



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

Informe Técnico

Nombre de Proyecto: DISEÑO DE LA RED DE RADIOCOMUNICACIONES PARA LA INTERCONEXIÓN TRONCALIZADA DEL SISTEMA INTEGRADO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL GOBIERNO NACIONAL DEL ECUADOR, EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.

Integrante: STALIN MAURICIO RAMÍREZ REA.

DIRECTORA: ING. SANDRA CASTRO.

IBARRA, 2015

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Resumen.....	1
3.	Cuerpo De Trabajo	1
3.1.	Capítulo I: Análisis de la arquitectura actual de la red y fundamentos de radio troncalizada	1
3.1.1.	Arquitectura actual de la red	1
3.1.2.	Sistema de radio troncalizado.....	1
3.2.	Capítulo II: Análisis de la situación geográfica y requerimientos del diseño	2
3.2.1.	Análisis de la situación geográfica.....	2
3.2.2.	Requerimientos de diseño	3
3.3.	Capítulo III: Diseño de la radio troncalizada.....	3
3.4.	Capítulo IV: Pruebas del Diseño	4
3.5.	Capítulo V: Análisis de Costos	4
4.	Conclusiones.....	4
5.	Recomendaciones	5
6.	Bibliografía	7

1. Introducción

El presente informe describe el proceso que se realizó para el desarrollo de la investigación denominada Diseño de la Red de Radiocomunicaciones para la Interconexión Troncalizada del Sistema Integrado de Seguridad Ciudadana del Gobierno Nacional del Ecuador, en la Provincia de Imbabura, aquí se podrá evidenciar los pasos más relevantes en la ejecución del mismo.

2. Resumen

En el presente documento se indican los procesos que se siguieron en la elaboración de proyecto de tesis, el cual consta de cinco capítulos. Cada uno de ellos describe las técnicas utilizadas en el transcurso del desarrollo del diseño de la red troncalizada, para el cual se realizó un estudio de la situación actual de la red en la provincia de Imbabura, se estudió la normativa vigente de los sistemas troncalizados en el

Ecuador, también se hizo un análisis de las zonas de cobertura actuales y futuras de la red troncalizada, para esto se determinó las elevaciones geográficas de mayor altitud donde se ubicarán las repetidoras para el diseño propuesto.

El proyecto nace de la necesidad de interconectar a la provincia de Imbabura a la Red Troncalizada del Sistema Integrado de Seguridad Ciudadana del Gobierno Nacional del Ecuador, inmescuyendo principalmente a la Policía Nacional que es la que maneje este sistema troncal, además se solventará los inconvenientes que en la actualidad tiene esta red troncalizada.

Para empezar con la ejecución del mismo se realizó un estudio de las características, la arquitectura y el funcionamiento de la actual red de comunicaciones de la Policía Nacional, esto conjuntamente con el análisis de la situación geográfica donde se desea brindar cobertura, según esto se presentó

las características técnicas y geográficas actuales dentro de la provincia para la ubicación de las repetidoras remotas, la red diseñada en base a estos parámetros fue sujeta a pruebas de simulación mediante el software Radio Mobile, aquí se pudo determinar su factibilidad y alcance propuesto.

La ejecución del análisis costo beneficio brinda la idea exacta de cuanto es el valor económico para la instalación y funcionamiento de la Red Troncalizada, además con este análisis se llegará a determinar qué tan beneficioso es para la sociedad el proyecto planteado.

De esta manera se llega a diseñar la red con cuatro sitios remotos nuevos de la red troncalizada en la provincia de Imbabura, ubicados en lugares estratégicos de la provincia, en la zona noroeste el repetidor el Habra, en la zona noreste el repetidor Cabras, en la zona suroeste el repetidor Tabacoloma y en la zona sureste el repetidor Cerro Blanco, estos

nuevos repetidores brindarán cobertura a zonas rurales donde miembros policiales ejecutan su trabajo sin las herramientas necesarias. Estos sitios se interconectan mediante un sistema microondas ocupando la frecuencia de los 5 GHz, para el repetidor troncalizado se usa equipos del fabricante Motorola por estandarización de la red a nivel nacional este usa las frecuencias de 800 MHz para su difusión.

Se incluye un diagrama de ingeniería de detalle, donde se ilustrará los enlaces para la transmisión de la información, de la misma manera se detalla los equipos a utilizar, resultados de la simulación de cobertura de la red, consumo de energía AC y DC conjuntamente con la climatización con la que contará el cuarto de telecomunicaciones en cada repetidora.

