



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO DE SERVICIO DE
TELECOMUNICACIONES MEDIANTE
HELICÓPTEROS DE LAS FUERZAS ARMADAS EN
EL DISTRITO DE KIMBIRI - CUSCO**

NOMBRE DEL ALUMNO

CASTILLA NECOCHEA ERICK SAUL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

LIMA-PERÚ, 2016

DEDICATORIA

Para mis padres Rogelio Castilla y Dora Necochea que me apoyaron todo el tiempo también a aquellos que me dieron su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el constante apoyo brindado y la confianza depositada para lograr mi desarrollo personal. A todas las personas con las que he podido compartir esta etapa universitaria de los cuales he logrado aprender mucho. A mis compañeros con los cuales he podido compartir en todo este tiempo.

RESUMEN

Las redes inalámbricas de área local (WLAN) juegan en la actualidad un papel muy importante, este tipo de redes facilita la comunicación proporcionando un acceso y aplicaciones de la red desde cualquier parte del perímetro de trabajo.

Las Fuerzas Armadas al no contar con un servicio de telecomunicaciones sufren problemas debido a que los especialistas de las FF.AA que tripulan el helicóptero siempre después de hacer el análisis y el estudio para las misiones para combatir el terrorismo, narcotráfico y contaminación ambiental a darse en el distrito de Kimbiri – Cusco necesitan el servicio de telecomunicaciones para el uso de sus aplicaciones y comunicación efectiva con las tropas.

Dada la problemática, es indispensable el uso de una alternativa tecnológica económica y eficiente a fin de asegurar que las tropas de las Fuerzas Armadas tengan el servicio de telecomunicaciones oportuna, no pierdan el tiempo y sean más eficientes, incrementando la productividad y permitiendo el rápido desarrollo de la seguridad en el distrito de Kimbiri.

El objetivo principal de la presente de tesis propone el diseño del servicio de telecomunicaciones mediante helicópteros de las Fuerzas Armadas en el distrito de Kimbiri. Por tal motivo, se realiza un estudio de las principales tecnologías y estándar de comunicación inalámbricas de la actualidad como es el IEEE 802.11 y la tecnología VSAT. Además se describen los principales métodos de seguridad inalámbricos. Luego se selecciona la tecnología y un método de seguridad, teniendo en consideración las misiones de las tropas de las Fuerzas Armadas, también se describen equipos a usar para luego ser seleccionados y configurados para su correcto funcionamiento.

La siguiente tesis tiene 6 capítulos, el primero describe las generalidades de las Fuerzas Armadas, en el segundo se plantea la problemática de las Fuerzas Armadas, el tercer capítulo se describen las principales tecnologías de diseño y seguridad además se desarrolla el diseño del servicio de telecomunicaciones

realizando pruebas usando un software de simulación y por último se describe la planificación del proyecto.

Esta tesis contribuye a mejorar el sistema de comunicación con las tropas de las Fuerzas Armadas de esta manera se beneficiarán el país y sobre todo los pobladores del distrito de Kimbiri.

ABSTRACT

Wireless local area networks (WLANs) now play a very important role, this type of network facilitates communication by providing access and network applications from any part of the working perimeter.

The Armed Forces, because they do not have a telecommunication service, are suffering because the specialists of the Armed Forces that are always in the helicopter crew after doing the analysis and the study for the missions to combat terrorism, drug trafficking and environmental pollution to be given In the district of Kimbiri - Cusco need the telecommunications service for the use of their applications and effective communication with the troops.

Given the problem, it is essential to use an economical and efficient technological alternative to ensure that the Armed Forces troops have the timely telecommunications service, do not waste time and are more efficient, increasing productivity and allowing the rapid development Of security in the district of Kimbiri.

The main objective of this thesis proposes the design of the telecommunication service by helicopters of the Armed Forces in the district of Kimbiri. For this reason, a study of the main technologies and standard of wireless communication of the present time is realized as it is the IEEE 802.11 and the technology VSAT. It also describes the main wireless security methods. Then the technology and a security method are selected, taking into consideration the missions of the Armed Forces troops, also describing equipment to be used and then selected and configured for its correct operation.

The following thesis has 6 chapters, the first describes the generalities of the armed forces, the second poses the problematic of the Armed Forces, the third chapter describes the main technologies of design and security in addition develops the design of the telecommunications service Performing tests using simulation software and finally describing project planning.

This thesis contributes to improve the system of communication with the Armed Forces troops in this way will benefit the country and especially the residents of the district of Kimbiri.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CARATULA | I |
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| RESUMEN | IV |
| ABSTRACT | VI |
| TABLA DE CONTENIDOS | VIII |
| INTRODUCCIÓN | XI |
| CAPÍTULO I: GENERALIDADES | 12 |
| 1.1 Antecedentes de la unidad, institución o empresa | 12 |
| 1.2 Perfil de la unidad, Institución o empresa | 15 |
| 1.3 Actividades de la unidad, institución o empresa | 16 |
| 1.3.1 Misión | 16 |
| 1.3.2 Visión | 16 |
| 1.3.3 Objetivo | 17 |
| 1.4 Organización actual de la unidad, institución o empresa | 17 |
| CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA | 19 |
| 2.1 Descripción de la realidad problemática | 19 |
| 2.2 Definición del problema | 22 |
| 2.3 Objetivos del proyecto | 22 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO | 24 |
| 3.1 Descripción y diseño del proceso desarrollado | 24 |
| 3.1.1 Requerimientos | 27 |
| 3.1.2 Cálculos | 27 |
| 3.1.3 Equipos utilizados | 33 |
| 3.1.4 Conceptos básicos para el diseño del piloto | 40 |
| 3.1.5 Infraestructura | 43 |
| 3.2 Conclusiones | 51 |
| 3.3 Recomendaciones | 52 |
| CAPÍTULO IV: REFERENCIAS | 53 |
| CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS | 55 |
| 5.1 Glosario de términos | 55 |
| CAPÍTULO VI: ANEXOS | 59 |
| ANEXO 1 – CISCO ROUTER 2911 | 60 |
| ANEXO 2 – Antena + AP UBIQUITI networks NanoStation 2 | 76 |
| ANEXO 3 – Panduit | 79 |
| ANEXO 4 – Diapositivas | 81 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Fuerzas Armadas del Perú. | 15 |
| Figura 2: Misión de las Fuerzas Armadas del Perú. | 16 |
| Figura 3: Visión de las Fuerzas Armadas del Perú. | 17 |
| Figura 4: Cultivo y erradicación de la Coca en el Perú. | 20 |
| Figura 5: Cultivos de la Coca por región. | 21 |
| Figura 6: Producción de hoja de Coca legal e ilegal en el Perú. | 21 |
| Figura 7: Desarrollo del proyecto. | 24 |
| Figura 8: Topología punto a multipunto VSAT. | 25 |
| Figura 9: Diagrama de espectros electromagnéticos. | 25 |
| Figura 10: Diseño del enlace punto a punto. | 28 |
| Figura 11: Vista horizontal del enlace en el distrito de Kimbiri. | 28 |
| Figura 12: Ubicación de puntos en el software. | 29 |
| Figura 13: Parámetros del enlace en el software. | 30 |
| Figura 14: Atenuación específica por gases atmosféricos. | 32 |
| Figura 15: Router Cisco 2911. | 34 |
| Figura 16: Antena Ubiquiti networks modelo Nanostation 2. | 38 |
| Figura 17: Cable UTP categoría 6. | 39 |
| Figura 18: Conector Rj-45. | 39 |
| Figura 19: Enlace punto a punto. | 43 |
| Figura 20: Vista de perfil de elevación (torre principal - helicóptero). | 44 |
| Figura 21: Torre auto soportada. | 45 |
| Figura 22: Banco de baterías. | 47 |
| Figura 23: Helicóptero modelo Mi -17. | 49 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Organigrama proyecto reglamento del decreto legislativo N° 1136. | 18 |
| Tabla 2: Distritos del VRAE. | 23 |
| Tabla 3: Bandas de frecuencia. | 26 |
| Tabla 4: Características y beneficios del router Cisco 2911. | 35 |
| Tabla 5: Características y beneficios del router Cisco 2911. | 38 |
| Tabla 6: Planificación del proyecto. | 50 |

INTRODUCCIÓN

La posibilidad de ofrecer servicios de telecomunicaciones a nuestras Fuerzas Armadas se vuelve un desafío cada vez mayor. El despliegue de tecnologías de comunicaciones en estos lugares remotos se convierte en un reto. Por ejemplo, los helicópteros carecen de servicio de internet. La falta de infraestructura y soluciones de telecomunicaciones sumado al poco interés de las autoridades ocasiona el retraso en el desarrollo de la seguridad en el país. Ante esta situación, el presente documento muestra una alternativa de servicio de telecomunicaciones para implementar en los helicópteros de la FF.AA.

El trabajo muestra que el servicio de internet proveniente de un proveedor de Internet Satelital luego de eso se realizará el desarrollo de un enlace punto a punto con el helicóptero, la cual consiste en una solución mixta en tecnologías: un transporte de tipo enlace punto a punto y el acceso final mediante el uso de wifi (wireless fidelity) (fidelidad inalámbrica) (este último para proveer el servicio de internet a las tropas y tener una comunicación - planificación más rápida y eficaz). Se escogen estas tecnologías debido a la problemática del acceso a servicios de internet y comunicaciones en una zona de difícil acceso. Se propone esta alternativa de manera que pueda ser replicada en más helicópteros que pertenezcan a las FF.AA. Luego de ello, se realiza el estudio de las tecnologías para continuar con el diseño de ingeniería de la solución. Finalmente se presenta un análisis de costos del diseño e implementación incluyendo formas de financiamiento para el proyecto.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes de la unidad, institución o empresa.

Los orígenes del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (CCFFAA) se remontan a la década de 1950 cuando los estados mayores generales de las instituciones militares estudiaron las experiencias del empleo operacional de las Fuerzas durante la segunda guerra mundial y pusieron en evidencia la necesidad de que las Fuerzas Armadas del Perú, cuenten con una organización conjunta permanente por la importancia de que exista unidad de comando en el planeamiento de las operaciones, cuya ejecución y empleo en cualquier conflicto armado requiere de la coordinación permanente de todos los medios militares, aéreos y navales de la nación.

Frente a esta necesidad, las escuelas de guerra y el centro de altos estudios militares, presentaron un proyecto de factibilidad para crear una nueva organización donde el planeamiento de la defensa nacional se realice en forma permanente; tanto en tiempo de paz como de guerra, involucrando a las tres instituciones castrenses en esta tarea, diseñando su misión, organización y funcionamiento, con la finalidad de optimizar el empleo de los recursos humanos y materiales de las Fuerzas Armadas para garantizar la independencia , soberanía e integridad del territorio de la república.

Con el decreto supremo del 03 de setiembre de 1956, se designó una comisión para el estudio del proyecto de ley para la constitución y normar legalmente el funcionamiento de los organismos de Defensa Nacional, integrada por los generales de brigada José del Carmen Marín Arista, Félix Huaman Izquierdo y Alfredo

Rodríguez Martínez por el Ejército; el Contralmirante Alfonso Souza Armandoz, los capitanes de navío Hernán Vásquez Lapeyre y Carlos Monge Gordillo, por la marina de guerra, y los mayores generales Guillermo Van O'rdt León, Carlos Moya Alvarado y Guillermo Alegre Soriano por la fuerza aérea.

Uno de los primeros resultados de las actividades de la Comisión fue la presentación del proyecto de creación del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, que fue finalmente aprobado por DS N° 002-GM/1 del 01 de febrero de 1957, designándose como primer Presidente del CCFFAA al general división Manuel Cossio Cossio.

