



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Análisis y diseño de una red de comunicación por radiofrecuencia en la  
urbanización Ciudad Santiago utilizando tecnología phonepatch.**

AUTOR:

**Sevillano Sánchez, Erick Adrián**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:

**Ingeniero en Telecomunicaciones.**

TUTOR:

Montenegro Tamayo, Marcos Enrique

Guayaquil, Ecuador

Septiembre 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Erick Sevillano Sánchez** como requerimiento para la obtención del título de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.**

TUTOR

---

Montenegro Tamayo, Marcos Enrique

DIRECTOR DE CARRERA

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 14 del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Sevillano Sánchez, Erick Adrián**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación “**Análisis y diseño de una red de comunicación por radiofrecuencia en la urbanización Ciudad Santiago utilizando la tecnología phonepatch**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

**Sevillano Sánchez, Erick Adrián**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Sevillano Sánchez, Erick Adrián**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Análisis y Diseño de una red de comunicación por radiofrecuencia en la urbanización Ciudad Santiago utilizando la tecnología phonepatch**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

**Sevillano Sánchez, Erick Adrián**

# REPORTE DE URKUND

**URKUND**

Documento: [TESIS\\_SEVILLANO\(1\).docx](#) (D21565004)

Presentado: 2016-08-31 20:00 (-05:00)

Presentado por: fernandopm23@hotmail.com

Recibido: edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: FW: Tesis Sevillano Corregido [Mostrar el mensaje completo](#)

3% de esta aprox. 22 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 4 fuentes

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">stalin flores.pdf</a>
	<a href="#">stalin flores tesis ok.pdf</a>
	<a href="http://www.cb27.com/primerospasos/medida-y-control-roe">http://www.cb27.com/primerospasos/medida-y-control-roe</a>
	<a href="http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Ma...">http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Ma...</a>

100% #1 Activo  Archivo de registro Urkund: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil... 100%

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES TEMA:

Análisis y diseño de una red de comunicación por radiofrecuencia en ciudad Santiago utilizando tecnología phonepatch. AUTOR: Erick Sevillano

Trabajo de Titulación

previo a la obtención del grado de Ingeniero en Telecomunicaciones mención en gestión empresarial. TUTOR: Guayaquil, Ecuador Julio 2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES TEMA:

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y por haberme permitido alcanzar una de mis metas.

A mi madre Gladys Sánchez por haber sido un gran pilar en mi vida, con su amor, apoyo y consejos me enseñó a no dejarme vencer frente a los obstáculos y seguir adelante para hacer de mí una mejor persona.

A mi abuela Dora Paredes que a través de sus consejos ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi novia Jazmin por sus palabras y por haber estado a mi lado todo este tiempo, en las buenas y en las malas.

A mi familia por todo el apoyo brindado al creer en mi capacidad para cumplir la meta propuesta de culminar mi carrera universitaria en especial a mis tíos Rubén Sánchez y Darío Sánchez por los consejos brindados durante estos años.

***Sevillano Sánchez Erick***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios que mediante su bendición me permite tener salud y fuerzas para culminar mi carrera con éxito, a mis padres por el apoyo incondicional brindado durante este tiempo y a mi familia por su disponibilidad a apoyarme en todo momento.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por haberme aceptado ser parte de sus prestigiosos alumnos y brindado siempre la mejor educación y a la Facultad Técnica como a todo su personal humano.

A mis profesores, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos científicos y experiencias durante todo el transcurso de la carrera universitaria, en especial a aquellos maestros que me ayudaron en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos que han contribuido para el logro de mis objetivos y apoyado a lo largo de este tiempo en la universidad mi grupo Rochigroup: Steffy, Michael, Eddie, Terry y Jhon.

***Sevillano Sánchez Erick***



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**MONTENEGRO TAMAYO, MARCOS ENRIQUE**  
TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**  
COORDINADOR DE TITULACIÓN

## Índice General

Índice de figuras .....	XII
Índice de tabla .....	XIII
Resumen .....	XIV
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	15
1.1 Introducción. ....	15
1.2 Antecedentes. ....	16
1.3 Justificación del Problema. ....	18
1.4 Planteamiento del Problema. ....	19
1.5 Objetivos del Problema de Investigación. ....	19
1.5.1 Objetivo General. ....	19
1.5.2 Objetivos Específicos. ....	20
1.6 Metodología de Investigación .....	20
1.6.1 Enfoque de la Investigación .....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. La Radiofrecuencia .....	22
2.1.1 Clasificación de las bandas de radiofrecuencia.....	22
2.1.2 Tipos de Transmisión .....	25
2.1.3 Problemas de Transmisión.....	26
2.1.4 Usos de la radiofrecuencia .....	27
2.1.5 Ventajas del uso de radiofrecuencia .....	28
2.2. Phonepatch.....	29
2.3. Requerimientos técnicos para Implementar una Radio Base .....	30
2.4. Redes de comunicación.....	31
2.4.1 Redes VHF-HF .....	32

2.4.2 Comunicación de voz .....	33
CAPITULO III: DISEÑO DE RED.....	35
3.1. Urbanización Ciudad Santiago .....	35
3.2. Estudios de propagación .....	37
3.2.1 Ubicación geográfica.....	37
3.2.2 Área de radiación .....	39
3.2.3 Frecuencias de trabajo.....	39
3.2.4 Demodulación .....	40
3.3. Conectividad GSM 2G .....	40
3.4. Diseño de Antenas .....	41
3.4.1 Antena dipolo .....	41
3.5 Citófono.....	45
3.6 Cálculos de cableado.....	47
3.7. Estudio de ruido.....	48
3.7.1 Medición del ROE .....	50
3.7.2 Ajuste del ROE .....	52
3.7.3 Advertencias.....	54
3.8 Estudio de los vientos .....	55
3.8.1 Cálculos y fórmulas.....	55
3.9. Equipos a utilizar .....	58
3.9.1 Fuente de 110 VAC a 12 VDC.....	58
3.9.2 Transmisor .....	59
3.9.3 Receptor.....	60
3.10. Diseño de la red.....	61
3.10.1 Modelo de implementación.....	61
3.10.2 Conexiones del citófono .....	61
3.11 Comunicación entre usuarios .....	63

3.12 Costos de implementación.....	65
3.13 Financiamiento .....	66
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
4.1. Conclusiones.....	67
4.2. Recomendaciones.....	68
ANEXO.....	69
Bibliografía .....	71

## Índice de Figuras

Figura 1 Propagación de ondas VHF .....	23
Figura 2 Telefonía celular con señal UHF .....	24
Figura 3 Termina transmisión analógica en algunas entidades .....	26
Figura 4. Equipos de Radiocomunicaciones .....	28
Figura 5 Circuito del phone-patch .....	29
Figura 6 Torre Venteada .....	30
Figura 7. Red HF.....	32
Figura 8. Red VHF .....	33
Figura 9. VHF sin y con repetidor de voz .....	34
Figura 10. Urbanización Ciudad Santiago.....	36
Figura 11 Dimensiones de Ciudad Santiago de punto 1 a punto 3 .....	37
Figura 12 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 2 a punto 4 .....	38
Figura 13 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 1 a punto 2 .....	38
Figura 14 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 3 a punto 4 .....	39
Figura 15 Demodulación .....	40
Figura 16. Barras de aluminio y base.....	43
Figura 17. Conexiones antena dipolo.....	43
Figura 18. Varillas con cable coaxial .....	44
Figura 19. Elementos de la antena.....	44
Figura 20. Montaje de la antena.....	45
Figura 21. Citófono 3020c .....	46
Figura 22. Citófono GSM 300.....	46
Figura 23. Cable coaxial RG-213 .....	47
Figura 24. Medidor de ROE.....	51
Figura 25: Medidor de ROE del tipo de agujas cruzadas .....	53
Figura 26 Antena con base de soporte para viento.....	57

## Índice de Tablas

Tabla 1 Ondas VHF y UHF.....	24
Tabla 2 Modelos de villas de la urbanización Ciudad Santiago .....	36
Tabla 3 PER = Porcentaje de la potencia efectivamente radiada. ....	49
Tabla 4 Valores de implementación de la central.....	65
Tabla 5 Valores de implementación de los usuarios.....	65

## RESUMEN

El presente proyecto tiene el propósito de dar solución al problema de comunicaciones entre la guardianía y cada uno de los propietarios de la Urbanización Ciudad Santiago se realizó el análisis y diseño de una red de radiofrecuencia que brinde la posibilidad de comunicar al guardia con los propietarios de la Urbanización Ciudad Santiago localizada en el kilómetro 19,5 en la vía Daule en la ciudad de Guayaquil, debido a que no existe un medio de comunicación directa. Cuando un visitante desea acudir a determinada vivienda tiene que solicitar el ingreso por la guardianía y esta a su vez con el dueño de alguna de las familias de la urbanización, esto ha ocasionado incomodidades para el guardia que se ve en la obligación de trasladarse a cada hogar ya sea a pie o en bicicleta. Por esta razón se ha determinado necesario realizar el análisis y diseño red de comunicación inalámbrica o radiofrecuencia basada en la frecuencia de radioaficionado y la tecnología phonepatch en cada casa. El uso de la red de radiofrecuencia y tecnología phonepatch permite tener una comunicación en un tiempo inmediato.

Para el desarrollo del diseño de esta red, se ha tomado en cuenta ciertos parámetros como la banda de frecuencia en que se trabaja, el tipo de antenas que se usarán para la comunicación, los equipos transmisores y receptores, el equipo phonepatch y los citófonos de comunicación, se pretende dar solución de comunicación entre la guardianía y los habitantes de la urbanización.

Palabras claves:

COMUNICACIONES                      INALÁMBRICAS,                      RADIOFRECUENCIA,  
RADIOAFICIONADO,      PHONEPATCH,      TRANSMISOR,      RECEPTOR,  
CITÓFONO.

# **CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **1.1 Introducción.**

En la actualidad las comunicaciones es el punto neurálgico del desarrollo de la sociedad, por lo tanto es inconcebible que en ciertos lugares las personas están incomunicadas, o con sistemas de comunicación muy precarios. Eso es justamente lo que sucede en la Urbanización Ciudad Santiago, la que no posee un sistema eficiente de comunicaciones, pues el guardia de turno, debe realizar las funciones de mensajero y trasladarse personalmente a las casas de los habitantes de la urbanización, mas como se trata de una cantidad alta de habitantes el guardia deje mucho tiempo libre su cargo para convertirse en mensajero.

Por eso se ha definido como urgente el diseño e implementación de una red inalámbrica capaz de mejorar de forma eficiente la comunicación entre la guardianía y los habitantes de la urbanización.

La red se basa en el uso de la banda de radioaficionado, para la trasmisión desde la garita de guardianía hasta cada una de las casas de los usuarios, permitiendo que el guardia no deje su lugar y se comunique que de forma más rápida. En las casas se usa la tecnología phonepatch, misma que permite el uso de la red telefónica dentro del hogar por medio de citófonos. Con la implementación de la red de comunicaciones en el presente trabajo se va a dar solución al principal problema de la urbanización.

Con el fin de realizar el diseño se repara en las características que deben cumplir la red, los dispositivos y los equipos para un eficiente desempeño, tanto en las comunicaciones punto a punto y la cobertura de este servicio.

En lo concerniente a las ventajas cabe destacar que son varias, pues además de la comunicación punto a punto se puede realizar comunicación punto multipunto. Este es el concepto general de las telecomunicaciones pues consiste el uso de la tecnología que permite la transferencia de comunicación de un lugar a otro. La telecomunicación está presente en diversas formas de transmisión como la radio, televisión, telefonía, telegrafía, etc.

Según este concepto “Las telecomunicaciones proviene del prefijo griego tele, que significa "distancia" o "lejos", es decir "comunicación a la distancia" se trata de las técnicas, aparatos, y conocimientos que se utilizan para transmitir un mensaje desde un punto a otro” (Rodríguez, 2008).

Para finalizar con el diseño de la red de comunicaciones por radiofrecuencia y la implementación de la radiobase se realizó un balance con otros dispositivos que nos permitieron establecer un enlace del mismo tipo y así se podrá verificó que capacidad poseen los equipos que se instalarán, así se podrá garantizar que en un futuro al implementarla los beneficios sean mayores y se puedan incorporar más servicios.

## **1.2 Antecedentes.**

En 1887 el físico alemán Heinrich Hertz, realiza el descubrimiento de las ondas electromagnéticas, fundando las bases para la telegrafía sin elementos conductores físicos. Más adelante en el siglo XX, con el invento de los tubos al vacío y el surgimiento de la electrónica se logra grandes avances en equipos de transmisión, el primero la radio. Después en 1925 llegaron a existir aproximadamente 600 emisoras de radio a nivel mundial.

Con el vertiginoso avance de la tecnología en la actualidad la mayoría de las comunicaciones se realizan sin emplear medios físicos o cables, es decir, que son comunicaciones inalámbricas.

La tendencia mundial a este fenómeno de comunicación, enfatiza la gran necesidad de desarrollar elementos electrónicos capaces de enviar y recibir información cada vez de forma más rápida y en cantidades mayores.

Con el paso del tiempo la telefonía, transferencia de datos, y otros diferentes géneros de tecnologías están total o parcialmente basados en un alto rendimiento de dispositivos inalámbricos.

Cada día con el gran avance tecnológico resulta más fácil tener mejores sistemas de comunicación inalámbrica, pues existe una amplia una alta variedad de componentes y equipos inalámbricos.

Los sistemas de comunicación inalámbricos han aportado grandes soluciones pero aún hay ciertas limitaciones. Las tasas de ancho de banda y velocidades de conexión de suscripción por vía física ya sea por fibra o cobre en lugares alejados de las ciudades son muy bajas, gran parte se debe a la realidad económica de ciertas ciudades. (ARCOTEL, 2015)

Por lo tanto, es muy importante que se tenga en cuenta el costo que tendrán los servicios, porque muy a menudo sacrificamos la calidad, para que los costos sean accesibles para los usuarios.

Algo también importante es la limitación que existe en este país es la deficiencia de los sistemas de acceso inalámbricos aplicados. De este modo, es de vital importancia el desarrollar nuevas técnicas que nos puedan permitir desarrollar una alternativa de bajo costo en términos de conectividad y acceso.

### **1.3 Justificación del Problema.**

En vista de la imperante necesidad en la comunicación entre la guardianía y los hogares de los habitantes de la urbanización Ciudad Santiago, el presente trabajo se enfoca en el análisis y diseño de la red inalámbrica por medio de un radio transmisor en la banda de radioaficionado combinada con la tecnología phonepatch para una rápida y eficiente comunicación.

Actualmente en vista de la cantidad aproximada 4000 casas de la urbanización hace que la demanda del servicio de comunicaciones por radiotransmisión sea indispensable. El proyecto para la urbanización debe brindar un excelente servicio en la banda de radioaficionado de garantizar las comunicaciones sin problemas.

El objeto de este proyecto es diseñar una estación base o radio base en la urbanización Ciudad Santiago, que cubra toda la urbanización, con altas velocidades de transmisión de datos hasta llegar al patrón 4G y lograr óptimas comunicaciones con calidad del servicio.

Hablando del esquema socio económico de esta zona geográfica, el proyecto es posible puesto que los habitantes de la urbanización tienen los recursos económicos para este proyecto, además que se ha hecho una encuesta verbal sobre la implementación del proyecto obteniendo un 83% de aceptación al servicio por cuanto es factible la implementación.

El diseño no es muy complejo pues se instala en la garita de guardianía una pequeña radiobase, conectada por medio de cable coaxial a la antena, para trabajar como transmisor. En el caso de los usuarios también deben tener instalado la antena de recepción y por medio del cable coaxial bajar la señal al receptor para luego pasarla a dispositivo phonepatch, desde donde se conecta a la red telefónica y luego a los citófonos.

## **1.4 Planteamiento del Problema.**

Ciudad Santiago es una amplia y moderna urbanización ubicada en Guayaquil, en el km 19,5 vía Daule, la misma que cuenta con áreas verdes, piscinas y clubes sociales.

Al ser una extensa urbanización con un número aproximado de 4000 casas, la afluencia de visitantes es considerable, sin embargo, se suscita el problema que al llegar una persona a la urbanización, el guardia ubicado en la garita, se ve en la obligación de acudir caminando o transportándose en una bicicleta hasta la Manzana Mz. y Villa V. correspondiente con la finalidad de notificar que alguien ha llegado, lo que significa que es un proceso incómodo tanto para el guardia, el visitante y el propietario de la urbanización considerando el desplazamiento y el tiempo que conlleva hacer llegar la notificación.

Por lo expuesto, es necesaria la instalación de un sistema de comunicación alámbrico o inalámbrico en el conjunto, por lo cual, en el presente proyecto se ha considerado la alternativa de analizar y diseñar una red por radiofrecuencia utilizando citófonos y de esta manera cuando el propietario necesite realizar una llamada al exterior de la urbanización, se comunicará a una repetidora cercana y usando un phonepatch realice la conmutación de salida de llamadas al exterior.

## **1.5 Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1 Objetivo General.**

Diseñar una red de comunicaciones por radio frecuencia en la urbanización Ciudad Santiago utilizando tecnología phonepatch.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar las necesidades de comunicación entre la guardianía y las casas de los habitantes de la urbanización Ciudad Santiago.
- Determinar los parámetros tecnológicos necesarios para el desarrollo de una red de radiofrecuencia y la tecnología phonepatch en la urbanización Ciudad Santiago.
- Definir los dispositivos y equipos que se requieren para la implementación de la red de comunicaciones en la urbanización Ciudad Santiago.
- Implementar la red de radio frecuencia en la urbanización Ciudad Santiago.

### **1.6 Metodología de Investigación**

Para el presente proyecto de investigación se emplean los tipos de investigación descriptivo y explicativo. La investigación descriptiva se usa al analizar los conceptos sobre los que se basa este proyecto como medios de transmisión, radiofrecuencia, antenas, transmisor, receptor, phonepatch y citófonos.

La investigación explicativa sobre su cimiento hipotético, que explicar cómo se va a suplir las necesidad de comunicación entre la guardianía y las casas de la urbanización Ciudad Santiago, ya que este servicio no existe, buscando mejorar los servicios de calidad, que ya es posible tener en la actualidad en esta urbanización. Implementando una radio base y en las casas tecnología phonepatch.

### **1.6.1 Enfoque de la Investigación**

La investigación se enfoca en definir una red de comunicaciones por medio de una banda de radiofrecuencia de radioaficionado y la tecnología phonepatch, para la comunicación entre la guardianía y los hogares de los habitantes de la urbanización Ciudad Santiago.

La investigación descriptiva para el caso de este trabajo se demuestra en la definición y descripción de la forma como se diseña la red inalámbrica, además de la manera como se implementa la misma. Este es un enfoque cualitativo, pues solo se demuestra por las características y beneficios de la creación de la red de comunicaciones inalámbricas.

La adquisición de datos es una forma de investigación cuantitativa, que en este proyecto se usa para conocer la factibilidad de la propuesta se la ha realizado por medio de una encuesta verbal a los habitantes de la urbanización. Se ha estimado una muestra de 100 usuarios de los que el 83 % han mencionado que si están dispuestos a tener el servicio y el resto no están seguros. Este enfoque es de forma cuantitativa pues definimos un valor numérico para demostrar que la propuesta es factible.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. La Radiofrecuencia**

Se conoce que radiofrecuencia es la tecnología que emplea ondas aéreas electromagnéticas con la finalidad de transmitir información desde un punto a otro. Son portadoras de radio debido a que cumplen con la función de proveer energía al receptor. Los datos que son transmitidos son superpuestos en la señal de radio para que lleguen de manera clara al receptor (Canga, 2011).

Cuando se habla de radiofrecuencia se hace referencia a un espacio del espectro electromagnético que comprende entre los 3 Hz y 300 GHz en el cual podemos transmitir y recibir información sin la necesidad de un medio físico guiado.

Para conseguir la trasmisión de una onda electromagnética se requiere aplicar una corriente de tipo alterna formada en un generador hacia una antena. Como unidad de medida de frecuencia de las ondas se tiene al Hercio y corresponde a un ciclo por segundo.

#### **2.1.1. Clasificación de las bandas de radiofrecuencia**

De acuerdo a las zonas por donde circulan las ondas, es posible clasificarlas en ondas terrestres y espaciales:

Onda terrestre es toda onda electromagnética transmitida a escasa altura del suelo, paralelamente a la corteza terrestre.

Ondas espaciales son las proyectadas desde la antena hacia la atmósfera. Pueden ser troposféricas, según se propaguen en las capas bajas o altas |de la atmósfera, respectivamente. (Lucena, 2004, pág. 333)

En el caso de la onda terrestre, la onda más utilizada para comunicaciones entre unidades fijas y de móviles es la VHF (Very High Frequency). Algunos ejemplos en los que se utiliza son:

- Teléfonos inalámbricos
- Canales de televisión
- FM (Frecuencia Modulada)

La propagación de ondas VHF se realizan de acuerdo a la figura 1.

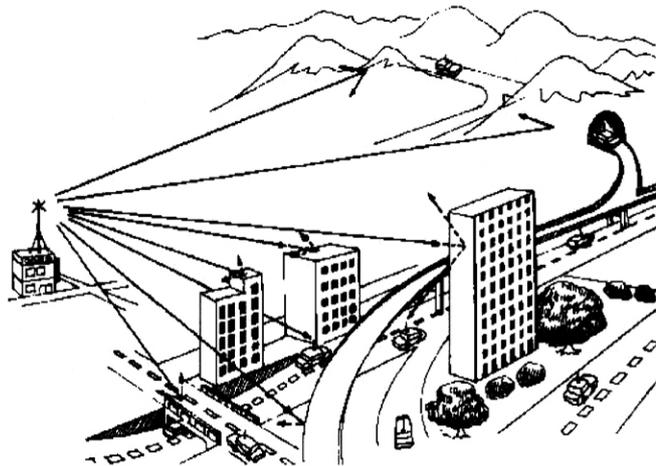


Figura 1 Propagación de ondas VHF

Elaborado por: Triguez (2008)

La onda UHF (Ultra High Frequency) tiene una frecuencia de mayor frecuencia que la VHF. Las aplicaciones más comunes son:

- Televisión
- Radares
- Telefonía móvil

En la figura 2 se muestra una aplicación de la onda UHF para telefonía celular.



Figura 2 Telefonía celular con señal UHF

Elaborado por: Guerrero (2015)

En la tabla 1, se observan ciertas características de las ondas UHF y VHF.

Tabla 1 Ondas VHF y UHF

SIGLAS	SUBDIVISIÓN	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENCIA	CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN	USO TÍPICO
VHF	Ondas cortísimas (métricas)	De 10 m a 1 m	De 30 Mhz a 300 Mhz	Prevalentemente propagación directa: esporádicamente propagación ionosférica o troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, televisión, frecuencia modulada.
UHF	Ondas ultracortas (decimétricas)	De 1 m a 10 cm	De 300 Mhz a 3 Ghz	Exclusivamente propagación directa: posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, televisión, radar, ayuda a la navegación aérea.

Elaborado por: Lucen (2004)

### **2.1.2. Tipos de Transmisión**

Existen diferentes formas de transmitir datos vía radiofrecuencia, estos tipos de transmisión son de modo analógico y digital.

Modo analógico. La transmisión de manera analógica de datos radica en el tráfico de información de manera de ondas electromagnéticas continuas, mediante un medio de transmisión físico. Su característica es que cambian continuamente de amplitud de la señal. En este tipo de señales, el contenido de información es muy restringida; únicamente es posible determinar la presencia y el valor de la corriente.

Modo digital. Los datos son transmitidos en forma de señales digitales, es decir en un lenguaje binario de 0 y 1. Por esta razón, las señales analógicas necesitan ser digitalizadas antes de ser transmitidas. La información transmitida, debe ser codificada en la forma de una señal con dos estados por el receptor.

A continuación, en la figura 3, se observa un ejemplo de transmisión de datos en forma analógica y digital.

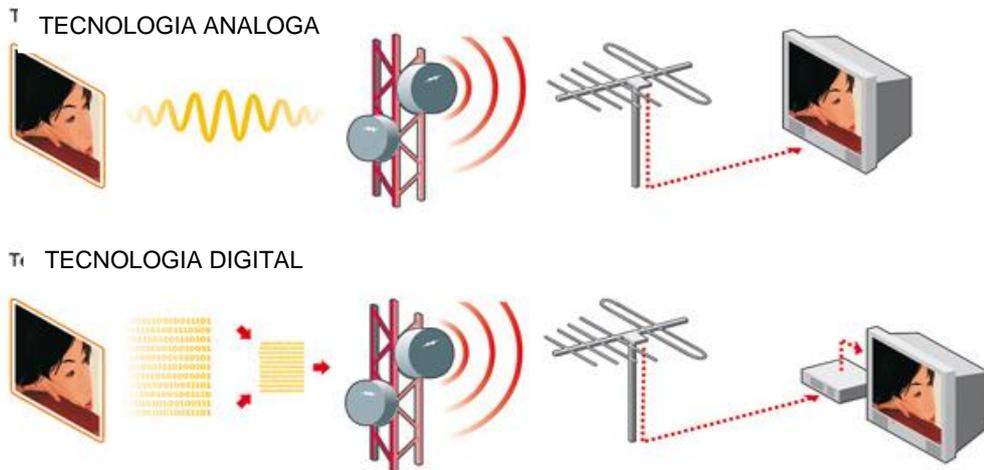


Figura 3 Transmisión analógica en algunas entidades

Elaborado por: Theme18 (2015)

### 2.1.3. Problemas de Transmisión

Los equipos eléctricos y electrónicos emiten señales eléctricas y electrónicas que interfieren con el tráfico de señales de otros ocasionando problemas. Entre los principales problemas de transmisión de datos se mencionan:

- **Atenuación:** Es una reducción en la amplitud de la señal que se origina por la longitud recorrida. La unidad de la atenuación es dB/m. Es posible compensar la pérdida de amplitud a través del uso de amplificadores de la señal de entrada, por otro lado, en los sistemas digitales se emplea un regenerador.
- **Distorsión:** Constituye una deformación de la señal a causa de diversas circunstancias de los medios de transmisión. Ya que, en medios guiados, la velocidad de transmisión de una señal varía en función de la frecuencia, existen frecuencias que se trasladan en menos tiempo que otras, en la misma señal, así, las distintas componentes en frecuencia de la señal llegan en momentos disímiles al receptor. Para disminuir este inconveniente se emplean técnicas de ecualización.

- Ruido: Se trata de una interferencia indeseada que ingresa en un canal de telecomunicaciones. Existen distintos tipos de ruido, entre los más importantes, se mencionan:
  - Ruido blanco: La densidad de energía que poseen es distribuida de igual manera por completo en el rango de frecuencias. Entre los ejemplos se puede mencionar el ruido térmico originado a causa del movimiento de los electrones pertenecientes a un metal a causa de la temperatura.
  - Ruido impulsivo: Procedente de intervalos que son irregulares con picos pronunciados y período corto. Generalmente su origen es externo como al encender una luz, los relés, etc.

#### **2.1.4. Usos de la radiofrecuencia**

En un inicio el uso de sistemas de radiofrecuencia era para la comunicación naval, hoy en día gracias a las radiocomunicaciones existen muchas aplicaciones entre ellas están las redes inalámbricas, y servicios de comunicaciones móviles de todo tipo y la radiodifusión. Algunas de estas aplicaciones son:

- Audio
- Telefonía
- Navegación
- Video
- Transmisión de datos por radio digital
- Servicios de emergencia

En la figura se muestran ejemplos de equipos de radiocomunicación que emplea la radiofrecuencia para el intercambio de información.



Figura 4. Equipos de Radiocomunicaciones

Elaborado por: Incotel (2016)

### **2.1.5. Ventajas del uso de radiofrecuencia**

Las ventajas que presenta el uso de la radiofrecuencia son:

**Instalación flexible:** Al disminuir la necesidad de la instalación de cables, la red incrementa sus probabilidades de cobertura.

**Movilidad:** Ya que el usuario captura datos e ingresa a la información en un tiempo real, lo cual aporta con la productividad y probabilidades de una respuesta muy rápida durante el proceso.

**Escalabilidad:** Existe la posibilidad de variedad en configuraciones que cubran los requerimientos de instalación y ciertas aplicaciones.

Además que se obtienen beneficios como:

- Una tecnología de transmisión confiable.
- Operación múltiple de trabajo en una red inalámbrica.
- Convergencia en la misma red inalámbrica en la transmisión de datos

- Amplio del radio de cobertura.
- Se integra con los sistemas de administración de redes más conocidos  
Alta seguridad al transmitir de datos.
- Disminuye el tiempo de programación lo que permite una sencilla integración con sistemas utilizados en las empresas.

## 2.2. Phonepatch

Consiste en un dispositivo hardware mediante el cual, se le concede a un usuario de la radio mediante micrófonos con teclado DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) enviar y recibir llamadas dentro de la red telefónica (Williams, 2016). En la figura 5 se observa el circuito del phone-patch, consta de una resistencia dotada de un transformador adaptador.

La línea telefónica es conectada al circuito a través de un condensador. Con el potenciómetro es posible regular el nivel de modulación del transceptor e impedir de esta manera las sobre modulaciones.

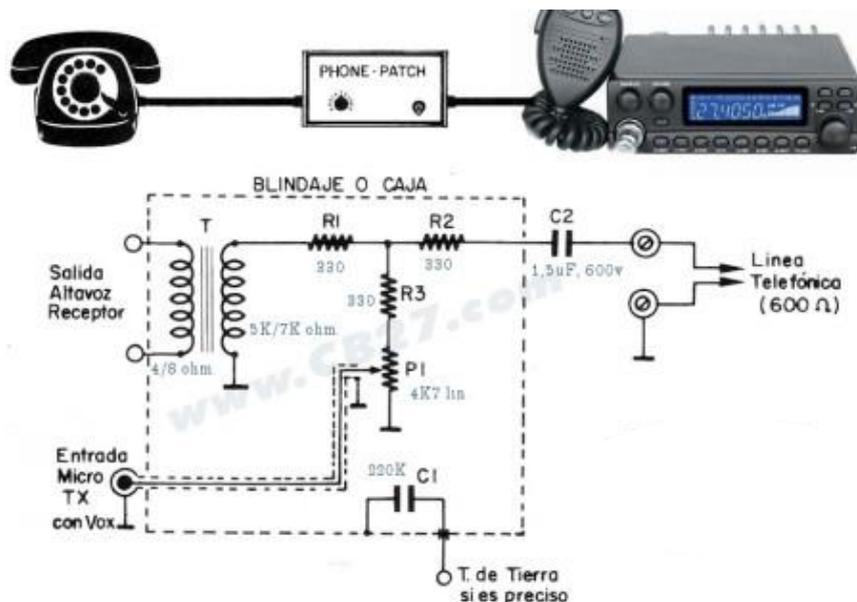


Figura 5 Circuito del phone-patch

Elaborado por: CB27 (2016)

## 2.3. Requerimientos técnicos para Implementar una Radio Base

### Base

A continuación, se describen los requerimientos para la instalación y configuración de una Radio Base.

Construcción de las Radio Bases: En la instalación de un enlace punto-punto de radio, se requiere instalar una serie de equipos y/o infraestructuras, así como también seguir una serie de pasos, entre ellos, la evaluación del área donde se van a construir las torres con su adecuada instalación, todo esto con el fin de evitar que por motivos naturales se ocasione un movimiento de las antenas y por ende causen pérdidas en la comunicación a causa de la carencia de la línea de vista entre las antenas, por último verificar que se coloquen las puestas a tierra con el fin de evitar descargas eléctricas atmosféricas que podrían ocasionar desperfectos en los equipos (CB27, 2013).

A continuación, en la figura 6, se muestra la torre ventada la cual está apta para aplicaciones de radiocomunicaciones, enlaces vía microonda, inalámbricos, sistemas punto-punto, enlaces de datos y cámaras de vigilancia.



Figura 6 Torre Ventada  
Elaborado por: TOWERTEL (2014)

Sobre la estructura se ubican las antenas, cables de red, alimentación de energía eléctrica con soportes y tornillos. Es muy importante que cada uno de los vientos mantenga la misma tensión. Los puntos de anclaje y los ángulos, observados desde el punto central de la torre, deben mantenerse de una manera espaciada.

Es de gran importancia realizar una correcta instalación de tierra para evitar que los equipos sufran desperfectos por el excesivo uso de energía estática o la presencia de un rayo. El cable conectado a tierra debe tener la capacidad de trabajar con corrientes altas. Si se emplea un cable coaxial al intermedio de la antena y el radio, es preferible conectar a tierra el cable coaxial.

## **2.4. Redes de comunicación**

Según Universidad de Puerto Rico (2014) consiste en un conjunto de recursos técnicos que permiten entre equipos autónomos un intercambio de datos a distancia. Habitualmente se trata de transmitir información en forma de datos, audio y vídeo a través de ondas electromagnéticas mediante diversos medios tales como:

- Aire
- Vacío
- Cable
- Fibra óptica

Las redes de comunicación más habituales son las de computadores, telefonía, transmisión de audio y video.

### 2.4.1. Redes VHF-HF

Los sistemas VHF y HF son inalámbricos o de radio que emplean las bandas de frecuencia de 3 a 30 MHz y de 30 a 300 MHz, respectivamente (TRIKDIS, 2016).

En la actualidad, permiten el tráfico de datos y originalmente fueron diseñados únicamente para transmitir señales auditivas, es decir, voces.

Los sistemas HF tienen un alcance geográfico de transmisión de datos bastante extenso, siendo capaces de establecer comunicaciones con estaciones dentro y fuera de un mismo país.

La figura 7 muestra el esquema de una red HF.

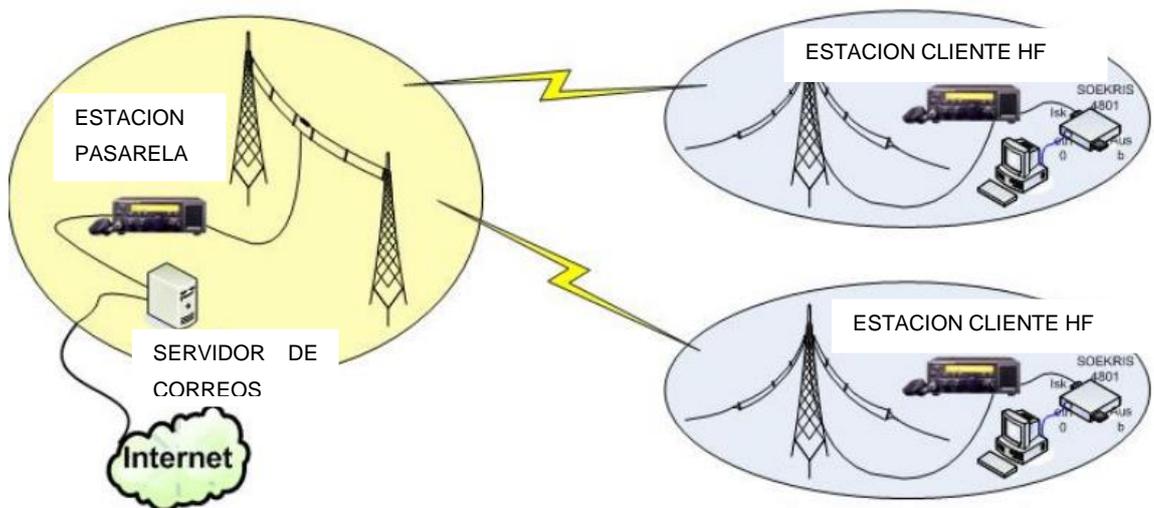


Figura 7. Red HF

Elaborado por: Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP (2008)

Los sistemas VHF tienen un radio de cobertura limitado de aproximadamente 70 km, por esta razón, se enlazan en redes locales pequeñas. En ellas todas las radios se comunican en las mismas frecuencias.

La figura 8 permite visualizar un esquema de una red de comunicación VHF.

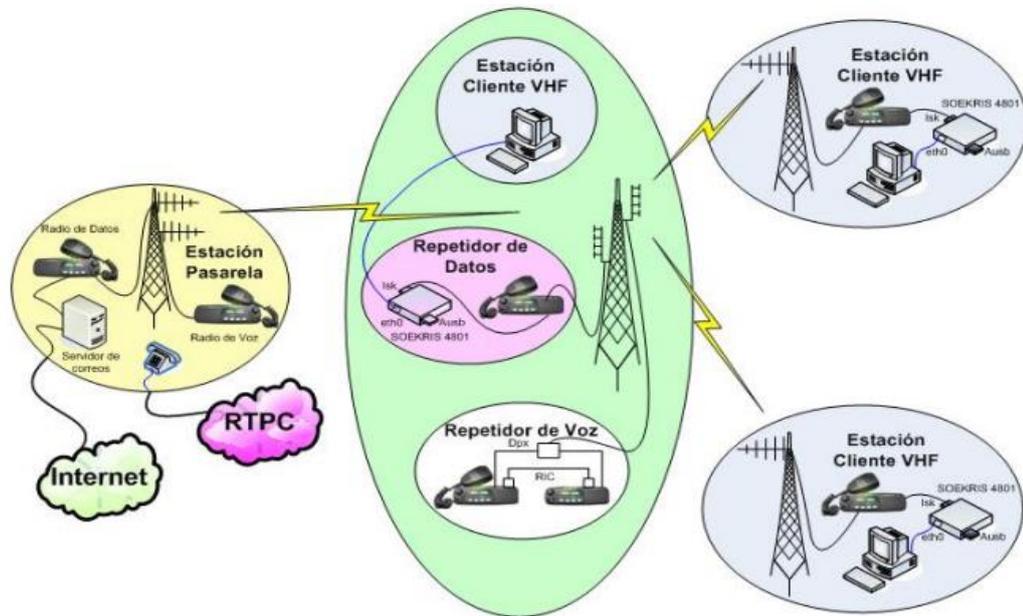


Figura 8. Red VHF

Elaborado por: Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP (2008)

### 2.4.2. Comunicación de voz

El intercambio de datos en forma de voz es el servicio común de los sistemas VHF. Cada red maneja un canal que es empleado para la comunicación de voz entre sus miembros, si las distancias entre las estaciones son muy amplias, se emplean repetidores y así la red emplea dos canales de voz para el emisor y dos para el receptor.

Como es posible visualizar en la figura 9 (Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP, 2008).



Figura 9. VHF sin y con repetidor de voz

Elaborado por: Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP (2008)

## **CAPITULO III: DISEÑO DE RED**

### **3.1. Urbanización Ciudad Santiago**

Ciudad Santiago es una amplia y moderna urbanización ubicada en Guayaquil, en el km 19,5 vía Daule, la misma que cuenta con áreas verdes, piscinas y clubes sociales. La Urbanización Ciudad Santiago se encuentra ubicada en el kilómetro 19,5 en la vía Daule en la ciudad de Guayaquil.

Posee piscinas, parques, clubes privados, clubes sociales y espacios para realizar actividades deportivas. “Es un proyecto de más de \$120´000.000” (Ciudad Santiago, 2014).

Es una extensa urbanización con un número aproximado de 4000 casas, la afluencia de visitantes es considerable, sin embargo, se suscita el problema que al llegar una persona a la ciudadela, el guardia ubicado en la garita, se ve en la obligación de acudir caminando o transportándose en una bicicleta hasta la MZ y V correspondiente con la finalidad de notificar que alguien ha llegado, lo que significa que es un proceso incómodo tanto para el guardia, el visitante y el morador de la urbanización considerando el desplazamiento y el tiempo que conlleva hacer llegar la notificación.

La figura 10 la ubicación geográfica de la urbanización Ciudad Santiago.



Figura 10. Urbanización Ciudad Santiago

Elaborado por: Autor

Existen 4 modelos de villas que se describen a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Modelos de villas de la urbanización Ciudad Santiago

Villa Triana 3, 2 Plantas (67.05 mt2)	Villa Triana, 2 Plantas (51,12 mt2)	Villa Lucy, 1 Planta (36,73 mts2)	Villa Lucy A, 1 Planta (36,73 mts2)
PLANTA BAJA Sala - Comedor - Cocina - Patio Posterior con Lavadero, Área de Jardín Exterior - Un Estacionamiento - Cerramiento Perimetral, Dormitorio Master	PLANTA BAJA Sala - Comedor - Cocina - Patio Posterior con Lavadero Área de Jardín Exterior - Un Estacionamiento - Cerramiento Perimetral	Dormitorio Master - Un Dormitorio - Baño Completo - Sala/Comedor - Cocina - Patio Posterior con Lavadero - Área de Jardín Exterior - Un Estacionamiento - Cerramiento	Dormitorio Master - Un Dormitorio - Baño Completo - Sala/Comedor - Cocina - Patio Posterior con Lavadero Área de Jardín Exterior - Un Estacionamiento - Cerramiento
PLANTA ALTA Dormitorio 1 - Dormitorio 2 - Baño Completo	PLANTA ALTA Dormitorio Master - Un Dormitorio - Baño Completo	Perimetral - Un Estudio.	Perimetral

Elaborado por: Ciudad Santiago (2014)

## 3.2. Estudios de propagación

Para realizar el trabajo de propagación de ondas electromagnéticas lo que se debe conocer exactamente su dimensionamiento espacial, el cual debe establecerse en base a herramientas digitales y analógicas.

### 3.2.1. Ubicación geográfica

Posicionamiento espacial de ciudad Santiago, Daule.

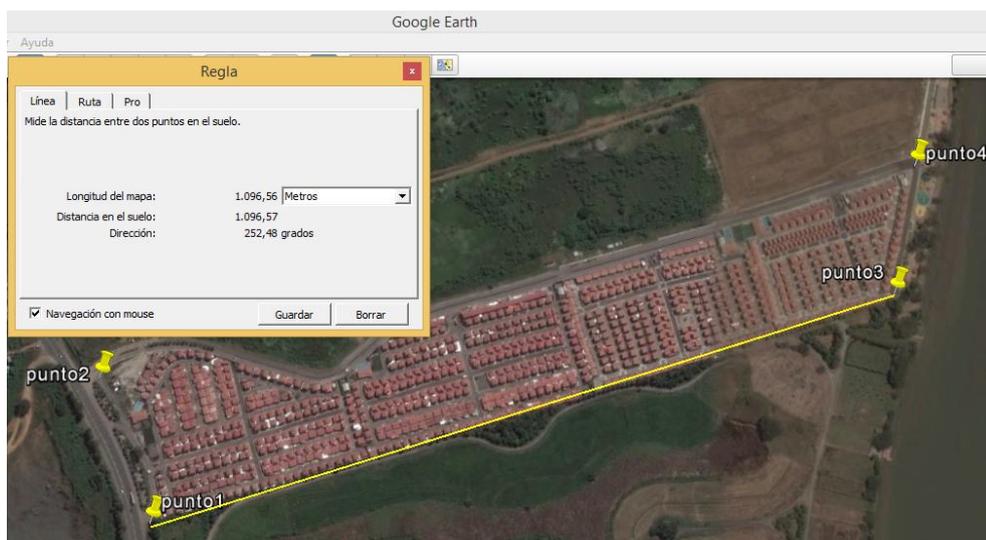


Figura 11 Dimensiones de Ciudad Santiago de punto 1 a punto 3

Elaborado por: Autor

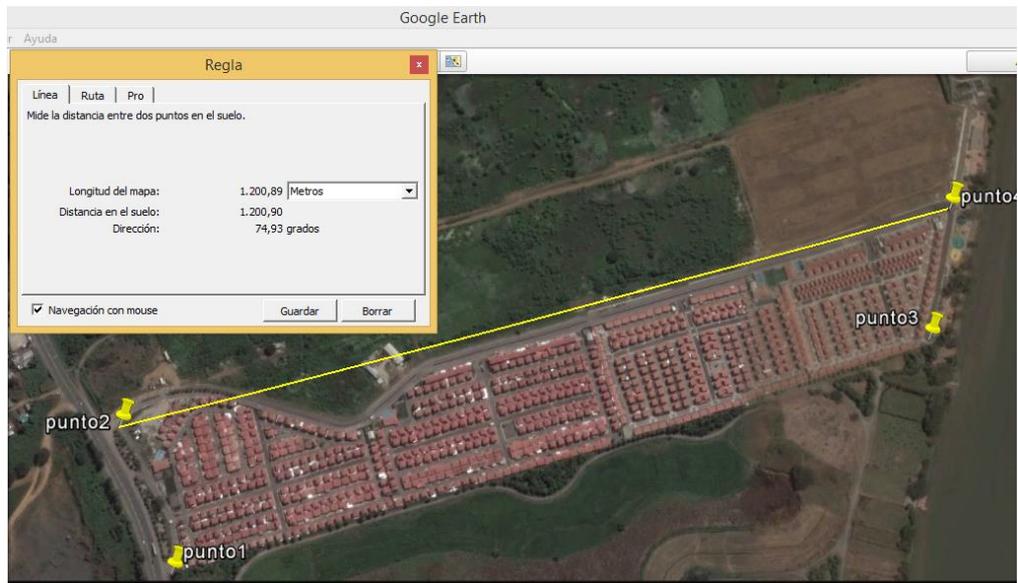


Figura 12 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 2 a punto 4

Elaborado por: Autor

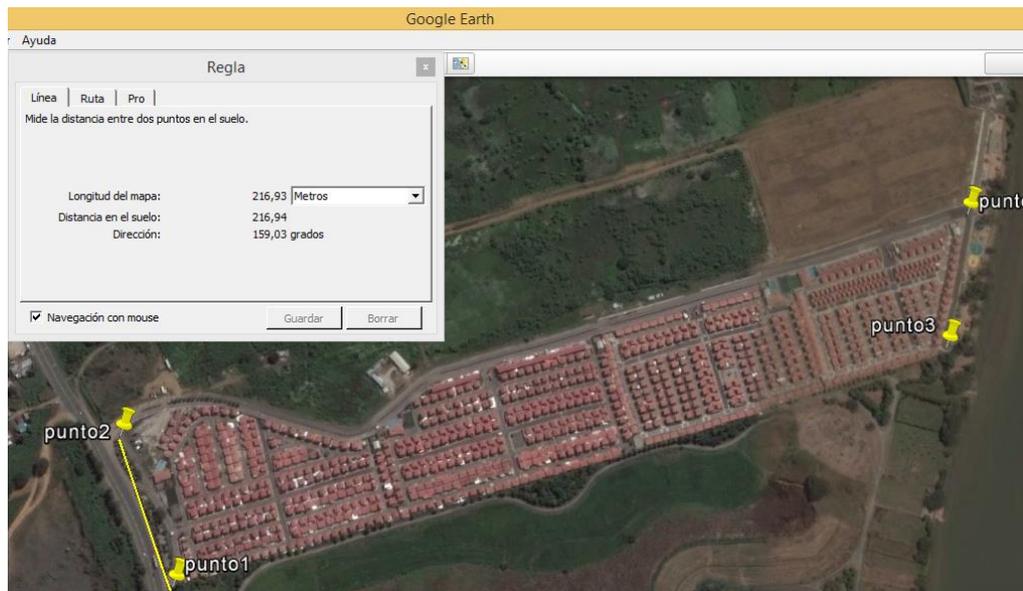


Figura 13 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 1 a punto 2

Elaborado por: Autor

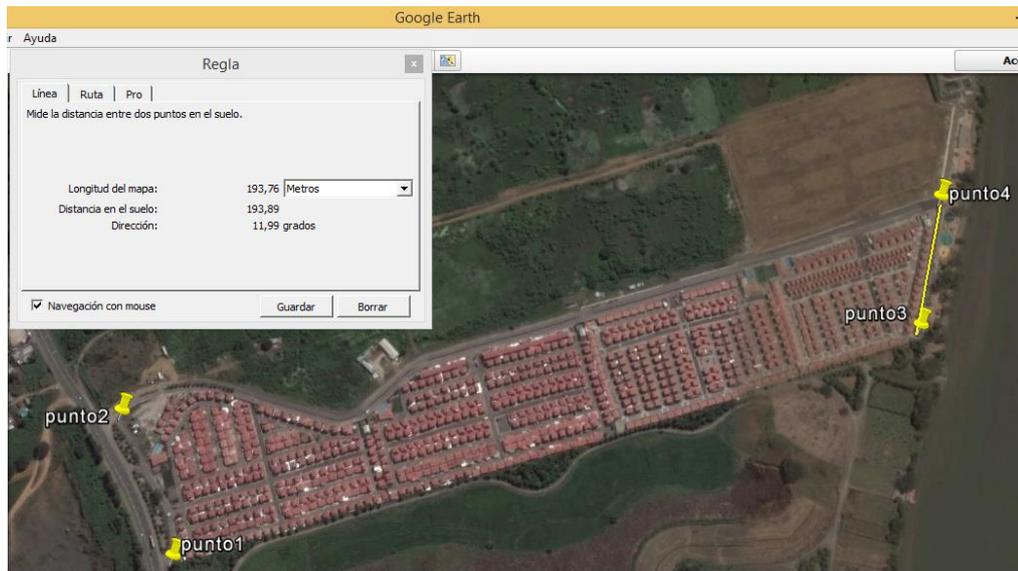


Figura 14 Dimensiones de urbanización Ciudad Santiago de punto 3 a punto 4

Elaborado por: Autor

### 3.2.2. Área de radiación

Punto 1 a Punto 3: largo = 1100 m (figura 11)

Punto 2 a Punto 4: largo = 1200 m (figura 12)

Punto 1 a Punto 2: largo = 217 m (figura 13)

Punto 3 a Punto 4: ancho= 194 m (figura 14)

$$\text{Área de radiación} = 1200 \times 217 = 260\,400 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta esta área, se enfoca el análisis en buscar los dispositivos que formarán parte del diseño.

### 3.2.3. Frecuencias de trabajo

En el Ecuador la legislación de las radiocomunicaciones establece que la radiodifusión para aficionados se realizará entre las frecuencias del rango 144 -148 MHz (ARCOTEL, 2015). El ancho de banda para el phonepatch trabaja en la frecuencia media 146 MHz y bajo su respectiva distribución de bandas.

### 3.2.4. Demodulación

La demodulación que se muestra en la figura 15 consiste en cambiar la amplitud de una señal de forma sinusoidal, conocida como portadora, de una frecuencia relativamente alta en función de la amplitud de una señal que es moduladora (AZIMA, 2015).

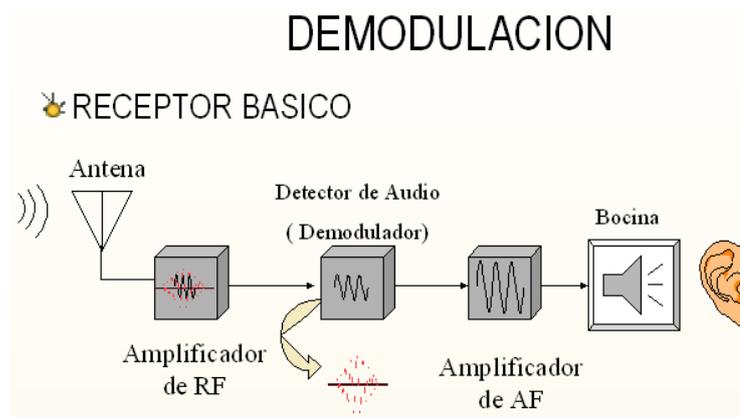


Figura 15 Demodulación

Figura: Turmero (2015)

### 3.3. Conectividad GSM 2G

Este tipo de conectividad permite la encriptación de los datos en forma de conversaciones y de los datos que son enviados de manera digital, permitiendo así que únicamente el receptor tenga la posibilidad de leerlos (XATAKA MOVIL, 2016).

Es capaz de ofrecer velocidades de un límite de 250Kbps brindando una comunicación de alta calidad. En los sectores rurales o lugares donde las torres de telefonía se encuentran alejadas la velocidad puede disminuir hasta los 20Kbps y a mayor distancia menor señal. Es posible mejorar la calidad de comunicación con el uso de un amplificador GSM.

### **3.4. Diseño de Antenas**

Después del análisis de dimensión o área que se debe irradiar, se procede a definir una antena que cumpla con aquellas condiciones.

En primer lugar, por rasgos técnicos el área de irradiación debe tener un porcentaje de variación entre el 8% al 10%, para garantizar en los lugares extremos la recepción de la señal emitida desde la guardiana.

Por lo tanto, se procede a escoger una antena que cumpla con tales condiciones. A continuación, se procede al estudio de la antena de tipo dipolo que sirve para el caso específico.

#### **3.4.1 Antena dipolo**

La antena dipolo es una antena que puede usarse en varias frecuencias de transmisión, así que se la usa en la banda de radioaficionado. Esta antena también se denomina antena de onda media.

Recepta un cuarto de la longitud de onda, que sumadas dan la mitad de la longitud de onda para esa frecuencia. De este tipo de antena dipolo, se pueden tener dipolos de  $5/8$  o de  $3/8$  de longitud de onda; el problema es que con esas longitudes de los monopolos cambia la impedancia de la antena y no se puede usar la con conexión directa al cable de 50 ohms o 75 ohms, sino que se debería instalar un dispositivo acoplador de impedancia, o balún, que en muchos casos no se lo puede encontrar fácilmente sino que se tendrá que diseñarlo con el supuesto de poder realizarlo (CB27, 2016).

Según las normas internacionales las frecuencias permitibles en la banda de 146Mhz son:

Desde 146.010 a kHz. 146.400 kHz. Entradas Repetidoras. 30 kHz.

Desde 146.430 a kHz. 146.580 FM Canales Simples.

Desde 146.610 a kHz. 147.390 Salida de Repetidores.

Por lo tanto se debe diseñar una antena dipolo a 146 Mhz. Para la realización de la antena se realiza el siguiente cálculo.

Longitud de la onda ( $\lambda$ ) =  $300 / \text{frecuencia media (Mhz)}$

Cuarto de onda =  $\lambda / 4$

Cada monopolo =  $(\lambda / 4) * 0.95$

Para el caso específico de este proyecto se desea calcular el largo de una antena para la banda ciudadana, tomamos la frecuencia media 146 Mhz.

$\lambda = (300 / 146 \text{ Mhz}) = 2,054 \text{ m}$

$\lambda / 4 = 2,054 / 4 = 0,514 \text{ m}$

Cada monopolo =  $(\lambda / 4) * 0.95 = 0,488 \text{ m}$

Para obtener la antena en primer lugar se usar una varilla de aluminio y se corta un trozo de manguera del mismo diámetro de a varilla de aluminio que servirá de soporte como se observa en la figura 16.



Figura 16. Barras de aluminio y base

Elaborado por: Taringa (2016)

La conexión de una antena dipolo se debe realizar de acuerdo a la siguiente figura 17.

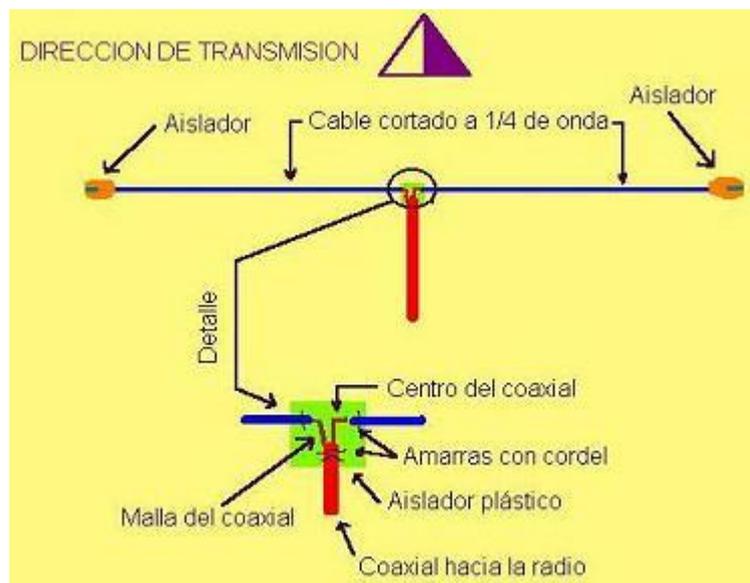


Figura 17. Conexiones antena dipolo

Elaborado por: CB27 (2013)

Se perfora en los extremos de las varillas de aluminio para soldar el cable coaxial de 575 Ohms y se suelda como se observa en la figura 18.

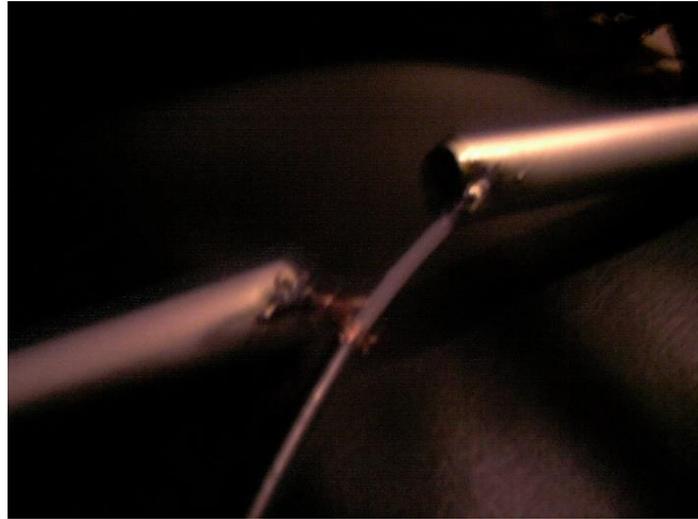


Figura 18. Varillas con cable coaxial  
Elaborado por: Taringa (2016)

En el gráfico se puede notar los tres elementos: el cable coaxial, el dipolo en sí mismo y los aisladores, que forman parte de la antena.



Figura 19. Elementos de la antena  
Elaborado por: Taringa (2016)

El monopolo de la antena se mide desde el punto donde el coaxial se separa, hasta la punta donde se une al aislador. Algo importante es el diámetro del alambre que debe ser de lo suficientemente grueso para que no se rompa pero no al extremo de no poderlo manipular. Se puede usar cable de cobre y un cable de acero forrado en plástico para poder tensarlo, teóricamente se conoce que mientras más grueso es el cable, mejor es el ROE en los canales extremos.

En la figura 16 se muestra una placa plástica haciendo las veces de aislador. Esta placa puede darle mayor resistencia al montaje, con ese la tracción en el montaje de la antena no se transmite al coaxial y por lo tanto no se rompen las uniones.



Figura 20. Montaje de la antena  
Elaborado por: Taringa (2016)

Para ubicar la antena se hace ubicando los extremos de manera horizontal y a una distancia mayor a media longitud de onda, por lo que la antena debe estar ubicada a una altura de más de media longitud de onda del suelo, esto es decir para tener un buen plano de tierra.

Este tipo de antena es direccional y la mayor cantidad de energía radiada será emitida hacia la perpendicular del cable horizontalmente. O sea, si se desea transmitir hacia el norte o el sur, la antena debe estar orientada en sentido este-oeste.

### **3.5 Citófono**

Un citófono es un sistema que controla el acceso para puertas basado en tecnología GSM (celulares). Es necesario considerar qué tipo de citófono se requiere emplear en la Urbanización en función de sus características y especificaciones técnicas (PROTEG, 2016).

El modelo 3020c es un kit citófono mas intercomunicador que permite comunicar desde 3 citófonos en adelante como muestra la figura 21.

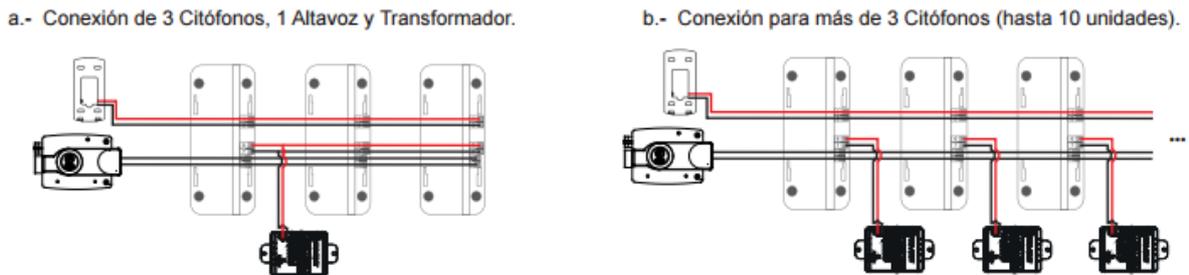


Figura 21. Citófono 3020c

Elaborado por: Proteg (2016)

Otro citófono que es posible considerar es el GSM 300 que se observa en la figura 22.



Figura 22. Citófono GSM 300

Elaborado por: Proteg (2012)

Este modelo da la facilidad de conformar en un solo grupo 123 viviendas, para cada una de estas viviendas se le puede otorgar 2 números de contacto. Por ejemplo, un número de telefonía fija y el otro puede ser un número de un dispositivo móvil.

La urbanización Ciudad Santiago requiere de una comunicación de una base a 2000 puntos, es decir que se necesitarían aproximadamente 8 citófonos GSM 300.

### **3.6 Cálculos de cableado**

Las líneas de transmisión son una parte esencial del sistema pues se relacionan con la señal a ruido de las posibles ondas estacionarias (R.O.E. o S.W.R. en inglés).

Las medidas del cable deben ser medidas concretas y se calculan partiendo de la amplitud de onda de la emisión, por lo tanto en este trabajo es para la frecuencia de 146 Mhz el valor de 2,054 metros. Se debe tomar en cuenta que esa longitud de onda corresponde a la propagación de las ondas por el espacio y no a través de cableado nuestro de cobre.



Figura 23. Cable coaxial RG-213

Elaborado por:CB27 (2016)

También se debe pensar que la velocidad de propagación es distinta de un medio a otro entonces cuando se calcula las medidas de las líneas de transmisión por norma general usando cable coaxial de cobre (si usamos cables RG58 y RG213), la longitud de onda se pueden reducir hasta un 66% de la longitud de onda inicial. Entonces para calcular el valor de la longitud de onda del cable se debe multiplicar por 0,66 que es el factor de propagación de los cables. (Universidad La Salle, 2015)

Así entonces la longitud de onda de las líneas de transmisión para este trabajo es  $2,054 * 0,66 = 1,36$  m.

Se define coeficiente de velocidad de un cable coaxial: a la velocidad de una onda electromagnética en el cable, y la de esa onda en el vacío.

El coeficiente de velocidad viene transmitido en tablas proporcionadas por el constructor del cable; el coeficiente de velocidad depende de la densidad y del material del dieléctrico.

Para calcular la longitud eléctrica de un cable que une al transmisor con la antena, se utiliza lo anteriormente mencionado. Si la velocidad en el cable es mayor entonces es mejor el cable. También al final de la línea para acoplador se debe usar un balún o simetrizador hecho del mismo cable coaxial. El cálculo del balún se lo realiza por medio de dividir la longitud de onda de la frecuencia media de trabajo para el coeficiente de la velocidad de transmisión (Universidad La Salle, 2015).

### **3.7. Estudio de ruido**

La ROE o S.W.R, es la relación entre el ruido y las ondas estacionarias que soporta la antena. Este concepto es imprescindible en el diseño de una red de comunicaciones pues incide en la calidad de las comunicaciones, y por lo

tanto se debe tomar medidas tanto en la red como en los equipos (CB27, 2013).

Un parámetro importante del diseño es la relación del ROE, pues si se logra una relación menor o igual a 2:1 en todos los canales de transmisión es razonable, pero si es mayor entonces es mala la transmisión, además de peligrosa para el equipo ya que es demasiado alta pues puede quemar al equipo.

En la siguiente tabla se puede ver en detalle como varía el PER según el nivel de ROE que posea el sistema de transmisión.

El ROE (relación de ondas estacionarias) es un fenómeno que ocurre cuando la energía entregada hacia el sistema radiante se devuelve hacia el transmisor. Este sucede más comúnmente cuando los acoples de la línea de tx se encuentran desajustados, provocando que disminuya la calidad de la señal y que no se entregue la potencia máxima desde el transmisor hacia el sistema radiante.

Tabla 3 PER = *Porcentaje de la potencia efectivamente radiada.*

ROE MEDIDA	% DE PÉRDIDA	PER*	POTENCIA (WATTS)
1.0:1	0.0%	100.0%	4.00
1.1:1	0.3%	99.7%	3.99
1.2:1	0.8%	99.2%	3.97
1.3:1	1.7%	98.3%	3.93
1.4:1	2.7%	97.3%	3.89
1.5:1	3.0%	97.0%	3.88
1.6:1	5.0%	95.0%	3.80
1.7:1	6.0%	94.0%	3.76
1.8:1	8.0%	92.0%	3.68

2.0:1	11.0%	89.0%	3.56
2.2:1	14.0%	86.0%	3.44
2.4:1	17.0%	83.0%	3.32
2.6:1	20.0%	80.0%	3.20
3.0:1	25.0%	75.0%	3.00
4.0:1	38.0%	62.0%	2.48

Elaborado por: CB27 (2013)

### 3.7.1 Medición del ROE

Para mejorar la ROE, para poder medirlo se necesita lo siguiente:

- Tener cuidado de no emitir sin haber conectado la antena.
- Conectar el cable coaxial a la antena, después el cable al transmisor y este a la fuente de alimentación. Es necesario revisar los conectores para verificar si no existen cortes en los cables o cortocircuitos.
- Contar con un receptor que funcione para hacer pruebas.
- Conectar un medidor de ROE, intermedio.
- A la salida del medidor de ROE se debe conectar la antena, a la entrada del medidor de ROE se deben conectar el una de las puntas cable coaxial, la otra punta del cable coaxial se conecta a la salida del transmisor
- Finalmente puede encender el receptor y realizar la medición.

A fin de realizar la prueba de ROE, es necesario alejar el receptor y el transmisor de lugares con varios obstáculos para realizar una medición de campo en las mejores condiciones, además se debe realizar al menos tres mediciones.



Figura 24. Medidor de ROE  
Elaborado por: NEUNER (2016)

En la medición del ROE se debe observar los siguientes parámetros.

Si se observa que en las mediciones se obtiene mediciones menores a 2, entonces la conexión es segura y puede seguir operando. Más si las medidas son menores a 1,3 entonces la instalación es muy buena.

En cambio si las mediciones están en la zona roja, mayor a 3, es lo más peligroso. Estos valores pueden darse muchas de las veces por la mala calidad del cable coaxial. Puede que el largo incorrecto o de impedancia muy alta o muy baja.

Otro problema que puede darse es que la antena tenga una mala conexión a tierra.

En caso de no solucionar estos problemas lo más lógico es desarmar los componentes de la conexión, la antena, el cable, el medidor de ROE y el transmisor y verificar nuevamente las conexiones, los componentes, que estén adecuadamente conectados.

Después de hacer las mediciones continúan los valores mayores a 3, es probable es que se esté produciendo un cortocircuito o una conexión abierta en los conectores de coaxial. Muchas veces puede ser que el cable este roto o cortado internamente. En estos casos no se puede usar el receptor hasta hallar el problema.

### **3.7.2 Ajuste del ROE**

En los sistemas de irradiación el largo eléctrico de la antena tiene una estrecha relación con el largo físico; así, si la antena es larga eléctricamente se deberían reducir el tamaño físico de la antena y viceversa.

Otro aspecto es que para fijar o liberar el monopolo de la antena tiene un perno de fijación o una mordaza atornillable. Este perno o mordaza, puede ayudarnos a variar la longitud de la antena y reajustarla, dicho ajuste es muy sencillo, pero se requiere algo de práctica.

Por lo tanto para el ajuste del ROE se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Si la antena es muy larga se puede acortarla para regular el largo y finalmente poder medir la ROE, el reajuste puede ser entre 0 a 1cm mas o menos y seguir midiendo hasta tener una ROE adecuada.
- Si la ROE baja, entonces se debe repetir el procedimiento las veces que sean necesarias hasta alcanzar el menor valor de ROE.

- Si por el contrario al realizar este procedimiento, la ROE aumenta, se puede recortar el monopolo o el dipolo hasta una dimensión de 1 cm y realizar el proceso antes mencionado hasta conseguir el valor óptimo.
- En el caso de que se use antenas comerciales es frecuente que tengan los monopolos sobredimensionados, lo que es indispensablemente para permitir al usuario obtener la máxima sintonía de ella.

En el caso de antenas eléctricamente cortas el procedimiento aplicable es idéntico al caso anterior pero en este caso se deben alargar las mismas dimensiones antes de recortarlas.

Al usar antenas comerciales la mayoría son más largas que lo necesario, pero cuando se realiza la medición del ROE y se indica que la antena está corta, entonces se nota un gran problema pues no se la puede alargar más. En este caso se puede revisar la conexión al plano de tierra que puede ser deficiente. O si no se llega a un resultado óptimo entonces se requiere una antena más larga para el equipo.

Para la medición del ROE se tiene varios equipos de medición y uno de esos se presenta a continuación en la figura 25.



Figura 25: Medidor de ROE del tipo de agujas cruzadas  
Elaborado por: NEUNER (2016)

### 3.7.3 Advertencias

A continuación se presentan algunos consejos para la correcta implementación de una red de radioaficionado:

- No escatimar costos en equipos y dispositivos, pues lo barato cuesta caro.
- Normalmente los problemas se dan por la mala calidad del coaxial o la antena pues por abaratar costos se usan las más económicas lo que genera una transmisión de menor calidad.
- Cuando ya está implementado el sistema de transmisión, se debe quitar el micrófono antes de activar el equipo para evitar accidentalmente se emita sin tener la antena conectada.
- Los transmisores deben estar conectados y necesitan estar a tierra.
- El conectar de una buena forma a tierra contribuye a mejorar la calidad de todo el sistema de transmisión.
- Ubicar en un lugar adecuado las antenas, observando que estén soportadas en lugares debidamente aislados.
- Si se nota escucha silbidos en el transmisor, es posible que está sucia la línea de energía eléctrica. En este caso se puede instalar un filtro entre la línea de alimentación eléctrica y el transmisor.
- Si en el momento de conectar el micrófono, se disminuye su intensidad de la energía por medio de reducirse la intensidad de la luz indicadora del panel del equipo (led, números digitales, indicador análogo), es una señal de que el equipo no está recibiendo suficiente energía por lo que hay que tomar medidas eléctricas.
- Normalmente los fabricantes recomiendan un largo de coaxial específico, seguir esas normativas para el mejor desempeño.
- La instalación de la antena debe ser al menos el 60% del largo de la misma por encima de la línea del techo, aunque lo ideal debe ser el 100%.

- Es mejor comprar una antena de buena calidad y mantener bajo el valor del radiotransmisor. Pues de nada sirve tener un excelente radiotransmisor, con una mala antena, pues la irradiación será mala. Más con un radiotransmisor económico con una excelente antena se tendrá un rendimiento mucho más adecuado.

### 3.8 Estudio de los vientos

#### 3.8.1 Cálculos y fórmulas

Para realizar el cálculo del efecto de los vientos se lo hace en base a la fuerza que tiene el viento sobre un sistema radiante de 1 metro cuadrado para proceder después con el cálculo de torsión del tubo que forma los monopolos de una antena.

Normalmente la presión ejercida por el viento siempre es proporcional a la velocidad del viento al cuadrado ( $V^2$ ). También se debe tomar en cuenta la densidad del aire, la cual es variable de acuerdo a la presión atmosférica y la temperatura de la zona donde se desea ubicarla, así entonces se define que el aire en la región costa es más denso que en la región sierra.

Para el cálculo de la presión del viento sobre los monopolos se usa la siguiente fórmula.

La fórmula para el cálculo es:

$$\text{Presión del Viento} = 1/2 * r * V^2$$

$r$  = densidad (se expresa en Kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = velocidad del viento (m/s)

El resultado es en Pascales = Newton/m<sup>2</sup>.

El Newton equivale a Kg m/seg<sup>2</sup>

En el caso de la ciudad de Guayaquil se tiene los siguientes valores para la densidad del aire promedio anual de 1015,8 mb lo que equivale a 10,15 Kg/m<sup>3</sup> y una velocidad de viento promedio 19,8 Km/h lo que equivale a 5,5 m/s, con estos valores la presión dinámica será:

$$P_v = 1/2 * 10,15 \text{ Kg/m}^3 * (5,5 \text{ m/s})^2$$

$$P_v = 103,58 \text{ N/m}^2 = 1566,7 \text{ pa} = 15,67 \text{ Hpa}$$

*Equivalen a 159,7 Kgf/m<sup>2</sup>.*

Estos valores son generales solo se pueden aplicar a la zona específica pues según el análisis de la situación atmosférica.

La antena presenta 0,488m en oposición y que la estructuralmente hablando se tiene el doble por ser un dipolo, entonces se presenta 0,96 m<sup>2</sup>, entonces los cálculos en una superficie de superficie de 1 m<sup>2</sup>.

$$Presión\ total = 1\ m^2 * 159,7\ Kgf/m^2 = 159,7\ kg$$

Aproximadamente 160 Kg.

Calculo de flexión:

$$Esfuerzo\ (kgr/cm^2) = Momento\ flector / Momento\ resistente$$

$$= M_f * R_{mayor} / Momento\ de\ inercia$$

Al realizar el cálculo de la carga que ofrecerá la antena en la punta de forma perpendicular, y echando un vistazo a la torre que fabrican en USTOWER y viendo la resistencia que ofrecen (1 pie cuadrado = 0.09290304 m<sup>2</sup>); dicha torre es insuficiente para una antena Steppir de 4 elementos que ofrece una oposición de 0,99m<sup>2</sup>, por lo que la torre está diseñada para ubicaciones sin vientos, en este caso los cálculos han sido realizados para soportar un viento de 140Km/h y partiendo de la base en que Sr. Murphy será quien opere dicha estación, esto indica que la torre tendrá que estar calculada durante las

situaciones más adversas posibles teniendo en cuenta la densidad del aire ,visibilidad ,viento, perfil topográfico y un largo etcétera.

Una vez calculada la presión que ejerce la punta es de suponer que dicha presión crea un vector en la base, pero de sentido contrario, lo que hace de vital importancia para la base de la misma, una vez más se ha optado por ver el ejemplo de la base comercial que propone USTOWER.



Figura 26 Antena con base de soporte para viento

Elaborado por: CB27 (2016)

Si la torre soporta 435 kg a 15m, significa que soporta en la BASE existe un momento flector igual a:

$$MF = 435 \times 15 = 6525 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

La fórmula que relaciona la velocidad del viento con la presión por unidad de superficie es:

$P = v^2/16$  , siendo "v" en m/s es decir,  $140 \text{ km/h} / 3.6 = 38.8888 \text{ m/s}$ , de donde se asume un valor de 40 m/s.

$$P = (40)^2 / 16 = 100 \text{ kg/m}^2$$

Como la antena es de 3,5 m<sup>2</sup>;  $100 \text{ kg/m}^2 \times 3,5 \text{ m}^2 = 350 \text{ kg}$ .

Si la antena está a 15 m. de altura, entonces:

$350 \text{ kg} \times 15 \text{ m} = 5250 \text{ kg}\cdot\text{m} < 6525 \text{ kg}\cdot\text{m}$

### **3.9. Equipos a utilizar**

#### **3.9.1. Fuente de 110 VAC a 12 VDC**

Los equipos de radio en la gama HF- requieren una fuente de 12 a 14 voltios de corriente directa en su actividad, para lugares que la estación se encuentra interconectada de red eléctrica o red local.

La fuente se encuentra conectada a la red de distribución eléctrica local, la cual nos suministra entre 110 - 120 voltios AC a 50 - 60Hz y la convierte en 13.5 voltios DC, que es la que requiere el radio para su correcta operación.

La fuente entrega 25 a 30 amperios cuando la radio tiene 100 y 150 watts de potencia. Hay radios que trabajan con fuente incorporada, nos facilita conectarnos a la red local donde la exista la conexión con energía eléctrica.

Puede suceder que la red local o interconexión eléctrica tenga servicio intermitente, es aconsejable tener baterías de respaldo, libre de mantenimiento de 75 a 100 amperios y una fuente cargadora.

Si existe daño del fusible de la fuente que provee energía o del radio, se cambia por uno de igual amperaje, no realice puentes con elementos extraños.

### **3.9.2 Transmisor**

En la actualidad el mercado comercial existe una gran gama de equipos para converger en una estación de VHF.

En el comercio ecuatoriano no existe mucha demanda de estos equipos, en año de 1980 y 2000, se mantenía comunicación a larga distancia, sobre todo en épocas migratorias cuando gran parte de ecuatorianos salieron del país hacia un nuevo estilo de vida, gran parte de ellos llegaron a conocer España, Estados Unidos, Italia entre otros, en su mayoría pudieron hacer uso este sistema para comunicarse.

En este proyecto se investigó sobre detalles aplicados al montaje, como funcionan, transmisión de la señales de emergencia, frecuencia conveniente, y respuesta en la red radioaficionado.

Las comunicaciones en el rango de frecuencia HF, se dan a través de la capa de la atmosfera terrestre denominada Ionósfera. Esta capa se encuentra entre la mesósfera y la exósfera, a una altura entre los 80 Kms y los 500 Kms sobre el nivel del mar.

Después de haber realizados las respectivas pruebas de campo. Tomamos en cuenta la utilización del equipo correspondiente para poder trabajar. Como lo es el radio transmisor KENWOOD TM281AK VHF 144 MHZ 65W, que fue diseñado para la modulación SSB (Single Side Band) y CW (Continue Wave) en las bandas de 3 a 2 metros en HF. Por otra parte el modelo de radio transmisor TM281AK posee unas mejoras, como lo es el procesador de conmutador de ancho de banda y el espectro reducido que viene incluido. Toda la tecnología es de entrada nominal de 200 PEP en SSB, 65W DC en CW. El TM281AK cuenta con una pantalla digital de 100 Hz con subdial analógica.

Esta radio que se muestra en la figura 27 necesita 13.8 Voltios de corriente continua y 19 amperios para poder funcionar. Sus medidas son 9,6 x 3,8 x 11,7 pulgadas, con un peso de 12.3 libras.



FIGURA 27. RADIOTRANSMISOR KENWOOD TM281AK

Elaborado por: Induventa (2013)

También se trabajó con un equipo KENWOOD TM281AK, un transmisor que está diseñado para los modos SSB y CW en las bandas de aficionados de 160 a 10 metros. Este equipo cuenta con recepción de WWV en 15 MHz. Posee una pantalla analógica precisa. Entrada de energía es de 200W PEP SSB y CW 65W DC. Entre otras características incluyen RIT, VOX, supresor de ruidos, atenuador y tasa de transporte.

### 3.9.3 Receptor

Se usa un receptor phone patch para la frecuencia de 144 a 146 Mhz.



Figura 28. Phonepatch

Elaborado por: INC (2013)

Las características de este phonepatch demuestran que tiene regulador de frecuencia por lo que se puede usar en la frecuencia de 146Mhz. Tiene una entrada simétrica de 4 terminales, que se puede conectar por un adaptador de coaxial al terminal de 4 pines. Además tiene un regulador de ganancia y ruido. Botón de encendido. Es muy fácil de manejar en el caso de los usuarios en casa. Tiene un conector de 8 pines para micrófono y regulador de tonos de ingreso de llamada o salida de audio.

### **3.10. Diseño de la red**

#### **3.10.1. Modelo de implementación**

Para realizar el diseño de la red, se debe hacer un análisis de la distancia y a cuantos usuarios se va a brindar cobertura.

Una vez analizado que se brindará cobertura a 4000 usuarios con una distancia que equivale a 260 400m<sup>2</sup>. Se procede a realizar un diseño de conexión básica de citófonos, interconexión de citófonos, conexión básica del phonepatch y la intercomunicación entre usuarios.

Se debe ubicar la antena transmisora tipo dipolo en cada vivienda. Para después poder asignar los diferentes equipos transmisores y la frecuencia que se va a usar en cada una de las viviendas teniendo como resultado final un diseño de la red como se muestra en la figura 32.

#### **3.10.2. Conexiones del citófono**

Los citófonos son intercomunicadores que pueden estar instalados dentro o fuera de casa. Los exteriores con sus respectivas seguridades ante el clima y los agentes exteriores; y los internos que pueden estar conectados en cualquier sitio de la casa a fin de permitir la comunicación rápida y eficiente.

Según el análisis del phonepatch permite interconectar el radiotransmisor a una línea telefónica que en este caso es la red GSM brindada por los citófonos siendo una conexión independiente como se muestra en la figura 29, puede ser el caso que existan varios citófonos en la vivienda, se la puede extender a todos los intercomunicadores dentro del hogar como se observa en la figura 30.

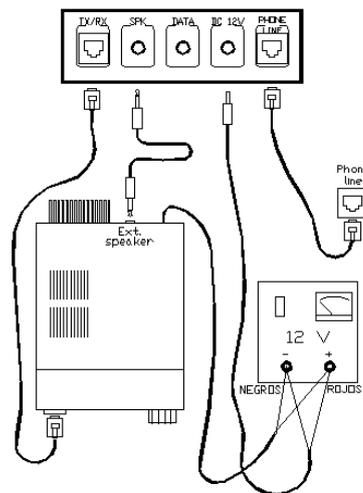


Figura 29. Conexiones básicas del citófono  
Elaborado por: Koney (2016)

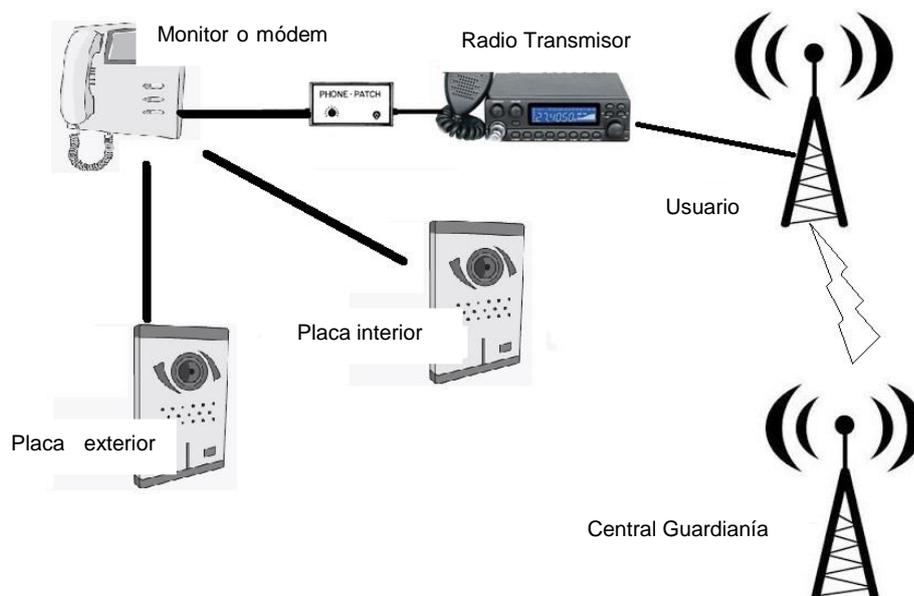


Figura 30. Interconexión de citófonos  
Elaborado por: Autor

### 3.11 Comunicación entre usuarios

Para conectar un phonepatch de forma básica es muy sencillo solo seguir las señales que cualquier manual de usuario provee, por ejemplo a continuación se presentan en la figura 31. Un teléfono conectado a un radiotransmisor mediante un phonepatch.

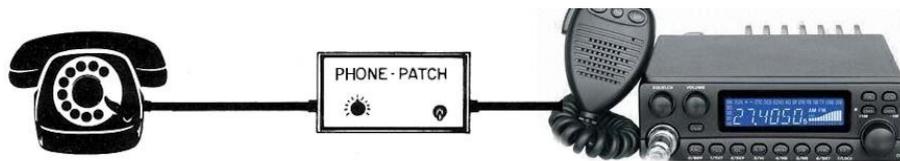


Figura 31. Conexión phonepatch básica

Elaborado por: (CB27, 2016)

De forma general la transmisión de la señal hacia un phonepatch no es difícil de entender, como se muestra en la figura 32, la intercomunicación entre el usuario A y usuario B por medio de la estación central (guardianía).

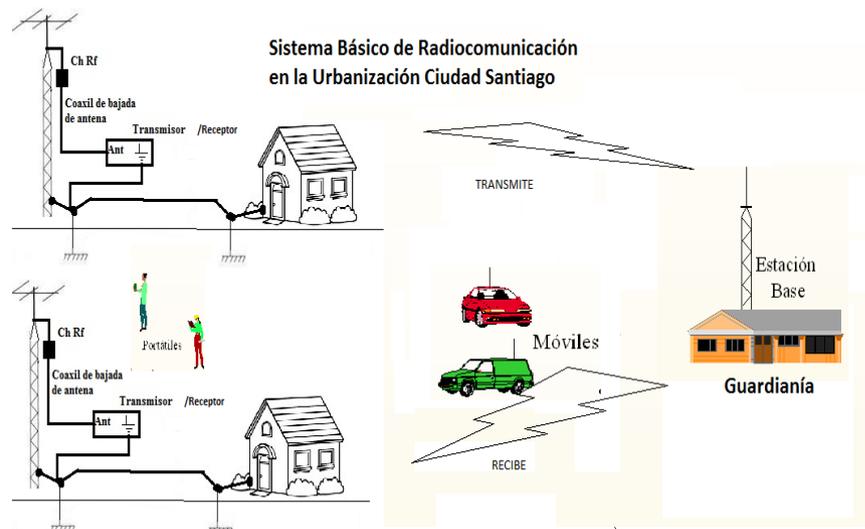


Figura 32a. Comunicación entre usuarios

Elaborado por: Autor

Sistema Básico de Radiocomunicación en la urbanización ciudad Santiago.

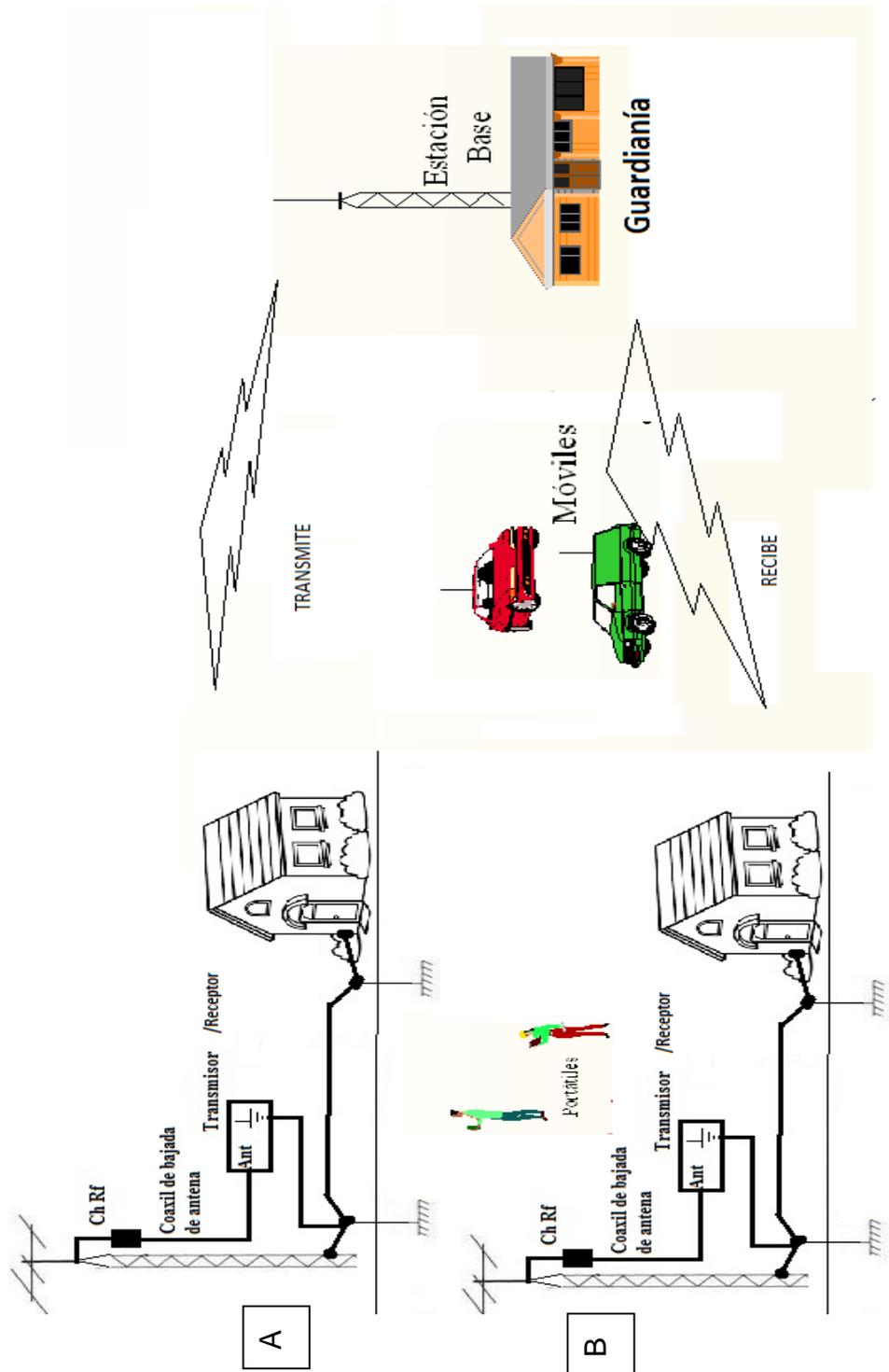


Figura 32b. Comunicación entre usuarios

Elaborado por: Autor

### 3.12 Costos de implementación

Los valores de implementación se enfocan en los valores básicos para el sistema de transmisión y recepción.

Tabla 4. *Valores de implementación de la central*

<b>Cantidad</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Transmisor KENWOOD TM281AK	\$ 245	\$ 245
15	Cable coaxial	\$ 0,45	\$ 6,75
6	Conectores	\$ 0,5	\$ 3
1	Antena dipolo 2 m	\$120	\$ 120
3	Columnas triangulares de 35 cm	\$ 45	\$ 135
18	Sujetadores de presión	\$ 10	\$ 180
23	Cable acero tensor	\$ 4	\$ 92
1	Terminar pararrayos	\$ 30	\$ 30
10	Cable 12 awg	\$ 0,80	\$ 8
1	Mano de obra	\$ 500	\$ 500
1	Regulador UPS 8 horas	\$ 350	\$ 350
		Total	\$ 1769,75

Elaborado por: El Autor

Tabla 5. *Valores de implementación de la Recepción por cliente*

<b>Cantidad</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Receptor KENWOOD	\$ 150	\$ 150
1	PhonePatch PC1 vikingo	\$ 70	\$ 70
4	Conectores	\$ 0,5	\$ 2
1	Antena dipolo ¼ 1 m	\$ 80	\$ 80
1	Tubo de 4 m ½ pulg.	\$ 8	\$ 8
3	Sujetadores de presión	\$ 3	\$ 9
5	Cable acero tensor	\$ 2	\$ 10
2	Citófonos GSM	\$ 70	\$ 140
6	Cable coaxial	\$ 0,45	\$ 2,70
1	Mano de obra	\$ 200	\$ 200
1	UPS	\$ 150	\$150
		Total	\$ 821,70

Elaborado por: El Autor

### **3.13 Financiamiento**

El financiamiento del proyecto se lo realiza cobrando una cuota adicional en alcuotas a los socios de la urbanización para la instalación y mantenimiento de la central en guardianía. Ahora en el caso de la instalación de cada hogar el usuario hace un gasto propio. La administración de la urbanización debe socializar la decisión, pues no se trata de un arreglo solo para quienes lo deseen, el propósito es implementar a todos los habitantes y por lo tanto se debe esperar que las 4000 casas posean este servicio.

La administración de la urbanización inicialmente puede cobrar una cuota de la tercera parte por anticipado por la instalación, la segunda cuota en la instalación y la tercera cuota después de un mes de la instalación. O bien en un solo pago pero este debe ser financiado por una entidad financiera.

El pago de la frecuencia se debe hacer de forma anual y se debe cobrar mensualmente en las alcuotas de cada socio de la urbanización.

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Después de un análisis de factibilidad realizado por una encuesta verbal en la guardianía de la urbanización Ciudad Santiago se llega a determinar que es necesario implementar el servicio de radiocomunicación a fin de solucionar el problema de comunicación de la guardianía y las casas de cada uno de los habitantes de esta localidad.
- Para el diseño de la red de radio comunicaciones se estimó necesario usar la frecuencia de radioaficionado y el desarrollo de una red a 146 MHz que es la permitida en el país.
- Para transmitir en esta frecuencia se implementa la red por medio de equipos y dispositivos de la frecuencia mencionada como el equipo transmisor requerido para este tipo de comunicación y capaz de cubrir el área irradiada es el equipo TM281AK de kenwood. Que tiene una potencia de 65 W DC, suficiente para lograr cubrir un área 2 km de longitud. Una antena de 2 m como transmisora y un dipolo de  $\frac{1}{4}$  de longitud onda porque si se ubican antenas más pequeñas se presenta el problema de no tener un debido acople con el transmisor o receptor, la resistencia normalmente usada es 50 0 75 ohms.
- La antena debe ubicarse de forma horizontal porque se obtiene ventaja, generalmente la mayor parte de transmisores trabajan con antenas verticales razón por la cual se evitaría cualquier interferencia, teniendo una mejor relación señal ruido.
- Para los usuarios de los usuarios se usa una antena receptora de  $\frac{1}{4}$  de onda, es decir de 98 cm de largo total, la que puede estar a una altura de 4 m sobre el alto de la vivienda. La misma que se conecta al equipo phonepatch, que permite conectase a la línea telefónica para aprovechar recursos y factibilidad.

- El beneficio de los sistemas de comunicación con VHF, especialmente usando la tecnología phonepatch, es que soluciona el problema de comunicación en la urbanización Ciudad Santiago.
- Tomando en cuenta que el Ecuador la banda de radioaficionado no es de uso comercial, debe ser utilizado de forma responsable y adecuada brindando una solución para la comunidad según las normas de ARCOTEL.

## **4.2. Recomendaciones**

- “Para la correcta utilización de los equipos y la adecuada comunicación se debe capacitar al personal de guardianía quienes lo van a utilizar, además de los usuarios del sistema phonepatch de la urbanización Ciudad Santiago”. Ing. Luzmila Ruilova, funcionaria de ARCOTEL.
- Cuando se trabaje con transmisores de VHF se debe tomar muy en las ondas estacionarias vs potencia de transmisión que se encuentren presentes en el ambiente de trabajo ya que esto puede deteriorar la señal y dañar el equipo.
- Podemos diseñar nuestras propias antenas y equipos de comunicación, lo cual induciría a la construcción de tecnología nacional. Así estaría también generando fuentes de ingreso a nuestro país si conseguimos exportarlas.

## **ANEXO**

### **Anexo Nro. 1: BANDA DE 2 METROS VHF**

#### **BANDA DE RADIOAFICIONADOS DE METROS: VHF**

##### **144 a 148 MHz.**

Desde 144.000 a 144.050 kHz. Rebote Lunar CW

Desde 144.000 a 144.150 kHz. Radiofaros, CW

Desde 144.000 a 144.020 kHz. Rebote Lunar, SSB

Desde 144.050 a 145.100 kHz. FM Canales, Llamada CW (DX) y Señales D.

Desde 144.100 a 144.200 kHz. Rebote Lunar, Llamada CW, señale débiles SSB

Desde 144.200 a 144.300 kHz. SSB, CW (Propagación. esporádica)

Desde 144.150 a 144.500 kHz. SSB, CW

Desde 144.150 a 144.160 kHz. SSB FAI (Propagación esporádica)

Desde 144.195 a 144.205 kHz. SSB Random MS

Desde 144.300 a 144.500 kHz. SAT, Reservado Satélites, Llamada SSB (DX)

Desde 144.395 a 144.405 kHz. SSB Random MS

Desde 144-500 a 145.100 kHz. Todos los modos, FM Canales Simples.

Desde 144.625 a 144.675 kHz. Tráfico Digital

Desde 144.750 a kHz. Tráfico de servicio TVA

Desde 144.845 a kHz. 144,990 Reservado a balizas.

Desde 145.010 a kHz. 145,080 PACKET

Desde 145.200 a kHz. 145,575 FM S8-S23 (16 canales simplex)

Desde 145.300 a kHz. Tráfico digital local (RTTY Baudot, ASCII, AMTOR, PACTOR, etc)

Desde 145.500 a kHz. Llamada móviles.

Desde 145.800 a kHz. 146,000 Servicio de Satélites.

Desde 146.010 a kHz. 146.400 kHz. Entradas Repetidoras. 30 kHz.

Desde 146.430 a kHz. 146.580 FM Canales Simples.

Desde 146.610 a kHz. 147.390 Salida de Repetidores.

Desde 147.420 a kHz. 147.660 kHz. FM Canales Simples.

Desde 147.690 a kHz. 147.990 kHz. Salida de Repetidoras.

Frecuencias para Repetidoras:

VHF 2 M. MHz.

Entrada / Salida	Entrada / Salida
146,01 / 146,61 MHz.	146,63 / 147,03 MHz.
146,04 / 146,64 MHz.	146,66 / 147,06 MHz.
146,07 / 146,67 MHz.	147,69 / 147,09 MHz.
146,10 / 146,70 MHz.	147,72 / 147,12 MHz.
146,13 / 146,73 MHz.	147,75 / 147,15 MHz.
146,16 / 146,76 MHz.	147,78 / 147,18 MHz.
146,19 / 146,79 MHz.	147,81 / 147,21 MHz.
146,22 / 146,82 MHz.	147,84 / 147,24 MHz.
146,25 / 146,85 MHz.	147,87 / 147,27 MHz.
146,28 / 146,88 MHz.	147,90 / 147,30 MHz.
146,31 / 146,91 MHz.	147,93 / 147,33 MHz.
146,34 / 146,94 MHz.	147,96 / 147,36 MHz.
146,37 / 146,97 MHz.	147,99 / 147,39 MHz.
146,40 / 147,00 MHz.	

## Bibliografía

- Alcocer, P. M. (21 de octubre de 2012). COMUNICACIÓN A CORTA Y MEDIA DISTANCIA EN HF... (RCV). Yucatan, Mexico.
- AZIMA. (2015). *AZIMA DLI*. Obtenido de ANALISIS DE VIBRACIONES.
- Canga, R. (2011). Introducción a la Difusión de Señales de Radio y Televisión .
- CB27. (2013). *Usuarios y aficionados a la comunicacion por radio en Banda Ciudadana*. Obtenido de <http://www.cb27.com/primerospasos/medida-y-control-roe>
- CB27. (2016). *Montaje de un sencillo adaptador telefónico o 'phone patch'*. Obtenido de Montaje de un sencillo adaptador telefónico o 'phone patch': <http://www.cb27.com/tecnica/phone-patch#>
- Ciudad Santiago. (2014). *Ciudad Santiago*. Obtenido de Ciudad Santiago: <http://www.ciudadsantiago.com/qsomos.php>
- ARCOTEL. (2015). PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR, REGION 2.
- Díaz, A. (11 de abril de 2010). *Población y muestra*. Obtenido de Población y muestra: <http://es.slideshare.net/ancadira/poblacin-y-muestra-3691707>
- Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP. (2008). *Redes inalámbricas para zonas rurales*. Lima. Obtenido de Redes inalámbricas para zonas rurales.
- García , M., Martínez, C., Martín, N., & Sánchez, L. (2013). *La entrevista*. El Salvador.
- Google Maps. (22 de Julio de 2016). *Urbanización Ciudad Santiago*. Obtenido de Urbanización Ciudad Santiago: [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1OKhFdA9XWsE\\_KXo2RZzpdF7I\\_eY&hl=en](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1OKhFdA9XWsE_KXo2RZzpdF7I_eY&hl=en)
- Guerrero, S. (2015). *Los celulares*. Obtenido de Los celulares: <https://www.emaze.com/@ALIFRFCO/LOS-CELULARES>

- HEATH, J. (2013). *Iniciación a los Satélites para Radioaficionados*. Chestnuts, USA.
- Inc., U. R. (2013). <http://www.universal-radio.com/used/sold308.html>.
- INCOTEL. (2016). *Radio terminales portátiles o móviles Sepura*. Obtenido de Radio terminales portátiles o móviles Sepura: [http://www.incotel.cl/Radio\\_com.html](http://www.incotel.cl/Radio_com.html)
- Induventa. (2013). <http://www.induventa.cl/>.
- koney. (2016). Obtenido de <http://www.koneyradio.com/espphpman.html>
- Lucena, A. (2004). *Auxiliares de seguridad de la junta de Andalucía*. Sevilla: Editorial Mad, S.L.
- NEUNER. (JULIO de 2016). *9NEUNER*. Obtenido de <http://www.pmr-funkgeraete.de/Funkgeraete/Zubehoer-CB/AFU/Messgeraete/SWR-Meter::560.html>
- Proteg. (2012). *Citófono Inalámbrico GSM*. Obtenido de Citófono Inalámbrico GSM: <http://www.proteg.cl/manuales/citofono.pdf>
- PROTEG. (2016). *Citofono inalambrico GSM*.
- Rodríguez, L. (2008). *Telecomunicaciones: historia y conceptos básicos*. México D.F.
- SENATEL. (2012). *Linea Base de la Banda Ancha en el Ecuador al 2011*. quito, Pichincha, Ecuador.
- tARINGA. (2016). *dipolo para la banda de 2 metros vhf*.
- Theme18. (27 de Noviembre de 2015). *Termina transmisión analógica en algunas entidades*. Obtenido de Termina transmisión analógica en algunas entidades: <http://tres.republicayglobalizacion.com/index.php/2-uncategorised/2-termina-transmision-analogica-en-algunas-entidades-anuncia-ifetel>
- TOWERTEL. (2014). *Torres ventadas*. Obtenido de Torres ventadas: <http://towertel.com.pe/torres-ventadas.php>
- Triguez, R. (2008). *Curso de Operación Equipos de Comunicaciones*. General Alvear.
- TRIKDIS. (2016). *Red de radio VHF/UHF*.

- Turmero, P. (2015). *Radio de dos vías y su funcionamiento*. Obtenido de Radio de dos vías y su funcionamiento: <http://www.monografias.com/trabajos104/radio-dos-vias-y-su-funcionamiento/radio-dos-vias-y-su-funcionamiento.shtml>
- UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO . (2014). *Redes de comunicación*. puerto Rico.
- Universidad La Salle. (2015). *Línea de transmisión*. Barcelona , Cataluña, España. Obtenido de <http://web.salleurl.edu/~se04066/mesures/p11.pdf>
- Williams, W. (2016). *Using a Phone Patch in Your Voice Over Home Recording Studio*.
- XATAKA MOVIL. (2016). Obtenido de *La red telefónica GSM, ¿para dar servicio a las máquinas o a los humanos?*



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SEVILLANO SANCHEZ, ERICK ADRIAN** con C.C: # 0950353607 autor del Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LA URBANIZACIÓN CIUDAD SANTIAGO UTILIZANDO TECNOLOGÍA PHONEPATCH** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

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

Guayaquil, 14 de Septiembre de 2016

f. \_\_\_\_\_

Nombre: SEVILLANO SANCHEZ, ERICK ADRIAN

C.C: 0950353607

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LA URBANIZACION CIUDAD SANTIAGO UTILIZANDO TECNOLOGIA PHONEPATCH.		
<b>AUTOR(ES)</b>	ERICK ADRIAN SEVILLANO SANCHEZ		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. MARCOS MONTENEGRO TAMAYO		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de Septiembre de 2016	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	73
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	RED DE COMUNICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA UTILIZANDO TECNOLOGIA PHONEPATCH		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS, RADIOFRECUENCIA, RADIOAFICIONADO, PHONEPATCH, TRANSMISOR, RECEPTOR, CITÓFONO.		

#### **RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):**

El presente proyecto tiene el propósito de dar solución al problema de comunicaciones entre la guardianía y cada uno de los propietarios de la Urbanización Ciudad Santiago se realizó el análisis y diseño de una red de radiofrecuencia que brinde la posibilidad de comunicar al guardia con los propietarios de la Urbanización Ciudad Santiago localizada en el kilómetro 19,5 en la vía Daule en la ciudad de Guayaquil, debido a que no existe un medio de comunicación directa. Cuando un visitante desea acudir a determinada vivienda tiene que solicitar el ingreso por la guardianía y esta a su vez con el dueño de alguna de las familias de la urbanización, esto ha ocasionado incomodidades para el guardia que se ve en la obligación de trasladarse a cada hogar ya sea a pie o en bicicleta. Por esta razón se ha determinado necesario realizar el análisis y diseño red de comunicación inalámbrica o radiofrecuencia basada en la frecuencia de radioaficionado y la tecnología phonepatch en cada casa. El uso de la red de radiofrecuencia y tecnología phonepatch permite tener una comunicación en un tiempo inmediato.

Para el desarrollo del diseño de esta red, se ha tomado en cuenta ciertos parámetros como la banda de frecuencia en que se trabaja, el tipo de antenas que se usarán para la comunicación, los equipos transmisores y receptores, el equipo phonepatch y los citófonos de comunicación, se pretende dar solución de comunicación entre la guardianía y los habitantes de la urbanización.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-994498552	<b>E-mail:</b> erick.sevillano93.es@gmail.com
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando	
<b>COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-68366762	
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>	

#### **SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	