. 1.

dB	X
40	10000
30	1000
20	100
10	10
<b>0</b>	<b>1</b>
-10	0,1
-20	0,01
-30	0,001
-40	0,0001

dB	X
15	32
12	16
9	8
6	4
3	2
<b>0</b>	<b>1</b>
-3	0,5
-6	0,25
-9	0,125
-12	0,0625
-15	0,03125

Tabla II 2 Equivalencias Básicas en dBs

### 2.2.7 ANTENAS

Una antena a breves rasgos es un elemento metálico que puede enviar o recibir ondas electromagnéticas, podemos decir también que es un dispositivo que convierte ondas eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa.

Incluso en estos tiempos donde la tecnología avanza a pasos agigantados las antenas son el medio más práctico y muchas veces el único para que la información viaje a grandes distancias, ocupando así un lugar primordial en el desarrollo de las telecomunicaciones.

Existen tres tipos básicos de antena, un cuarto tipo se podría decir que es un arreglo de estas:

**Antenas de Hilo o Lineales:** Son las más comunes se encuentran en edificios, casas, autos, etc. Está constituida por un conductor rectilíneo por lo general ubicado perpendicularmente. Aquí tenemos algunos ejemplos

Monopolo vertical

Dipolo

Yagui

Espira

Helicoidal

**Antenas de apertura:** Como lo dice su nombre este tipo de antenas utilizan una apertura para direccionar su trayectoria electromagnética, así concentra su recepción o transmisión, sus terminaciones pueden ser en una corneta, parabólica, cilíndricas o piramidales.

**Antenas Planas:** Este tipo de antena es muy poco usada son de poca ganancia, tienen un separador dieléctrico, suelen ser muy pequeñas y de menores costos de fabricación.

### 2.2.7.1 PARÁMETROS DE UNA ANTENA

Hay que definir los parámetros que definen una antena entre los cuales tenemos los siguientes:

**Patrón de radiación:** Es una gráfica que representa las intensidades de campos o de potencia con relación a una antena, entre las características más importantes de este diagrama tenemos la dirección en la que apunta la radiación de la antena, el lóbulo principal, los lóbulos secundarios y la relación entre estos.

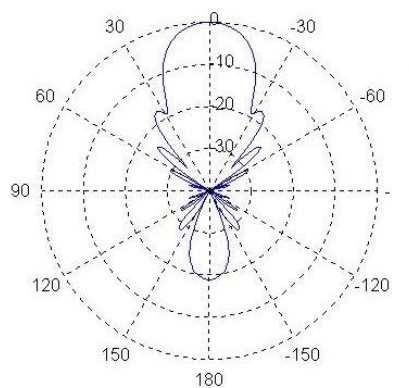


Figura II. 9 Patrón de Radiación de una Antena

**Ganancia Directiva y Ganancia de Potencia:** La primera es la relación entre la densidad de potencia en una dirección y la densidad de potencia de otra antena de la misma cantidad de potencia en un punto arbitrario, puede ser una antena

omnidireccional; la ganancia de potencia en cambio es la misma directiva pero se toma en cuenta la totalidad de potencia que alimenta a la antena.

**Polarización de la antena:** Esta se refiere a la orientación del campo eléctrico radiado desde la antena, puede ser vertical u horizontalmente (los más comunes) también en forma elíptica o circular.

**Ancho del haz:** Es la separación angular entre los dos puntos de media potencia (-3dB) en el lóbulo principal del patrón de radiación de la antena

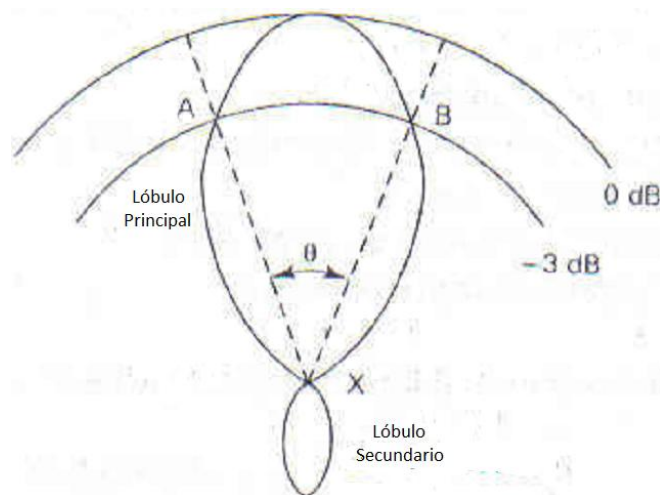


Figura II. 10 Ancho del Haz

**Ancho de banda:** Esto se refiere al rango de frecuencias en las cuales el funcionamiento de la antena es satisfactoria.

**Impedancia de la entrada:** El punto en donde se conecta la línea de transmisión a la antena se llama punto de alimentación, este presenta una carga llamada impedancia de entrada de la antena, es la relación entre el voltaje y la corriente de la entrada de la antena.

## **2.3 PRESUPUESTO DEL ENLACE**

Esto se define como el cálculo de pérdidas y ganancias desde el inicio de la transmisión, cables, conectores, espacio libre hasta llegar al receptor de un enlace punto a punto, el tener un estimado del valor de potencia en cada punto, ayuda a la elección de una calidad óptima de equipos y también el diseño de nuestro sistema mejorará.

### **2.3.1 LAS PÉRDIDAS**

Principalmente la señal a ser enviada tendrá: pérdidas en la alimentación, de trayectoria, por cables y pérdidas por desvanecimiento.

#### **2.3.1.1 PÉRDIDAS EN LA ALIMENTACIÓN**

Este tipo de pérdida se la define según la frecuencia a la que se trabaje y el tipo de alimentación, además tomamos en cuenta los acoples a la Unidad de Radio Base (RBU) y a la antena, estas pérdidas son mínimas y podrían ser despreciadas, y trabajar con una pérdida por acople, que incluiría ambos acoples el de la RBU. Finalmente en el generador existe una pérdida por diversidad, puesto que aquí se puede descomponer en un conjunto frecuencias.

#### **2.3.1.2 PÉRDIDAS EN CABLES**

Aquí existen varios factores que pueden incidir en este tipo de pérdidas, como la frecuencia de transmisión, el tipo de cable y la distancia del mismo.

Por la última razón hay que procurar que las distancias de los cables sean lo más cortas posibles, tanto en el lado de transmisión como en el de recepción.

El cable siempre será atenuación, por eficiente que sea, a mayor grosor y rigidez se considera mejor cable por ende menor atenuación.

Siempre hay que verificar, si es posible uno mismo, la pérdida en el cable indicada por el proveedor, según el rango de frecuencias, tal vez por marketing los valores sean muy ideales y esto reduzca la aproximación de nuestro cálculo.



### **2.3.1.3 PÉRDIDA POR TRAYECTORIA**

Para realizar los enlaces debemos tomar en cuenta las pérdidas que se dan en el espacio libre, se puede definir esta como la atenuación o reducción de densidad de energía que sufre una onda electromagnética a través del medio en que se transporta.

Pueden ser varios los aspectos que contribuyan a que una onda merme su intensidad en su recorrido, entre estos podemos contar el terreno, la temperatura, el medio de transmisión, la distancia entre el emisor y el receptor, la altura de las antenas, la vegetación, etc.

La fórmula básica para calcular pérdidas en el enlace lo podemos obtener de la siguiente fórmula:

$$L=32,4+20 \log(d/km)+20 \log(f/MHz)$$

**Ecuación II. 3**

Dónde:

L= es la pérdida total el dB

d/Km= es la distancia del enlace en Km.

f/MHz= es la frecuencia de transmisión en MHz.

### **2.3.1.4 PÉRDIDAS POR DESVANECIMIENTO**

Cuando tenemos condiciones ideales este tipo de pérdida no existiría, pero los enlaces reales tienen sus obstrucciones y características muy especiales para cada tipo de onda que la pueden hacer decrecer, como la temperatura, la mañana o noche, el tipo de suelo, etc.

Para prevenir este tipo de perdida se calcula un margen de atenuación el cual también debe ser incluido en la suma total de atenuación.

### **2.3.2 LAS GANANCIAS**

Estas deberían ser las que más afecten a la señal pero las pérdidas son mayoritarias.

### 2.3.2.1 POTENCIA DE TRANSMISIÓN

Este se puede verificar en la salida del sistema transmisor de radio, al inicio del enlace, el máximo de potencia que se puede justificar depende de lo aprobado por las autoridades.

Mientras más costoso es el transmisor más potencia tendrá el mismo, hay que tener en cuenta también que los valores ideales expuestos por los proveedores de los equipos no son valores reales, los cuales dependen mucho de agentes externos.

### 2.3.2.2 GANANCIA DE ANTENA

Se define como la relación entre la potencia entregada en una dirección a una cierta distancia y la potencia irradiada por una antena isotrópica a la misma distancia, ambas con una potencia de entrada.

Los factores para este tipo de ganancia dependen mucho de la ubicación de la antena, la polarización, objetos metálicos cercanos, entre otros.

Aquí podemos ver ejemplos de ganancias reales, no ideales, de antenas comunes.

TIPO DE ANTENA	Ganancia sobre un dipolo de 1/2 onda dB	Ganancia sobre un Radiador Isotrópico dBi
Radiador Isotrópico	2,1-	0,0
Ground Plane 1/4 de onda	0,3	1,8
Dipolo de 1/2 onda	0,0	2,1
Vertical 5/8 de onda	1,2	3,3
Cuadra un elemento (Loop)	2,0	4,1
Yagui 2 elementos	5,0	7,1
Cuadra 2 elementos	7,0	9,1
Yagui 4 elementos	10,0	12,1

Tabla II 3 Ganancias de antenas comunes

### 2.3.2.3 AMPLIFICADORES

Hay que tener mucho cuidado con la elección de amplificadores, uno tal vez un poco más económico podría entorpecer todo el trabajo realizado, este dispositivo amplifica

la señal de entrada, y si la señal aparece con ruido, este, también será amplificado, dándonos resultados indeseados.

En el enlace punto a punto no necesitamos mayormente un amplificador hasta llegar al receptor, aquí hay que tener cuidado con la elección del transmisor para que este pueda sortear todas las dificultades del enlace y llegar con una potencia óptima al receptor, pero al momento de transmitir la señal a la ciudad de Riobamba el amplificador es necesario y este se guiará de acuerdo al margen de sensibilidad del receptor.

### **2.3.3 SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR**

El parámetro de sensibilidad que presenta el equipo receptor es tal vez el aspecto más importante en cuanto al diseño del enlace, puesto que de este depende que la información sea identificable al llegar a su destino, si la potencia que llega es menor a esta sensibilidad, no habrá nada que traducir puesto que no alcanzará un nivel recomendable de entrada.

La sensibilidad en el receptor se podría definir como el nivel mínimo de señal que se necesita para un correcto funcionamiento, es un parámetro de gran importancia, que necesita un cierto umbral para representar información de calidad.

El nivel de ruido que se presente en el receptor depende principalmente del ruido térmico generado por nuestros mismos equipos, y del ruido externo captado por la antena.

### **2.3.4 RELACIÓN SEÑAL A RUIDO**

Un último parámetro a considerar es la relación señal a ruido, este es un parámetro importante también ya que hay que asegurar que el ruido no se equipare a la señal que vamos a transmitir, en la ciudad en donde existen muchos radioenlaces operando hay que procurar tener una relación mayor entre el ruido y la señal (S/N), la fórmula que emplearemos es la siguiente.

$$S/N[\text{dB}] = 10 \cdot \log_{10} (\text{Potencia de la señal [W]} / \text{Potencia del Ruido [W]})$$

**Ecuación II. 4**

### **2.3.4 ECUACIÓN FINAL DEL ENLACE**

Resumiendo lo anterior para que nuestro enlace funcione correctamente debemos asegurar que la siguiente ecuación sea verdadera o que el resultado sea mayor.

$$\begin{aligned} &+ \quad \text{Potencia del Transmisor} \\ &- \quad \text{Pérdidas en los cables} \\ &+ \quad \text{Ganancia de la antena} \\ &- \quad \text{Pérdidas en la trayectoria} \\ &+ \quad \text{Ganancia de la antena} \\ &- \quad \text{Pérdidas en los cables} \\ &= \quad \text{Sensibilidad en el receptor} \end{aligned}$$

**Ecuación II. 5**

## **2.4 PROGRAMAS DE SIMULACIÓN DE ENLACES**

Antes de los cálculos y de cotizar todo lo necesario para el enlace es importante simular la transmisión desde la Politécnica al cerro de Transmisión en nuestro caso el cerro Hinug Cacha y simular también la potencia necesaria para la transmisión a toda la ciudad de Riobamba.

Para esto podremos escoger entre dos softwares, los más conocidos, el RadioMobile y el MapInfo.

### **2.4.1 MAPINFO**

Empezaremos diciendo que para este software necesitamos licenciamiento un poco costoso, el mismo es una herramienta muy poderosa basada en Windows de información Geográfica relacionada dinámicamente con bases de datos.

Nos permite realizar complejos análisis geográficos ideales para una toma de decisión adecuada.

Tiene mucha fama siendo llamado el más amigable y potente programa de gestión de mapas basado en PC, sus características clave son la representación en mapas 3D, su perfecta conectividad con bases de datos, un creador de informes, múltiples opciones de publicación entre otras.

#### Características

- Permite realizar análisis geográficos complejos tales como zonificar, conectarse con bases de datos remotas, arrastrar e insertar objetos de mapa en otras aplicaciones, crear mapas temáticos para realzar tendencias y relaciones existentes en los datos alfanuméricos.
- Gestión de mapas de alto detalle que permiten observar relaciones y tendencias de una manera fácil y clara dentro de la complejidad y abundancia presente en sus bases de datos, sin necesidad de hacer un extenso análisis sobre las posibles relaciones entre los datos alfanuméricos.

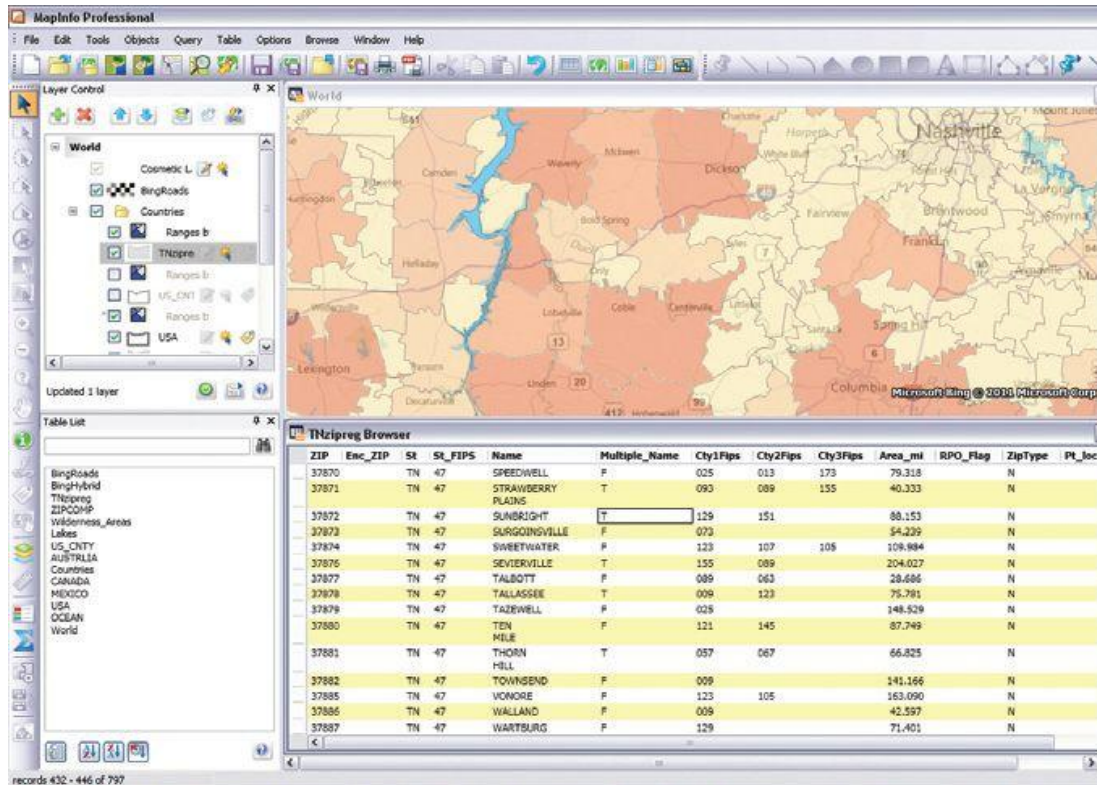


Figura II. 11 MapInfo

### Opciones del programa

- Procesamiento de diversas bases de datos incluyendo consultas SQL.
- Apertura directa de archivos creados con dBASE o FoxBASE, delimitado ASCII, Lotus 123 y Microsoft Excel.
- Funciones para la creación de archivos de bases de datos desde MapInfo.
- Importación de archivos gráficos en diferentes formatos y capacidades de solapar imágenes ráster para dar más perspectiva al mapa.
- Capas de mapas continuas que le permitirán manejar varias capas como si fueran una sola.
- Mapas temáticos para llevar a cabo análisis con un alto impacto visual.
- Capacidades de consulta que van desde simples selecciones de datos de un archivo a complejas consultas SQL desde uno o más archivos.
- Herramientas de dibujo y edición y otras funciones para personalizar mapas.
- Facilidades para la presentación de mapas de salida (impresión).

## 2.4.2 RADIOMOBILE

Este software a diferencia del anterior es gratuito lo cual es una gran ventaja desde un inicio. Es dedicado para la radio amateur y para uso humanitario, a pesar de esto este programa se ha desarrollado tanto que ha alcanzado un grado alto de eficacia y excelencia comparable con otros programas de simulación que cuestan miles de dólares.

Es un software de simulación de radio enlaces que sirve para operar en un rango de frecuencias de 20 MHz a 20 GHz.

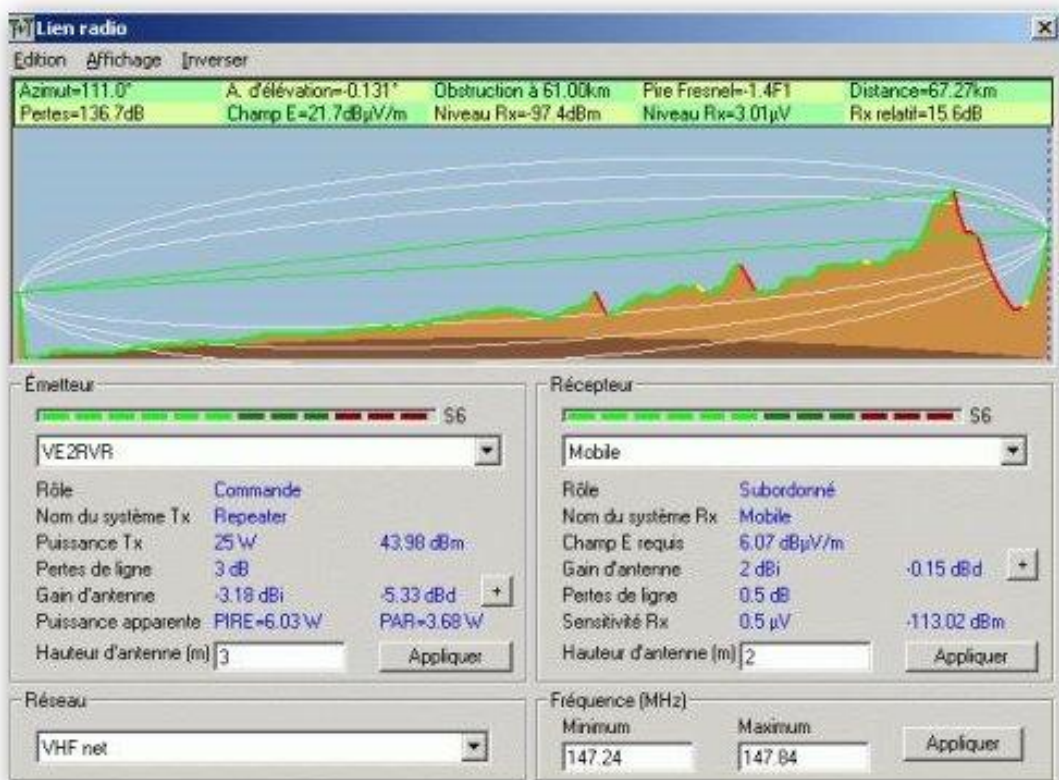


Figura II. 12 Radio Mobile

Nos evita la tarea de realizar los cálculos y estudios manualmente, lo más complicado sería conseguir las cartas topográficas e ir verificando las curvas de nivel por las cuales atravesara nuestro enlace.

Después de esto podemos simular unidades de transmisión y recepción en diferentes puntos asignarle una frecuencia una potencia entre otros datos para poder ser analizados según el caso.

Radio Mobile posee varias características a saber:

- Radio de Zonas de fresnel
- Curvatura terrestre.
- Horizonte visual
- Características troposféricas, entre otras.

Resumiendo el software es una aplicación ideal para la simulación de radioenlaces el cual ayuda casi al cien por ciento en nuestro estudio para la estación de la ESPOCH en Riobamba.



## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO PARA LA RADIO DE LA ESPOCH**

#### **3.1 ESTUDIO TÉCNICO**

##### **3.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE LOS ENLACES**

Un radioenlace terrestre establece la comunicación entre dos equipos ubicados en dos puntos fijos con coordenadas geográficas específicas mediante la emisión de radiofrecuencias. Las estaciones constan de un par de antenas con línea de vista que se conectan a un radio transmisor. Lo único que limita estos enlaces es la curvatura de la tierra.

Cuando hablamos de línea de vista no hablamos de transmisión en línea recta, ya que por el clima, la temperatura, las diferentes capas de la atmosfera, la señal se difracta y se refracta varias veces hasta llegar a su cometido, a lo que nos referimos es que el receptor capta la onda directamente del transmisor, para esto es necesario que el enlace no tenga obstrucciones en el 60 por ciento por lo menos de la primera zona de fresnel.

El análisis de un radioenlace terrestre relaciona algebraicamente la potencia del transmisor, con las ganancias, pérdidas, y efectos de propagación de línea de vista como lo son el porcentaje de desvanecimiento por trayectorias múltiples y la atenuación por lluvia. El cómputo de radioenlaces terrestres utiliza estos métodos de

cuantificación de esos parámetros para que en base a una evaluación se determine que variables deberán ser modificadas para optimizar el diseño.

### 3.1.2 PERFIL TOPOGRÁFICO

El Perfil topográfico es la representación gráfica de cómo se comporta el terreno sobre la superficie, es decir; trazaremos una línea que una del punto de transmisión al de recepción. Dado que la superficie terrestre es un medio no homogéneo, es necesario tener datos muy puntuales de cómo se comporta en elevaciones y declives.

Analizando el terreno se determina que existe una línea de vista entre el edificio Central de la ESPOCH, punto donde actualmente se encuentra funcionando la radio online; y la cima del cerro Higno Cacha

La ubicación de las estaciones del sistema de radioenlaces es de gran importancia ya que el adecuado posicionamiento permitirá cumplir el objetivo de llevar la señal de radio a su destino. Los sitios a mencionarse en el análisis realizado se resumen en la tabla siguiente:

Sitio	Longitud	Latitud	Altura (msnm)
Edificio Central (ESPOCH)	78°40'45.18" O	1°39'26.88" S	2816
Cerro Higno Cacha	78°42'58.6" O	1°41'31.9" S	3567

Tabla III 1 Coordenadas Geográficas de los puntos del Radio Enlace

### 3.1.3 CÁLCULO DE DISTANCIAS

También necesitamos la distancia entre ambos puntos, para esto realizamos dos pasos. El primero es calcular la distancia en línea recta entre ambos puntos con las latitudes y longitudes de ambos puntos.

Para obtener la equivalencia de metros a grados sabemos que el radio de la tierra es 6378. Km en la línea ecuatorial<sup>2</sup> sabemos que la circunferencia es  $2\pi R$  entonces:

---

<sup>2</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>

$$C = 2 * (3.141592) * 6378 \text{ Km}$$

$$C = 40074.15589 \text{ km}$$

Si dividimos para  $360^\circ$  tendremos la equivalencia de grados a metros

$$1^\circ = 111.317 \text{ Km}$$

$$1' = 1855 \text{ m}$$

$$1'' = 30.9 \text{ m}$$

Es lo que necesitábamos para calcular las distancias en un plano.

Tomamos como el punto 1 el Edificio central y punto 2 el Cerro Higno Cacha buscamos las coordenadas en el plano  $x,y$  de acuerdo a las equivalencias anteriores.