Se precisa en los artículos del decreto supremo que “el comando conjunto de las Fuerzas Armadas, depende directamente del presidente de la república, es el escalón más alto del planeamiento y coordinación de las operaciones de las Fuerzas del ejército, de la marina y de aeronáutica”.

Los cambios que se han producido a lo largo de los años en los entornos mundial, regional y nacional, relacionados con la seguridad y defensa han producido algunas modificaciones estructurales y organizacionales en el comando conjunto de las Fuerzas Armadas. Así de un organigrama estructural que inicialmente contaba con un presidente del comando conjunto de las Fuerzas Armadas, una jefatura de estado mayor y sus correspondientes divisiones y oficinas autónomas, debido a la situación de emergencia que vivió el Perú entre los años 80 y 90, se ampliaron los campos de acción del estado mayor creándose el frente interno con su propia subjefatura de estado mayor, de esta manera el comando conjunto paso a tener dos subjefaturas, una para el frente interno para atender a la situación terrorista en general y la otra para el frente externo para atender los problemas de seguridad y defensa nacional.

Al lograrse la pacificación en el frente interno y producirse el levantamiento del estado de emergencia en la mayor parte del territorio se vuelve en el año 2002 a la estructura organizacional con una sola jefatura de estado mayor con sus divisiones tradicionales y oficina autónomas.

El mismo año, a las seis (06) divisiones de estado mayor tradicionalmente establecidas, se incrementa con la 7ª división denominada, centro del derecho internacional humanitario y derecho de la guerra el cual trabaja en estrecha coordinación con organismos de apoyo como el comité de la cruz roja internacional.

Dentro del marco de la nueva ley del sector defensa, se incluyó como un órgano de línea en la estructura orgánica y funcional del Ministerio de Defensa al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas estableciéndole una organización acorde a sus lineamientos, con sus respectivos órganos de apoyo, asesoramiento y de línea contándose con la : 1ª División que tiene a su cargo aspectos de derechos humanos, asuntos civiles, personal y doctrina, 2ª División de inteligencia, 3ª División de operaciones, 4ª División de logística, 5ª División de telemática, 6ª División que está orientada al tratamiento de asuntos estratégicos e internacionales entre los que destacan las medidas de confianza mutua, operaciones de paz, cooperación internacional, oficina de enlace, asuntos antárticos, ecología, medio ambiente, tratados, convenios y finalmente el centro del derecho internacional humanitario.

En el año 2008, el jefe del Comando Conjunto de las FFAA aprobó la reestructuración del estado mayor conjunto, así como la creación de la escuela superior de las Fuerzas Armadas, junto con la intensificación de las operaciones en el VRAE, los cuales son los principales logros que contribuyen a que nuestra institución se consolide como el gran conductor estratégico militar de la nación.

Es así que la nueva organización del estado mayor conjunto de las FFAA cuenta con ocho divisiones del estado mayor conjunto (DIEMCFFAA), en razón a la necesidad de adecuar la institución a las exigencias que hoy imponen las nuevas amenazas que enfrentan los Estados. En virtud a esta reestructuración, la división de telemática ha sido reemplazada por la división de planes y política, así como la división de comando, control y comunicaciones en lugar de la división de asuntos estratégicos e internacionales. Asimismo han sido creadas la séptima DIEMCFFAA preparación y evaluación de las Fuerzas, y la octava (DIEMCFFAA) operaciones de información. Destaca también la unificación del Comando Operacional Nor Oriente (CONO) con el Comando Operacional Fluvial Amazónico (COFA), creándose de esta manera el Comando Operacional de la Amazonía (COAM), el cual planeará, organizará, dirigirá y conducirá las operaciones y acciones militares conjuntas de las

Fuerzas asignadas en su ámbito de responsabilidad para el cumplimiento de las tareas asignadas en el frente externo, interno y en el sistema de vigilancia de fronteras.

Como se señaló en párrafos anteriores, con la creación de la escuela superior de las Fuerzas Armadas se dio inicio a las actividades académicas con el objetivo de perfeccionar la preparación de los oficiales superiores del ejército, marina de guerra y fuerza aérea, para que se encuentren debidamente capacitados al desempeñarse como oficiales del estado mayor conjunto. En la figura 1 se describe una imagen de las Fuerzas Armadas del Perú.



Figura 1: Fuerzas Armadas del Perú.

Fuente: “Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas”. [2014]

1.2. Perfil de la unidad, institución o empresa.

El perfil de las Fuerzas Armadas es el bienestar y seguridad del estado peruano.

1.3. Actividades de la unidad, institución o empresa.

1.3.1.Misión.

Realizar el planeamiento, preparación, coordinación y conducción de las operaciones y acciones militares de las Fuerzas Armadas, enmarcadas en el respeto al derecho internacional humanitario. En la figura 2 se describe la misión de las Fuerzas Armadas del Perú.



Figura 2: Misión de las Fuerzas Armadas del Perú.

Fuente: “Comando conjunto de las Fuerzas Armadas”. [2014]

1.3.2.Visión.

Fuerzas Armadas peruanas, disuasivas, entrenadas en forma conjunta, equipadas de acuerdo a las amenazas y roles, y conducidas eficazmente para defender al Perú y sus intereses nacionales vitales. En la figura 3 se describe la visión de las Fuerzas Armadas del Perú.



Figura 3: Visión de las Fuerzas Armadas del Perú.

Fuente: “Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas”. [2014]

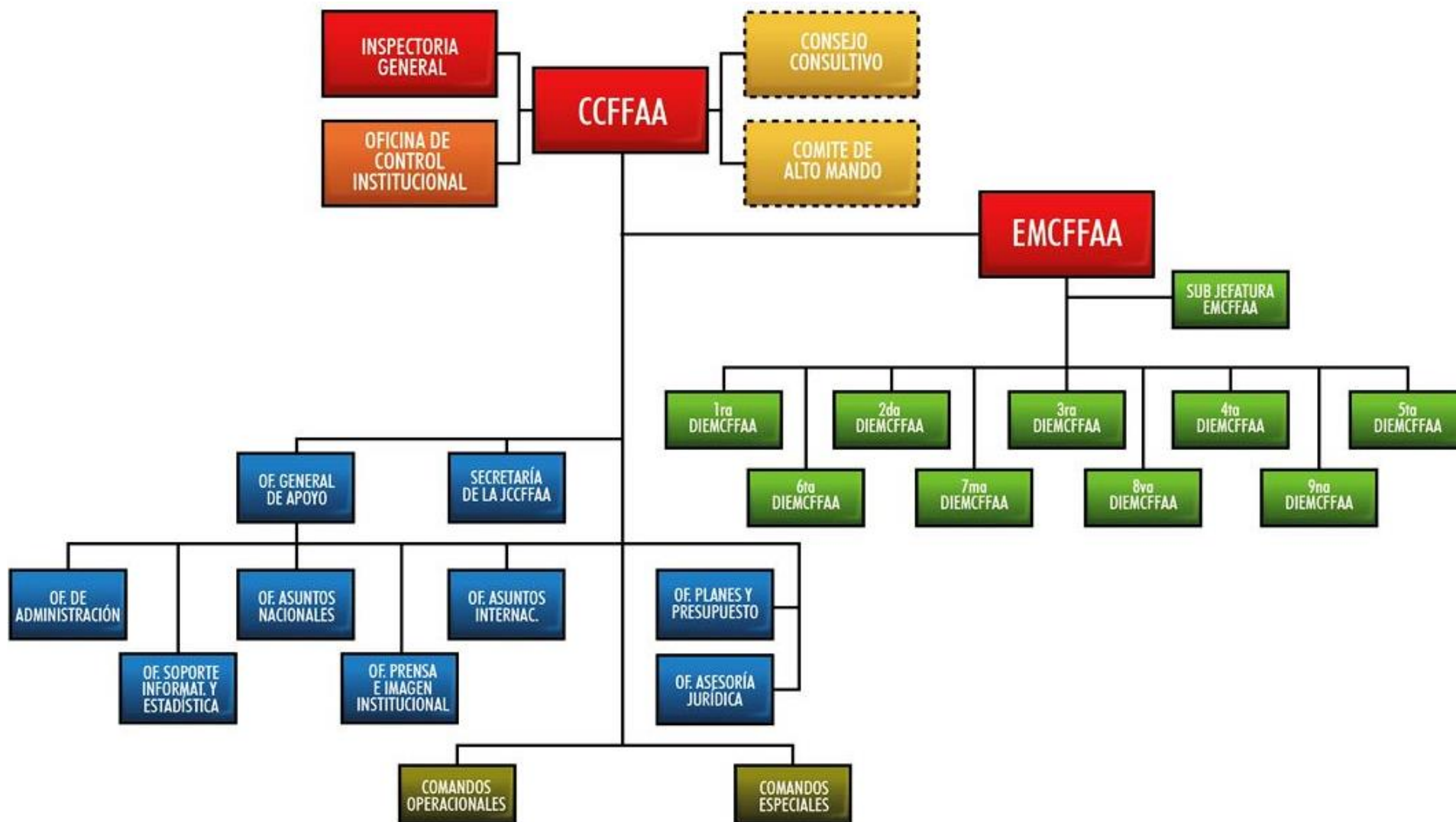
1.3.3. Objetivo.

El objetivo de las Fuerzas Armadas es la seguridad y bienestar en los centros rural con ayuda de los servicios de telecomunicaciones en su transporte aéreo.

1.4. Organización actual de la unidad, institución o empresa.

Se define su organización jerárquica de esta forma. En la tabla 1 se describe el organigrama proyecto reglamento del Decreto Legislativo N° 1136.

Tabla 1: Organigrama proyecto reglamento del decreto legislativo N° 1136.



Fuente: "Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas". [2014]

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la realidad problemática.

El problema radica que en la actualidad las Fuerzas Armadas del Perú no cuenta con servicio de telecomunicaciones en los helicópteros, con lo cual no se tiene acceso a la información de manera oportuna, en consecuencia existe pérdida de tiempo e ineficiencia que se ven reflejados en los índices de narcotráfico y terrorismo en el Perú obtenido de los informes del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Investigación) y ONUDD (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito) aunque actualmente viene siendo corregida pero no se logra la erradicación del problema. En la figura 4 se describe el cultivo y erradicación de la Coca en el Perú. En la figura 5 se muestra los cultivos de Coca en el Perú por región. En la figura 6 se describe la producción de hoja de Coca legal e ilegal en el Perú. En la actualidad nuestras Fuerzas Armadas combaten el narcotráfico y terrorismo en el VRAE sin éxito, por ende la necesidad de una planificación efectiva junta con las tropas del ejército y los helicópteros que sobrevuelan el distrito viene hacer el problemática de diseño para la erradicación del narcotráfico y terrorismo en el VRAE. Esto nos dará una eficiente comunicación, análisis y precisión en las misiones. En la tabla 2 se describe los distritos del VRAE. Según informes del INEI la plata del narcotráfico solo en los primeros seis meses de este año, 1,300 hectáreas de cultivos ilícitos de hoja de Coca ubicados en el VRAE se han transformado en terrenos para sembrar productos alternativos como café, cacao y piña, es destacable el esfuerzo por reducir a su mínima expresión los Cocales en el VRAE pero como reconoce la ONUDD, en el área mencionada no ha habido

operativos de destrucción de cultivos. En esta zona no ha existido sustitución o abandono, ni acciones de erradicación.

Más aún, en el informe de la ONUDD se precisa claramente no solo que no ha habido disminución de los Cocales que controla el narcotráfico en el VRAE, sino también que lo que se produce en esta zona representa el 67.8 por ciento de la oferta de hoja de Coca de todo el país que se destina a la elaboración de clorhidrato de Cocaína. Los “narcos” seguirán siendo un poder en el VRAE mientras no se eliminen los cultivos ilegales por esta razón se planteó esta solución de implementar servicios de internet en helicópteros de las Fuerzas Armadas.

