

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN

ARTÍCULO CIENTÍFICO:

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

“DISEÑO DE UNA RADIO COMUNITARIA EN FRECUENCIA MODULADA
PARA LA PARROQUIA LA DOLOROSA DEL PRIORATO CIUDAD DE
IBARRA PROVINCIA DE IMBABURA”

AUTORA: VIVIANA MARICELA MUENALA GUEVARA

DIRECTORA: ING. MAURICIO DOMINGUEZ

Ibarra – 2017

DISEÑO DE UNA RADIO COMUNITARIA EN FRECUENCIA MODULADA PARA LA PARROQUIA LA DOLOROSA DEL PRIORATO PROVINCIA DE IMBABURA CIUDAD DE IBARRA

Viviana M. Muenala G.
Universidad Técnica del Norte
Vivim92@hotmail.com

Resumen— En este trabajo se realiza el diseño de una radio comunitaria en la parroquia La Dolorosa del Priorato a través del análisis de la norma UIT-R P.1546-5. Presenta una encuesta realizada a los moradores de la parroquia con la finalidad de conocer el nivel de aceptación que tendrá la población ante este medio de comunicación.

Posterior a ello se desarrolla el diseño de la Radio Comunitaria basada en la recomendación UIT-R P.1546-5, se realiza estimaciones en el software de simulación Radio Mobile. Consecutivamente se definieron los procesos o pautas legales que deben ser seguidos para obtener la adjudicación de la frecuencia; procesos que comprenden formularios para cada área como son: área de gestión, área económica y técnica, los mismos que tienen una puntuación o valor de calificación,

Adicionalmente se establecen todos los equipos de baja y alta frecuencia, necesarios para el funcionamiento de la Radio Comunitaria y de la programación radial que será transmitida, tomando en consideración el costo, versatilidad y calidad de los equipos.

Finalmente, para determinar la viabilidad financiera del proyecto se realizó un estudio económico, el cual a través de herramientas o variables económicas como el TIR (Taza Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto) y relación costo beneficio, establecen y respaldan la sustentabilidad financiera de un proyecto en un determinado periodo o número de años.

I. INTRODUCCIÓN

La parroquia urbana “La Dolorosa del Priorato” fue creada, mediante el Acuerdo Ministerial No. 0528 y publicada en el Registro Oficial el 06 de octubre de 1999 con No. 292. Se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura. Está asentada alrededor de la laguna de Yahuarcocha, rodeada de un accidente geográfico natural de elevaciones como Yuracruz, El Churo, El Pinllar, El Mirador y Pucará.

La parroquia cuenta con 13 barrios los cuales son: Yahuarcocha, Olivo Alto, Santa Marianita de Olivo, Mirador de la Aduana, La Delicia, Santa Rosa, Sagrado Corazón, Floresta, San José, Puruhanta, Panecillo, Flor de Valle y Cuatro esquinas.

La parroquia La Dolorosa del Priorato es una de las cinco parroquias urbanas del Cantón Ibarra. La superficie total de la parroquia es de 9.5 Km², se encuentra ubicada a una altitud de 2.225 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta parroquia

está limitada al Norte por la parroquia el Sagrario, al Sur por la parroquia San Francisco, al Este por la parroquia El Sagrario y al Oeste por la Parroquia Alpachaca.

La parroquia la Dolorosa del priorato no cuenta con un medio de comunicación radial comunitario donde los habitantes de la misma puedan expresarse y mantenerse informados de los que sucede alrededor del entorno donde viven, es por eso que surge la necesidad de implementar este medio de comunicación.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN

A. Radiodifusión

La radiodifusión se designa al servicio de emisión de señales de radio y televisión a través de ondas electromagnéticas destinadas a ser escuchadas por el público en general. La radiodifusión cubre gran parte de los medios de comunicación, una ventaja es que puede ser escuchada en la mayoría de los casos con receptores simples.

Espectro radioeléctrico de radiodifusión sonora

Los servicios de radiodifusión sonora ocupan ciertas bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico en la Tabla 1 se puede visualizar los diferentes servicios y el rango de frecuencias asignado a cada uno.