A continuación se describen los siguientes capítulos de investigación y desarrollo para el proyecto propuesto.

3. Cuerpo De Trabajo

3.1. Capítulo I: Análisis de la arquitectura actual de la red y fundamentos de radio troncalizada

En este capítulo se realizó el análisis de la arquitectura actual de la red y conceptos básicos de radio troncalizada, se realizó un estudio de las características, la arquitectura y el funcionamiento de la actual red de comunicaciones de la Policía Nacional, además un estudio de la tecnología radio trunking y los aspectos vigentes de regulación en el país sobre los sistemas troncalizados para su operación.

3.1.1. Arquitectura actual de la red

La Policía Nacional en el Ecuador en la actualidad cuenta con un sistema de radio comunicación basado en la tecnología SmartZone, correspondiente a la versión 4.1, desarrollada por el

fabricante Motorola, cuyo rango de operación está en los 800 MHz. Este sistema tiene la característica de soportar servicios de tráfico de voz analógico y digital, consta de varios sitios de repetición remotos a nivel nacional, estos sitios se encuentran configurados para trabajar en tipo área extendida y enlazados a través de enlaces microondas con el Controlador Maestro ubicado en la Dirección Nacional de Comunicaciones.

3.1.2. Sistema de radio troncalizado

En estos sistemas, el tráfico generado por un grupo de usuarios móviles se ofrece a un conjunto de varios canales, esto permite que la asignación de frecuencias a los usuarios no sea rígida sino dinámica. Un canal es asignado solamente cuando existe demanda, permitiendo así minimizar el tiempo de desocupación, ya que cada usuario ocupa el canal solo el tiempo de conversación, cuando esta concluye el canal automáticamente se libera,

devolviéndose a la reserva para que pueda ser asignado a otro usuario, como muestra la siguiente figura:

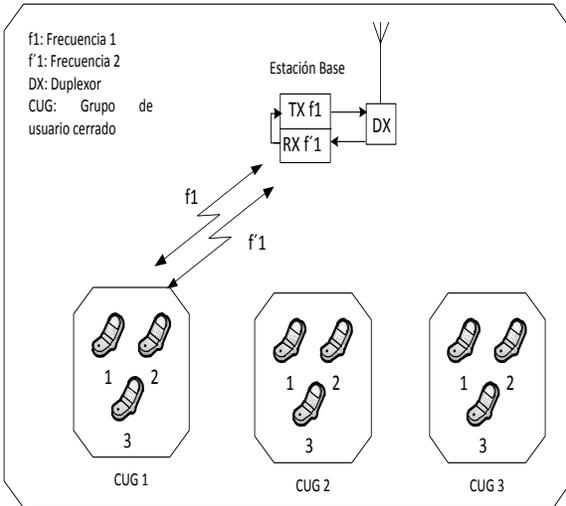


Figura 1. Sistema troncal por grupo de usuarios.

3.2. Capítulo II: Análisis de la situación geográfica y requerimientos del diseño

Se investigó los lugares donde deseamos brindar cobertura, según esto se presentó las características técnicas y geográficas actuales dentro de la provincia para la ubicación de las repetidoras.

3.2.1. Análisis de la situación geográfica

Se desarrolló un análisis de los sitios geográficos donde la Policía Nacional presenta actualmente inconvenientes o no existe cobertura de la red de radio troncalizada, para esto se ejecutó pruebas de intensidad de la señal en las frecuencias que trabaja la policía actualmente mediante el analizador de espectros Aeroflex 3920 OPT 201, permitiendo especificar los lugares de la provincia al noroeste, noreste, sureste y suroeste que no poseen cobertura de red.

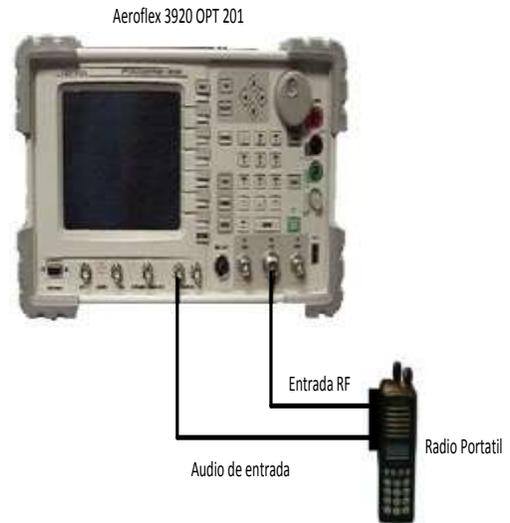


Figura 2. Conexión del Aeroflex 3920 OPT 201

3.2.2. Requerimientos de diseño

Los requerimientos de diseño se fundamentaron en la norma técnica para sistemas troncalizados emitida por el CONATEL mediante resolución 264-13-CONATEL-2000 para sistemas troncalizados en el Ecuador, dentro de esta resolución se considera parámetros como características técnicas del sistema, el plan de canalización de bandas y el plan de frecuencias.