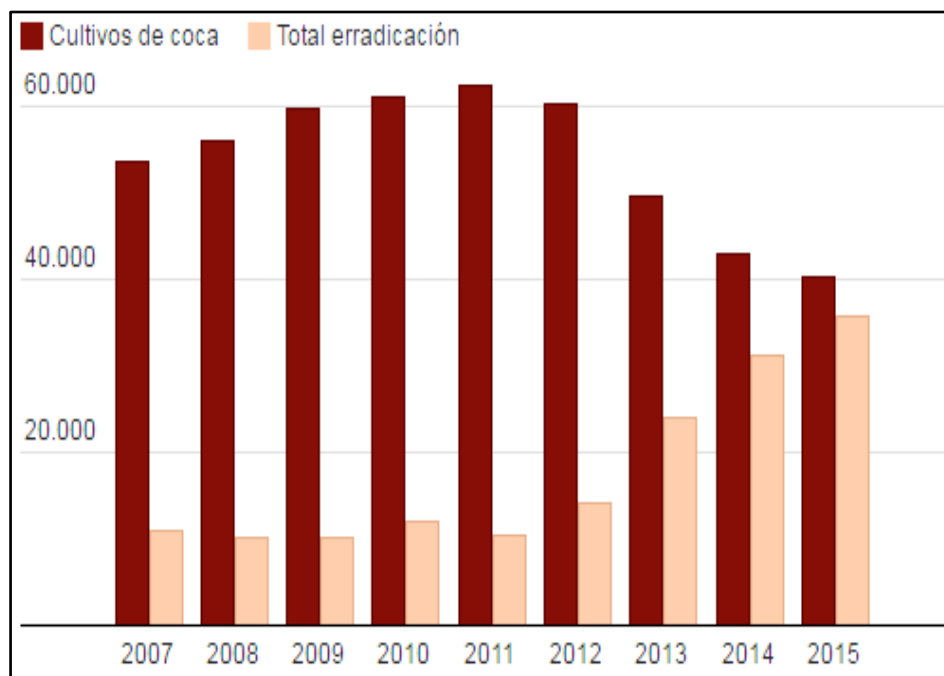


Figura 4: Cultivo y erradicación de la Coca en el Perú.

Fuente: “ONUDD”. [2015]

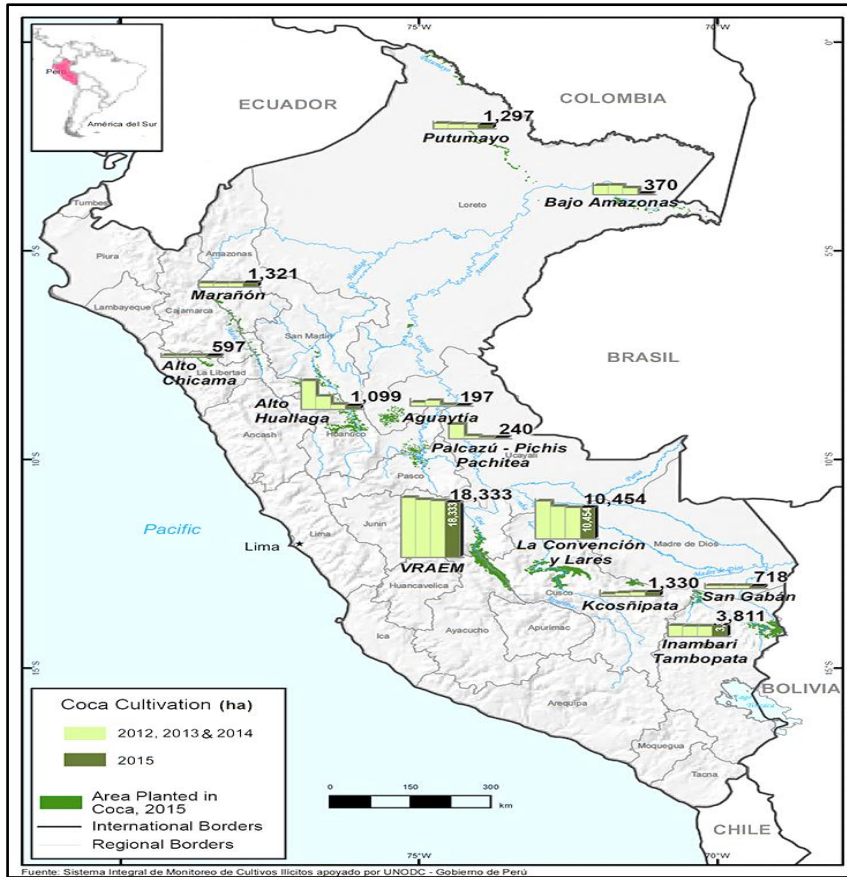


Figura 5: Cultivos de la Coca por región.

Fuente: "ONUDD". [2015]

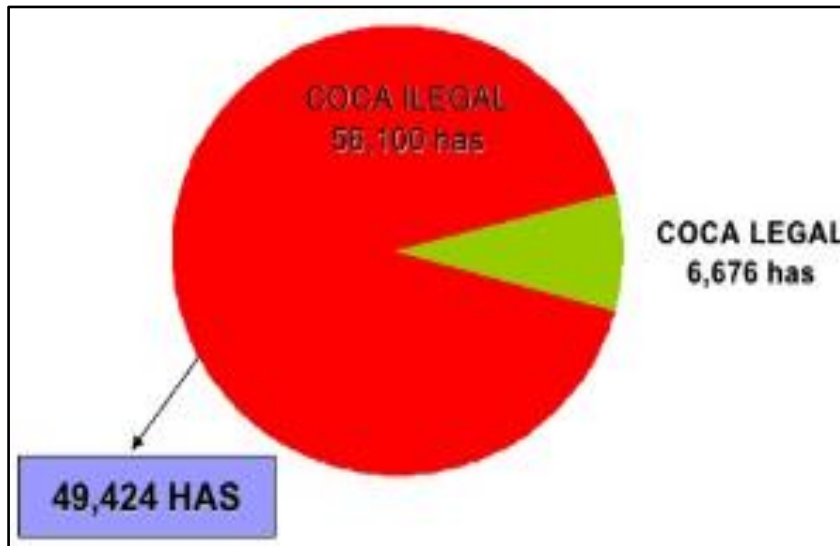


Figura 6: Producción de hoja de Coca legal e ilegal en el Perú.

Fuente: "INEI". [2015]

2.2. Definición del Problema.

Las Fuerzas Armadas no cuenta con servicio de telecomunicaciones en los helicópteros para la comunicación más precisa y análisis de los especialistas junto con las tropas del ejército en lugares de esta zona apartados que no cuentan con el servicio de telecomunicaciones.

2.3. Objetivo del Proyecto.

Diseñar servicio de telecomunicaciones en helicópteros de las Fuerzas Armadas para el distrito de Kimbiri - Cusco la cual mejorara la seguridad contra el terrorismo, narcotráfico y espionaje y esto se dará por medio de una comunicación eficaz y análisis más preciso.

Tabla 2: Distritos del VRAE.

| DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO |
|--------------|------------|----------------------|
| AYACUCHO | Huanta | Ayahuanco |
| | | Llochegua |
| | | Sivia |
| | | Santillana |
| | La Mar | Ayna |
| | | Santa Rosa |
| | | San Miguel |
| | | Anco |
| | | Samugari |
| | | Chungui |
| Cusco | Convención | Kimbiri |
| | | Pichari |
| | | Vilcabamba |
| Huancavelica | Tayacaja | Acostambo |
| | | Daniel Hernandez |
| | | Pazos |
| | | San Marcos de Rochac |
| | | Acraquia |
| | | Pampas |
| | | Quishuar |
| | | Surcubamba |
| | | Ahuaycha |
| | | Huachocolpa |
| | | Salcabamba |
| | | Tintay Puncu |
| | | Colcabamba |
| | | Huaribamba |
| Salcahuasi | | |
| Ñahuimpuquio | | |
| Junín | Satipo | Rio Tambo |
| | | San Martin de Pangoa |
| | | Mazamari |

Fuente: “Elaboración propia”.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado.

El proyecto estará dividido en etapas, se mostrará el desarrollo en un diagrama. En la figura 6 se describe el desarrollo del proyecto.

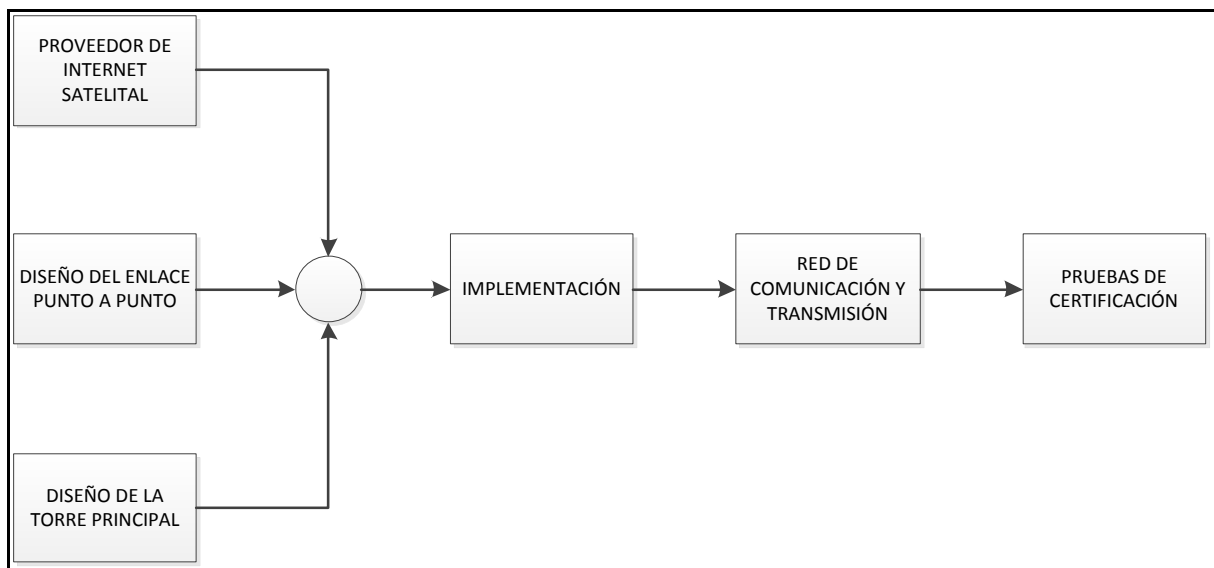


Figura 7: Desarrollo del Proyecto.

Fuente: “Elaboración propia”.

- Proveedor de internet satelital: El servicio de internet será contratado con el proveedor de internet satelital Gilat To Home que utiliza tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminal) (Terminal de Apertura Muy Pequeña) y

tendremos un ancho de banda 10 Mbps. La implementación se dará en la torre principal. En la figura 8 se describe la topología de la red satelital.