Tabla 1. Rangos de frecuencias asignados a los servicios de radiodifusión sonora

Bandas	Rango de frecuencias
Frecuencia Modulada (FM)	88 – 108 MHz
Amplitud Modulada (AM)	525 – 1705 KHz
Onda Corta Tropical (OC)	3000 – 5100 KHz (varios rangos)
Onda Corta Internacional (OC)	5100 – 2600 KHz (varios rangos)

Además, dentro del espectro radioeléctrico de radiodifusión sonora se atribuye varios rangos de frecuencias auxiliares al servicio fijo dichas frecuencias son necesarias para la operación y funcionamiento de las estaciones y sistemas de radiodifusión; estas frecuencias corresponden a los enlaces radioeléctricos entre estudio – transmisor la Tabla 2 muestra los rangos de frecuencia.

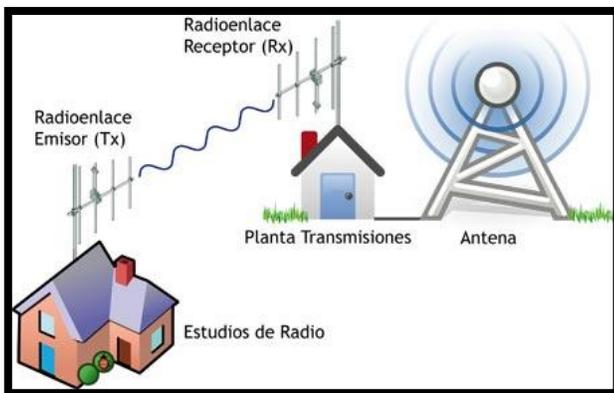
Tabla 2. Rango de frecuencias asignado al servicio fijo.

Servicio	Banda (MHz)
Servicio Fijo	222.0-235.0
	246.0-248.0
	417.5-430
	937-940
	941-951
	956-960
	1670-1690

B. Estructura de un sistema de radiodifusión

Un sistema de radiodifusión se basa en tres etapas fundamentales por las cuales viaja la información para ser transmitida al aire en FM. Estas etapas son: Estudio, radioenlace y planta transmisora tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Sistema de radiodifusión



Estudio

Lugar donde se realizará la programación radial, los equipos y sistemas que conformen el estudio serán configurados de acuerdo a las necesidades del concesionario.

No se establece normas definidas respecto a la cantidad de equipos que podrá emplearse en los estudios, quedando sujeto a las necesidades de cada estación. Se recomienda que la señal a la salida del conjunto del equipo de audio sea de una calidad tal, que evite que se ocasionen efectos de modulación en el equipo transmisor.

Radioenlace

Un radioenlace básicamente está compuesto de transmisor, receptor y antenas, los cuales deben acoplarse a los parámetros técnicos autorizados que garanticen la comunicación sin provocar interferencia.

Planta transmisora

Lugar donde se encuentra el transmisor FM. Este equipo transmisor debe estar diseñado de tal manera que se ajuste a los parámetros técnicos y a las características autorizadas y deberán contar con instrumentos básicos de medida.

C. Modelo de propagación para radiodifusión sonora

Los modelos de propagación permiten predecir la pérdida de potencia de la señal electromagnética que se propaga en un entorno y que es recibida en algún punto. Estos modelos son un conjunto de expresiones: matemática, algoritmos y diagramas que representan características de radio de un ambiente dado. Los modelos de propagación generalmente se clasifican en empíricos o estadísticos, teóricos o determinísticos o una combinación de los dos que serían semi-empíricos.

Los modelos empíricos basan sus predicciones en mediciones reales, los modelos teóricos usan los principios fundamentales de una propagación de onda RF y los semi-empíricos toman en cuenta medidas realizadas pero estas luego se ajustan a cierto modelo establecido teóricamente, estos modelos se deducen tomando en cuenta características de terreno, alturas de antenas.

Existen varios modelos de propagación utilizados para radiodifusión reconocidos internacionalmente, es por eso que la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) no asigna la aplicación de un modelo de propagación específico dentro de los reglamentos para la concesión de la frecuencia, dejando a elección del concesionario la aplicación del modelo de propagación.

