

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

**TEMA:  
REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSMISOR FM DE BAJA  
POTENCIA PARA LA RADIO SALINERITO EN LA PROVINCIA DE  
BOLÍVAR.**

**AUTORES:  
DANY ALEJANDRO GUAMBA CARVAJAL  
CRISTIAN WLADIMIR PÁEZ GANCINO**

**TUTOR:  
LENIN WLADIMIR AUCATOMA GUAMÁN**

**Quito, enero del 2018**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros Dany Alejandro Guamba Carvajal y Cristian Wladimir Páez Gancino, con documentos de identificación N° 1720945797 y N° 1723724702 respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSMISOR FM DE BAJA POTENCIA PARA LA RADIO SALINERITO EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....  
Dany Alejandro Guamba Carvajal

Cédula: 172094579-7

.....  
Cristian Wladimir Páez Gancino

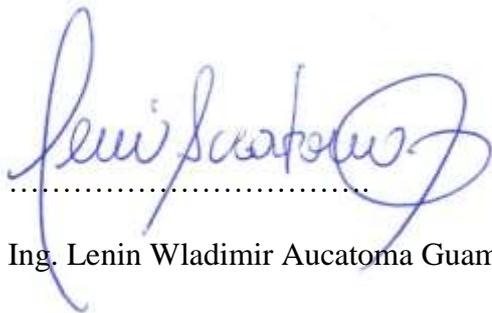
Cédula: 172372470-2

Quito, enero del 2018

## DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSMISOR FM DE BAJA POTENCIA PARA LA RADIO SALINERITO EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR, realizado por Dany Alejandro Guamba Carvajal y Cristian Wladimir Páez Gancino, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, enero del 2018



Ing. Lenin Wladimir Aucatoma Guamán

Cédula: 171798583-0

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	iii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>2</b>
ANTECEDENTES.....	2
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Tema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.5. Metodología.....	3
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>4</b>
MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1. Sistema de una estación de Radiodifusión .....	4
2.2. Recomendación ITU-R 1546.....	4
2.3. Radiocomunicación .....	5
2.4. Modulación directa de frecuencia FM.....	5
2.5. Norma Técnica para el servicio de radiodifusión sonora en Frecuencia Modulada Analógica .....	6
2.5.1. Estación Matriz:.....	6
2.5.2. Estación Repetidora .....	6
2.5.3. Sistema de Radiodifusión Sonora FM .....	6
2.5.4. Reutilización de Frecuencias .....	7
2.5.5. Señal de Radiofrecuencia (RF).....	7

2.5.6. Canalización de la Banda FM.....	7
2.5.7. Grupos de Frecuencias.....	7
2.5.8. Potencia Efectiva Radiada (P.E.R.) .....	7
2.6. Reglamento de Radiodifusión en frecuencia modulada analógica.....	8
2.6.1. Estaciones de baja potencia .....	8
2.6.2. Adjudicación.....	8
2.6.3. Asignación .....	8
2.7. Área de cobertura .....	8
2.8. Espectro de frecuencias .....	8
2.9. Inclinación del haz.....	8
2.10. Azimut.....	9
2.11. ICS Telecom.....	9
2.12. Barix Extremer .....	10
2.13. Organismos Reguladores.....	10
2.14. Ley Orgánica de Telecomunicaciones.....	11
<b>CAPITULO 3</b> .....	<b>12</b>
<b>ANÁLISIS DE LA NUEVA ESTACIÓN PALMA URCO</b> .....	<b>12</b>
3.1. Descripción de la solicitud .....	12
3.2. Antecedentes .....	12
3.3. Datos del solicitante .....	12
3.4. Ubicación geográfica.....	13
3.5. Detalle de los equipos.....	14
3.5.1. Equipos estudio salinas .....	14
3.5.2. Equipos en el Cerro de la Cruz .....	14
3.5.3. Equipos en el Cerro Cashca Totoras.....	15
3.5.4. Equipos en el Cerro Pimbalo .....	15
3.6. Estudio de la Radio Salinerito en Palma Urco .....	16

3.6.1. Diagrama de la nueva estación en Palma Urco.....	16
3.6.2. Equipos en Palma Urco.....	16
3.6.3. Cálculo de cobertura del nuevo repetidor en Palma Urco .....	17
3.6.4. Cobertura del enlace en Palma Urco.....	18
3.6.5. Perfiles obtenidos del Cerro las Palmas.....	20
3.6.6. Patrón de radiación de la antena en Palma Urco .....	20
3.7. Propuestas de equipos transmisores .....	22
<b>CAPITULO 4</b> .....	<b>24</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN</b> .....	<b>24</b>
4.1. Diagrama de Conexión .....	24
4.2. Infraestructura .....	24
4.3. Transmisión .....	28
4.3.1. Signal Telecom .....	28
4.3.2. Configuración para la Transmisión.....	28
4.3.3. Línea de Transmisión.....	29
4.3.4. Antena.....	30
4.4. Descripción equipos de seguridad torre .....	32
4.5. Registro fotográfico de la implementación .....	33
4.6. Carta de aprobación.....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>39</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema de Radiodifusión. ....	4
Figura 2.2 Señal FM.....	5
Figura 2.3 Repetidora.....	6
Figura 2.4 Inclinación de haz. ....	9
Figura 2.5 Azimut. ....	9
Figura 2.6 Barix Extremer.....	10
Figura 3.1 Localización Geográfica de Bases Repetidoras.....	13
Figura 3.2 Topología de nuevo transmisor Palma Urco. ....	16
Figura 3.3 Patrón de cobertura con intensidad de campo resultante.....	19
Figura 3.4 Patrón de cobertura de la señal a baja potencia. ....	20
Figura 3.5 Patrón de radiación. ....	21
Figura 3.6 Transmisor EXC 30 GT.....	23
Figura 3.7 Transmisor IGTE-20WD.....	23
Figura 4.1 Diagrama de conexión Estación Palma Urco. ....	24
Figura 4.2 Diagrama servicio Signal Telecom.....	28
Figura 4.3 Transmisor TEX20 NV. ....	28
Figura 4.4 Diagrama de bloques para calibración del transmisor.....	29
Figura 4.5 Dimensiones Antena Omnidireccional. ....	30
Figura 4.6 Instalación de la antena omnidireccional.....	31
Figura 4.7 Diagrama de la instalación de la antena omnidireccional. ....	32
Figura 4.8 Calibración de potencia a 2 W.....	34
Figura 4.9 Conexión del cable a la antena. ....	34
Figura 4.10 Señal de radio demodulada de digital a análogo. ....	35

Figura 4.11 Conexión Barix – Transmisor.....	35
Figura 4.12 Prueba de interferencia a $F=89.9\text{MHz}$ con Analizador de Espectros....	36
Figura 4.13 Transmisión de señal a $89.9\text{ MHz}$ . .....	36
Figura 4.14 Prueba de funcionamiento con Analizador de Espectros. ....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Área de operaciones zonal. ....	11
Tabla 3.1 Datos del Solicitante. ....	12
Tabla 3.2 Coordenadas de la Infraestructura de la Radio Salinerito.....	14
Tabla 3.3 Detalle de equipos en Estudio Salinas. ....	14
Tabla 3.4 Detalle de equipos en Cerro de la Cruz.....	15
Tabla 3.5 Detalle de equipo utilizado en Cerro Cashca Totoras.....	15
Tabla 3.6 Detalle de equipos utilizado en Cerro Pimbalo.....	16
Tabla 3.7 Detalle de equipos utilizado en Palma Urco. ....	17
Tabla 3.8 Datos técnicos para el nuevo sistema en Palma Urco.....	17
Tabla 3.9 Valores de ganancia y potencia efectiva radiada. ....	18
Tabla 3.10 Cálculo de intensidad de campo en espacio libre. ....	21
Tabla 3.11 Cálculo de atenuación en el trayecto.....	22
Tabla 3.12 Cálculo de intensidad de campo resultante cada 45 grados. ....	22
Tabla 3.13 Datos Técnicos EXC 30 GT.....	23
Tabla 3.14 Datos Técnicos EXC 30 GT.....	23
Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura. ....	25
Continuación Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura.....	26
Continuación Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura.....	27
Tabla 4.2 Datos de la Línea de Transmisión.....	29
Tabla 4.3 Equipos y Herramientas. ....	31
Tabla 4.4 Elementos de Seguridad Torre.....	33

## **RESUMEN**

La Fundación Comunitaria Salinerito se toma como objetivo principal incluir a las comunidades que se encuentran en el área subtropical de la provincia de Bolívar por medio de un enlace de comunicación, por lo tanto, se requiere la ampliación de cobertura de la señal de radiodifusión Salinerito FM en comunidades que no reciben la señal modulada de la Radio Salinerito FM (89.9 MHz) situada en la Provincia de Bolívar, llevando a cabo el estudio para el rediseño y la implementación del transmisor de baja potencia. Se realizó el estudio de la cobertura de la señal de radiodifusión para un nuevo transmisor de frecuencia modulada de baja potencia que cubra varias comunidades del cantón Guaranda y sus alrededores. La señal de radiodifusión FM ayuda a los habitantes de las comunidades aledañas se mantengan informados de novedades y noticias que acontecen en la comunidad y a mejorar la distribución de materia prima para varios productos típicos de la región. Implementando una Estación de Radiodifusión en Palma Urco para mejorar y amplificar la cobertura de varias comunidades con difícil acceso a medios de comunicación. Se verificó que la cobertura llegue a las comunidades establecidas mediante simulaciones y análisis de espectro respetando la Normativa Técnica de Radiodifusión. La simulación fue realizada en el software ICS Telecom y el software Antios utilizado para la simulación del patrón de radiación de la antena omnidireccional. Con los resultados obtenidos se calibró los parámetros en el transmisor de modelo TEX 20 NV de baja potencia proporcionando una señal continua.

## **ABSTRACT**

The Salinerito Community Foundation takes as main objective to include the communities that are in the subtropical area of the province of Bolivar through a communication link, therefore, it is necessary to extend the coverage of the FM Salinerito broadcasting signal in communities that do not receive the modulated signal from the Radio Salinerito FM (89.9 MHz) located in the Province of Bolivar, carrying out the study for the redesign and implementation of the low-power transmitter. The study of the coverage of the broadcasting signal for a new low power modulated frequency transmitter covering several communities of the Guaranda canton and its surroundings for Radio Salinerito FM (89.9 MHz) located in the Province of Bolívar was carried out. The FM broadcasting signal helps the inhabitants of the surrounding communities keep abreast of news and news that happen in the community and improve the distribution of raw material for several typical products of the region. Implementing a Radio Broadcasting Station in Palma Urco to improve and amplify the coverage of several communities with difficult access to media. It was verified that the coverage reaches the communities established through simulations and spectrum analysis, respecting the Broadcasting Technical Regulations. The simulation was performed on the ICS Telecom software and the Antios software used for the simulation of the omnidirectional antenna radiation pattern. With the results obtained, the parameters were calibrated in the transmitter of TEX 20 NV model of low power providing a continuous signal.

## **INTRODUCCIÓN**

Un medio de comunicación proporcionado por la Fundación Comunitaria Salinerito es la Radio Salinerito FM que es una herramienta que cubre gran parte de las demandas en comunicación con las comunidades de manera técnica, económica y social, dando solución a varias necesidades individuales o empresariales.

El presente proyecto tiene su entorno en la provincia de Bolívar, este es un proyecto impulsado por la Fundación Salinerito siendo el eje central para la ampliación de un servicio de comunicación en favor al desarrollo de comunidades rurales, es por eso que el proyecto presenta un estudio técnico para la modificación de la señal del transmisor situada en Palma Urco teniendo como consideraciones las entidades regulatorias para la concesión de frecuencias, así como el aspecto operativo de las mismas.

En el documento consta de cuatro capítulos: En el primer capítulo se puntualiza los antecedentes del proyecto para el rediseño de la red que incluye además el planteamiento del problema, los objetivos (general y específicos), la justificación y la metodología utilizada en el proyecto. En el segundo capítulo se detalla el marco teórico, los elementos que componen una Estación de Radiodifusión, se detalla el reglamento que rige en la adquisición de enlaces, frecuencias, normativa permitida para concesionar las frecuencias, y finalmente las herramientas utilizadas para realizar el proyecto.

En el tercer capítulo se realiza el estudio técnico del nuevo transmisor que se encuentra ubicada en Palma Urco, la simulación en el software ICS Telecom nos permite identificar parámetros y características específicos, adicional los cálculos obtenidos para diferentes elementos que son considerados para un óptimo desarrollo de la nueva señal. En el cuarto capítulo se realiza la implementación del nuevo transmisor y la verificación del funcionamiento en comunidades rurales, y que no interrumpa la señal en zonas no permitidas por la Normativa Técnica.

Por último, se expone las conclusiones en base a los resultados obtenidos y las recomendaciones. En anexos se encuentran los datos específicos de cada uno de los equipos para la transmisión de la señal así como los elementos de seguridad que se utilizaron para la construcción de la torre ubicada en Palma Urco.

# **CAPITULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. Planteamiento del problema**

La Fundación Familiar Salesiana Salinas es una empresa que ha visto la necesidad de tener una señal de Radiodifusión para la comunidad de Salinas y sus alrededores, como por ejemplo San Miguel, Guaranda y varias comunidades en la región subtropical de la Provincia de Guaranda hasta donde permita la Normativa Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica por lo cual creó la Radio Comunitaria Salinerito FM actualmente en uso con frecuencia comunitaria 89.9 MHz; pero por motivos de falta de equipamiento no puede ampliar la cobertura requerida para las comunidades que integran la Fundación, por lo que ha participado en el concurso público para renovar la misma frecuencia con el organismo gubernamental ARCOTEL, se necesita el re-diseño de cobertura en las nuevas comunidades que no llega la señal de radiodifusión y la implementación del nuevo transmisor en Palma Urco.

### **1.2. Tema**

Rediseño e implementación de un transmisor FM de baja potencia para la radio Salinerito en la provincia de Bolívar.

### **1.3. Justificación**

La Fundación Familia Salesiana Salinas ha visto la necesidad de garantizar la cobertura para las parroquias Manoloma, La Libertad, Matiari Bajo, Chazojuan, Muldiahuan, Copalpamba, 3 Marías, El Calvario, Chaupi, Gramalote, Lanzaurco con señal autorizada por la normativa técnica de regulación para radiodifusión.

Por tal razón se integra en su red un nuevo diseño que busca lograr la cobertura sin afectar zonas que no estipula la norma técnica.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Rediseñar y realizar el estudio de cobertura para un nuevo Transmisor FM de baja potencia que cubra las parroquias del cantón Guaranda y sus alrededores para la Radio Salinerito FM (89.9 MHz).

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis de la situación actual de la Radio Salinerito para familiarizarse con los datos técnicos y equipos que tienen actualmente.
- Analizar nuevos equipos que cubran el rango de cobertura permitido por la norma técnica para servicio de Radiodifusión sonora en frecuencia modulada analógica.
- Realizar la implementación y pruebas de inicio de transmisión, así como el análisis de cobertura del nuevo transmisor.

## **1.5. Metodología**

- Se recopilará información por el método bibliográfico el cual permitirá obtener información sobre radiofrecuencia, frecuencia FM, normas y leyes que rige la ARCOTEL.
- Se utilizará el método deductivo partiendo desde la memoria técnica otorgada por el personal de la Radio Comunitaria Salinerito, para verificar los hechos iniciales hacia los futuros.
- El Método experimental se utilizará para comprobar la implementación y probar el funcionamiento de la nueva repetidora.
- Se redactará el documento una vez finalizado la implementación del proyecto técnico detallando la fundamentación teórica, el diseño del experimento, el análisis de resultados y las conclusiones.

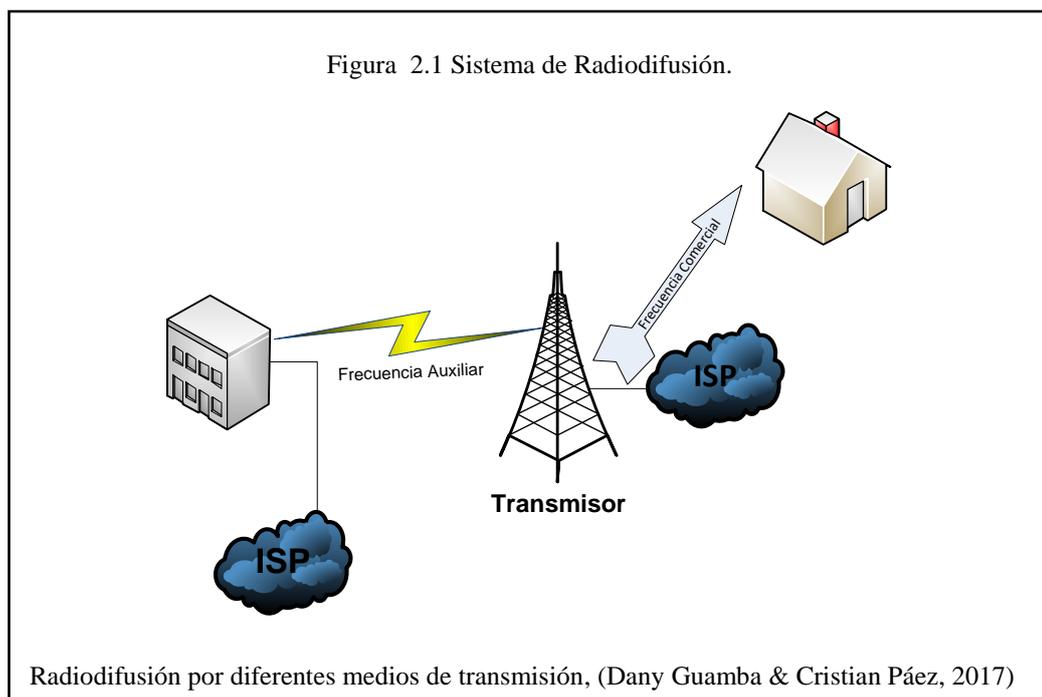
## CAPITULO 2

### MARCO CONCEPTUAL

En el presente capítulo se detallará los conceptos que nos ayudarán a entender el marco teórico que rige un sistema de radiodifusión FM, además de la normativa interna (regulación, etc).

#### 2.1. Sistema de una estación de Radiodifusión

En la figura 2.1 se evidencia la señal generada en el estudio donde la transmisión se la puede realizar por un medio de transmisión sea por radiofrecuencia concesionando la frecuencia auxiliar asignada por un ente regulador o fibra óptica transmitiendo con un proveedor de internet, donde llega la señal a la base repetidora transmitiendo a la población trabajando con una frecuencia comercial asignada por la ARCOTEL. (Alulema, 2006)



#### 2.2. Recomendación ITU-R 1546

La recomendación ITU-R 1546 abarca un conjunto de métodos de predicción de la propagación de señales radioeléctricas de un punto a una zona para servicios terrenales en un rango de frecuencias de 30 a 3000 MHz. La ITU busca dirigir la práctica de este método en aquellos sistemas radioeléctricos troposféricos en trayectorias marítimas,

terrenas o ya sea mixtas entre 1 a 1000 Km de longitud, para alturas de antenas de transmisión menores a 3000 m.

La ITU-R 1546 busca dar las pautas necesarias en distancias geográficas mínimas entre estaciones transmisoras que se encuentran trabajando en canales con la misma frecuencia o en canales adyacentes con la finalidad de evitar interferencias y solapamiento de señal. (ITU, 2013)

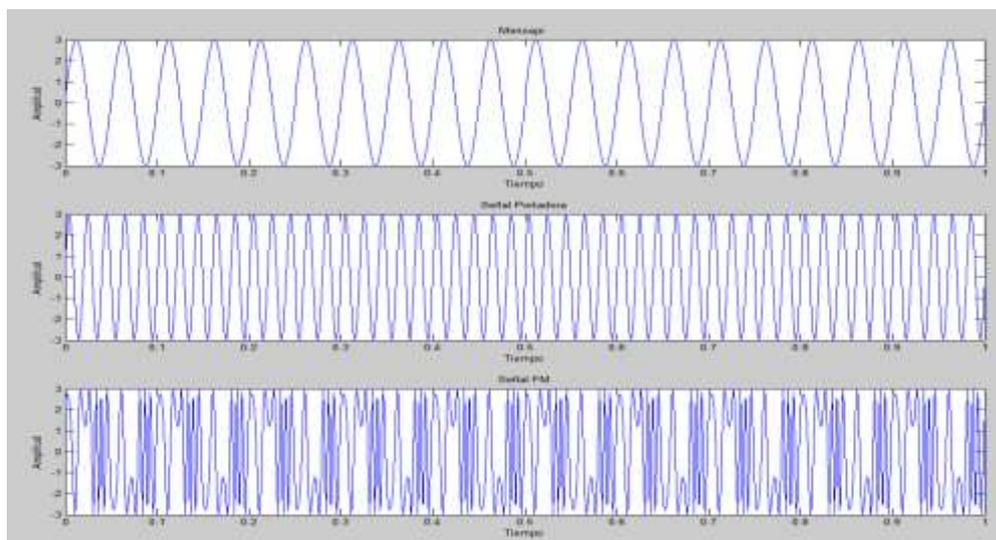
### 2.3. Radiocomunicación

Se basa en propagación de ondas de radio, dependiendo de la banda de frecuencia en la que esta onda se propaga, su comportamiento cambia dependiendo por la atmósfera y por la Tierra que afectan sus trayectorias que normalmente son en línea recta. (Vela, 2015)

### 2.4. Modulación directa de frecuencia FM

En la figura 2.2 muestra la señal de información en la primera fila, mientras en la segunda fila la señal portadora y por último la señal modulada en FM que se da al variar la frecuencia de una portadora de amplitud constante en proporción directa a la amplitud de la señal moduladora, con una rapidez igual a la frecuencia de la señal moduladora. Se desarrolló gracias a la modulación angular que se produce cuando se varía el ángulo de fase,  $\Theta$ , de una señal senoidal con respecto al tiempo. Se obtiene la señal FM si la frecuencia de la portadora se hace variar directamente de acuerdo con la señal moduladora. (Tomasi W. , 2003)

Figura 2.2 Señal FM.



Onda Modulada FM en MATLAB, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

## 2.5. Norma Técnica para el servicio de radiodifusión sonora en Frecuencia Modulada Analógica

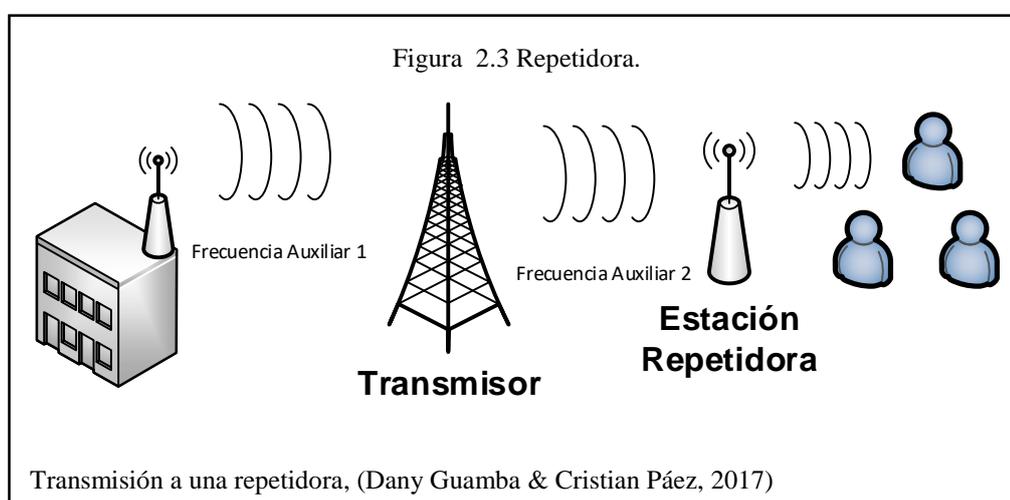
Se establecen las bandas de frecuencias, el marco técnico para la operación de las estaciones del servicio de radiodifusión sonora FM en el territorio ecuatoriano.

### 2.5.1. Estación Matriz:

Se compone del estudio principal, transmisor y demás instalaciones, se transmite la señal del estudio al transmisor, en la frecuencia de enlace concedido, y del transmisor a su área de cobertura autorizada, en la frecuencia FM asignada. (Hinojosa, 2016)

### 2.5.2. Estación Repetidora

Refiérase a la figura 2.3 donde la estación matriz envía la señal al transmisor principal por una frecuencia auxiliar concesionada en la ARCOTEL, del transmisor principal envía la señal a la estación repetidora por otra diferente frecuencia auxiliar en la estación repetidora se retransmite la señal recibida que se emite desde la estación matriz, se coloca en una zona geográfica estratégica permitiendo alcanzar una cobertura más extensa. El repetidor puede recibir la señal por una frecuencia o puede llegar la señal por un ISP y transmite la señal por otra diferente, ambas dentro de la misma banda de frecuencia. (Radioeléctricos, 2012)



### 2.5.3. Sistema de Radiodifusión Sonora FM

El sistema de radiodifusión produce y difunde mediante un medio de transmisión señales electromagnéticas de audio, el medio de transmisión está comprendido entre la estación matriz y sus repetidoras. (Analógicos, 2010)

#### **2.5.4. Reutilización de Frecuencias**

El re-uso de frecuencias se refiere al uso de las mismas frecuencias (principal o auxiliar) para cubrir distintas áreas separadas por una distancia para evitar interferencia co-canal. (Corrales, 2011)

#### **2.5.5. Señal de Radiofrecuencia (RF)**

La señal de radiofrecuencia, se conoce también como espectro de radiofrecuencia, ondas de radio o RF; la RF se refiere a oscilaciones dentro de circuitos eléctricos o electromagnéticos. Se compone de una portadora modulada en frecuencia por una señal en banda base. (Garavito, 2015)

#### **2.5.6. Canalización de la Banda FM**

Se determinan 100 canales con una división de 200 kHz, se encuentran numeradas del 1 al 100 empezando en 88.1 MHz y finaliza en la frecuencia 100 que pertenece a 107.9 MHz. (Ocaña, 2005)

#### **2.5.7. Grupos de Frecuencias**

Se establecen en seis grupos, para distribución y asignación de frecuencias en el territorio nacional. Se encuentran distribuidos en 4 grupos G1, G2, G3 y G4 el primer conjunto con 17 frecuencias cada uno y los grupos G5 y G6 con 16 frecuencias cada uno, la separación entre canales del mismo grupo es de 1200 kHz. (Ocaña, 2005)

#### **2.5.8. Potencia Efectiva Radiada (P.E.R.)**

La intensidad de campo necesaria para cumplir con la norma, es el valor determinado para los requerimientos de potencia. Su relación matemática se define en la ecuación 2.1, se determina en vatios (watts)

$$P.E.R. (Kw) = P_t(Kw) * 10^{\frac{[G(dBd) - Pérdidas(dB)]}{10}} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Dónde:

$P_t$  (Kw): Es la potencia de salida del transmisor.

G (dBd): Es la ganancia del sistema radiante.

Pérdidas (dB): Son pérdidas que corresponden a líneas de transmisión, conectores. (Quinzo, 2012)

## **2.6. Reglamento de Radiodifusión en frecuencia modulada analógica**

### **2.6.1. Estaciones de baja potencia**

Estación de potencia mínima, esta trabaja en sectores de baja población o cabeceras cantonales, la frecuencia podría ser reutilizada por otro concesionario en otro cantón de la misma provincia o zona geográfica. (CONARTEL, 2008)

### **2.6.2. Adjudicación**

Es la inscripción de un canal, adoptado por una conferencia competente, se utiliza por una o varias administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas. (Ramón, 2015)

### **2.6.3. Asignación**

Una administración otorga autorización para que una estación radioeléctrica emplee un establecido canal radioeléctrico o frecuencia en condiciones específicas. (Ramón, 2015)

## **2.7. Área de cobertura**

Zona geográfica, ciudad o poblado específico, donde se va a irradiar una señal FM, receptando mayoritariamente la intensidad de campo. (Guzmán, 2012)

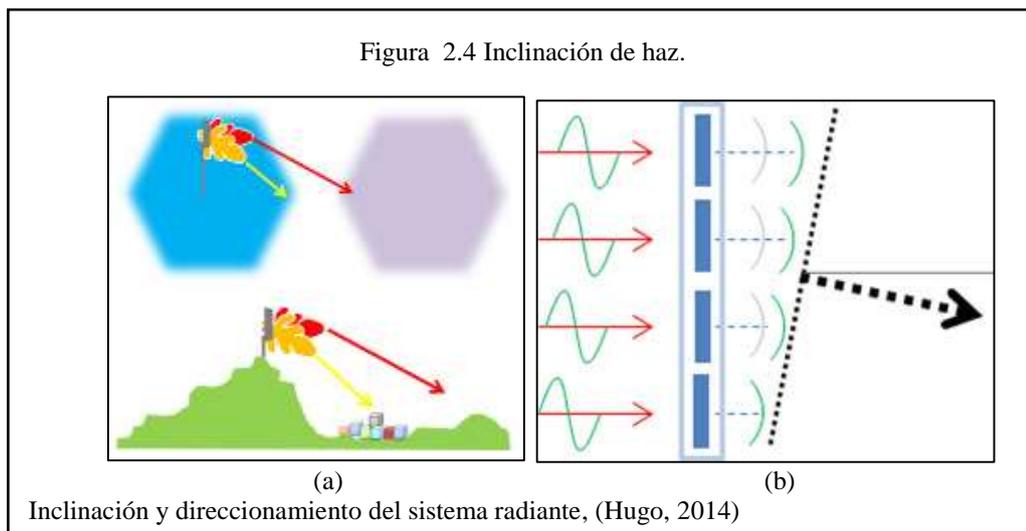
## **2.8. Espectro de frecuencias**

El espectro de frecuencias es un medio de transmisión limitado, que se utiliza para varias aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones, en el Ecuador el organismo encargado de administrar este medio es el ARCOTEL. (David, 2008)

## **2.9. Inclinación del haz**

En la figura 2.4 (a) se observa la radiación del sistema radiante en la zona geográfica mientras mayor es la inclinación mejor es la recepción, en la figura 2.4 (b) se define la correcta colocación y direccionamiento del sistema radiante, dando como resultado concentrar la energía radiada en la dirección deseada y obteniendo una mejora en la intensidad de campo. Cuando la inclinación es hacia abajo, se denomina downtilt, y si es hacia arriba se denomina uptilt. Se coloca el sistema de radiación lo más alto posible para brindar mayor cobertura. (Calvopiña, 2016)

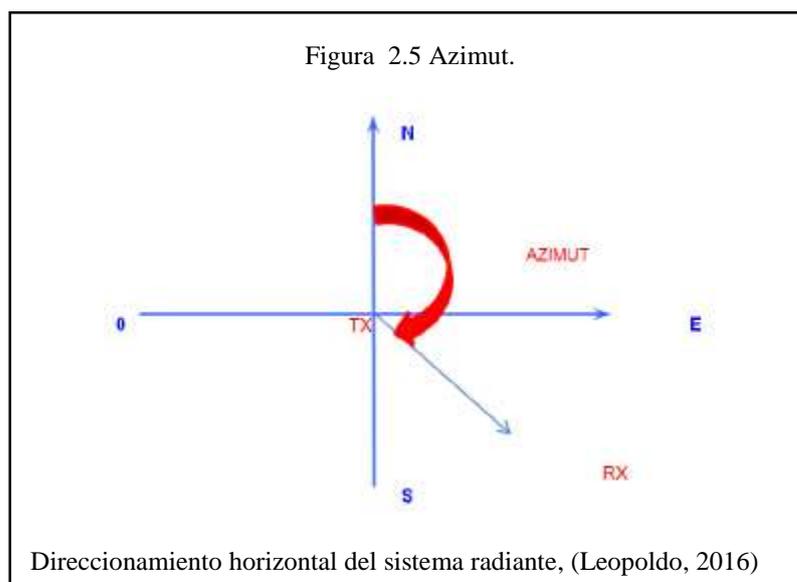
Figura 2.4 Inclinación de haz.



## 2.10. Azimut

En la figura 2.5 se analiza el direccionamiento en el ángulo de azimut, este ángulo horizontal empieza a contar en relación al norte magnético, en sentido horario, tiene una tolerancia de más o menos  $10^\circ$  en broadcast. (Calvopiña, 2016)

Figura 2.5 Azimut.



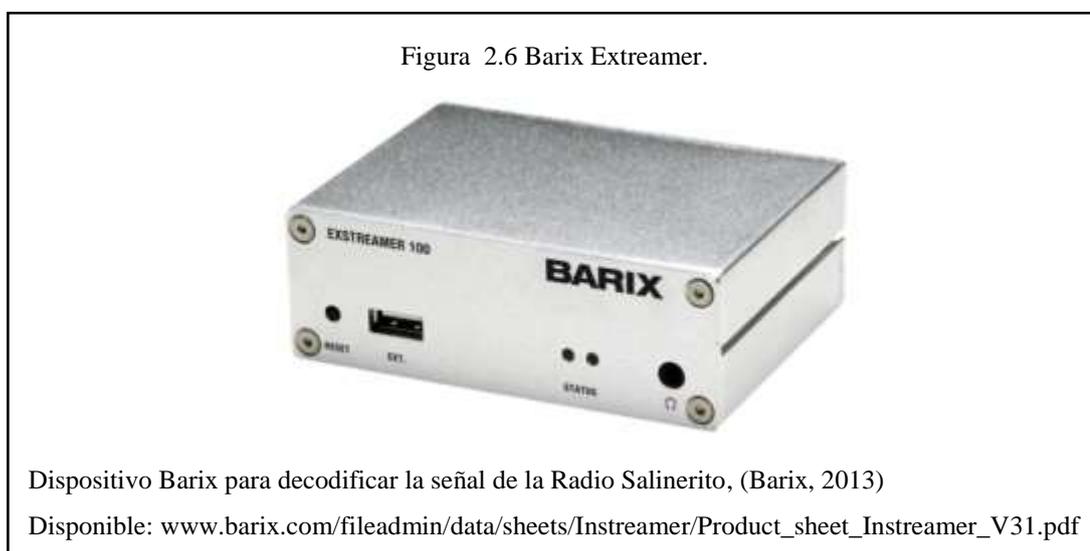
## 2.11. ICS Telecom

La plataforma de planificación ICS Telecom es un producto de la compañía francesa ATDI, ICS Telecom es una herramienta que permite proyectar las redes de comunicaciones de radio y administrar el espectro de frecuencia. En el software ICS Telecom se modela cualquier red de radio, independiente del tamaño que sea, desde redes locales hasta redes nacionales. ICS Telecom permite realizar evaluación de tecnologías, dimensionar infraestructuras, planificación de red, optimización del espectro. En ICS Telecom pueden simularse todas las tecnologías de radio actuales,

tanto fijas como móviles, comprendidas en la gama de frecuencia de 10kHz a 450GHz, las tecnologías que se utilizan son: Radio analógica y digital, Comunicaciones fijas, Comunicaciones móviles, Microondas, Celular/UMTS, Radar, Satélite, Telemetría. (Ariza, 2012)

### 2.12. Barix Extreamer

En la figura 2.6 se observa el barix que decodifica y entrega señales de audio IP a los amplificadores o altavoces conectados a los mismos. Compatible con múltiples protocolos, codificaciones y firmwares para aplicaciones específicas, estos dispositivos pueden utilizarse en aplicaciones de radiodifusión, radio por Internet y VoIP. Los dispositivos cuentan con interfaces de control y de almacenamiento de datos a nivel local en función de las necesidades de cada aplicación. (Barix, 2013)



### 2.13. Organismos Reguladores

Los organismos públicos de regulación y control de telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico son el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL) y la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL).

El Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información es el organismo rector que ejecuta diversas actividades como emitir las disposiciones a la ARCOTEL para la aplicación de las políticas públicas y planes; así como requerir la información sobre su cumplimiento, elaborar y aprobar los planes del Servicio Universal, Plan de Sociedad de la Información y Plan Nacional de Telecomunicaciones. (PrensaWebMintel, 2016)

## 2.14. Ley Orgánica de Telecomunicaciones

En la tabla 2.1 se especifica zonas de operación, sus frecuencias y a que grupo de frecuencias pertenecen, recopilando la información del proyecto de la ley orgánica de telecomunicaciones.

Tabla 2.1 Área de operaciones zonal.

Área de operación independiente	Descripción del área de operación independiente	Grupo de Frecuencias	Áreas de operación zonal	Frecuencias designadas para estaciones locales
FB001	Provincia de Bolívar, excepto la parte occidental de la Cordillera de los Andes (cantones Echeandía, Caluma, Las Naves y estribaciones occidentales de los cantones de San Miguel y San José de Chimbo)	G2, G4, G6	San José de Chimbo, Guaranda, San Miguel, Chillanes	88.7 MHz 103.1 MHz 105.9 MHz 107.1 MHz

## CAPITULO 3

### ANÁLISIS DE LA NUEVA ESTACIÓN PALMA URCO

En este capítulo se analizará y describirá la nueva estación que se coloca en el Cerro Las Palmas se detallan parámetros de geo localización.

#### 3.1. Descripción de la solicitud

Se solicita la modificación del rango de cobertura en el sector sub tropical de la provincia de Bolívar para la frecuencia de transmisión FM 89.9 MHz que opera la estación matriz de radiodifusión sonora en Salinas de Guaranda con denominación (Radio Salinerito FM).

#### 3.2. Antecedentes

La estación de radiodifusión sonora Radio Salinerito FM se encuentra trabajando con la frecuencia comunitaria 89.9 MHz; se solicita la concesión para la misma frecuencia en el presente periodo gestionando al organismo gubernamental ARCOTEL, en su situación actual disponen de una estación matriz en Salinas de Guaranda con la frecuencia 89.9 MHz, el transmisor principal se localiza en el Cerro de la Cruz con un enlace de frecuencia auxiliar de 937-940 MHz, la repetidora 1 se localiza en el Cerro Cashca Totoras funcionando con una frecuencia auxiliar 222-235 MHz y la repetidora 2 se localiza en el Cerro Pimbalo (Enlace entregado por proveedor de internet Signal Telecom).

#### 3.3. Datos del solicitante

En la tabla 3.1 se especifican los datos completos de la Radio Salinerito FM para la solicitud de uso de la frecuencia como se muestra a continuación:

Tabla 3.1 Datos del Solicitante.

<b>Solicitante</b>	Fundación Familia Salesiana Salinas
<b>Nombre de la estación</b>	Radio Salinerito FM
<b>Tipo</b>	Radio Analógica FM
<b>Categoría</b>	Comunitaria
<b>Cobertura Principal</b>	Salinas, Guaranda, Simiatug, Las Palmas
<b>Dirección Estación</b>	Parroquia Salinas de Guaranda, Calle Samilagua

Tabla de datos obtenidos, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.4. Ubicación geográfica

Se describe los datos y las ubicaciones geográficas de la estación y las repetidoras. El estudio Salinas se encuentra ubicado en la parroquia rural de Salinas localizada al noreste a treinta minutos de la ciudad de Guaranda en la provincia de Bolívar, es una radio comunitaria que se encarga de desarrollar una comunicación entre las diferentes comunidades que se encuentran alejadas. La torre del *transmisor principal* se ubica en el cerro de la cruz se encuentra en un lugar con acceso rocoso y un cerramiento para la seguridad de sus equipos aquí la señal es enviada desde el estudio, con una frecuencia auxiliar (937-940 MHz). El *Repetidor 1* se ubica en el cerro Cashca Totoras, la señal es enviada desde el Cerro de la Cruz a una frecuencia auxiliar de (222-235 MHz). El *Repetidor 2* ubicado en el Cerro Pimbalo que llega la señal por el proveedor de Internet Signal Telecom; al igual que en el *Repetidor 3* localizado en Palma Urco la señal llega por el mismo ISP, en este lugar se procedió a instalar un transmisor de baja potencia que nos ayudó a cubrir la mayoría de comunidades, la antena se colocó en la torre. En la figura 3.1 se muestra la distribución de infraestructura de cada puesto de radiodifusión en la provincia de Bolívar que se tiene actualmente.

Figura 3.1 Localización Geográfica de Bases Repetidoras.



Se encuentran las localizaciones de las Repetidoras, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

En la tabla 3.2 se detalla las coordenadas geográficas de la estación de radio y estaciones repetidoras pertenecientes a la infraestructura de la radiodifusión:

Tabla 3.2 Coordenadas de la Infraestructura de la Radio Salinerito.

<b>LUGAR</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA (msnm)</b>
<b>COORDENADAS (ESTUDIO SALINAS)</b>	1°24'14.70"S	79°1'7.70"O	3553
<b>COORDENADAS (CERRO DE LA CRUZ)</b>	1°25'30"S	79°02'24"O	3762
<b>COORDENADAS (CERRO CASHCA TOTORAS)</b>	1°43'60"S	78°58'32.90"O	3200
<b>COORDENADAS (CERRO PIMBALO)</b>	1°16'37.40"S	78°56'26.20"O	3648
<b>COORDENADAS (PALMA URCO)</b>	1°21'6.1"S	79°9'15.6"O	2101

Tabla de coordenadas y altura de la infraestructura de la Radio Salinerito FM (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.5. Detalle de los equipos

Se detallan los equipos utilizados en cada localización de la estación matriz, estudio y repetidoras.

#### 3.5.1. Equipos estudio salinas

En la tabla 3.3 se presenta el listado de características técnicas de los equipos utilizados en el estudio salinas.

Tabla 3.3 Detalle de equipos en Estudio Salinas.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>
Consola al aire	Oxygen 3ST	RVR
procesador audio	Omnia one	OMNIA
Tx de enlace	STL-C-TX	RVR
Antena enlace	Yagi AR10	RVR
Estudio ON AIR	4x4 m	hormigón
malla de tierra	$R < 6 \text{ Ohm}$	
Pararrayos	Dipolo EP	PARRES
Torre de viento	12m	
cable coaxial	LDF4-50A	ANDREW

Tabla de los equipos en el estudio Salinas (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

#### 3.5.2. Equipos en el Cerro de la Cruz

En la tabla 3.4 se detallan los equipos en el Cerro de la Cruz.

Tabla 3.4 Detalle de equipos en Cerro de la Cruz.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>
Tx FM broadcast	PTX 100-DDS	RVR
Rx de enlace	STL-C-RX	RVR
Tx de enlace	STL-C-TX	RVR
Antenas radiación	ACP0	RVR
Antena enlace	Yagi AR10	RVR
mall de tierra	R < 6 Ohm	
Pararrayos	Dipolo EP	PARRES
baliza	L-810	
caseta	3x3	Hormigón
torre de viento	30m	
cable coaxial	LDF4-50A	ANDREW

Tabla de los equipos en el Cerro de la Cruz (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.5.3. Equipos en el Cerro Cashca Totoras

En la tabla 3.5 se detallan los equipos en el Cerro Cashca Totoras.

Tabla 3.5 Detalle de equipo utilizado en Cerro Cashca Totoras.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>
Tx FM broadcast	PTX 150-DDS	RVR
Rx de enlace	STL-C-RX	RVR
Antenas radiación	ACP0	RVR
Antena enlace	Yagi AR10	RVR
mall de tierra	R < 6 Ohm	
Pararrayos	Dipolo EP	PARRES
baliza	L-810	
caseta	3x3	Hormigón
torre de viento	30m	
cable coaxial	LDF4-50A	ANDREW

Tabla de los equipos en el Cerro Cashca Totoras (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.5.4. Equipos en el Cerro Pimbalo

En la tabla 3.6 se detallan los equipos en el Cerro Pimbalo.

Tabla 3.6 Detalle de equipos utilizado en Cerro Pimbalo.

DESCRIPCION	MODELO	MARCA
Tx FM broadcast	PTX 100-DDS	RVR
Rx de enlace	Extreamer 120	BARIX
Antenas radiación	ACPO	RVR
malla de tierra	$R < 6 \text{ Ohm}$	
Pararrayos	Dipolo EP	PARRES
baliza	L-810	
caseta	3x3	Hormigón
torre de viento	30m	
cable coaxial	LDF4-50A	ANDREW

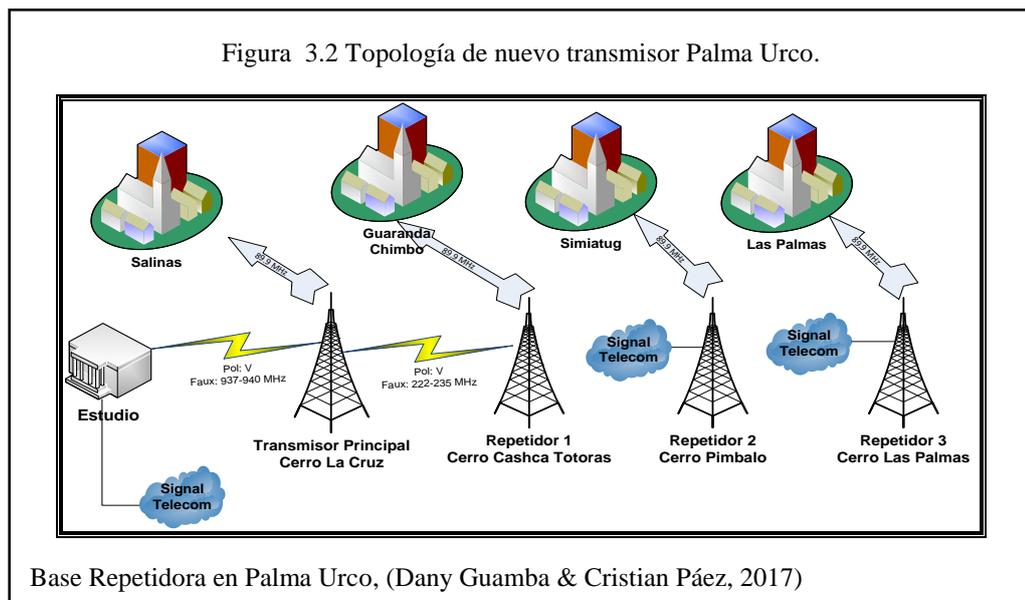
Tabla de los equipos en el Cerro Pimbalo (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.6. Estudio de la Radio Salinerito en Palma Urco

Se realiza un estudio técnico en Palma Urco para la implementación de un nuevo repetidor que dará cobertura a todo el sector sub tropical.

#### 3.6.1. Diagrama de la nueva estación en Palma Urco

En la figura 3.2 se incorpora la estación de radiodifusión Palma Urco que tiene un enlace de transmisión con el proveedor de Internet Signal Telecom que se encarga de enviar la señal sonora desde la Estación de Radio en Salinas hasta Palma Urco.



#### 3.6.2. Equipos en Palma Urco

Se detallan en la tabla 3.7 los equipos que se utilizó en la nueva estación repetidora.

Tabla 3.7 Detalle de equipos utilizado en Palma Urco.

DESCRIPCION	MODELO	MARCA
Tx FM broadcast	TEX20 NV	R.V.R.
Rx de enlace	Extreamer 120	BARIX
Antenas radiación	EX FM	EX FM
malla de tierra	$R < 6 \text{ Ohm}$	
Pararrayos	Dipolo EP	PARRES
baliza	L-810	
caseta	3x3	Hormigón
torre de viento	30m	
cable coaxial	LDF4-50A	ANDREW

Tabla de los equipos en Palma Urco (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.6.3. Cálculo de cobertura del nuevo repetidor en Palma Urco

Se detalla en la tabla 3.8 los datos técnicos requeridos para el nuevo repetidor ubicado en el Cerro Las Palmas junto con las características técnicas del enlace y cálculos de cobertura para garantizar el cumplimiento de la Norma Técnica.

Tabla 3.8 Datos técnicos para el nuevo sistema en Palma Urco.

<b>Lugar</b>	<b>Cobertura</b>	Comunidades de la región Subtropical provincia de Bolívar
	<b>Altitud</b>	2101 msnm
	<b>Sitio de Transmisión</b>	Cerro Las Palmas
<b>RF</b>	<b>Frecuencia</b>	89.9 MHz
	<b>Potencia del transmisor</b>	2 W
	<b>Máxima Ganancia</b>	3.3 dB
	<b>P.E.R.</b>	1.3824 w – 1.4063 dB
<b>Sistema Radiante</b>	<b>Tipo de Antenas</b>	EX FM B Omnidireccional
	<b># de bays por azimut</b>	1
	<b>Altura de la torre</b>	40cm de lado y 30m de altura
<b>Cables conectores</b>	<b>Tipo de línea Tx</b>	LDF4-50A
	<b>Longitud total de la línea</b>	20 m
	<b>Atenuación cable (dB/20)</b>	0.4104

Tabla de datos técnicos para la Base Repetidora en Palma Urco (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Interpolación para obtener pérdidas en el cable:

$$Pérdidascable = \frac{X-X_0}{X_1-X_0} (Y_1 + Y_0) + Y_0 \quad \text{Ec. (3.1)}$$

$$Pérdidascable = \frac{89.9 - 88}{100 - 88} (2.17 - 2.03) + 2.03$$

$$Pérdidascable = 2.0522 \text{ dB}$$

$$100m \rightarrow 2.0522 \text{ dB}$$

$$20m \rightarrow X$$

$$X = 0.4104 \text{ dB}$$

$$Pérdidas = Acable + conectores \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$Pérdidas = 0.4104\text{dB} + 0.05\text{dB}$$

$$Pérdidas = 0.4604 \text{ dB}$$

Resolución 072-04-CONATEL-2010, del 12 de marzo del 2010, se obtiene la fórmula siguiente:

$$PER(Kw) = P_r(Kw) * 10^{\frac{G-Pérdidas}{10}} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$PER(Kw) = 0.005 * 10^{3.3-0.4604}$$

$$PER(w) = 3.4559$$

$$PER = 5.3857 \text{ dB}$$

Cada valor de ganancia y potencia efectiva radiada para cada Azimut a 45° en base a la recomendación UIT-R 1546 es especificada en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Valores de ganancia y potencia efectiva radiada.

AZIMUT	0	45	90	135	180	225	270	315
Ganancia (db)	3	3	2.95	2.4	2.3	2.3	2.7	3.05
P.E.R. (W)	1.732	1.732	1.543	0.435	4.716*10 <sup>-3</sup>	4.716*10 <sup>-3</sup>	0.868	1.943

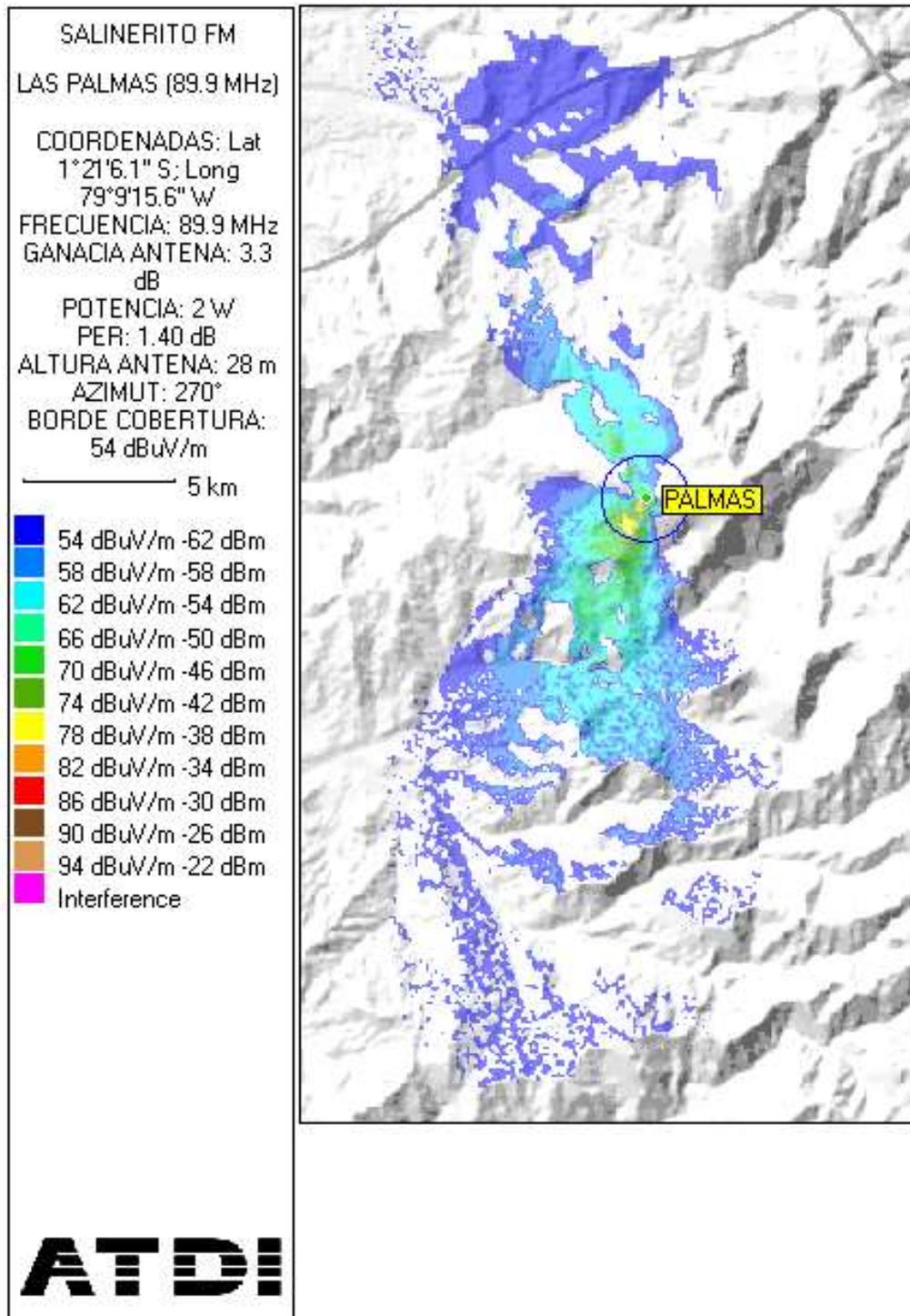
Tabla de datos obtenidos de la ganancia y P.E.R. (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.6.4. Cobertura del enlace en Palma Urco

Se realizó la simulación en el software ICS Telecom para la nueva repetidora que se localiza en Palma Urco, se verifica que el alcance del nuevo transmisor con los respectivos parámetros que se ingresó en el programa se encuentre con valores semejantes entre 54 dBuV/m (-62 dBm) hasta 62 dBuV/m (-54 dBm) que indican un rango eficiente de la señal. En la figura 3.3 se encuentra una captura de la simulación del área de cobertura junto con una tabla que muestra los datos de ubicación, frecuencia, ganancia de la antena, ángulo de azimuth y borde de cobertura. La cobertura de la señal se especifica mediante una gama de colores que indica la eficiencia de la señal dependiendo de la zona geográfica, dado un rango entre 54 dBuV/m (color azul) hasta 62 dBuV/m (color turquesa), en la figura 3.4 se encuentra exportada la misma imagen

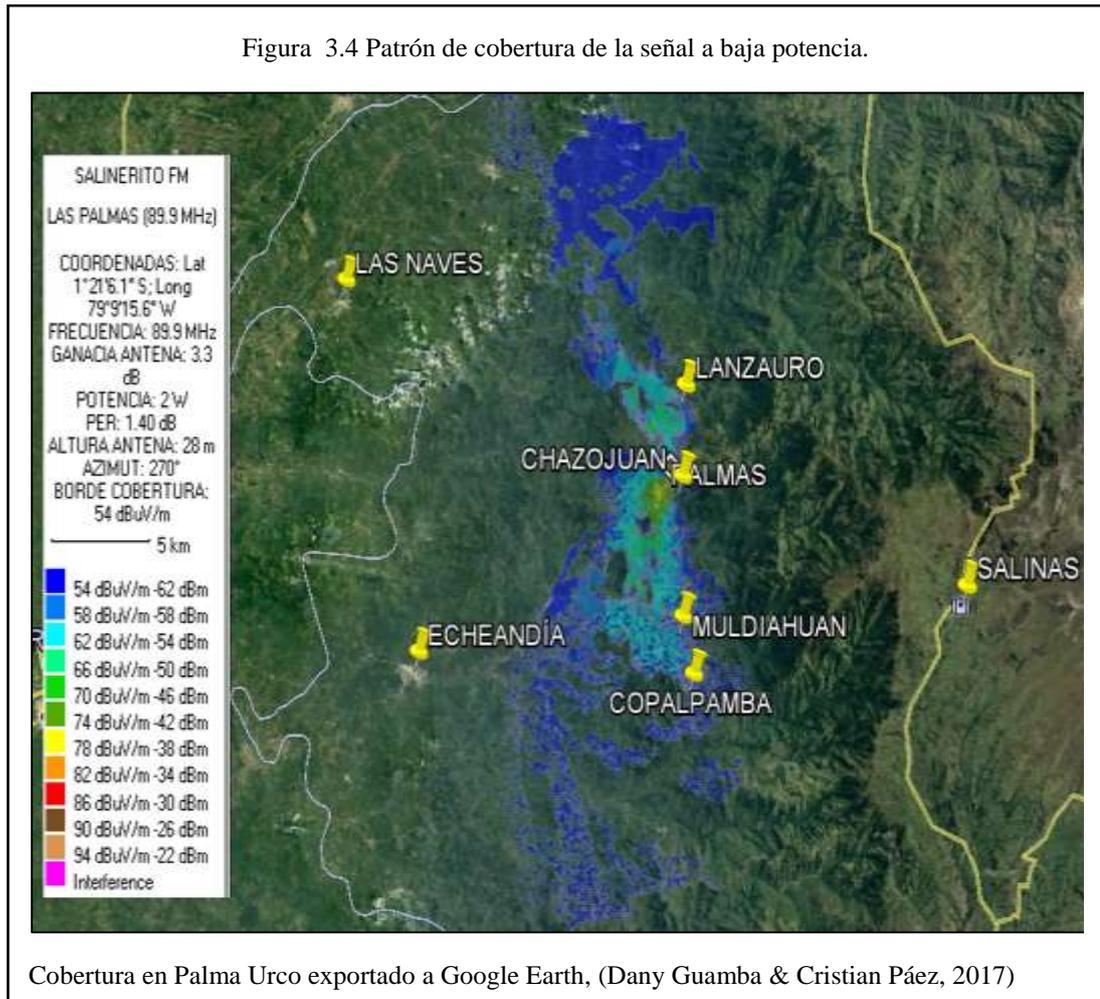
en mapa físico del terreno por medio del software Google Earth, que nos proporciona una vista detallada de los lugares y que tan eficiente llega la señal a cada uno de ellas.

Figura 3.3 Patrón de cobertura con intensidad de campo resultante.



Cobertura en Palma Urco, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Figura 3.4 Patrón de cobertura de la señal a baja potencia.



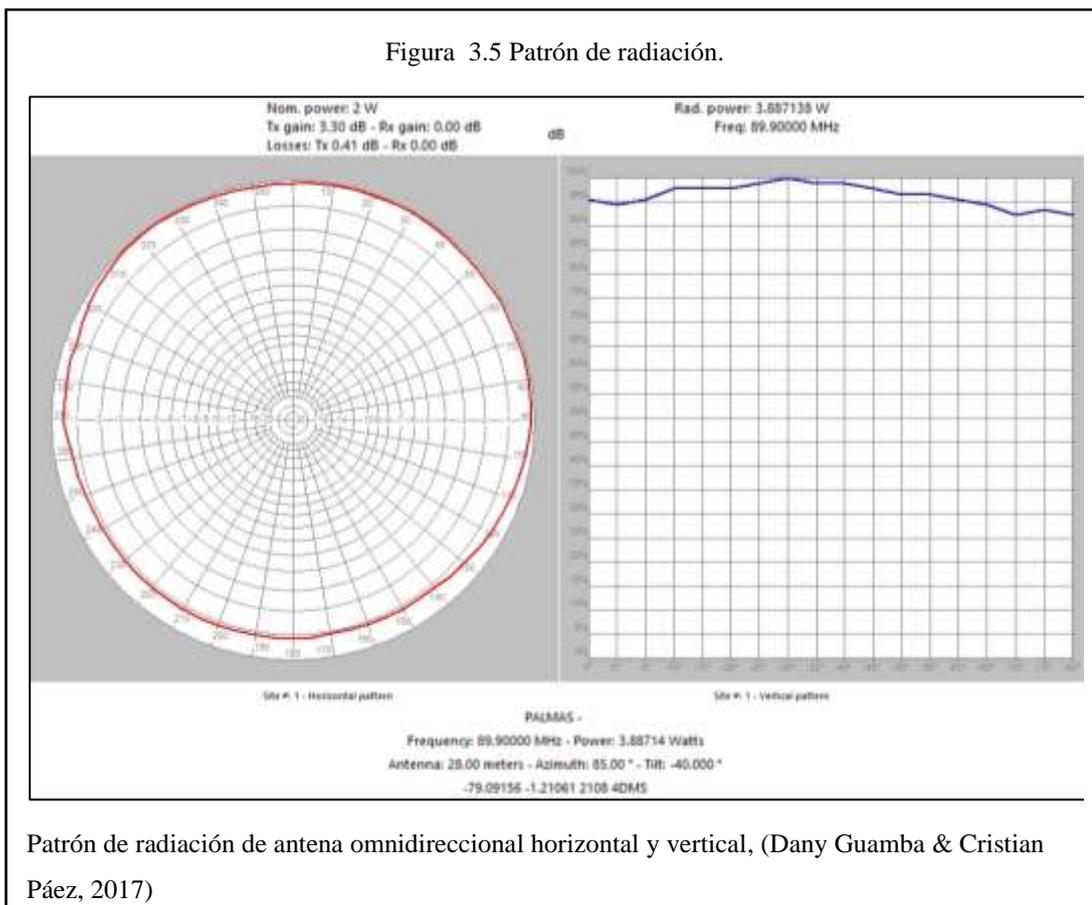
### 3.6.5. Perfiles obtenidos del Cerro las Palmas

Se muestran los perfiles obtenidos en la estación LAS PALMAS con Azimut de 270° y a una distancia máxima de 50 Km, se pueden observar los valores de intensidad de campo resultante (ICR) y pérdidas en el trayecto (PT). Se adjuntan en el ítem de Anexos.

### 3.6.6. Patrón de radiación de la antena en Palma Urco

Para el patrón de radiación nos ayudamos del software Antios que es una herramienta eficiente como se puede observar en la figura 3.5 se obtiene el patrón de radiación de la antena omnidireccional (EX FM) en polarización horizontal y vertical.

Figura 3.5 Patrón de radiación.



Obtenemos la tabla 3.10 de intensidad de campo resultante que nos muestra la cantidad de intensidad en espacio libre a un ángulo y distancia determinada realizada en el software ICS Telecom para la nueva repetidora en Palma Urco.

Tabla 3.10 Cálculo de intensidad de campo en espacio libre.

<b>INTENSIDAD DE CAMPO SEGÚN REC. UIT-R 1546-5</b>								
<b>INTENSIDAD DE CAMPO ESPACIO LIBRE</b>								
Dist	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
5	45	45	45	44	43	43	44	45
10	39	39	39	38	37	37	38	39
15	35	35	35	34	34	34	35	35
20	33	33	33	32	31	31	32	33
25	31	31	31	30	29	29	30	31
30	29	29	29	28	28	28	29	29
35	28	28	28	27	27	27	27	28
40	27	27	27	26	25	25	26	27
45	26	26	26	25	24	24	25	26
50	25	25	25	24	23	23	24	25

Tabla de datos técnicos obtenidos con software ICS Telecom calculados de la Intensidad de campo en el espacio libre cada 45 grados (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

La tabla 3.11 indica la degradación o atenuación de la señal a un ángulo y distancia determinada en el espacio libre.

Tabla 3.11 Cálculo de atenuación en el trayecto.

<b>ATENUACION EN EL TRAYECTO (dB)</b>								
Dist(Km)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
5	0	80	72	8	0	0	0	0
10	0	25	96	11	3	0	23	0
15	3	87	89	52	0	0	3	2
20	0	80	94	73	10	6	13	0
25	0	87	110	63	3	0	17	0
30	2	85	104	84	0	0	9	0
35	8	84	95	63	0	0	4	0
40	3	76	93	76	0	0	2	0
45	2	94	96	66	7	0	2	0
50	0	86	106	83	0	0	4	0

Tabla de datos técnicos del cálculo de la atenuación en el trayecto cada 45 grados (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

La intensidad de campo resultante es igual a la intensidad en el espacio libre menos las atenuaciones en el trayecto, para cada ángulo y para cada distancia, se especifican los resultados en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Cálculo de intensidad de campo resultante cada 45 grados.

<b>INTENSIDAD DE CAMPO RESULTANTE (dBuV/m)</b>								
Dist(Km)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
5	45	-36	-27	35	43	43	44	45
10	39	14	-58	26	34	37	15	39
15	32	-51	-54	-18	34	34	31	34
20	33	-47	-61	-42	22	26	19	33
25	31	-56	-80	-34	27	29	13	31
30	27	-56	-75	-56	28	28	20	29
35	20	-56	-67	-36	27	27	23	28
40	23	-49	-66	-51	25	25	24	27
45	24	-69	-71	-41	17	24	23	26
50	25	-62	-81	-59	23	23	20	25

Tabla de datos técnicos del cálculo de la atenuación en el trayecto cada 45 grados (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 3.7. Propuestas de equipos transmisores

Se detallan varios transmisores de diferentes marcas y diferentes parámetros técnicos.

En la Tabla 3.13 se detalla los datos técnicos del transmisor EXC 30 GT EXCITER

Tabla 3.13 Datos Técnicos EXC 30 GT.

<b>Marca</b>	Sielco	<b>Conector de salida</b>	Type N (jack)
<b>Rango de Frecuencia</b>	87,5 a 108MHz	<b>Alimentación</b>	110/230Vac
<b>Potencia de salida</b>	30 W	<b>Dimensiones</b>	483 X 88 X 375mm
<b>Impedancia de salida</b>	50 Ohmios	<b>Costo</b>	2.995 USD

Tabla de datos técnicos del transmisor EXC 30 GT (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

En la figura 3.6 se observa la parte frontal del transmisor EXC 30 GT



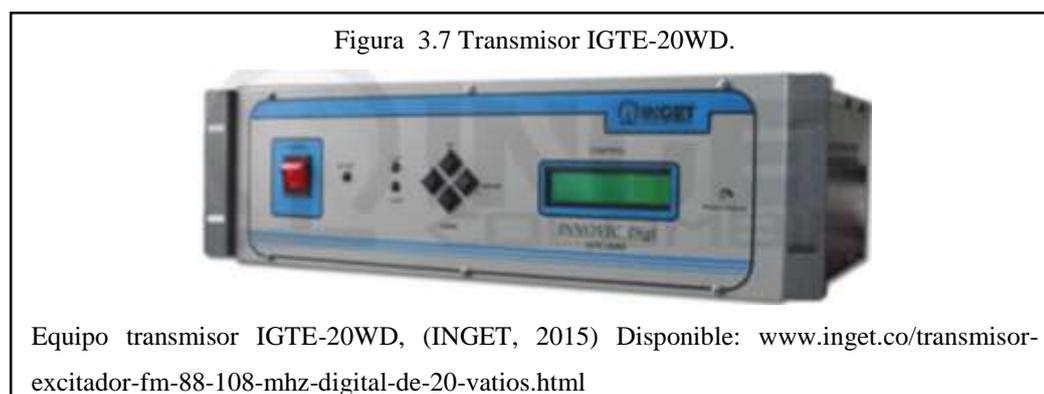
En la Tabla 3.14 se detalla los datos técnicos del transmisor IGTE-20WD.

Tabla 3.14 Datos Técnicos EXC 30 GT.

<b>Marca</b>	INGET	<b>Conector de salida</b>	Type N (jack)
<b>Rango de Frecuencia</b>	88 a 108MHz	<b>Alimentación</b>	110/230Vac
<b>Potencia de salida</b>	0 - 2 W	<b>Dimensiones</b>	19" X 15" alto 4"
<b>Impedancia de salida</b>	50 Ohmios	<b>Costo</b>	2.750 USD

Tabla de datos técnicos del transmisor IGTE-20WD (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

En la figura 3.7 se observa el panel de control del transmisor IGTE-20WD.



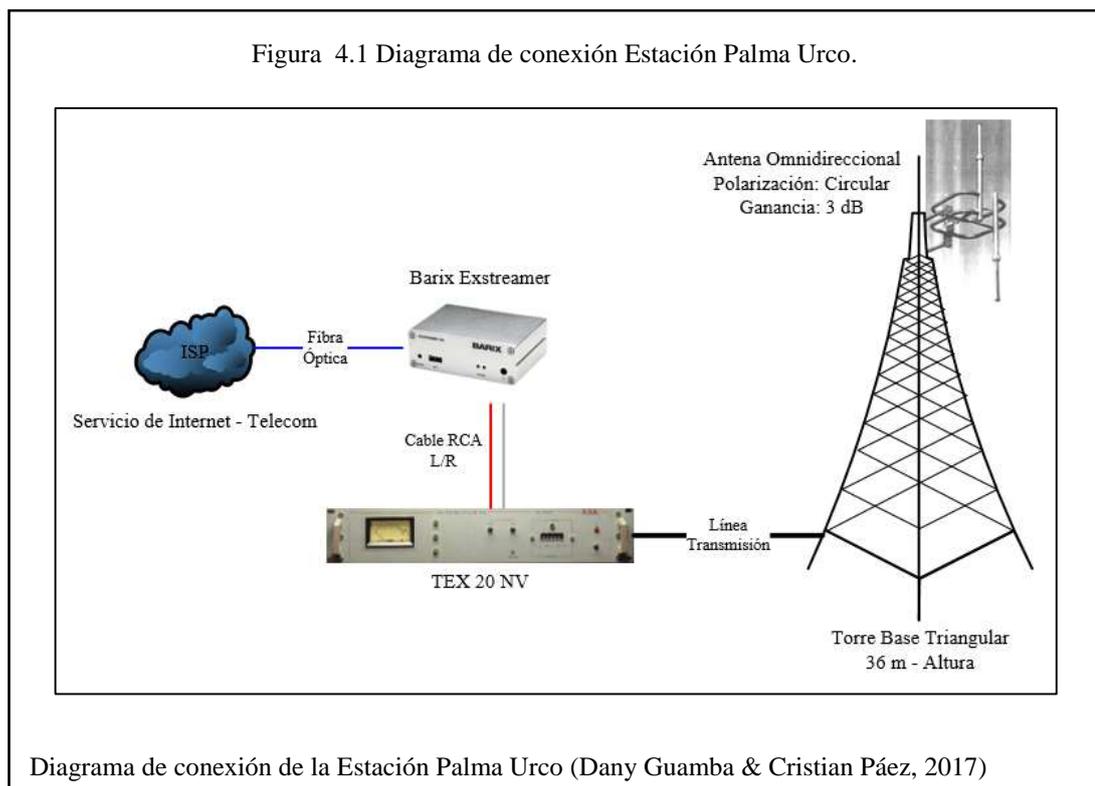
## CAPITULO 4

### IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN

#### 4.1. Diagrama de Conexión

En esta sección se explica mediante un diagrama de conexión la nueva estación en Palma Urco, cada elemento debe ser configurado y calibrado para trabajar a una frecuencia de 89.9 MHz y baja potencia de 2W.

En la figura 4.1 nos muestra como la señal ingresa a la estación radiodifusora por un proveedor privado de internet mediante fibra óptica hacia el Barix (decodificador) que envía la señal proporcionada por el estudio de radio en salinas por un cable RCA L/R (cable rojo y blanco) adaptado con salida conector tipo N hembra al transmisor analógico de baja potencia que pasa por un medio de transmisión (cable coaxial) a la antena Omnidireccional donde es enviada la señal.



#### 4.2. Infraestructura

En la tabla 4.1 tenemos la descripción de cada elemento requerido en la estación Palma Urco separado por estructura, energía, equipos, seguridad, acceso y proveedor de servicio.

Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura.

<b>ESTRUCTURA</b>	<p><b>Caseta:</b>                  Altura: 2 m                  Base: 1.80 m                  Profundidad: 1.80 m                  Puerta: Madera.</p>	<p><b>Observaciones:</b>                  La caseta se encuentra construida con hormigón y techo de zinc a una distancia de 1.5 metros de la torre.</p>	
	<p><b>Torre:</b>                  Infraestructura de 36 metros de altura triangular de 40 cm en cada lado.</p>	<p><b>Observaciones:</b>                  Base triangular sostenida por cables tensionados a 15, 30, 33 y 36 m respectivamente.</p>	
<b>ENERGÍA</b>	<p>Energía proporcionada por líneas de transmisión de la empresa eléctrica de 110 – 120 V.</p>	<p><b>Observaciones:</b>                  Se alimenta de energía eléctrica proporcionada por la empresa eléctrica directamente desde Palma Urco.</p>	

Tabla de datos equipos en Estación Palma Urco (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Continuación Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura.

<b>EQUIPOS</b>	<b>Mini rack</b>	<b>Observaciones:</b> Los equipos encontrados forman parte de la conexión a internet proporcionada por el proveedor de Internet Signal Telecom.	
	<b>Barix</b>	Este dispositivo decodifica y entrega las señales de audio IP a los amplificadores o altavoces conectados a los mismos.	
	<b>Transmisor TEX 20 NV</b>	Es un excitador que trabaja en la banda de 87.5 a 108 MHz, programable en pasos de 10 KHz. Su potencia de salida es ajustable continuamente de 2 a 20W en una carga de 50 Ohm.	
	<b>Antena Ecuatronix EX FM B</b>	Antena Omnidireccional se encarga de radiar la señal 89.9 MHz cubriendo el área de cobertura.	

Tabla de datos equipos en Estación Palma Urco (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Continuación Tabla 4.1 Elementos de Infraestructura.

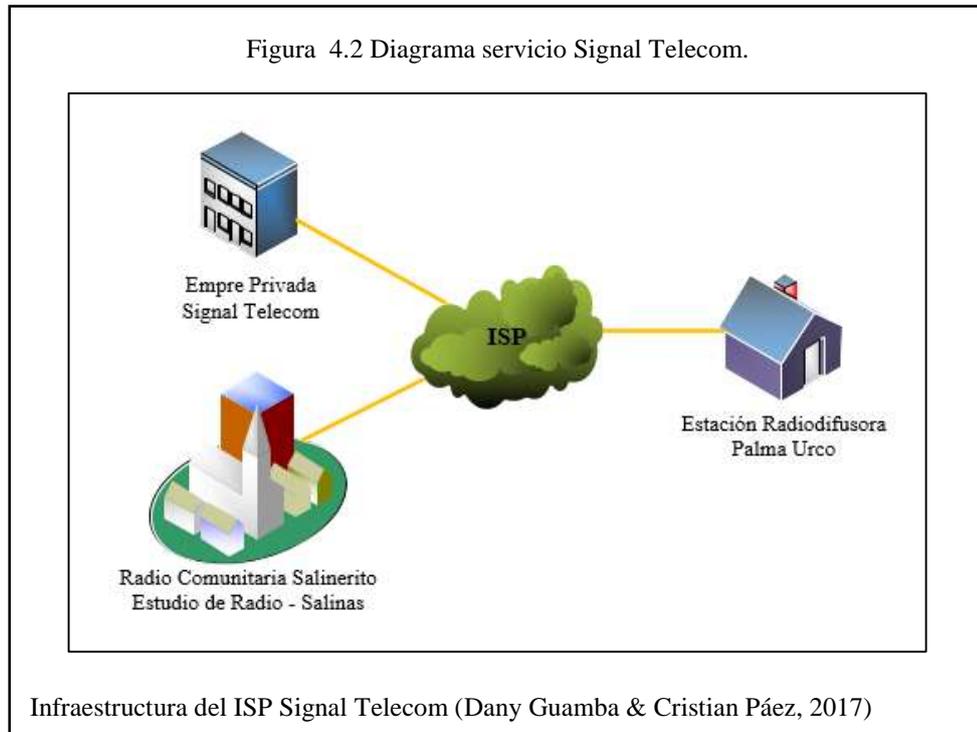
	<b>C.D.P. Regulador</b>	Regulador de Voltaje Automático R2C, que ofrece 8 tomas de salidas y proporciona un regulado de 120 o 220 VCA.	
<b>SEGURIDAD</b>	Cerramiento : Ninguno. Señalización : Ninguno.	Observaciones: La estación no tiene cerramiento para el cuidado de los equipos, la caseta se encuentra asegurada por un candado.	
<b>ACCESO</b>	Camino sin señalización, acceso peatonal.	Observaciones: Para acceder a la torre se debe tener una guía de personas del sector, tiempo de recorrido peatonal 20 minutos.	
<b>PROVEEDOR DE SERVICIO</b>	Signal TELECOM, empresa privada que proporciona servicio de internet por fibra óptica.	<b>Observaciones:</b> Servicio de internet tiene un enlace con conexión por fibra óptica. Medio por el cual se transmite la señal de radio desde el estudio en Salinas. Se estipula un plan de 6000 Kbps compartición de 1:1 para Salinas Centro y La Palma	

Tabla de datos equipos en Estación Palma Urco (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

### 4.3. Transmisión

#### 4.3.1. Signal Telecom

El enlace entre el estudio ubicado en Salinas y la comunidad Palma Urco se muestra en la figura 4.2 es un servicio por parte de la empresa privada Signal Telecom que mediante su infraestructura conecta la radio hasta la estación repetidora Palma Urco.

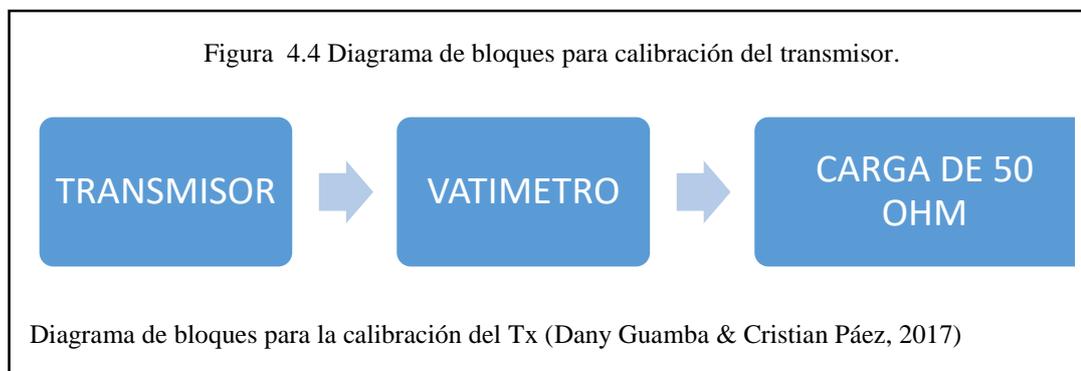


#### 4.3.2. Configuración para la Transmisión

En la figura 4.3 mostramos el transmisor TEX20 NV, antes de realizar la configuración verificamos que el equipo se encuentre apagado, manualmente introducimos la frecuencia a trabajar y la potencia en el mínimo.



Para calibrar la potencia de salida aseguramos que el control PWR ADJ este girado completamente hacia la izquierda para asegurar la potencia mínima de transmisión conectando un vatímetro entre la salida RF del transmisor y una carga ficticia para calibrar la salida de potencia, tal como se muestra en la figura 4.4.



### 4.3.3. Línea de Transmisión

Los datos mostrados en la tabla 4.2 pertenecen a la línea de transmisión (cable coaxial):

Tabla 4.2 Datos de la Línea de Transmisión.

<b>Marca</b>	ANDREW		
<b>Modelo</b>	LDF4-50 A		
<b>Impedancia</b>	50 ± 1		
<b>Frecuencia Máxima, GHz</b>	8.8		
<b>Potencia Nominal, KW</b>	40		
<b>DC Resistencia, ohm/1000 ft (1000 m)</b>	Interno: 0.45(1.48)	Externo: 0.58(1.90)	
<b>DC Breakdown, Voltaje</b>	4000		
<b>Jacket Spark, Voltaje RMS</b>	8000		
<b>Capacitancia, pF / ft (m)</b>	23.1 (75.8)		
<b>Inductancia, µH / ft (m)</b>	0.058 (0.19)		
<b>ATENUACIÓN Y POTENCIA PROMEDIO</b>			
<b>Frecuencia MHz</b>	<b>Atenuación dB (100 ft)</b>	<b>Atenuación dB (100 m)</b>	<b>Potencia KW</b>
88	0.619	2.03	3.73
89.9	0.632	2.07	3.65
100	0.661	2.17	3.49

Tabla de valores de la línea de transmisión, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

#### 4.3.4. Antena

La antena debe ser calibrada para trabajar a una frecuencia de 89.9 MHz. En la siguiente sección calculamos la longitud requerida de cada extremo de la antena omnidireccional, utilizando la fórmula de la ecuación 4.1.

$$\text{Dónde: } \lambda = \frac{c}{f} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

Resolviendo

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{89.9 \times 10^6} = 3.33 \text{ m}$$

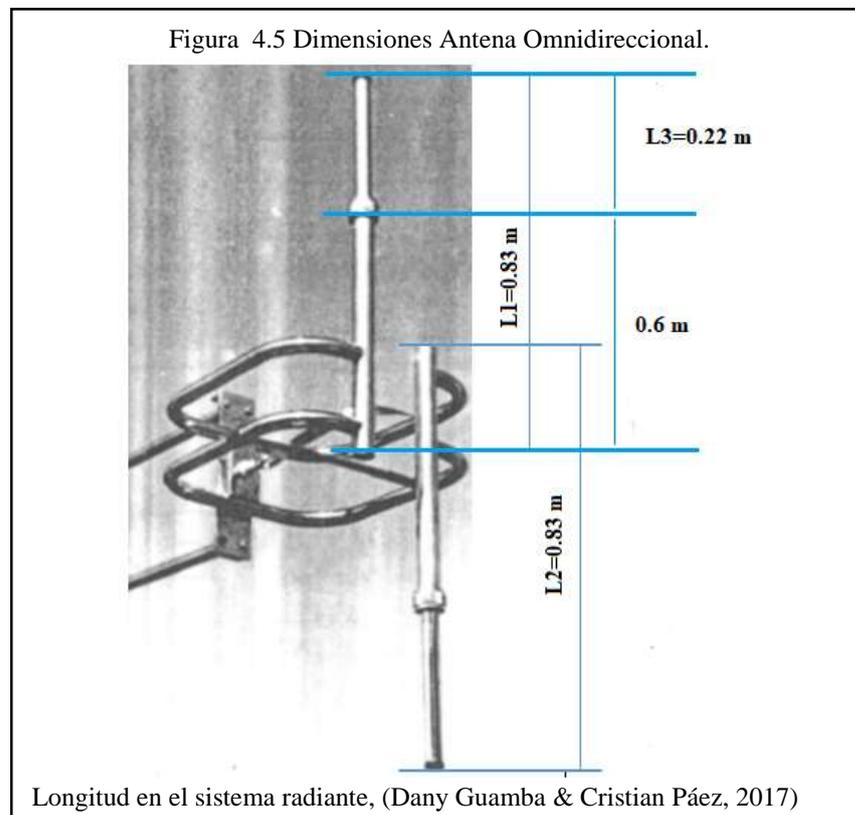
$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{3.33}{2} = 1.66 \text{ m}$$

$$d = L1 + L2$$

$$L1 = L2$$

$$L1 \text{ y } L2 = 0.83 \text{ m}$$

En la figura 4.5 se especificó las dimensiones de cada dipolo mediante los resultados obtenidos que se encuentra en el rango especificado en la hoja de datos de la antena omnidireccional.



#### 4.3.4.1. *Instalación de la antena en torre.*

En la Tabla 4.3 se detalla el equipo de seguridad obligatorio que se utilizó en la colocación de la antena omnidireccional al ascender en la torre.

Tabla 4.3 Equipos y Herramientas.

<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y HERRAMIENTAS</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>
Casco	Destornilladores plano y estrella
Guantes	Amarras y Correas de plástico
Arnés	Cinta negra 3M
Calzado Industrial	Llave pico de Loro

Tabla de equipos y herramientas recomendados para la seguridad al colocar la antena omnidireccional en la torre, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

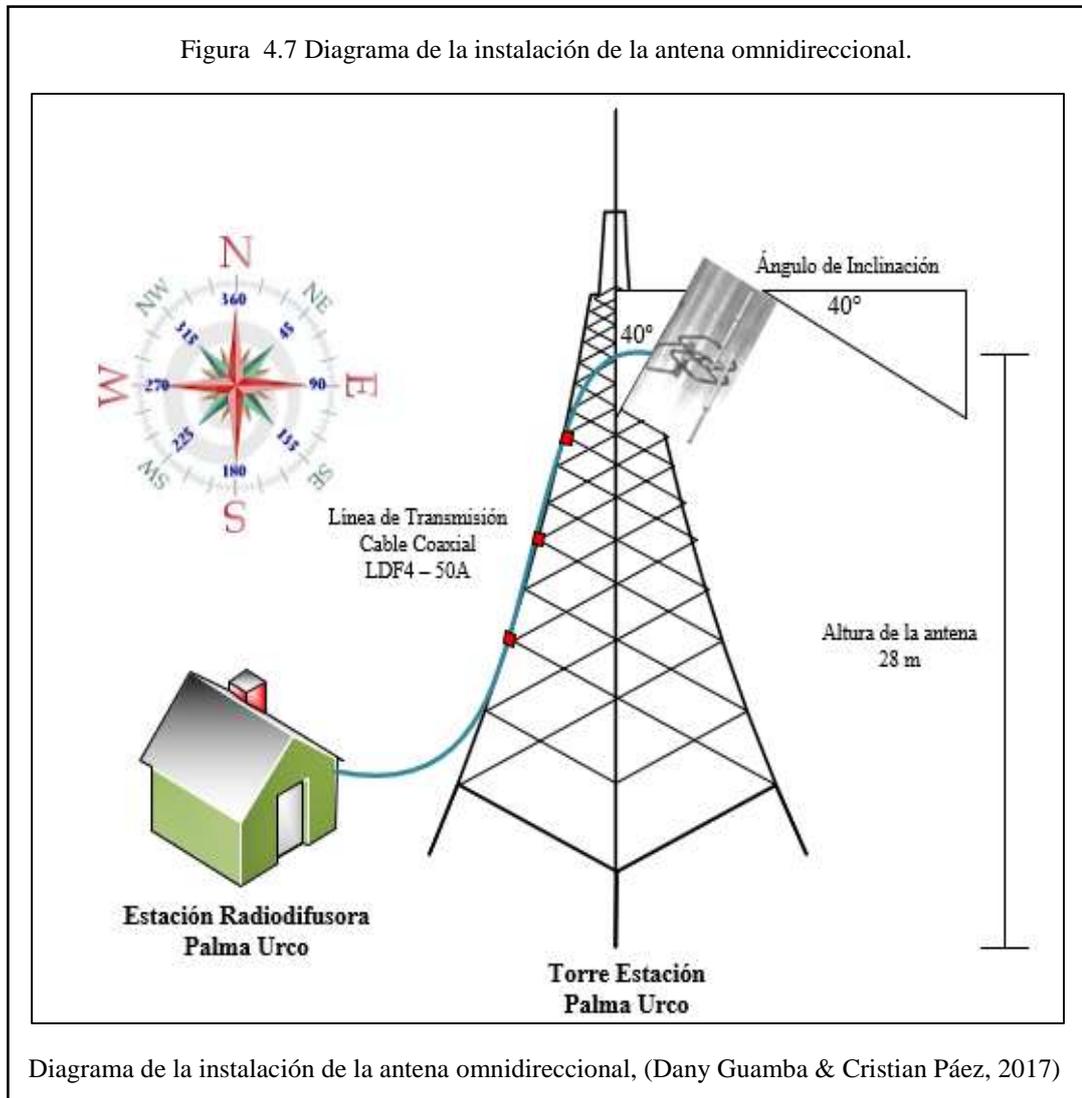
Se instaló la antena a una altura de 28 metros, utilizando las medidas de seguridad, en la figura 4.6 observamos como la persona encargada de colocar la antena tiene colocado una línea de vida a su arnés, guantes y calzado apropiado.

Figura 4.6 Instalación de la antena omnidireccional.



Se asciende para colocar la antena, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

La antena es orientada con valor de Azimut de 180 grados, y con una inclinación de Haz downtilt de 40 como se detalla en la figura 4.7 mostrada a continuación:



#### 4.4. Descripción equipos de seguridad torre

En la tabla 4.4 se describen los elementos necesarios para la seguridad de la torre según la norma regulatoria de prevención. Para mayor detalle de cada equipo su respectiva hoja de datos se encuentra en la sección de anexos.

Tabla 4.4 Elementos de Seguridad Torre.

<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN TORRE</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
<b>PARARRAYOS DIPOLO CORONA</b>	<p>Ángulo protección: 71°.</p> <p>Corriente Max: 30000 A.</p> <p>Operación: Iónico Bipolarizante.</p>
<b>ELECTRODO QUIMICO PARRES 3.80</b>	<p>Densidad: 4500 Kg/M.</p> <p>Cont. Electrolítico: 15%.</p> <p>Agentes Absorción: 35%.</p>
<b>CARTUCHO PARA VARILLA PARRES 0.5</b>	<p>Material: Lámina de Cobre.</p> <p>Tornillería: Bronce Silicio.</p>
<b>ELECTRODO LAMINAR REHILETE</b>	<p>Material: Lámina de Cobre ¼ ".</p> <p>Tornillería: Bronce Silicio.</p>
<b>INTENSIFICADOR TERRA-EP</b>	<p>Densidad: 1.136 gr/cm.</p> <p>Tamaño grano: 200 Mils.</p> <p>pH: 12,5. % de sólidos disuelto: 58,81.</p>
<b>RECUBRIMIENTO PELICULA PLASTICA-RP</b>	<p>Recubrimiento: Vinílico.</p> <p>Resistencia a las temperaturas: - 30°C hasta 280°C.</p>
<b>RECUBRIMIENTO OXIGRAF</b>	<p>Base: Zinc.</p> <p>Vehículo: Aceite mineral.</p> <p>Resistencia a la Temperatura: - 18°C hasta 159°C.</p>

Tabla de valores recomendados para la seguridad en la torre, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

#### **4.5. Registro fotográfico de la implementación**

Calibración del transmisor TEX 20 NV a una frecuencia de 89.9 MHz y potencia mínima de 2W, mostrado en la figura 4.8.

Figura 4.8 Calibración de potencia a 2 W.



Calibración del Transmisor, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Conexión de la línea de transmisión con la antena mediante conectores tipo N macho y hembra respectivamente, tal como se muestra en la figura 4.9.

Figura 4.9 Conexión del cable a la antena.



Se conecta el cable de cobre con conector tipo N en la antena,  
(Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

La instalación del Barix al enlace de internet se muestra en la figura 4.10 mediante un cable de red con conector RJ-45 macho y conectado al regulador de voltaje CDP.

Figura 4.10 Señal de radio demodulada de digital a análogo.



Equipo Barix que llega la señal para demodular, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

La conexión del Barix al transmisor mediante un cable RCA L/R se muestra en la figura 4.11.

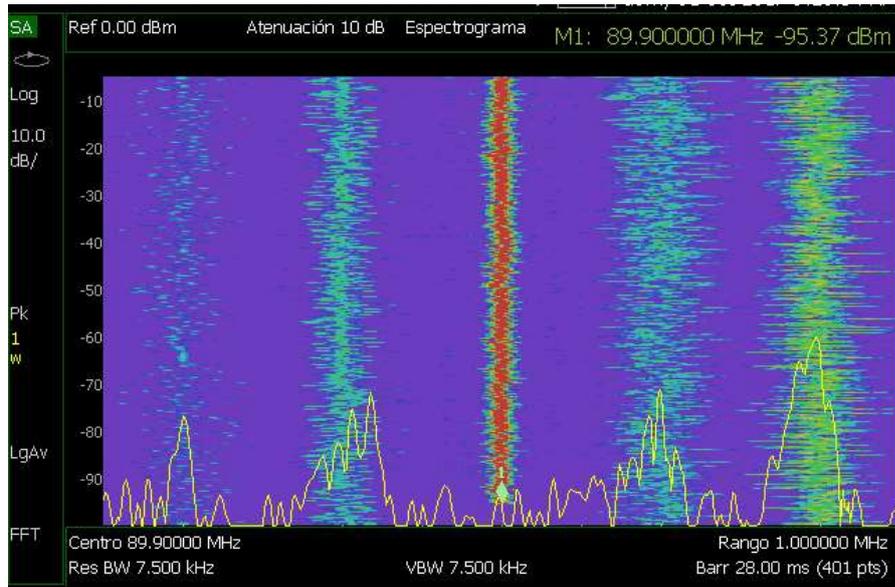
Figura 4.11 Conexión Barix – Transmisor.



Verificación de la conexión Barix-Transmisor, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Antes de comenzar a transmitir la señal a la frecuencia de 89.9 MHz, se debe asegurar que no exista ninguna señal que interfiera o que se encuentra trabajando a la frecuencia a utilizar, mediante el analizador de espectros se comprobó dicha condición como se muestra en la figura 4.12.

Figura 4.12 Prueba de interferencia a F=89.9MHz con Analizador de Espectros.

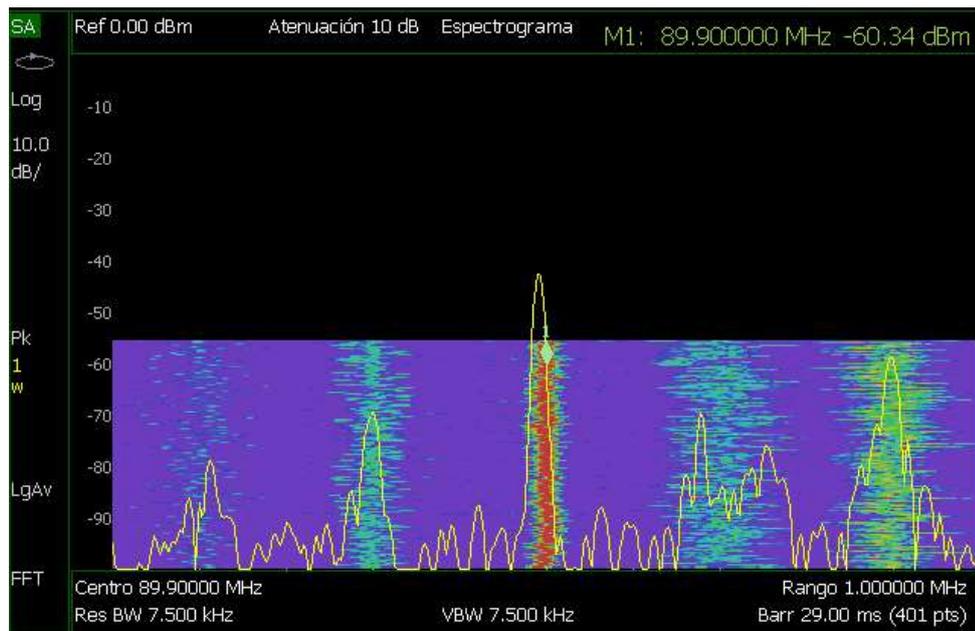


Verificación de interferencias Frecuencia 89.9 MHz, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

En la figura 4.12 se puede observar que en la frecuencia de 89.9 (sección color rojo) no se encuentra ninguna señal de interferencia.

Cumpliendo con el procedimiento de verificación se procedió a transmitir la señal tal como se muestra en la figura 4.13, como se observa en la frecuencia 89.9 MHz (sección roja) existe una medida de señal que oscila entre -60 dbm y -40 dbm.

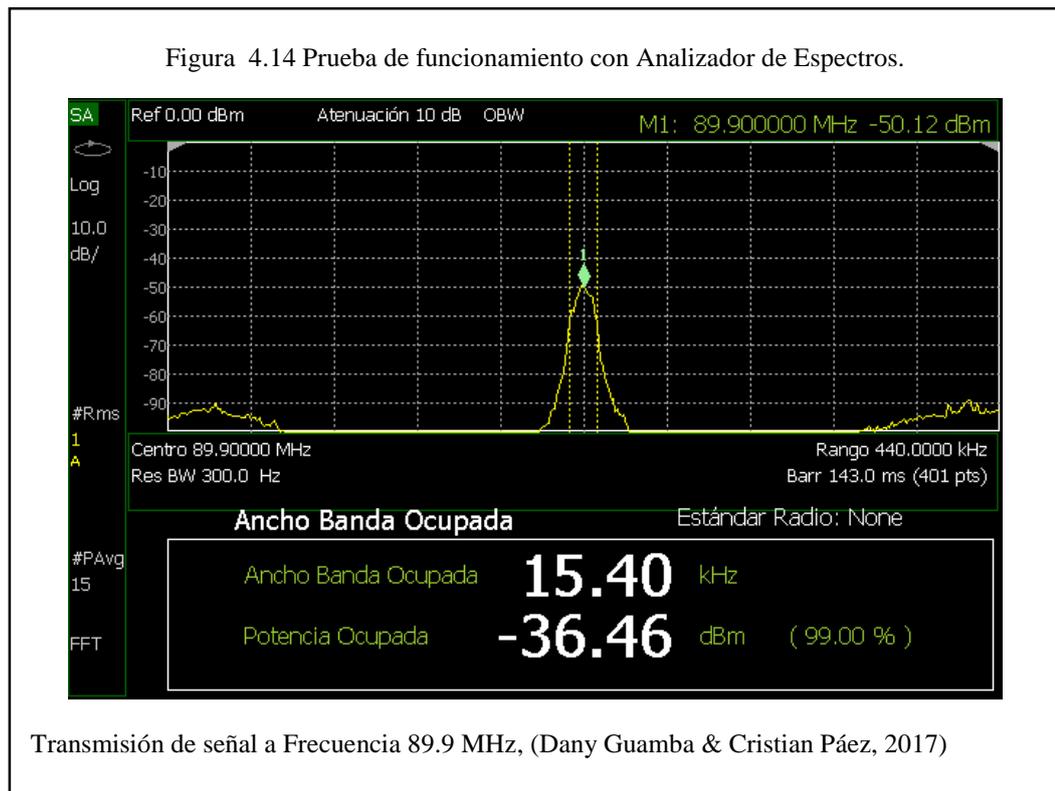
Figura 4.13 Transmisión de señal a 89.9 MHz.



Transmisión de señal a Frecuencia 89.9 MHz, (Dany Guamba & Cristian Páez, 2017)

Se comprobó el funcionamiento de la señal de radio mediante analizador de espectros Field Fox calibrado a 89.9 MHz, tal como se muestra en la figura 4.14.

En la figura 4.14 indica la potencia medida en un ancho de banda de 300 MHz y rango de 440 KHz, dando como resultado una potencia ocupada de -36 dbm, hay que recalcar que esa potencia es por los parámetros calibrados anteriores, como se observa en la sección superior derecha la potencia en 89.9 MHz es de -50 dbm muy cerca al valor óptimo tomado en la simulación.



#### 4.6. Carta de aprobación

La carta de aprobación dirigida desde la Fundación Comunitaria Salinerito menciona que todos los objetivos son cumplidos en su totalidad con completa funcionalidad a cada una de las comunidades brindando satisfacción de la señal.

La carta se encuentra en el anexo 2.

## CONCLUSIONES

La nueva estación radiodifusora permite alcanzar al 90% de toda la población ubicada en el sector subtropical de la provincia de Bolívar con tan solo el 2.5% de potencia del transmisor sin incurrir en zonas que no permite la Norma Técnica.

El transmisor proporcionado por la Fundación Comunitaria Salinerito permitió un ahorro del 100% al ser un equipo donado y cumple con los parámetros necesarios para el proyecto, en comparación con los transmisores que tienen un costo mayor a los 2000 USD.

Con el TSS (technical site source) se obtuvo el estado de la estación repetidora en Palma Urco que permitió aumentar el área de cobertura de la señal de radio de un 20% al 25% de la Provincia de Bolívar.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere para futuros proyectos verificar si es factible extender la cobertura de la señal de radio hacia los diferentes cantones de la provincia de Bolívar con nuevas estaciones radiodifusoras.

Realizar implementación de equipos de seguridad en torre, energía auxiliar, señalética y mantenimientos regulares a equipos y acceso a la torre de transmisión.

Se sugiere adquirir un proveedor adicional para realizar una conexión auxiliar para no perder la señal de audio en la estación radiodifusora.