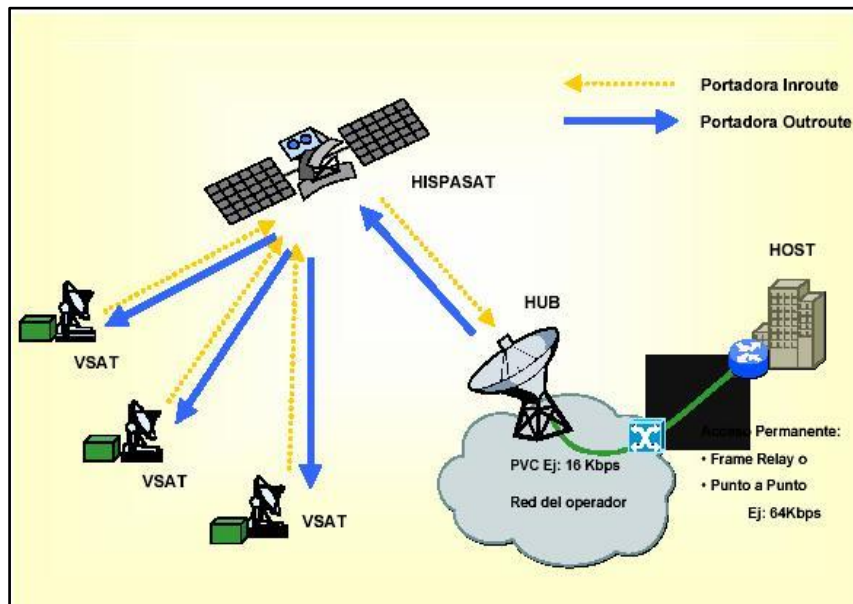


Figura 8: Topología punto a multipunto VSAT.

Fuente: "Vsat networks". [2003]

Banda de frecuencias utilizadas en el enlace satelital con tecnología VSAT:

- Para los espectro electromagnético

Se verificará a continuación los espectros electromagnéticos. En la figura 9 se describe el diagrama de espectros electromagnéticos.

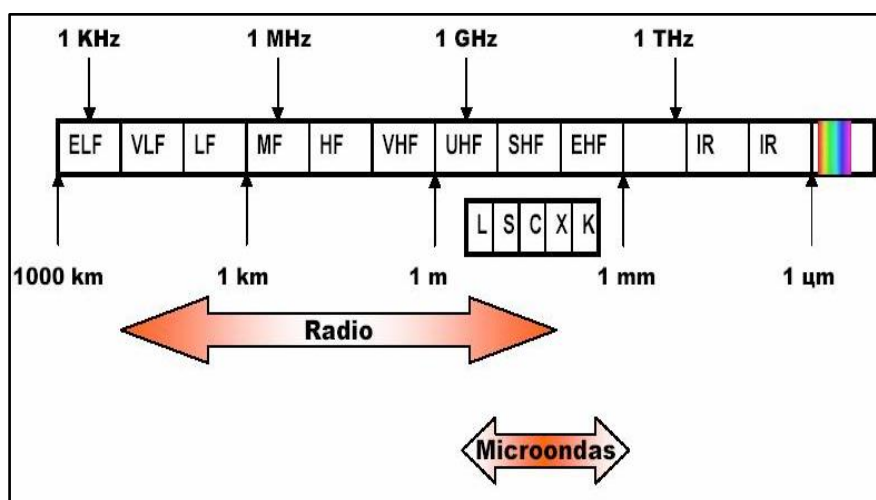


Figura 9: Diagrama de espectros electromagnéticos.

Fuente: "Plan de atribución de frecuencias". [2006]

- Para las siguientes Bandas de frecuencia. En la tabla 3 se describe la banda de frecuencias.

Tabla 3: Bandas de frecuencia.

| Banda | Denominación | Frec. Min | Frec. Max | λ max | λ min |
|-------|---------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| ELF | Frecuencia sumamente baja | - | 3khz | - | 100km |
| VLF | Frecuencia muy baja | 3khz | 30khz | 100km | 10km |
| LF | Frecuencia baja | 30khz | 300khz | 10km | 1km |
| MF | Frecuencia media | 300khz | 3Mhz | 1km | 100m |
| HF | Frecuencia alta | 3Mhz | 30Mhz | 100m | 10m |
| VHF | Frecuencia muy alta | 30Mhz | 300Mhz | 10m | 1m |
| UHF | Frecuencia ultra alta | 300Mhz | 3Ghz | 1m | 10cm |
| SHF | Frecuencia súper alta | 3Ghz | 30Ghz | 10cm | 1cm |
| EHF | Frecuencia sumamente alta | 30Ghz | 300Ghz | 1cm | 1mm |

Fuente: "Elaboración propia".

- Diseño del enlace punto a punto: En esta parte se realizó el estudio de factibilidad con cálculos para determinar la altura de la torre y las antenas a utilizar, en este caso utilizaremos el software AIRLINK para la simulación del diseño.
- Diseño de la torre principal: En esta parte se realizara el diseño en Autocad de la torre que se implementó en la sede Principal, además de los trabajos de Construcción.
- Implementación: En esta parte se ejecutó la instalación de los equipos de comunicaciones tanto en la sede principal como en el helicóptero. Utilizaremos Equipos Router AP Cisco y Antenas de la marca Ubiquiti.

- Red de comunicación y transmisión: En esta parte se realizó la alineación y conectividad entre la sede principal, el helicóptero y el perímetro en donde se encuentra las tropas, además programaremos seguridad en la red. Utilizaremos software Secure CRT.
- Pruebas de certificación: En esta etapa final se hará prueba con equipos certificados, analizando sus parámetros.

3.1.1. Requerimientos.

Requerimos para el desarrollo del proyecto:

- Para el diseño de enlace punto a punto en el proyecto se optó por usar software Airlink propiedad de la marca Ubiquiti que nos permite desarrollar la simulación de la red que estamos diseñando y permitirá obtener las dimensiones de las antenas y la torre principal, con esto garantizamos la fiabilidad que el proyecto será factible.
- Para el diseño de la torre principal se optó usar el software Autocad que nos permite realizar la estructura de la antena a colocar en la sede principal. Esta parte será realizada por una contrata de infraestructura en telecomunicaciones.
- Para la ejecución del proyecto se requirió el software Secure CRT que nos permitirá programar el enlace de los equipos así como la seguridad de la red.

3.1.2. Cálculos.

Los cálculos que se realizan en el diseño de este trabajo se realizaron mediante el programa Airlink de la marca Ubiquiti, que se encuentra en la web (<http://airlink.ubnt.com/#/>). En la figura 10 se describe el diseño del enlace punto a punto. En la figura 11 se describe la vista del enlace punto a punto.

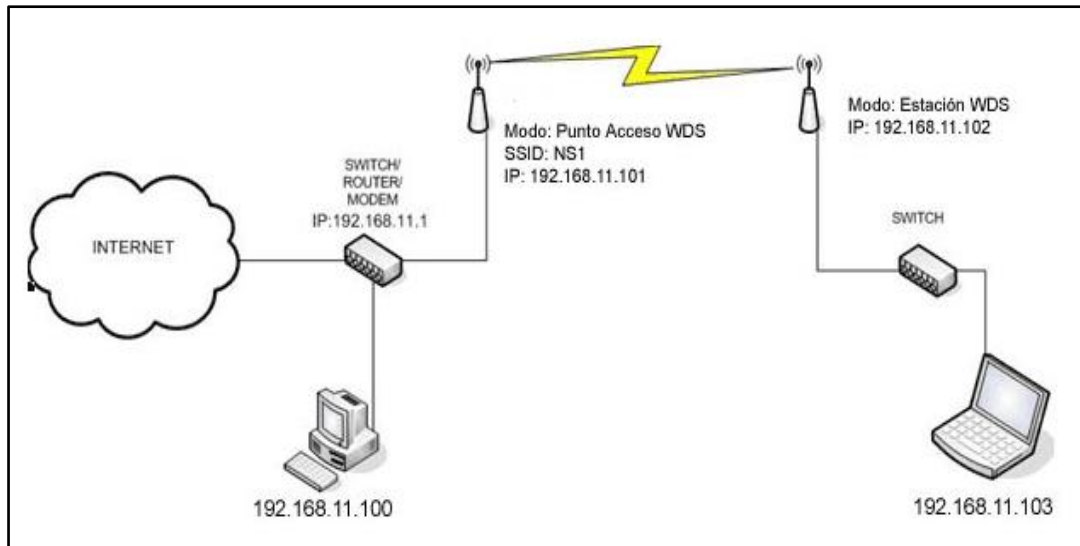


Figura 10: Diseño del enlace punto a punto.

Fuente: “Elaboración propia”.

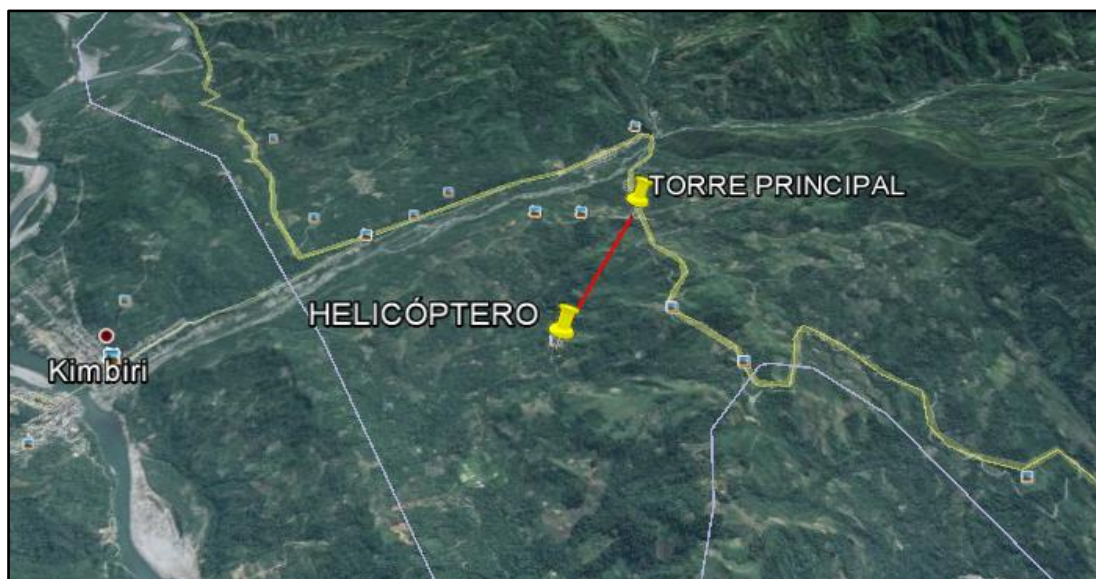


Figura 11: Vista horizontal del enlace en el distrito de Kimbiri.

Fuente: “Elaboración propia”.

1. Utilizando el software Airlink obtenemos los siguientes parámetros para el diseño del enlace punto a punto. Primero se ubica los puntos en el mapa. En la figura 12 se describe el enlace en el software.

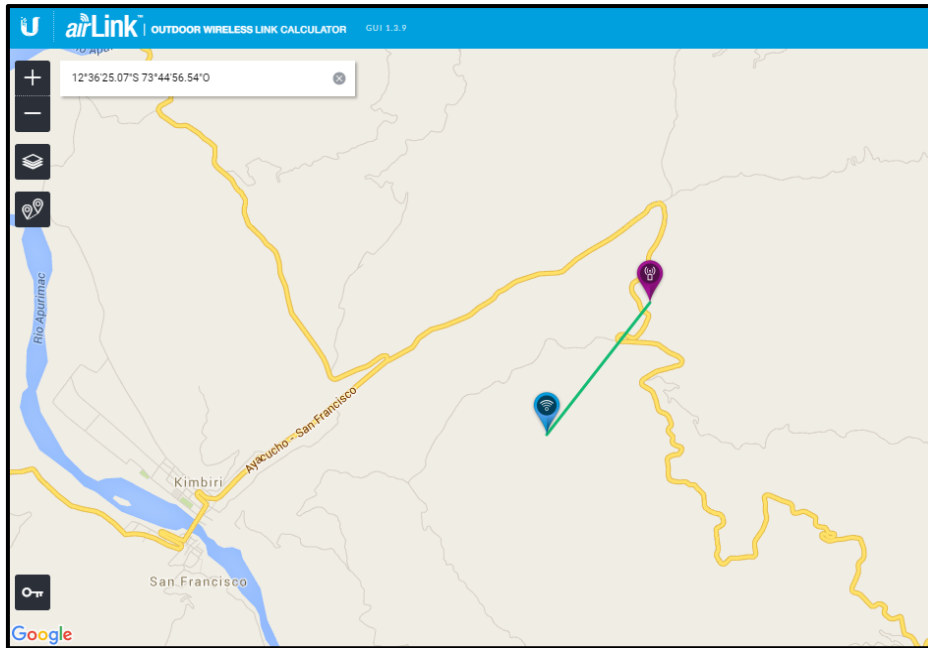


Figura 12: Ubicación de puntos en el software.
Fuente: "Elaboración propia".

2. Segundo se observa los parámetros a una frecuencia de 5.8 GHz. En la figura 13 se describe los parámetros del enlace.

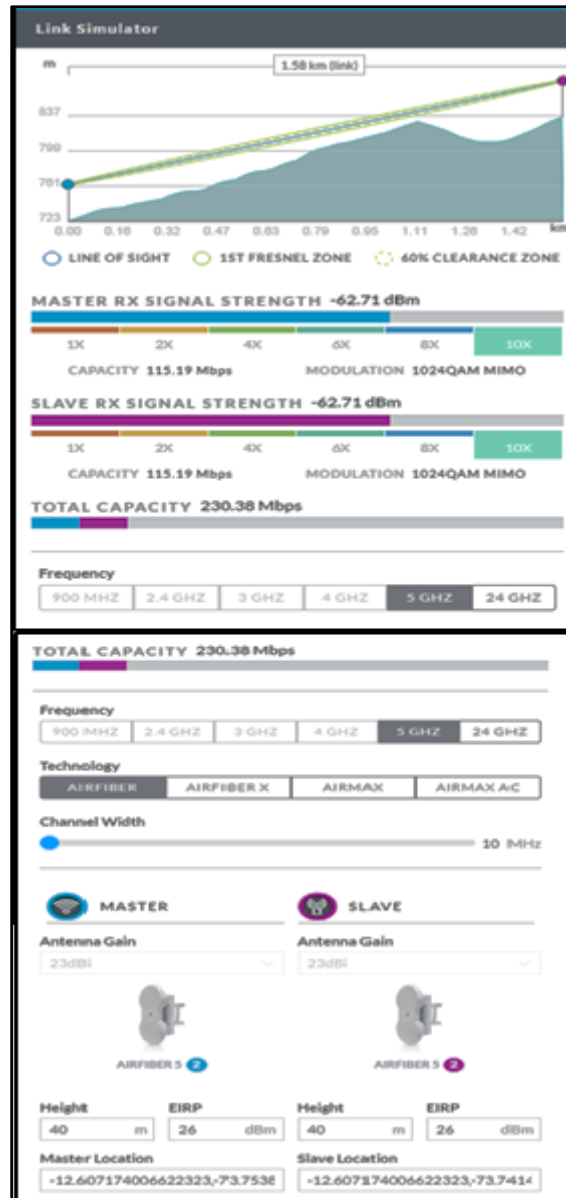


Figura 13: Parámetros del enlace en el software.

Fuente: “Elaboración propia”.

Parámetros obtenidos por el simulador:

- Altura de antena: 40 metros.
- EIRP: 26 dBm.
- Frecuencia: 5.8 GHz
- Distancia entre antenas: 1,58 km.
- Nivel de señal recibida: -62,71 dBm.
- Modulación: 1024 QAM MIMO.
- Capacidad: 115,19 Mbps.

- Uno de los factores que pueden afectar los enlaces inalámbricos son los gases atmosféricos como los vapores de agua y de oxígeno no condensados poseen líneas de absorción en la banda de frecuencias de microondas y de ondas milimétricas, causando atenuación en trayectos radioeléctricos terrenales y oblicuos. En concreto, existen frecuencias donde se produce una gran atenuación, separadas por ventanas de transmisión donde la atenuación es mucho menor. En el caso del vapor de agua, se producen fuertes líneas de absorción para longitudes de onda de 1,35 cm, 1,67 mm e inferiores. En el caso del oxígeno, las longitudes de onda de los picos de absorción son 0,5 y 0,25 cm.

La atenuación debida al efecto conjunto de los vapores de agua y oxígeno es aditiva. En aquellas bandas donde los valores de atenuación exceden los 10 dB/km el alcance de las comunicaciones se encuentra enormemente limitado. Pero escogiendo adecuadamente las frecuencias de trabajo es posible obtener niveles de atenuación muchos menores: por ejemplo, a 30 GHz la atenuación es inferior a 0,1 dB/km. Para frecuencias por encima de 300 GHz, en cambio, la atenuación mínima es todavía elevada (6 dB/km o más) e impone una gran restricción en el caso de enlaces terrestres con visión directa.

Para calcular la atenuación causada por los gases y vapores atmosféricos se debe acudir a la Recomendación UIT-R P.676. En este documento se indica que la atenuación de la señal radioeléctrica, $A(\text{dB})$, puede calcularse como:

$$A = \gamma r = (\gamma_o + \gamma_w) r$$

Donde γ_o y γ_w son las atenuaciones específicas en dB/km para el oxígeno y el vapor de agua, obtenidas de una gráfica y r es la longitud del trayecto radioeléctrico en km. En la figura 13 se describe las atenuaciones del oxígeno y vapor de agua.

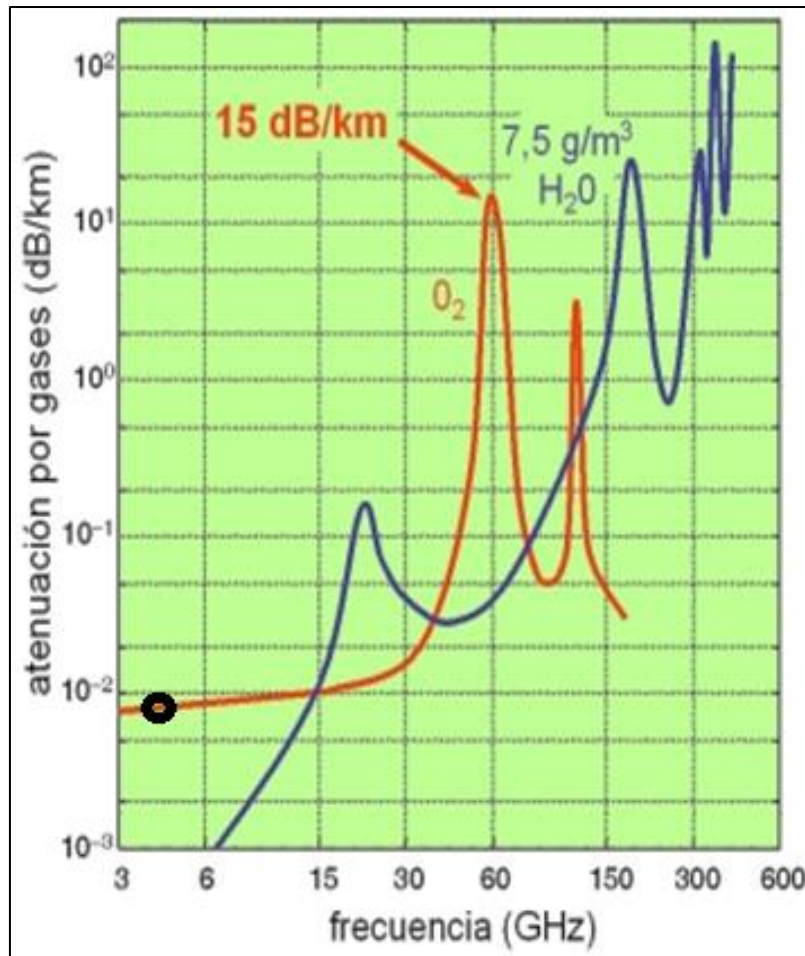


Figura 14: Atenuación específica por gases atmosféricos.

Fuente: "Elaboración propia".

Para frecuencias por debajo de 10 GHz, la atenuación suele ser despreciable. Sin embargo, a frecuencias milimétricas empieza a ser importante, y en especial para una frecuencia de 60 GHz, donde la molécula de oxígeno presenta un pico de absorción (atenuación específica de unos 15 dB/km). Sin embargo, la banda de 60 GHz todavía encuentra aplicaciones especializadas, gracias a que las longitudes de onda cortas posibilitan el uso de antenas de alta ganancia muy compactas que compensan en parte las pérdidas introducidas, se dispone de un mayor ancho de banda para la transmisión de datos y se reduce el alcance de las interferencias, permitiendo incluso la instalación de sistemas privados de corto alcance en entornos "indoor".

- Como se aprecia en la imagen en la banda de 5.8 GHz la atenuación por los gases atmosféricos es mínima en comparación con frecuencias más altas. Teniendo en cuenta que los equipos utilizados para este tipo de enlace serán de tecnología MIMO nuestro enlace se vería afectado mínimamente por los gases atmosféricos u aspectos climatológicos.
- Zona de Fresnel: dado que en este enlace la línea de vista es perfectamente limpia, no existen obstrucciones, no será necesario un cálculo de la zona de Fresnel.

3.1.3. Equipos utilizados.

Los equipos utilizados en este proyecto son:

3.1.3.1. Router Cisco 2911.

- Es un dispositivo capa 3, los routers Cisco 2900 Series ofrecen aceleración de cifrado integrada en hardware, ranuras para DSP (Procesamiento digital de señales) con capacidades de voz y video, firewall opcional, prevención de intrusiones, procesamiento de llamadas, correo de voz y servicios de aplicaciones. Las plataformas también admiten la más amplia variedad de opciones de conectividad cableada e inalámbrica dentro del sector, entre ellas T1/E1, T3/E3, xDSL y GE en cobre y fibra óptica. En la figura 15 se describe el equipo router Cisco 2911. En la tabla 4 se describe las características del router Cisco 2911. Se apoya en el Anexo1.



Figura 15: Router Cisco 2911.

Fuente: "Data sheet Cisco serie 2900". [2016]

Tabla 4: Características y beneficios del router Cisco 2911.

| Características de la Arquitectura | Beneficios |
|---|---|
| Plataforma Modular | Los routers Cisco ISR 2900 Series son plataformas altamente modulares que cuentan con varios tipos de ranuras diseñadas para incorporar módulos de conectividad y servicios que permiten satisfacer los diversos requisitos de red de las sucursales. Los ISR ofrecen una variedad de opciones de conectividad LAN y WAN líderes en el sector, a través de módulos que posibilitan las actualizaciones a futuras tecnologías en el terreno, sin necesidad de reemplazar la plataforma |
| Procesadores | Los routers Cisco 2900 Series funcionan con procesadores multinúcleo de alto rendimiento capaces de satisfacer la creciente demanda de conexiones WAN de alta velocidad para las sucursales, además de ejecutar múltiples servicios simultáneos. |
| Seguridad IP integrada con aceleración de hardware para VPN y capa de sockets seguros (IPSec/SSL) | Se ha mejorado la aceleración de cifrado integrada en hardware para proporcionar una mayor escalabilidad que, combinada con una licencia opcional de seguridad de Cisco IOS, admite servicios de VPN y seguridad de enlaces WAN (con aceleración de SSL e IPSec). El hardware de cifrado integrado reemplaza y supera en rendimiento a los módulos de integración avanzada (AIM) de generaciones anteriores. |
| Estructura Multigigabit (MGF) | Los routers Cisco 2900 Series presentan una estructura multigigabit (MGF) innovadora que mejora la comunicación entre los módulos, lo cual posibilita interacciones más estrechas entre los distintos servicios y reduce la carga de trabajo del procesador del router. |
| Estructura de interconexión TDM | Los servicios de comunicaciones unificadas de la sucursal mejoran considerablemente cuando se utiliza una estructura de interconexión TDM en la arquitectura del sistema, lo que permite ampliar la capacidad del canal DS-0. |
| Puertos Gigabit Ethernet Integrados | Todos los puertos WAN integrados son puertos Gigabit Ethernet 10/100/1000 con routing. Uno de los tres puertos WAN Ethernet 10/100/1000 de los routers Cisco 2921 y 2951 admite conectividad basada en SFP (factor de forma pequeño enchufable) en lugar de un puerto RJ-45 y conectividad por fibra óptica |
| Innovador acceso a la consola basado en USB (bs serie universal) | Un nuevo e innovador puerto de consola USB ofrece conectividad de administración para dispositivos sin puerto serie, como las computadoras portátiles modernas. También se encuentran disponibles los puertos auxiliares y de consola tradicionales. |

| Características de la Arquitectura | Beneficios |
|--|---|
| Fuente de alimentación integrada para alimentación por PoE y fuente de alimentación de CC universal (opcionales) | Una mejora opcional a la fuente de alimentación interna proporciona alimentación en línea (alimentación por Ethernet [PoE] 802.3af y alimentación en línea de Cisco) a módulos de switch integrados. En el futuro, los routers Cisco 2911, 2921 y 2951 dispondrán de una fuente de alimentación de CC opcional que extenderá la implementación a oficinas centrales y entornos industriales. |
| Fuente de alimentación redundante (RPS) externa (opcional) | Los routers Cisco 2911, 2921 y 2951 admiten la alimentación redundante a través de un dispositivo RPS externo que disminuye el tiempo de inactividad de la red y la protege de fallas en la alimentación. Para proporcionar alimentación redundante a los routers Cisco 2900 Series, se utiliza el sistema Cisco RPS 2300 Redundant Power System. Este sistema también se puede utilizar para proporcionar alimentación redundante a los routers Cisco ISR 2900 Series y a los switches Cisco Catalyst®. Para que el sistema Cisco RPS 2300 funcione, hay que conectarlo a la plataforma mediante un adaptador de RPS externo (opción configurable) |
| PoE aumentada | Cuando los routers Cisco 2911, 2921 y 2951 se conectan a un dispositivo RPS externo, pueden funcionar en modo de PoE aumentada como alternativa al modo de alimentación redundante; el modo de PoE aumentada duplica la capacidad normal de la plataforma para alimentar los puertos PoE adicionales |
| Diseño para implementaciones flexibles | Los routers Cisco 2911 y 2951 están diseñados para su implementación en entornos compatibles con las normas NEBS. El router Cisco 2911 mide 30,48 cm (12 pulg.) de profundidad y cuenta con un filtro de ventilación opcional que hace posible su implementación en diversos entornos. También se ofrece un montaje para bastidores de 58,42 cm (23 pulg.) que proporciona flujo de aire desde el frente hacia atrás. |

Fuente: “Elaboración propia”.

3.1.3.2. Antena + Ubiquiti networks modelo NanoStation 2.

La arquitectura de diseño del NanoStation fue desarrollada en base a los requerimientos de la comunidad WISP (Wireless Internet Service Providers) (Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico) e incluye una colección de

características. Cada aspecto del diseño del producto, desde los tornillos y tuercas, al sistema, hardware de radio y la antena fueron 100% desarrollados a partir de cero. Tradicionalmente al instalar antenas en exteriores, la polarización es fijada en operación vertical u horizontal, donde cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas. El NanoStation utiliza tecnología de AAP (Polaridad de Antena Adaptable), lo cual habilita la opción de operar en polarización lineal (vertical u horizontal) o “conmutada adaptativamente” que es el uso de la misma antena en múltiples polaridades. Adicionalmente cuenta con un conector RP-SMA (SubMiniature version A) (Subminiatura versión A) para antena externa, para casos donde pueda ser necesario un patrón de cobertura mayor o menos al incluido. En la figura 16 se describe la antena Ubiquiti. En la tabla 5 se describe las características de la antena Ubiquiti. Se apoya en el Anexo 2.

- El NanoStation2 puede ser usado en enlaces punto a punto y punto a multipunto.
- En su configuración como punto a punto provee el enlace de 20 Mbps de mejor costo en el mercado.
- Al ser usado como CPE (Customer Premises Equipment) (Equipo Local del Cliente) el PS2 (Conector o puerto) inter opera con cualquier AP (Access point) (Punto de Acceso) que cumpla con el estándar 802.11 b/g sin necesidad de ninguna modificación física.
- Como Access Point WiFi (Wireless Fidelity) (Fidelidad Inalámbrica) con o sin WDS (Wireless Distribute System) (Sistema de Distribución Inalámbrica).



Figura 16: Antena Ubiquiti networks modelo Nanostation 2.
Fuente: “Data sheet Ubiquiti modelo Nanostation 2”. [2016]

Tabla 5: Características y beneficios del router Cisco 2911.

| Características | Valor |
|------------------------|-----------------------------------|
| Interfaces | 2*RJ45 10/100 BASE – TX |
| Tamaño | 29,4*8*3 cm |
| Peso | 400 gr. |
| Entorno | Interior / exterior |
| Alimentación | 25 V, 0.5A vía PoE |
| Temperatura de Trabajo | menos 30 a 80 °C |
| Humedad | 5 a 95 % de condensación |
| Estándar | 802.11n |
| Cifrado | WEP, WPA, WPA-PSK, WPA2, WPA2-PSK |
| Procesador | Atheros MIPS 24KC, 400MHz |
| Memoria | 32MB SDRAM, 8MB Flash |

Fuente: “Elaboración propia”.

3.1.3.3. Cable UTP categoría 6 y conectores.

Se necesita cable ethernet categoría 6 F/UTP (Unshielded Twisted Pair) (Par Trenzado No Blindado) con su kit de conectores, este es un cable de cobre blindado, clase comunicaciones (CM), 4 pares, los conductores son de construcción 23 AWG (American Wire Gauge) (Calibre de Alambre Estadounidense) con HDPE

(Aislante de Polietileno de Alta Densidad), retorcido en pares, separados con un divisor, envueltos en una lámina metálica y protegidos por una capa de PVC (Policloruro de Vinilo) retardante de llama, azul. En la figura 17 se describe el cable UTP. En la figura 18 se describe el conector RJ-45. Se apoya en el Anexo 3.



Figura 17: Cable UTP categoría 6.

Fuente: "Data sheet Panduit". [2016]



Figura 18: Conector Rj-45.

Fuente: "Data sheet Panduit". [2016]

3.1.4. Conceptos básicos para el diseño del piloto.

Para el diseño del proyecto se necesitó los conceptos siguientes:

3.1.4.1. Teorías inalámbricas.

Las redes inalámbricas conectan equipos sin la utilización de cables de red. Los equipos utilizan la comunicación por radio para enviar datos entre ellos. También se permite la comunicación directa con otros equipos inalámbricos o la conexión con una red existente a través de un punto de acceso inalámbrico. Cuando se configura el adaptador inalámbrico, puede seleccionar el modo operativo para el tipo de red inalámbrica deseado. Puede utilizar el adaptador inalámbrico para conectarse a dispositivos inalámbricos similares que cumplen con el estándar 802.11 para las redes inalámbricas.

Las redes locales inalámbricas pueden operar con puntos de acceso o sin ellos, según la cantidad de usuarios de la red. El modo de infraestructura utiliza puntos de acceso que permiten que los equipos inalámbricos envíen y reciban información. Los equipos inalámbricos transmiten información al punto de acceso, el cual la recibe y difunde a otros equipos. El punto de acceso también puede conectarse a una red con cables o a la Internet. Varios puntos de acceso pueden trabajar en conjunto para ofrecer cobertura en áreas amplias.

El modo ad hoc, también llamado modo de grupos de trabajo, funciona sin puntos de acceso y permite que los equipos inalámbricos envíen información directamente a otros equipos inalámbricos. El modo ad hoc sólo se admite en las redes 802.11b y 802.11g. El modo de grupos de trabajo puede utilizarse en equipos ubicados en una red en el hogar o una oficina pequeña, o bien para configurar una red inalámbrica temporal durante una reunión.

3.1.4.1.1. Configuración de una red local inalámbrica.

Existen tres componentes básicos que deben configurarse para que una red local inalámbrica 802.11 funcione de forma adecuada:

- Nombre de la red: Cada red inalámbrica utiliza un Nombre de red único para identificar la red. Este nombre se denomina SSID (Identificador de Conjunto de Servicios). Al configurar el adaptador inalámbrico, debe especificarse el SSID. Si desea conectarse a una red existente, debe utilizar el nombre de dicha red. Si está configurando su propia red, puede crear su propio nombre y utilizarlo en cada equipo. El nombre puede tener hasta 32 caracteres y contener letras y números.
- Perfiles: Cuando configura el equipo para el acceso a una red inalámbrica, el administrador de clientes inalámbricos crea un perfil para la configuración que especifica. Si desea conectarse a otra red, puede explorar las redes existentes y establecer una conexión temporal, o bien crear un perfil nuevo para dicha red. Después de crear los perfiles, el equipo se conectará automáticamente cuando cambia de ubicación.
- Seguridad: Las redes inalámbricas 802.11 utilizan la codificación para ayudar a proteger los datos. La WEP (Wired Equivalent Privacy) (Privacidad Equivalente a Cableado) utiliza claves de codificación compartidas de 64 ó 128 bits para cifrar los datos. Antes de que un equipo transmita los datos, los cifra mediante una clave de codificación secreta. El equipo receptor utiliza la misma clave para descifrar los datos. Si se conecta a una red existente, utilice la clave de codificación existente proporcionada por el administrador de la red inalámbrica. Si está configurando su propia red, puede crear su propia clave y utilizarla en cada equipo.
- El WPA (Wi-Fi Protected Access) (Acceso Protegido Wi-Fi) es una mejora de la seguridad que aumenta considerablemente el nivel de protección de datos y el control del acceso a una WLAN (Wireless Local Area Network) (Red de Área Local Inalámbrica). El modo WPA impone la autenticación y el intercambio de claves de 802.1x para fortalecer la codificación de datos. WPA utiliza el TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) (Protocolo de Integridad de Claves Temporal). TKIP brinda importantes mejoras en la codificación de datos que incluyen una función de mezcla de claves por paquete, una verificación de integridad de

mensajes (MIC) de nombre "Michael", un vector de inicialización (IV) extendido con reglas de secuencia y un mecanismo de reintroducción de claves. Mediante estas mejoras, TKIP brinda protección para las flaquezas conocidas de WEP.

- Client Compatible Extensions (CCX) es una autenticación 802.1x de servidor a cliente que utiliza una contraseña de inicio de sesión proporcionada por el usuario. Cuando el punto de acceso inalámbrico se comunica con un RADIUS habilitado para LEAP de Cisco (Servidor de Control de Acceso Seguro de Cisco (ACS)), LEAP de Cisco ofrece el control del acceso a través de la autenticación mutua entre los adaptadores inalámbricos de los clientes y la red inalámbrica y brinda claves de codificación de usuario individuales y dinámicas para ayudar a proteger la privacidad de los datos transmitidos.

3.1.4.1.2. Identificación de una red inalámbrica.

Según el tamaño y los componentes de una red local inalámbrica, existen diversas maneras de identificar una red local inalámbrica.