Modelo UIT-R P.1546-5

La recomendación UIT-R P.1546-5: Método de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3000 MHz, de la serie P, Propagación de las ondas radioeléctricas. Este método se basa en la interpolación/extrapolación de las curvas de intensidad de campo deducidas empíricamente en función de: la distancia, la altura de la antena, la frecuencia y el porcentaje de tiempo. Este último aspecto se refiere al porcentaje de tiempo donde la señal transmitida está disponible para ser procesada por el receptor. Dicho cálculo también incluye correcciones debidas a obstáculos cercanos al transmisor y al receptor.

El procedimiento de cálculo incluye además correcciones de los resultados que se obtienen de la interpolación/extrapolación a fin de reflejar el despegamiento del terreno y los obstáculos que obstruyen el terminal

Metodología de cálculo para la Intensidad de Campo E

A continuación, se describen los pasos para el cálculo de potencia en un punto según la recomendación para el 50% de los sitios de recepción y el 50% del tiempo según los parámetros estipulados en la recomendación.

- Determinamos el tipo de trayecto que necesitamos analizar
- Se determina el porcentaje de tiempo, y los rangos de frecuencia a los que se desean trabajar
- Determinar los terminales en nuestro caso usamos las coordenadas geográfico CGS en el sistema WGS84.
- Determinar la intensidad de campo máxima la cual no debe ser rebasada por la intensidad de campo E.
- Cálculo de la altura h1 cuando se tiene información disponible del terreno.
- Calculo de la intensidad de campo E, a través de la interpolación y extrapolación de dos curvas.

D. Líneas de transmisión

Para alimentar la antena se puede utilizar: guía de onda o cable coaxial, que garanticen un acoplamiento adecuado entre el transmisor y la antena, con el objetivo de reducir las pérdidas de potencia (ARCOTEL, Norma Técnica para el servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica, 2015). De preferencia, se aconseja el empleo de cable coaxial ya que trabaja para frecuencias superiores a HF (3 a 30 MHz); además tiene alta inmunidad electromagnética frente al ruido, poca atenuación de la señal y puede llegar a tener un ancho de banda considerable.

Se debe tomar en consideración que en equipos de alta potencia las líneas de alimentación no ocasionen pérdidas mayores del 10% de la potencia autorizada a fin de no sobrecargar el equipo transmisor.

El blindaje de las líneas de alimentación deberá ajustarse debidamente a la estructura de soporte a fin de protegerlo y de que no causen radiaciones secundarias.

III. UBICACIÓN DEL ESTUDIO DE RADIO Y ANTENA TRANSMISORA

A. Ubicación del Estudio de Radio

La estación de radio se instalará en las dependencias de la policía nacional, ubicada en el parque de Priorato, lindando con las calles Puruhanta y Cunro, con las coordenadas geográficas: latitud 0°23'07.75" Norte, longitud 78°06'22.08" Oeste, altitud 2240 m.s.n.m., tal como muestra la Figura 2, se elige éste sitio ya que posee la seguridad brindada por la policía comunitaria lo que permitirá a la población acceder fácilmente a este medio para dar a conocer sus necesidades y problemas comunitarios, además cuenta con la puesta a tierra de la radio de la policía nacional, lo que permite reducir costos al momento de implementar este medio de comunicación comunitaria.

Figura 2. Ubicación del estudio-Barrio el Cunro-Parroquia La Dolorosa del Priorato



B. Ubicación de la Antena Transmisora

Considerando que el proyecto de la radio comunitaria es de carácter social y no generará ingresos económicos ya que su retribución es social lo más recomendable es compartir infraestructura física ya existente.

Para poder compartir una infraestructura física de telecomunicaciones ya existente, se hace uso del Reglamento sobre el Acceso y Uso Compartido de Infraestructura Física necesaria para Fomentar la Sana y Leal Competencia en la Prestación de Servicio de Telecomunicaciones, Valor Agregado y Sistemas de Audio y Video y Similares, el cual expresa en su artículo 1 que todo operador de red con título habilitante para presentar un servicio de telecomunicaciones tiene derecho al acceso y uso compartido de infraestructura física, a su vez el artículo 5 expresa que el acceso y uso compartido se realizará por acuerdo suscrito entre un operador y el propietario de una infraestructura física, cuyo acuerdo según lo dictamina el artículo 6 debe regirse bajo principios de equidad, igualdad, transparencia, no discriminación, eficiencia, continuidad del servicio, retribución por el uso compartido, disponibilidad de infraestructura física y calidad de servicio.