3.3. Capítulo III: Diseño de la radio troncalizada

El nuevo diseño de la red de radio comunicación troncalizada en Imbabura, se basa en el sistema trunking APCO25, los sitios remotos a implementarse deben constar con la arquitectura de la red, equipos de telecomunicaciones, sistemas de energía eléctrica, sistemas de radiación, cálculos de la

propagación y los servicios que ofrecerá la red diseñada.

Los sitios de repetición deben poseer las mismas características físicas y técnicas, tanto en equipos como en infraestructura por motivos de estandarización, con excepción de las torres de transmisión que dependerá del enlace a diseñarse.

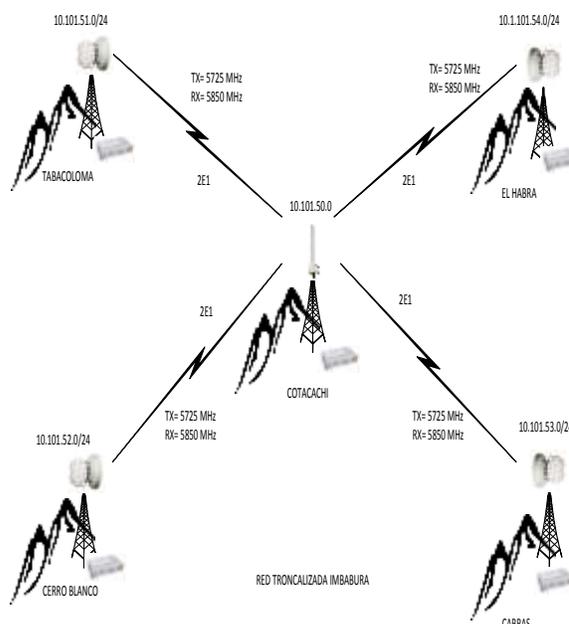


Figura 3. Diseño de la radio troncalizada para Imbabura.

3.4. Capítulo IV: Pruebas del Diseño

Una vez completado el diseño del sistema mediante los cálculos correspondientes se elabora la simulación usando el software radio Mobile para verificar el funcionamiento del enlace para que este brinde una cobertura de calidad además se realizó la interpretación de la simulación del enlace y la cobertura del mismo.

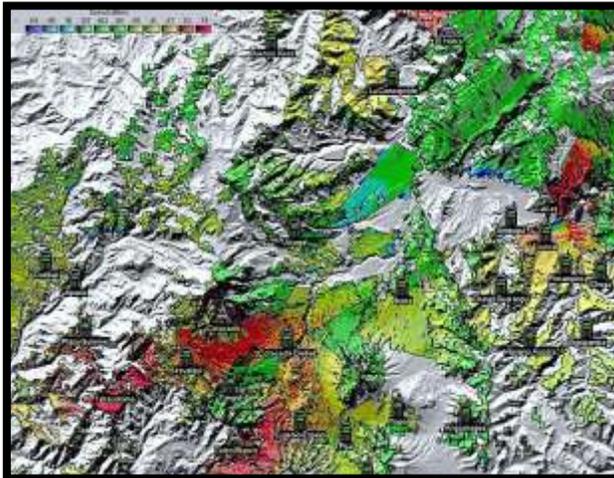


Figura 4. Cobertura del sistema troncalizado en Imbabura

3.5. Capítulo V: Análisis de Costos

Al análisis costo beneficio en el proyecto realizado corresponde al

presupuesto referencial de los equipos a utilizar en el diseño, además del análisis de costos para la implementación y su funcionamiento. Los beneficios que presenta esta investigación tienen un valor cualitativo debido a que no son económicos, pero si sociales, logrando brindar un mejor servicio para la Policía Nacional y esta institución a su vez mayor seguridad a la sociedad.