- SSID (Identificador del Conjunto de Servicios): Identifica una red inalámbrica y todos los dispositivos inalámbricos de la red deben utilizar el mismo SSID.
- ESSID (Identificador de Conjunto de Servicios Ampliados): Es un caso particular de SSID que se utiliza para identificar una red inalámbrica que incluye puntos de acceso.
- IBSSID (Identificador de Conjunto de Servicios Básicos Independientes): Es un caso particular de SSID que se utiliza para identificar una red de equipos inalámbricos configurados para comunicarse directamente entre ellos sin el uso de un punto de acceso.
- BSSID (Identificador de conjunto de servicios básicos): Identificador único para cada dispositivo inalámbrico. El BSSID es la dirección Ethernet MAC (Media Access Control address) (Control de Acceso al Medio) del dispositivo.

- SSID de difusión: Un punto de acceso puede responder a los equipos que envían paquetes de sondeo con el SSID de difusión. Si se activa esta función en el punto de acceso, cualquier usuario inalámbrico puede asociarse con el punto de acceso mediante el uso de un SSID en blanco o nulo.

3.1.5. Infraestructura.

Se mostrará a continuación la infraestructura del enlace punto a punto. En la figura 19 se describe el enlace punto a punto con vista horizontal. En la figura 20 se describe el enlace punto a punto en vista de perfil para observar si existen obstáculos en la vista de la torre principal y el helicóptero.

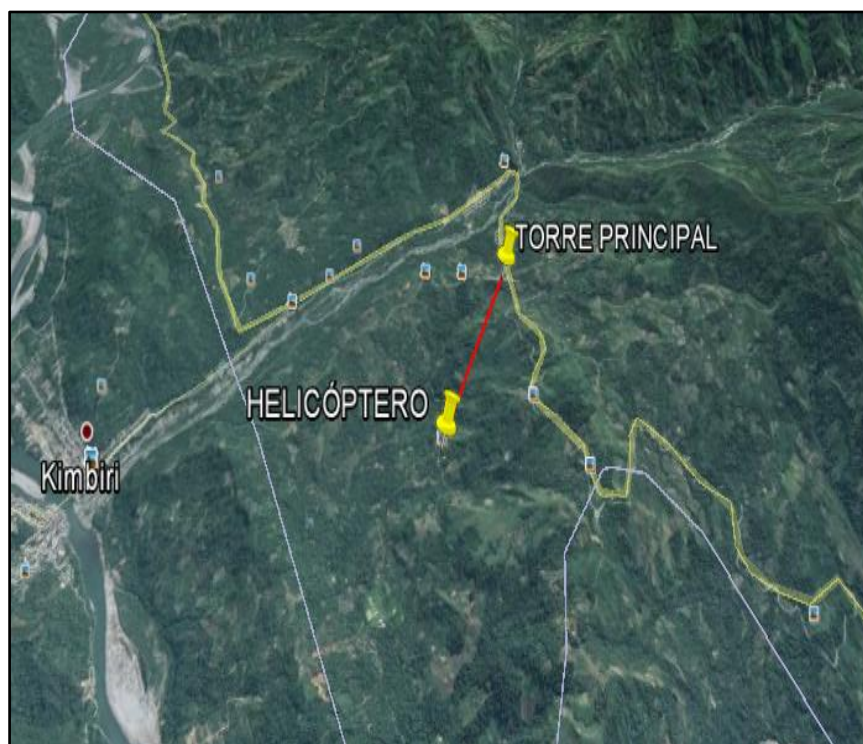


Figura 19: Enlace punto a punto.

Fuente: "Elaboración propia".

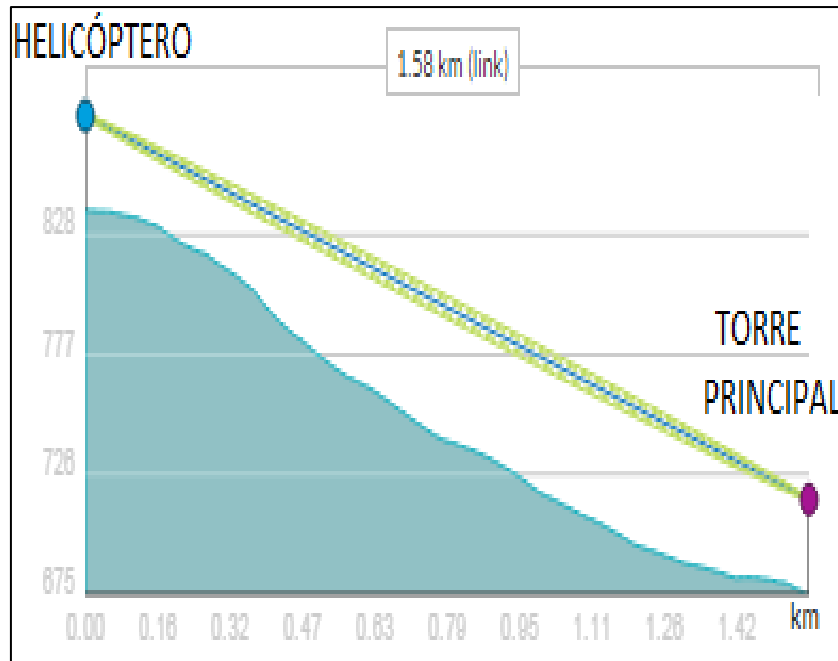


Figura 20: Vista de perfil de elevación (torre principal – helicóptero).

Fuente: “Elaboración propia”.

3.1.5.1. Para la torre principal.

3.1.5.1.1. Torre autosoportada 50 mts.

Debido a las condiciones climáticas del distrito de Kimbiri y a la altura de la torre necesaria para lograr una adecuada señal de cobertura no es posible utilizar una torre arriestrada, por lo cual el tipo de torre a utilizar será la de tipo auto soportada, Esta debe de contar con su respectiva luz de balizaje, descansos, cable de vida y canastilla para antenas. En la figura 21 se describe la torre auto soportada.



Figura 21: Torre auto soportada.

Fuente: “Eolaenergía”. [2014]

3.1.5.1.2. Terreno de 40 m² .

Con el fin de contar con el suficiente espacio para lograr la instalación de los diferentes equipos que conforman la red de acceso, es necesaria la adquisición de un terreno de aproximadamente 40 m² donde se pueda ubicar con seguridad y facilidad la torre auto soportada.

3.1.5.1.3. Sistema de energía.

Los sistemas de energía eléctrica para los equipos de telecomunicaciones, vienen a ser una de las partes más importantes en el caso de las áreas rurales, dadas las dificultades que normalmente se encuentran.

3.1.5.1.4. Sistema Energía de corriente alterna.

Dado que la torre principal se encuentra en el distrito de Kimbiri en una zona accesible podemos señalar que la energía que se utilizará para los equipos de telecomunicaciones es energía eléctrica de la red comercial, es decir voltaje monofásico de 220 Voltios a una frecuencia de 60 Hz.

3.1.5.1.5. Sistema Energía de corriente continua.

El suministro de corriente continua se efectuará desde una fuente de corriente continua constituida por uno o más rectificadores y un equipo de baterías. El banco de baterías estará conectado hacia la carga, en forma flotante. Los rectificadores, que trabajarán en paralelo, repartiéndose la corriente de consumo, abastecerán un banco de baterías cuya capacidad es superior a 10 veces el consumo promedio de la carga. En condiciones de una red normal, los rectificadores de batería oscilan a un voltaje ajustable entre 52 y 54 Voltios, suministrando la energía al consumo a través de la unidad de control y regulación de voltaje.

3.1.5.1.6. Rectificador.

El rectificador tiene como función alimentar a los equipos de telecomunicaciones con corriente estabilizada, independientemente de las fluctuaciones de corriente alterna y de la corriente de salida, considerando la corriente de consumo en conjunto con la del equipo de batería.

3.1.5.1.7. Banco de baterías.

Dado que la potencia de la micro BTS (Base transceiver station) (Estación base) es de 150 W tenemos que la corriente que consume es de aproximadamente 3.125 A para un voltaje de 48 V, por lo tanto si deseamos una entrega de energía por parte de las baterías por un período de 6 horas tenemos un banco de baterías de 19 Ah. En la figura 22 se describe el banco de baterías.



Figura 22: Banco de baterías.

Fuente: “Hotfrog”. [2008]

3.1.5.1.8. Sistema de seguridad y protección.

En el campo de las telecomunicaciones es muy importante que el efecto causado por fenómenos climáticos como los rayos sea minimizado o eliminados para proteger los equipos de telecomunicaciones así como al personal que labora en las estaciones de trabajo. Los factores fundamentales de un sistema de protección contra rayos son los siguientes:

- Un electrodo (pararrayos), como parte de una terminación aérea capaz de desviar la descarga eléctrica de alguna parte vulnerable de la estación.
- Un conductor apropiado a través del cual debe circular la descarga eléctrica hacia la tierra sin el consecuente peligro de un calentamiento o descarga lateral o alguna posible electrificación de la estructura a ser protegida.

- Un sistema de tierra con una baja impedancia dinámica capaz de dispersar con rapidez y confiabilidad cualquier corriente de descarga.

3.1.5.1.8.1. Sistema pararrayos.

Existen fundamentalmente dos tipos de pararrayos que se pueden utilizar:

- El pararrayo “Franklin” que está formado fundamentalmente por mástiles. Este tipo de protección está determinado por un cono, teniendo como vértice el punto más alto del pararrayos y cuya generatriz forma un ángulo de 60° en relación al vértice.
- El otro tipo de pararrayos a poder utilizar es el “Radio-Activo”, el cual usa un material radioactivo en el captor, y tiene la propiedad de ionizar la atmósfera multiplicando en decenas o centenas de millones de veces su conductividad. Debido a un factor de costos nos inclinamos por la utilización de un pararrayos tipo “Franklin”. Sobre el conductor de descarga podemos indicar que éste tendrá por finalidad unir el pararrayos con el sistema de tierra, para lo cual utilizaremos un conductor de cable de cobre calibre AWC N° 2/0.

3.1.5.1.8.2. Sistemas de pozo a tierra.

Referente al sistema de pozo a tierra las recomendaciones de la UIT (Unidad internacional de telecomunicaciones) nos señalan que la resistencia no debe superar los 10 ohmios en las estaciones terminales y los 20 ohmios en las estaciones repetidoras. La resistividad del terreno será el factor determinante del pozo a tierra y para conocer su valor real tenemos que medir la resistividad del terreno. Conociendo la resistividad del terreno podemos dimensionar nuestro sistema pozo a tierra. En muchas ocasiones la colocación de uno o dos electrodos es insuficiente, por lo cual se tiene que emplear un sistema a tierra más complejo conformado por un conjunto de electrodos unidos entre si. Existen tres tipos de sistemas conocidos como: distribución en “malla”, en “estrella” y distribución “mixta”,

para nuestro caso, con el fin de lograr un bajo nivel de resistencia de aproximadamente 5 ohmios, utilizaremos el sistema de distribución en “malla”.

3.1.5.2. Para el Helicóptero.

Los helicópteros que utiliza las Fuerzas Armadas es el modelo Mi-17 adquiridos en 2014 para los diferentes propósitos que se requieran. En la figura 23 se describe el modelo del helicóptero Mi - 17.



Figura 23: Helicóptero modelo Mi -17.

Fuente: “Fuerza aérea del Perú”. [2014]

El RAC es contundente al limitar las alturas mínimas: “Las aeronaves no volarán sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados, o sobre una reunión de personas al aire libre, a menos que se vuele a una altura que permita, en caso de emergencia, efectuar un aterrizaje sin peligro para las personas o la propiedad que se encuentren en la superficie”. Nos indica que puede volar mínimo a 600 metros del suelo.

Por lo tanto en el Patín de aterrizaje se colocará dos antenas direccionales con polarización horizontal y vertical por razones de optimizar los enlaces correspondientes:

- El enlace punto a punto con la torre principal se dará con polarización horizontal.
- El enlace del helicóptero a las tropas de las Fuerzas Armadas se dará con polarización vertical.

3.1.6. Planificación del proyecto.

El proyecto se realizará en el distrito de Kimbiri por la siguiente secuencia. En la Tabla 6 se describe la planificación de la tesis.

Tabla 6: Planificación del proyecto.

| | | |
|--|---|--------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO | Diseño de servicio de telecomunicaciones mediante helicópteros de las Fuerzas Armadas en el distrito de Kimbiri – Cusco | |
| PREPARADO POR | Erick Saul Castilla Necochea | |
| FECHA | 04/04/2017 | |
| HITOS | EDT | FECHA |
| Plano de enlace punto a punto y torre principal | Diseño esquemático | mar 19/04/17 |
| Materiales | Adquisición de materiales y servicios | sáb 30/04/17 |
| Internet con tecnología VSAT | Adquisición de materiales y servicios | sáb 30/04/17 |
| Montaje y servicio de torre principal | Ejecución de torre principal | sáb 28/05/17 |
| Programación e instalación de equipos inalámbricos | Ejecución de equipos inalámbricos | vie 10/06/17 |
| Alineamiento de enlace punto a punto y programación de seguridad | Ejecución de red de transmisión y comunicación | jue 16/06/17 |
| Pruebas de intercambio de datos y seguridad encriptado | Pruebas de certificación | lun 20/06/17 |
| Aceptación del producto por parte del cliente | Cierre de proyecto | mar 21/06/17 |

Fuente: “Elaboración Propia”.

3.2. Conclusiones

- Este diseño contribuye a mejorar el sistema de comunicación con las tropas de las Fuerzas Armadas de esta manera se benefician el estado peruano y sobre todo los pobladores del distrito de Kimbiri.
- Las redes inalámbricas diseñadas permitirán brindar acceso a la información de manera oportuna. Los usuarios autorizados pueden conectarse de forma inmediata desde cualquier ubicación física de donde el helicóptero sobrevuela.
- Se utilizar los servicios del proveedor Gilat to home para el servicio de telecomunicaciones basándonos en su fiabilidad e instalación en lugares rurales.
- Se realizó un estudio de sitio con el software Airlink, luego se propone las antenas basándonos en los indicadores de señal a utilizar en el diseño con la banda de frecuencia de 5.8 Ghz.
- Según estudios la absorción del comportamientos de los gases es mínima por ende es despreciable al igual que los cálculos de la zona de Fresnel ya que no existen obstáculos de vista en el enlace.
- El enlace punto a punto con el helicóptero Mi – 17 se trabaja a la banda de frecuencia de 5.8 GHZ es mucho más ventajosa en cuestión economía y facilidad de adquisición de equipos, dado que su banda es liberada,
- Se ha realizado un estudio de sitio con el software Google earth, luego se propone la correcta ubicación donde se colocara la torre principal con sus respectivos equipos de energía y el CPE del proveedor de internet; y el lugar en el que sobrevuela el helicóptero.
- Los equipos utilizados vienen hacer de la marca Cisco y Ubiquiti basándonos por el ancho de banda a utilizar que es de 10 Mbps y la banda de frecuencia a utilizar de 5.8Ghz.

3.3. Recomendaciones

- Continuar las investigaciones para incluir nuevos servicios que permitirán mejorar misiones con las tropas y trabajo de inteligencia con cámara IP y de visión nocturna por citar solo un ejemplo.
- Se recomienda realizar la aplicación del modelo completo para la ciudad de Lima metropolitana u otra región del país y ver su viabilidad para integrar todo el servicio de telecomunicaciones en helicópteros en el país.
- Este modelo no trata de ser único y absoluto, sino que es una primera aproximación al planteamiento de este tipo de situaciones y debe ser tomado en cuenta con una base sobre la cual trabajar e ir agregando datos y variables que permitan una verdadera mejoría en el diseño de los servicios de telecomunicaciones.
- Además, se podría ver la posibilidad de que los operadores compartan sus torres de telecomunicaciones y plantear un modelo que englobe todo ello, así los costos serían menores y beneficiara al operador, trabajadores y pobladores en su seguridad y bienestar.

CAPÍTULO IV: REFERENCIAS

- American Psychological Association. (2016). Publication Manual of the American Psychological Association. Washington D.C.: APA.
- Cisco,
<http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/assets/docs/pdf/2900_data_sheet_c78>
- Cisco Networking Academy. (2009). Productos y Servicios,
<<http://www.cisco.com/web/LA/productos/index.html>>.
- Cisco Networking Academy. (2009). CCNA 1 Exploration 4.0, aspectos básicos de redes. San Jose, CA: Cisco Systems.
- Cisco Networking Academy. (2009). CCNA 2 Exploration 4.0, Routing Protocols and concepts. San Jose, CA: Cisco Systems.
- Cisco Networking Academy. (2010). CCNA 3 Exploration 4.0, LAN Switching and Wireless. San Jose, CA: Cisco Systems.
- Cisco Networking Academy. (2010). CCNA 4 Exploration 4.0, Accessing the WAN. San Jose, CA: Cisco Systems.
- Cisco Networking Academy. (2008). Wireless LAN Fundamentos_v1.02. San Jose, CA: Cisco Press.
- Enrique de Miguel Ponce. (2008). Redes inalámbricas: IEEE 802.11.
- Fuerzas Armadas del Perú,
<<http://www.ccffaa.mil.pe/ccffaa/>>.
- Gérald Maral. (2003). VSAT Networks, Segunda Edición.

- INEI. (2016). Mimi Yagoub. Narcotráfico y delincuencia en el Vrae.
- IEEE. (2009). Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs).
<<http://www.ieee802.org/11>>.
- IEEE. (2009). IEEE 802.11 Standard Wireless
<<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/index.html>>.
- Panduit,
<http://www.panduit.com/heiler/Brochures/D-COCB27--SA-ENG_ShieldedCopCbleSystSG-W.pdf>.
- Project Manager Institute. (2013). Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide. (5th Ed.). South West, USA.
- PMI (Project Management Institute, Inc). (2004). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Tercera Edición. Newtown Square Pennsylvania. E.U.A.
- REID NEIL y SEIDE RON. (2005). “Manual de Redes Inalámbricas 802.11 (Wi-Fi)” 2da Edición Mexico: McGraw-Hill.
- Rob Flickenger. (2004). Wireless Los Mejores Trucos, Primera Edición.
- Sankar, Krishna; Sundaralingam, Sri; Miller, Darrin; Balinsky, Andrew. Cisco Wireless LAN Security Networking Technology. Cisco Press 1 Edition.
- Ubiquiti,
<https://dl.ubnt.com/ns2_datasheet.pdf>.

CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS

5.1. Glosario de términos.

802.11: El estándar [IEEE 802.11](#) define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura o [modelo OSI](#) ([capa física](#) y [capa de enlace de datos](#)), especificando sus normas de funcionamiento en una [red de área local inalámbrica \(WLAN\)](#).

AAP (Adaptable Antenna Polarity): Polaridad de Antena Adaptable.

AIM (Advanced Module in Integration): Modulo Avanzado en Integración.

AP (Access Point): Punto de Acceso.

ASC (Access Security Cisco): Acceso de Seguridad Propietario de Cisco.

AWG (American Wire Gauge): Cable de Alambre Estadounidense. Método estandarizado de medir el grosor de un cable.

BSSID (Basic Service Set Identifier): Identificador de Conjunto de Servicio Básico

BTS (Base Transceiver Station): Estación Transceptor Base.

CC: Corriente Continua.

CCFFAA: Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

CCX (Client Compatible Extension): Extensión Compatible de Cliente.

COAM: Comando Operacional de la Amazonía.

COFA: Comando Operacional Fluvial Amazónico.

CONO: Comando Operacional Nor Oriente.

CPE (Customer Premises Equipment): Equipo Local del Cliente.

CM: Clase de Comunicaciones.

DIEMCFFAA: Divisiones de Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.

EDT: Estructura Desglose de Trabajo.

ESSID (Extended Service Set Identifier): Identificador de Conjunto de Servicio Extendido.

FFAA: Fuerzas Armadas.

HDPE (High Density **Polyethylene**): Aislante de Polietileno de Alta Densidad.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Investigación.

IP (Internet Protocol): Protocolo de Internet.

LAN (Local Area Network): Red de Área Local,

MAC (Media Access Control): Dirección de Control de Acceso al medio.

MGF (Moment Generating Function): Funcion de Generacion de momento..

NEBS (Network Equipment Bulding System): Sistema de Construcción de Equipamiento de Red.

OSI (Open System Interconnection): Organización de Sistema Internacional.

ONUDD: Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito.

PMBOK (Project Management Body of Knowledge): Describe la suma de los conocimientos involucrados en la profesión de la administración de proyectos. El conocimiento y las prácticas descritas en el PMBOK son aplicables a la mayoría de los proyectos.

PS2: Sistema Personal/2.

PVC (Polyvinyl Chloride): Producto de polimerización de monocromo de cloruro.

PoE (Power over Ethernet): Energía sobre Ethernet.

RJ-45: Conector 45 registrado.

ROUTER: También conocido como enrutador o encaminador de paquetes— es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI.

RP-SMA: Conector subminiatura versión A.

RPS (Redundant Power System): Sistema de Energía Redundante.

SFP (Small Form Factor): Factor de Forma Pequeña.

SSL (Secure Sockets Layer): Capa de Transmisión Segura.

SSID (Service Set Identifier): Identificador de Conjunto de Servicios.

TCP/IP (Transmission Control Protocol)/(Internet Protocol): Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet.

TDM (Time Division Multiplexing): Multiplexación por División de Tiempo.

TKIP (Temporal Key Integrity Protocol): Protocolo de Integridad de Clave Temporal.

UIT (International Telecommunication Union): Organismo Especializado de Telecomunicaciones.

UIT-R P.676: Atenuación debida a los gases atmosféricos.

USB (Universal serial Bus): Dispositivo de Almacenamiento de Datos.

UTP (Unshielded Twisted Pair): Par trenzado no apantallado, uno o más pares de cable rodeados por un aislamiento. UTP normalmente se usa como cable telefónico. Es el cable de par trenzado que utilizamos para conectar las PC u otros dispositivos entre ellos, existen dos tipos de configuración que usaremos: el directo y el cruzado.
VRAE: Valle del río Apurímac y el Mantaro.

WAN (World Area Network): Red de Área Mundial.

WDS (Wireless Distribution System): Sistema de Distribución Inalámbrica.

WEP (Wired Equivalent Privacy): Privacidad Equivalente por Cable.

WI-FI (Wireless Fidelity): Fidelidad Inalámbrica.

WISP (Wireless Internet Service Provider): Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrica.

WLAN (Wireless Local Area Network): Red de Área Local Inalámbrica.

WPA (Wi-Fi Protected Access): Wi-fi de Acceso Protegido.

CAPÍTULO VI: ANEXOS

ANEXO 1 – Router Cisco 2911

ANEXO 2 – Antena y AP Ubiquiti networks NanoStation 2

ANEXO 3 – Panduit

ANEXO 4 – Diapositivas

ANEXO 1
Router Cisco 2911

ANEXO 2

Antena y AP Ubiquiti networks NanoStation 2

ANEXO 3
Panduit

ANEXO 4
Diapositivas