La antena transmisora será ubicada en la radio base de CNT, ubicada en los huertos familiares de azaya, con las coordenadas geográficas: latitud 0°22'44.8" Norte, longitud 78°07'51.1" Oeste, altitud 2343 m.s.n.m., esta estación se encuentra a 3 Km del estudio de radio seleccionado anteriormente y además cuenta con la infraestructura necesaria como son: torre de comunicación, altura, energización, seguridad y puesta a tierra requerimientos necesarios para la transmisión de la señal. En la Figura 3 se puede observar gráficamente la radio base CNT.

Figura 3. Estación radio base de CNT - Huertos Familiares

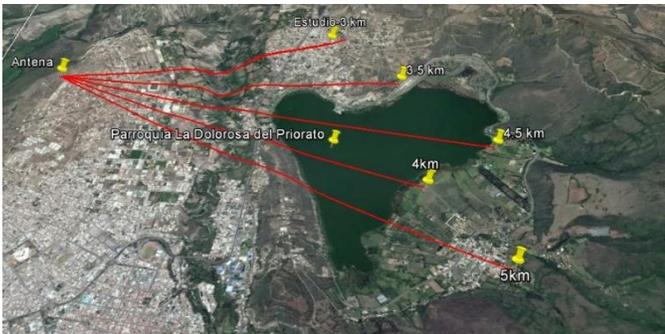


IV. PREDICCIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA

A. Recomendación ITU-R P. 1546-5

Se toma en cuenta las ubicaciones estratégicas de los receptores de acuerdo a la población, con el propósito de determinar la cobertura a distancias de 3 a 5 km en direcciones centro y puntos alejados, cubriendo todo el perímetro de la parroquia La Dolorosa del Priorato. En la Figura 4 se muestra las ubicaciones de los diferentes trayectos transmisor-receptor obtenidos a través de software Google Earth.

Figura 4. Ubicación del transmisor y receptor.



B. Cálculo de la Altura Efectiva (h_1)

La Altura efectiva (h_1), es la altura de la antena sobre el nivel medio del terreno para distancias comprendidas de 3 a 5 km en dirección a los puntos receptores. En la Tabla 3 se puede observar las alturas efectivas para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km.

Tabla 3. Altura efectiva para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km

Distancia (km)	Altura Efectiva h_1 (m)
3	161.6
3.5	146.6
4	142.4
4.5	157.8
5	146.2

C. Cálculo de la Intensidad de Campo E

Para el cálculo de la intensidad de campo a una determinada distancia se debe calcular previamente el valor de la altura efectiva h_1 , posterior a este cálculo se obtiene la altura efectiva nominal inferior (h_{inf}), altura efectiva nominal superior (h_{sup}), intensidad de campo para h_{inf} denominada (E_{inf}), intensidad de campo para h_{sup} denominada (E_{sup}) de las tablas tabuladas según especifica la norma ITU-R P.1546-5. En la Tabla 4 se puede observar las Intensidades de Campo para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km.

Tabla 4. Intensidad de Campo para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km

Distancia (km)	Intensidad de Campo ITU-R, P.1546-5 dB ($\mu V/m$)
3	89.04
3.5	88.49
4	84.56
4.5	85.19
5	81.75

D. Cálculo de la Intensidad de Campo Máxima (E_{max})

El modelo de predicción ITU-R P.1546-5 determina que para trayectos terrestres la intensidad de campo E (para 3, 3.5, 4, 4.5 y 5 km), no debe rebasar al valor de la intensidad de campo máxima (E_{max}). En la Tabla 5 se puede observar las Intensidades de campo Máximas para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km

Tabla 5. Intensidad de Campo Máxima para 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Km