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [USD]
Costos de Equipos	1'667.278,00
Costos de Ingeniería	33.345,56
Costos Totales de Instalación	15.800,00
COSTO TOTAL	1'716.423,56

4. Conclusiones

- Los objetivos planteados en el diseño propuesto, de brindar la cobertura de la red troncalizada en toda la provincia de Imbabura junto con la interconexión a nivel nacional se ve realizada por medio del incremento de los cuatro

repetidores remotos y el uso de la tecnología APCO 25 propiedad del fabricante Motorola.

- Al usar una frecuencia libre para los enlaces microondas de la red troncalizada de los sitios remotos, permite al estado ahorrar dinero en concesión de frecuencias, además de la utilización eficiente del espectro radioeléctrico en el país.
- El diseño de la red troncalizada presenta enlaces de gran distancia, para que esto no cause problemas de operatividad a otros sistemas las dimensiones deben realizarse adecuadamente en parámetros técnicos y físicos de los equipos e infraestructura elegida.
- Los repetidores remotos de la red troncal ubicada dentro de la provincia se interconectaron al sitio principal ubicado en la Dirección Nacional de Comunicaciones, mediante enlaces de microonda que cumplen con el objetivo de disponibilidad del 99,999%,

arrojado del diseño del análisis teórico.

- El uso de software informático en la realización del diseño de la red troncalizada brindó el apoyo adecuado a la ejecución de la ingeniería en detalle, los valores y resultados arrojados son de completa satisfacción para el cumplimiento del objetivo inicial.
- La provincia de Imbabura presenta una geografía con elevaciones de gran consideración a lo largo de toda su extensión, por este motivo el diseño de la cobertura de la red se vio afectada debido a este problema geográfico crucial en sistemas microondas.

5. Recomendaciones

- Realizar una actualización del software del repetidor troncalizado que existe en la actualidad en Imbabura que es el de Cotacachi, para que pueda migrar a un nuevo protocolo como el APCO 25 con el cual se plantea el diseño actual.

- El diseño planteado debe tener las características de escalabilidad de manera adecuada sin afectación a la infraestructura actual de la red, los nuevos repetidores deben incorporarse de manera correcta a la funcionalidad del sistema, por esto se recomienda el uso de equipos del mismo fabricante usado en la actualidad que es de Motorola Inc., esto con el objetivo de llegar a una estandarización y funcionalidad correcta de los servicios que ofrece la empresa mencionada.
- En la red troncalizada es primordial dimensionar el tráfico a cursar dentro de la red, para esto se usó el parámetro de congestión, las llamadas que ingresan al sistema no se descartan, se mantiene en espera un determinado tiempo para que un canal sea asignado por el repetidor, para ello se usó el tráfico de Erlang que permite asignar el número de canales necesarios para que las llamadas no sean rechazadas. A futuro es

recomendable dimensionar el número de usuarios que presenta la red troncalizada, esto con la finalidad de estudiar si es necesario la posibilidad de incrementar el número de canales en los sitios de repetición.

- Para el presupuesto referencial en la inversión de mejoras del proyecto es recomendable realizarlo tomando en cuenta todos los costos de adquisición de equipos, accesorios, materiales, inversiones en personal técnico y costos de instalación actuales a la fecha realizada.
- La red troncalizada está catalogada como un sistema de telecomunicaciones crítico por este motivo es necesario que se planifique un mantenimiento preventivo cuando sea implementado, con personal técnico capacitado que la CNT EP lo posee.

6. Bibliografía

- CONATEL, (2011). MARCO REGULATORIO DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS EN EL ECUADOR - REGLAMENTO Y NORMA TÉCNICA PARA LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS.
- DUNLOP, J. & SMITH, D.G. (2009). Telecommunications Engineering, Fourth edition. England: Chapman and Hall.
- HERNANDO RABANOS, J., MONTERO, M., PÉREZ, F. (2010). Ingeniería de Sistemas Trunking. Madrid: Editorial Síntesis.
- HERNANDO RABANOS, J., RIERA, J., MENDO, T. (2013). Transmisión por Radio. Madrid: Centro de estudios Ramón Aceres.
- MURILLO, Juan. (2008). Sistemas de Radiocomunicaciones Móviles. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Sevilla.
- SENDÍN, Alberto. (2004). Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles. Escalona: Mc Graw Hill.
- SINCHE, Soraya. (2007). Comunicaciones Inalámbricas. Ecuador: Servicio de Publicaciones Universidad Politécnica Nacional.
- TSE, D. & VISWANATH, P. (2005). Fundamentals of Wireless Communication. England: Cambridge University Press
- Universidad de Alcalá, (S.F.), Teoría de Señal y Comunicaciones. Fundamentos de los Sistemas de Radiocomunicación. Madrid – España.