## LISTA DE REFERENCIAS

- ACENS. (08 de Febrero de 2005). *ACENS THE CLOUD SERVICES COMPANY*. Obtenido de <http://www.acens.com/articulos/la-tecnologia-mpls-al-servicio-de-las-redes-privadas/>
- Almacen de Emisión*. (2016). Obtenido de <https://www.broadcastwarehouse.com/barix/instreamer-and-exstreamer-100-audio-over-ip/84/product>
- Alulema, D. (2006). *Estudio y diseño de una estación radiodifusora FM con cobertura en la ciudad de Otavalo y la provincia de Imbabura*. Quito.
- Analógicos, S. d. (2010). *Sistemas de Radiodifusión Sonora Analógicos*. Obtenido de *Sistemas de Radiodifusión Sonora Analógicos*: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/173/A4.pdf?sequence=4>
- ANALÓGICOS, S. D. (2010). *SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICOS*. Obtenido de *SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICOS*: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/173/A4.pdf?sequence=4>
- Andres, V. R. (2015). *Estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena "Alfa & Omega" utilizando equipos airmax de ubiquiti*. Quito.
- ARCOTEL. (2014). *Norma Técnica para Canalizaciones de Frecuencias Auxiliares de Radiofrecuencia*. Quito.
- ARCOTEL. (2015). *Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica*. Quito.
- Ariza, G. (2012). *Estudio de propagación de una red de DTV terrestre bajo el estándar DVB-T*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: [www.bdigital.unal.edu.co/8192/3/02299916.20122.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/8192/3/02299916.20122.pdf)
- Barix. (2013). *Radio Barix*. Obtenido de Radio Barix: <https://www.barix.com/es/productos/familia-exstreamer/barix/Product/show/exstreamer-100-105-110-120/>

- Boris Salas, J. C. (2012). *ANÁLISIS, DISEÑO DE UNA RED MPLS CON IPV6 EN LAS UTICS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO*. Sangolquí.
- Calderon, M. (27 de Mayo de 2003). *Control de congestión*. Obtenido de <http://www.it.uc3m.es/~maria/asignaturas/rysc1/alumnos/05-Congestion.pdf>
- Calvopiña, H. L. (2016). *Estudio de las afectaciones a la calidad del servicio de radiodifusión FM; problemas, causas y soluciones, caso de estudio en la ciudad de Riobamba*. Quito.
- Camacho, T. H. (2015). *Estudio de la ingeniería de tráfico en redes MPLS mediante casos de uso práctico con herramienta VNX*. Madrid.
- Cisco. (24 de marzo de 2016). *Cisco ASR 900 Route Switch Processor Data Sheet*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/asr-903-series-aggregation-services-routers/data\\_sheet\\_c78-715296.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/asr-903-series-aggregation-services-routers/data_sheet_c78-715296.html)
- Cisco. (06 de Mayo de 2016). *Cisco ASR 9000 Series Route Switch Processor Data Sheet*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/asr-9000-series-aggregation-services-routers/data\\_sheet\\_c78-500699.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/asr-9000-series-aggregation-services-routers/data_sheet_c78-500699.html)
- CONARTEL, R. d. (2008). *REGLAMENTO DE RADIODIFUSION EN FRECUENCIA*. Quito.
- CONARTEL, R. d. (2008). *Reglamento de Radiodifusión en Frecuencia*. Quito.
- Corrales, M. C. (2011). *Diseño de redes utilizando la tecnología de las Femtoceldas en la tecnología móvil*. Quito.
- Danilo Alfonso López Sarmiento, N. Y. (2009). Ingeniería de tráfico en redes de conmutación de etiquetas. *Revista Visión Electrónica*, 86.
- Darwin, A. (2006). *Estudio y diseño de una estación radiodifusora FM con cobertura en la ciudad de Otavalo y la provincia de Imbabura*. Quito.
- Darwin, O. A. (2006). Estudio y diseño de una estación radiodifusora FM con cobertura en la ciudad de Otavalo y la provincia de Imbabura. *Proyecto de Grado*. Otavalo, Imbabura, Ecuador.
- David, A. (2008). *Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de radiodifusión FM en la provincia del napo, cantón Quijos*. Sangolquí.
- DAVID, E. A. (2008). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN FM EN LA PROVINCIA DEL .* Quito.

- Delfino, A., Rivero, S., & San Martín, M. (Agosto de 2005). *Ingeniería de tráfico en redes MPLS*. Obtenido de [http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria\\_de\\_Trafico\\_en\\_Red\\_MPLS.pdf](http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria_de_Trafico_en_Red_MPLS.pdf)
- Departamento de Ingeniería Telamática. (Septiembre 2004). *OPNET : Manual de Usuario*.
- Estévez, A. J. (2008). *Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de radiodifusión FM en la provincia del Napo, cantón Quijos*. Quito.
- Fernando, G. P. (2012). *ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN FM CON COBERTURA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA*. Quito.
- FLORENTINA, O. A. (2005). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DIGITAL IBOC EN EL ECUADOR*. Quito.
- Garavito, O. (2015). *Telecomunicaciones*. Obtenido de Características de Radio Frecuencia: <http://omar-gj.blogspot.com/2010/10/caracteristicas-de-radio-frecuencia.html>
- García, M. O. (2008). *MPLS, El presente de las redes Ip*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, FÍSICA Y SISTEMAS, Pereira.
- Guzmán, P. J. (2012). *Estandarización de los parámetros técnicos de operación de las estaciones de radiodifusión FM con cobertura en la provincia de Pichincha*. Quito.
- Henao, J. S. (2010). *MPLS, GMPLS, ASON*. Obtenido de [http://www.tecnologia.technology/wp-content/uploads/2010/06/Caracteristicas\\_definicion\\_MPLS\\_GMPLS\\_ASON.pdf](http://www.tecnologia.technology/wp-content/uploads/2010/06/Caracteristicas_definicion_MPLS_GMPLS_ASON.pdf)
- Herber, Q. G. (2012). *DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RADIO FM EN FRECUENCIA COMERCIAL PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, CON COBERTURA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y A NIVEL MUNDIAL A TRAVÉS DE INTERNET, DURANTE EL PERIODO 2011-2012*. Riobamba.
- Hernández, T. (2015). *Estudio de la ingeniería de tráfico en redes MPLS mediante casos de uso práctico con la herramienta VNX*. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM\\_Tatiana\\_Hernandez\\_Camacho\\_2015.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM_Tatiana_Hernandez_Camacho_2015.pdf)

- Hinojosa, W. L. (2016). *Estudio de las afectaciones a la calidad del servicio de radiodifusión FM; problemas, causas y soluciones, caso de estudio en la ciudad de Riobamba*. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- Hinojosa, W. L. (2016). *Estudio de las afectaciones a la calidad del servicio de radiodifusión FM; problemas, causas y soluciones, caso de estudio en la ciudad de Riobamba*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Hugo, C. (2014). *telecomHall ES*. Obtenido de telecomHall ES:  
<http://www.telecomhall.com/es/que-es-tilt-electrico-y-mecanico-de-la-antena-y-como-lo-usa.aspx>
- ITU. (2013). Métodos de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3000 MHz. *Recomendación UIT-R P.1546-5*, 61.
- Jiménez M., R. A. (2013). Diseño del Backbone de la red óptica metropolitana con tecnología MPLS para un Proveedor de Servicios de Internet dentro del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Politécnica*, 23-25.
- Joskowicz, J. (Agosto de 2013). *VOZ, VIDEO Y TELEFONIA*. Obtenido de  
<http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefon%20sobre%20IP.pdf>
- JULIO, C. M. (2011). *DISEÑO DE REDES UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE LAS FEMTOCELDAS EN LA TECNOLOGÍA MÓVIL*. Quito.
- Leopoldo, C. H. (2016). *Estudio de las afectaciones a la calidad del servicio de radiodifusión FM; problemas, causas y soluciones, caso de estudio en la ciudad de Riobamba*. Quito.
- Lorge, F. (2015). *Calidad de servicio 2 IP QoS-MPLS*. Obtenido de  
[http://www.labredes.unlu.edu.ar/sites/www.labredes.unlu.edu.ar/files/site/data/aygr/AyG\\_Redex\\_2015\\_06\\_QoS2.pdf](http://www.labredes.unlu.edu.ar/sites/www.labredes.unlu.edu.ar/files/site/data/aygr/AyG_Redex_2015_06_QoS2.pdf)
- Luz, R. R. (2015). *Sistemas de radiocomunicaciones*. Madrid: Parainfo, SA.
- Microsoft. (20 de 05 de 2005). *Descripción de la disponibilidad, la confiabilidad y la escalabilidad*. Obtenido de [https://technet.microsoft.com/es-es/library/aa996704\(v=exch.65\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/aa996704(v=exch.65).aspx)
- MORÁN LAVAYEN JOSÉ, M. B. (2016). *MEDICIÓN Y MODELAMIENTO DEL RANGO DE FRECUENCIAS ASIGNADO A RADIODIFUSIÓN FM DE LA BANDA VHF (88-108 MHZ)*

*DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN ESCENARIO INTERIOR DE UN EDIFICIO EN EL CENTRO DE GUAYAQUIL.* Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Morán, L., & Martínez, J. B. (2016). *MEDICIÓN Y MODELAMIENTO DEL RANGO DE FRECUENCIAS ASIGNADO A RADIODIFUSIÓN FM DE LA BANDA VHF (88-108 MHZ) DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN ESCENARIO INTERIOR DE UN EDIFICIO EN EL CENTRO DE GUAYAQUIL.* Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Muñoz, M. P. (2011). *VAN y TIR.* Obtenido de Mpuga: [www.mpuga.com](http://www.mpuga.com)

Ocaña, A. E. (2005). *Estudio de factibilidad para la implementación del servicio de Radiodifusión digital IBOC en el Ecuador.* Quito.

Omar, G. (2015). *Telecomunicaciones.* Obtenido de Características de Radio Frecuencia: <http://omar-gj.blogspot.com/2010/10/caracteristicas-de-radio-frecuencia.html>

Peña, A. G. (2010). *Nivel de desempeño en redes IPV4 con respecto a redes IPV6 con MPLS y RSVP.* Bogotá.

Power, C. D. (25 de Noviembre de 2016). *Chicago Digital Power - Manuals.* Obtenido de [http://www.cdpuops.com/Content\\_Elements/downloads/Manuals/400-Manual%20Usuario%20R2C%20120V%20Spa.pdf](http://www.cdpuops.com/Content_Elements/downloads/Manuals/400-Manual%20Usuario%20R2C%20120V%20Spa.pdf)

PrensaWebIntel. (04 de Enero de 2016). *Ecuadorinmediato.* Obtenido de [http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818794049](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818794049)

Quinzo, G. F. (2012). *Diseño de una estación de radio FM en frecuencia comercial para la Universidad Nacional de Chimborazo, con cobertura en la ciudad de Riobamba y a nivel mundial a través de internet, durante el periodo 2011-2012.* Riobamba.

Radioeléctricos, S. (2012). *Sistemas Radioeléctricos.* Obtenido de Sistemas Radioeléctricos: <http://www.seilaf.com/descarga-documentos/formacion/124-s00882-sistemas-radioelectricos-presentaciones-82-sistemas-radioelectricos>

RADIOELÉCTRICOS, S. (2012). *SISTEMAS RADIOELÉCTRICOS.* Obtenido de SISTEMAS RADIOELÉCTRICOS: <http://www.seilaf.com/descarga-documentos/formacion/124-s00882-sistemas-radioelectricos-presentaciones-82-sistemas-radioelectricos>

Ramón, R. L. (2015). *Sistemas de radiocomunicaciones.* Madrid: Parainfo, SA.

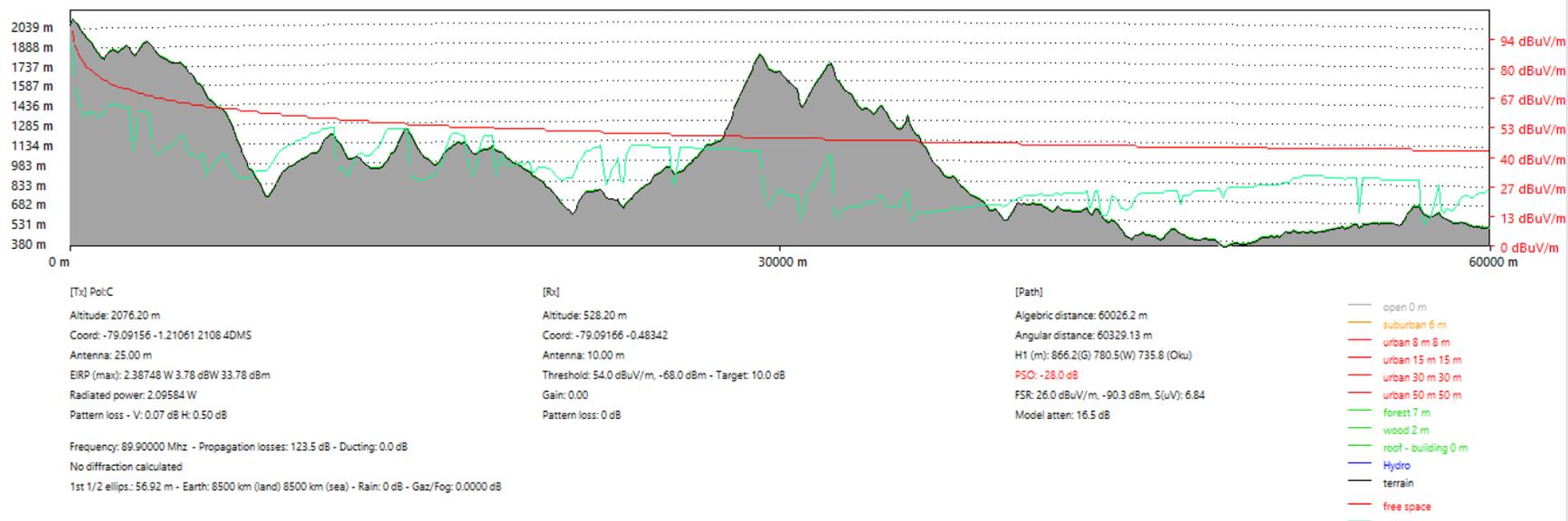
- Resource, C. N. (28 de 11 de 2013). *NSRC*. Obtenido de <https://nsrc.org/workshops/2015/walc/routing/raw-attachment/wiki/Agenda/04-ISIS-vs-OSPF.pdf>
- Romero, M. d. (2009). Programa de doctorado informatica industrial. Sevilla, España.
- Saavedra, J. (2015). *Diseño de redes Top-Down*. Obtenido de <http://www.juancarlossaavedra.me/2015/01/disenio-de-red-con-top-down.html>
- Saunders, J. (s.f.). *Unidad empresarial de servicios*. Obtenido de <ftp://espectrocrom.com/pub/manuales/cisco/pdfs/cisco2620-3620.pdf>
- TELECOM PROTOCOL FINDER. (2002). *Guía completa de protocolos de telecomunicaciones*. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- Tomasi. (2000). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Valencia: Prentice Hall.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Valencia: Prentice Hall.
- Tomasi, W. (2012). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México.
- Vela, R. A. (2015). *Estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena "Alfa & Omega" utilizando equipos airmax de ubiquiti*. Quito.

## **ANEXOS**

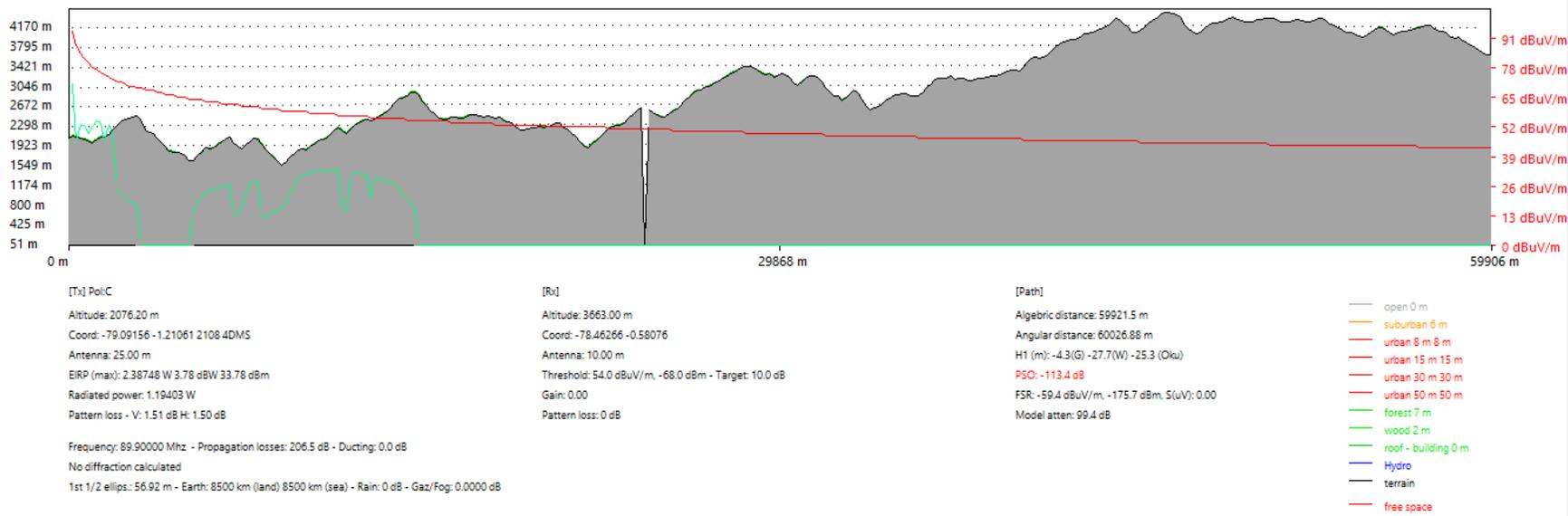
**ANEXO 1**

**PERFILES DE TERRENO A 45 GRADOS DE LA SEÑAL**

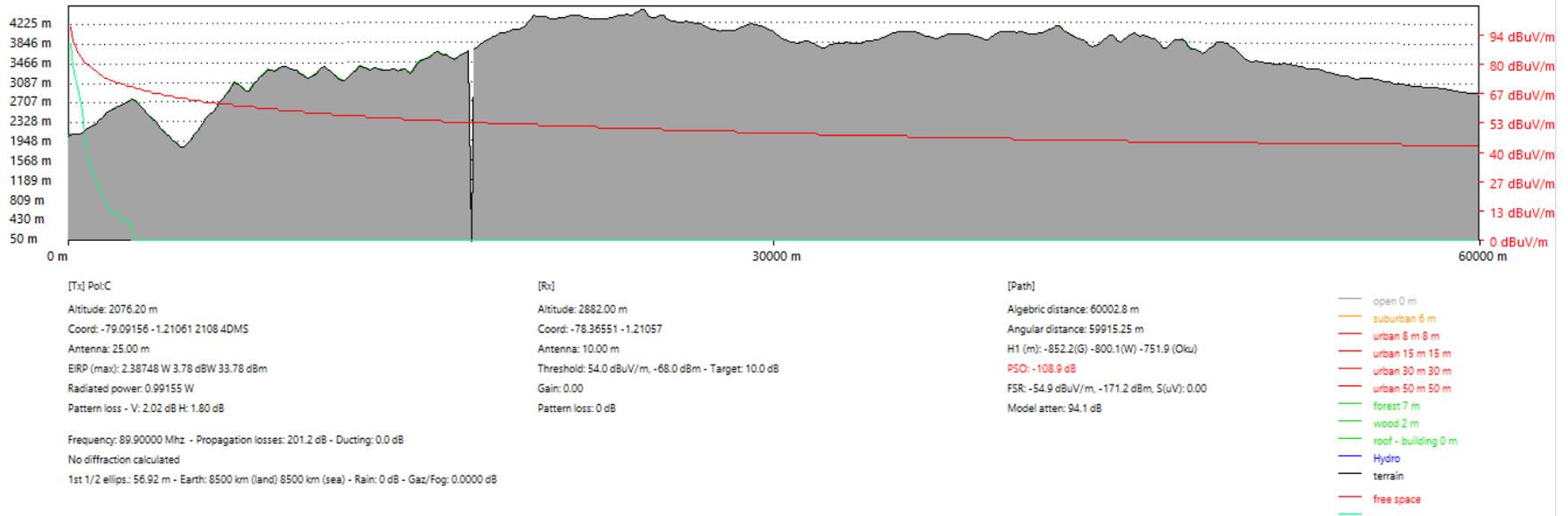
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 0°)