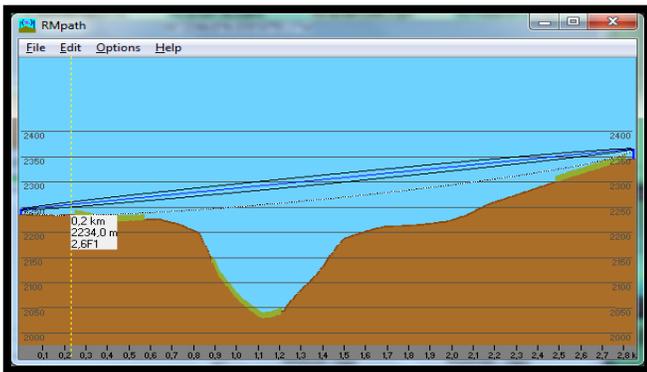
Distancia (km)	Intensidad de Campo máxima dB ($\mu V/m$)
3	97.35
3.5	95.71

4	94.85
4.5	93.83
5	92.92

E. Perfil topográfico Estudio – Transmisor

Para visualizar el perfil topográfico entre el transmisor y el receptor se utiliza el software Radio Mobile, con este perfil topográfico se puede observar la libertad de la primera zona Fresnel, ya que permite visualizar el obstáculo más representativo ubicado a 0.2 km y a una altura de 2234 metros como indica la Figura 5.

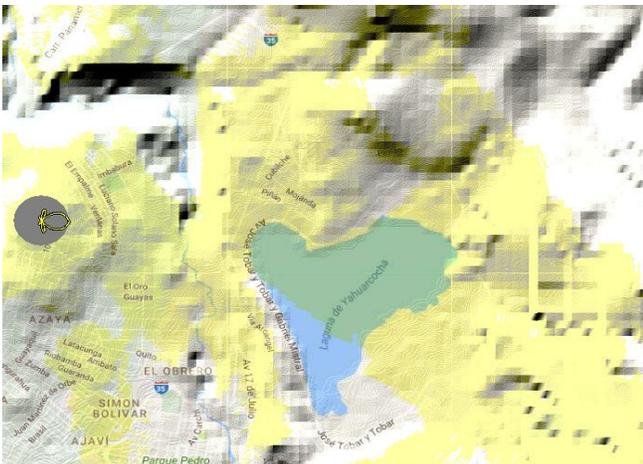
Figura 5. Perfil de elevación para enlace estudio-transmisor



F. Cobertura del transmisor con radio Mobile

A través de Radio Mobile se puede observar la cobertura de la radio en color amarillo, mediante la cual se puede determinar que existe cobertura total en parroquia, por otro lado la zona en color blanco es un área que no es poblada, sin embargo se puede afirmar que tendrá cobertura por efectos de reflexión de la señal. En la Figura 6 se encuentra gráficamente la cobertura irradiada a la parroquia.

Figura 6. Cobertura del transmisor - Parroquia la Dolorosa del Priorato

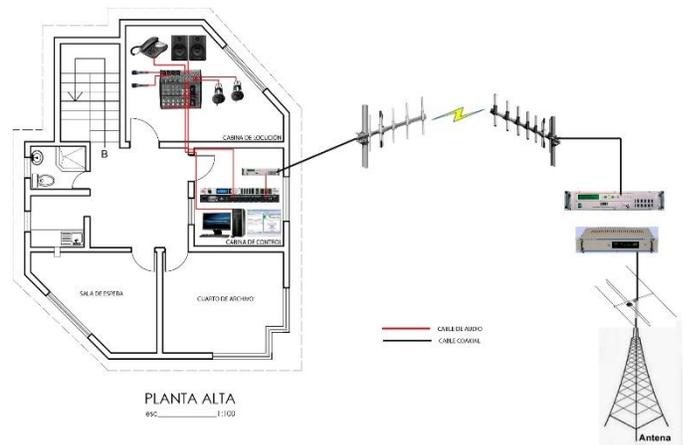


V. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE EQUIPOS

En la figura 7 se muestra la conexión de los distintos dispositivos de altas y bajas frecuencias necesarias para transmitir la programación hacia los oyentes en la parroquia la Dolorosa del Priorato, dichos dispositivos se distribuyen en tres bloques: bloque de audio, bloque de control y bloque de radioenlace y transmisión.

- Bloque de audio.- Es donde se genera la señal de audio que se va a transmitir.
- Bloque de control.- Es donde se insertar música, efectos de sonido y además se mejora la calidad de la señal que sale al aire a través del procesador de audio.
- Bloque de radioenlace y transmisión.- la señal que es generada en el bloque de audio es enviada hacia el bloque de radioenlace y a su vez hacia el transmisor el mismo que será encargado de enviar la señal hacia la antena transmisora FM que es la encargada de irradiar la señal hacia la parroquia.