Punto 1

$$78^\circ 40' 45.18'' \text{ O} = 8758,322 \text{ Km O}$$

$$1^\circ 39' 26.88'' \text{ S} = 184,492 \text{ Km S}$$

Punto 2

$$78^\circ 42' 58.6'' \text{ O} = 8762,446 \text{ Km O}$$

$$1^\circ 41' 31.9'' \text{ S} = 188,357 \text{ Km S}$$

La distancia entre dos puntos en un plano es:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Remplazando con los puntos anteriores y despejando

$$d = \sqrt{(8762,446 - 8758,322)^2 + (188,357 - 184,492)^2}$$

$$d = \sqrt{17.007 + 14.938225}$$

$$d = \sqrt{31.945}$$

$$d = 5,652 \text{ Km}$$

Para la distancia total nos hacen falta las alturas de ambos puntos, restándolas podemos tener un triángulo rectángulo y tendríamos que encontrar la hipotenusa.

$$H1 = 2816$$

$$H2 = 3567$$

$$Ht = 751m$$

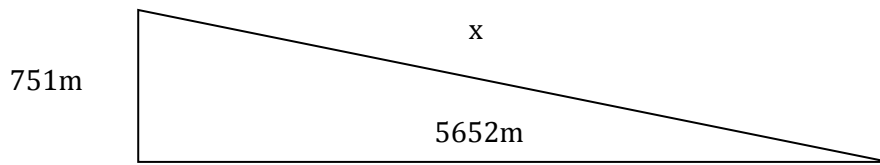


Figura III 1 Distancias ESPOCH - Cacha

Por Pitágoras sabemos que:

$$x = \sqrt{751^2 + 5652^2}$$

$$x = \sqrt{564001 + 31945104}$$

$$\mathbf{x=5701m}$$

Podemos corroborar lo realizado gracias al programa Google Earth mostrado en las siguientes capturas:

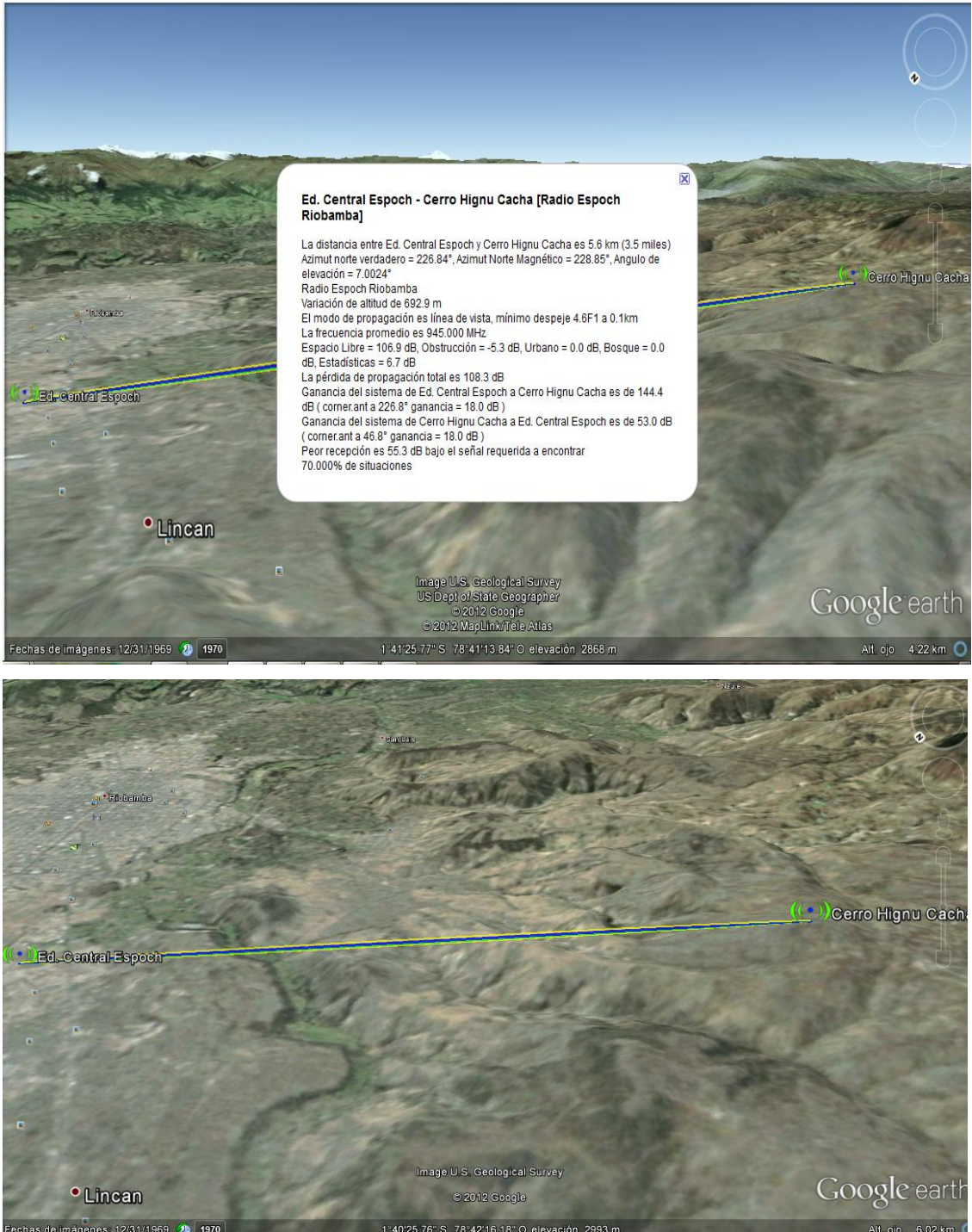


Figura III 2 Perfil topográfico del Enlace

La dirección o ángulo que nos muestra la figura es el ángulo de azimut desde el Edificio Central al Cerro Higu Cacha, tomado desde el norte geográfico hasta la dirección del enlace en sentido de las manecillas del reloj.

### 3.1.4 SIMULACIÓN DEL ENLACE EN RADIO MOBILE

He escogido este programa ya que es de fácil utilización e interpretación y la característica principal de la selección de este programa es que es un software gratuito que puede utilizar cualquier persona con interés en radioenlaces que además tiene altos índices de efectividad comparables con programas como los de Motorola que cuestan miles de dólares.

Para obtener el siguiente gráfico hemos procedido anteriormente con la instalación del programa Radio Mobile Versión 11.2.1, luego obtuvimos los mapas topográficos de las coordenadas específicas de la ciudad de Riobamba gracias al Servicio Geológico de los Estados Unidos y a la NASA que con un mapa mundial brinda de manera gratuita los perfiles topográficos por coordenadas de todo el globo terráqueo en nuestro caso en formato SRTM (.hgt) el cual lo descargamos y abrimos en el programa.

Luego gracias a un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) obtuvimos las coordenadas del edificio Central de la ESPOCH y gracias a información de la página del CONATEL obtuvimos las coordenadas del cerro Hignu Cacha.

Con estos datos pudimos ubicar en el mapa exactamente las bases de radio, luego agregamos los tipos de estaciones, las ganancias de las antenas, la potencia del transmisor de la ESPOCH, la sensibilidad del receptor, las alturas de las antenas y obtuvimos en la opción *Radio Link* la siguiente gráfica.



Figura III 3 Simulación enlace ESPOCH-Cacha en Radio Mobile

Lo que podemos verificar en el gráfico es si la primera zona de fresnel se encuentra descubierta< en donde nos dice *Worst Fresnel* nos tendríamos que preocupar si estuviese 0.6 o menos, indicando que más del 40% de la primera zona de fresnel se encuentra obstruida pero el valor es muy superior así que no hay problema.

### 3.1.5 ANÁLISIS DE POTENCIA

Otro dato importantísimo a revisar es si llega con la suficiente potencia la señal al receptor en el cerro, el gráfico también nos lo muestra, *Rx Level* nos devuelve un valor de -33,8 dBm, más que suficiente puesto que nuestro receptor en Cacha acepta señales de hasta -70dBm.

Verificaremos lo anterior con el cálculo de la ecuación II.3 de pérdida en trayectoria

$$L=32,4+20 \log(d/km)+20 \log(f/MHz)$$

Ecuación. II.3

Reemplazando con la distancia de 5.6Km y la frecuencia 940MHz obtenemos:

$$L = 105.94 \text{ dB}$$

Para tener este valor en dBm sumamos treinta con un total de 135.94dBm.

La pérdida por desvanecimiento no amerita ser calculada por la distancia que no es grande y la frecuencia a trabajar no es significativa, además el clima templado frío tampoco añade pérdidas.

Entonces podríamos comparar el resultado obtenido en el programa con el calculado:

La equivalencia de Vatios en dB según la Tabla II.2 de equivalencia del capítulo anterior tendríamos que:

$$7W = 5\text{dBW}$$

Para obtener el valor en dBm se le suma 30 a los dBW obteniendo = 35dBm de salida del transmisor.

Las ganancias de ambas antenas son 36 dB, que al igual que antes tendríamos 66 dBm.

Para obtener el nivel en el receptor sumariamos la potencia del transmisor más las ganancias de las antenas y restaríamos las pérdidas en el espacio libre, entonces tenemos:

$$Rx \text{ level} = 35\text{dBm} + 66\text{dBm} - 135.94\text{dBm}$$

$$Rx \text{ level} = -34.94\text{dBm}$$

Bastante aproximado al resultado del software.

### 3.1.6 CÁLCULO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL

Como ya revisamos en el anterior capítulo es indispensable conocer la disponibilidad de por lo menos el 60% de la zona de Fresnel para esto necesitamos la ecuación II.1:



$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

**Ecuación II.1**

En la cual la  $D$  es la distancia y la  $f$  es la frecuencia para lo cual trabajaremos con la banda de 940 MHz, con estos datos remplazaríamos y obtendríamos:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}}$$
$$r = 17.32 \sqrt{\frac{5.701Km}{4(.94GHz)}}$$

**r =21.2m.**

Para verificar que el elipsoide de la zona de Fresnel se encuentre en parámetros óptimos de funcionamiento verificamos este resultado con el programa Radio Mobile.

En el Anexo 1 analizaremos más detalladamente el enlace entre el Cerro Hignu Cacha y la ESPOCH, así como también la propagación de la señal de radio desde la cima del cerro de acuerdo a los requerimientos del CONATEL siguiendo los formatos necesarios para la concesión de la frecuencia.

### **3.1.7 ANÁLISIS DE COBERTURA**

El Anexo 1 muestra detalladamente el análisis de cobertura según los requisitos que exige el CONATEL, asimismo encontraremos toda la documentación necesaria para presentar a los diferentes organismos y con estos se nos asigne una frecuencia para la transmisión de la Radio de la ESPOCH en el mismo anexo.

## **3.2 ESTUDIO LEGAL**

### **3.2.1 MARCO REGULATORIO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR**

Al ser sectores estratégicos de los países, el espectro radioeléctrico y las telecomunicaciones son considerados bienes los cuales se hace responsable el estado, y para los que; según la constitución ecuatoriana; el Ecuador se reserva el derecho de administrar regular controlar y gestionar, así como para otros bienes como el agua, los recursos naturales, hidrocarburos entre otros.

También en la constitución vigente en el país, dicta que el estado constituirá empresas públicas para administrar los sectores antes mencionados, o también podrá delegar a empresas mixtas de las cuales el estado sea accionista mayoritario para los mismos fines.

#### **3.2.1.1 DERECHO SOBRE EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

Las leyes en el Ecuador establecen que al tener competencia exclusiva sobre el espectro radioeléctrico, todas las personas en forma individual o colectiva tienen derecho en igualdad de condiciones a la creación de medios de comunicación, y al acceso a uso de las frecuencias para gestionar estaciones de radio o televisión, públicas, privadas o comunitarias.

A la vez garantizara que para la asignación de frecuencias se cuente con métodos transparentes y así poder fomentar la pluralidad y diversidad en cuanto a la comunicación.

También se prohíbe con base en derecho al trabajo la paralización total de las telecomunicaciones, entre otros servicios, para lo cual la ley establecerá límites para su funcionamiento.

### **3.2.1.2 ORGANISMOS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR.**

Existen varios entes en el país precautelan el uso de las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, a continuación veremos los organismos principales y sus funciones.

#### **3.2.1.2.1 MINTEL**

En agosto del 2009 el actual Presidente de la República considerando que las funciones y atribuciones de los diferentes organismos en cuanto al control, regulación y gestión de las telecomunicaciones están en su mayoría duplicadas, lo cual hace deficiente la administración estatal sobre estos medios; crea el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, incluyendo las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, el cual tiene entre las funciones más importantes las siguientes:

- Ejercer la representación del estado en materia de Tecnologías de la Información y Comunicación.
- Emitir políticas, planes generales y realizar el seguimiento y evaluación de su implementación.
- Coordinar apoyo y asesoría para garantizar acceso igualitario a los servicios y promover su uso eficiente.
- Promover en coordinación con entes públicos o privados, la investigación científica y tecnológica en materia de Tecnologías de la Información y Comunicación, para el desarrollo del país.

#### **3.2.1.2.2 SENATEL**

La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones es un organismo encargado de cumplir las políticas establecidas por el CONATEL y también es responsable de la administración del espectro radioeléctrico.

Tiene entre las más importantes políticas las siguientes:

- Mantener la seguridad, integridad y confidencialidad de la información.
- Uso intensivo de medios electrónicos
- Optimizar el uso de los recursos y controlar el gasto corriente.

#### **3.2.1.2.3 CONATEL**

El 30 de agosto de 1995 en la reforma de la ley de Telecomunicaciones se crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, reforma en la cual se destacó la independencia de funciones del mismo, ente que en aquel entonces era encargado de la administración y regulación de las telecomunicaciones en el país y también del espectro radioeléctrico.

Podemos mencionar como las políticas más importantes las siguientes:

- Velar por el derecho de los usuarios con respecto a telecomunicaciones.
- Atraer la inversión incentivando al sector privado en el desarrollo de infraestructura y la prestación de servicios
- Fortalecer la imagen del Ecuador a nivel mundial en materia de telecomunicaciones.
- Promover el uso de las TICs y garantizar a los ecuatorianos el acceso a la Sociedad de la Información.

#### **3.2.1.2.4 SUPERTEL**

En 1992 en la ley Especial de Telecomunicaciones se crea la Superintendencia de Telecomunicaciones, con el fin de controlar y regular el espectro radioeléctrico y los servicios de telecomunicaciones, las políticas de la SUPERTEL son menos administrativas que los anteriores organismos, a continuación revisamos las más importantes:

- Proteger los derechos de la sociedad con respecto a productos y servicios de telecomunicaciones.

- Promover la reducción de la brecha tecnológica
- Fomentar la investigación, la innovación y la transferencia tecnológica en el país.
- Controlar los servicios de telecomunicaciones, prevenir las infracciones y si las hay sancionarlas de acuerdo a la ley.
- Controlar a usuarios y concesionarios que ocupan el segmento espacial de la órbita geo estacional del Ecuador.
- Controlar el espectro radioeléctrico, de las Tecnologías de Información y Comunicación.

### **3.2.2 LEGISLACIÓN SOBRE LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS**

Existen algunas definiciones que debemos revisar acerca de la ley de Radiodifusión y Televisión, del 9 de mayo de 1995, que establece lo siguiente:

- El Estado, a través del CONATEL, otorgará frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, y regulará y autorizará estos servicios en todo el país, los convenios internacionales sobre la materia ratificados por el Gobierno ecuatoriano, y los reglamentos. Y las funciones de control las ejercerá la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- Todo nuevo contrato de concesión de frecuencias para estación de radiodifusión o televisión o de transferencia de la concesión, deberá celebrarse por escritura pública entre el Superintendente de Telecomunicaciones y el Concesionario,

Según esta ley a la Superintendencia de Telecomunicaciones se le asignan además las siguientes funciones:

- Administrar y controlar las bandas del espectro radioeléctrico destinadas por el Estado para radiodifusión y televisión.

- Tramitar todos los asuntos relativos a las funciones del CONATEL y someterlos a su consideración con el respectivo informe;
- Realizar el control técnico y administrativo de las estaciones de radiodifusión y televisión;
- Mantener con los organismos nacionales o internacionales de radiodifusión y televisión públicos o privados, las relaciones que correspondan al país como miembro de ellos
- Imponer las sanciones que le facultan la Ley y los reglamentos; y
- Ejecutar las resoluciones del CONATEL

### **3.2.2.1 REQUISITOS PARA LA ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN EL PAÍS**

Para la asignación de frecuencias por parte del Estado ecuatoriano para el servicio: radiodifusión y/o televisión se definen los siguientes requisitos según si es persona Natural o persona Jurídica:

#### **3.2.2.1.1 PERSONA NATURAL**

- Títulos de propiedad, contrato o promesa de compra-venta de los equipos debidamente legalizados en un Juzgado de lo Civil o Notaría.
- Autorización o contrato (s) de arrendamiento del lote de terreno en donde ubicará el transmisor.
- Garantía en dinero en efectivo o cheque certificado a favor de la Superintendencia de Telecomunicaciones para garantizar el cumplimiento de la instalación, operación y transmisión de la programación regular de la estación de Radiodifusión y/o Televisión por el monto de 20 salarios mínimos vitales del trabajador.
- Comprobante de pago por derechos de concesión de la frecuencia de la estación otorgado por el CONARTEL; y,
- Publicación por la prensa.

### **3.2.2.1.2 PERSONA JURÍDICA**

- Constitución de la Compañía en copia certificada.
- Nombramiento del representante legal, inscrito en el Registro Mercantil debidamente certificado.
  - Copia certificada de la nómina actualizada de accionistas de la Compañía con nacionalidad de cada uno, certificado por la Superintendencia de Compañías.
  - Copia certificada del Cumplimiento de Obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías.
- Registro Único de Contribuyentes RUC.
- Copias de la cédula de ciudadanía y certificado de votación del representante legal.
- Títulos de propiedad, contrato o promesa de compra-venta de los equipos debidamente legalizados en un Juzgado de lo Civil o Notaría.
- Autorización o contrato (s) de arrendamiento del lote de terreno en donde ubicará el transmisor.
- Garantía en dinero en efectivo o cheque certificado a favor de la Superintendencia de Telecomunicaciones para garantizar el cumplimiento de la instalación, operación y transmisión de la programación regular de la estación de Radiodifusión y/o Televisión por el monto de 20 salarios mínimos vitales del trabajador.
- Comprobante de pago por derechos de concesión de la frecuencia de la estación otorgado por el CONARTEL; y,
- Publicación por la prensa.

### **3.2.2.2 REQUISITOS ADICIONALES**

Además de esto personas naturales o jurídicas que soliciten la concesión de frecuencias radioeléctricas de radiodifusión y televisión deberán cumplir con la presentación y cumplimiento de los requisitos siguientes:

- Solicitud escrita dirigida al CONATEL, en la que conste los nombres completos del solicitante y su nacionalidad;
- Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse;
- Clase de estación o sistema comercial privado, de servicio público o de servicio público comunal;
- Banda de frecuencias: de radiodifusión de onda media, onda corta, frecuencia modulada, radiodifusión por satélite, radiodifusión circuito cerrado, televisión VHF o televisión UHF, televisión codificada, televisión por cable, de audio, video o datos, u otros medios, sistemas o servicios de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión;
- Estudio de ingeniería suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones;
- Ubicación y potencia de la estación o estaciones;
- Horario de trabajo;
- Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante;
- Currículum vitae, para el caso de persona natural;
- Partida de nacimiento del solicitante y del cónyuge;
- Fotocopias de las cédulas de ciudadanía y certificado de votación de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica;
- Declaración juramentada que el peticionario no se encuentre incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario; y,
- Copia del Registro Único de Contribuyentes, RUC.

Por último los siguientes aspectos o información serán consideradas importantes por el CONATEL y deben ser presentados:



- Programación, cuyos contenidos tendrán fines informativos, educativos, culturales, conciencia cívica orientada a fortalecer la unidad nacional, a la consolidación intercultural y social, a la defensa de los valores humanos, históricos, artísticos, que afiancen la identidad nacional y vigoricen la vigencia de los derechos humanos y que incentiven la producción nacional independiente;
- La determinación sobre la generación de empleo y nuevas fuentes de trabajo;
- El estudio sobre la sostenibilidad financiera y técnica del proyecto; y,
- Otros parámetros que el Consejo considere necesario en beneficio del público.

Como ya hemos visto, el Estado es quien regula y administra el uso de las frecuencias en el país por ende es necesario solicitar al mismo que otorgue una frecuencia en la ciudad de Riobamba a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para implantar una radio sin fines de lucro.

Además de los certificados RUCs, cédulas, papeles notariados de compra de equipos, escrituras entre otros; ya revisados, necesitamos llenar ciertos formatos que la Súper Intendencia de Telecomunicaciones exige antes de conceder la autorización para el uso de la frecuencia. En el anexo 1 encontraremos dichos formatos debidamente llenados para la concesión de la frecuencia.

### **3.3 ESTUDIO ECONÓMICO**

#### **3.3.1 INTRODUCCIÓN**

Para la implantación de la radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba el tema tal vez más importante es saber de cuánto será la inversión a realizar para ver cumplida la totalidad del proyecto, para esto debemos tomar en cuenta lo ya realizado hasta el momento, puesto que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ya cuenta con infraestructura de una estación de radio que se transmite vía Internet en la página de la ESPOCH, por lo que estos costos ya asumidos de equipos de grabación, consolas, micrófonos, acústica del sitio y demás no serán revisados a lo largo de este capítulo, nos centraremos en lo referente a la implantación de la radio desde el transmisor a la antena que se ubicara en el edificio central, y de ahí el enlace al cerro Cacha y su propagación para la ciudad de Riobamba, analizaremos costos de instalación, mano de obra, equipos, antenas, y demás necesarios para la puesta a punto de la estación FM, también los aranceles fijados por el gobierno para la concesión de la frecuencia y tarifas mensuales a pagar por el alquiler de la misma, y todos los demás valores fijados por el estado para la operación de la frecuencia.

#### **3.3.2 COSTOS DE INVERSIÓN**

Los costos de inversión se definen como el conjunto de esfuerzos económicos necesarios al inicio de un proyecto para la implementación del mismo, dentro del cual en nuestro caso, revisaremos los siguientes costos:

##### **3.3.2.1 COSTOS DE EQUIPOS**

A continuación veremos los rubros necesarios para la compra de equipos para la transmisión desde Cacha, la protección de los mismos, y para el enlace punto a punto hasta la ESPOCH.

### 3.3.2.1.1 COSTOS DE EQUIPOS DE TRANSMISION

Para la transmisión desde el cerro Cacha necesitaremos de un amplificador, cables conectores, y las antenas transmisoras, en la siguiente tabla desglosamos los detalles de los precios:

Nº	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	<b>TX 1000GT (TX COMBINADO) Marca Sielco:</b> Transmisor Estado Solido 1000 watts, Enfriado por Aire compuesto por: (1) Amplificador 1000 watts. RFB1000 GT, (1) EXC30GT Excitador, Rack incluido.	1	\$6713
2	<b>SISTEMA RADIANTE DE 4 ANTENAS Marca: SIRA</b> Mod: FMC-01. Polarización Circular de alta penetración. Antenas Radomizadas. 4 Arneses con inclinación Electrónica y relleno de nulos adecuados. <sup>3</sup>	1	\$5185
3	<b>CABLE DE 7/8" Marca Andrew</b> Mod. AVA-5-50	40	\$580
4	<b>CONECTORES Y KIT DE ACCESORIOS Marca Andrew</b> de instalación para cable coaxial de 7/8"	2	\$540
<b>TOTAL</b>			<b>\$13018</b>

Tabla III 2 Costos Equipos de Transmisión

### 3.3.2.1.2 COSTOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LA TRANSMISIÓN

Es muy importante que nuestra inversión en los equipos de transmisión este protegida contra altos y bajos de corriente, puesto que en el país no se puede contar con que la energía eléctrica sea estable todo el tiempo, y solo bastaría con una sola vez que se salga de control los voltajes o corrientes recibidos para colapsar con todos nuestros

---

<sup>3</sup> El valor es tomado de la cotización de ECUATRONIX U.S.A. del Anexo 12 más un 30% por recargos de envíos y des-aduanización.

equipos, para disminuir esa posibilidad, revisaremos los costos de los siguientes equipos:

N°	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	REGULADOR DE VOLTAJE de 5 KVA. Marca SIELCO ENERGY. Mod: SVR12 WBSN005	1	\$4345
2	PROTECTOR DE TRANSCIENTES BIFÁSICO de 220v 50 A. Marca CITEL (protección primaria 140 KV) con detector de falla de fases.	1	\$1276
3	UPS 6KVA Marca: STACO Mod: SC600021T. Voltaje de Salida 200/220/230/240 Seleccionable <sup>4</sup>	1	\$3899
<b>TOTAL</b>			<b>\$9520</b>

Tabla III 3 Costos de Equipos de Protección

### 3.3.2.1.3 COSTOS DE EQUIPOS DEL ENLACE ENTRE LA ESPOCH Y EL CERRO HIGNU CACHA

A continuación revisaremos los valores por pagar para la compra de antenas, transmisor, receptor del enlace punto a punto, cables y conectores, necesarios para transmitir la señal desde el edificio Central de la ESPOCH hasta la cima del cerro Cacha.

---

<sup>4</sup> El valor es tomado de la cotización de ECUATRONIX U.S.A. del Anexo 12 más un 30% por recargos de envíos y des-aduanización.

N°	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	TRANSMISOR Y RECEPTOR DE ENLACE Marca SIELCO Mod. Exc 18b/2-9 y Rtx 18b/2-9 200 - 960 MHz STL Transmisor 200 - 960 MHz STL Receiver	1	\$3488
2	ANTENAS DE ENLACE Marca ANDREW Mod. Paraflector. Para la banda 940 – 960 MHz.	2	\$1614
3	CABLE DE 1/2" Marca Andrew Mod. LDF 4-50	35	\$315
4	Conectores y kit de accesorios Marca Andrew de instalación para cable coaxial de 1/2"	2	\$530
		<b>TOTAL</b>	<b>\$5947</b>

Tabla III 4 Costos de Equipos de Enlace

### 3.3.2.2 COSTOS DE DIRECCION TÉCNICA

Para lo visto anteriormente; equipos, antenas, conexiones entre otros, necesitaremos de la ayuda de personas calificadas para la puesta a punto de nuestra radio FM, y por lo ya revisado, las cotizaciones de lo expuesto antes son del proveedor ECUATRONIX. S. A. experto en estos temas y con muchos años de experiencia, debajo encontramos el costo de dicha mano de obra:

N°	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	DIRECCIÓN TÉCNICA, INSTALACIÓN Y TRANSPORTES INTERNOS Empresa ECUATRONIX, de los equipos descritos en los lugares de operación, estudios Riobamba y Cerro Hignu Cacha por espacio de 4 días. Incluye instalación de Transmisor y sistema de enlace		\$1500
		<b>TOTAL</b>	<b>\$1500</b>

Tabla III 5 Costos de Dirección Técnica

### 3.3.2.3 COSTOS DE ALQUILER DE TORRE Y CASETA EN EL CERRO HIGNU CACHA

Se ha realizado el acercamiento con los mismos proveedores de los equipos los cuales cuentan con torres y son dueños del sitio que hemos previsto para la instalación de la antena en la cima del Cerro Hignu Cacha, y además cuentan con todo lo necesario. El valor fijado por el alquiler mensual de la caseta y las torres se muestran a continuación.

Nº	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	ALQUILER MENSUAL por alquiler de Torre y Caseta en el Cerro Hignu Chacha	12	\$2400
		<b>TOTAL</b>	<b>\$2400</b>

Tabla III 6 Costos de Alquiler Mensual en Cacha

### 3.3.2.4 TARIFAS PARA LA CONCESIÓN Y ALQUILER DE LA FRECUENCIA

El Estado ha determinado mediante reglamentos los costos a cancelarse para poder operar una frecuencia, dichas leyes las encontramos en el Anexo 9; y los valores totales se desglosan en la siguiente tabla:

Nº	DETALLE	CANT.	TOTAL
1	DERECHO DE CONCESIÓN DE UNA FRECUENCIA por parte del Estado para capital de Provincia.	1	\$160
2	TARIFA MENSUAL por concesión de la frecuencia por parte del Estado para la ciudad de Riobamba.	12	\$480
		<b>TOTAL</b>	<b>\$640</b>

Tabla III 7 Costos de Concesión y Alquiler de la Frecuencia

### 3.3.3 INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

A continuación revisaremos resumidamente los valores anteriores en la siguiente tabla:

N°	DETALLE	TOTAL
1	Costos de Equipos de Transmisión	\$13018
2	Costos de Protección de Equipos de Transmisión	\$9520
3	Costos de Equipos para el Enlace Punto - Punto	\$5947
4	Costos de Dirección Técnica	\$1500
5	Costo de Alquiler de Torre y Caseta por un año	\$2400
6	Costos de Concesión de Frecuencia por un año	\$640
7	Costos de Imprevistos	\$3302
		<b>\$36327</b>

Tabla III 8 Inversión Total del Proyecto

Para poder operar una frecuencia en la ciudad de Riobamba necesitamos aproximadamente de \$28500 sin tomar en cuenta los costos ya invertidos en los equipos que actualmente operan ya en el edificio de la ESPOCH.

### 3.3.4 FINANCIAMIENTO

Cuando se implemente el proyecto, este sería totalmente financiado por la ESPOCH

<b>N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>Porcentaje de Participación</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	Capital Propio	100%	\$36327
		<b>TOTAL</b>	<b>\$36327</b>

Tabla III 9 Financiamiento.

La mayoría de valores los tomamos del Anexo 10 en el que se encuentra la cotización detallada de la empresa Ecuatronix S.A. con los equipos, materiales, mano de obra y demás.



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para verificar o no la hipótesis de la presente tesis, el actual trabajo fue presentado a 6 personas las cuales conocen acerca del tema y la mayoría son ingenieros de la ESPOCH que han tratado con temas de leyes y aspectos económicos.

Luego de revisar el trabajo dichos ingenieros fueron encuestados para ver si el proyecto es o no de utilidad para que la ESPOCH pueda operar una estación de radio en la ciudad de Riobamba, cumpliendo los requisitos legales, verificando temas económicos, y sobretodo que el aspecto técnico sea de gran ayuda para una óptima transmisión de Radio.

Luego de tabular los resultados nos ayudamos del software SPS Statistics para la demostración de la Hipótesis por medio del método Chi Cuadrado.

#### 4.1.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS

Pregunta N°.1

¿De acuerdo a los resultados presentados en la presente tesis, considera Ud. que el análisis aquí expuesto, ha sido de gran utilidad para el confirmar la factibilidad técnica para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Si	5	83,3	83,3	83,3
No	1	16,7	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Tabla IV. 1 Resultados Encuesta Pregunta 1

¿De acuerdo a los resultados presentados en el presente estudio, considera Ud. que el análisis aquí expuesto, ha sido de gran utilidad para el confirmar la factibilidad técnica para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

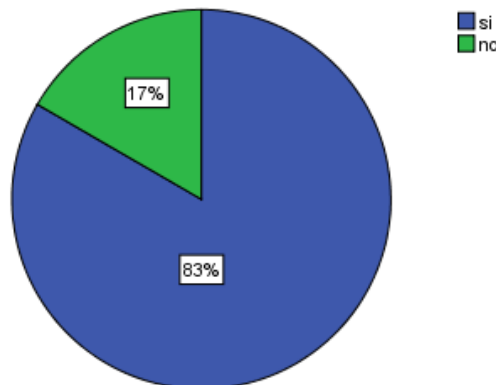


Figura IV. 1 Resultados Encuesta Pregunta 1

#### Análisis:

La gran mayoría de ingenieros considera que el análisis expuesto denota detalles técnicos que hacen viable el proyecto de la ESPOCH para la operación de una frecuencia de Radio.

#### Interpretación:

Con el estudio revisamos las características del terreno, clima, capacidad de los equipos entre muchos otros factores técnicos que nos permiten realizar el proyecto de la radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba.

Pregunta Nº. 2

¿Luego de revisar el estudio, cree Ud. que el aporte ha sido de gran utilidad en cuanto a los aspectos legales a seguirse para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Si	6	100,0	100,0	100,0

Tabla IV. 2 Resultados Encuesta Pregunta 2

¿Luego de revisar el trabajo, cree Ud. que el aporte ha sido de gran utilidad en cuanto a los aspectos legales a seguirse para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

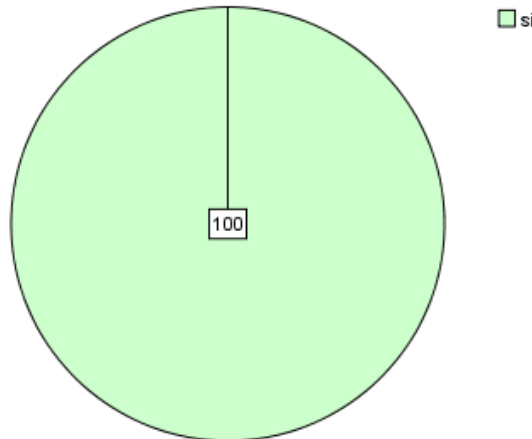


Figura IV. 2 Resultados Encuesta Pregunta 2

**Análisis:**

La totalidad de personas consideraron que el análisis realizado en el trabajo nos facilita la concesión de la frecuencia por parte del Estado, y nos ayuda a conocer todos los pasos a seguir para operar una frecuencia legamente en el país.

**Interpretación:**

Las normativas que rigen en el país son importantes para que la operación de la frecuencia en la ciudad de Riobamba y en un futuro en el resto del país, se cumplan al pie de la letra y así lo consideran los ingenieros encuestados ya que su totalidad piensa que el proyecto facilita totalmente el aspecto legal de la operación de la radio.

Pregunta N°. 3

¿Al conocer este estudio, considera importante el aporte del mismo para confirmar la viabilidad económica para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Si	4	66,7	66,7	66,7
	No	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Tabla IV. 3 Resultados Encuesta Pregunta 3

¿Al conocer este estudio, considera importante el aporte del mismo para confirmar la viabilidad económica para implementar la Radio de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba?

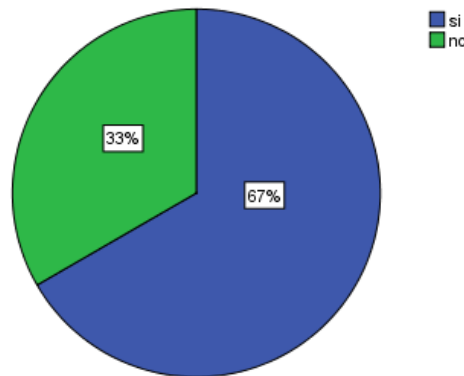


Figura IV. 3 Resultados Encuesta Pregunta 3

**Análisis:**

Un poco más de la mitad de ingenieros encuestados respondieron que el tema económico se encuentra solventado en el trabajo expuesto con todos los detalles monetarios que se necesitarían para la implantación de una radio en la ciudad de Riobamba.

**Interpretación:**

El tema económico se trató de manera adecuada para el inicio del proyecto, pero además se debió tomar en cuenta la sustentabilidad del proyecto, y demás aspectos como sueldos, entre muchos otros.

#### 4.1.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Hi:** Con el presente trabajo de investigación se pretenderá tener el estudio técnico, económico, legal que permita a la ESPOCH solicitar la concesión de una frecuencia y futura implementación de la estación de radio en la ciudad de Riobamba.

**Ho:** Con el presente trabajo de investigación se pretenderá tener el estudio técnico, económico, legal que no permita a la ESPOCH solicitar la concesión de una frecuencia y futura implementación de la estación de radio en la ciudad de Riobamba.

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

#### COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,600 <sup>a</sup>	1	,439		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,908	1	,341		
Fisher's Exact Test				1,000	,667
Linear-by-Linear Association	,500	1	,480		
N of Valid Cases	6				

a. 4 cells (100,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,33.

b. Computed only for a 2x2 table

Tabla IV. 4 Chi Cuadrado

0,439 es mayor a 0,05 por lo tanto se acepta HI: Con el presente trabajo de investigación se pretenderá tener el estudio técnico, económico, legal que permita a la ESPOCH solicitar la concesión de una frecuencia y futura implementación de la estación de radio en la ciudad de Riobamba.

## CONCLUSIONES

- El estudio del espectro radioeléctrico es muy importante, ya que los resultados que se obtienen después del análisis son primordiales tanto para los diseñadores del proyecto, como para la ESPOCH, pues con esta información podemos determinar la capacidad de uso de la frecuencia elegida para realizar el radioenlace, más los niveles de ruido que puedan existir, y si es factible o no dicho enlace.
- También es primordial el análisis de las características de los equipos de transmisión, verificar los ángulos de inclinación para que la cobertura de la señal de la radio sea la más efectiva, maximizando la capacidad del sistema radiante y el amplificador.
- Partiendo de los cálculos de pérdidas de propagación, nivel de intensidad de la señal de recepción, margen de desvanecimiento y el criterio de la primera zona de Fresnel se establece que el radioenlace punto a punto entre el cerro Cacha y el edificio central de la ESPOCH, tiene el nivel de señal adecuado para garantizar la demodulación en el equipo de recepción.
- El análisis efectuado al perfil del proyecto de los enlaces con ayuda del software Radio Mobile y también del Google Earth para el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel nos garantiza que no existe obstrucción, y una transmisión punto a punto sin mayores pérdidas.
- Mediante la realización del proyecto pudimos conocer todas las etapas necesarias para la transmisión de audio a través de medios de comunicación inalámbricos.

- Fue trascendental también la ayuda de la empresa ECUATRONIX S.A., la cual cuenta con muchísima experiencia, brindando su asesoría a decenas de canales de televisión y radiodifusoras a lo largo y ancho del país. y con ellos pudimos determinar los costos de los equipos, materiales y mano de obra necesaria para la instalación de la radio con la que abarcaremos a la ciudad de Riobamba.
- Tal vez el punto más importante en la puesta en marcha de la realización de la radiodifusora es el aspecto económico, puesto que esto será lo que tiene más peso en las decisiones de las autoridades de la ESPOCH.
- El aspecto legal en cuanto a la concesión de la frecuencia de la radio de parte del Estado es también un tema significativo, ya que la investigación de los pasos y trámites legales necesarios son de hecho la base para la operación de la radio, que esta no sea esta clandestina y que cumpla con todo lo dispuesto por las leyes del país.
- Aparte de que con la apertura de una radiodifusora de la ESPOCH se crearan plazas de empleo, también será de gran ayuda para los estudiantes puesto que pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas.
- Podemos concluir que el software Radio Mobile a más de ser gratuito es una herramienta bastante útil y con cálculos muy aproximados que nos garantizan que las decisiones tomadas en el estudio sean las acertadas.
- Además de la Empresa ECUATRONIX radicada en Ecuador, tuve que pedir la ayuda de la empresa ECUATRONIX USA la cual nos supo brindar las características de las antenas y así pude definir diagramas de radiación y niveles de recepción en la ciudad de Riobamba, puesto que solo con la cotización de ECUATRONIX Ecuador hubiese sido imposible realizar un estudio técnico aceptable.

## RECOMENDACIONES

- Se debe conocer con exactitud las coordenadas donde se ubicarán las antenas, y las alturas de las mismas; puesto que de esto dependen los demás cálculos que garantizarán el correcto funcionamiento de cada uno de los enlaces.
- Las etapas a seguir para la concesión de la frecuencia por parte del estado deben ser llevadas a cabo con mucha mesura y precaución, tomando en cuenta todos los pasos aquí descritos y con la documentación legal correspondiente para así llegar a la culminación del proyecto.
- Las tres etapas del proyecto, tanto la técnica; como la económica y la legal deben ser abordadas con mucho cuidado puesto que el éxito de todas ellas, nos garantizará que nuestra radio funcione de manera adecuada y permita que la colectividad riobambeña se beneficie de su programación; además que toda la documentación se encuentre en regla para que no existan inconvenientes con el Estado.
- Al momento de encontrarse en los trámites legales para la obtención de la frecuencia, puede que los organismos del Estado no nos otorguen las frecuencias deseadas, y nos asignen alguna otra, tanto para el enlace punto a punto, como para la transmisión, por lo que se recomienda que al volver a hacer los cálculos se los realice, determinando en el software, las condiciones menos favorables, para que así no existan sorpresas al momento de la instalación y comprobación del funcionamiento de los equipos.
- Se recomienda que al momento de definir o no si se pone en funcionamiento la radio de la ESPOCH; además del tema económico que es muy importante, porque así podemos saber si contamos o no con los recursos necesarios; también se tome en cuenta el factor social, puesto que al ser una radio sin fines



de lucro, va a ser de mucha ayuda para la colectividad ya que además de programas educativos, se tendrá programas de ayuda a la comunidad por lo que las personas se sentirán agradecidas con la Radio y por ende con la ESPOCH.

- El equipo de recepción, deberá ser suficientemente sensible para percibir el nivel de señal que llega al punto de recepción, de manera que el proceso de demodulación se pueda llevar a cabo para la recuperación de la información transmitida.
- Los equipos de transmisión necesitan de gran potencia para su operación, esto se traduce a calor, por lo que es recomendable que el sitio donde se ubiquen dichos equipos cuente con un sistema de ventilación apropiado o a su vez se disipe el calor de alguna otra manera.
- Se recomienda en el proyecto el alquiler de las torres y de una caseta en el cerro Hignu Cacha puesto que no son comparables los costos entre el alquiler y la adquisición de un pedazo de terreno, la construcción de la caseta la compra e instalación de una torre, el balizaje, sistema de tierra y todo lo demás necesario para una instalación propia en el cerro.
- Además es recomendable que el acople entre antenas, transmisores y receptores, se los realice con cable coaxial con la impedancia correcta ya que así se minimizan de manera significativa las pérdidas de potencia en líneas de transmisión cableadas.

## **RESUMEN**

Se realizó un estudio técnico, económico y legal, con el objetivo de generar la documentación necesaria que le permitirá a la ESPOCH obtener la concesión de una frecuencia para la implementación de la Radio de la ESPOCH en Riobamba.

Usando el método de investigación deductivo, se consideraron todos los factores que intervienen en el funcionamiento de los sistemas de comunicaciones para radio, tanto factores climáticos, geográficos, entre otros, y a partir del análisis de los mismos se definió una estructura para la Radio, por el método inductivo observamos los parámetros específicos que miden el rendimiento del sistema, como el nivel de señal, y confiabilidad.

En el estudio técnico se utilizó cartas topográficas, GPS y la aplicación Google Earth para determinar latitud, longitud, altura y perfiles topográficos, software Radio Mobile para la simulación de enlaces y también para determinar el área de cobertura de los transmisores. Para el estudio económico se elaboró un presupuesto considerando infraestructura, equipamiento técnico y personal operativo entre muchos otros. Con respecto al aspecto legal, se analizó la normativa y reglamentación de los organismos de control y regulación del país y los pasos que exige el estado para que se pueda conseguir una frecuencia.

Con el sistema propuesto en la documentación se alcanzaría una señal con un porcentaje de confiabilidad del 99%, y para la implementación del proyecto se tendría un costo aproximado de 36.300 dólares.

Se recomienda que este estudio sea considerado por los directivos de la institución en lo que corresponde a la implementación de la radio de la ESPOCH con cobertura en la ciudad de Riobamba.

## **SUMMARY**

A technical, economic and legal study was performed to generate the necessary documentation that will permit to the ESPOCH get the concession of a radio frequency to implement in this Institution in Riobamba.

By using the deductive method, all the factors involved in an operation of radio communication systems were considered, both climatic and geographical factors, and the analysis were defined for a radio structure; by the inductive method, specific parameters were observed measuring the performance of the system as well as the signal level and reliability.

On the technical study topographic maps, GPS and Google Earth were used to determine latitude, longitude, altitude and topographical profiles, Radio Mobile software for simulation links and to determine the area of coverage of transmitters. For the economic study, produced a budget considering the infrastructure, technical equipment and operating personnel. Regarding the legal aspect, we analyzed the laws and regulations of the inspection bodies and laws of the country and the steps required by the state to get a frequency.

With the proposed system in the documentation, a signal with reliability rate of 99% would be searched and for the implementation of the project the cost would be approximately 36.300 dollars.

It is recommended that this study to implementat the ESPOCH Radio with coverage in the city of Riobamba, be considered by the institution directors.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **TOMASI, W.** Sistema de Comunicaciones Electrónicas; Traducido del Inglés por la Ing. Gloria Mata Hernández; 4ta Edición; Phoenix Arizona; Prentice Hall – 2003; pp. 355-423
2. **CONATEL.** Reglamento de concesión de frecuencias de Radiodifusión y televisión 12-5-2009; Resolución del CONATEL # 5743; Registro Oficial # 588; 9 p.

## BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

### 3. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

<http://www.tochtli.fisica.uson.mx/electro/historia.htm>  
2011-04-25

### 4. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

[http://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_de\\_la\\_electricidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_electricidad)  
2011-05-22

### 5. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

[http://www.acenor.cl/acenor/pag.gral/documentos/Historia\\_Electricidad.htm](http://www.acenor.cl/acenor/pag.gral/documentos/Historia_Electricidad.htm)  
2011-06-25

### 6. HISTORADIO

<http://historadio.blogspot.com/2011/06/historia-de-la-radio-en-el-ecuador.html>  
2011-08-20

### 7. HISTORIA DE LA RADIO

<http://fer-ortiz.lacoctelera.net/post/2009/05/29/historia-la-radio-fernando-ortiz-vizuite-mayo-2009>  
2011-08-25

- 8. LOS INICIOS DE LA RADIODIFUSIÓN EN ECUADOR / RADIO “EL PRADO”**  
<http://www.culturaenecuador.org/artes/personajes-de-chimborazo/193-los-inicios-de-la-radiodifusion-en-ecuador-radio-el-prado.html>  
2011-08-30
- 9. LA RADIO EN EL ECUADOR**  
<http://blog.nataliacartolini.com/la-radio-en-el-ecuador/>  
2011-09-03
- 10. CONCEPTOS SOBRE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**  
<http://nacc.upc.es/navegacion-aerea/x360.html>  
2011-09-07
- 11. ELECTROMAGNETISMO: DEFINICIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**  
<http://electromagnetismo.idoneos.com/index.php/Ondas>  
2011-09-08
- 12. ONDA ELECTROMAGNÉTICA**  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Onda\\_electromagn%C3%A9tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_electromagn%C3%A9tica)  
2011-09-08
- 13. GLOSARIO FRECUENCIA**  
<http://tecnologia.glosario.net/terminos-tecnicos-internet/frecuencia-724.html>  
2011-10-20
- 14. MEDICIONES**  
<http://www.ispmusica.com/articulo.asp?id=898>  
2011-10-20
- 15. AMPLITUD (FÍSICA)**  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Amplitud\\_%28f%C3%ADsica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Amplitud_%28f%C3%ADsica%29)  
2011-10-20
- 16. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO**  
[http://www.unicrom.com/Tel\\_espectroelectromagnetico.asp](http://www.unicrom.com/Tel_espectroelectromagnetico.asp)  
2011-10-21

**17. INTRODUCCIÓN A LA RADIO ESCUCHA.- EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.**

<http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/bandas.htm>

2011-10-21

**18. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagn%C3%A9tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico)

2011-10-23

**19. LA RADIO TIPOS DE MODULACIÓN**

<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/radio2/radio2.html>

2011-10-28

**20. MODULACIÓN DE UNA ONDA**

[http://web.me.com/eltrifasico/tecnologias\\_comunicacion/ModulacionAM.html](http://web.me.com/eltrifasico/tecnologias_comunicacion/ModulacionAM.html)

2011-11-25

**21. MODULACIÓN DE FASE**

<http://www.textoscientificos.com/redes/modulacion/fase>

2011-11-25

**22. TIPOS DE MODULACIÓN**

<http://modul.galeon.com/aficiones1359485.html>

2011-11-26

**23. ÍNDICE DE MODULACIÓN**

<http://es.scribd.com/doc/36908974/Que-es-el-indice-de-modulacion>

2011-11-26

**24. CONSTRUCCIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA**

<http://www.slideshare.net/mara92/indice-de-modulacion>

2011-11-30

**25. REFLEXIÓN REFRACCIÓN Y DIFRACCIÓN**

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/Optica\\_Ondas/Reflex\\_Refrac\\_Difrac.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/Optica_Ondas/Reflex_Refrac_Difrac.htm)

2012-02-05

**26. REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN**

[http://www.educared.org/wikiEducared/Reflexi%C3%B3n\\_y\\_refracci%C3%B3n.html](http://www.educared.org/wikiEducared/Reflexi%C3%B3n_y_refracci%C3%B3n.html)

2012-02-05

**27. REFRACCIÓN**

<http://www.angelfire.com/empire/seigfrid/Refraccion.html>

2012-02-05

**28. REFLEXIÓN DE ONDAS**

<http://www.cienciaexplicada.com/2010/10/reflexion-de-ondas.html>

2012-02-05

**29. DIFRACCIÓN**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Difracci%C3%B3n>

2012-02-05

**30. DIFRACCIÓN**

<http://sites.google.com/site/fisica2palacios/home/ondas-presentacion/9-difraccion-de-las-ondas>

2012-02-05

**31. LAS ZONAS DE FRESNEL Y EL ALCANCE DE LOS EQUIPOS DE RADIOFRECUENCIA**

<http://asterion.almadark.com/2008/11/30/las-zonas-fresnel-y-el-alcance-de-los-equipos-de-radio-frecuencia/>

2012-02-07

**32. CÁLCULO DE ZONA DE FRESNEL**

<http://tamax.com.ar/blog/?p=517>

2012-02-07

**33. BOLETÍN INFORMATIVO "DECIBEL" ING. PEDRO F. PÉREZ PP. 1.**

[www.frm.utn.edu.ar/medidase2/varios/dB.pdf](http://www.frm.utn.edu.ar/medidase2/varios/dB.pdf)

2012-02-07

**34. DEFINICIÓN DE DECIBEL**

<http://docente.ucol.mx/al058284/decibeles.htm>

2012-02-10

**35. QUE ES UN DECIBELIO**

[http://www.acustiglass.com/?page\\_id=7](http://www.acustiglass.com/?page_id=7)

2012-02-10

**36. ANTENAS**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>

2012-02-11

**37. ANTENAS**

<http://es.scribd.com/doc/51602948/TEI-sesion-04-antenas>

2012-02-12

**38. ANTENAS**

<http://www.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas.html#4>

2012-02-13

**39. TIPOS DE ANTENAS**

[http://paratorpes.es/manuales/tipos\\_antenas.pdf](http://paratorpes.es/manuales/tipos_antenas.pdf)

2012-02-13

**40. TIPOS DE ANTENAS**

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/herandez\\_a\\_r/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/herandez_a_r/capitulo2.pdf)

2012-02-14

**41. CÁLCULO DE RADIO ENLACE**

[http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/06escalculoderadioenlace\\_guia\\_v01.pdf](http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/06escalculoderadioenlace_guia_v01.pdf)

2012-02-14

**42. PROPIEDADES DE LA PROPAGACIÓN**

<http://nacc.upc.es/navegacion-aerea/x360.html>

2012-02-14

**43. PÉRDIDA EN TRAYECTORIA POR ESPACIO LIBRE**

<http://es.scribd.com/doc/51602948/21/Perdida-en-Trayectoria-por-Espacio-Libre>

2012-02-15



**44. PÉRDIDA DE TRAYECTORIA**

[http://www.multilingualarchive.com/ma/enwiki/es/Path\\_loss](http://www.multilingualarchive.com/ma/enwiki/es/Path_loss)  
2012-02-15

**45. PERDIDAS EN CABLES Y CONECTORES**

[http://www.eslared.org.ve/tricalcar/08 es antenas y cables guia v01%5B1%5D.pdf](http://www.eslared.org.ve/tricalcar/08_es_antenas_y_cables_guia_v01%5B1%5D.pdf)  
2012-02-15

**46. ANTENAS Y CABLES**

[http://www.eslared.org.ve/tricalcar/08 es antenas y cables guia v01%5B1%5D.pdf](http://www.eslared.org.ve/tricalcar/08_es_antenas_y_cables_guia_v01%5B1%5D.pdf)  
2012-02-16

**47. ANTENAS, SU GANANCIA REAL EN DECIBELIOS**

<http://www.todoantenas.cl/ganancia-antenas.html>  
2012-02-16

**48. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS ENLACES ASCENDENTES Y  
DESCENDENTES**

[http://www.upv.es/satelite/trabajos/sat\\_tv/facto.htm](http://www.upv.es/satelite/trabajos/sat_tv/facto.htm)  
2012-02-16

**49. HISTORIA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR**

[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=339](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=339)  
2012-02-22

**50. CONATEL**

[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=199%3Aconatel&Itemid=339](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=199%3Aconatel&Itemid=339)  
2012-02-22

**51. SENATEL**

[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=200%3Asenatel&Itemid=339](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=200%3Asenatel&Itemid=339)  
2012-02-22

## **52. POLÍTICAS**

[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=5%3Apoliticas&Itemid=339](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=25%3Ainformacion-corporativa&id=5%3Apoliticas&Itemid=339)  
2012-02-22

## **53. RESEÑA HISTÓRICA DE LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES**

<http://www.supertel.gob.ec/index.php/Organizacion/Resena-historica-de-la-Superintendencia-de-Telecomunicaciones.html>  
2012-02-24

## **54. POLÍTICAS**

<http://www.supertel.gob.ec/index.php/Organizacion/Politicas.html>  
2012-02-24

## **55. ADMINISTRACIÓN DE LOS CONTRATOS Y CONTROL TÉCNICO**

<http://www.supertel.gob.ec/index.php/Radiodifusion-Television-y-Audio-y-Video-por-susc/administracion-de-los-contratos-y-control-tecnico.html>  
2012-02-26

## **56. REQUISITOS FRECUENCIAS PRINCIPALES**

<http://www.supertel.gob.ec/index.php/Radiodifusion-Television-y-Audio-y-Video-por-susc/requisitos-frecuencias-principales.html>  
2012-02-26

## **57. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

<http://www.imagenesgeograficas.com/sig.htm>  
2012-02-27

## **58. MAPINFO® PROFESSIONAL V11.0**

[http://www.topoequipos.com/dem/index.php?option=com\\_content&task=view&id=43&Itemid=166](http://www.topoequipos.com/dem/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=166)  
2012-02-28

## **59. RADIO MOBILE**

<http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>  
2012-02-28

**60. RADIO MOBILE FREeware BY VE2DBE**

<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

2012-04-13

**61. VERSION 11.2.9 RADIO MOBILE DOWNLOAD IN VARIOUS LANGUAGES**

<http://www.cplus.org/rmw/download/download.php?S=1>

2012-04-13

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **DOCUMENTACIÓN PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA RADIO DE LA ESPOCH EN RIOBAMBA**

## FORMATO 1

### RADIODIFUSIÓN Y CONEXOS CLASE DE ESTACION O SISTEMA

1) **Nombre del peticionario:** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

2) **Clase de estación:**

- Comercial privada (fines de lucro): SI \_\_\_ NO \_\_\_

- Servicio público (sin publicidad): SI X NO \_\_\_

3) **Clase de sistema que solicita:**

a) **Radiodifusión en AM:** Matriz: \_\_\_\_\_ Repetidora: \_\_\_\_\_

b) **Radiodifusión en FM:** Matriz: X Repetidora: \_\_\_\_\_

c) **Radiodifusión en OC:** Matriz: \_\_\_\_\_ Repetidora: \_\_\_\_\_

d) **Televisión Abierta en VHF:** Matriz: \_\_\_\_\_ Repetidora: \_\_\_\_\_

e) **Televisión Abierta en UHF:** Matriz: \_\_\_\_\_ Repetidora: \_\_\_\_\_

4) **Sistemas conexos que solicita:**

a) **Enlace(s) terrestre Estudio-Transmisor:** SI X NO \_\_\_

b) **Frecuencias auxiliares:** SI \_\_\_ NO \_\_\_

c) **Enlace satelital Estudio-Transmisor:** SI \_\_\_ NO \_\_\_

5) **Tipo de estación sistema**

a) **Para radiodifusión AM**

- Sistema Local (500 w - 3000 w): \_\_\_\_\_

- Sistema regional (3 Kw - 10 Kw.): \_\_\_\_\_

- Sistema nacional (más de 10 Kw.): \_\_\_\_\_

b) **Para radiodifusión FM**

- Baja potencia (250 w.): \_\_\_\_\_

- Potencia normal (más de 250 w.): X

**c) Para radiodifusión OC**

- Regional (1 - 10 Kw.): \_\_\_\_\_

- Internacional (más de 10 Kw.): \_\_\_\_\_

**d) Televisión abierta**

- Sistema local (sin repetidoras): \_\_\_\_\_

- Sistema regional (hasta 2 repetidoras): \_\_\_\_\_

- Sistema nacional. Incluye obligación de instalar 1 repetidora en el Oriente y la provincia de Galápagos (más de dos repetidoras):  
\_\_\_\_\_

**FORMATO 2**

**RADIODIFUSIÓN Y CONEXOS**

**BANDA DE FRECUENCIA**

**Nombre del peticionario:** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

**1) Para enlace estudio-transmisor (matriz o repetidoras):**

ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)
a) Riobamba (Estudio)-Cacha	940-945 MHz

**FORMATO 3**

**RADIODIFUSIÓN Y CONEXOS**

**PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA**

El Estudio de Ingeniería se realizará en uno o más de los siguientes formatos:

**3.1: Radiodifusión** X

3.2: Televisión

**3.3: Enlaces terrestres** X

3.4: Frecuencias auxiliares

3.5: Enlace satelital Estudio-Transmisor(es)





### 3.1.3. DATOS DEL TRANSMISOR:

#### a) Ubicación del transmisor:

El transmisor se ubicará en el cerro Cacha al Kilómetro 6 al Suroeste de Riobamba aquí ubicaremos el transmisor en las coordenadas específicas mostradas a continuación:

Sitio	Longitud	Latitud	Altura (msnm)
Cerro Higno Cacha	78°42'58.6'' O	1°41'31.9'' S	3567

*Tabla 1. Ubicación del Transmisor*

Se procederá a la renta de una torre ya instalada en la cima del cerro, tanto para la recepción de la señal desde la ESPOCH como para la transmisión de la onda a toda la ciudad.

#### b) Equipo:

Para la transmisión desde el cerro Cacha y amplificar la señal de la radio hacia toda la ciudad de la Riobamba y alrededores contamos con el equipo transmisor siguiente, marca Sielco:

 TX 1000GT (TX COMBINADO)

Transmisor Estado Solido 1000 watts, Enfriado por Aire compuesto por: (1)

Amplificador 1000 watts. RFB1000 GT, (1) EXC30GT Excitador, Rackeable.

Podemos enumerar las principales características:

- Rango de Frecuencia: 87.5 a 108MHz.
- Modulación FM: 75KHz de desviación ajustable.
- Mínimo nivel de entrada: desde -3.5 a 12.5 dBm.
- Distorsión de Modulación: <0.05%, típicamente el 0.02%.
- Relación Señal a Ruido en Estéreo: >75dBm, típicamente 79dBm.

- Potencia de salida de RF: 1000 W.
- Consumo de Potencia: 1200W

Se adjuntan las características básicas de este transmisor, así como configuraciones, funcionamiento, ajustes de sintonización entre otros en el Anexo 3.

**c) Sistema irradiante:**

**Antena Marca SIRA FMC - 01**



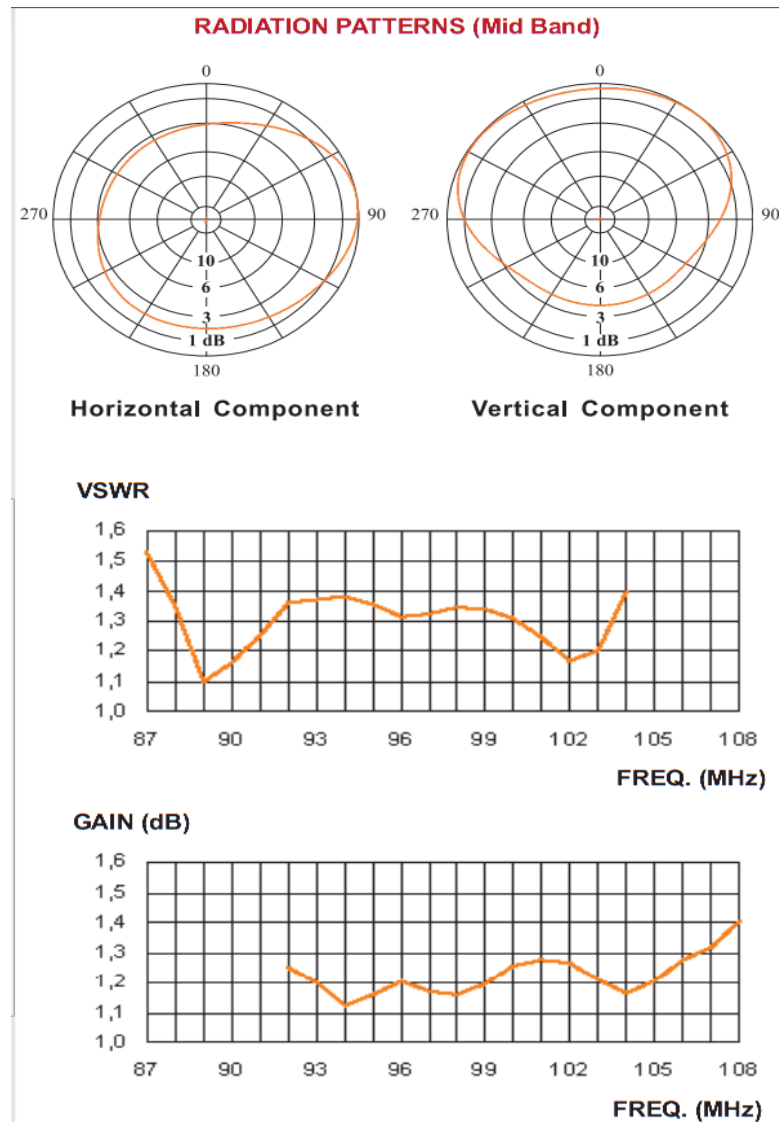
- Tipo de antena: Compuesto por 4 radiadores para soportar 250W c/u.
- Polarización: Circular
- Ganancia en la dirección de máxima radiación (dB): 4.5
- Azimut (en dirección de máxima radiación): No directiva
- Ángulo de cobertura del lóbulo principal de irradiación a -3dB y a -6dB

(2)

360° Componente Horizontal

220° Componente Vertical

- Ángulo de elevación: -6.37°
- Relación del lóbulo frontal y posterior en dB: 0dB
- Diagramas de radiación horizontal y vertical



*Gráfico 1 Diagrama de polarización Horizontal y Vertical.*

- Altura de la antena en relación al nivel del suelo en metros: 30m
- Protecciones para rayos y corrientes estáticas: Pararrayos en lo alto de la torre y sistema aterrizado

**d) Cable RF entre el transmisor y la antena**

Para la conexión entre las antenas y el transmisor en la ESPOCH usaremos cables coaxiales marca ANDREW de ½ pulgadas modelo LDF 450 los niveles de atenuación con relación a la frecuencia y distancia las revisamos a continuación, características más específicas se encuentran adjuntas.

### Attenuation and Average Power Ratings

Frequency MHz	Attenuation dB/100 ft	Attenuation dB/100 m	Average Power, kW
0.5	0.045	0.149	40.0
1	0.064	0.211	35.8
1.5	0.079	0.259	29.2
2	0.091	0.299	25.3
10	0.205	0.672	11.3
20	0.291	0.954	7.93
30	0.357	1.17	6.46
50	0.463	1.52	4.98
88	0.619	2.03	3.73
100	0.661	2.17	3.49
108	0.688	2.26	3.36
150	0.815	2.67	2.83
174	0.880	2.89	2.62
200	0.946	3.10	2.44
300	1.17	3.83	1.97
400	1.36	4.46	1.70
450	1.45	4.75	1.59
500	1.53	5.02	1.51
512	1.55	5.08	1.49
600	1.69	5.53	1.37
700	1.83	6.01	1.26
800	1.97	6.46	1.17
824	2.00	6.56	1.15
894	2.09	6.85	1.10
960	2.17	7.12	1.06
1000	2.22	7.28	1.04
1250	2.51	8.23	0.921
1500	2.77	9.09	0.833
1700	2.97	9.74	0.777
1800	3.07	10.1	0.753
2000	3.25	10.7	0.710
2100	3.34	11.0	0.691
2200	3.43	11.2	0.673
2300	3.52	11.5	0.657
3000	4.09	13.4	0.565
3400	4.39	14.4	0.526
4000	4.82	15.8	0.479
5000	5.49	18.0	0.421
6000	6.11	20.1	0.378
8000	7.26	23.8	0.318
8800	7.69	25.2	0.300

**Standard Conditions:**

For attenuation, VSWR 1.0, ambient temperature 20°C (68°F).

For Average Power, VSWR 1.0, ambient temperature 40°C (104°F), inner conductor temperature 100°C (212°F), no solar loading.

*Tabla 2. Atenuación de la línea de transmisión*

La Longitud del cable será de 45 metros y la atenuación a la frecuencia RF/metro es de 0.0226dB/m, lo cual implica una pérdida de un poco más de un decibelio en todo el trayecto.

**e) Energía eléctrica:**

- Fuente: Red comercial.
- Voltaje de alimentación: 230 VAC + - 15%
- Consumo: 1650W

- Regulación y estabilización: Se cuenta con UPS de 6 KVA Marca: Starco Energy. Ver Anexo 13
- Protecciones: Supresor de Transientes Starco Energy SVR 12(Anexo 5) y sistema aterrizado.

**f) Mantenimiento:**

Se procederá mensualmente a revisar el correcto funcionamiento de los equipos y de acuerdo a los contratos con los proveedores se procederá a realizar un mantenimiento semestral o anual según la negociación, para las pruebas propias necesitaremos equipos como:

- \* Multímetro digital.
- \* Vatímetro.
- \* Analizador de Espectro.
- \* Generador de Audio
- \* Generador de Radiofrecuencia
- \* Seguidor de señales
- \* Juego de herramientas, entre otros.

**g) Instalación: <sup>6</sup>**

**h) Cobertura:**

Tenemos los siguientes parámetros para el cálculo del área de cobertura de la radio:

Potencia de Operación:	1000W o 30dBW
Pérdidas:	
-Cables Conectores y Distribución de Potencia:	2dB
Ganancia de la Antena:	4.5dBd

---

<sup>6</sup> Al momento del alquiler de la caseta se podrá contar con los esquemas eléctricos de la misma y realizar el diagrama de bloques pertinente.

Potencia Efectiva Radiada (PER): 32.3dBW

Frecuencia de Operación: 100.5MHz

Ganancia de la Antena:

Por ser un arreglo de 4 radiadores obtenemos la siguiente tabla:

Azimut	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
G(dBd)	4.45	4.5	4.15	3.45	2.95	2.65	2.65	2.85	3.35	3.75	4.35	4.45

Tabla 3 Ganancia del arreglo de antenas

La intensidad del campo resultante se desglosa en la siguiente tabla:

### Intensidad de Campo Resultante

Dist. (Km)	Intensidad Campo Eléctrico dB $\mu$ V/m											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
3	43.6	82.1	81	77.1	75.7	69.1	69.9	66.2	64.7	52.3	31.9	67.7
6	52.3	83.7	78.7	75.8	40	39.4	66.1	29.1	39.3	40.1	36.5	59.6
9	43	77.6	72.3	66.6	48.5	52.6	40.3	34.5	58.9	52.6	64.4	39.2
15	47.4	70.2	57.8	58.5	63.7	43.4	33.8	42.1	33.2	23.2	37.4	33.5
20	37,1	63.9	54.1	60.2	54.2	28.5	34.2	27.5	24.8	28.8	-	28.6
25	24.8	52	63.2	-	49.4	32.8	24.4	22.2	21.7	-	-	47.3
30	26	24.1	44.9	24.9	23.8	41.3	22.5	36.2	-	-	-	-
35	21	22.9	24.6	-	26.7	24.4	36.5	-	-	-	-	-
40	-	20.1	26.1	21.1	20	28.4	23.5	-	-	-	-	-
45	-	-	21.6	-	-	22.2	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4 Intensidad del Campo Resultante en dB $\mu$ V/m

En la siguiente imagen podemos observar el área de cobertura de la radio en color azul observamos las zonas que cuentan con 54 dB $\mu$ V/m o más y en las zonas verdes con potencias de hasta 30 dB $\mu$ V/m como límite inferior.

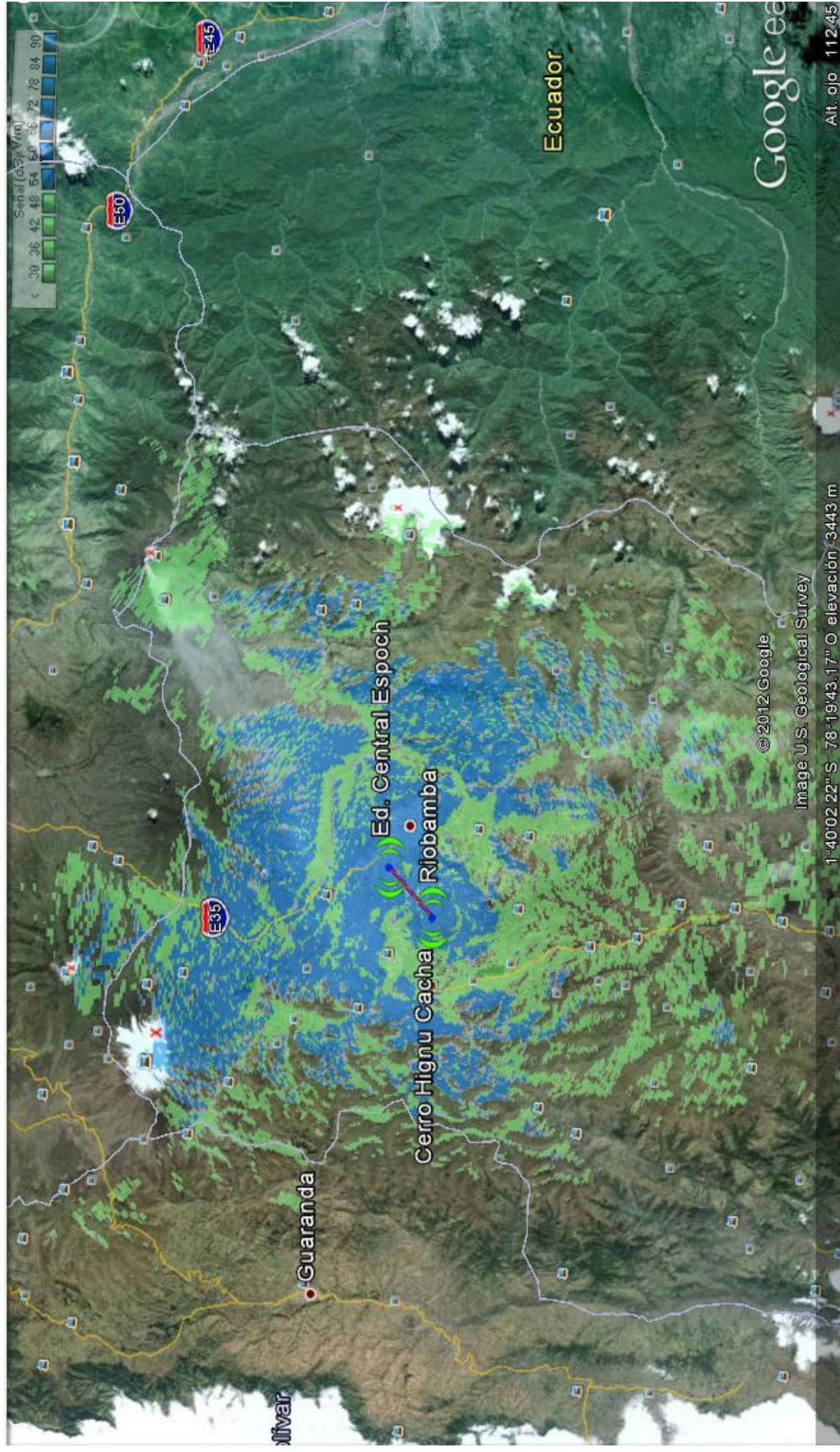


Grafico 2. Área de Cobertura de la Radio de la ESPOCH en Riobamba y alrededores

Perfiles topográficos desde el transmisor con azimut de 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°

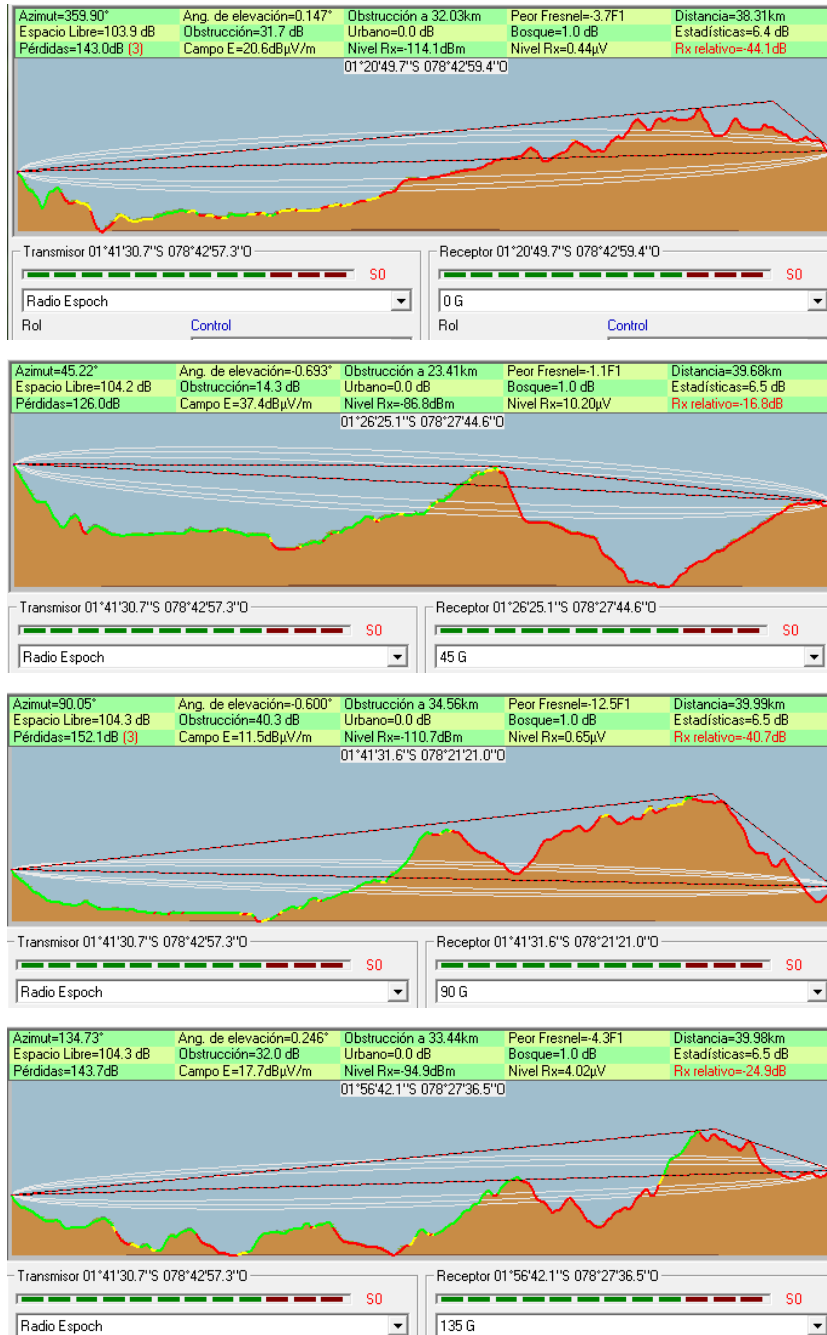


Grafico 3. Perfiles Topográficos a 0°, 45°, 90° y 135°



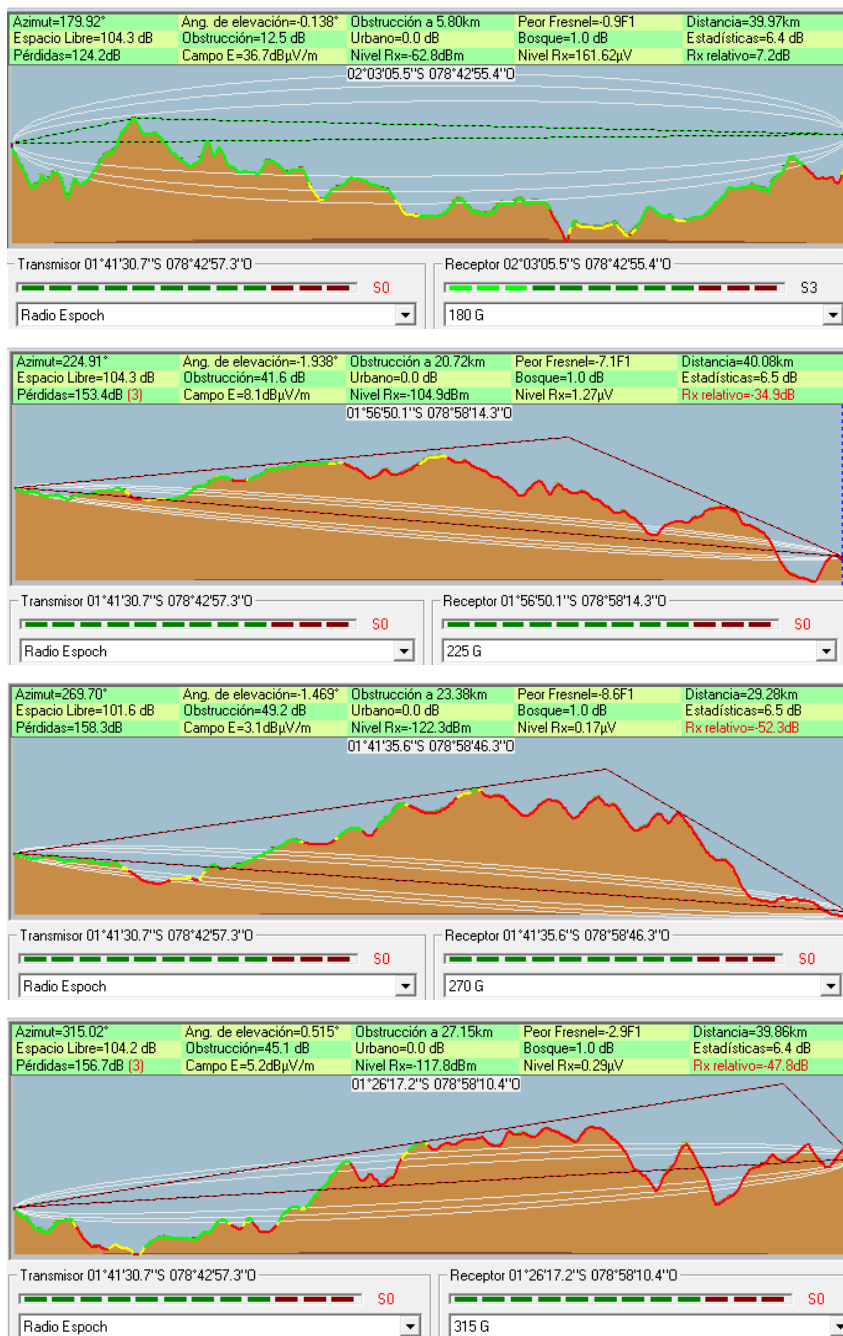


Grafico 4. Perfiles Topograficos a 180°, 225°, 270° y 315°

#### 4. ENLACE ESTUDIO-TRANSMISOR (Principal o repetidoras)

El enlace se realiza mediante radiocomunicación, para lo que se adjunta el formato 3.3 debidamente llenado.

## **5. FRECUENCIAS AUXILIARES**

Aparte del Enlace Estudio- Transmisor no se necesita de más frecuencias auxiliares.

Elaborado por: Diego Fernando Cajas Garzón

f) \_\_\_\_\_

Licencia Profesional: XXXXXXXX

### FORMATO 3.3

#### PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ENLACES TERRESTRES DEL SERVICIO DE RADIODIFUSION

**Nombre del peticionario:** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

**1. DECLARACIÓN DEL PROFESIONAL:** Yo Diego Fernando Cajas Garzón, Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones y Redes, con número de afiliación: xxxxxx del colegio Profesional de Ingenieros Electrónicos; declaro que el Estudio de Ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica están realizados bajo mi responsabilidad.

Además manifiesto que conozco la Ley de Radiodifusión y Televisión; su reglamento general y la norma técnica para radiodifusión en frecuencia modulada analógica.

#### 2. DATOS DEL ESTUDIO DE LA ESTACION:


##### 2.1 Datos generales

- Enlace Transmisión (A) - Recepción (B)

Sitio	Longitud	Latitud	Altura (msnm)
Edificio Central de la ESPOCH (A)	78°40'45.18" O	1°39'26.88" S	2816
Cerro Higno Cacha (B)	78°42'58.6" O	1°41'31.9" S	3567

##### 2.2 Transmisor (del enlace):

Para el enlace punto a punto entre el Edificio Central de la ESPOCH y el Cerro Cacha trabajaremos con el equipo:

 Transmisor y Receptor de Enlace

Modelo EXC 18B/2-9 y RTX 18B/2-9.

Entre las características principales del transmisor receptor tenemos:

- Oscilador compacto, de modulación de bajo nivel de ruido directo sintetizado, con el cambio de programación cada 10KHz.
- Reduce la pérdida de microondas del filtro de entrada para tener alta sensibilidad y un excelente rendimiento en el entorno de RF altamente ruidosa.
- Precisión estable, de alta y compensada en temperatura en el cristal de base de tiempo.
- Programabilidad externa de frecuencia y de potencia, sin ningún instrumento especial.
- Construcción interna simple y modular facilita la etapa de pruebas y mantenimiento.
- Rangos de frecuencia de fábrica predeterminados:
 

215 a 245 MHz	270 a 240 MHz
300 a 340 MHz	380 a 340 MHz
400a 440 MHz	470 a 430 MHz
840 a 890 MHz	930 a 890 MHz
930 a 960 MHz	1370 a1390 MHz
1429 a 1433 MHz	1510 a 1530 MHz
1660 a 1670MHz	1700 a 1725 MHz
1725 a 1750 MHz	2367.5 a 2372.5 MHz
2440 a 2.450 MHz	2468.1 a 2483.3 MHz

Otros sub-rangos bajo petición
- Modulación: FM, 75 kHz desv. máximo.
  - 180KHz en mono
  - 256KHz en estéreo
- Etapa de síntesis: 10 kHz (VHF / UHF) 25kHz (SHF)
- Error de frecuencia: <2,5 ppm 3' tras el encendido
- Potencia de salida: 7W / 15 W (215 a 960 MHz) 2W / 5 W (1,3 a 2,5 GHz)

Se adjuntan las características básicas de este transmisor receptor en el Anexo 2

### 2.3 Antenas de transmisión:

Para la transmisión entre ambos puntos tenemos las siguientes antenas:



ANTENAS DE ENLACE Mod. PARAFLECTOR Para la banda  
940 – 960 MHz.

Revisamos algunas características a continuación:

- Rango de Frecuencia: 940 – 960 MHz
- Ganancia: 18dBi (16dB)
- Impedancia: 50 Ohm
- Polarización: Horizontal o Vertical
- Máxima Potencia de Entrada: 100 W (a 50°C)
- Conector: N Hembra.
- Relación entre el Lóbulo principal y posterior: 25dB
- Ángulo de elevación: 7.6°
- Azimut de radiación Máxima: 228.85°
- Altura sobre el suelo: 16m
- Ángulo del lóbulo principal a -3dB:  
Plano horizontal: 12°  
Plano Vertical: 24°

Más especificaciones de la antena se encuentran adjuntas en el Anexo 4

### 2.4 Receptor:

Para la recepción se utilizara el receptor marca Sielco también modelo RTX 18B/2-9. El cual trabaja en la banda de frecuencias de operación siguiente: 940-945 MHz.

Encontraremos las demás especificaciones en el Anexo 2

## 2.5 Antena de recepción:

Para la transmisión entre ambos puntos tenemos las siguientes antenas:



ANTENAS DE ENLACE Mod. PARAFLECTOR Para la banda  
940 – 960 MHz.

Revisamos algunas características a continuación:

- Rango de Frecuencia: 940 – 960 MHz
- Ganancia: 18dBi (16dB)
- Impedancia: 50 Ohm
- Polarización: Horizontal o Vertical
- Máxima Potencia de Entrada: 100 W (a 50°C)
- Conector: N Hembra.
- Relación entre el Lóbulo principal y posterior: 25dB
- Ángulo de elevación:  $-7.6^\circ$
- Azimut de recepción:  $48.85^\circ$
- Altura sobre el suelo: 25m
- Ángulo del lóbulo principal a -3dB:  
Plano horizontal:  $12^\circ$   
Plano Vertical:  $24^\circ$

Más especificaciones de la antena se encuentran adjuntas en el Anexo 4

## 2.6 Cálculos:

### - Cálculos del radioenlace

Obtenemos la pérdida en la trayectoria de la siguiente Fórmula:

$$L=32,4+20 \log(d/\text{km})+20 \log(f/\text{MHz})$$

**Ecuación. II.3**

Reemplazando con la distancia de 5.6Km y la frecuencia 940MHz obtenemos:

$$L = 105.94 \text{ dB}$$

La potencia del transmisor es:

$$7W = 5\text{dBW} = 35\text{dBm}$$

Las ganancias de ambas antenas son

$$36\text{dB}.$$

Para obtener el nivel en el receptor sumariamos la potencia del transmisor más las ganancias de las antenas y restaríamos las perdidas en el espacio libre, entonces tenemos:

$$Rx \text{ level} = 35\text{dBm} + 36\text{dB} - 105.94\text{dB}$$

$$Rx \text{ level} = -34.94\text{dBm}$$

La distancia entre Ed. Central Espoch y Cerro Hignu Cacha es	5.6 km (3.5 miles)
Azimut norte verdadero:	226.84°,
Azimut Norte Magnético:	228.88°,
Angulo de elevación:	7.0024°
Variación de altitud de:	683.9 m
El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje:	4.6F1 a 0.1km
La frecuencia promedio es:	945.000 MHz
Espacio Libre:	106.9 dB
Obstrucción:	-5.4 dB,
Urbano:	0.0 dB,
Bosque:	0.0 dB
Estadísticas:	6.7 dB
La pérdida de propagación total es:	108.2 dB
Ganancia del sistema de Ed. Central Espoch a Cerro Hignu Cacha es de:	144.4 dB (corner.ant a 226.8° ganancia = 18.0 dB)

Ganancia del sistema de Cerro Hignu Cacha a Ed. Central Espoch es de:

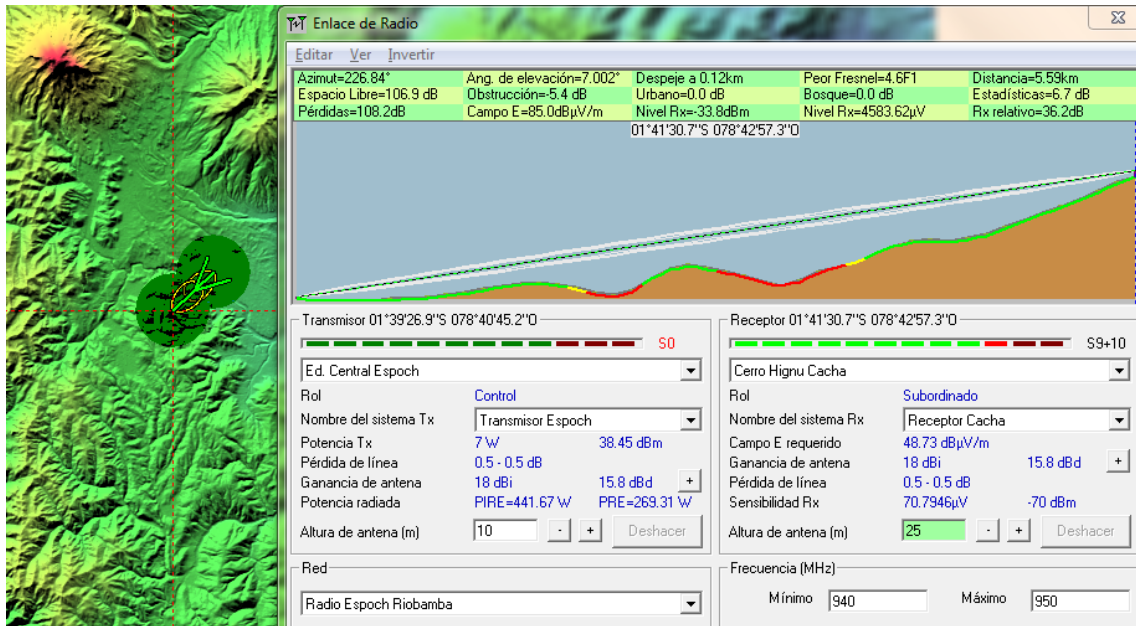
53.0 dB (corner.ant a 46.8° ganancia = 18.0 dB)

Peor recepción es:

55.2 dB bajo el señal requerida a encontrar

70.000% de situaciones

### - Perfil topográfico



### CONCLUSIONES:

- Hay que cerciorarse de las características de los equipos de transmisión y tomar en el software o las pruebas las peores condiciones para que no existan problemas en el momento del enlace real.
- Se concluye que el enlace entre el Cerro Cacha y El edificio Central de la ESPOCH es muy viable con los equipos dispuestos en el presente estudio.

### 3. ENERGIA ELECTRICA

- Fuente:

Red comercial.

- Voltaje:

230 Vac 50/60 Hz



- Consumo:
  - Transmisor: <80W
  - Receptor: <15W
- Regulación, estabilización: Se contara Con UPS y reguladores de voltaje.
- Protecciones: Sistemas Aterrizados

#### 4. MANTENIMIENTO

Se procederá mensualmente a revisar el correcto funcionamiento de los equipos y de acuerdo a los contratos con los proveedores se procederá a realizar un mantenimiento semestral o anual según la negociación, para las pruebas propias necesitaremos equipos como:

- \* Multímetro digital.
- \* Varímetros.
- \* Analizador de Espectros.
- \* Generador de Audio
- \* Generador de Radiofrecuencia
- \* Seguidor de señales
- \* Juego de herramientas, entre otros.

#### 5. INSTALACION:<sup>7</sup>

Elaborado por: Diego Fernando Cajas Garzón

f) \_\_\_\_\_

Licencia Profesional: XXXXXXXX

---

<sup>7</sup> Al momento del alquiler de la caseta se podrá contar con los esquemas eléctricos de la misma y realizar el diagrama de bloques pertinente.

**ANEXO 2**

**TRANSMISOR RECEPTOR DE ESTADO SOLIDO DE  
ENLACE  
SIELCO 18B**

## EXC-RTX18B

VHF\UHF\SHF BROADCAST RADIO LINK FAMILY 220-2500MHz



The EXC/RTX18b is a modern direct-synthesis, frequency-agile broadcast quality STL (Studio to Transmitter Link), which may be factory preset on a very wide frequency range from VHF to SHF. The design of this equipment derives from a restyling of the time and field proven EXC/RTX18 series, in a new look conforming the recent EXC30GT FM transmitter series. Both transmitter and receiver offer full digital readout and complete and intuitive front panel control through a simple single jog coupled with extensive remote programmability and monitoring. Excluding the new aesthetical look, the internal controller and other minor internal modifications, the new equipment confirm the same dimensions and the convention cooling (no fans) of the previous series.

The excellent and even better modulation characteristics, i.e. low noise, distortion and broad pass-band, the performance of the optional internal stereo-encoder and decoder, the on field programmability, makes the EXC/RTX18B a superior choice for a broadcast-grade STL, with reliable and maintenance-free operation. They also perfectly mate with external digital companding encoders/decoders.

### TECHNICAL DESCRIPTION

- Compact, direct modulated low-noise synthesized, oscillator, with 10 or 25 kHz programming step.
- External on-field programmability of frequency and power, without any special instrument over a broad range
- Simple and modular internal construction facilitates stage testing and servicing.
- Stable, high precision and temperature compensated crystal time-base.
- Balanced/unbalanced audio, MPX and separate auxiliary SCA / RDS channel input., wide range level adjustable in small steps.
- Up to 6 separate LF input and output connectors plus RF/IF monitor for extended flexibility of use.
- Optional high performance digital stepwise stereo-encoder and decoder. This option may also be installed as an upgrade on the field.
- Narrow low-loss microwave input filter for high sensitivity and excellent performance in highly noisy RF environment
- High efficiency, low-noise switch-mode power supply, with extended 90 + 260 Vac input range and battery backup input with recharging option
- Complete digital control of all internal circuitry and extremely wide monitoring facilities. RS232 port for complete remote control
- Password protection of critical data and presets

## TECHNICAL SPECIFICATIONS

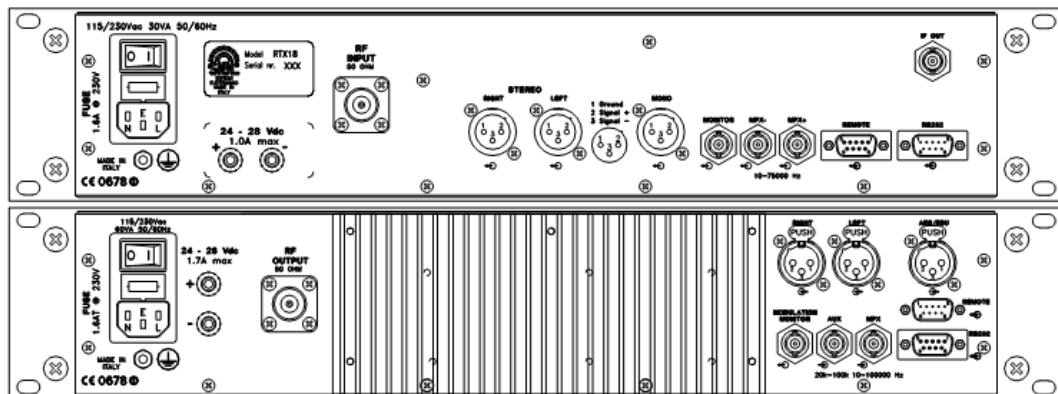
Factory preset frequency ranges:

215+245 MHz	240+270 MHz
300+340 MHz	340+380 MHz
400+440 MHz	430+470 MHz
840+890 MHz	890+930 MHz
930+960 MHz	1370+1390 MHz
1429+1433MHz	1510+1530MHz
1660+1670MHz	1700+1725MHz
1725+1750MHz	2367.5+2372.5MHz
2440+2.450MHz	2468.1+2483.3MHz

Other sub-ranges on request

- Modulation: FM, 75 kHz peak dev.  
180kF3E in mono  
256kF3E in stereo
- Synthesis step: 10kHz (VHF/UHF) 25kHz (SHF)
- Frequency error: <2.5 ppm 3' after power-on
- RF output power: 7W / 15W (215+960 MHz)  
2W / 5W (1.3+2.5 GHz)
- RF harmonic products: <-60 dBc, -70 dBc typ.
- RF spurious products: <-70 dBc, -80 dBc typ.
- Audio/mpx input level: -3.5 + +12.5 dBm  
@ ±75 kHz deviation on female XLR conn.
- Aux channel input level (on 10 k ohm):  
-12.5 + +3.5 dBm @ ±7.5 kHz dev.  
-24 + -8 dBm @ ±2 kHz dev.
- Transmitter LF monitor output level:  
0 + +10 dBm @ ±75 kHz dev.
- Deviation limiter: adjust. between 0 and > +7 dB
- Mpx/mono output level: -1.5 + +12 dBm,  
0.5dB/step on male XLR
- S/N ratio ≥75 dB >80 typ. mono  
(30+20000 Hz. rms) ≥72 dB >76 typ. stereo
- Preemphasis time constant: 0 / 50 / 75 μs ±2%
- Modulation distortion @ 1kHz / 100% dev.:  
mono ≤0.1% 0.03% typ.  
stereo, 1ch ≤0.30% 0.20% typ.
- Stereo crosstalk (typ): <-50 dB (100 + 5000 Hz)  
<-45 dB (30 + 15000 Hz)
- Audio channel freq. response:  
30 Hz + 15 kHz ±0.1dB
- Wide-band demodulated LF output:  
15 Hz + 120 kHz +0.1/-3dB
- Usable input level: -90 + -10dBm  
(7μV+70mV)
- Sensitivity (typ): Sin= -90dBm (7μV) mono  
(S/N=60dB) Sin= -70dBm (70μV) stereo
- Dynamic selectivity:>+10dB typ @ δF=300 kHz  
>+35dB typ @ δF=500 kHz  
>+45dB typ @ δF=1.0 MHz
- I/O lines: RF/LF disable, Direct pw, On the air,  
Low field, Alarm  
RS232 for monitoring and control
- Mains supply: 90 + 260 Vac 50/60 Hz  
Tx 45 W @5W / <80W @15W  
Rx <15W
- Battery backup/supply: 22.0 + 28.0 V  
≤2.8A @ 24V (0.4A Rx)
- Operating temperature range: 0 + 35 °C recomm.  
-10 + 45 °C max
- Dimensions without handles: 19" 2 un. std. rack  
(each equipment) 483 x 88 x 320 mm
- Weight: 5,5kg (Tx), 5,0kg (Rx)

**INFORMATION HEREBY SUPPLIED ARE AS ACCURATE AS POSSIBLE. HOWEVER ALL SPECIFICATIONS ARE PURELY INDICATIVE: SIELCO RESERVES THE RIGHT TO CHANGE THEM OR THE CIRCUITRY, WITHOUT ANY PREVIOUS ADVICE, IN ORDER TO IMPROVE THE PRODUCT.**



**ANEXO 3**

**TRANSMISOR AMPLIFICADOR  
EXC 100GT SIELCO**



## EXC 1000 GT TRANSMITTER



**EXC1000GT** is the **1.0 kW** rated model of the innovative GT Transmitter family appreciated for their great efficiency and versatility, due to 3 intrinsic factors: decreased weight, minimal size and reduced consumptions. As per all the GT devices, deciding to buy an **EXC1000GT** represents a winning choice because it allows to obtain remarkable benefits for all the product life. Once bought, it ensures savings on the transport costs and rent burdens of the station where it is installed only for its small size and weight. Even more important, also during its

normal job it pays back day by day, thanks to the lowest electrical costs of its class which minimize the electric bill.

**EXC1000GT** is convenient also at the moment of the installation: it is operative in a blink and it is easy to set up thanks to an intuitive control interface – common to all GT models – equipped of a detailed **LCD** graphic display, a multifunction practical knob and few other buttons. This remarkable basic flexibility can be even increased by other

important options, as the Telemetry / Remote Control System possible through **GSM** cellular networks, the Ethernet connectivity with **SNMP** protocol, the high quality Stereo Encoder, the Digital Audio input conforming to the **AES/EBU** directive and the **RS232/485** Serial Remote Control ports which enable an easier integration with other machines in a system.

The modern and attractive shape of GT transmitters reflects the trustable modular project philosophy aimed to reduce the number of maintenance interventions and make them easier to minimize the relevant costs. All that is completed by an efficient Sielco post-sale service, ensuring the best trust for the final user. For all the product life.



Sielco srl - via Toscana, 57/59 - 20090 Buccinasco (Mi)  
Tel. 02 45713300 - Fax 02 45713351 - e-mail: info@sielco.org - www.sielco.org





# EXC 1000 GT TRANSMITTER

## Optionals



Telemetry Card



Ethernet Card



Stereo Encoder

## TECHNICAL DATA

Frequency range		from 87.5 to 108 MHz
FM modulation		75 KHz peak deviation
Audio and Mpx input level		from -3.5 to +12.5 dBm @ 75 KHz deviation
Auxiliary input channel level	(SCA)	from -12,5 to +3,5 dBm @ 75 KHz deviation
	(RDS)	from -24 to -8 dBm @ 75 KHz deviation
Modulation distortion	75 KHz deviation	<0.05%, 0.02% typical
S/N ratio, mono	30+20,000Hz	>76 dB, 86 typical
	CCIR	>75 dB, 81 typical
S/N ratio, stereo	30+20,000Hz	>72 dB, 77 typical
	CCIR	>68 dB, 72 typical
Audio channels frequency response	30-15,000 Hz	±0.1 dB
Pre-emphasis Time constant		25/50/75 µs, selectable
Rated RF output power		1000 W ±1dB
Frequency tuning steps		10/100 KHz
Output power ALC stability		± 3%
Harmonic and spurious emissions		<76dBc
RF output connector		7/16
Power supply	Single-phase	230 Vac ±15%
	three-phase	n.a.
Total consumption		1,650 W
Operative temperature range	suggested	from 0 to 35 °C
	extreme	from - 10 to + 55 °C max
Relative humidity		Up to 95% not condensing
Dimensions (W x H x D)		483 x 88 x 520 mm
Weight		12 Kg

These data are subject of variations without notice. All marks belong to the relevant owners. S. e E.O.



Sielco srl - via Toscana, 57/59 - 20090 Buccinasco (Mi)  
Tel. 02 45713300 - Fax 02 45713351 - e-mail: info@sielco.org - www.sielco.org



**ANEXO 4**

**ANTENA DE ENLACE PARAFLECTOR  
KATHERIN SCALA DIVISION**





## PR-950 High-Gain Half-Parabolic Antenna

The Kathrein-Scala Paraflector® is a high-gain half-parabolic antenna used in broadcast and communications systems around the world.

- High front-to-back ratio for point-to-point relay system applications, as well as GSM cellular repeaters and MAS and ISM systems.
- Fabricated from seamless drawn aluminum tubing and extruded pipe and heavy aluminum castings, gold anodized for corrosion protection, plus stainless steel hardware and fastenings. Foam-filled broadband feed assembly requires no pressurization and can be easily replaced if necessary.

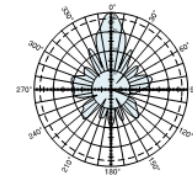


### Specifications:

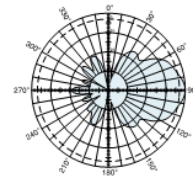
Frequency range	940–960 MHz
Gain	18 dBi (16 dBd)
Impedance	50 ohms
VSWR	< 1.2:1
Polarization	Horizontal or vertical
Front-to-back ratio	>25 dB
Maximum input power	100 watts (at 50°C)
H-plane beamwidth	12 degrees (half-power)
E-plane beamwidth	24 degrees (half-power)
Connector	N female
Weight	38 lb (17.2 kg)
Dimensions	68 x 36 x 18 inches (1727 x 914 x 457 mm)
Wind load at 93 mph (150kph) 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 inches (60 to 114 mm) OD.

*See reverse for order information.*

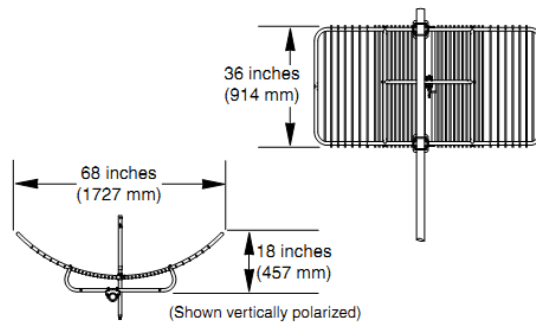
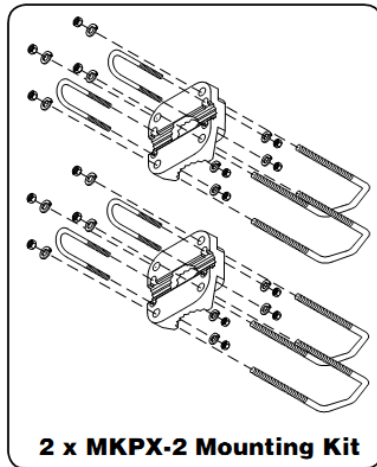
\* Mechanical design is based on environmental conditions as stipulated in TIA-222-G-2 (December 2009) and/or ETS 300 019-1-4 which include the static mechanical load imposed on an antenna by wind at maximum velocity. See the Engineering Section of the catalog for further details.



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



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



**Mounting Options:**

Model	Description
2 x MKPX-2	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:**

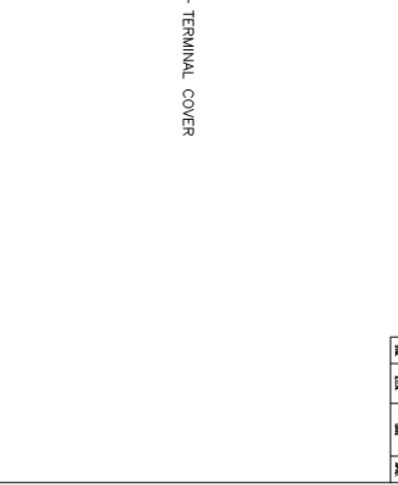
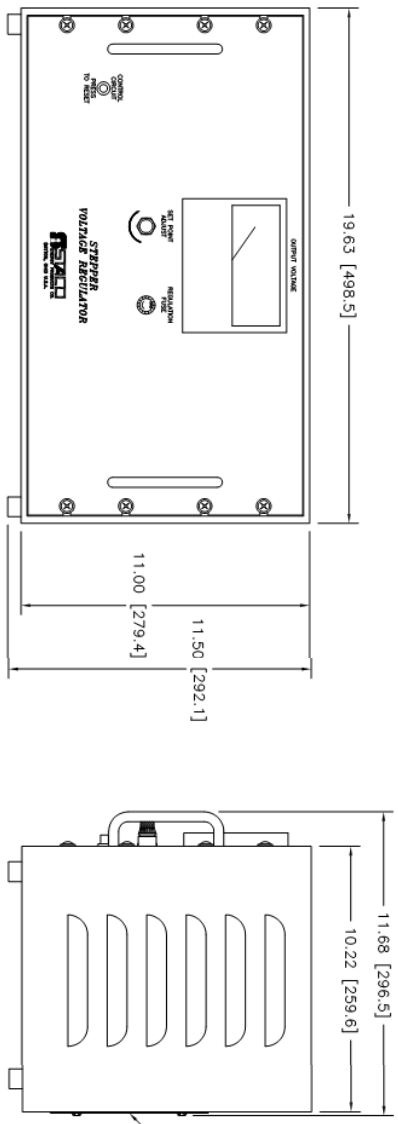
Model	Description
PR-950	Half-parabolic antenna with N connector

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

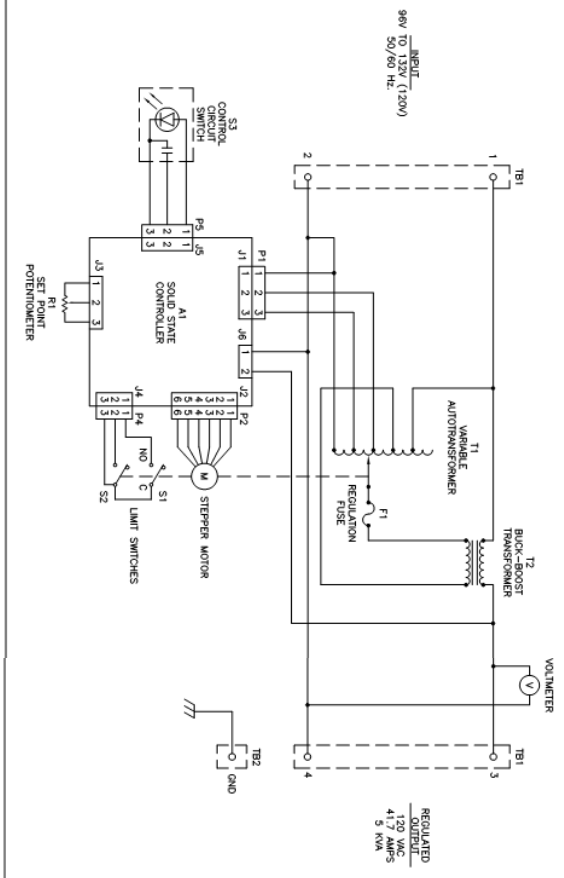
Kathrein Inc., Scala Division Post Office Box 4580 Medford, OR 97501 (USA) Phone: (541) 779-6500 Fax: (541) 779-3991  
Email: [communications@kathrein.com](mailto:communications@kathrein.com) Internet: [www.kathrein-scala.com](http://www.kathrein-scala.com)

## **ANEXO 5**

### **REGULADOR DE VOLTAGE SVR12 STARCO ENERGY**



REV. 0  
 095-1866  
 DATE: 11/11/05  
 BY: [Signature]



REGULATED  
 120 VAC  
 41.7 AMPS  
 5 KVA

NOTES:  
 THE REGULATOR COMPRESES A MOTOR DRIVEN VARIABLE AUTOTRANSFORMER,  
 A PROGRAMMABLE MICROPROCESSOR AND A SOLID STATE CONTROL UNIT THAT AUTOMATICALLY POSITIONS THE  
 AUTOTRANSFORMER TO HOLD THE OUTPUT VOLTAGE CONSTANT.

REGULATION IS  $\pm 0.5\%$  FOR  $+9\%$  THRU  $-19\%$  OF THE INPUT VOLTAGE RANGE.  
 \* AT NOMINAL OUTPUT VOLTAGE, INPUT VOLTAGE RANGE (+10% TO -20%) SHIFTS  
 PROPORTIONALLY WITH OUTPUT VOLTAGE SETTINGS.  
 ++ INPUT RANGE IN VOLTS DIVIDED BY THE MOTOR DRIVE TRAVEL TIME IN SECONDS.

SPECIFICATIONS:  
 FREQUENCY DISTORTION ----- 7000  
 ACCURACY AT RANGE ----- 47th TO 63th  
 PHASE SHIFTS -----  $\pm 1.0\%$  V LOW  
 EFFICIENCY ----- NEARLY 100%  
 TEMPERATURE RANGE ----- APPROXIMATELY 95%  
 0°C (32°F) TO +50°C (122°F)

CONTROLS:  
 VOLTAGE METER: AN ANALOG 0-150 VAC METER IS PROVIDED TO READ THE  
 OUTPUT VOLTAGE.  
 SET POINT: THIS POTENTIOMETER CONTROL IS ROTATED CLOCKWISE TO INCREASE  
 DECREASE THE OUTPUT VOLTAGE SET POINT.  
 CONTROL CIRCUIT SWITCH: THIS ILLUMINATED RESET/STOP SWITCH IS PROVIDED  
 TO INDICATE THAT THE CONTROL UNIT IS OPERATING WHEN ILLUMINATED  
 AND AS A RESET SWITCH FOR THE MICROPROCESSOR.

NOMINAL OUTPUT VOLTAGE		MAXIMUM OUTPUT VOLTAGE		RATED OUTPUT (KVA)		CORRECTION RATE	
VOLTAGE	RANGE*	VOLTAGE	RANGE*	OUTPUT (KVA)	(VOLTS/SECOND)++		
120	96-132	41.7	5				36

SPEC. CONTROL DRAWING: SVR-12WBSN005  
 MODEL: SVR-12WBSN005  
 DATE: 4/23/95  
 BY: S.A. SMITH  
 CHECKED: [Signature]  
 APPROVED: [Signature]  
 095-1866

**ANEXO 6**

**ESPECIFICACIONES CABLE 1/2"  
LDF 450 ANDREW**



1/2" Foam Dielectric,  
LDF Series – 50-ohm

## LDF4-50A

Description	Type No.
<b>Cable Ordering Information</b>	
Standard Cable	
1/2" Standard Cable, Standard Jacket	LDF4-50A
<b>Fire Retardant Cables</b>	
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVX)	LDF4RN-50A
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVR)	LDF4RN-50A
<b>Low VSWR and Specialized Cables</b>	
1/2" Low VSWR, specify operating band	LDF4P-50A-(**)
Phase Stabilized and Phase Measured Cable	See page 590
Jumper Cable Assemblies – See page 584	
** Insert suffix number from "Low VSWR Specifications" table, page 498	
<b>Characteristics</b>	
<b>Electrical</b>	
Impedance, ohms	50 ± 1
Maximum Frequency, GHz	8.8
Velocity, percent	88
Peak Power Rating, kW	40
dc Resistance, ohms/1000 ft (1000 m)	
Inner	0.45 (1.48)
Outer	0.58 (1.90)
dc Breakdown, volts	4000
Jacket Spark, volts RMS	8000
Capacitance, pF/ft (m)	23.1 (75.8)
Inductance, µH/ft (m)	0.058 (0.19)
<b>Mechanical</b>	
Outer Conductor	Copper
Inner Conductor	Copper-Clad Aluminum
Diameter over Jacket, in (mm)	0.63 (16)
Diameter over Copper Outer Conductor, in (mm)	0.55 (14)
Diameter Inner Conductor, in (mm)	0.189 (4.6)
Nominal Inside Transverse Dimensions, cm	1.11
Minimum Bending Radius, in (mm)	5 (125)
Number of Bends, minimum (typical)	15 (50)
Bending Moment, lb-ft (N·m)	2.8 (3.8)
Cable Weight, lb/ft (kg/m)	0.15 (0.22)
Tensile Strength, lb (kg)	250 (113)
Flat Plate Crush Strength, lb/in (kg/mm)	110 (2.0)

### Attenuation and Average Power Ratings

Frequency MHz	Attenuation dB/100 ft	Attenuation dB/100 m	Average Power, kW
0.5	0.045	0.149	40.0
1	0.064	0.211	35.8
1.5	0.079	0.259	29.2
2	0.091	0.299	25.3
10	0.205	0.672	11.3
20	0.291	0.954	7.93
30	0.357	1.17	6.46
50	0.463	1.52	4.98
88	0.619	2.03	3.73
100	0.661	2.17	3.49
108	0.688	2.26	3.36
150	0.815	2.67	2.83
174	0.880	2.89	2.62
200	0.946	3.10	2.44
300	1.17	3.83	1.97
400	1.36	4.46	1.70
450	1.45	4.75	1.59
500	1.53	5.02	1.51
512	1.55	5.08	1.49
600	1.69	5.53	1.37
700	1.83	6.01	1.26
800	1.97	6.46	1.17
824	2.00	6.56	1.15
894	2.09	6.85	1.10
960	2.17	7.12	1.06
1000	2.22	7.28	1.04
1250	2.51	8.23	0.921
1500	2.77	9.09	0.833
1700	2.97	9.74	0.777
1800	3.07	10.1	0.753
2000	3.25	10.7	0.710
2100	3.34	11.0	0.691
2200	3.43	11.2	0.673
2300	3.52	11.5	0.657
3000	4.09	13.4	0.565
3400	4.39	14.4	0.526
4000	4.82	15.8	0.479
5000	5.49	18.0	0.421
6000	6.11	20.1	0.378
8000	7.26	23.8	0.318
8800	7.69	25.2	0.300

**Standard Conditions:**

For attenuation: VSWR 1.0, ambient temperature 20°C (68°F).  
For Average Power, VSWR 1.0, ambient temperature 40°C (104°F), inner conductor temperature 100°C (212°F), no solar loading.

**ANEXO 7**

**ESPECIFICACIONES CABLE 7/8"  
AVA 5-50 ANDREW**

# Product Specifications



## AVA5-50

AVA5-50, HELIAX® Andrew Virtual Air™ Coaxial Cable, corrugated copper, 7/8 in, black PE jacket



## CHARACTERISTICS

### Construction Materials

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

### Dimensions

Nominal Size	7/8 in
Cable Weight	0.30 lb/ft   0.45 kg/m
Diameter Over Dielectric	24.130 mm   0.950 in
Diameter Over Jacket	27.940 mm   1.100 in
Inner Conductor OD	9.398 mm   0.370 in
Outer Conductor OD	25.400 mm   1.000 in

### Electrical Specifications

Cable Impedance	50 ohm ± 1 ohm
Capacitance	22 pF/ft   73 pF/m
dc Resistance, Inner Conductor	0.410 ohms/kft   1.435 ohms/km
dc Resistance, Outer Conductor	0.340 ohms/kft   1.116 ohms/km
dc Test Voltage	6000 V
Inductance	0.184 µH/m   0.056 µH/ft
Insulation Resistance	100000 MOhm
Jacket Spark Test Voltage (rms)	8000 V
Operating Frequency Band	1 – 5000 MHz
Peak Power	91.0 kW
Pulse Reflection	0.5%
Velocity	91%

### Environmental Specifications

From North America, toll free  
Telephone: 1-800-255-1479  
Fax: 1-800-349-5444

Outside North America  
Telephone: +1-708-873-2307  
Fax: +1-779-435-8579

© 2008 CommScope, Inc. All rights reserved.  
All specifications are subject to change. Please see  
[www.andrew.com](http://www.andrew.com) for the most current information.

page 1 of 3  
9/10/2008



# Product Specifications

AVA5-50



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

Brand	HELIAX®
-------	---------

## Mechanical Specifications

Bending Moment	19.0 N-m		14.0 ft lb
Flat Plate Crush Strength	75.0 lb/in		1.3 kg/mm
Minimum Bend Radius, Multiple Bends	254.00 mm		10.00 in
Minimum Bend Radius, Single Bend	127.00 mm		5.00 in
Number of Bends, minimum	15		
Number of Bends, typical	30		
Tensile Strength	159 kg		350 lb

## 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

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
806–960 MHz	1.13	24.30
1700–2000 MHz	1.13	-24.30

## Attenuation

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 ft)	Attenuation (dB/100 m)	Average Power (kW)
0.5	0.023	0.076	91.00
1	0.033	0.108	77.97
1.5	0.04	0.132	63.61
2	0.046	0.153	55.06
10	0.105	0.343	24.48
20	0.149	0.487	17.23
30	0.183	0.599	14.02
50	0.237	0.777	10.81
88	0.317	1.039	8.08
100	0.338	1.11	7.57
108	0.352	1.155	7.27
150	0.417	1.369	6.14
174	0.451	1.479	5.68
200	0.485	1.591	5.28
300	0.6	1.968	4.27
400	0.698	2.292	3.67
450	0.744	2.44	3.44
500	0.787	2.581	3.25
512	0.797	2.614	3.21
600	0.868	2.846	2.95
700	0.943	3.093	2.72

From North America, toll free  
Telephone: 1-800-255-1479  
Fax: 1-800-349-5444

Outside North America  
Telephone: +1-708-873-2307  
Fax: +1-779-435-8579

© 2008 CommScope, Inc. All rights reserved.  
All specifications are subject to change. Please see  
[www.andrew.com](http://www.andrew.com) for the most current information.

page 2 of 3  
9/10/2008

# Product Specifications

AVA5-50



800	1.014	3.325	2.53
824	1.03	3.379	2.49
894	1.077	3.533	2.38
960	1.119	3.673	2.29
1000	1.145	3.756	2.24
1250	1.294	4.247	1.98
1500	1.432	4.7	1.79
1700	1.536	5.04	1.67
1800	1.586	5.205	1.61
2000	1.683	5.523	1.52
2100	1.731	5.678	1.48
2200	1.777	5.83	1.44
2300	1.822	5.979	1.40
2500	1.911	6.27	1.34
2700	1.997	6.553	1.28
3000	2.122	6.963	1.21
3400	2.282	7.487	1.12
4000	2.51	8.234	1.02
5000	2.864	9.396	0.89

## Regulatory Compliance/Certifications

### Agency

RoHS 2002/95/EC

China RoHS SJ/T 11364-2006

### Classification

Compliant

Below Maximum Concentration Value (MCV)



From North America, toll free  
Telephone: 1-800-255-1479  
Fax: 1-800-349-5444

Outside North America  
Telephone: +1-708-873-2307  
Fax: +1-779-435-8579

© 2008 CommScope, Inc. All rights reserved.  
All specifications are subject to change. Please see  
[www.andrew.com](http://www.andrew.com) for the most current information.

page 3 of 3  
9/10/2008

## **ANEXO 8**

### **KIT DE ACCESORIOS Y CONECTORES DE CABLE 7/8" Y 1/2"ANDREW**

## Conectores para Cable HELIAX

### Cables Estándar

#### PARA CABLE LDF1-50 (1/4")



**L1PNM-H.** Conector N Macho para LDF1-50 (1/4") con pin soldable.....US\$30.00



**L1PNF.** Conector N Hembra para cable LDF1-50 (1/4") con pin soldable.....US\$33.00

#### PARA CABLE LDF2-50 (3/8")



**L2PNM-H.** Conector N Macho con pin soldable.....US\$43.00  
**L2PNM-HC.** Conector N Macho con pin no soldable.....US\$30.00



**L2PNF.** Conector N Hembra con pin soldable.....US\$48.00

#### PARA CABLE LDF4-50A (1/2")



**L4PNM-RC.** Conector N Macho con pin cautivo.....US\$46.00



**L4PNF-RC.** Conector N Hembra con pin cautivo.....US\$46.00



**L44P.** Conector UHF Macho para cable de 1/2".....US\$34.00



**L44U.** Conector UHF Hembra para cable de 1/2".....US\$33.00



**L4PDM.** Conector DIN 7-16 Macho.....US\$44.00



**L44M.** Conector LC Macho para cable LDF4-50A.....US\$200.00



#### PARA CABLE LDF5-50A (7/8")



**L45P.** Conector UHF Macho de pin soldable.....US\$89.00

**L45U.** Conector UHF Hembra de pin soldable.....US\$88.00

**L5PNF-RPC.** Conector N Hembra.....US\$64.00

**L5PNM-RPC.** Conector N Macho.....US\$64.00



#### PARA CABLE LDF6-50 (1-1/4")



**L6PNM-RPC.** Conector N Macho.....US\$200.00

**L6PNF-RPC.** Conector N Hembra.....US\$200.00

### Conectores Nuevos para

#### Cable Coral

#### PARA CABLE BR400

**BR400PNMTC.** Conector N Macho.....US\$12.00  
**BR400PNFTC.** Conector N Hembra.....US\$19.00



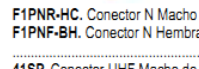
### Cables Superflexibles

#### PARA CABLE FSJ1-50A (1/4")



**F1PBM.** Conector BNC Macho de pin soldable.....US\$25.00

**F1PNM-H** Conector N macho de pin soldable.....US\$38.00



**F1PNR-HC.** Conector N Macho en ángulo recto.....US\$39.00

**F1PNF-BH.** Conector N Hembra, montaje de chasis en doble D, de pin cautivo.....US\$44.00

**41SP.** Conector UHF Macho de pin soldable.....US\$25.00

#### PARA CABLE FSJ4-50B (1/2")



**F4PNR-H (F4PNR).** Conector N Macho ángulo recto con pin soldable.....US\$72.00

**F4PNR-HC.** Conector N Macho de ángulo recto con pin cautivo.....US\$72.00

**F4PNF-C.** Conector N Hembra de pin cautivo.....US\$72.00

**F4PNF.** Igual al anterior pero con pin soldable.....US\$70.00

**F4PDM-V2.** Conector DIN7-16 Macho con pin soldable.....US\$45.00



**F4PNMV2-HC.** Conector N macho de pin cautivo.....US\$45.00



**44ASU.** Conector UHF hembra de pin soldable.....US\$212.00



**44ASP.** Conector UHF macho de pin soldable.....US\$78.00

*Nota: Los Modelos de Conectores con terminación en "C" indican que son de Pin Fijo (No Soldable). La terminación "RPC" indica que el conector es de una sola pieza.*

## Conectores para Cable HELIAX

### PARA CABLE EXTRAFLEXIBLE VXL5-50 (7/8")

V5PNM-RPC, Conector N Macho.....	US\$64.00
V5PNF-RPC, Conector N Hembra.....	US\$64.00
V5PDM-RPC, Conector DIN 7-16 Macho.....	US\$64.00
V5PDF-RPC, Conector DIN 7-16 Hembra.....	US\$64.00

### PARA CABLE LDF5-50B (7/8")

L5BPNF-RC, Conector N Hembra.....	US\$56.00
L5BPNM-RC, Conector N Macho.....	US\$56.00
L5BPDF-RC, Conector DIN Hembra.....	US\$56.00
L5BPDM-RC, Conector DIN Macho.....	US\$56.00

### PARA CABLE DIELECTRICO DE AIRE HJ5-50 (7/8")

H5PNM, Conector N macho para 7/8".....	US\$141.00
H5PNF, Conector N hembra para 7/8".....	US\$141.00



### PARA CABLE LDF7-50A (1-5/8")



**L7PNMRPC.**  
Conector N Macho  
..... US\$282.00



**L7PNF-RPC.**  
Conector N Hembra  
..... US\$282.00

*Nota:* Los Modelos de Conectores con terminación en "C" indican que son de Pin Fijo (No Soldable). La terminación "RPC" indica que el conector es de una sola pieza.

### Herramientas de Corte

#### Para 1/2" y 3/8"

MCPT-L4



MCPT-BK4



**MCPT-L4.** Herramienta para despuntar el cable Heliax de 1/2" ..... US\$34.00  
**241372.** Herramienta para despuntar el cable Heliax de 3/8" ..... US\$34.00  
**MCPT-BK4.** Navajas (5) para repuesto de la herramienta de 1/2" ..... US\$17.00

#### Para Cable 7/8"



222954

**MCPT-78.** Herramienta para despuntar cable Heliax de 7/8" ergonómico..... US\$51.00  
**222954.** Navajas de corte (5) de repuesto de la herramienta de 7/8" ..... US\$25.00  
**MCPT-BK5.** Navajas de repuesto (5 para marcar y 5 para cortar) de la herramienta MCPT-78..... US\$17.00  
**MCPT1412.** Para cable 1/4" ..... US\$34.00

## Herrajes y Accesorios

### KITS DE ATERRIZAJE

Con Broche de Ajuste y Seguridad (No requiere llave)

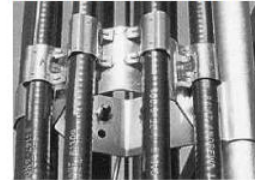
SGL4-06B1, para cable de 1/2".....	US\$30.00
SGL4-06B2, para cable de 1/2".....	US\$34.00
SGL5-06B1, para cable de 7/8".....	US\$34.00
SGL5-06B2, para cable de 7/8".....	US\$36.00

Con Cinta de Aislar

CSGL406B2, Kit de aterrizaje plus 7/8".....	US\$34.00
CSGL506B2, Kit de aterrizaje plus 1/2".....	US\$40.00



### KITS DE ABRAZADERA



### KITS PARA ATERRIZAR CABLES CON LLAVE PARA AJUSTAR



Modelo	Cable	Long.	Precio
204989-1	1/2"	24"	US\$30.00
204989-2	5/8" y 7/8"	24"	US\$38.00
204989-4	1 5/8"	24"	US\$39.00
204989-3	1 1/4"	24"	US\$39.00
204989-31	1/2"	36"	US\$54.00



**221213.** Juego de Impermeabilizante para intemperie para empalmes y conectores. Incluye cintas de goma de caucho y plásticas para prevenir humedad y daños en uniones de cable y conectores..... US\$36.00  
**3M Cold Shrink.** Kit aislante para cable y conectores. Reducible en frío para usos en interior, exterior y sumergible. No requiere adhesivos, ni calor para tomar la forma del cable y aislar de manera hermética.



**241475-9 (245171).** Kit para cable de 1/2"-7/8" ..... US\$49.00  
**241474-5.** Kit para cable de 7/8"-7/8"..... US\$42.00



206706-3



42396A-1

#### Tipo Broche de Presión

**206670061.** Juego de 10 abrazaderas para cable Heliax de 1/2"..... US\$40.00  
**SSH-78.** Para cable de 7/8"..... US\$50.00  
**2067063.** Para cable de 1 1/4"..... US\$50.00

#### Tipo Mariposa

**42396A-1.** Juego de 10 abrazaderas para cable de 1 1/4"..... US\$42.00  
**42396A-2.** Para cable de 1 5/8" ..... US\$42.00  
**42396A-5.** Para cable de 7/8"..... US\$42.00  
**42396A-9.** Para cable de 5/8"..... US\$42.00



**243684-M.** Kit de 10 adaptadores de ángulo de acero inoxidable, para cable de hasta 2 1/4". Incluye tornillo opresor (medida milimétrica) ..... US\$60.00



**42311A.** Kit de 10 abrazaderas para cable de 1/2"..... US\$32.00

## Radiocomunicación

## Accesorios para Cables

### PLACAS PASAMUROS MULTIPLES



**204673-4.** Pasamuros con capacidad de 4 botas de 4" c/u,  
241mm X 648mm.....**US\$224.00**  
**48940-6.** Pasamuros con capacidad de 6 botas de 5"  
(127mm) c/u 444mmX648mm.....**US\$293.00**



### KIT DE ABRAZADERAS



**30848-5.** Kit de 10 abrazaderas de  
20-40mm.....**US\$125.00**



### BOTAS O GOMAS PARA PASAMUROS

MODELO	No. DE ORIFICIOS	PARA CABLE	PASAMURO	PRECIO
204679A-5	1	1/2"	4"	US\$72.00
204679A-7	3	1/2"	4"	US\$72.00
204679A-13	1	5/8"	4"	US\$72.00
204679A-14	3	5/8"	4"	US\$72.00
204679A-2	1	7/8"	4"	US\$72.00
204679A-3	1	1 1/4"	4"	US\$72.00
204679A-4	1	1 5/8"	4"	US\$72.00
48939A-6	1	1/2"	5"	US\$75.00
48939A-17	3	1/2"	5"	US\$75.00
48939A-14	1	5/8"	5"	US\$75.00
48939A-15	3	5/8"	5"	US\$75.00
48939A-1	1	7/8"	5"	US\$75.00
48939A-2	3	7/8"	5"	US\$75.00
48939A-3	1	1 1/4"	5"	US\$75.00
48939A-4	1	1 5/8"	5"	US\$75.00

**31768A.** Kit de 10 adaptadores de ángulo de acero inoxidable para cable de 1/2" a 4". Incluye tornillo o presor.....**US\$102.00**



**31670-2.** Kit de 10 abrazaderas de 50 a 75mm.....**US\$27.00**  
**31670-1.** Kit de 10 abrazaderas de 25 a 50mm.....**US\$26.00**  
**31670-3.** Kit de 10 abrazaderas de 75 a 100mm.....**US\$31.00**

### PASAMURO SENCILLO CON BOTA

MODELO	PARA CABLE	PRECIO
40656A-3	1/2"	US\$56.00
40656A-7	5/8"	US\$57.00
40656A-1	7/8"	US\$57.00
40656A-5	1 1/4"	US\$68.00
40656A-2	1 5/8"	US\$81.00



**25436-68.** Conector macho para tubo de polietileno de 3/8", usado para inyección de gas a presión...**US\$4.00**



## Andrew Installation Tools

The first step in quality installation



Installation Tools from Andrew deliver speedy, precise, and consistent results each and every time.

To optimize the quality of HELIAX® transmission line used in wireless systems, installation specialists rely on tools that provide speed, accuracy, and consistency.

Cable installers and system designers use Andrew Installation Tools to reduce cable preparation time and expense while improving overall system performance. The first step in a quality installation is precise cable preparation. Every cut by every technician is the same, ensuring consistent electrical performance for your system.

Andrew Installation Tools include:

- EASIAx Plus® Automated Preparation Tools
- EASIAx® Cable Preparation Tools
- CPTV2 Series Manual Preparation Tools
- Foam Separation Tools
- Torque Wrenches
- Ground Kit Preparation Tools
- SnapStak Hanger Tools

EASIAx Plus® Automated Preparation Tools, fit to any standard power drill, remove the cable jacket, outer conductor and foam, then cut back and chamfer the inner conductor to the correct dimensions for connector attachment—in less than 1.5 seconds.

EASIAx® Cable Preparation Tools, made exclusively for HELIAX Coaxial Cable, make a clean and precise cut at the optimized spot on the corrugation at the exact distance required for easy connector attachment. The clean cut makes flaring easier than ever and the precise blade depth makes it impossible to cut the inner conductor.

CPTV2 Series Manual Preparation Tools remove the jacketing, cut through the outer conductor and foam, then cut through the inner conductor—all in a matter of seconds.

One Company. A World of Solutions.

## SPECIFICATIONS

### Installation Tool Specifications

**Andrew Torque Wrenches** attach any type HELIAX® connector\* to HELIAX LDF4, LDF4.5, LDF5, AVA5, AL5-50, LDF6, LDF7, AVA7, AL7-50 and LDF12 Coaxial Cable. These wrenches audibly indicate proper torque has been reached and then release pressure.

\* Positive Stop™ Connectors do not require torque wrenches for connector attachment, though one is still required on the coupling interface.

**Ground Kit Preparation Tools** remove cable jacketing for the ground kit in a single revolution, reducing the task time by minutes and improving accuracy. They also reduce the risk of outer conductor damage and worker injury from exposed cutting blades.

**SnapStak Hanger Tools** make installation and removal of SnapStak Hangers extremely easy. The spring loaded pliers are designed with a hook that holds and spreads the hanger open to slip easily over the cable. Serrated pads then squeeze the hanger together for effortless insertion into the mounting structure. The insulated handles and lanyard holes make it easy to hang on to.

#### EASIAx Plus® Automated Cable Tools

Cable Type	Connector Type	Tool	Blade
LDF7-50A, AVA7-50	Standard, RingFlare™, OnePiece™, Positive Stop™	CPT-158U	CPT-BK7
LDF6-50	Standard, RingFlare, OnePiece	CPTL6	CPT-BK6
EFX2-50	Standard Type N	CPTL-E2L2N	CPT-BKS1
EFX2-50	Standard 7-16 DIN	CPTL-E2L2DIN	CPT-BKS1
LDF2-50	Standard Type N	CPT-E2L2N	CPT-BKS1
LDF2-50	Standard 7-16 DIN	CPTL-E2L2DIN	CPT-BKS1
FSJ4-50B	FSJ4 version 2	CPT-F4	CPT-BK
LDF4-50	RingFlare, Positive Stop	CPT-L4ARC1	CPT-BKS1
LDF4.5-50	RingFlare	CPTL4SRC	CPT-BKS1
LDF5-50A	Standard, RingFlare, OnePiece, Positive Stop	CPT-78U	CPT-BK5
AVA5-50	RingFlare, Positive Stop	CPT-78U	CPT-BK5
AVA5-50	OnePiece	CPT-78U	CPT-BK5
AL5-50	Positive Stop	CPT-78U	CPT-BK5
AL7-50	Positive Stop	CPT-158U	CPT-BK7



#### EASIAx® Cable Preparation Tools

Cable Type	Connector Type	Tool	Blade
FSJ4-50B	FSJ4 version 2	MCPT-1412	209874
FSJ1-50B	FSJ1 version 2	MCPT-1412	209874
FSJ2-50B	Standard	MCPT-3812	209874
LDF4-50	Standard, RingFlare	MCPT-L4	MCPT-BK4
AVA5-50	RingFlare, Positive Stop	MCPT-78	MCPT-BK5
LDF5-50A	Standard, RingFlare, OnePiece	MCPT-78	MCPT-BK5
VXL5-50	Standard, RingFlare, OnePiece	MCPT-78	MCPT-BK5
AL5-50	Positive Stop	MCPT-78	MCPT-BK5



#### CPTV2 Series Manual Preparation Tools

Cable Type	Connector Type	Tool	Blade
LDF6-50	Standard, RingFlare, OnePiece	CPTV2-114	CPTV2-BK
VXL6-50	RingFlare, OnePiece	CPTV2-114	CPTV2-BK
LDF7-50	Standard, RingFlare, OnePiece	CPTV2-158	CPTV2-BK
VXL7-50	RingFlare, OnePiece	CPTV2-158	CPTV2-BK
AVA7-50	OnePiece, Positive Stop	CPTV2-158	CPTV2-BK
AL7-50	Positive Stop	CPTV2-158	CPTV2-BK





## SPECIFICATIONS

### Installation Tool Specifications

#### Andrew Torque Wrenches

Tool	Wrench Size	Description	Application
244373	2-5/8"	non-adjustable torque wrench	LDF12 connectors
244374	2-1/4"	non-adjustable torque wrench	LDF7 connectors
244375	1-7/8"	non-adjustable torque wrench	LDF6 connectors
244376	27 mm	non-adjustable torque wrench	LDF4.5 connectors
244377	1-1/4"	non-adjustable torque wrench	Coupling torque, DIN connectors
244378	1-1/4"	non-adjustable torque wrench	LDF5 connectors
244379	13/16"	non-adjustable torque wrench	Coupling torque, N connectors
245154	3/4"	non-adjustable torque wrench	LDF4 RingFlare™ connectors
247698	1-3/4"	non-adjustable torque wrench	LDF6 OnePiece™ connectors



#### Ground Kit Preparation Tools

Cable Type	Grounding Kit Type	Tool	Blade
FSJ4-50B	Standard	GKT-F4A	GKT-BKF4
LDF4-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-L4A	GKT-BK512
LDF5-50A	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-78A	GKT-BK512
VXL5-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-78A	GKT-BK512
AVA5-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-78A	GKT-BK512
ALS-50	SGL	GKT-78A	GKT-BK512
LDF6-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-114A	GKT-BK67
YXL6-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-114A	GKT-BK67
LDF7-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-158A	GKT-BK67
YXL7-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-158A	GKT-BK67
AVA7-50	Standard, SGL, CSGL Series	GKT-158A	GKT-BK67
AL7-50	SGL	GKT-158A	GKT-BK67



#### SnapStak Hanger Tool

Tool	Description
SHT-4	SnapStak Hanger Tool, quantity 1



**ORDERING**

**Installation Tool Ordering Information**

Tool	Description	Tool	Description
<b>Tool Kits</b>		<b>Tools by Cable Size (cont.)</b>	
TB-COMP-KIT	Complete tool box, includes Individual Tools listed below plus MCPT-78, MCPT-L4, and MCPT-1412	1/2"	GKT-BKU Replacement Blade Kit for plastic grounding kit stripping tool for LDF4 cable
244372	Wrench kit, includes three wrenches ( 1-1/4", 1-7/8" and 2-1/4") and carry bag	GKT-F4A	Aluminum grounding kit stripping tool for FSJ4 cable
<b>Individual Tools</b>		GKT-L4A	Aluminum grounding kit stripping tool for LDF4 cable
114468	Pin depth gauge DIN-male	MCPT-L4	EASIAx Cable Preparation Tool for 1/2" LDF4-50A cable
114469	Pin depth gauge DIN-female	MCPT-BK4	Replacement Blade Kit for MCPT-L4 tool
224352	Safety knife	MCPT-1412	EASIAx Cable Preparation Tool for 1/2" super flexible FSJ4-50B cable
224354	Ruler	209874	Replacement Blade Kit for MCPT-1412 tool
224355	Grease brush	247696	21 mm torque wrench for L4 OnePiece™ connectors
224356	Point file	241953	Chamfer tool
224360	Pin alignment tool	224361	Cut-off tool 7/32
224363	Cable flare tool LDF4	224362	Cut-off tool 8/32
224368	Cable flare tool LDF5	244394	Cut-off tool 9/32
224373	Cable flare tool LDF6	7/8"	CPT-BK5 Replacement Blade Kit for CPT-78U 7/8" tool
224380	Pin depth gauge N-male	CPT-78U	EASIAx Plus® Automated Preparation Tool for 7/8" cable
224390	Leather buffing strap	GKT-78A	Aluminum grounding kit stripping tool for 7/8" cable
224391	Emery cloth	GKT-BK512	Replacement Blade Kit for aluminum grounding kit stripping tool for 7/8" cable
224392	Flare hammer	MCPT-78	EASIAx Cable Preparation Tool for 7/8" LDF, VXL, and AVA coaxial cable
224393	Flat hammer	244378	1-1/4" torque wrench
224394	Beveled hammer tip	244459-5	1-1/4" open end wrench
224395	Pin depth gauge N-female	245517	1-3/8" open end wrench for OnePiece 7/8" connectors
<b>Tools by Cable Size</b>		1-1/4"	CPT-BK6 Replacement Blade Kit for CPTL6 tool for 1-1/4" cable
1/4"	MCPT-1412 EASIAx® Cable Preparation Tool for 1/4"-1/2" FSJ1-50 cable	CPTL6	EASIAx Plus Automated Preparation Tool for 1-1/4" LDF6 coaxial cable only
	209874 Replacement Blade Kit for MCPT-1412 tool	CPTV2-BK	Replacement Blade Kit for CPTV2-114 and CPTV2-158 tool
	224361 Cut-off tool 7/32	CPTV2-114	Manual cable preparation tool for 1-1/4" coaxial cable
	224362 Cut-off tool 8/32	GKT-BK67	Replacement Blade Kit for plastic grounding kit stripping tool for 1-1/4" cable
	244494 Cut-off tool 9/32	GKT-114A	Aluminum grounding kit stripping tool for 1-1/4" cable
3/8"	CPT-E2L2N Automated/manual cable preparation tool for EFX2 and LDF2 cable, N type connectors only	244375	1-7/8" torque wrench 1-1/4" standard or RingFlare™ connectors
	CPT-E2L2DIN Automated/manual cable preparation tool for EFX2 and LDF2 cable, DIN type connectors only	244459-6	1-7/8" open end wrench for 1-1/4" connectors
	MCPT-3812 EASIAx Cable Preparation Tool for 3/8" FSJ2-50 cable	247698	1-3/4" torque wrench for 1-1/4" OnePiece connectors
	209874 Replacement Blade Kit for MCPT-3812 tool	1-5/8"	CPT-BK7 Replacement Blade Kit for CPTL7 tool
	224361 Cut-off tool 7/32	CPT-158U	EASIAx Plus Automated Preparation Tool for 1-5/8" cable
	224362 Cut-off tool 8/32	CPTV2-BK	Replacement Blade Kit for CPTV2-114 and CPTV2-158 tool
	244494 Cut-off tool 9/32	CPTV2-158	Manual cable preparation tool for 1-5/8" LDF, AVA, and VXL7 cable
1/2"	CPT-BK Replacement Blade Kit for CPT-F4 tool for FSJ4 cable	GKT-BK67	Replacement Blade Kit for plastic grounding kit stripping tool for 1-5/8" cable
	CPT-BK51 Replacement Blade Kit for CPT-L4ARC1 tool for LDF4 cable	GKT-158A	Aluminum grounding kit stripping tool for 1-5/8" cable
	CPT-F4 Automated/manual cable preparation tool for 1/2" coaxial super flexible cable	244374	2-1/4" torque wrench for 1-5/8" connectors
	CPT-L4ARC1 Automated/manual cable preparation tool for 1/2" coaxial cable	244459-7	2-1/4" open end wrench for 1-5/8" connectors
	GKT-BKF4 Replacement Blade Kit for Ground Kit Preparation Tool for FSJ4 cable		
	GKT-BK512 Replacement Blade Kit for Ground Kit Preparation Tool for LDF4 cable		



**ANDREW®**

One Company. A World of Solutions.

Andrew Corporation  
10500 W. 153rd Street  
Orland Park, IL 60462 USA

Customer Support Center  
From North America  
Telephone: 1-800-255-1479  
Fax: 1-800-349-5444

International  
Telephone: +1-708-873-2307  
Fax: +1-708-349-5444  
Internet: www.andrew.com

All designs, specifications, and availabilities of products and services presented in this bulletin are subject to change without notice.  
Bulletin PA-100414.2-EN (9/06)  
© 2006 Andrew Corporation, Orland Park, IL 60462 US

## **ANEXO 9**

### **TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

# REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

## ASPECTOS GENERALES

### Del Ámbito de Aplicación

**Artículo 1.-** Los derechos y tarifas establecidos en el presente Reglamento se aplicarán para el pago por la concesión, siempre que no existan procesos públicos competitivos o subastas públicas de frecuencias y por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, respectivamente.

Las frecuencias necesarias para el Servicio Móvil Marítimo serán explotadas por la Armada Nacional; y la concesión de frecuencias para los medios, sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión, se regirán por la Ley de Radiodifusión y Televisión, y serán otorgadas por el CONARTEL.

### De los Términos y Definiciones para el presente Reglamento

**Artículo 2.-** Las definiciones de los términos técnicos de telecomunicaciones serán las establecidas en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Presente Reglamento, en el Reglamento de Radiocomunicaciones, en el Plan Nacional de Frecuencias, en los Reglamentos Específicos de los Servicios de Telecomunicaciones, y en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

## DE LAS TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS

### De los factores $K_a$ , $\alpha_n$ y $\beta_n$ .

**Artículo 3.-** El valor del Factor de Ajuste por Inflación ( $K_a$ ) podrá ser revisado por el CONATEL luego de un estudio técnico presentado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones siempre que lo estime conveniente, en el transcurso del primer mes de cada año y deberá ser menor que el índice inflacionario del año anterior.

El valor del Coeficiente de Valoración del Espectro ( $\alpha_n$ ) y del Coeficiente de Corrección ( $\beta_n$ ) para los distintos servicios y bandas de frecuencias será fijado por el CONATEL, cuando éste lo determine, en base de un estudio de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, que incluya las consideraciones necesarias, como se determina en la definición de dichos coeficientes. El subíndice  $n$  es un número natural.

El coeficiente  $\alpha_n$  es un factor que será definido al inicio de un período de concesión y no podrá ser incrementado durante ese período. El coeficiente  $\alpha_n$  podrá disminuirse dentro de un período de concesión previa aprobación del CONATEL. En caso de que un sistema opere en bandas con diferente  $\alpha_n$  se aplicará el mayor valor de éste.

Cuando el CONATEL determine una variación en el coeficiente  $\beta_n$ , en una zona geográfica, éste será aplicable en los enlaces de última milla que presten servicio a dicha zona y sistemas de propagación en coberturas locales. El valor máximo de este coeficiente es de 1.

El coeficiente  $\beta_n$  tendrá un valor igual a 1, independientemente de valores fijados por el CONATEL en los siguientes casos:

- Sistemas Privados, exceptuando los sistemas de los servicios Fijo y Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz.
- Autorizaciones de uso temporal de frecuencias.

En el caso de que una estación radioeléctrica cubra zonas con valores diferentes de  $\beta_n$ , se aplicará el mayor valor de éste.

Se establece inicialmente el valor de 1 para la constante  $K_a$  y el coeficiente  $\beta_n$ .

### De los Servicios Fijo y Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz

**Artículo 5.-** Para efectos del cálculo de tarifas se considerará que los Servicios Fijo y Móvil que utilizan bandas de frecuencias entre 30 y 960 MHz operan las 24 horas del día.

**Artículo 6.-** La tarifa mensual por uso de frecuencias del Servicio Móvil Terrestre en bandas entre 30 y 960 MHz, incluido el Móvil Aeronáutico (OR), Móvil Aeronáutico (R) y Radionavegación Aeronáutica, se calculará de acuerdo con la Ecuación 2, la cual sirve para el cálculo de la Tarifa por Uso de Frecuencias para el Servicio Móvil que se presta mediante los Sistemas Comunales de Explotación y los Sistemas Móviles Privados (Convencionales).

$$T(US\$) = K_a * \alpha_2 * \beta_2 * A * F_p$$

Dónde:

$T(US\$)$  = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por frecuencia asignada.

$K_a$  = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_2$  = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Móvil en bandas sobre 30 MHz, no multiacceso (De acuerdo a la Tabla 1, Apéndice 1).

$\beta_n$  = Coeficiente de corrección para el Servicio Móvil en bandas sobre 30 MHz, no multiacceso.

$A$  = Anchura de banda de la frecuencia asignada, en kHz.

$F_p$  = Factor de propagación (De acuerdo a las Tablas 2 hasta la 5, Apéndice 1).

El Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_2$  a aplicarse para el Servicio Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz, no multiacceso, se detalla en la Tabla 1, Apéndice 1.

**Artículo 7.-** Se establecen Factores de Propagación de acuerdo al Apéndice 1, para los fines de cálculo de la Tarifa del Servicio Móvil entre 30 y 960 MHz, de acuerdo a la ganancia de la antena, potencia de la estación repetidora en transmisión semidúplex o de la primera estación en transmisión simplex, altura efectiva de la antena de la estación repetidora en semidúplex o de la primera estación en transmisión simplex, y de acuerdo al rango de frecuencias, donde aplicare, de acuerdo a las Tablas 2 a 5, Apéndice 1.

**Artículo 8.-** Los valores referenciales para efectos de cálculo, de ganancia de antena y de potencia para el Servicio Móvil entre 30 y 960 MHz, son los establecidos por las Tablas referidas en el Artículo 7 de este Reglamento para las distintas bandas de frecuencias especificadas.

Los valores de referencia de Altura Efectiva de antena de la estación repetidora en transmisión semidúplex o de la primera estación en transmisión simplex, para fines de cálculo, serán los determinados de acuerdo a los datos obtenidos por la ubicación de las antenas, aproximados al valor de referencia inmediato superior, con valores de Altura Efectiva Mínima de 200 m. y Altura Efectiva Máxima de 1000 m.

#### DERECHOS DE CONCESION

**Artículo 30.-** Los Derechos de Concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico serán los aprobados por CONATEL en base de los estudios respectivos elaborados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, para cada servicio, banda de frecuencias y sistema a operar.

**Artículo 31.-** Los Derechos de Concesión para los Servicios y Sistemas contemplados en el presente Reglamento, y que requieran del respectivo título habilitante, a excepción de aquellos que se autoricen mediante Registro, deberán pagar por una sola vez por el tiempo de duración de la concesión, los valores que resulten de aplicar la Ecuación 9.

$$D_c = T(US\$) * T_c * F_{cf} \quad (\text{Ec. 9})$$

Dónde:  $T(US\$)$  = Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al Servicio y al Sistema en consideración.

$T_c$  = Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

$F_{cf}$  = Factor de concesión de frecuencias (De acuerdo a la Tabla 1, Apéndice 2).

$D_c$  = Derecho de concesión.

**Artículo 32.-** El CONATEL aprobará, en base de un estudio sustentado de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, los valores del Factor de Concesión de Frecuencias ( $F_{cf}$ ) para cada Servicio y Sistema, de acuerdo a las bandas de frecuencias correspondientes y a las políticas de desarrollo del sector de las radiocomunicaciones que se determinen, dando prioridad a los proyectos desarrollados por el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

**Artículo 33.-** El concesionario tiene el plazo de un año contado a partir de la firma del contrato para poner en operación el Sistema y firmar el Acta de Puesta en Operación con la Superintendencia de Telecomunicaciones, caso contrario se le retirará la concesión, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

## DEL COBRO, PAGO, MORA Y MULTAS EN EL PAGO DE LAS TARIFAS

### Del cobro

**Artículo 35.-** Toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera, de derecho público o privado, que sea concesionaria de las frecuencias contempladas en el presente Reglamento, está en la obligación de pagar las tarifas establecidas en este Reglamento de conformidad con los procedimientos aprobados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, cada una en el ámbito de su competencia.

**Artículo 36.-** Los Derechos de Concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico contemplados en el presente Reglamento deberán ser cancelados previo la firma del contrato de concesión respectivo.

**Artículo 37.-** Para el cobro de las tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones emitirá las facturas en forma mensual, a cada uno de los concesionarios, una vez que se hayan firmado los respectivos contratos. Los valores facturados corresponderán al valor de las tarifas más los impuestos de Ley. Las facturas deberán ser canceladas en diez días laborables contados a partir de su emisión, vencido este plazo el concesionario pagará el valor de las tarifas, los impuestos de Ley y el interés causado por la mora.

### Del Pago

**Artículo 38.-** Los concesionarios del espectro radioeléctrico, deberán pagar los derechos de concesión y las facturas por uso de las frecuencias del Espectro Radioeléctrico en las oficinas de recaudación de la Matriz, en las Direcciones Regionales o en las Instituciones Financieras del sector Público o Privado que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones determine. Los pagos se efectuarán en efectivo o cheque certificado a nombre de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones podrá determinar los procedimientos de pago de los derechos de concesión y las facturas por uso de frecuencias, reconocidos por las instituciones monetarias del país. El pago por uso de espectro radioeléctrico se lo hará a mes vencido a no ser que exista una disposición expresa al contrario.

**Artículo 39.-** El uso del espectro radioeléctrico se cobra por Derechos de concesión de frecuencias y tarifas por su utilización en Sistemas de Radiocomunicaciones. La no utilización de las frecuencias concesionadas, no exime del pago de la tarifa correspondiente, en razón de que éstas están destinadas para uso exclusivo del beneficiario de acuerdo a las condiciones establecidas en el título habilitante.

### De la Mora en el Pago

**Artículo 40.-** Para el cálculo de los intereses por mora, se aplicará la tasa señalada para todas las obligaciones en mora a favor de las Instituciones del Estado, la misma que será aplicada de acuerdo al Código Tributario en vigencia a la fecha de pago.

**Artículo 41.-** Si los concesionarios no cancelaren facturas por más de 90 días (tres meses), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dará por terminado en forma anticipada y unilateral los contratos; y las frecuencias serán revertidas al Estado, sin perjuicio de la acción coactiva que se iniciará para cobrar lo adeudado.

Si los usuarios que hayan obtenido un Certificado de Registro, no cancelaren facturas por 90 días (tres meses), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dejará sin efecto automáticamente el Certificado, sin perjuicio del inicio de la acción coactiva por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones para cobrar lo adeudado.

**Artículo 42.-** La mora se extinguirá con el pago de la obligación, así como de los intereses devengados.

**Artículo 43.-** La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones efectuará devoluciones totales o parciales de los valores que se hubieren cobrado, mediante notas de crédito, de los valores que se hubieran cobrado, cuando por razones técnicas, legales o administrativas así se comprobare.

**Artículo 44.-** Para la presentación de cualquier trámite de concesión o renovación de frecuencias, los peticionarios no deberán mantener obligaciones pendientes de pago por ningún concepto en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Artículo 45.-** Las multas que impusiera la Superintendencia de Telecomunicaciones, deberán ser canceladas en dicha institución en un plazo de treinta días, contados a partir de la fecha de su notificación.

**Artículo 46.-** Para los nuevos Servicios y Sistemas de Radiocomunicaciones, el CONATEL fijará los derechos por concesión, siempre que no existan procesos públicos competitivos o subastas públicas de frecuencias y las tarifas por el uso de las frecuencias radioeléctricas.

**Artículo 47.-**El CONATEL resolverá todas las dudas que surgieren por la aplicación del presente Reglamento.

## APÉNDICE 1

### SERVICIO FIJO Y MOVIL EN BANDAS ENTRE 30 Y 960 MHz

Banda de Frecuencias (MHz)	Coefficiente $\alpha_2$ Comunales de Explotación, Móviles Privados
30 < f ≤ 300 MHz	0.736521808
300 < f ≤ 512 MHz	2.602532416
614 < f ≤ 960 MHz	-

Tabla 1: Coeficiente de valoración del espectro para la banda entre 30 y 960 MHz

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=10	0.307152	0.451022	0.593715	0.664762
10<P<=15	0.460728	0.676534	0.890572	0.997143
15<P<=20	0.614304	0.902045	1.187429	1.329524
20<P<=25	0.767880	1.127556	1.484287	1.661905
25<P<=30	0.921456	1.353067	1.781144	1.994286
P>30	1.075032	1.578579	2.078001	2.326667

Tabla 2: Valores de Fp en la Banda 30 – 300 MHz (G<=6 dBd)

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=10	0.612849	0.899908	1.184617	1.326374
10<P<=15	0.919273	1.349862	1.776925	1.989562
15<P<=20	1.225697	1.799816	2.369233	2.652749
20<P<=25	1.532122	2.249770	2.961541	3.315936
25<P<=30	1.838546	2.699724	3.553850	3.979123
P>30	2.144971	3.149679	4.146158	4.642310

Tabla 3: Valores de Fp en la Banda 30 – 300 MHz (G>6 dBd)

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=15	0.102656	0.150741	0.198431	0.222177
15<P<=20	0.136875	0.200988	0.264575	0.296236
20<P<=25	0.171094	0.251235	0.330719	0.370295
25<P<=30	0.205313	0.301482	0.396863	0.444354
30<P<=35	0.239531	0.351728	0.463007	0.518412
>35	0.273750	0.401975	0.529150	0.592471

Tabla 4: Valores de Fp en la Banda 300 – 512 MHz (G<=6 dBd)

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=15	0.204826	0.300767	0.395923	0.443301
15<P<=20	0.273102	0.401023	0.527897	0.591068
20<P<=25	0.341377	0.501279	0.659871	0.738835
25<P<=30	0.409653	0.601535	0.791845	0.886602
30<P<=35	0.477928	0.701791	0.923820	1.034369
>35	0.546204	0.802046	1.055794	1.182136

Tabla 5: Valores de Fp en la Banda 300 – 512 MHz (G>6 dBd)

**APÉNDICE 2**  
**VALOR DE CONCESION**

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo y Móvil – (Bajo 30 MHz)	0.021024
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz VHF 30-300 MHz)	0.022120
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz UHF 300-512 MHz)	0.028500
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional VHF 137 – 300 MHz)	0.0070616
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 300 – 512 MHz)	0.00711968
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Bidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.49407115
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.50403226
Fijo (Enlaces punto-punto $0 < f <= 1$ GHz)	0.054194
Fijo (Enlaces punto-punto $1 < f <= 5$ GHz)	0.0330652
Fijo (Enlaces punto-punto $5 < f <= 10$ GHz)	0.0312929
Fijo (Enlaces punto-punto $10 < f <= 15$ GHz)	0.0295017
Fijo (Enlaces punto-punto $15 < f <= 20$ GHz)	0.0294794
Fijo (Enlaces punto-punto $20 < f <= 25$ GHz)	0.0290454
Fijo (Enlaces punto-punto $f > 25$ GHz)	0.0290191
Fijo y Móvil por Satélite	0.0555096
Fijo (Enlaces punto-multipunto) (Multiacceso)	0.0477714

**Tabla 1: Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes Servicios en las diferentes Bandas**



**ANEXO 10**






**COTIZACION DE ECUATRONIX S.A.**

## COTIZACION



<input type="radio"/> <b>URGENTE</b> <input checked="" type="radio"/> <b>NORMAL</b>	RECIBIDO POR :
QUITO , 6 de mayo de 2012	FECHA: / /    HORA:
PARA: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO / RIOBAMBA /	OPV- 12783
DE: ECUATRONIX /LIC. NATALIE FORTUNY / ING. PATRICIO VILLACIS ALEX MONTALVO	
FAX :	No. de pág. :
REF. : EMISORA FM (SISTEMA DE TRANSMISION , ENLACE )	
ASUNT: DETALLE DE COSTOS	

Atendiendo de manera inmediata a su requerimiento adjunto usted podrá encontrar nuestra mejor oferta para una emisora FM


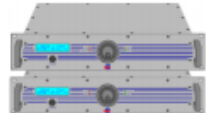



### I.- EQUIPO DE TRANSMISION CERRO HIGNUG CACHA :

CANT.	DESCRIPCIÓN	P UNIT.	TOTAL
1	 <b>TX 1000GT (TX COMBINADO)</b> Transmisor Estado Solido 1000 watts, Enfriado por Aire compuesto por: (1) Amplificador 1000 watts. RFB1000 GT, (1) EXC30GT Excitador, Rack FABRICACION NACIONAL INCLUIDO.  PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		6.713,00
1	 <b>SISTEMA RADIANTE FM FABRICACIÓN NACIONAL : Mod. EXFM-B4</b> para operar en la banda asignada compuesto por 4 radiadores nuevo diseño mecánico y eléctrico para soportar 400W c/u. polarización circular de alta penetración de cobre tratado, un distribuidor de potencia coaxial de una entrada y 4 salidas simétricas 50 Ohms, 4 arneses, con inclinación electrónica apropiada para el lugar , relación de ondas estacionarias menor a 1.2 capacidad del arreglo de 1.6 KW, ganancia 3.0 dB, con herrajes de sujeción galvanizados. PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		1.900,00
40	 <b>CABLE DE 7/8" Mod. AVA-5-50</b> PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR		580,00
2	 <b>CONECTORES Mod. XXX Y KIT DE ACCESORIOS DE INSTALACION PARA CABLE COAXIAL DE 7/8"</b> PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		540,00

<b>QUITO:</b> AZCÚNAGA OE4-170 Y BRASIL - TELF PBX: 593 (02) 2271 271; 2921 921;    FAX: 593 (02) 2924 080
<b>GUAYAQUIL:</b> CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMAZONAS - TELF: 593 (04) 2303 441; 2303470 FAX: 593 (04) 2303461
<b>CUENCA:</b> AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9 - TELF: 593(07) 2817 709; 2812 844
<b>SUCURSALES:</b> <b>AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS</b>

CANT.	DESCRIPCIÓN	P UNIT.	TOTAL
1	 <b>REGULADOR DE VOLTAJE de 5 kVA . Mod.: SVR12 WBSN005</b> <b>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</b>		4.345,00
1	 <b>PROTECTOR DE TRANSIENTES BIFASICO DE 220V 50 AMP.</b> (PROTECCION PRIMARIA 140 KV ) CON DETEDCTOR DE FALLA DE FASES. <b>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</b>		1.276,00
	<b>SUBTOTAL SISTEMA DE TRANSMISION :</b>		<b>15.354,00</b>

**II.- SISTEMA DE ENLACE ESTUDIOS (RIOBAMBA) - CERRO HIGNUG CACHA :**

CANT.	DESCRIPCIÓN	P UNIT.	TOTAL
1	 <b>TRANSMISOR Y RECEPTOR DE ENLACE</b> <b>Mod. EXC 18B/2-9 y RTX 18B/2-9</b>  200 - 960 MHZ STL TRANSMISOR 2 UN 200 - 960 MHZ STL RECEIVER 2 UN    <b>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</b>		3.488,00
2	 <b>ANTENAS DE ENLACE Mod. PARAFLECTOR</b> Para la banda 940 – 960 Mhz.  <b>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</b>	807,00	1.614,00
35	 <b>CABLE DE 1/2" Mod.LDF 4-50</b> <b>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</b>		315,00
4	 <b>CONECTORES Y KIT DE ACCESORIOS DE INSTALACION PARA CABLE COAXIAL DE 1/2"</b> <b>RECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</b>		530,00
	<b>SUBTOTAL SISTEMA DE ENLACE :</b>		<b>5.947,00</b>

**QUITO:** AZCÚNAGA OE4-170 Y BRASIL - TELF PBX: 593 (02) 2271 271; 2921 921; FAX: 593 (02) 2924 080  
**GUAYAQUIL:** CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMAZONAS - TELF: 593 (04) 2303 441; 2303470 FAX: 593 (04) 2303461  
**CUENCA:** AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9 - TELF: 593(07) 2817 709; 2812 844  
**SUCURSALES:** **AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS**

III.- DIRECCION TECNICA			
CANT.	DESCRIPCIÓN	P UNIT.	TOTAL
-	 <b>ECUATRONIX DIRECCION TECNICA,</b> <b>INSTALACIÓN Y TRANSPORTES INTERNOS</b> de los equipos descritos en los lugares de operación , estudios Riobamba y Cerro Hinug Cacha por espacio de 4 días.  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluye instalación de Transmisor y sistema de enlace</li> <li>- Incluye Instalación de Estudio Master y Producción</li> </ul> <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR</p>		1.500,00
	<b>SUBTOTAL DIRECCION TECNICA :</b>		<b>1.500,00</b>

<b>SUBTOTAL GENERAL EMISORA FM:</b>	<b>US \$</b>	<b>22.801,00</b>
	<b>+ (12% ) IVA:</b>	<b>US \$ 2.736,12</b>
	<b>TOTAL:</b>	<b>US \$ 25.537,12</b>

**SUMAN: VEINTE Y DOS MIL OCHOCIENTOS UN DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA (U.S.D. \$ 22.801,00). LA PRESENTE COTIZACIÓN NO INCLUYE EL 12 % DEL IVA.**

**NOTAS IMPORTANTES:**

- Debido a inconvenientes en las Aduanas, el plazo de entrega puede sufrir retrasos de hasta 10 días
- GARANTIA DE 12 MESES EN TODOS LOS EQUIPOS CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION

**QUITO:** AZCÚNAGA OE4-170 Y BRASIL - TELF PBX: 593 (02) 2271 271; 2921 921; FAX: 593 (02) 2924 080  
**GUAYAQUIL:** CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMAZONAS - TELF: 593 (04) 2303 441; 2303470 FAX: 593 (04) 2303461  
**CUENCA:** AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9 - TELF: 593(07) 2817 709; 2812 844  
**SUCURSALES:** **AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS**

**TERMINOS COMERCIALES.**

<b><u>PLAZO DE ENTREGA:</u></b>	75 días en Ecuador + 4 días instalado y funcionando.
<b><u>FORMA DE PAGO:</u></b>	70% con la firma del contrato 30% contra entrega a satisfacción del cliente
<b><u>VALIDEZ DE LA OFERTA:</u></b>	30 días

Atentamente,

**Lcda. Natalie Fortuny**  
Am

**QUITO:** AZCÚNAGA OE4-170 Y BRASIL - TELF PBX: 593 (02) 2271 271; 2921 921; FAX: 593 (02) 2924 080  
**GUAYAQUIL:** CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMAZONAS - TELF: 593 (04) 2303 441; 2303470 FAX: 593 (04) 2303461  
**CUENCA:** AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9 - TELF: 593(07) 2817 709; 2812 844  
**SUCURSALES:** **AMBATO** - **LOJA** - **ESMERALDAS** - **MANTA** - **SALINAS**

**ANEXO 11**

**COTIZACIÓN ECuatRONIX U.S.A**



**Ecuatronic** U.S.A.  
 Proveedor de soluciones para las Américas  
 www.ecuatronicusa.com



**ECUATRONIX USA Inc.**  
 Broadcasting System Integrators

175 Fountainebleau Blvd. Suite 2M-3  
 33172, Miami, FL.  
 T + 1 (305) 593 8189  
 www.ecuatronicusa.com

**ESPOCH**  
 Diego Cajas  
 Riobamba  
 Ecuador

Quant.	Description	Cost Unit	Total Net USD
<b>Sistema Radiante SIRA Arreglo (4x1) FMC-01/04</b>			
1.00	<p>SIRA-FMC-01/04/NP/HB            Sistema Radiante Principal de Altas Especificaciones para FM.</p> <p>Antenna Type: FMC-01 Penetradoras, FMC-01/04            (92-108 MHz) IN 7/8"; 5 kW-NP            Antenas Radomizadas.</p> <p>Arreglo: (4 en Línea)            Input: 7/8" EIA            Potencia Admitida: 5 kW.            Polarización: Circular / Elíptica.            Tipo de Presurización: No presurizado.            Estudio de Ingeniería: Incluido.</p> <p>4 Latiguillos o Arnese Incluidos con inclinación electrónica y relleno de nulos adecuados.            Embalaje/Packing incluido, adecuado para ser Transportado Sistema Radiante.</p> <p>Patrón de radiación full test en fábrica Incluido.</p> <p>Cage (01) - 1430x1360x1020 mm - 129 kg.            Case (01) - 2800x260x225mm - 30kg.</p>	3,987.00	3,987.00
<b>Subtotal (EX-Works Italy):</b>			<b>3,987.00</b>
<b>UPS 6 kVA Out Voltage: 200/220/230/240 selectable, 208/120. Incluye Transformador de Aislamiento. With ISO-TX.</b>			
1.00	<p>STACO-SC60021T-UPS-6kVA-120&amp;208            UniStar III 6000, 6 kVA / 4.2 kW Uninterruptible Power Supply TOWER</p> <p>True on-line, double conversion topology with PWM inverter            Single Phase (Bi Phase)            Input Voltage Range: 160-260 Vac            Output Voltage: 200/220/230/240 Selectable, 208/120 with ISO TX Vac, +/- 2%            Input power factor c up to .99 at 100% linear load Simple, user friendly front panel controls            Advanced RS232 communications port Microprocessor controlled operation for highest quality output            45 to 65 Hz Auto-sensing for worldwide applications One year full warranty, including batteries            Battery Rating:            100% load: 8 minutes Dimensions: 11.4 x 29.5 x 25.4            Weight: 265 pounds</p>	2,999.00	2,999.00
<b>Subtotal (EX-Works USA):</b>			<b>2,999.00</b>

Miami, ago 15, 2012  
 Pages: 1/2

Quotation:

Quote #: 120815-1603  
 Project: Sistema Radiante + UPS  
 Reference: Sistema Radiante + UPS

Contact:

Eng. Alvaro Cárdenas.

acardenas@ecuatronicusa.com

T +1 (305) 593 8189  
 D +1 (786) 888 5152



**Ecuatronicx** U.S.A  
 Proveedor de soluciones para las Américas  
 www.ecuatronicxusa.com



**Ecuatronicx** U.S.A

**ECUATRONIX USA Inc.**  
 Broadcasting System Integrators

175 Fountainebleau Blvd. Suite 2M-3  
 33172. Miami, FL.  
 T + 1 (305) 593 8189  
 www.ecuatronicxusa.com

Miami, ago 15, 2012  
 Pages: 2/2

Quotation:

Quote #: 120815-1603  
 Project: Sistema Radiante + UPS  
 Reference: Sistema Radiante + UPS

Contact:

Eng. Alvaro Cárdenas.  
 acardenas@ecuatronicxusa.com

6,986.00

**Total** 6,986.00

General Conditions of Sale. / Condiciones Comerciales.

Shipment/Envío: At your care/ A su cargo.  
 Delivery/Entrega: EX Works  
 Delivery Time/Tiempo de Entrega: 1-2 Weeks/Semanas.

Payment/Pago: 100 % with Order, 0 % prior to shipping.

Valid/Validez: sep 14, 2012 or/o 30 Days/Dias

Bank Info/Infor. Bancaria:

JPMorgan Chase Bank, N.A.  
 Miami Flagler Financial Center 6984  
 9501 W. Flagler Street  
 Miami, FL 33174  
 Cuenta: 921601514  
 ABA: 267084131  
 SWIFT: CHASUS33  
 Beneficiary / Beneficiario:  
 Ecuatronicx USA Inc  
 9900 SW 3rd Street, Miami-FL, 33174

NOTE: Payment by credit card an additional 3% applies to the total value.

NOTA: Pago con tarjeta de crédito aplica un 3% adicional al valor total.

Should you required any futher clarification we will be very pleased to assist you . Best regards

Si necesita cualquier aclaración estaremos encantados en ayudarle. Saludos Cordiales

Alvaro Cárdenas.

ECUATRONIX USA Inc.  
 www.ecuatronicxusa.com

Quote expires after 30 days from origination date. All sales subjeti to standard terms and conditions of Ecuatronicx USA Inc.

La oferta expira después de 30 días de ser presentada. Todas las ventas están sujetas a los términos y condiciones de Ecuatronicx USA Inc

T +1 (305) 593 8189  
 D +1 (786) 888 5152



**ANEXO 12**

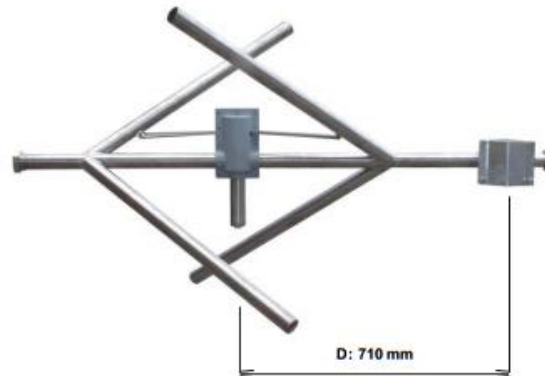
**ANTENA FMC 01**

# FMC-01 FM TOP OR SIDEMOUNT DIPOLE



## FEATURES

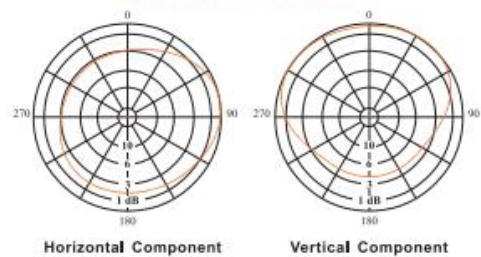
- circular/elliptical polarization
- broadband 87.5 ÷ 104 MHz  
92 ÷ 108 MHz



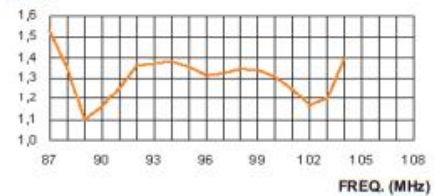
ELECTRICAL DATA	
ANTENNA TYPE	FMC-01
FREQUENCY RANGE	87.5 ÷ 104 MHz   92 ÷ 108 MHz
IMPEDANCE	50 ohm
CONNECTOR	7/8" EIA
MAX POWER	1.5 kW
VSWR	≤ 1.4
POLARIZATION	Circular/Elliptical
GAIN (related to half wave dipole)	-1.5 dB
HALF POWER BEAMWIDTH	Omnidirectional ± 1.5 dB in free space Omnidirectional ± 2 dB with a 100 pole
LIGHTNING PROTECTION	All metal parts DC grounded

MECHANICAL DATA	
DIMENSIONS	1439 x 802 x 802 mm
WEIGHT	10 Kg
WIND SURFACE	0.102 m <sup>2</sup>
WIND LOAD (at 150km/h)	0.36 kN
MAX WIND VELOCITY	220 km/h
MATERIALS	External parts (stainless steel, nickel plated brass) Internal parts (silver plated brass, polished brass) Radome (fiberglass)
ICING PROTECTION	Feed point radome
RADOME COLOUR	Grey (standard)
Mounting	With special pipe clamps ø 60 ÷ 115 mm

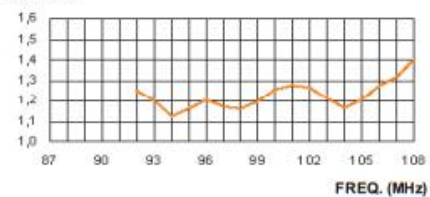
## RADIATION PATTERNS (Mid Band)



## VSWR



## GAIN (dB)



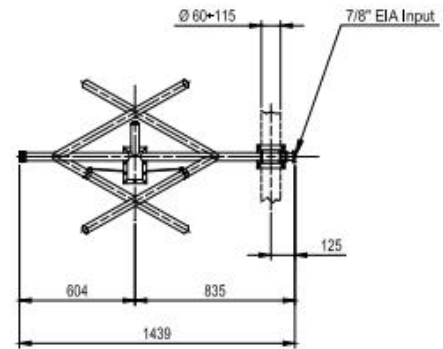
Specifications are subject to change without prior notice

# FMC-01 FM TOP OR SIDEMOUNT DIPOLE



## FEATURES

- radiating systems with FMC-01 dipole
- omnidirectional patterns



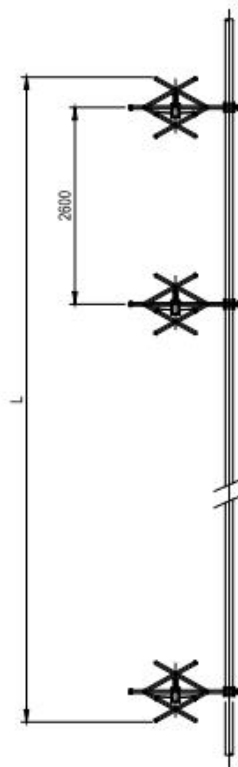
ELECTRICAL DATA	
FREQUENCY RANGE	87.5 ÷ 108 MHz
IMPEDANCE	50 ohm
CONNECTOR	EIA flange according to system power rating
POWER RATING	The antenna system can accept any power according to requirements
VSWR	≤ 1.25 in the operating frequency
POLARIZATION	Circular / Elliptical
GAIN	Refer to table
VERTICAL PATTERN	Null fill, beam tilt and special requirements to order
OTHER FEATURES	The antenna system can be supplied in split feed configuration (two equal halves). Each half can accept full power.

MECHANICAL DATA	
HEIGHT OF ARRAY	Subject to number of bays
TOTAL NET WEIGHT	Refer to table
WIND LOAD	Refer to table
PRESSURIZABLE	Yes
RADOME COLOUR	Grey (standard)
MOUNTING HARDWARE	One clamp for pole, supplied

TECHNICAL DATA						
NUMBER OF BAYS	PANELS PER BAY	GAIN dB (1)	GAIN TIMES (1)	WEIGHT KG (2)	ANTENNA HEIGHT L m	WIND LOAD kN (3)
2	1	1.5	1.41	30	3.4	0.72
4	1	4.5	2.82	55	8.6	1.44
6	1	6.2	4.17	80	13.8	2.16
8	1	7.5	5.62	120	19.0	2.88
12	1	9.2	8.32	180	29.4	4.32

(1) referred to half wave dipole. Losses of power distribution network not included.  
 (2) without mounting hardware, for FMC-01 dipole  
 (3) v= 1.50 km/h

Specifications are subject to change without prior notice



**ANEXO 13**

**UPS UNISTAR 6KVA**

# UNISTAR<sup>®</sup>P Series

6, 8, and 10 kVA  
Tower Model

## On-line, Single-phase Parallel Redundant UPS System

- Power range and runtime scalability
- Full-time Digital Signal Processor Control
- LCD/LED mimic panel
- Easy-to-set user personalization
- Up to 98% energy efficiency
- Continuous power conditioning, even when not running on battery
- Smooth, uninterrupted switching from utility power to battery mode, and back again
- Wide fluctuations in utility power are handled without going to battery
- Parallel up to four units for added capacity or redundancy, using a simple connection on the rear panel without additional cabinets
- Unlike most UPSs in this size range, the UniStar<sup>®</sup>P has a very low rate of added and reflected harmonics, which protects the integrity of your entire electrical system



Full Three Year  
Warranty

**STACO**  
**ENERGY**  
PRODUCTS CO.

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

Your tailored power solutions provider™

## UNIStar<sup>®</sup>P Parallelable UPS

### Proven Technology

Higher reliability and greater immunity from power anomalies is achieved through our field-proven Digital Signal Processor architecture. The front panel controls are intuitive and user friendly. The system display clearly communicates all major system parameters, system status, and system diagnostics, and includes access to system information and unit personalization via the front panel.



UniStar<sup>®</sup>P Series Tower shown paralleled and with battery cabinet

### Simple Parallel Installation

For increasing power capacity, or making redundant systems, the UniStar<sup>®</sup>P can be installed in parallel. By simply connecting the parallel control lines through an RJ-45 connector on the rear panel and CAN-bus, communication is established to all units. Up to four units can be paralleled together without a paralleling cabinet.

### Power Range and Runtime Scalability

The UniStar<sup>®</sup>P provides an excellent return on investment. The system is fully modular, allowing you to increase the overall power output and battery runtime as your system grows. It is important however, that you plan your electrical installation to fit your needs. Our worldwide network of sales representatives and distributors can assist you with a tailored solution that meets your needs.

### Full Time Digital Signal Processor Control

The full-time DSP control system inside the UniStar<sup>®</sup>P provides a pure sine wave using our patented inverter control technology. The UniStar<sup>®</sup>P provides N+1 scalability without additional components.

### Three Year Warranty

#### Electronics:

A full **Three Year** parts with depot repair or replacement warranty is standard.

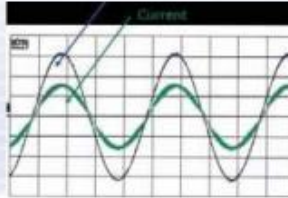
#### Battery:

A full **One Year Warranty**, 4-year pro-rated, on the Battery System ensures that your batteries are protected from system failure now and in the future. *(Warranty provided by battery manufacturer.)*

Extended warranties, customized service plans and preventative maintenance are also available. *Please refer to our warranty statement for complete details.*



## On-line, Single-phase Parallel Redundant UPS System



### High Input Power Factor and Low Current THD

The UniStar<sup>®</sup>P meets today's industry standard for energy savings and low reflected harmonics, and achieves up to 0.99 Power Factor as well as <5% THD.

### Energy Efficient UPS

The AC to AC efficiency of the UPS may reach up to 91% at 25% load, and better with larger loads and normal VFI operation. Using the ECO mode, up to 98% efficiency can be achieved.

### Smart ECO Mode

In ECO operation mode, the UniStar<sup>®</sup>P normally supplies power to load via bypass utility. It will automatically transfer to inverter supply with SmartECO Mode if the bypass utility becomes out of tolerance.

### Programmable Frequency Converter

Using the front panel keypad, you may reprogram the UniStar<sup>®</sup>P to act as a frequency converter for either 50 Hz or 60 Hz. (Consult factory for further information)

### EPO Function

The Emergency Power Off Function enables user shutdown of the UPS in an emergency situation.

### Manual Maintenance Bypass

The internal manual bypass ensures a continuous supply of power to the critical load during service or periodic maintenance of the UPS system. The bypass switch is electrically interlocked with the inverter to provide safe operation.



### LCD/LED Mimic Panel

A concise LCD/LED display provides real-time status and readings such as operation modes, AC voltage, frequency, battery voltage, load level, inner temperature, and more. A full-size microprocessor-based graphical LCD display provides advanced monitoring functions.

### Intelligent Self-Diagnostics

The DSP self-diagnostics assists the service engineer in pinpointing system faults rapidly, making repairs fast and easy.

### Silent Fan Control

The UniStar<sup>®</sup>P employs forced air cooling by internally mounted fans with speed control that is based on load percentage. This means low audible noise levels, suitable for most environments.

**STACO  
ENERGY<sup>®</sup>**  
PRODUCTS CO.

Your tailored power solutions provider™

### User Personalization

Through the LCD front panel, you may easily change the parameters and settings built in to the DSP controllers, such as UPS operation modes, voltage configurations, synchronization frequency windows (for use with generators), bypass voltage tolerances and audible alarm.

### Advanced Battery Management

The UniStar<sup>®</sup>P automatically manages the end of discharge voltage according to load. This function prevents deep-discharge of the built-in battery during a power failure and saves battery life.

### Galvanic Isolation Transformer

The galvanic isolation transformer provides not only complete isolation between the input and the output, but also various secondary voltages, such as 220/230/240 Vac, 208/120 Vac and 240/120 Vac.



### Cold Start Function

Users can turn on the UPS without utility power available.



### Variety of Customer Options Slots

This UPS also provides two customer option communication slots in addition to the standard RS232 port. All communications cards are designed for simple installation; electrical connections are made through a 26-pin edge card connector. The first RS232 port on the rear panel will remain active, even though optional communication cards are installed.

### Communications Capability

The UniStar<sup>®</sup>P is shipped with standard monitoring/shutdown software. The software allows control of the UPS and graceful shutdown when the utility power fails, but also allows the user to:

- Remotely test the major operating functions of the UPS
- Communicate via SNMP/WEB card
- Access UPS functions via the WEB



### Hot-Swappable Battery

The UniStar<sup>®</sup>P allows users to replace batteries without electric shock hazard, while the UPS supplies continuous power to your application.

### Optional External Battery Charger

The optional charger can be installed for fast recharge of the extended battery pack.

- Power Output: 1000W
- Mounting: UPS or wall mount



### Matching Extended Battery Pack

Optional matching battery packs are available to easily extend the UPS runtime to several hours.



### 6, 8 & 10kVA Single Phase UPS Tower Extended Battery Run Times (minutes)

40 X Cabinet (2 strings)		Qty. of Cabinets	25% Load	50% Load	75% Load	100% Load
6kVA	Internal	0	56	22	12	8
	SC-BP600T-2	1	226	95	56	38
		2	420	180	109	75
		3	629	273	166	116
		4	847	370	226	158
		5	1073	471	289	203
8kVA	Internal	0	64	21	12	7
	SC-BP1100T-2	1	216	91	54	37
		2	402	172	104	72
		3	602	261	158	110
		4	812	354	216	151
		5	1033	451	276	194
10kVA	Internal	0	40	15	8	5
	SC-BP1100T-2	1	154	69	40	27
		2	307	131	78	54
		3	461	198	120	83
		4	623	270	154	114
		5	790	345	210	147
60 X Cabinet (3 strings)		Qty. of Cabinets	25% Load	50% Load	75% Load	100% Load
6kVA	Internal	0	56	22	12	8
	SC-BP600T-3	1	321	137	82	56
		2	629	273	166	116
		3	959	420	257	180
		4	1305	576	354	249
		5	1660	737	454	321
8kVA	Internal	0	64	21	12	7
	SC-BP1100T-3	1	307	131	78	54
		2	602	261	158	110
		3	919	402	246	172
		4	1251	551	338	238
		5	1594	706	435	307
10kVA	Internal	0	40	15	8	5
	SC-BP1100T-3	1	234	98	58	40
		2	461	198	120	83
		3	706	307	187	130
		4	963	422	258	181
		5	1229	541	332	234

Note: External 1000W Battery Charger (PN SC-CHG-1002) required every (2) External Battery Cabinets



## UNISTAR Tower Models

Tower Models	SC60021T	SC60022T	SC80021T	SC80022T	SC11021T	SC11022T
<b>INPUT</b>						
Connection	Hardwire / Optional 6ft. Line Cord with L6-30P Plug		Hardwire			
Voltage Range	160 - 280V ac					
Frequency	45 - 65 Hz					
Phase/Wire	Single, Line + Common + Ground					
Power Factor	Up to 0.99 at 100% Linear Load					
Current THD	<5% at 100% Linear Load					
<b>OUTPUT</b>						
Connection	Hardwire					
Voltage	208/120 or 240/120V ac	208/220/230/240V ac	208/120V ac or 240/120V ac	208/220/230/240V ac	208/120 or 240/120V ac	208/220/230/240V ac
Voltage Adjustment	+/- 0% +/- 1% +/- 2% +/- 3% For All Voltages					
Voltage Regulation	+/- 2%					
Capacity	6000VA/4200W		8000VA/5600W		10000VA/7000W	
Parallel Capability	Redundancy or Capacity - 4 Units					
Rated Power Factor	0.7 Lagging					
Wave Form	Sine Wave, THD < 3% (no load to full load)					
Frequency Stability	+/- 0.2% (Free Running)					
Frequency Regulation	+/- 1 Hz					
Transfer Time	0ms/instantaneous					
Crest Factor	3:1					
Efficiency (AC to AC Nominal)	91%					
Efficiency (AC to AC ECO Mode)	Up to 97%		Up to 93%			
Leakage Current	< 3mA @ Full Load					
Manual Bypass Switch	Make - Before - Break					
DC Start	Yes					
Cooling	Load Dependent Variable Speed Fans					
<b>DISPLAY, ALARMS, DIAGNOSTICS, COMMUNICATIONS &amp; EMERGENCY FUNCTION</b>						
Status On LED + LCD	Line Mode, Backup Mode, ECO Mode, Bypass Supply, Battery Low, Battery Bad/Disconnected, Overload, Transferring with Interruption & UPS Fault					
Readings On LED + LCD	Input Voltage, Input Frequency, Output Voltage, Output Frequency, Load Percentage, Battery Voltage & Unit's Inner Temperature					
Self-Diagnostics	Upon Power-on, Front Panel Setting & Software Control, 24 Hour self check					
Audible Alarms and Visual	Line Failure, Battery Low, Transfer to Bypass, System Fault Conditions					
Communications	RS232 Serial Port (2 slots available for optional SNMPWEB, USB or Dry Contact Card)					
Emergency Power Off (EPO) Connection	Emergency Power Off shuts down UPS when activated by customer supplied EPO Circuit					
<b>PHYSICAL</b>						
Dimensions (HxWxD)	29.5" x 11.4" x 25.4"	34.7" (21T), 29.5" (22T) x 11.4" x 25.4"	34.7" (21T), 29.5" (22T) x 11.4" x 25.4"	34.7" (21T), 29.5" (22T) x 11.4" x 25.4"	34.7" (21T), 29.5" (22T) x 11.4" x 25.4"	34.7" (21T), 29.5" (22T) x 11.4" x 25.4"
Weight (lbs.)	265 (21T), 190 (22T)	320 (21T), 203 (22T)	320 (21T), 203 (22T)	340 (21T), 223 (22T)	340 (21T), 223 (22T)	340 (21T), 223 (22T)
Safety and Performance	UL1778, c-UL; CE - FCC Class A, N 50091-2, EN 61000 (various), IEC 61000 (various), IEC 62040-2, CISPR 22					
<b>INTERNAL BATTERY</b>						
Battery Run Time @ Full Load	8		7		5	
Type	Sealed Lead Acid Maintenance Free, 20 each 12V/7AH, 240Vdc		Sealed Lead Acid Maintenance Free, 20 each 12V/9AH, 240Vdc		Sealed Lead Acid Maintenance Free, 20 each 12V/9AH, 240Vdc	
Hot - Swap Batteries	Yes					
Recharge Time	4 hours to 90%				5 hours to 80%	
*Extended Run Time Battery Cabinets	SC-BP6000T-2, SC-BP6000T-3, SC-BP1100T-2, SC-BP1100T-3 (Refer To Run Time Chart)					
<b>OPTIONAL COMMUNICATION CARDS and Shutdown Software</b>						
SC-SNMP1	SNMPWEB Network Card & Shutdown Software					
SC-Contact/EPO	Dry Contact & EPO Card					
SC-PK	Parallel Cable Kit contains two RJ45 cables and miscellaneous hardware for paralleling					
Note: (2) slots available; both cards can be used simultaneously; RS232 Port is disabled when communication cards are installed.						
<b>OPTIONAL EXTERNAL EXTENDED BATTERY CABINETS</b>						
Model	SC-BP6000T-2 & -3			SC-BP1100T-2 & -3		
Type	Sealed Lead Acid Maintenance Free, -2: 40 each & -3: 60 each 12V/9AH, 240Vdc			Sealed Lead Acid Maintenance Free, -2: 40 each & -3: 60 each 12V/9AH, 240Vdc		
Hot - Swap Cabinets	Yes					
Battery Connection	Connector					
Dimensions (HxWxD)	29.5" x 11.4" x 25.4"					
Weight (lbs.)	326					
<b>OPTIONAL EXTENDED BATTERY PACK CHARGER</b>						
SC-CHG-1000	1000W External Mount Battery Charger (1) charger per every (2) External Battery Packs Required				3.4"H x 6.6"W x 11.1"D	7 lbs.
<b>OPTIONAL PARALLEL DISTRIBUTION / BYPASS MODULE (Note 1)</b>						
SC-PK1T-2	Parallel Distribution Bypass 60Amp for (2) UPS Modules				3.7"H x 10.5"W x 9.5"D	11 lbs.
SC-PK1T-4	Parallel Distribution Bypass 120Amp for (4) UPS Modules				3.7"H x 10.5"W x 16.4"D	20 lbs.

Note:  
Parallel for capacity configurations can use (1) battery system sized for the ultimate capacity.  
Parallel for redundancy configurations require (1) battery system for each UPS.

## Service Options

With our ServiStar® program, a wide range of planned maintenance and extended service options are offered to maximize equipment life and reliability of your FirstLine® UPS. Through an extensive network of factory trained professionals you receive:

- Start-Up and Training
- Annual Service Plan
- 24/7 Emergency Service
- Preventative Maintenance
- Programs tailored to meet your needs

## About Staco Energy Products Company

Since 1937, customers worldwide have been relying on Staco Energy Products Company to deliver voltage control and power quality solutions tailored to their needs.

As a leading power quality resource, we offer our customers world-class support; from our thorough applications assessment, to our ability to design and deliver a solution that is tailored to the specific needs of our customers; through delivery and commissioning.

Our professional, factory trained service team is in place to ensure that our customers' revenues are protected, and their investment provides them with many years of trouble free operation.

Staco develops total power solutions for OEM and end user applications.

**Represented locally by:**

*In addition to the UniStar® P we offer a wide array of power quality products, including:*

- **Uninterruptible Power Supplies**
- **Power Conditioners**
- **Voltage Regulators**
- **Power Factor Correction and Harmonic Mitigation**
- **Active Harmonic Filters**
- **Variable Transformers**
- **Custom Engineered Test Sets**



Contact Us:  
US Toll Free: 866-261-1191  
Phone: 937-253-1191  
E-mail: [sales@stacoenergy.com](mailto:sales@stacoenergy.com)