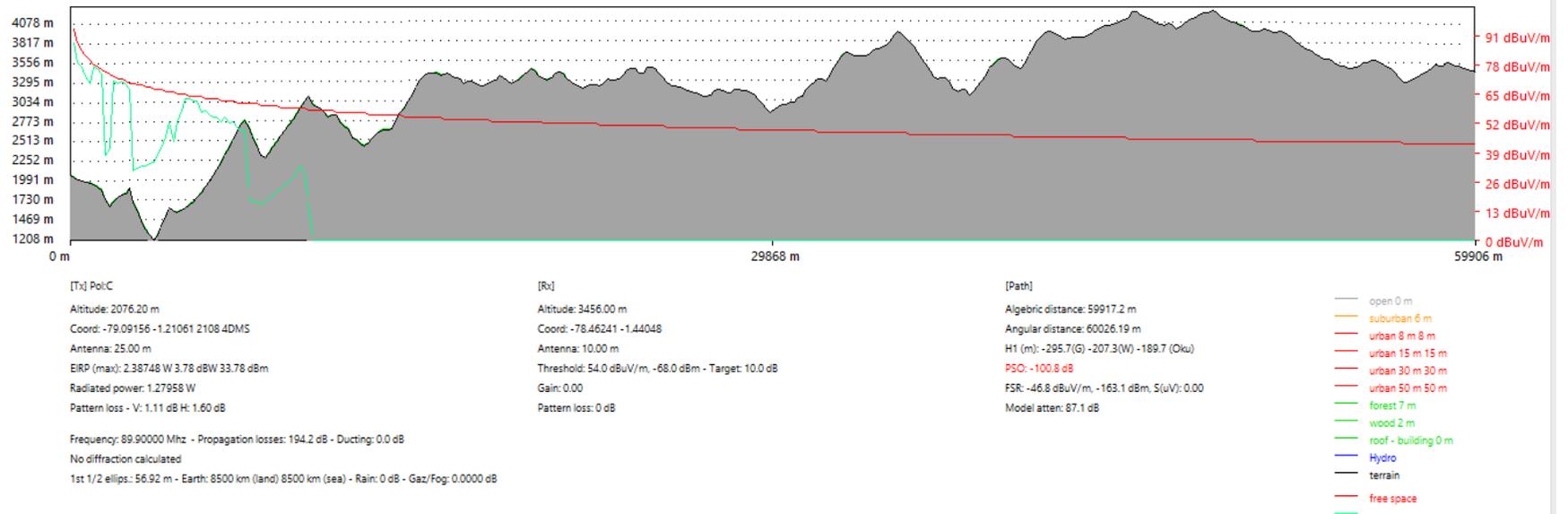
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 45°)



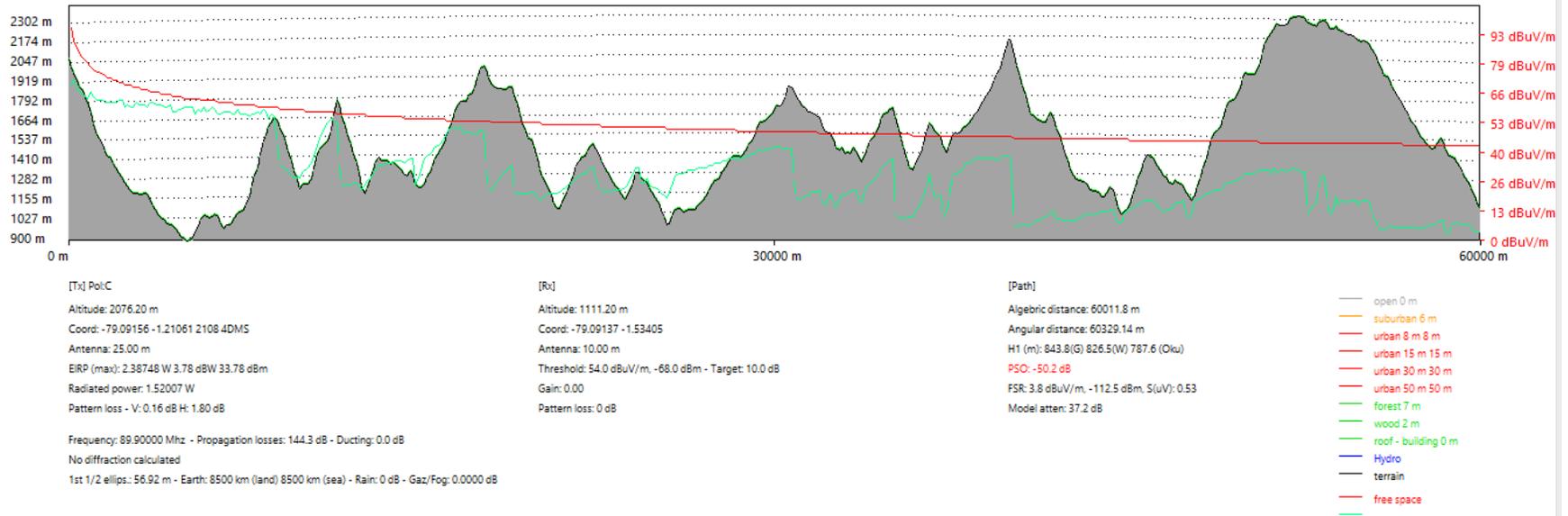
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 90°)



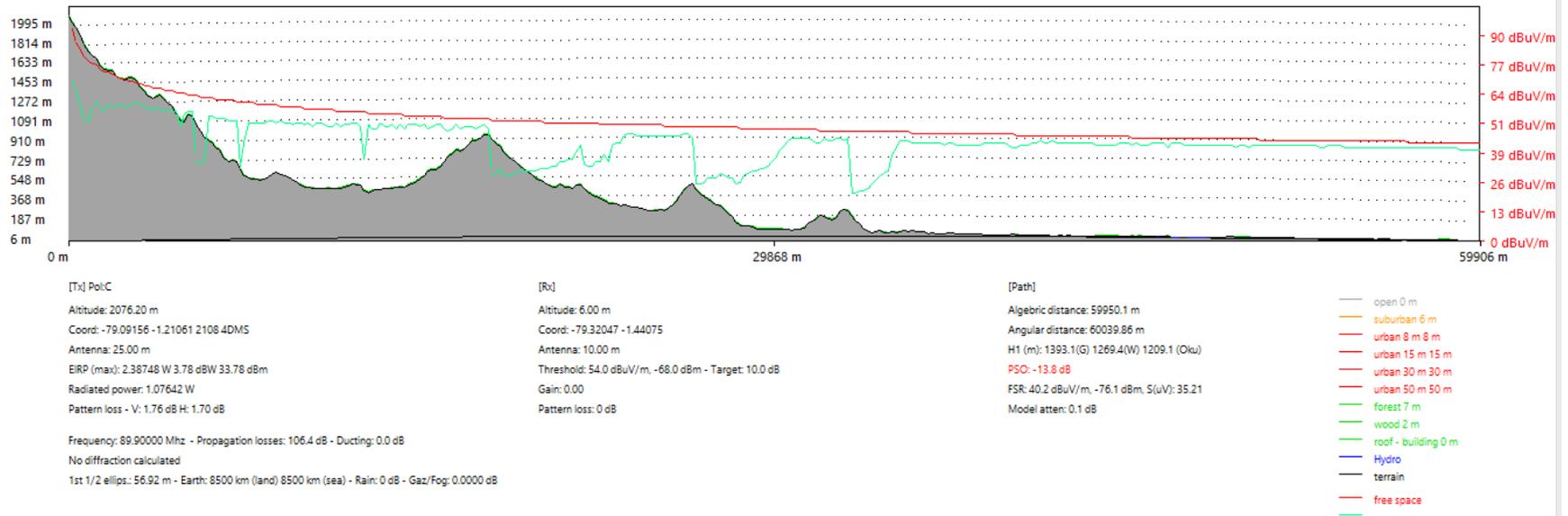
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 135°)



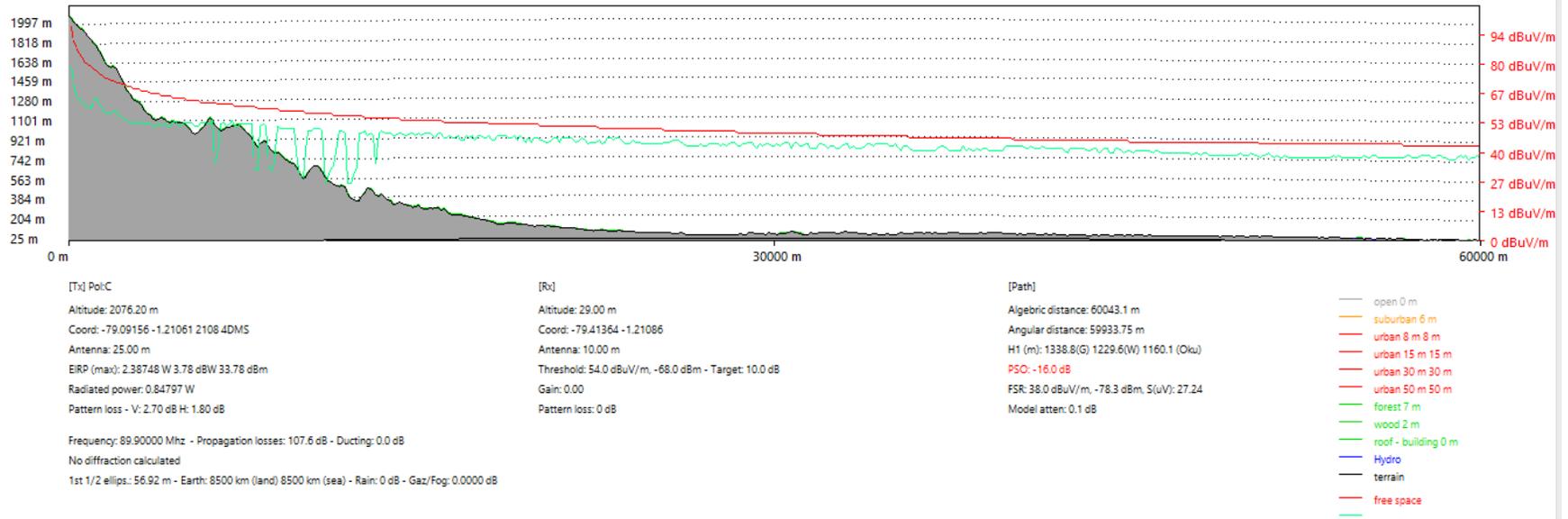
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 180°)



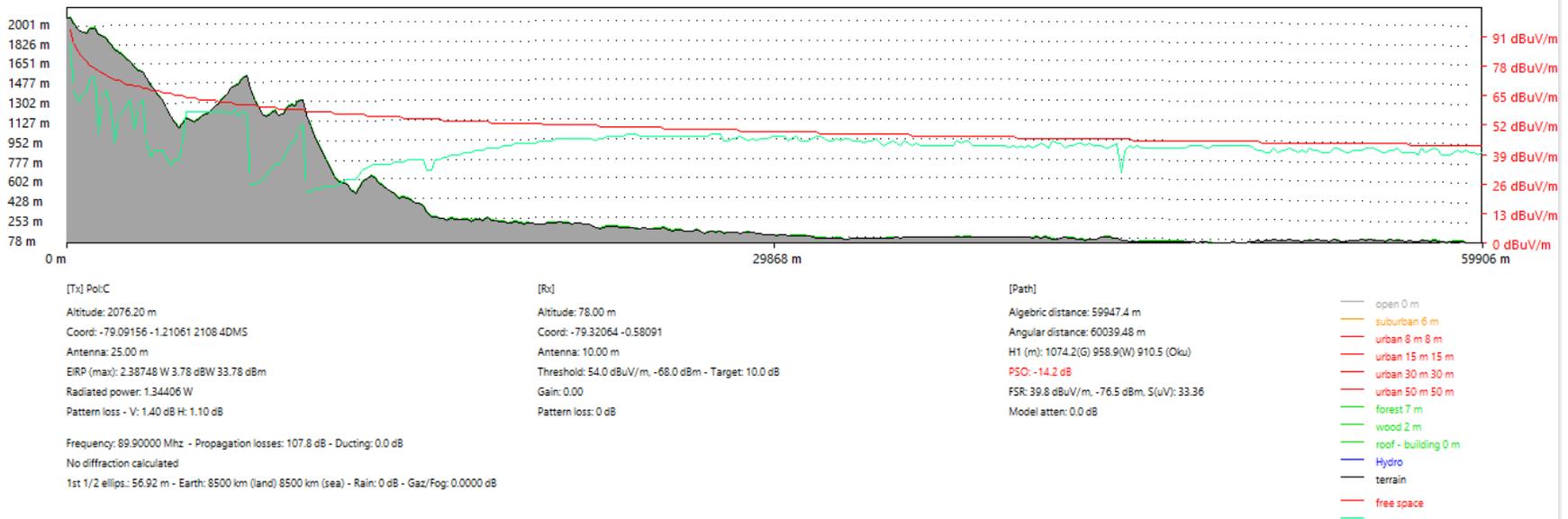
## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 225°)



## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 270°)



## PERFIL DE TERRENO (AZIMUT 315°)



**ANEXO 2**

**CARTA DE APROBACIÓN DE SERVICIO RADIODIFUSIÓN**



## RADIO COMUNITARIA SALINERITO 89.9 FM

La voz de un pueblo de Economía Solidaria



Salinas 5 de Diciembre del 2017

Ing  
Lenin Aucatoma  
Escuela de Ingeniería Electrónica de la - UPS.

Quito.-

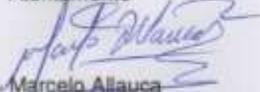
Reciba un cordial y afectuoso saludo de quienes conformamos la Radio Comunitaria Salinerito 89.9FM.

Mediante la presente queremos darle a conocer la aprobación para que los Srs. Dany Alejandro Guamba Garvajal CI: 1720945797, Cristian Wladimir Páez Gancino CI: 172372470-2 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica puedan realizar su trabajo de Tesis en nuestro medio con el tema: Rediseño e implementación de un transmisor FM de baja potencia para la radio Salinerito en la Provincia de Bolívar, con el objetivo de: Rediseñar y realizar el estudio de cobertura para un nuevo Transmisor FM de baja potencia que cubra las parroquias del cantón Guaranda y sus alrededores para la Radio Salinerito FM (89.9 MHz).

Sabiendo que este trabajo va en beneficio de nuestro medio de comunicación y por ende de la comunidad de Salinas desde ya anticipamos nuestros agradecimientos.

LA VOZ DE UN PUEBLO DE ECONOMÍA SOLIDARIA

Atentamente

  
Marcelo Allauca

DIRECTOR DE LA RADIO  
COMUNITARIA SALINERITO 89.9FM



RUC: 0291591633084  
Salinas de Guayana  
Ecuador



Dirección: Vía al Calvario s/n Sanilagua  
Teléfono: ++593 - 03 - 2210065 / 032 210100 / 0960279330  
Email: radiocomunitaria@salinerito.com