Figura 7. Diagrama de conexión de Equipos



CONCLUSIONES

El diseño de la radio comunitaria en Frecuencia Modulada y su futura implementación, es fundamental y necesaria en la parroquia La Dolorosa del Priorato, debido a la falta de información que tienen los habitantes acerca de lo que su sucede en su parroquia a través de un medio masivo y el deber que tiene la junta parroquial de fortalecer los espacios de expresión y comunicación.

Mediante la encuesta realizada a una muestra de 368 habitantes de la parroquia se logró determinar que el 100 % de las personas encuestadas están de acuerdo con la futura implementación de este medio de comunicación como es la radio comunitaria, lo que equivale a una aceptación del 100 %.

Los formularios técnicos necesarios para la concesión de la frecuencia y posteriormente su transmisión los cuales son: formulario RTV1 Datos generales del concesionario, RTV2 Datos técnicos del Estudio de radio, RTV4 Datos técnicos del transmisor, RTV4 Datos técnicos del radioenlace, estipulados por la Agencia de regulación y Control de las Telecomunicaciones.

Considerando el reglamento sobre Acceso y Uso Compartido de Infraestructura Física necesaria para fomentar la sana y leal competencia en la prestación de servicio de telecomunicaciones, valor agregado y sistemas de audio y video y similares y tomando en cuenta que el proyecto de la radio comunitaria es de carácter social sin fin de lucro se ubicará el transmisor en la radio base CNT, ya que además cuenta con la infraestructura necesaria para la transmisión de la señal de radio.

Para determinar la intensidad de campo se aplicó la interpolación y extrapolación a partir de intensidades de campo tabuladas obtenidas de dos curvas, dichas tabulaciones fueron proporcionadas por la recomendación ITU-R P.1546-5, resultados que permitieron constatar que a medida que la distancia aumenta la intensidad de campo disminuye.

Los equipos necesarios para el funcionamiento de la Radio Comunitaria tanto en baja como en alta frecuencia fueron analizados y seleccionados en base a los requerimientos técnicos calculados, además se consideró la calidad, versatilidad y costos considerando que la versatilidad.

Se propuso temas a transmitir en la programación radial Como: expresión juvenil, opinión ciudadana, música; temas que explotarán el talento humano de la parroquia, además dará la oportunidad a las personas de expresarse a través de un medio de comunicación radial comunitario construyendo nuevas relaciones sociales.

Se determinó la viabilidad económica del proyecto a través de las variables económicas con una proyección a 5 años: TIR igual a 16% variable que determina la rentabilidad del proyecto ya que su valor es mayor a 12% valor de la tasa de descuento; variable VAN que equivale al valor presente de los flujos de caja para 5 años el resultado es de 582.16 y determina que la inversión producirá ganancia; y finalmente la variable C/F igual a 1,01 lo que establece que los ingresos superan los costos.

REFERENCIAS

[1] Norma técnica para el servicio de radiodifusión sonora en frecuencia modulada analógica. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL, (2014).

- [2] Reglamentos de derechos por concesión y tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico. Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, (2003).
- [3] Pérez, C., Zamanillo J., & Casanueva A. (2015), *Sistemas de Telecomunicación*. España: Edición Universidad de Cantabria.
- [4] Guevara, Q., & Herber, 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 ya nivel mundial a través de internet, durante el periodo 2011-2012. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2013.
- [5] Mora Cheza, L. (2013). *Diseño de una Radio Emisora de FM: Estudio transmisor y enlace; para la parroquia de Julio Andrade, Cantón Tulcán, Prov. del Carchi*. (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Quito ECU.



Viviana M. Muenala G.

Nació en Ibarra- Ecuador el 5 de Enero de 1988. Realizó sus estudios primarios en la Escuela “María Angélica Idrobo”. En el año 2005 obtuvo su título de Bachiller en la especialización informática en el colegio “Nacional Ibarra”. Actualmente, egresada de la Carrera de Ingeniería en electrónica y redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte