



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
ELECTRÓNICA**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
SERVICIO DE DATOS DEL CENTRO POBLADO DE
CONCHUCOS - DISTRITO DE PÁTAPO"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

AUTORES:

**BACH. YURI LENIN FIDEL ATALAYA QUIROZ
BACH. ROLANDO CASTRO PURISACA**

ASESOR:

ING. NOMBERRA LOSSIO AUGUSTO

**LAMBAYEQUE-PERÚ
2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
ELECTRÓNICA**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO
DE DATOS DEL CENTRO POBLADO DE CONCHUCOS -
DISTRITO DE PÁTAPO"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

**BACH. YURI LENIN FIDEL ATALAYA QUIROZ
AUTOR**

**BACH. ROLANDO CASTRO PURISACA
AUTOR**

**ING. NOMBERRA LOSSIO AUGUSTO
ASESOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
ELECTRÓNICA**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO
DE DATOS DEL CENTRO POBLADO DE CONCHUCOS -
DISTRITO DE PÁTAPO"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

APROBADO POR:

**ING. MANUEL JAVIER RAMÍREZ CASTRO
PRESIDENTE**

**DR. JULIO ERNESTO QUISPE ROJAS
SECRETARIO**

**ING. LUCIA ISABEL CHAMÁN CABREJOS
VOCAL**

DEDICATORIA

A todos los que siguen sus objetivos a pesar de los obstáculos de la vida y que nunca se detienen y siempre siguen adelante.

En especial este trabajo se lo dedico a ese ser que está creciendo y en su inocencia me llena de fuerzas para cumplir mis metas y objetivos...

Lenin Atalaya

A mi madre Isabel, a mi padre Manuel y a mi esposa Alexandra que siempre estuvieron conmigo en todo momento.

De manera especial dedico este trabajo a la personita que desde el vientre ha llenado de felicidad mis días, ha cambiado mi vida por completo y hace dar todo lo mejor de mi...

ROLANDO

AGRADECIMIENTO

Al Centro Poblado Conchucos, por darnos la oportunidad y las facilidades para la realización de esta tesis.

Al Ing. Dany Castro Purisaca, por el invaluable apoyo tanto social como económico durante la realización de este trabajo.

A todos los Docentes de la Universidad en especial al nuestro asesor Ing. Augusto Nombera Lossio por su apoyo incondicional y desinteresado y a todas aquellas personas que de una u otra manera nos asesoraron durante la elaboración de la presente Tesis.

LOS AUTORES

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi familia, amigos y a todos que siempre estuvieron a mi lado apoyándome a seguir adelante; en especial a mis padres que nunca fallaron que siempre fueron constantes en los valores que me inculcaron en la manera de vivir y me enseñaron que los objetivos se consiguen a través del esfuerzo, honradez, humildad, respeto y perseverancia.

A mi esposa y mi futuro primogénito que me dan la fuerza para continuar y no desmayar en conseguir mis metas y objetivos.

En general agradezco a todos y cada una de las personas que me brindaron su apoyo incondicional.

Lenin Atalaya

AGRADECIMIENTO

A mi madre Isabel por ser mi soporte en todo momento y que a pesar de transcurridos los años sigue brindándome mucho amor como desde el primer día en que me tuvo entre sus brazos. A mi padre Manuel por ser mi amigo y maestro en este camino tan difícil y complicado que llevo recorriendo.

A mis hermanos Dany y Joel que siempre procuran mi bienestar y que si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos, mis estudios superiores no hubiesen sido posibles. A Esperanza y Julia mis hermanas de corazón; a Diego y Fabiano mis sobrinos que llenan de alegría nuestro hogar.

A mi esposa Alexandra por su amor incondicional, su constante esfuerzo y empuje que me hace no desmayar y seguir adelante en la búsqueda de mis sueños y en la realización de mis metas y objetivos.

Un agradecimiento especial a los seres que desde el cielo cuidan de mí y de toda mi familia, a mi abuelo José Pascual que desde cielo es motivo de mi orgullo y que sin conocerlo es mi héroe.

En general quisiera agradecer a todas y a cada una de las personas que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

ROLANDO

INDICE

CAPÍTULO I	10
ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	10
1.1 TITULO	10
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA	10
1.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS	10
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	10
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
1.5 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO	11
1.6 EVALUACION DEL IMPACTO	12
1.7 ALCANCE DEL PROYECTO	12
CAPÍTULO II	13
FUNDAMENTOS DE LAS TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD	13
2.1 RADIOENLACE	13
2.2 ACCESO VIA SATELITAL	16
CAPÍTULO III	20
DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ACTUAL Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION	20
3.1 SERVICIO SATELITAL ACTUAL	20
3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION	21
3.2.1 DISEÑO SATELITAL MEJORAMIENTO DE SISTEMA ACTUAL	22
3.2.2 DISEÑO POR RADIOENLACE	24
3.3 CONTRASTACION DE LAS TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD	25
3.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	26
3.3.2 ANÁLISIS DE AHORRO DEL RADIOENLACE / SATELITAL	27
3.3.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	27
3.4 DECISIÓN DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN A USAR	28
CAPÍTULO IV	30
DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA PROVINCIA DE CHICLAYO Y EL CENTRO POBLADO CONCHUCOS DEL DISTRITO DE PATAPO	30
4.1 PUNTOS GEOGRAFICOS FACTIBLES PARA EL RADIOENLACE	33
4.1.1 CALCULO DE LA LONGITUD DEL TRAYECTO	33
4.2 MAPA DE PERFILES	35
4.3 TORRES DE INSTALACION	36
4.4 PRESUPUESTO	38

CAPÍTULO V	39
IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MEDIANTE RADIOENLACE ENTRE LA PROVINCIA DE CHICLAYO Y EL CENTRO POBLADO CONCHUCOS DEL DISTRITO DE PATAPO	39
5.1 CONFIGURACION DE LAS ANTENAS	39
5.1.1 Configuración de AP Transmisor.....	41
5.1.2 Configurando la Estación Receptora	44
5.2 TERRENO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.	46
5.2.1 CASETA Y CERCO PERIMETRICO	46
5.2.2 TORRE METALICA VENTADA DE 21MTS	46
5.3 DISEÑO Y ARMADO DE TORRES METALICAS	46
5.3.1 BASE	48
5.3.2 PUNTOS DE ANCLAJE.....	49
5.3.3 MONTAJE DE LAS TORRES.....	49
5.4 LEVANTAMIENTO Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS ANTENAS	51
5.5 INSTALACION DE COMPLEMENTOS EN EL SISTEMA RADIANTE	52
5.5.1 PUESTA A TIERRA	52
5.5.2 PARARRAYO.	53
5.5.3 LUZ DE BALIZA.	54
5.6 PRUEBAS Y RESULTADOS	55
CAPÍTULO VI	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1 CONCLUSIONES	57
6.2 RECOMENDACIONES	58
ANEXOS	59
ANEXO 1: CENTRO POBLADO CONCHUCOS	60
ASPECTO INFORMATIVO DEL CENTRO POBLADO CONCHUCOS	60
1.1 DESCRIPCION DEL CENTRO POBLADO CONCHUCOS	60
1.2 PLAN ESTRATEGICO	61
1.2.1 MISION.....	61
1.2.2 VISION.....	61
1.3 SITUACION PROBLEMÁTICA ACTUAL	61
1.4 SITUACION DESEADA	62
ANEXO 2: INFRAESTRUCTURA Y ESPICIFICACIONES TECNICAS	63
ANEXO 3: PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN RURAL – INTERNET RURAL	69
ANEXO 4: BANDAS NO LICENCIADAS 2.4 GHz – 5.8 GHz. BASE LEGAL	73

4.1 DECRETO SUPREMO N° 020-2007-MTC.....	73
4.2 RESOLUCION DE ALCALDIA N° 248- 2012-MDP/A.....	75
ANEXO 5: DESCRIPCION DEL SOFTWARE Y HADWARE UTILIZANDO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	78
ANEXO 6: GLOSARIO.....	84
ANEXO 7: CONSIDERACIONES TEORICAS DE RADIO MOBILE PARA EL CÁLCULO.....	98
ANEXO 8: EFECTO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS	102
ANEXO 9: FOTOGRAFÍAS	104
BIBLIOGRAFÍA	116

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Radioenlace _____	13
Fig. 2: Línea de vista (line of sight) _____	14
Fig. 3: Zona de Fresnel _____	16
Fig. 4: Comunicación Satelital _____	18
Fig. 5: Cobertura Satelital _____	19
Fig. 6: antenna parabólica HUGHES Fig. 7: LNB HUGHES _____	20
Fig. 8: HUGHES (HN7000s) _____	20
Fig. 9: Vista Satelital 1. _____	24
Fig. 10: Vista Satelital 2. _____	24
Fig. 11: Vista Satelital 3. _____	25
Fig. 12: Vista general entre los dos puntos. _____	25
Fig. 13: Espectro radioeléctrico. _____	29
Fig. 14: Plano de Ubicación Chiclayo – Conchucos _____	31
Fig. 15: Perfil del accidente geográfico de Chiclayo 1 – Conchucos _____	31
Fig. 16: Plano de Ubicación Chiclayo – Conchucos _____	32
Fig. 17: Perfil del accidente geográfico de Chiclayo 2– Conchucos _____	32
Fig. 18: Distancia de los puntos a enlazar _____	33
Fig. 19: Calculo Del Angulo Azimutal. _____	34
Fig. 20: Perfil geográfico enlace Chiclayo-Conchucos. _____	35
Fig. 21: Calculo de altura de antenas. _____	36
Fig. 22: Diagrama general de Solución. _____	38
Fig. 23: Conexión del Rocket M5 al Adaptador POE y al Ordenador _____	40
Fig. 24: Ventana de Logueo del AirOS en el navegador Web _____	40
Fig. 25: Configuración pestaña Wireless del AirOS _____	41
Fig. 26: Pestaña Configuraciones de AirMax _____	42
Fig. 27: Configuración de la pestaña Network del AirOS _____	42
Fig. 28: Configuración de la Pestaña Advanced del AirOS _____	43
Fig. 29: Configuración pestaña Wireless en el AirOS modo Estación _____	44
Fig. 30: Pestaña de configuraciones AirMAX del AirOS modo Estación _____	45
Fig. 31: Configuración de la pestaña Network del AirOS modo Estación _____	45
Fig. 32: Dimensionado de los vientos _____	47
Fig. 33: Encoframiento de bases. _____	48
Fig. 34: Puntos de Anclaje. _____	49
Fig. 35: Montaje de Torre. _____	50
Fig. 36: Instalación de antenas. _____	51
Fig. 37: Pozo a tierra. _____	52
Fig. 38: Muestreo de conectividad de Antena Transmisora. _____	55
Fig. 39: Muestreo de conectividad de Antena Receptora. _____	56
Fig. 40: Internet de óptima calidad en el Centro Poblado _____	56
Fig. 41: Caja Impermeable _____	65
Fig. 42: Pantalla principal de MAPSOURCE _____	78
Fig. 43: Pantalla principal de Google Earth _____	79
Fig. 44: Pantalla de Radio Mobile _____	80
Fig. 45: GPS _____	82
Fig. 46: BRUJULA _____	83
Fig. 47: Perdida en dB en función de la distancia en metros. _____	98

Fig. 48: Zona de Fresnel _____	100
Fig. 49: Margen de Desvanecimiento. _____	101
Fig. 50: Arco de Bienvenida al Centro Poblado Conchucos _____	104
Fig. 51: Base de concreto de las torres _____	105
Fig. 52: instalación de torre _____	106
Fig. 53: Instalación de torre. _____	106
Fig. 54: Equipos de protección personal EPP. _____	107
Fig. 55: Equipos de protección personal EPP. _____	108
Fig. 56: Configuración de antena Rokat M5. _____	109
Fig. 57: Configuración de antenas Rokat M5 _____	109
Fig. 58: Instalación de antena Rokat M5. _____	110
Fig. 59: Instalación de antena EnGenius. Usada para la distribución de internet en el centro poblado. _____	110
Fig. 60: Instalación de antena EnGenius. Usada para la distribución de internet en el centro poblado. _____	111
Fig. 61: Instalación de distribución eléctrica para el Radioenlace. _____	111
Fig. 62: GPS usado para reconocimiento de puntos geográficos. _____	112
Fig. 63: Inclinómetro _____	113
Fig. 64: Brújula _____	113
Fig. 65: Torre instalada Centro Poblado Conchucos. _____	114
Fig. 66: Torre instalada en Chiclayo (Salida a Ferreñafe). _____	114
Fig. 67: internet en Conchucos. _____	115
Fig. 68: Internet en Conchucos. _____	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alternativas de solución disponibles a analizar. _____	21
Tabla 2: costo del servicio mensual enlace satelital _____	23
Tabla 3: Costo de instalación y sistema de seguridad _____	23
Tabla 4: Análisis cualitativo de las alternativas de solución. _____	26
Tabla 5: Inversión inicial y pago mensual de cada tecnología analizada. _____	26
Tabla 6: Ahorro anual. _____	27
Tabla 7: Consideraciones para la asignación de pesos. _____	27
Tabla 8: Análisis cuantitativo de las alternativas de solución _____	28
Tabla 9: Coordenadas Punto de Transmisión 1 – Chiclayo _____	30
Tabla 10: Coordenadas Punto de Transmisión 2 – Chiclayo _____	30
Tabla 11: Coordenadas Punto de Recepción – C.P Conchucos _____	30
Tabla 12: Coordenadas Punto de Transmisión – Chiclayo _____	33
Tabla 13: Coordenadas Punto de Recepción – C.P Conchucos _____	33
Tabla 14: Distancia entre puntos de enlace. _____	34
Tabla 15: Altura de las Torres Chiclayo – Conchucos. _____	36
Tabla 16: Pérdidas y ganancia del sistema. _____	37
Tabla 17: Especificaciones técnicas. _____	38
Tabla 18: Presupuesto con IGV (18%) _____	38
Tabla 19: Especificaciones Rocket M5. _____	63
Tabla 20: Pérdidas en Espacio Abierto en dB para diferentes distancias y frecuencias. _____	99
Tabla 21: Radio [m] para la primera zona de Fresnel. _____	101

RESUMEN

A través de la presente tesis se plantea un sistema de comunicación para lograr optimizar el servicio de datos actual y que beneficie al Centro Poblado Conchucos Distrito de Patapo. Con la ayuda de software especializados y las habilidades obtenidas en el ámbito estudiantil y laboral; lograr darle la mayor eficiencia al sistema con los menores costos y las condiciones ambientales y espaciales más favorables posibles, mediante una investigación y desarrollo, teniendo en cuenta la legislación y tramites nacionales, realizar el Diseño y la Implementación que cumpla con todas ellas.

Este trabajo se centra en la búsqueda y selección de mejor tecnología y la mejor ruta para lograr la comunicación.

Para esto hacemos uso de equipos satelitales GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para tomar las coordenadas de los puntos de interés a enlazar; Radio Mobile para tener el corte transversal de la línea recta que une los puntos y así conocer exactamente el perfil del terreno que existe entre ambos puntos, simulador de vistas satelitales (Google Earth) para dar la mejor ruta y la solución más adecuada por donde transmitir las ondas portadoras de dicha información teniendo en cuenta tener una zona de Fresnel totalmente despejada para la irradiación de estas.

Durante todo este proceso obviamente se ha tenido presente además, las condiciones climáticas existentes en los lugares involucrados, en la elección de equipos adecuados para lograr sin problemas una comunicación segura y confiable para el Centro Poblado.

ABSTRACT

Through this thesis a communication system is proposed to achieve a data service that benefits the Town Center District Patapo Conchucos, With the help of specialized software and skills obtained; achieve greater efficiency give the system with the least possible costs and the most favorable environmental and spatial conditions, through research and development, taking into account national laws and procedures, performing the Design and Implementation comply with all of them.

This work focuses on the search and selection of best technology and the best route to achieve communication.

For this we use GPS satellite equipment (COMPREHENSIVE Positioning System) to take the coordinates of the points of interest to be linked; Mobile Radio to have the cross section of the straight line joining the points and to know exactly the terrain profile between two points, simulator satellite views (Google Earth) to give the best route and the best solution where transmit said carrier waves of given information have a totally clear Fresnel zone for the irradiation of these.

Throughout this process obviously has had this addition, the climatic conditions in places involved in choosing appropriate equipment to achieve seamless secure and reliable communication for the Town Centre.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales características que describen el desarrollo científico técnico del presente siglo, son los avances logrados en las telecomunicaciones tanto así que se ha convertido en una necesidad.

Existe actualmente una alta necesidad de comunicarse y mantenerse informado, Nuestra actual sociedad de la información; refleja una tendencia imparable de aumento de la demanda en lo que es el uso de las tecnologías constituidas por redes de comunicaciones, estando también limitadas por su ancho de banda y su propio diseño y topología de red. En la actualidad, las telecomunicaciones de han convertido en uno de los aspectos fundamentales sobre los cuales se fundamenta el progreso de la sociedad moderna.

Al inicio de la tesis se muestran las listas de figuras, tablas y la tabla de contenidos usados a lo largo del desarrollo de la tesis. La tesis contiene en total 7 capítulos. Los cuales se detallan a continuación.

El capítulo I, explica los aspectos generales del proyecto donde se presenta el marco lógico necesario para el desarrollo de la tesis.

El capítulo II, se orienta a los fundamentos de las tecnologías de conectividad, que presenta conceptos teóricos necesarios para el correcto entendimiento de la tesis.

El capítulo III, se refiere al diagnóstico de la tecnología actual, y las posibles alternativas de solución.

El capítulo IV, diseña la red de interconexión teniendo en cuentas las tecnologías descritas en el capítulo anterior.

El capítulo V, se realiza la implementación de los equipos y la configuración de los mismos para el eficiente servicio de datos en el centro poblado.

El capítulo VI, da las conclusiones del trabajo y elabora las recomendaciones que se deben de tener en cuenta para el Diseño e Implementación del Sistema de Comunicación en el Centro Poblado Conchucos.

Al final se muestran las referencias usadas por los autores para la elaboración del presente trabajo tesis y los anexos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA OPTIMIZACION DEL SERVICIO DE DATOS EN EL CENTRO POBLADO DE CONCHUCOS DISTRITO DE PÁTAPO”

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo optimizar el servicio de datos en el Centro Poblado de Conchucos?

1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Si se diseña e implementa un Sistema de comunicación de Banda Ancha, sustentado en la teoría de las redes de comunicación, se optimizara el servicio de datos actual del Centro Poblado de Conchucos distrito de Patapo.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un Sistema de comunicación de Banda Ancha para optimizar el servicio de datos del Centro Poblado Conchucos Distrito de Patapo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la tecnología que mejor se adecue a la solución del servicio de datos actual en el Centro Poblado Conchucos, comparando costos y calidad de un sistema de comunicación satelital y/o un radioenlace.
- Diseñar e implementar el Sistema de Comunicación que se seleccionó; para la solución del problema de servicio de datos actual en el Centro Poblado Conchucos.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

El impacto mundial de la globalización sobre los sistemas económicos, políticos y culturales en las dos últimas décadas del siglo XX, ha provocado profundos cambios en toda la sociedad. El desarrollo y la masificación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) así como del Servicio de Datos (INTERNET) juegan un rol protagónico, reduciendo los espacios físicos y temporales.

Los cambios producidos por el fenómeno de la Globalización y penetración masiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación, tanto en el medio urbano como en el medio rural, demandan al sistema la alfabetización tecnológica de la población en general, y de la rural en particular. De esta forma, la alfabetización tecnológica responde por un lado a los requerimientos de la globalización económica la formación de jóvenes aptos para un mercado laboral diferente, en industrias cada vez más tecnificadas y competitivas a nivel global.

De hecho, la información y especialmente las TIC han adquirido un rol tan preponderante en las sociedades y en la economía global, que explica el entusiasmo de los gobiernos de diseñar e implementar políticas de desarrollo y promoción de estas tecnologías. Vistas como un recurso estratégico, los gobiernos promueven programas tendientes a masificar sus usos y aplicaciones.

El Servicio de Datos nos permite tener acceso a diferente tipos de comunicación ya se por mensajes de texto hasta video conferencias, también la comunicación a través de correos electrónicos, nos permite acceder a un mundo de conocimiento, a través de información o ya sea cursos virtuales. También nos permiten tener acceso a contenidos tan diversos que van desde el simple entretenimiento (YouTube) hasta el intercambio de material bibliográfico o de clases (OCW)

Estos servicios mencionados tan solo son una parte de la infinidad de posibilidades que se pueden hacer gracias al servicio de datos y las telecomunicaciones.

Por tanto para nosotros, como profesionales de las Telecomunicaciones; el desarrollo de esta tesis nos permitirá conocer más de cerca todas las técnicas y tecnologías involucradas en el funcionamiento de estas redes de banda ancha adaptadas a la difícil geografía de nuestro país y estaremos seguros de estar contribuyendo con una tecnología que permitirá reducir la brecha digital estimulando del desarrollo económico y social de esta localidad.

1.6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO

1. Impacto Social

Logrando un eficiente servicio de datos, la población se beneficiara de manera directa, teniendo, al alcance las plataformas virtuales que le permitirán incorporarse a la globalización tecnológica e informática. Aumentando considerablemente el impacto social del Centro Poblado Rural respecto a las Zonas Urbanas.

2. Impacto Ambiental

Dentro del impacto ambiental incidiremos en el impacto visual y el impacto por efectos de microondas.

Impacto Visual

Para que este sistema de comunicación; entre en funcionamiento, se necesita que las antenas estén a una altura aproximada de 21m desde el suelo, para lograr este objetivo se necesita la instalación de Torres metálicas, lo cual de una u otra forma afecta el paisaje de la zona lo que conlleva a un impacto visual considerable, pero es un mal necesario ya que también es importante mantenerse comunicado en el mundo tecnológico globalizado.

Impacto por efectos de señales microondas

Con la proliferación de antenas podría tenerse la sensación de que las ondas que irradian estas antenas podrían ser dañinas para la salud. Incluso hay quienes, sin fuertes evidencias, especulan que las frecuencias emitidas por las antenas provocarían cáncer. Ante ello surge una inquietud en la Población y el impacto que generaría estas señales de transmisión. Los estudios científicos apuntan a lo contrario. Sin embargo, como por el momento no está completamente descartado, la OMS (Organización Mundial de la Salud) sugiere potencias máximas de exposición simplemente como una medida preventiva.

Es por ello que hemos considerado mantener dicho estándar en la instalación y puesta en marcha del sistema de comunicación.

1.7 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto se orientara al estudio, diseño e implementación de un sistema de comunicación que optimizara el servicio de datos actual en el centro poblado de Conchucos, para el aprovechamiento de cada uno de sus pobladores.

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD

2.1 RADIOENLACE

Radioenlace es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos, mediante la recepción y transmisión de ondas electromagnéticas en la banda de microondas.

La transmisión y recepción a través de ondas de radio son utilizadas en una gran gama de aplicaciones. Debido a esto, las técnicas de modulación y codificación son muy variadas, utilizándose para cada aplicación una técnica diferente.

Los radioenlaces son, en ciertas aplicaciones, una forma eficiente de transmitir información punto a punto vía espacio libre. Esto se debe a que no requieren de instalaciones complejas, ya que basta con la instalación de antenas.

Las antenas se pueden montar sobre torres para enviar un haz de señales a otra antena que se encuentra a decenas de kilómetros de distancia.

Sistema de Radio - Enlace

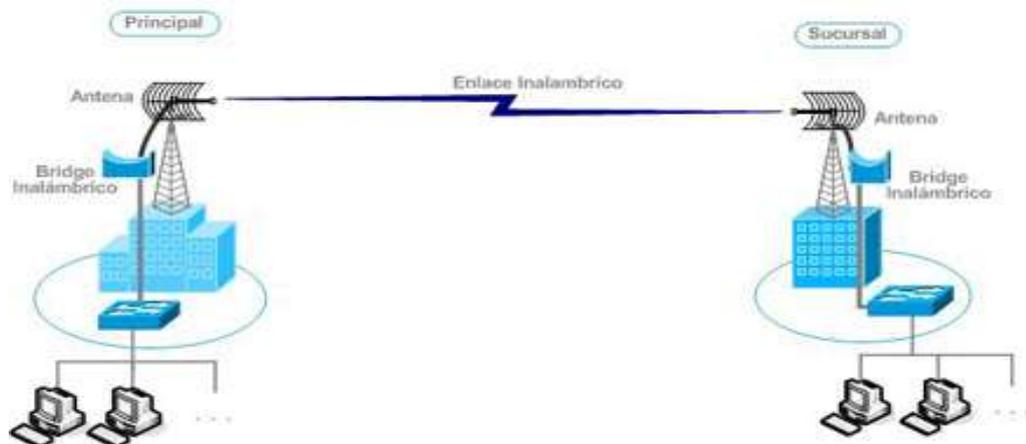


Fig. 1: Radioenlace

Los radioenlaces de microondas, proveen de conectividad entre dos sitios (estaciones terrestres) en línea de vista (line of sight), es decir debe de haber una vía libre entre varias antenas “mirándose” una a la otra.

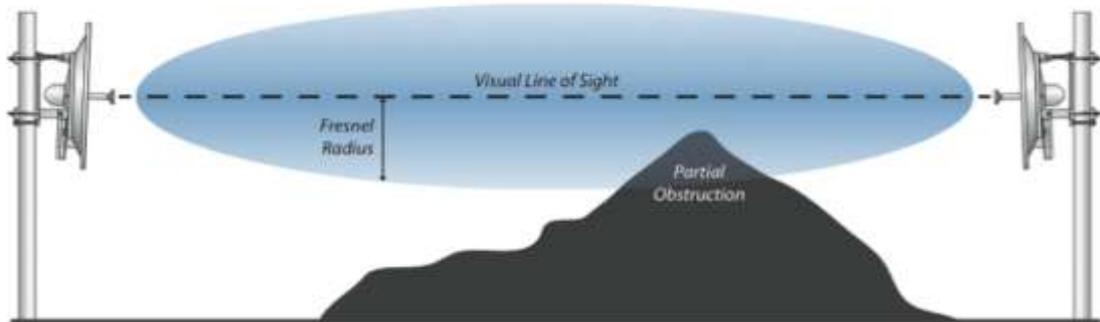


Fig. 2: Línea de vista (line of sight)

Los sistemas de radio enlace generalmente son punto, punto a multipunto, y está constituido por equipos terminales y repetidores intermedios. La función de los repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por los accidentes geográficos, curvatura terrestre.

Los repetidores pueden ser:

- **Activos.** Son aquellos que además de cambiar la dirección del haz le dan ganancia a la señal que pasa por ellos.
- **Pasivos.** También llamados reflectores. En ellos no hay ganancia, solo se limitan a cambiar la dirección del haz de transmisión.

MICROONDAS

Las microondas son ondas electromagnéticas de la misma naturaleza que las ondas de radio, luz visible y rayos X, las cuales tienen múltiples aplicaciones en comunicación tales como, comunicación vía satélite, radioenlaces terrestres (punto a punto y multipunto), sistemas de comunicación personal, telefonía celular y radiolocalizadores.

Microondas es un término descriptivo en el espectro de frecuencias comprendido entre 300 Mhz y 300 Ghz. El periodo de una señal de microondas está en el rango de 3 ns a 3 ps, y la correspondiente longitud de onda en el rango de 1m a 1mm.

- Las microondas se reflejan en las estructuras metálicas y en el agua.
- Las señales de frecuencia de microondas no son reflejadas en la ionosfera como sucede con las señales de baja frecuencia
- Al trabajar a frecuencias de microondas se cuenta con mayor ancho de banda esto debido a que se cuenta con un mayor número de canales de radio.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE UN RADIANLACE

a. Potencia de Transmisión.

Cualquier enlace se puede optimizar de forma sustancial, simplemente aumentando la potencia. De esta manera, se mejora la razón señal ruido en la recepción, pero esta no es la forma más eficiente, puesto que puede llevar a la utilización de potencias inaceptables para un diseño en microondas.

La potencia es expresada en Watts o en las unidades relativas a Decibel comparadas con Mili watts (Dbm). La equivalencia entre ambas unidades se da en la siguiente formula:

$$DBm = 10 \log (P/0.001)$$

Donde P es la potencia en Watts.

b. Perdidas en Espacio Libre.

Es la pérdida de potencia del recorrido de la onda en el espacio libre (sin obstáculos) se rige por la siguiente ecuación.

$$FSL = 10 \log \left(\frac{4 \pi d}{\lambda} \right)^2 = 32.44 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log F \text{ (MHz)}$$

Donde:

D en la distancia entre las antenas y λ es la longitud de onda.

c. Ganancia de la antena

La ganancia de la antena se define como la diferencia que determina entre el campo electromagnético producido por una determinada antena en su dirección más favorable respecto al de otra antena que se toma como patrón. Científicamente se toma como referencia la antena isotrópica, que es una antena ideal que radia en todas direcciones.

Evidentemente no existe tal antena pero, matemáticamente, es muy fácil calcular el campo electromagnético que producirá una antena de este tipo.

En la práctica la antena que se usa como referencia suele ser el dipolo, que ya tiene una ganancia de 1.64 dB sobre la antena isotrópica. Esto se debe a que el dipolo es una antena muy simple y fácil de construir, por lo cual se pueden hacer comparaciones directas entre dos o más antenas sin que tener que recurrir a la antena isotrópica que no existe y por lo tanto no es comparable directamente. Si la ganancia de una antena está referida a la antena isotrópica se representa con dBi.

Si está referida a al dipolo se representa como dBi

d. Zona de Fresnel.

La llamada zona de Fresnel, es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración, y que permita una visibilidad directa entre las dos antenas. Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas, respecto a la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un aumento o disminución en el nivel de señal recibido.

$$\text{Despeje M\u00ednimo} = 0.227 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}} \text{ en metros}$$

D\u00f3nde: d_1 y d_2 = distancia del emisor y receptor hacia el obst\u00e1culo.

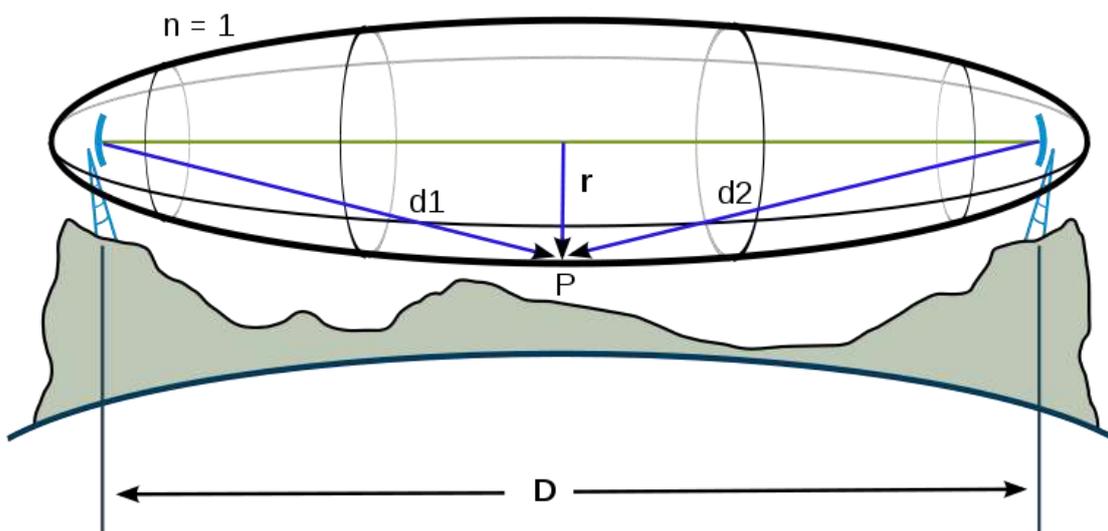


Fig. 3: Zona de Fresnel

2.2 ACCESO VIA SATELITAL.

Un s\u00e1tellite puede definirse como un repetidor radioel\u00e9ctrico ubicado en el espacio, que recibe se\u00f1ales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra, ya sea al mismo punto donde se origin\u00f3 la se\u00f1al u otro punto distinto.

Una red satelital consiste de un transponder (dispositivo receptor-transmisor), una estaci\u00f3n basada en tierra que controlar su funcionamiento y una red de usuario, de las estaci\u00f3nes terrestres, que proporciona las facilidades para transmisi\u00f3n y recepci\u00f3n del tr\u00e1fico de comunicaciones, a trav\u00e9s del sistema de s\u00e1tellite.

CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES SATELITALES

- Las transmisiones son realizadas a altas velocidades en Giga Hertz.
- Son muy costosas, por lo que su uso se ve limitado a grandes empresas y países
- Rompen las distancias y el tiempo.

ELEMENTOS DE LAS REDES SATELITALES

Transponders

Es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias les cambia la frecuencia.

Estaciones terrenas

Las estaciones terrenas controlan la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

Consta de 3 componentes:

Estación receptora: Recibe toda la información generada en la estación transmisora y retransmitida por el satélite.

Antena: Debe captar la radiación del satélite y concentrarla en un foco donde está ubicado el alimentador. Una antena de calidad debe ignorar las interferencias y los ruidos en la mayor medida posible.

Estos satélites están equipados con antenas receptoras y con antenas transmisoras. Por medio de ajustes en los patrones de radiación de las antenas pueden generarse cubrimientos globales, cubrimiento a solo un país (satélites domésticos), o conmutar entre una gran variedad de direcciones.

Estación emisora: Está compuesta por el transmisor y la antena de emisión.

La potencia emitida es alta para que la señal del satélite sea buena. Esta señal debe ser captada por la antena receptora. Para cubrir el trayecto ascendente envía la información al satélite con la modulación y portadora adecuada.

Como medio de transmisión físico se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se utilizan señales de microondas para la transmisión por satélite, estas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia, pueden ser de baja o de alta frecuencia y se ubican en el orden de los 100 MHz hasta los 10 GHz.

La comunicación mediante satélite tiene algunas propiedades que la hacen atractiva en diferentes aplicaciones. Esencialmente, un satélite de comunicaciones es un repetidor de radio en el cielo (transponder). Este medio está constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisores, cada uno de los cuales reciben una parte del espectro, amplificando la señal de entrada y, después la retransmite a otra frecuencia, para evitar los efectos de interferencia con las señales de entrada.

El flujo dirigido hacia abajo puede ser muy amplio y cubrir una gran parte de la superficie terrestre, o puede ser tan estrecho y cubrir un área de cientos de kilómetros.



Fig. 4: Comunicación Satelital

Las comunicaciones vía satélite poseen numerosas ventajas sobre las comunicaciones terrestres.

- El costo de una satélite es independiente a la distancia que vaya a cubrir.
- La comunicación entre dos estaciones terrestres no necesita un gran número de repetidoras puesto que solo se utiliza un satélite.
- Las poblaciones pueden ser cubiertas con una sola señal de satélite, sin tener que preocuparse en gran medida del problema de obstáculos.
- Grandes cantidades de ancho de banda están disponibles en los circuitos satelitales generando mayores velocidades en la transmisión de voz, data y video sin hacer uso de un costoso enlace telefónico.

Estas ventajas poseen sus contrapartes, siendo alguna de ellas las siguientes:

- El retardo entre carga y descarga es de 250mS – 500mS.
- La absorción por la lluvia es proporcional a la frecuencia de onda.
- Conexiones satelitales multiplexados imponen un retardo que afectan las comunicaciones de voz, por lo cual son generalmente evitadas.
- Para mantener un servicio de comunicación satelital se tiene que pagar un costo mensual y este costo varía según el ancho de banda que se requiera, mayor ancho de banda mayor costo se debe pagar.

Los satélites de comunicación están frecuentemente ubicados en lo que llamamos orbitas geo sincronizadas, lo que significa que el satélite circulara la tierra a la misma velocidad que está rota lo que lo hace parecer inmóvil desde la tierra. Una ventaja de esto es que el satélite siempre está a la disposición para su uso. Un satélite para estar en este tipo de orbitas debe ser proporcionado a 13937.5 Kms. De altura, con lo que es posible cubrir toda la tierra utilizando solo tres satélites.

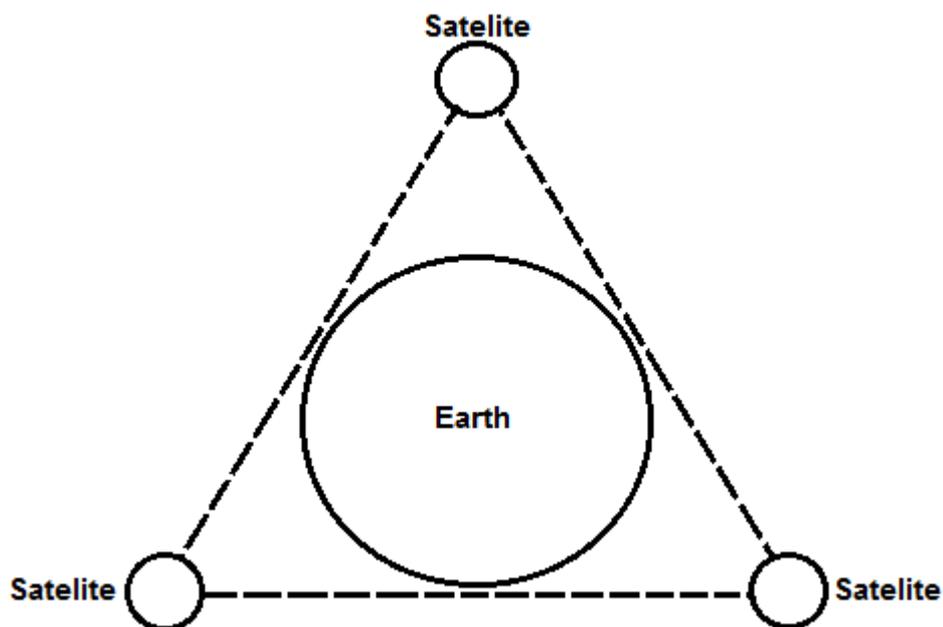


Fig. 5: Cobertura Satelital

Un satélite no puede retransmitir una señal en la misma frecuencia en la que es recibida, si esto ocurriese el satélite interferiría con la señal de estación terrestre, por esto el satélite tiene que convertir la señal recibida de una frecuencia a otra antes de retransmitirla, para hacer esto lo hacemos con algo llamado “transponders”.

Al igual que los enlaces microondas las señales transmitidas vía satélites son también degradadas por la distancia y las condiciones atmosféricas.

CAPÍTULO III

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ACTUAL Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

3.1 SERVICIO SATELITAL ACTUAL

Actualmente el centro poblado cuenta con equipos de un servicio satelital brindado por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC) a través del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL); que para promover un mayor acceso a los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales, expedidos mediante Decreto Supremo N° 049-2003-MTC, señalan como objetivo el acelerar la incorporación, en condiciones de equidad, de las poblaciones de las áreas rurales y lugares de preferente interés social, promoviendo su integración a la red pública de telecomunicaciones.

A pesar de brindar el servicio de internet rural, las desventajas del sistema son considerables, debido a que es un sistema de comunicación lento y de baja calidad, es por ello que actualmente el Sistema se encuentra en total abandono y de poco uso por los pobladores.

Equipos actualmente instalados:

- HUGHES (HN7000s)
- PCs Pentium 3.



Fig. 6: antenna parabólica HUGHES



Fig. 7: LNB HUGHES



Fig. 8: HUGHES (HN7000s)

3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

OPCION	DESCRIPCION	ANALISIS
Mejoramiento del sistema de comunicación satelital actual (Reemplazo de equipos)	Interconexión de una red privada sobre una red pública. Para optimizar el Sistema Actual se necesita el Reemplazo de todos los equipos instalados, por unos más actuales.	<p>Vía Satelital</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas <p>Amplia cobertura. Seguridad en la red.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desventajas <p>Mayor precio. Retardo en transmisión de datos. Riesgo de interrupción por agentes atmosféricos.</p>
Comunicación por Radioenlace (Sistema nuevo)	Interconexión a través de medios de transmisión y recepción. Para optimizar el Sistema Actual se necesita el cambio total del sistema de comunicación.	<p>Vía Microondas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas <p>Capaces de transmitir grandes cantidades de datos. Costos relativamente bajos. Alta velocidad en la transmisión de datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desventajas <p>Línea de tecnología visual. Sujeta a interferencias electromagnéticas y a otras interferencias.</p>
Operadores móviles (Sistema de Telefonía Móvil Privada)	<p>Interconexión Privada a través de medios de transmisión y recepción en bandas contratadas (800Mhz y 1900Mhz). Tipos de Tecnologías que brindan la operadoras móviles</p> <p>GSM. Ancho de Banda para el servicio de datos 2Mbs. UMTS. Ancho de banda para el servicio de datos 10Mbs. LTE. Ancho de banda para el servicio de datos 50Mbs</p>	<p>El servicio que llega al Centro Poblado es solo GSM de una pésima calidad y con interferencias. A este servicio privado no se le hará un estudio solo se le mencionara en este cuadro. Esto debido a que es un servicio privado y depende de las operadoras móviles actualizar el tipo de servicio que brindan.</p> <p>Y ya que en el Centro Poblado Conchucos, no existe una gran población ni tampoco clientes fuertes como grandes empresas o centros comerciales las operadoras móviles no se toman la molestia de brindar un servicio de calidad y más actual para el Centro Poblado Conchucos Distrito de Patapo.</p>

Tabla 1: Alternativas de solución disponibles a analizar.

3.2.1 DISEÑO SATELITAL MEJORAMIENTO DE SISTEMA ACTUAL.

Proveedor GILAT

“Tecnologías de Redes Satelitales Gilat es el apoyo ideal para empresas que apunten hacia los retos de hoy, porque les permite mantenerse permanentemente interconectadas con sus socios, clientes u oficinas en cualquier parte del Perú y del mundo, de manera económica, rápida y sencilla”

Descripción del sistema

Tiene una plataforma de comunicación satelital de banda ancha de última tecnología basada en estándares internacionales.

Objetivo Especifico

El proyecto estará compuesto por las siguientes características.

- La provisión e instalación del servicio de enlace de datos con velocidad asíncrona y asimétrica utilizando estaciones satelitales VSAT, con una sobresuscripción garantizada de manera que cubra el mínimo solicitado para establecer el enlace.

Tipo de servicio

El sistema de comunicación GILAT considera una topología estrella (punto - multipunto) con una estación central llamada HUB en el centro de la estrella y con muchas estaciones terrestres remotas llamadas VSATs, esto quiere decir que todo tráfico que un VSAT pueda transmitir parara necesariamente por el HUB GILAT.

La solución permite el enlace entre el HUB GILAT y la estación principal del cliente mediante internet o mediante enlace dedicado, la topología para las estaciones remotas será VSAT – HUB – BASE CLIENTE sin tener comunicación con otros VSATs de la red GILAT

Esto además de que permite tener una comunicación solo entre los VSATs del cliente permite tener mayor seguridad en la información transferida, ya que de por si la comunicación a través de VSTAs de GILAT es segura debido a que se utiliza protocolo propietario de GILAT para la comunicación Satelital.

Interfaces

Los VSATs Skyedge de GILAT cuenta con una interface FastEthernet Auto sense que puede trabajar a 10 mbps Full dúplex y 100 mbps Half dúplex, esto garantiza una comunicación veloz a través de protocolo TCP/IP entre la estación VSAT y los equipos de monitoreo.

Ancho de Banda

El servicio considera una conexión de datos con un ancho de banda mínimo de 64/32 kbps Downlink/Uplink.

Confiabilidad

La confiabilidad del enlace cumple con los requerimientos estándar (99% al mes)

Precios

Servicio de Transmisión de datos

Servicio	Características	Overbooking	Tarifa mensual
DATOS	Velocidad de bajada: 64 kbps Velocidad de subida: 32 kbps	1:5	\$ 199.00
	Velocidad de bajada: 128 kbps Velocidad de subida: 64 kbps	1:5	\$ 380.00
	Velocidad de bajada: 256 kbps Velocidad de subida: 128 kbps	1:5	\$ 557.00
	Velocidad de bajada: 512 kbps Velocidad de subida: 256 kbps	1:5	\$ 690.00

Tabla 2: costo del servicio mensual enlace satelital

- Precios incluyen IGV
- Enlaces compartidos

Instalaciones

Precio de Instalación	
ENLACE VSAT	\$1921.85
SISTEMA DE SEGURIDAD ELECTRICA(*) Pozo a tierra y sistema de pararrayos	

Tabla 3: Costo de instalación y sistema de seguridad

- Precios incluyen IGV
- Incluye la instalación de 2 unidades VSAT.
- (*) Equipamiento necesario para el buen desempeño de los equipos, si el cliente no lo tiene implementado lo puede solicitar a GTH.
- Incluye instalación de loza de cemento para la instalación de antena
- Incluye instalación de Pozo a tierra.

3.2.2 DISEÑO POR RADIOENLACE

Enlace Chiclayo – Centro Poblado Conchucos

Radio enlace es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos, mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas en la banda de microondas.

Esta propuesta consiste en lograr un enlace desde la ciudad de Chiclayo hasta el C.P. Conchucos (ubicado en el distrito de Pátapo). Usando equipos de bajo costo y alta eficiencia, que nos permita optimizar el sistema de datos actual en el Centro Poblado.

A continuación mostramos el diagrama general donde se muestran las ubicaciones exactas de los puntos involucrados para este enlace.



Fig. 9: Vista Satelital 1.



Fig. 10: Vista Satelital 2.

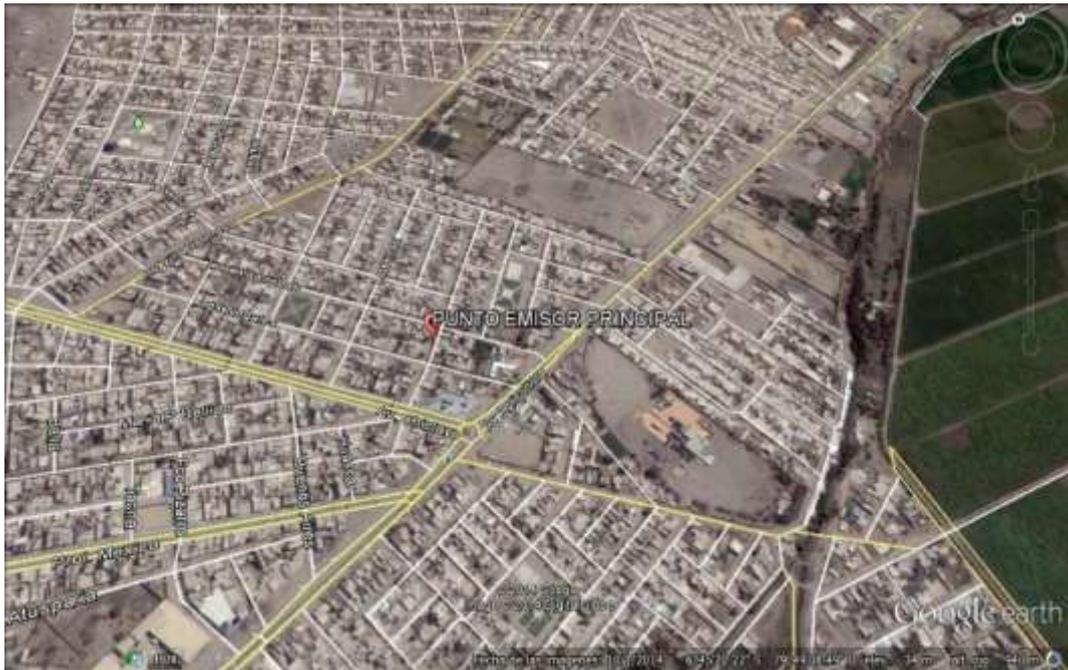


Fig. 11: Vista Satelital 3.

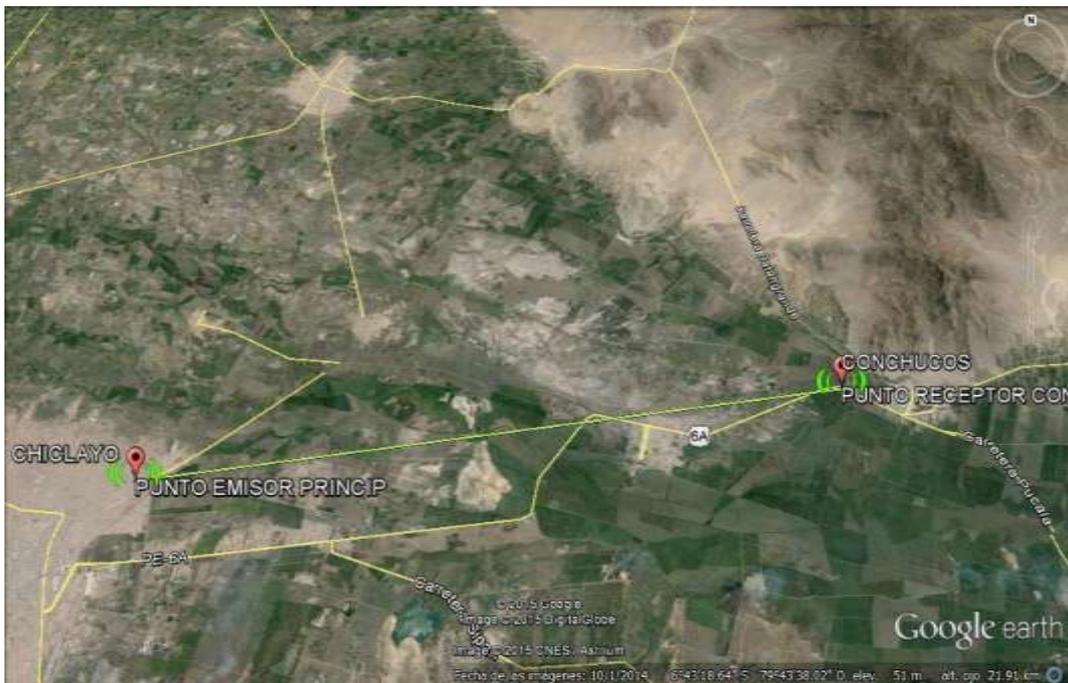


Fig. 12: Vista general entre los dos puntos.

3.3 CONTRASTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD.

Aquí se contrastan las alternativas analizadas anteriormente, tanto en el aspecto técnico como en el económico se ha considerado la teoría expuesta así como también los testimonios de los usuarios de dichos servicios.

3.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

		RADIOENLACE	SATELITAL GILAT
Aspecto Técnico	MEDIO	Espacio aéreo	Espacio aéreo
	Velocidad de Transmisión	Superior a los 10 Mbps	Hasta 2 Mbps
	Alcance	Depende de la potencia de los equipos, características geográficas	Áreas alejadas
	Modo de Transmisión	Simétrico	Asimétrico
	Uso de la red pública	Si	Si
	Fiabilidad (overbooking)	Mayor al 90%	Menor al 50%
	Rendimiento	Alto	Bajo
Aspecto económico	Inversión inicial	Alta	Media
	Pago Mensual	Bajo	Alto (tarifa Plana)

Tabla 4: Análisis cualitativo de las alternativas de solución.

Empresa	Servicio	Ítem	Chiclayo	Conchucos
GILAT	Acceso vía satelital (512/256Kbps)	Instalación	-----	\$1921.85
		Equipo	-----	-----
		Pago mensual	-----	\$690.00
	TOTAL CON IGV 18%			
Empresa	Radioenlace Chiclayo- Conchucos			
Telefónica móviles Servicio dúo 15 Mbps	Equipos de TX y RX			\$ 928.57
	Infraestructura			\$ 1000.00
	Equipos de Distribución			\$ 158.57
	Protección de equipos			\$ 325.00
	Pago mensual			\$ 39.79
	TOTAL CON IGV 18%			

Tabla 5: Inversión inicial y pago mensual de cada tecnología analizada.

3.3.2 ANÁLISIS DE AHORRO DEL RADIOENLACE / SATELITAL

Costo anual (satelital)	\$10,201.85
Costo anual (Radioenlace)	\$ 2,889.62
Ahorro anual	\$ 7,312.23

Tabla 6: Ahorro anual.

3.3.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para este análisis se ha asigna un peso para casa una de las características del análisis cualitativo asignándole mayor peso al “Alcance” y “Velocidad de Transmisión” por considerarlo como las más influyentes para este estudio.

Para cada ítem evaluado se tuvo en cuenta la siguiente escala de calificación:

- 4: Excelente
- 3: Bueno
- 2: Regular
- 1: Malo

Asignación de Pesos

		Peso	Justificación
Aspecto técnico	Medio	0.05	Disponibilidad del medio
	Velocidad de Transmisión	0.20	Se necesita tener información en tiempo real
	Alcance	0.20	Se necesita transmitir a larga distancia
	Modo de Transmisión	0.05	Fluidez en el envío y recepción de datos
	Uso de la Red Publica	0.05	Es preferible tener sistema privado
	Fiabilidad	0.15	Confiabilidad del servicio
	Rendimiento	0.05	Eficiencia en su desempeño
Aspecto económico	Inversión inicial	0.1	Influyente en la ejecución del proyecto
	Pago mensual	0.15	Es indispensable para contar con el servicio
Total		1	Suma de todos los pesos siempre es la unidad

Tabla 7: Consideraciones para la asignación de pesos.

		Peso	Radioenlace		Satelital	
			Calif.	Peso Pond.	Calif.	Peso Pond.
Aspecto técnico	Medio	0.05	4	0.2	4	0.2
	Velocidad de Transmisión	0.20	4	0.8	1	0.2
	Alcance	0.20	3	0.6	4	0.8
	Modo de Transmisión	0.05	3	0.15	2	0.1
	Uso de la Red Publica	0.05	4	0.2	2	0.1
	Fiabilidad	0.15	4	0.6	2	0.3
	Rendimiento	0.05	4	0.2	1	0.05
Aspecto económico	Inversión inicial	0.1	4	0.1	3	0.3
	Pago mensual	0.15	4	0.6	2	0.3
Total		1		3.45		2.35

Tabla 8: Análisis cuantitativo de las alternativas de solución

3.4 DECISIÓN DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN A USAR.

Como resultado de los análisis cualitativos y cuantitativos se puede concluir que la tecnología seleccionada es el Radioenlace que obtuvo una calificación de 3,45.

Teniendo en cuenta las comparaciones del punto anterior, se ha elegido, para brindar el servicio de datos un radioenlace debido a su alta velocidad de transmisión y robustez y además por contar con equipos propios, no se realiza ningún pago mensual por el servicio.

Se decide diseñar un sistema de comunicación para optimizar el sistema de datos en el Centro Poblado Conchucos, basado en un Radioenlace, debido a su bajo costo de sus equipos y de su mantenimiento, y también a la gran eficiencia que brindan para nuestro objetivo a conseguir.

Para dicho Radioenlace usaremos un rango de frecuencia ente 5.5 a 5.8 GHz. Y según el espectro electromagnético se encuentra en un rango de 3 GHz a 30 GHz que pertenecen a súper alta frecuencia SHF.

Siendo el Rango de Frecuencias 5.5 – 5.8 GHz, (Banda no Licenciada), No se requiere la autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para su operación. La base legal es el Art. 28 del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones; el cual exceptúa de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, para la prestación de servicios de telecomunicaciones, de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten. Así mismo el

Art. 29 del mismo Reglamento le concede la Autorización de Carácter General a los servicios y equipos del Art. 28.



Fig. 13: Espectro radioeléctrico.

CAPÍTULO IV
DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA PROVINCIA DE
CHICLAYO Y EL CENTRO POBLADO CONCHUCOS DEL DISTRITO DE
PATAPO

A través de la visita realizada a los lugares de interés y haciendo uso de un equipo GPS hemos obtenido las coordenadas geográficas de cada uno de estos puntos

Punto Emisor Principal 1 Chiclayo

Latitud	S: 06° 45' 28.80"
Longitud	W: 79° 49' 13.68"
Altura	33 msnm
Temperatura	23°

Tabla 9: Coordenadas Punto de Transmisión 1 – Chiclayo

Punto Emisor Principal 2 Chiclayo

Latitud	S: 6°45'37.98"
Longitud	W: 79°49'34.01"
Altura	32 msnm
Temperatura	23°

Tabla 10: Coordenadas Punto de Transmisión 2 – Chiclayo

Punto Receptor Conchucos

Latitud	S: 06° 43' 59.15"
Longitud	W: 79° 39' 13.87"
Altura	78.7 msnm
Temperatura	23°

Tabla 11: Coordenadas Punto de Recepción – C.P Conchucos

En la figura 14, se observa la ubicación y distancia de los lugares que implica el proyecto. La distancia que hay desde el Punto Emisor Principal 1 – Conchucos es de 18.6 km.



Fig. 14: Plano de Ubicación Chiclayo – Conchucos

En la figura 15, se observa el perfil del terreno; en esta imagen observamos que a 21 m de altura en ambos puntos podemos obtener línea de vista despejada entre los puntos en mención.

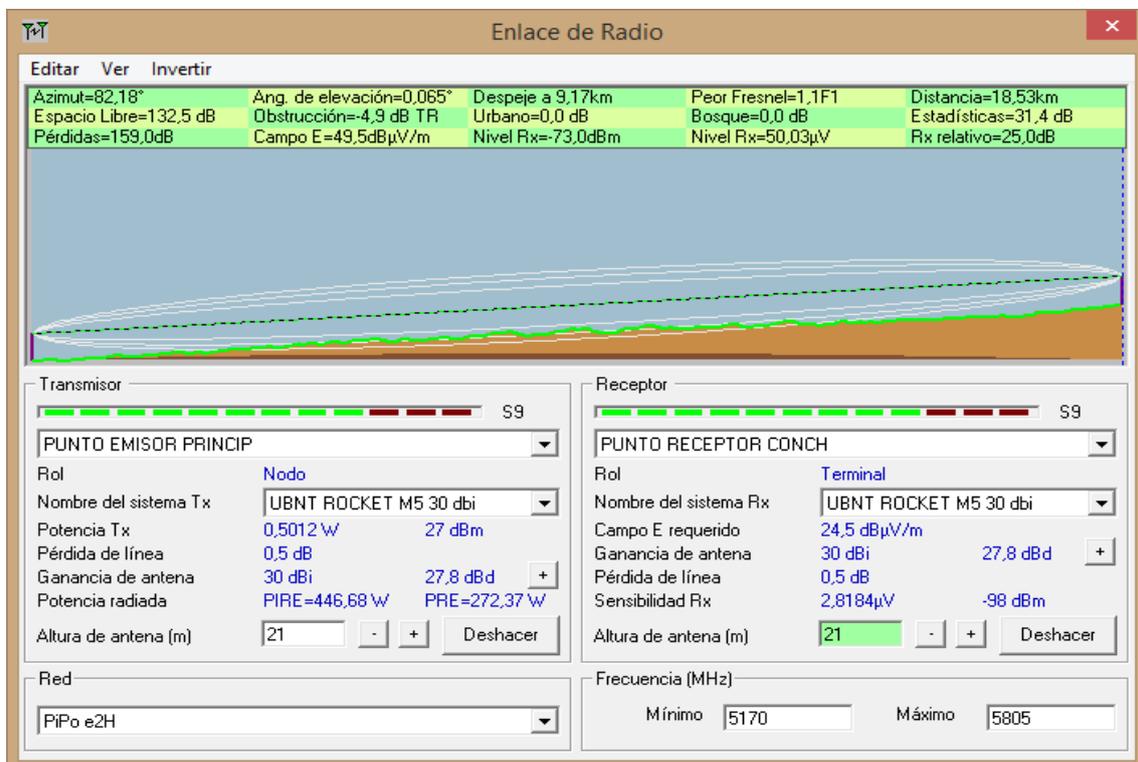


Fig. 15: Perfil del accidente geográfico de Chiclayo 1 – Conchucos

En la figura 16, se observa la ubicación y distancia de los lugares que implica el proyecto. La distancia que hay desde el Punto Emisor Principal 2 – Conchucos es de 19.2 km.



Fig. 16: Plano de Ubicación Chiclayo ± Conchucos

En la figura 17, se observa el perfil del terreno; en esta imagen observamos que no tenemos línea de vista despejada entre los puntos en mención. A lo cual se necesita la instalación de una repetidora, la cual elevaría los costos presupuestados.

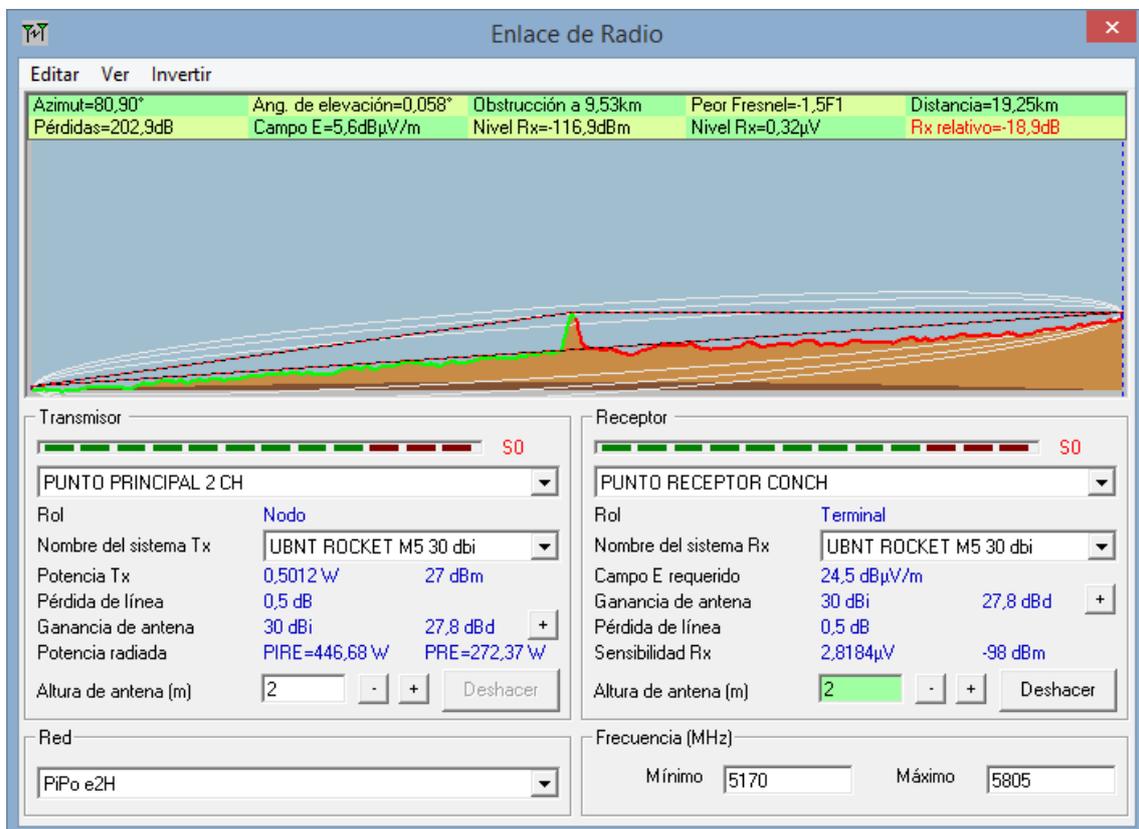


Fig. 17: Perfil del accidente geográfico de Chiclayo 2± Conchucos

4.1 PUNTOS GEOGRAFICOS FACTIBLES PARA EL RADIOENLACE

Las coordenadas geográficas de los puntos se han obtenido haciendo simulaciones en un principio con el software “Google Earth”, para luego ser confirmadas en la base de datos de Radio Mobile.

Punto Transmisor Principal (Distrito de Chiclayo)

Latitud	S: 06° 45' 28.80”
Longitud	W: 79° 49' 13.68”
Altura	33 msnm
Temperatura	23°

Tabla 12: Coordenadas Punto de Transmisión – Chiclayo

Punto Receptor Conchucos (Distrito de Patapo)

Latitud	S: 06° 43' 59.15”
Longitud	W: 79° 39' 13.87”
Altura	78.7 msnm
Temperatura	23°

Tabla 13: Coordenadas Punto de Recepción – C.P Conchucos

4.1.1 CALCULO DE LA LONGITUD DEL TRAYECTO

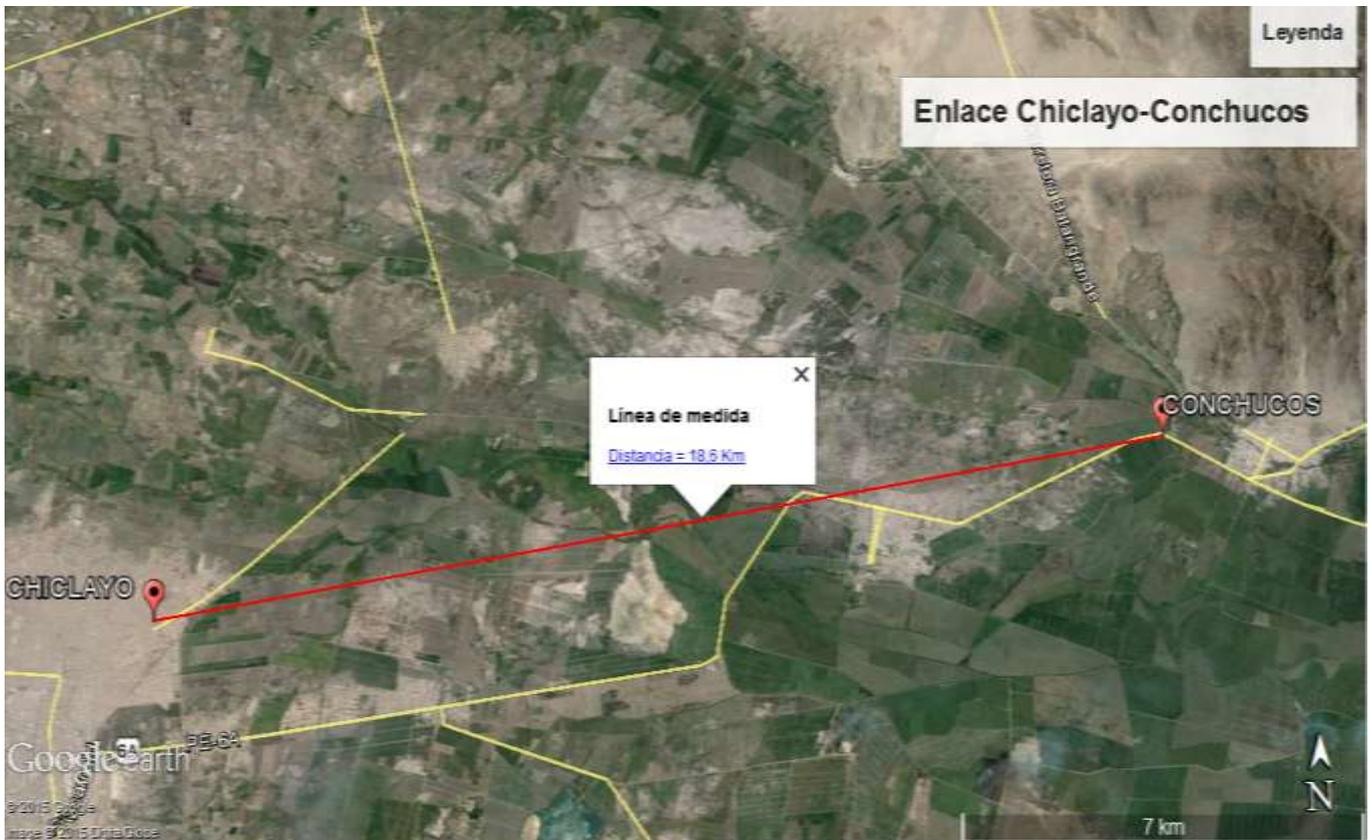


Fig. 18: Distancia de los puntos a enlazar

Longitud del trayecto obtenido mediante software.

Puntos del enlace	Distancia entre Puntos
CHICLAYO S: 06° 45' 28.80", W: 79° 49' 13.68"	18,6 Kilómetros
CONCHUCOS S: 06° 43' 59.15", W: 79° 39' 13.87"	

Tabla 14: Distancia entre puntos de enlace.

Obtención Del Angulo Azimutal.



Fig. 19: Calculo Del Angulo Azimutal.

Angulo azimutal obtenido mediante software, que será necesario al momento de instalar las antenas.

4.2 MAPA DE PERFILES

Para analizar los perfiles geográficos se ha utilizado el Radio Mobile, en este software se ingresan las coordenadas geográficas, datos técnicos de antenas a usar y se obtiene los datos de los enlaces y línea de vista respectivos.

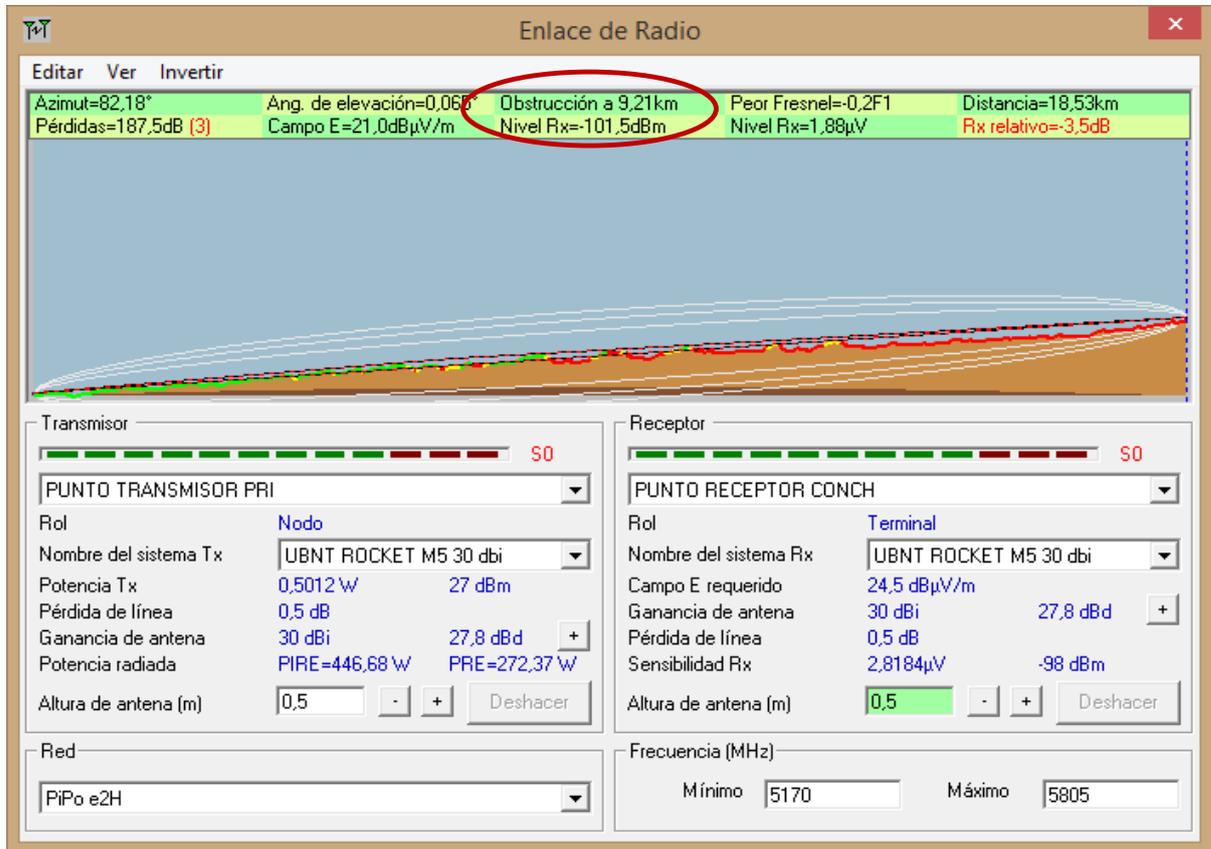


Fig. 20: Perfil geográfico enlace Chiclayo-Conchucos.

En la Fig. 20, se observa que el enlace tiene línea de vista pero a pesar de la altura, el enlace sigue sin ser viable, esto es debido principalmente al ruido que introducirá la ciudad, la zona de fresnel despejado en un 50%. Uno de los valores más importantes es el Nivel RX en dBm, cuanto menor sea mejor calidad tendrá el enlace, lo ideal es que se encuentre entre -40 y -80 dBm, respecto a ello se subirán las antenas en torres para conseguir un enlace ideal.

Para este enlace se cuenta con los siguiente Antenas UBIKITI ROCKET M5 las cuales tienen un alcance de hasta 50km a más, con una tasa de transferencia de 150 Mbps reales IPAC / IP, la cual nos garantizara un enlace ideal.

4.3 TORRES DE INSTALACION

Al optar por la tecnología de interconexión de radioenlace, se debe considerar a que altura se van a instalar las antenas para asegurar que la línea de vista esté libre de obstáculos y así evitar problemas de pérdidas en la transmisión, para calcular la altura necesaria de las torres se ha usado el software Radio Mobile, este nos permite modificar y establecer la altura que deben ser instaladas las antenas. Para así alcanzar un enlace ideal (RX entre -40 y -80 dBm)

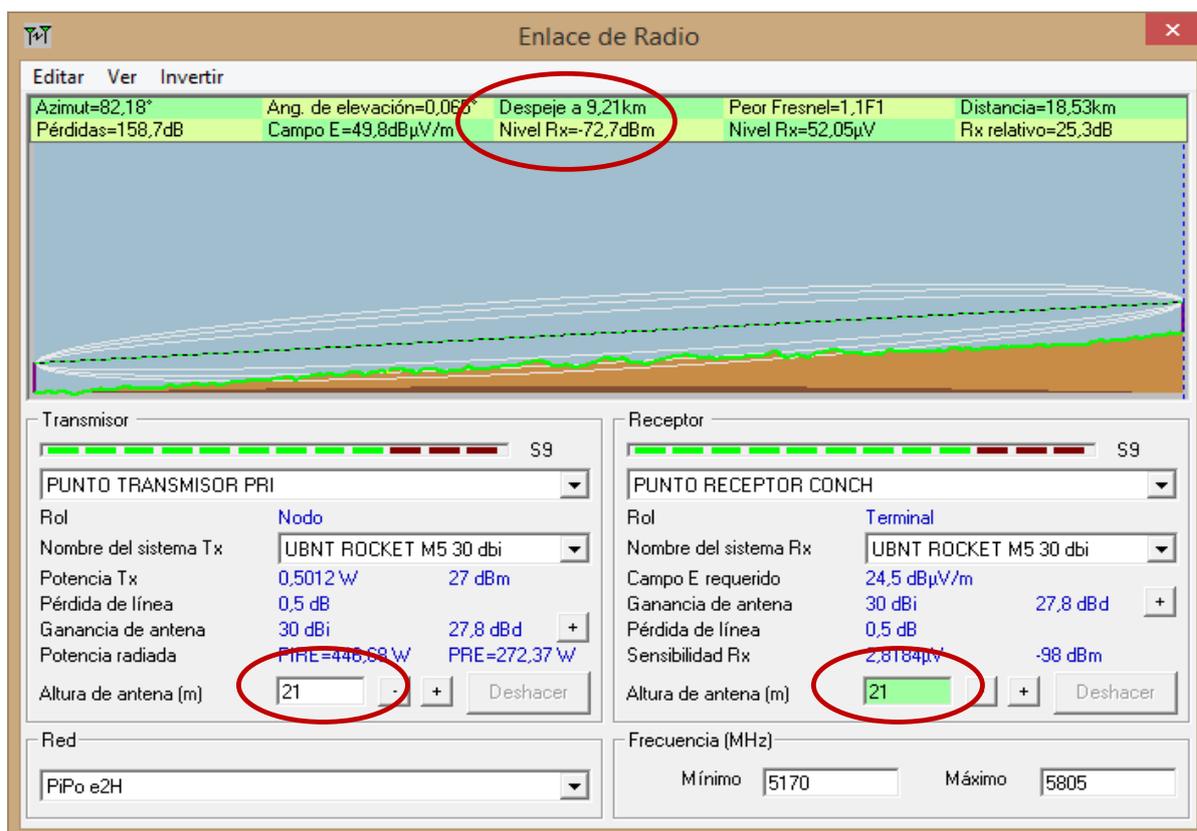


Fig. 21: Calculo de altura de antenas.

Se realizó el cálculo de torre, para cada punto del enlace será de una altura de 21m, a ello se tiene un enlace ideal Nivel de Rx. =-72.7dBm.

Altura de torre transmisión (Chiclayo)	21 metros
Altura de torre Recepción (Conchucos)	21 metros

Tabla 15: Altura de las Torres Chiclayo – Conchucos.

Puntos de interés calculado con el Radio Mobile

	Chiclayo punto de Transmisión	Conchucos punto de Recepción
Perdida de espacio libre	146.8 dB	132.5 dB
Perdidas por obstáculos	0 dB	0 dB
Total de pérdidas	146.8 dB	132.5 dB
Margen de ganancia del sistema	30 dB	31.53 dB

Tabla 16: Pérdidas y ganancia del sistema.

Se puede apreciar que el margen de ganancia del sistema es mayor a 10 dB, lo que asegura que los equipos seleccionados funcionaran correctamente.

“Estos cálculos están basadas en las fórmulas matemáticas que se encuentran detalladas en el anexo, además se tiene en cuenta que la confiabilidad del sistemas más del 99% incluido el margen de desvanecimiento.”

Infraestructura y especificaciones técnicas

Ítem	Descripción	Características
1	Equipo para Enlace UBIKITI ROCKET M5.	Frecuencia de trabajo 5,8 GHz, tecnología OFDM, rango de 50 km LoS.
2	Equipo para distribución de la señal TPLINK OMNI	Frecuencia de trabajo 2,4 a 5,8 GHz, tecnología OFDM, radio de 5 km
3	Switch encore 8 puertos.	Para las Salidas y distribución de cable Ethernet.
4	Terreno	Área suficiente para colocar los vientos de las torres.
5	Cerco perimétrico	Circula todo el perímetro del terreno
6	Caseta.	Brinda protección a los equipos instalados.
7	Torre metálica de 21m	Torre triangular ventada para lograr el enlace.
8	Caja impermeables	Protege del medio ambiente a los equipos
9	Puesta a tierra	Protege ante posibles descargas eléctricas.
10	Pararrayo	Protección contra las descargas atmosféricas.
11	Luz baliza	Señalización en torre.
12	Llaves termo magnéticas	Control del fluido eléctrico del sistema radiante.

Tabla 17: Especificaciones técnicas.

Esquema de la Solución

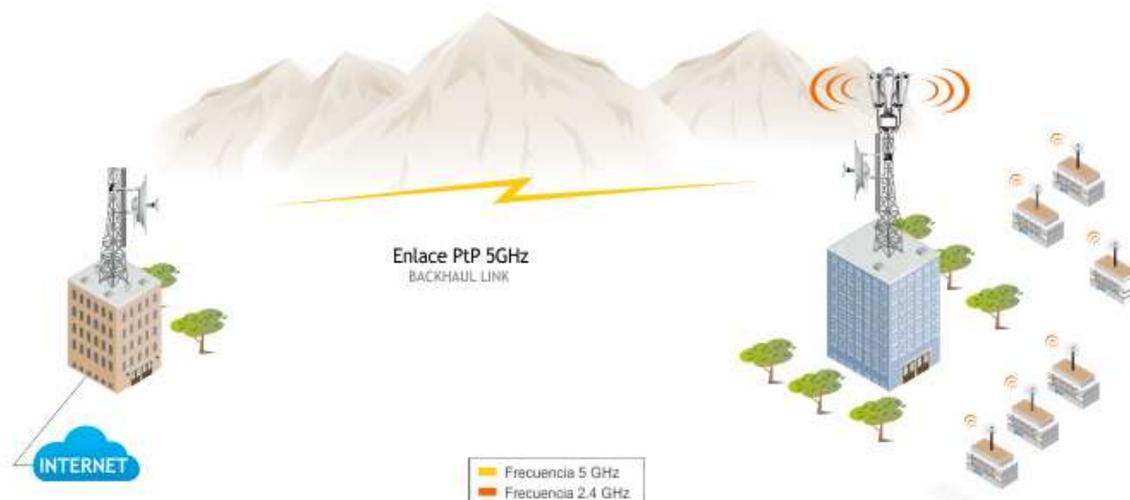


Fig. 22: Diagrama general de Solución.

4.4 PRESUPUESTO

Cotización Del Sistema De Comunicación Por Radioenlace Entre La Provincia Chiclayo Y El Centro Poblado Conchucos - Patapo					
Ítem	capitulo	descripción	cantid ad	unidad	valor
1	EQUIPOS DE TX, RX	Antenas	2	Unidad	\$ 587.49
2		AP, Outdoor	2	Unidad	\$ 243.68
3		Cable	100	Metros	\$ 29.56
4		Conectores	20	Unidad	\$ 5.91
5		Switch	2	Unidad	\$ 61.93
6	EQUIPOS DE DISTRIBUCION	Omnidireccional	1	Unidad	\$ 85.1
7		AP Engenius	1	Unidad	\$ 73.47
8	INFRAESTRUCTU RA	Torre Metálica de 21 Mts	2	Unidad	\$ 1000.00
9	PROTECCION	Puesta a Tierra	2	Unidad	\$ 118.25
10		Pararrayos	2	Unidad	\$ 107.38
11		Cajas Impermeables	2	Unidad	\$ 23.17
12		Luz Balizada y cableados y equipos respectivos	2	Unidad	\$ 76.2
13	TRAMITES LEGALES	Banda Libre (ICM)			0.00
14	TOTAL ESTIMADO	En nuevos Soles			S/. 8159
15		En Dólares Americanos			\$ 2 412.14

Tabla 18: Presupuesto con IGV (18%)

CAPÍTULO V
IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MEDIANTE
RADIOENLACE ENTRE LA PROVINCIA DE CHICLAYO Y EL CENTRO
POBLADO CONCHUCOS DEL DISTRITO DE PATAPO

5.1 CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS

Para el funcionamiento adecuado de nuestros equipos inalámbricos necesitamos configurar correctamente cada segmento de la red, aún más en los puentes, bridge, o backhaul. En este tipo de infraestructuras es muy común utilizar Rocket M5 + Rocket Dish de la marca Ubiquiti Networks, ya sea por su óptimo rendimiento y/o largo alcance; si bien el AirOS del dispositivo radio es muy intuitivo, hay algunos pequeños detalles a tener en cuenta para un enlace estable y eficiente.

Un enlace punto a punto con Rocket M5, no se utilizaría con ningún otro equipo más que con las RocketDish, es por ello que trataremos detalles acerca de ambos productos.

USO DE Rocket Dish M5 por distancias:

Punto A (Dish de 30dBi) / Punto B (Dish de 30dBi).....hasta 30 Km
Punto A (Dish de 34dBi) / Punto B (Dish de 30dBi).....hasta 38 Km
Punto A (Dish de 34dBi) / Punto B (Dish de 34dBi).....hasta 45 Km

Estos valores expresados están basados en la experiencia a niveles óptimos en las mejores circunstancias, pues depende mucho del escenario donde se instalaran los equipos, no olvidar que la antena de mayor ganancia debe ir como emisor (en este caso los Punto A son access point)

Configuración Rocket M5 Punto a Punto:



Fig. 23: Conexión del Rocket M5 al Adaptador POE y al Ordenador

En este esquema está la conexión correcta que se debe realizar para empezar a configurar el Rocket M5, su IP por defecto es 192.168.1.20, antes o posterior a la configuración se recomienda cambiarlo, ya sea las IP que se manejen en otro segmento o dentro del mismo rango pero que no quede por defecto, para cuando tenga nuevos dispositivos no se crucen.

Para entrar en el AirOS del dispositivo pondrá una IP en el Ordenador del rango 192.168.1.x, (x) equivale a cualquier número hasta el 254; de su tarjeta de red LAN. Una vez hecho esto abrimos el navegador y tecleamos la IP por defecto del dispositivo Rocket M5 192.168.1.20 nos aparecerá la ventana de Login.



Fig. 24: Ventana de Logueo del AirOS en el navegador Web

Usuario por defecto: ubnt / Clave por defecto: ubnt; posteriormente se recomienda cambiar sus credenciales.

5.1.1 Configuración de AP Transmisor

The screenshot shows the 'Configuración Inalámbrica Básica' (Basic Wireless Configuration) page in the AirOS web interface. The 'WIRELESS' tab is selected. The settings are as follows:

- Modo inalámbrico: Punto de Acceso
- WDS (Modo Puente Transparente): Habilitar
- SSID: nombre_de_mi_red Ocultar SSID
- Código de País: United States
- Modo IEEE 802.11: A/N mixed
- Ancho del canal: 20 MHz
- Movimiento de canal: Desactivar
- Frecuencia, MHz: 5775
- Extensión de Canal: Ninguna
- Lista de Frecuencias, MHz: Habilitar
- Ajustar automáticamente el límite de EIRP: Habilitar
- Ganancia de la Antena: 0 dBi
- Pérdida del cable: 0 dB
- Potencia de salida: 27 dBm
- Data Rate Module: Default
- Máxima Tasa de Transmisión (Tx), Mbps: MCS 15 - 130 Automático

The 'Seguridad Inalámbrica' (Wireless Security) section is also visible:

- Seguridad: WPA2-AES
- Autenticación WPA: PSK
- Clave pre-compartida WPA: [Redacted] Mostrar

Fig. 25: Configuración pestaña Wireless del AirOS

- MODO INALÁMBRICO: Punto de Acceso
- WDS (Modo Puente Transparente): Habilitado
- SSID / OCULTAR: Poner el nombre de la red, puede ocultarse
- CÓDIGO PAÍS: Seleccione su país por temas regulatorios
- ANCHO DE CANAL: 40 MHz o 20 MHz para más distancia, pero menos tasa
- FRECUENCIA: Seleccione la frecuencia más limpia, usando AirView
- POTENCIA DE SALIDA: Máxima, según regulación local.
- SEGURIDAD INALÁMBRICA: WPA2-AES.

ACL DE MAC: Podría utilizarse como seguridad extra pero lo hablaremos más adelante.

Referente a todo lo demás de esta sección puede dejarse por defecto.



Fig. 26: Pestaña Configuraciones de AirMax

En ésta pestaña del AirOS solamente active el AirMAX, y de ser el caso podría activar el modo Long Range PtP Link Mode (Modo de enlace punto a punto de larga distancia), pero solo como su nombre lo indica "de larga distancia" superiores a 40 Km, pero referente a nuestro enlace de 18.6 km no será necesaria su activación.

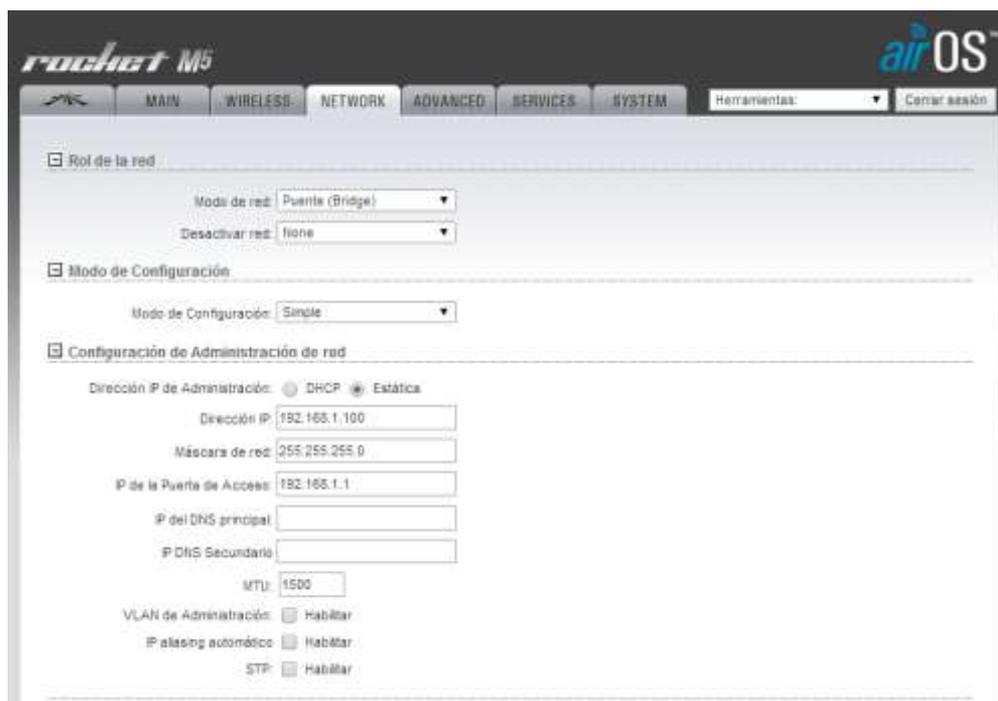


Fig. 27: Configuración de la pestaña Network del AirOS

En la pestaña Network utilizamos el Modo de Red en Puente (Bridge), configuración simple, Dirección IP estática ponga una IP dentro del rango de su red, nunca la deje por defecto, ingrese la puerta de enlace gateway, los DNS de preferencia los de Google 8.8.8.8 / 8.8.4.4, todo lo demás se puede dejar por defecto.

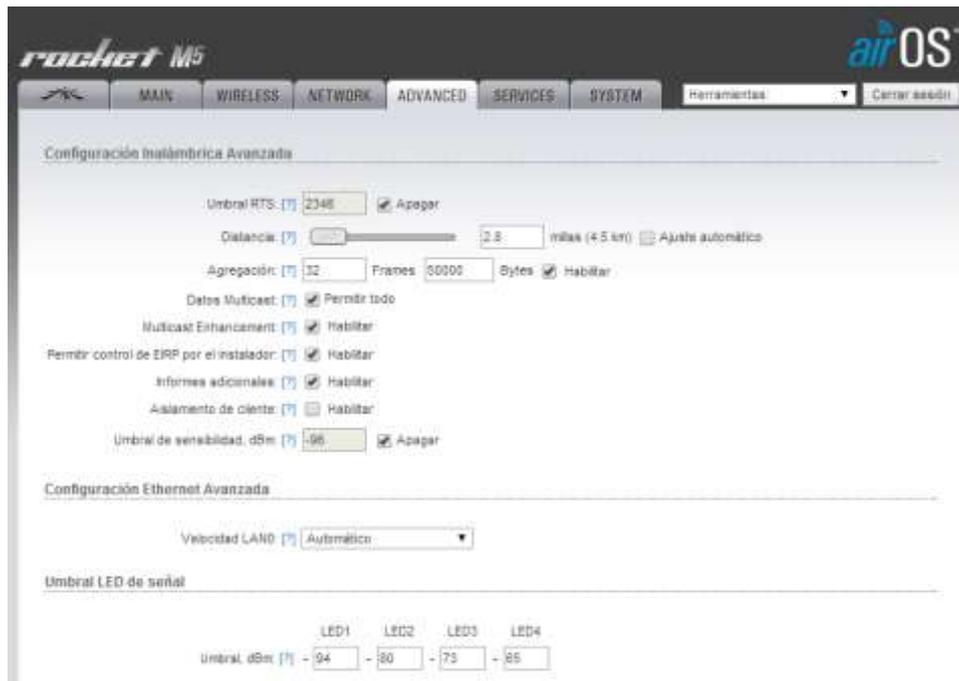


Fig. 28: Configuración de la Pestaña Advanced del AirOS

Dentro de las configuraciones avanzadas, todo queda por defecto a excepción de la DISTANCIA, para esta aplicación punto a punto: Deslizar la barra de distancia a los Kilómetros que tiene su enlace considerando según el Wiki de Ubiquiti el 110%, 120% etc, de la distancia real, siempre con el Ajuste Automático activado. Para nuestro radio enlace de 18.6 km estableceremos su 120% equivalente a 22.3 km.

El valor de la distancia modifica el «ACK Timeout» para adecuarse a la distancia.

La opción «ACK Timeout» especifica el tiempo que un dispositivo cliente esperará a que el AP (y viceversa) envíe un acuse de recepción (mensaje ACK) para confirmar que ha recibido una trama de datos. Si la estación no recibe un ACK repetirá el envío de la trama de datos. La eficiencia del enlace decae considerablemente si el timeout se pone muy alto o muy bajo (puesto que innecesariamente se retransmiten muchas tramas de datos).

La opción «Ajuste Automático» («Auto Adjust») permite al dispositivo modificar dinámicamente el valor del ACK Timeout utilizando algoritmos apropiados. Ubiquiti aconseja activar esta opción para dispositivos 802.11n.

Las siguientes pestañas son:

SERVICES: Todo queda por defecto, solo podría activar "Conexión segura (HTTPS)"

SYSTEM: También puede dejarlo por defecto, o ajustar por ejemplo el nombre del dispositivo, idioma, zona horaria, cambiar su contraseña la cual es muy importante, actualizar su firmware, etc.

5.1.2 Configurando la Estación Receptora

En cuestiones de configuración lo más difícil ya está hecho, sin embargo en la práctica a la hora de instalar la estación receptora en el otro extremo del enlace resulta más complicado de lo que podemos imaginar, para evitar el mismo, debemos seguir las pautas iniciales que se indican al comienzo, su estudio de caso tiene que haber pasado todas las consideraciones respectivas para enlaces punto a punto.

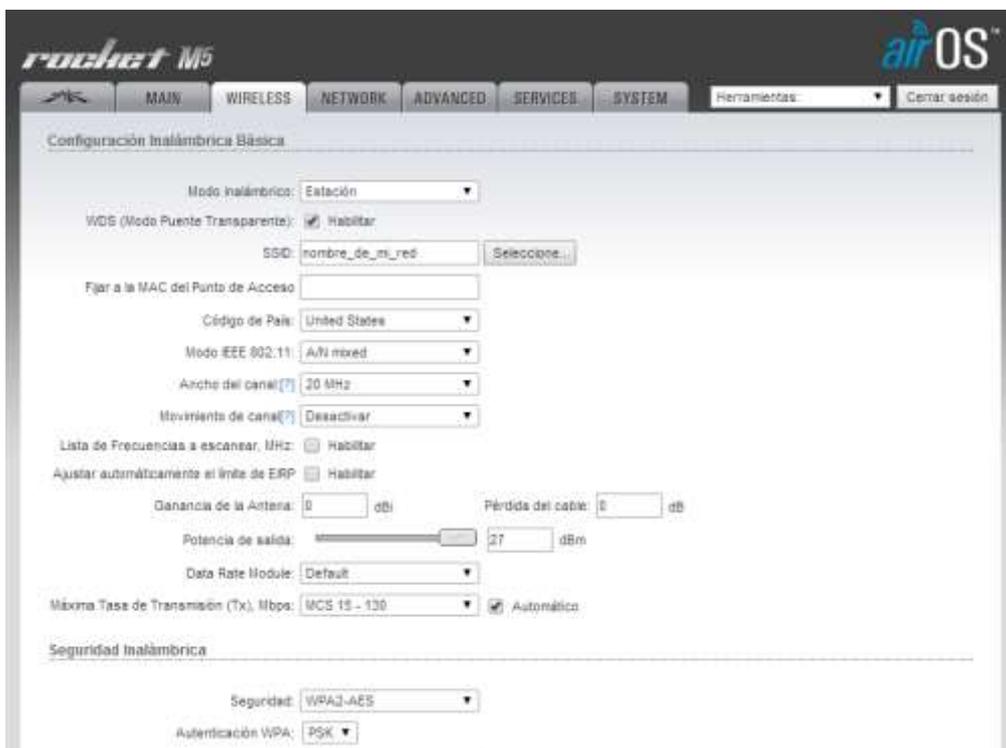


Fig. 29: Configuración pestaña Wireless en el AirOS modo Estación

- MODO INALÁMBRICO: Estación
- WDS (Modo Puente Transparente): Habilitado
- FIJAR A LA MAC del AP: Solo habilite cuando se tenga varios AP transmitiendo con el mismo SSID
- SSID: Ponga el nombre de su red, click en pestaña "SELECCIONAR"
- CÓDIGO PAÍS: Seleccione su país por temas regulatorios
- POTENCIA DE SALIDA: Máxima según regulación local
- MÁXIMA TASA DE TRANSMISIÓN: Automático
- SEGURIDAD INALÁMBRICA: Ingrese su clave WPA2-AES



Fig. 30: Pestaña de configuraciones AirMAX del AirOS modo Estación

En ésta pestaña habilitar la Prioridad de AirMAX en High, realmente no es necesario, pero para tener la eficacia de nuestro enlace quizá lo sea.

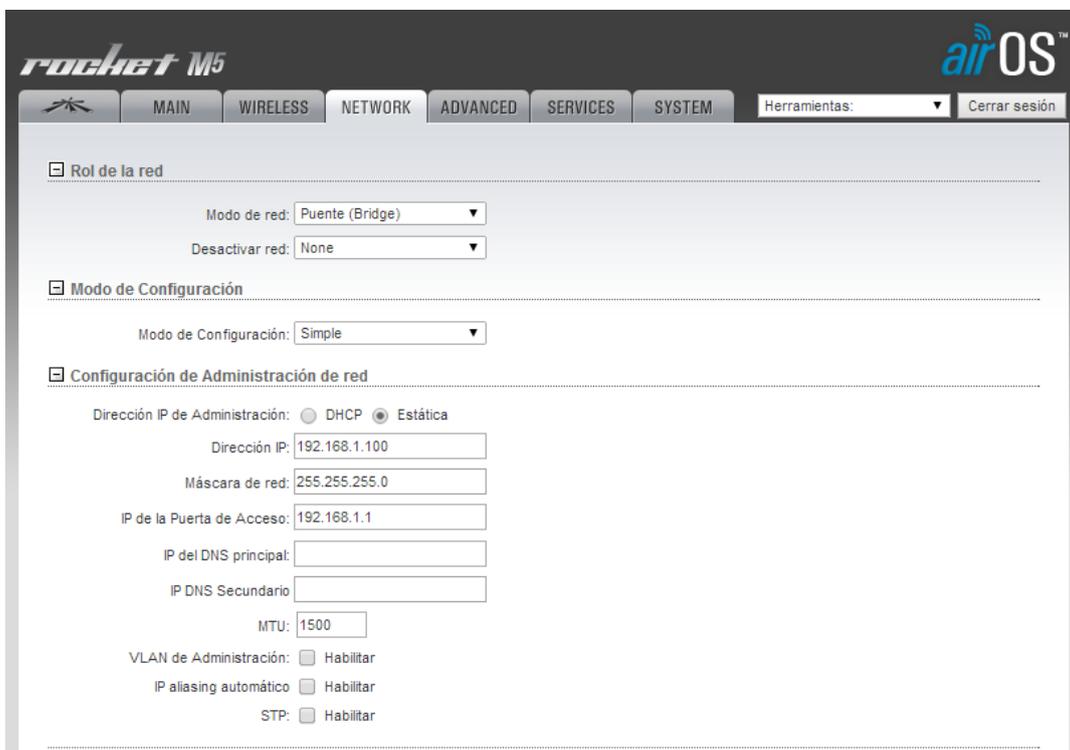


Fig. 31: Configuración de la pestaña Network del AirOS modo Estación

Por favor en pestaña NETWORK cambie su IP por defecto, el modo de red es Puente (Bridge), configuración simple, y termine de rellenar el Gateway y los DNS de acuerdo a los que maneja su Red, lo demás déjelo por defecto.

En pestaña ADVANCED, modifique la distancia con el Ajuste Automático activado al 110%, o 120% de la distancia real, lo demás dejar por defecto.

En la pestaña SERVICES, conexión segura podría habilitarse.

En la pestaña SYSTEM, otra vez se puede modificar igual que el AP transmisor.

Así nuestras antenas Transmisora y Receptora están configuradas y listas para ponerse en marcha.

5.2 TERRENO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.

El área que se necesita para la instalación de la estructura es de 90 m² como mínimo, para que pueda dar protección a las zapatas que sostendrán a la torre metálica y deberá contar con un cerco perimétrico y una caseta para proteger a los equipos de los factores climáticos.

5.2.1 CASETA Y CERCO PERIMETRICO

La caseta se construirá de muros de concreto armado con ladrillo las cuales darán protección del medio ambiente, sismo resistente e impedir el paso a personas no autorizadas.

5.2.2 TORRE METALICA VENTADA DE 21MTS

Las torres necesarias en ambos puntos, para el enlace deben de ser de una altura de 21MTS

Serán torres triangulares ventadas, esta torre debe tener las características que den estabilidad a los equipos instalados.

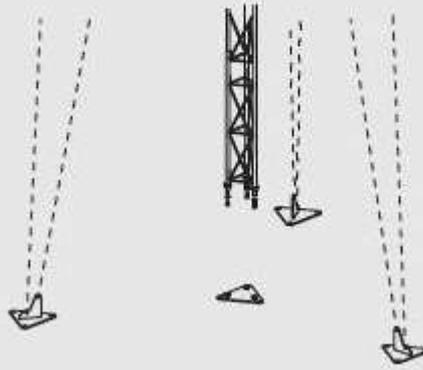
Esta estructura deberá estar separada como máximo con cuerpos simétricos de 3mts de longitud.

5.3 DISEÑO Y ARMADO DE TORRES METÁLICAS

El montaje de una red de telecomunicaciones exige muchos trabajos relacionados con las alturas, pues la necesidad técnica de recibir y transmitir ondas demanda que estas viajen por el aire sin que algún obstáculo lo impida; así las torres cumplen su función, pues se elevan a grandes alturas para portar las antenas y los sistemas que garantizarán una buena comunicación.

Durante el armado de torres, el material fue llevado al sitio de montaje respectivamente (TX y RX), se inspecciono el perímetro y se fijaron los puntos donde se establecería la base de la torre y sus anclajes según muestra la figura.

Tramo base + anclaje vientos



Dimensionado de los vientos

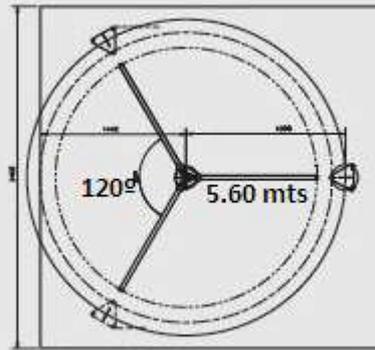


Fig. 32: Dimensionado de los vientos

5.3.1 BASE

Se procedió a izar el primer cuerpo, poniéndolo a nivel y con una mezcla de concreto se encofro sobre la base del primer cuerpo de la torre.

Fig. 33: Encoframiento de bases.



5.3.2 PUNTOS DE ANCLAJE

Respecto a la base se tomaron las medidas respectivas para fijar los puntos de anclaje.

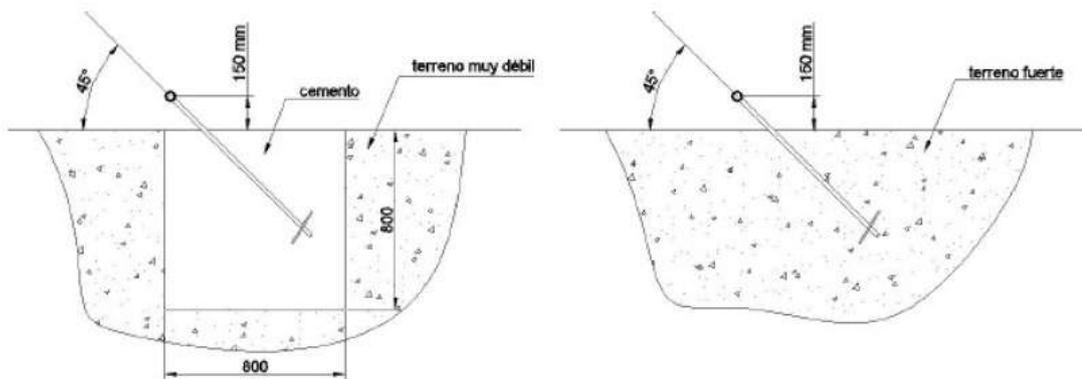


Fig. 34: Puntos de Anclaje.

5.3.3 MONTAJE DE LAS TORRES

Es la tarea con mayor peligro de todas las que se realizaron en la implementación de la tesis.

Una vez las bases y los puntos de anclaje de la torre están listos, comienza el trabajo de armado de un enorme rompecabezas de piezas grandes y pesadas, que meticulosamente van uniéndose entornillándose una a una y fijándose con alambre galvanizado a cada uno de sus puntos de anclaje; para lograr este objetivo, hemos contado con herramientas especiales, poleas, sogas, niveles, etc., que facilitan el trabajo, así mismo también como equipo de protección personal contra caídas un cinturón de seguridad, casco, guantes.

Al finalizar el proceso de montaje se establece aleatoriamente el torque de las uniones atornilladas y la tensión de cada uno de los vientos (anclajes).

Una vez la torre está completamente montada, se continúa con la instalación de todos los equipos que la constituirán como un verdadero instrumento de las telecomunicaciones. Para lograr este fin, a la torre se le instalan un pararrayos, energía eléctrica y una luz de obstrucción con el fin de cumplir con las exigencias de ley, una puesta a tierra, los soportes y las antenas con sus respectivos cables. Estos equipos son instalados bajo responsabilidad y conocimiento para lograr una adecuada instalación.



Fig. 35: Montaje de Torre.

5.4 LEVANTAMIENTO Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS ANTENAS

En esta fase es común el ascenso de cargas pesadas, por lo que se utilizan cuerdas, poleas, sistemas de anclaje, mosquetones; el peligro de caída de objetos sobre el personal que se encuentra en tierra o sobre las estructuras cercanas es alto. Adicionalmente, los esfuerzos realizados para el levantamiento de los pesos exigen arneses, posiciones incómodas no estudiadas a fondo por la ergonomía en el manejo de cargas, por lo que son frecuentes las lesiones de tipo muscular.

Para el direccionamiento fue necesario el uso de una brújula la cual direccionaríamos según los datos obtenidos mediante el software Radio Mobbilje. Azimut 82.2° respecto al norte en punto de transmisión Chiclayo y 262.2° en receptor Conchucos.



Fig. 36: Instalación de antenas.

5.5 INSTALACION DE COMPLEMENTOS EN EL SISTEMA RADIANTE.

5.5.1 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra tiene como función limitar la tensión respecto a tierra que debido, a averías o fugas, pueden presentarse en partes metálicas de la caseta.

Lo que se hace es conectar todas las partes metálicas de la caseta a tierra, de tal forma que entre lo que está conectado a tierra y tierra, no exista diferencia de potencial.

La puesta a tierra protege de contactos indirectos. Sirve para limitar la tensión de las partes metálicas de la caseta y cerco perimétrico, además se le protege de las descargas atmosféricas (Rayos).

Se conectan a tierra los siguientes equipos

- Equipos de radiocomunicación
- Antenas
- Estructuras metálicas en general.

Una toma a tierra consta de las siguientes partes:

- Toma de tierra
- Líneas principales de tierra
- Derivaciones de líneas principales de tierra
- Conductores de protección

Es una instalación que no está designada al paso de corriente, lo que hace es limitar la tensión accidental.



Fig. 37: Pozo a tierra.

Toma de tierra consta.

- 1. Electrodo:** Masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defecto.
- 2. Líneas de enlace con tierra:** Varios conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra. La sección de los conductores no debe de ser inferior a 35mm² si el cable es cobre.
- 3. Puntos de puesta a tierra:** Puntos situados fuera del suelo sirven de unión entre las líneas del enlace con tierra y las líneas principales de tierra.

5.5.2 PARARRAYO.

Pararrayos des ionizante de carga electrostática.

Características básicas.

Los pararrayos des ionizantes de carga electrostática (PDCE), incorporan un sistema de transferencia de carga (CTS), no incorporan ninguna fuente radioactiva. Se caracteriza por transferir la carga electrostática antes de la formación del rayo anulando el fenómeno de ionización o efecto corona. El cabezal del pararrayos está constituido por dos electrodos de aluminio separados por un aislante dieléctrico todo ello soportado por un pequeño mástil de acero inoxidable. Su forma esférica y el sistema está conectado en serie con la propia toma a tierra para transferir la carga electrostática a tierra evitando la excitación e impacto directo del rayo.

Su principio de funcionamiento.

Se basa esencialmente en canalizar por la toma de tierra la diferencia de potencial ente la nube y el cabezal del pararrayos, las instalación conduce primero hacia arriba, por el cable desnudo de tierra; la tensión eléctrica generada por la tormenta eléctrica al punto más alto de la instalación, durante el proceso de la tormenta se genera campos de alta tensión que se concentran en el electrodo inferior (cátodo -) , a partir de una magnitud del campo eléctrico, ele electrodo superior (ánodo +), atrae cargas opuestas para compensar la diferencia de potencial interna del cabezal, durante el proceso de transferencia, en el interior del pararrayos de produce un flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo, este proceso natural anula efecto corona en el exterior del pararrayos, no produciendo descargas disruptivas, ni ruido audible a frito, ni radio frecuencia, ni vibraciones del conductor. Durante el proceso, se produce una fuga de corriente a tierra por el cable conductor eléctrico, los valores máximos que se pueden registrar durante el proceso de máxima actividad de la tormenta, no superan los 300 miliamperios. A partir de ese momento el campo eléctrico ambiental no

supera la tensión de ruptura al no tener la carga suficiente para romper su resistencia eléctrica.

El objetivo.

Es evitar el impacto directo en la zona de protección para proteger a las personas e instalaciones. El conjunto de la instalación se diseña para canalizar la energía del proceso anterior a la formación del rayo desde el cabezal aéreo hasta la toma de tierra (las instalaciones de puesta a tierra y cables del pararrayos están reguladas).

Un sistema de pararrayo es un elemento que se compone de tres partes.

- Pararrayo propiamente dicho
- Cable o elemento conductor
- Tierra física

Las interconexiones deben de ser mínimas.

Las trayectoria ser de lo más sencillo posible, evitando curvas pronunciadas y ángulos rectos.

La sección del conductor de bajada será de cobre 50mm².

El elemento receptor (punto de pararrayos) deberá estar dispuesto de tal forma que sobresalga por lo menos 15 cm. Con respecto a cualquier otro elemento que este montado.

RECOMENDACIONES.

1. Solo se usara cobre conductor, del tipo electrolítico, de uso eléctrico.
2. Se usaran materiales de primera y altamente resistentes a la corrosión para que su mantenimiento sea mínimo. Se preferirán abrazaderas, grapas, etc., de bronce o cobre.
3. Las conexiones no serán soldadas, con convenientes las conexiones abullonadas con arandelas de contacto dentado, todo convenientemente asegurado.
4. Los cables irán bien rectos, sin enroscar en los obenques.

5.5.3 LUZ DE BALIZA.

El balizamiento luminoso de obstáculos va destinado a reducir el peligro para las aeronaves mediante la señalización de la presencia de obstáculos.

Las recomendaciones mínimas en términos de balizamiento de obstáculos se pueden encontrar en el anexo14, vol. I, capítulo 6 de la organización de OAviación Civil Internacionales (OACI).

Estas normas definen los tipos de balizas necesarias para la señalización, indicando la intensidad mínima y la disposición de las balizas con respecto

a la altura y a la extensión de los obstáculos. La intensidad de una baliza no puede ser, en cualquier caso, inferior a 10cd, según normas de OACI.

La baliza definida en las normas OACI para nuestro caso son: balizas de baja intensidad.

Esta baliza se describe como luces intermitentes de alta intensidad tipo A, de color rojo e intensidad luminosa de mínimo 10cd, esta se emplea para el balizaje nocturno de los obstáculos es de 55 watt, que proporcione una intensidad luminosa.

5.6 PRUEBAS Y RESULTADOS

Para las pruebas usamos el software de las antenas para verificar que el radio enlace funcione correctamente.

La visualización del Transmisor nos muestra una conectividad entre el 90% y 97% óptima para el servicio de datos.

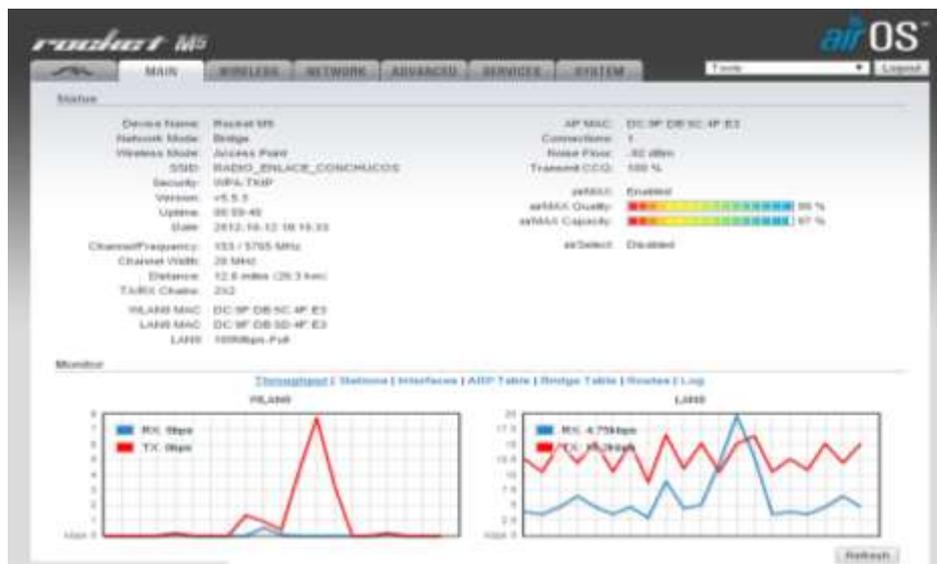


Fig. 38: Muestreo de conectividad de Antena Transmisora.

La visualización del Receptor nos también nos muestra una conectividad entre el 90% y 97% óptima para el servicio de datos.



Fig. 39: Muestreo de conectividad de Antena Receptora.

RESULTADOS.

De acuerdo al diseño y la implementación del sistema de comunicación se obtuvieron los resultados deseados, mejorando el servicio actual de datos, logrando un servicio de calidad en el Centro Poblado conchucos.



Fig. 40: Internet de óptima calidad en el Centro Poblado

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño, implementación y puesta en marcha del radioenlace digital entre la Provincia de Chiclayo y el Centro Poblado de Conchucos en el Distrito de Pátapo que actualmente se encuentra operativo.
- El sistema de comunicación a instalar, tendrá un gran desempeño y una buena confiabilidad ante las condiciones atmosféricas y geográficas de la zona; también a ello será un sistema de bajo costo hablando económicamente.
- Con el análisis cualitativo/cuantitativo y el estudio costo/beneficio se ha DEMOSTRADO que la hipótesis planteada es afirmativa.
- El radioenlace implementado beneficiara al Centro Poblado de Conchucos y a sus moradores a la generación de nuevos conocimientos, nuevas oportunidades de desarrollo económico, educativo y social.
- El valor de los cálculos obtenidos matemáticamente y mediante la simulación son bastante parecidos a la realidad pero no son exactos, debido a que el fabricante indica perdidas (conectores, cables) y ganancias de los equipos a frecuencias cercanas a las utilizadas.
- La simulación realizada a través de un software, para el diseño de un radioenlace, ayuda a comprobar los parámetros del diseño del radioenlace calculados, con el propósito de elegir correctamente las características de los equipos.
- Considerando las posibilidades de Acceso Universal a Internet en todas las zonas rurales del país en un futuro próximo, el impacto de este escenario puede ser insospechado, no sólo para la educación sino también para apoyar el desarrollo local en las zonas más marginadas de nuestro país.

6.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario capacitar al personal que se encargara del Sistema de Comunicación en el Centro Poblado de Conchucos con el fin de tener un buen desempeño en el manejo del nuevo sistema instalado.
- El mantenimiento preventivo y correctivo de un radioenlace se debe realizar de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos utilizados.
- Se debe aprovechar la flexibilidad del radioenlace con respecto a los otros beneficios que podrá brindar en un futuro.
- El personal encargado, deberá conocer adecuadamente el procedimiento de configuración y mantenimiento de los equipos, para manipular cualquier parámetro en el momento de que exista alguna falla en el radioenlace.
- Una vez puesto en marcha el Sistema de Comunicación, se debe realizar el mantenimiento preventivo una vez al año para que las antenas estén correctamente alineadas y no cause problemas en la transmisión, las torres deberán pintarse adecuadamente para evitar daños por la corrosión.

ANEXOS

ANEXO Nº 01: CENTRO POBLADO CONCHUCOS.

ASPECTO INFORMATIVO DEL CENTRO POBLADO CONCHUCOS

1.1 DESCRIPCION DEL CENTRO POBLADO CONCHUCOS

A unos seis kilómetros aproximadamente del distrito de Tután se ubica un pequeño y pintoresco caserío llamado Conchucos.

Si bien es considerado como anexo de la empresa Agroindustrial Tután, políticamente y geográficamente pertenece al Distrito de Pátapo y tiene una población que supera los 300 habitantes, quienes luchan todos los días por salir adelante, superarse y salir del estado de postración en que se encuentran. Es un pueblo con identidad, reconoce la importancia de lo que tiene, por ello lo valora y trata de darlo a conocer.

Llegar a este centro poblado es muy fácil, solo basta con tomar la carretera a Chongoyape, recorrer gran parte del valle azucarero, y un colorido arco que se ubica a 23 kilómetros aproximadamente, nos estará dando la bienvenida a Conchucos.

Los habitantes de la zona son muy unidos y están pendientes de todo cuanto ocurre en el lugar. Su gente es buena y trabajadora, también son muy fieles y devotos de la Virgen de Lourdes la que se ha convertido en la patrona de este caserío.

Los primeros pobladores del lugar fueron en su mayoría los mismos trabajadores de campo en las tierras de caña de azúcar en Tután, pero hoy en día podemos encontrar a personas de diferentes partes del distrito.

Sin embargo como todo anexo o caserío que se encuentra alejado de la ciudad, los moradores de este lugar exigen a las autoridades que se realicen trabajos de infraestructura y otros servicios. Su gente y trabajadora seguramente alcanzara sus metas.

¿Qué significa CONCHUCOS?

Álvaro Dongo Cieza, presidente del Círculo Cultural Cintú Tour Conchucos, en una entrevista concedida a Carlos González González, nos habla del significado de Conchucos. “CONCHUCOS” significa Guerreros Aguadores, por ser personajes que se ubican en cabecera de Agua, referente al dios del mar, y proviene del quechua “KON” y del aymara “CHUCOS”, nos dice Álvaro Dongo.

Dongo Cieza, recurre a información de cronistas para seguir explicando el significado de Conchucos, “por ejemplo el Callejón de Conchucos, en Ancash y los guerreros Conchucos, aliados de Huáscar y enemigos de Atahualpa, están registrados en un mapa por el cura Jaime Martínez de Compagnon y Bujanda, lo que están sirviendo para reconstruir la magnitud del Conchucos Antiguo. Hay documentos de terratenientes, donde aparece otra información del visitador Pedro Avendaño en 1550, donde se dice que era un curaca de cinto establecido en un lugar de cabecera de agua, rodeado

por acequias como Jarrin y Chucupe, y que tenía acceso a los ríos Taymi y Lambayeque y era tan importante como el curaca Tumán.

Por su posición geográfica Conchucos se encuentra relativamente cerca al Cerro de Pátapo, que inicialmente fue una urbe de administración real de Cinto y posteriormente Pátapo Colonial.

Álvaro Dongo dice también “estamos cerca al Tambo incaico y del camino real incaico en Pósope Bajo. Es bueno señalar que Conchucos tiene un rico pasado histórico, y si nos remontamos a los indicios más tempranos de su existencia, recogemos información señalada por el oidor Agustín Alvares Cueto, cuya encomienda viene del Virrey Blasco Núñez de Vela, fechado en 1544, donde indican que vayan a ciertas comunidades de Lambayeque para la asignación de tierras a los curacas, refiriéndose a los curacas Diegos Copiz y Braulio Conchucos”.

Aunque arqueológicamente sus complejos están borrados por la expansión de caña, aun afloran muchos tiestos (fragmentos de cerámica) “Ello está sirviendo para reconstruir el pueblo indígena del curaca Conchucos”, Nos comenta el presidente del círculo cultural Cintú Tour Conchucos. “Estamos abordando en un proyecto para ponerlo en valor histórico y arqueológico”, añade.

* Reseña Histórica brindada por el Asesor de prensa Carlos González González (Diario la Industria)

1.2 PLAN ESTRATEGICO

1.2.1 MISION

Asegurar el cumplimiento de sus funciones como son la de planificar, impulsar, ejecutar, controlar y evaluar el conjunto de acciones a fin de proporcionar al poblador el ambiente adecuado para satisfacer sus necesidades y brindarles un eficiente servicio; así como promover el desenvolvimiento de las actividades sociales, culturales, económicos y tecnológicos acorde con el bienestar mayoritario y así lograr mejorar la imagen y el fortalecimiento del Centro Poblado.

1.2.2 VISION

El Centro Poblado Conchucos, signo histórico de la Cultura Sicán; busca elevar el nivel de vida de la población a través del acceso a la educación, y salud de calidad, especialmente para las personas de escasos recursos. con una economía basada en el desarrollo sustentable de los sectores como turismo, agropecuario y agroindustria, se encuentra articulada a todos sus distritos y a la Región Lambayeque, mediante una gestión democrática, transparente y eficiente, con plena participación ciudadana, equidad de género e igualdad de oportunidades.

1.3 SITUACION PROBLEMÁTICA ACTUAL

Con el fin de incrementar el acceso a Internet en el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Oficina de Proyectos de Comunicaciones formuló el Programa “Implementación de

Telecomunicación Rural – Internet Rural”, que propone la implementación de infraestructura de telecomunicaciones para la provisión de acceso a Internet a las zonas más alejadas del territorio nacional con el objetivo de brindar el servicio de internet ya que es necesario y primordial para que la población pueda tener acceso a nuevas informaciones tanto nacionales como internacionales; intercambio de informaciones entre municipios, etc. Podemos observar que dicha tecnología instalada aquí en el Perú tiene muchas ventajas pero también existe un porcentaje muy bajo en lo referente a la transmisión de datos lo cual se convierte en la otra cara de la moneda de WIMAX

En el año 2008 el Centro Poblado Conchucos fue uno de los muchos caseríos, y pueblos elegidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el desarrollo del Programa “Implementación de Telecomunicación Rural – Internet Rural”

La empresa encargada de la instalación de WIMAX en zonas rurales fue Consorcio Ameritel-Cime-Valtron dicha empresa se encargó de 1,050 Establecimientos Rurales de Internet

Para ello se usaron los mismos equipos en los distintos establecimientos

- hn7740s Hughes (Antena Satelital)
- HN7000S (Modem)

Se observa que el acceso a los servicios y aplicaciones brindadas por este servicio de Datos (INTERNET) en el centro poblado de Conchucos es deficiente y de mala calidad, lo cual limita el desarrollo tecnológico, económico, educativo y social de estos pobladores aumentando el nivel de Analfabetismo Tecnológico. A la fecha dicho servicio satelital se encuentra fuera de servicio.

1.4 SITUACION DESEADA

La situación deseada es brindar un sistema de comunicación de buena calidad, eficiente y rápido que permita a los pobladores tener comunicación y acceso Universal a Internet, este escenario puede ser aprovechado, no sólo para la educación sino también para apoyar su desarrollo económico y social del Centro Poblado Conchucos- Distrito de Pátapo.

ANEXO N° 02:
INFRAESTRUCTURA Y ESPECIFICACIONES TECNICAS
EQUIPO DE RADIOENLACE PUNTO A PUNTO QUE ENLAZARA DESDE
CHICLAYO HASTA EL CENTRO POBLADO CONCHUCOS.

El Rocket M5, es la solución de Ubiquiti MiMo 2x2 con modulación TDMA para 5GHz con una potencia de hasta 27dBm (500mW). Con este equipo de enlace inalámbrico que tiene un alcance de 50km. Con línea de vista despejada se pretende conectar para el tráfico de datos desde Chiclayo hasta Centro Poblado Conchucos.

El Rocket M5 es un equipo robusto, de alta potencia, con radios MIMO 2X2. Esta característica le permite obtener un gran alcance (hasta 50+km) y una elevada velocidad de transferencia (300 Mbps brutos y más de 100 Mbps reales en TCPI/IP). Específicamente diseñado para realizar enlaces PtP y PTMP y funcionar con estaciones base AirMax.

Este equipo de enlace inalámbrico mantiene las características de un wireless LAN que me permita hacer un las entre los dos puntos mencionados.

La tecnología en la que está basado es OFDM (Orthogonal frequency - división multiplexing- multiplexacion por división de frecuencia ortogonal), para evitar problemas en toda la longitud del enlace, y a pesar que tengamos algún tipo de obstrucción podamos superarlos con los rebotes, esto también es favorable en los problemas climatológicos como son la neblina y lluvia ya que por la longitud tenemos climas distintos que en algún determinado momento puedan influir en la calidad de transmisión.

Las frecuencias de trabajo es de 5.8GHz (banda de frecuencia libre) para hacerlo más inmune a interferencias con equipos similares a los de 2.4 GHz que son los que más abundan hoy en día.

El Rocket M5 de UBIKITI cuenta con las siguientes características.

HOJA DE ESPECIFICACIONES	
Descripción	ROCKETM5
Disponibilidad en el mercado	Norte América, Europa, Sur América, Asia.
Tasa de Datos	300 MHz
Banda de Frecuencia	5,725 GHz-5,850 GHz
Ancho del Canal	20MHz – 40MHz
TCP/IP Throughput	150MHz
Ancho del Haz de la Antena	Plato integrado 27DBi ancho de haz 8°
Tiempo Promedio de Vida	57 años
Dimensiones	648 mm diameter; 17 x 8 x 3cm (length, width, height)
Peso	10.3kg
Tecnología	OFDM/ TDMA
Protocolo Usado	IEEE 802.3 Compatible

Tabla 19: Especificaciones Rocket M5.

TERRENO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.

El área que se necesita para la instalación de la estructura es de 100 m² como mínimo, para que pueda dar protección a las zapatas que sostendrán a la torre metálica y deberá contar con un cerco perimétrico y una caseta para proteger a los equipos de los factores climáticos.

CASETA Y CERCO PERIMETRICO

La caseta se construirá de muros de concreto armado con ladrillo las cuales darán protección del medio ambiente, sismo resistente e impedir el paso a personas no autorizadas.

TORRE METALICA DE 21MTS

Las torres necesarias en ambos puntos, para el enlace deben de ser de una altura de 21MTS

Serán torres triangulares ventadas, esta torre debe tener las características que den estabilidad a los equipos instalados.

Esta estructura deberá estar separada como máximo con cuerpos simétricos de 3mts de longitud.

CAJAS IMPERMIABLES

Las cajas impermeables servirán para proteger a los equipos electrónicos (router, llaves termo magnéticas, etc.) de los agentes climáticos.



Fig. 41: Caja Impermeable

PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra tiene como función limitar la tensión respecto a tierra que debido, a averías o fugas, pueden presentarse en partes metálicas de la caseta.

Lo que se hace es conectar todas las partes metálicas de la caseta a tierra, de tal forma que entre lo que está conectado a tierra y tierra, no exista diferencia de potencial.

La puesta a tierra protege de contactos indirectos. Sirve para limitar la tensión de las partes metálicas de la caseta y cerco perimétrico, además se le protege de las descargas atmosféricas (Rayos).

Se conectan a tierra los siguientes equipos

- Equipos de radiocomunicación
- Antenas
- Estructuras metálicas en general.

Una toma a tierra consta de las siguientes partes:

- Toma de tierra
- Líneas principales de tierra
- Derivaciones de líneas principales de tierra
- Conductores de protección

Es una instalación que no está designada al paso de corriente, lo que hace es limitar la tensión accidental.

Toma de tierra consta.

- 4. Electrodo:** Masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defecto.
- 5. Líneas de enlace con tierra:** Varios conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra. La sección de los conductores no debe de ser inferior a 35mm² si el cable es cobre.
- 6. Puntos de puesta a tierra:** Puntos situados fuera del suelo sirven de unión entre las líneas del enlace con tierra y las líneas principales de tierra.

PARARRAYO.

Pararrayos des ionizante de carga electrostática.

Características básicas.

Los pararrayos des ionizantes de carga electrostática (PDCE), incorporan un sistema de trasferencia de carga (CTS), no incorporan ninguna fuente radioactiva. Se caracteriza por trasferir la carga electrostática antes de la formación del rayo anulando el fenómeno de ionización o efecto corona. El cabezal del pararrayos está constituido por dos electrodos de aluminio separados por un aislante dieléctrico todo ello soportado por un pequeño mástil de acero inoxidable. Su forma esférica y el sistema está conectado en serie con la propia toma a tierra para trasferir la carga electrostática a tierra evitando la excitación e impacto directo del rayo.

Su principio de funcionamiento.

Se basa esencialmente en canalizar por la toma de tierra la diferencia de potencial ente la nube y el cabezal del pararrayos, las instalación conduce primero hacia arriba, por el cable desnudo de tierra; la tensión eléctrica generada por la tormenta eléctrica al punto más alto de la instalación, durante el proceso de la tormenta se genera campos de alta tensión que se concentran en el electrodo inferior (cátodo -) , a partir de una magnitud del campo eléctrico, ele electrodo superior (ánodo +), atrae cargas opuestas para compensar la diferencia de potencial interna del cabezal, durante el proceso de trasferencia, en el interior del pararrayos de produce un flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo, este proceso natural anula efecto corona en el exterior del pararrayos,

no produciendo descargas disruptivas, ni ruido audible a frito, ni radio frecuencia, ni vibraciones del conductor. Durante el proceso, se produce una fuga de corriente a tierra por el cable conductor eléctrico, los valores máximos que se pueden registrar durante el proceso de máxima actividad de la tormenta, no superan los 300 miliamperios. A partir de ese momento el campo eléctrico ambiental no supera la tensión de ruptura al no tener la carga suficiente para romper su resistencia eléctrica.

El objetivo.

Es evitar el impacto directo en la zona de protección para proteger a las personas e instalaciones. El conjunto de la instalación se diseña para canalizar la energía del proceso anterior a la formación del rayo desde el cabezal aéreo hasta la toma de tierra (las instalaciones de puesta a tierra y cables del pararrayos están reguladas).

Un sistema de pararrayo es un elemento que se compone de tres partes.

- Pararrayo propiamente dicho
- Cable o elemento conductor
- Tierra física

Las interconexiones deben de ser mínimas.

Las trayectoria ser de lo más sencillo posible, evitando curvas pronunciadas y ángulos rectos.

La sección del conductor de bajada será de cobre 50mm².

El elemento receptor (punto de pararrayos) deberá estar dispuesto de tal forma que sobresalga por lo menos 15 cm. Con respecto a cualquier otro elemento que este montado.

Recomendaciones.

5. Solo se usara cobre conductor, del tipo electrolítico, de uso eléctrico.
6. Se usaran materiales de primera y altamente resistentes a la corrosión para que su mantenimiento sea mínimo. Se preferirán abrazaderas, grapas, etc., de bronce o cobre.
7. Las conexiones no serán soldadas, con convenientes las conexiones abullonadas con arandelas de contacto dentado, todo convenientemente asegurado.
8. Los cables irán bien rectos, sin enroscar en los obenques.

LUZ DE BALIZA.

El balizamiento luminoso de obstáculos va destinado a reducir el peligro para las aeronaves mediante la señalización de la presencia de obstáculos.

Las recomendaciones mínimas en términos de balizamiento de obstáculos se pueden encontrar en el anexo 14, vol. I, capítulo 6 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Estas normas definen los tipos de balizas necesarias para la señalización, indicando la intensidad mínima y la disposición de las balizas con respecto a la altura y a la extensión de los obstáculos. La intensidad de una baliza no puede ser, en cualquier caso, inferior a 10cd, según normas de OACI.

La baliza definida en las normas OACI para nuestro caso son: balizas de baja intensidad.

Esta baliza se describe como luces intermitentes de alta intensidad tipo A, de color rojo e intensidad luminosa de mínimo 10cd, esta se emplea para el balizaje nocturno de los obstáculos es de 55 watt, que proporcione una intensidad luminosa.

ANEXO N° 03:
PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN RURAL –
INTERNET RURAL

Los Lineamientos de Políticas para promover un mayor acceso a los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares de preferente interés social, expedidos mediante Decreto Supremo N° 049-2003-MTC, señalan como objetivo el acelerar la incorporación, en condiciones de equidad, de las poblaciones de las áreas rurales y lugares de preferente interés social, a las oportunidades que ofrecen las TICs, promoviendo su integración a la red pública de telecomunicaciones.

Con el fin de incrementar el acceso a Internet en el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Oficina de Proyectos de Comunicaciones formuló el Programa “Implementación de Telecomunicación Rural – Internet Rural”, que propone la implementación de infraestructura de telecomunicaciones para la provisión de acceso a Internet, la promoción de instalación y operación de 1,050 establecimientos rurales de Internet, distribuidos a nivel nacional y a cargo de personas representativas y autoridad de cada localidad, así como un programa de capacitación orientado a dotar de herramientas básicas que faciliten a la población el empleo de la infraestructura que se instale.

El financiamiento de este Programa proviene de los ingresos recaudados directamente por el Ministerio por conceptos de derechos, tasas, canon y multas, conforme a lo dispuesto en el artículo 101° del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, y su declaratoria de viabilidad, conforme a la normativa del Sistema Nacional de Inversión Pública, fue otorgada mediante el Informe Técnico N° 040-2004-EF/68.01 y sus actualizaciones.

Dado que el sector privado está en la capacidad de proveer soluciones tecnológicas más convenientes, en particular en temas relacionado con la reposición y renovación de equipos, además de contar con el personal técnico idóneo, que le permite ofrecer una sólida experiencia en la gestión, operación y mantenimiento de infraestructura de servicios públicos de telecomunicaciones, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones promovió la promulgación del Decreto Supremo N° 031-2006, que incorpora la Vigésimo Primera Disposición Transitoria y Final al Decreto Supremo N° 027-2004-MTC, mediante el cual faculta al MTC la utilización de esquemas de asociación público privado y que destine recursos para su cofinanciamiento, a fin de fomentar la participación del sector privado en la provisión de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares de preferente interés social.

Así, mediante Resolución Ministerial N° 731-2006-MTC/03, del 18 de setiembre de 2006, el Ministerio dispuso la realización del proceso de selección para elegir al operador que se encargue de brindar la conectividad al Programa “Implementación de Telecomunicación Rural – Internet Rural”, encargándose a la Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PROINVERSIÓN, la

conducción del concurso público internacional para la selección del operador de servicios públicos de telecomunicaciones que se hará cargo de brindar la conectividad al Programa, cuya convocatoria fue publicada el 27 de noviembre de 2006.

Objetivo

Brindar acceso a las tecnologías de la información y la comunicación a las comunidades rurales del Perú.

Datos Generales del Proyecto

El Programa no solamente se preocupa por dotar de conectividad a las 1,050 localidades beneficiarias, sino también que:

- se instale y opere un Establecimiento Rural de Internet en cada una de ellas bajo la supervisión de un Comité de Gestión local;
- que se sienten las bases de una “Cultura del Uso de Internet” a fin de favorecer la apropiación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs); y
- que se impulse la creación y funcionamiento de micros y pequeñas empresas que perciban al ERI como un aliado estratégico.

A fin de probar el modelo planteado para la ejecución del Programa, la Oficina de Proyectos de Comunicaciones (OPC) puso en marcha un Proyecto Piloto a través del cual se implementaron treinta (30) Establecimientos Rurales de Internet en los departamentos de Ancash y Ayacucho, los cuales viene funcionando desde fines del mes de junio del año 2006.

El Programa será implementado a través de cinco componentes:

Componente 1: Incremento de la Infraestructura de Comunicaciones

Este componente está orientado a brindar la conectividad a las 1,050 localidades rurales, proporcionada por el operador de servicios de telecomunicaciones que resulte ganador del proceso de selección a cargo de PROINVERSIÓN, a través de la solución tecnológica que considere más conveniente siempre que cumpla con los requisitos de calidad de servicios y especificaciones señalado en las bases de dicho proceso.

Componente 2: Formación de la red de establecimientos rurales de servicios de comunicación e información con Internet

Cada localidad beneficiaria será responsable de implementar los denominados Establecimientos Rurales de Internet. Estas localidades rurales tienen características de ejes de desarrollo de sus zonas y centro de actividades económicas, sociales y culturales, las cuales servirán como centro de información para los poblados que se ubiquen dentro de su radio de influencia.

Para que el Establecimiento Rural de Internet sea instalado correctamente y opere de manera adecuada, desde el punto de vista técnico, en el Programa se previó la realización de actividades que:

- Identifiquen las 1,050 localidades beneficiarias del Programa;
- Ubiquen un local para cada Establecimiento Rural de Internet, indicando las instalaciones, cambios o mejoras necesarios en cada uno de ellos, con la posterior verificación del cumplimiento de lo señalado en este estudio por parte del Comité de Gestión;
- Doten de conocimientos técnicos esenciales a las personas responsables de la gestión del Establecimiento Rural de Internet y de herramientas que les permitan generar negocios conexos y/o complementarios a dicho Establecimiento.

Componente 3: Operación eficiente y sostenible del sistema en el desarrollo de los servicios de comunicaciones e información

Para favorecer el funcionamiento de la red de los Establecimientos Rurales de Internet, se tienen previstas acciones que permitan realizar convenios y alianzas no sólo para proveer información útil a las personas que usen las facilidades de cada Establecimiento sino también para favorecer su autosostenibilidad.

Componente 4: Desarrollo de capacidades y fomento de una cultura en el uso de Internet

Dadas las dificultades que pueden tener los pobladores rurales para capacitarse, en el Programa se ha previsto la realización de una capacitación básica en el uso de la computadora e Internet que permita que la población beneficiaria utilice las TICs como herramientas de desarrollo local.

Esta capacitación está dirigida a los pobladores de la localidad beneficiaria y permitirá identificar a aquellos que pueden convertirse en los promotores locales.

Para que este proceso de capacitación cumpla con los objetivos planteados, es necesario realizar un diagnóstico de las necesidades de capacitación del poblador rural, elaborar el material de la capacitación de manera que sea fácilmente comprensible y desarrollar actividades de promoción en el uso de los servicios del mencionado Establecimiento.

Componente 5: Mejora en la gestión e implementación del proyecto

Dada la magnitud del Programa, es necesario gestionarlo de modo tal que siempre se cuenten con los recursos necesarios para su ejecución y que se cumplan las metas trazadas en su planteamiento, a través de acciones orientadas a supervisar, monitorear y evaluar cada uno de los proyectos del Programa.

Aspectos Técnicos

- Dos puertos por cada punto de acceso (un punto de acceso por localidad beneficiaria).
- Velocidad de transmisión por localidad beneficiaria: 256/64 Kbps (bajada/subida).
- Sobresuscripción para la velocidad de transmisión de bajada de 4:1.
- Sobresuscripción para la velocidad de transmisión de subida de 4:1.
- Sistema que soporte aplicaciones de voz sobre IP.
- Subsistema de energía estabilizada para buen funcionamiento del sistema.
- Subsistema de protección para el equipamiento instalado.
- Disponibilidad del acceso a Internet 98.63%.
- Proporcionar al MTC un sistema de monitoreo de la Red. Disponibilidad del NMS de 99.73%
- Soporte técnico a distancia: 12 horas/ día x 7 días /semana.
- Mantenimiento preventivo (1.5 veces /año) y correctivo del sistema.
- Contar con centros de operación y mantenimiento.

ANEXO N° 04:
BANDAS NO LICENCIADAS 2.4 GHz – 5.8 GHz. BASE LEGAL

Siendo las frecuencias de uso entre el rango de 5.5 – 5.8 GHz para nuestro radioenlace. Pues no se necesita ninguna autorización, permiso o licencia por parte del Ministerio de Transportes y comunicaciones, esto debido a que dichas frecuencias se encuentran en el rango de Banda no Licenciada. Según el art.28 y art.29 del D.S. 020-2007-MTC: Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, y R.M. 777-2005-MTC: Condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 2.4 y 5.8 GHz

4.1 DECRETO SUPREMO N° 020-2007-MTC

Artículo 28º.- Bandas no licenciadas

Están exceptuados de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten, las telecomunicaciones instaladas dentro de un mismo inmueble que no utilizan el espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores. También están exceptuados de contar con concesión, salvo el caso de los numerales 4 y 5, de la asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, para la prestación de servicios de telecomunicaciones, de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten:

1. Aquellos servicios cuyos equipos, utilizando el espectro radioeléctrico transmiten con una potencia no superior a diez milivatios (10 mW) en antena (potencia efectiva irradiada). Dichos servicios no podrán operar en las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios públicos de telecomunicaciones; salvo en las bandas de frecuencias 2400-2483,5 MHz y 5725-5850 MHz.

2. Aquellos servicios cuyos equipos, utilizando una canalización establecida en la banda 462, 550-462, 725 MHz y 467, 550-467, 725 MHz, transmiten con una potencia no superior a quinientos milivatios (500 mW) en antena (potencia efectiva irradiada). Dichos equipos no podrán ser empleados para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

3. Aquellos servicios cuyos equipos, utilizando las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz, 5150-5250MHz y 5725-5850 MHz transmiten con una potencia no superior a cien milivatios (100 mW) en antena (potencia efectiva irradiada), y no sean empleados para efectuar comunicaciones en espacios abiertos. Dichos servicios no deberán causar interferencias a concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones.

4. Aquellos servicios cuyos equipos, utilizando las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz y 5725-5850MHz transmiten con una potencia no superior a cuatro vatios (4 W) o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada), en espacio abierto.

5. Aquellos servicios cuyos equipos; utilizando la banda de 5250-5350 MHz transmiten con una potencia no superior a un vatio (1 W) o 30 dBm en antena

(potencia efectiva irradiada), en espacio abierto. Dichos equipos no podrán ser empleados para el establecimiento de servicios privados de telecomunicaciones.

En el caso de utilizar equipos bajo las condiciones señaladas en los numerales 4 y 5, para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, se debe contar previamente con la concesión respectiva. En este caso, los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones que empleen dichos equipos no requerirán del permiso para su instalación y operación, ni de la asignación de espectro radioeléctrico para su uso. Sin perjuicio de lo dispuesto en el presente artículo, aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán respetar las normas técnicas emitidas o que emita el Ministerio

Artículo 29º.- Autorización de carácter general

Los servicios y sus equipos comprendidos dentro del ámbito establecido en el artículo anterior, gozan de autorización de carácter general a partir de la vigencia del Reglamento

RM-777-2005-MTC. Condiciones de operación de equipos en las frecuencias 900MHz, 2.4GHz y 5.8ghz

La instalación de equipos inalámbricos en el Perú en las frecuencias 900MHz, 2.4GHz y 5.8GHz, generalmente se hace con total desconocimiento de las regulaciones establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto a la potencia total (PIRE) permitida, esto debido en gran parte a la falta de difusión de las mismas por la entidad estatal y por los proveedores de equipos inalámbricos, trayendo esto como consecuencia la saturación del espectro electromagnético y por ende la pésima calidad de los enlaces inalámbricos realizados, ya que el principal motivo de dicho problema es el empleo de altísimas potencias de transmisión, superiores a los 36dBm (PIRE) establecidas en las normas.

A continuación resumiremos cuales son las condiciones técnicas que se deben cumplir en dichas instalaciones:

La potencia máxima de transmisión (PIRE, entiéndase como la suma de la potencia del AP más la ganancia de la antena) de acuerdo a la frecuencia que usaremos es la siguiente:

Frecuencia: 5725-5850 MHz

Potencia máxima de salida del transmisor: $0.25W = 250mW = 24 \text{ dBm}$

Ganancia máxima de la antena: 12dBi

PIRE máxima: 36dBm

Frecuencia: 5250-5350 MHz

Potencia máxima de salida del transmisor: $0.25W = 250mW = 24 \text{ dBm}$

Ganancia máxima de la antena: 6dBi

PIRE máxima: 30dBm

Frecuencia: 5470-5725 MHz

Potencia máxima de salida del transmisor: $0.125W = 125mW = 21 \text{ dBm}$

PIRE máxima: 30dBm

Con respecto a las antenas, se considera lo siguiente:

Para enlaces multipunto en zonas urbanas (no permitido para el servicio privado en la provincia de Lima y el Callao) se puede usar antenas sectoriales con un ancho de lobulo de hasta 90°.

Para enlaces multipunto en zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social, no hay restricciones para el uso de antenas.

Para instalaciones en espacios cerrados, no hay restricciones de antenas.

Sobre las instalaciones hay que tener en cuenta lo siguiente:

Se debe presentar al MTC en un plazo máximo de 1 mes a partir de la instalación de los equipos, la información técnica de los equipos y antenas utilizados según formato requerido.

Se debe obtener de las municipalidades y demás organismos públicos las autorizaciones que resulten exigibles para proceder a la instalación y construcciones respectivas. Es decir para el montaje de una torre se debe tramitar ante la Municipalidad de su sector la licencia de construcción por el montaje de la torre, así mismo obtener el Certificado de Indeci que dé el visto bueno de seguridad de la misma, para ello se debe presentar un certificado emitido por un Ing. Civil Colegiado el cual tiene validez de 18 meses.

No esta demás aclarar que los equipos y antenas a utilizarse deben contar con el respectivo Certificado de Homologación, esto quiere decir que los equipos deben haber sido aprobados por el MTC, este trámite le corresponde al importador y/o fabricante de los mismos, su proveedor le puede proporcionar el Código de Homologación del equipo, mas no está en la obligación de proporcionarle el certificado, usted puede solicitarlo en el MTC. En la práctica basta que usted sepa el código de homologación del equipo o antena.

Ver más.

- <http://busquedas.elperuano.com.pe/download/url/proyectos-de-decreto-supremo-y-resolucion-ministerial-que-mo-resolucion-ministerial-n-309-2012-mtc03-801878-1>
- https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/normas/servicios_privados/documentos/DS%20020-2007-MTC%2004JUL2007%20REGL%20DE%20TUO-%20LEY%20TELEC.pdf

4.2 RESOLUCION DE ALCALDIA N° 248- 2012-MDP/A.

GOOGLE EARTH

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

El programa fue creado bajo el nombre de EarthViewer 3D por la compañía Keyhole Inc, financiada por la Agencia Central de Inteligencia. La compañía fue comprada por Google en 2004 absorbiendo la aplicación.

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora. El programa está disponible en varias licencias, pero la versión gratuita es la más popular, disponible para móviles, tabletas y computadoras personales.

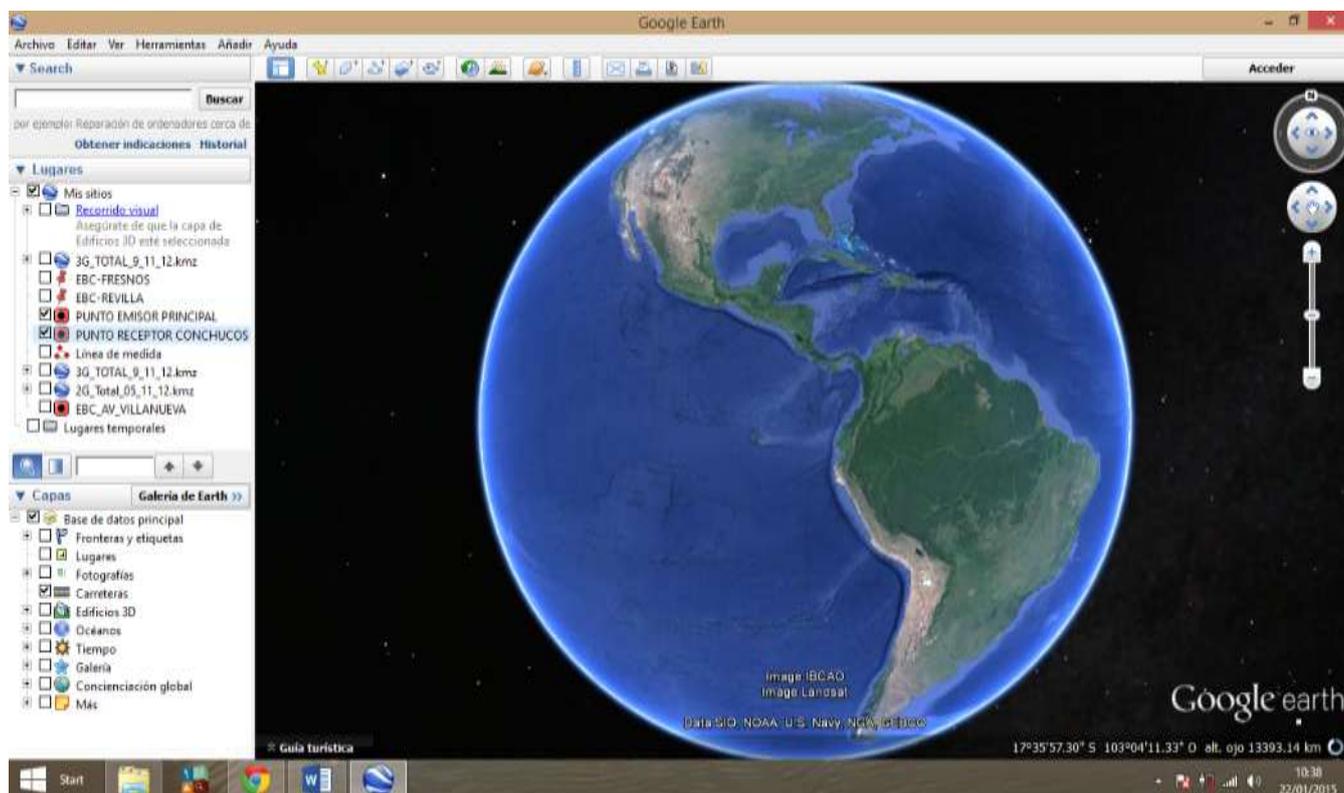


Fig. 43: Pantalla principal de Google Earth

RADIO MOBILE

Radio Mobile es un programa de simulación de radio enlaces gratuito que nos sirve para operar dentro del rango de 20 MHz a 20 GHz, basado en el modelo de propagación ITS (Irregular Terrain Model).

Con el podemos realizar los cálculos y obtener todos los datos necesarios para realizar radio enlaces funcionales y abandonar la tediosa tarea que resulta de hacerlo manualmente: conseguir las cartas topográficas e ir relevando todas las curvas de nivel que atraviesa nuestro enlace, para después recién poder empezar a considerar los demás aspectos operativos para un correcto enlace. El programa usa cartografía y mapas satélites.

El programa permite dibujar la elevación en los mapas usando los datos SRTM descargados desde Space Shuttle Radar Terrain Mapping Mission, con la posibilidad de agregar los mapas de rutas y autopistas simultáneamente a los relieves del contorno, obviamente junto a las curvas de nivel.

La performance de cada unidad transmisora o receptora puede ser especificada detallando la potencia, sensibilidad, parámetros de la antena, etc. los enlaces entre las unidades también pueden ser analizados. El patrón de cobertura puede analizarse individualmente para cada unidad en caso de ser necesario. Presenta la característica "Best Site" que nos sugiere los lugares de emplazamiento óptimos.

No es necesario especificar la característica básica que debe poseer un software para simulación de este estilo, y que por supuesto Radio Mobile posee, a saber: radio de fresnel, curvatura terrestre, horizonte visual, características troposféricas, etc.

Resumiendo, Radio Mobile es un excelente software de simulación de radio enlaces que debería ser instalado por los estudiantes de Ingeniería Electrónica para corroborar sus cálculos y mediciones hechos en papel.

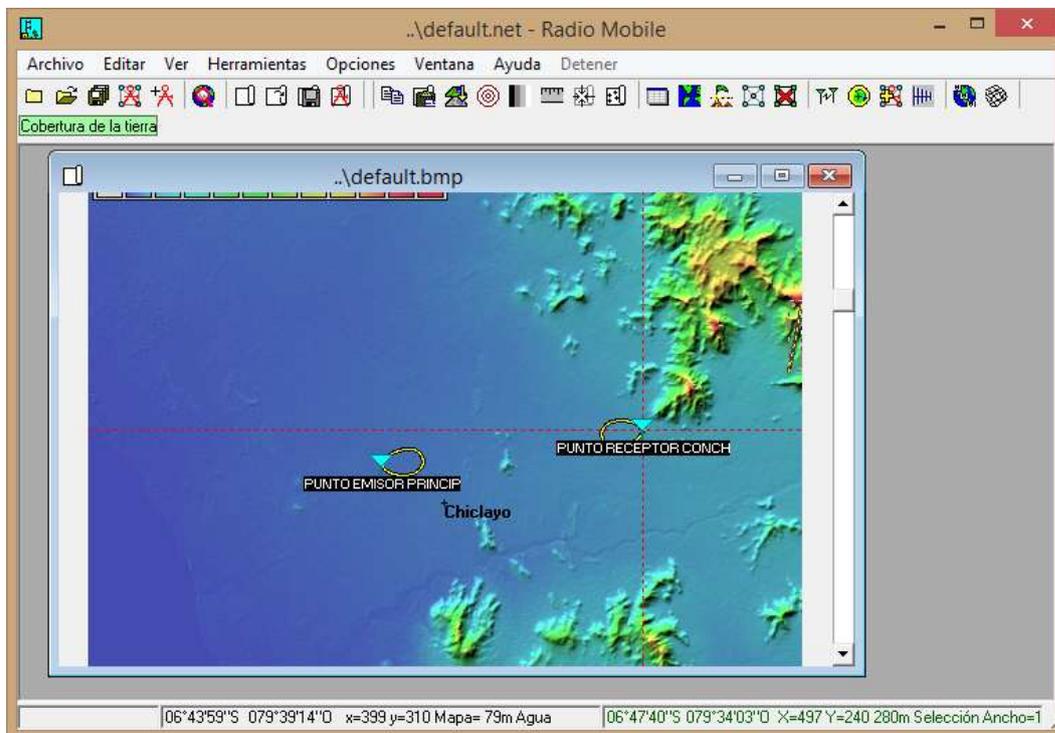


Fig. 44: Pantalla de Radio Mobile

HADWARE UTILIZADO

GPS

El Global Positioning System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS; su nombre más correcto es NAVSTAR GPS) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros. El sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo a 20.200 km con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. Cuando se desea determinar la posición, el aparato que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. En base a estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales, es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" calcula la posición en que éste se encuentra. La triangulación en el caso del GPS, a diferencia del caso 2-D que consiste en averiguar el ángulo respecto de puntos conocidos, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que desde tierra sincronizan a los satélites.

Elementos que lo componen

1. *Sistema de satélites*: formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosadas a sus costados.
2. *Estaciones terrestres*: envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
3. *Terminales receptores*: que nos indica la posición en la que estamos, conocidas también como Unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas.

Funcionamiento

La posición de los satélites es conocida por el receptor con base en las efemérides (5 parámetros orbitales Keplerianos), parámetros que son transmitidos por los propios satélites. La colección de efemérides de toda la constelación se completa cada 12 min y se guarda en el receptor GPS.

El receptor GPS funciona midiendo su distancia de los satélites, y usa esa información para calcular su posición. Esta distancia se mide calculando el tiempo que la señal tarda en llegar al receptor. Conocido ese tiempo y basándose en el hecho de que la señal viaja a la velocidad de la luz (salvo algunas correcciones que se aplican), se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite.

Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.

Obteniendo información de dos satélites se nos indica que el receptor se encuentra sobre la circunferencia que resulta cuando se intersectan las dos esferas.

Si adquirimos la misma información de un tercer satélite notamos que la nueva esfera solo corta el círculo anterior en dos puntos. Uno de ellos se puede descartar porque ofrece una posición absurda. De esta manera ya tendríamos la posición en 3-D. Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos determinados no son precisos.

Teniendo información de un cuarto satélite, eliminamos el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (latitud, longitud y altitud). Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto.



Fig. 45: GPS

BRUJULA

Se conoce con el término de Brújula al instrumento a través del cual se puede determinar cualquier dirección de la superficie terrestre por medio de una aguja imantada que siempre marca los polos magnéticos norte-sur.

La aguja imantada, entonces, señala el norte magnético, que será ligeramente diferente para cada zona del planeta y distinto al del Norte geográfico. En tanto, es el magnetismo terrestre lo que la hace funcionar. El único lugar en el cual resulta totalmente inútil es en las zonas polares, norte y sur, como consecuencia de la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre.



Fig. 46: BRUJULA

ANEXO N° 06: GLOSARIO A

Access point

Es el dispositivo de una red inalámbrica 802.11 que actúa como controlador y repetidor para las estaciones de red dentro de su alcance de radio.

Ancho de Banda

Para señales analógicas, el ancho de banda es la anchura, medida en hercios, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

Es común denominar ancho de banda digital a la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo. Esto es en realidad la tasa de transferencia máxima permitida por el sistema, que depende del ancho de banda analógico, de la potencia de la señal, de la potencia de ruido y de la codificación de canal.

Antena

Conjunto o sistema de conductores (hilos o varillas) o dispositivo de cualquier clase destinado a la radiación o captación de ondas radioeléctricas.

Atenuación

Disminución de la amplitud de la señal pérdida o reducción de amplitud de una señal al pasar a través de un circuito, debida a resistencias, fugas, etc. Puede definirse en términos de su efecto sobre el voltaje, intensidad o potencia. Se expresa usualmente en decibelios por unidad de longitud.

B

Banda

Conjunto de frecuencias comprendidas entre límites determinados y pertenecientes a un espectro o gama de mayor extensión.

Banda ancha

Forma de modulación en la cual se forma múltiples canales mediante la división del medio de transmisión en pequeños segmentos de frecuencia.

Bridge

Un puente o bridge es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Este interconecta dos segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo el pasaje de datos de una red para otra, con base en la dirección física de destino de cada paquete.

Un bridge conecta dos segmentos de red como una sola red usando el mismo protocolo de establecimiento de red.

Funciona a través de tabla de direcciones MAC detectadas en cada segmento a que está conectado. Cuando detecta que un nodo del otro, el bridge copia la trama para la otra subred. Por utilizar este mecanismo de aprendizaje automático, los bridges no necesitan configuración manual.

La principal diferencia entre un bridge y hub es que el segundo pasa cualquier trama con cualquier destino para todos los otros nodos conectados, en cambio el primero sólo pasa las tramas pertenecientes a cada segmento. Esta característica mejora el rendimiento de las redes al disminuir el tráfico inútil.

Para hacer el bridging o interconexión de más de 2 redes, se utiliza los switches.

C

Campo electromagnético

Región del espacio en que se manifiesta la fuerza eléctrica y magnéticas; en particular, dícese del campo asociado a una radiación electromagnética, que avanza con radiación manteniéndose perpendiculares entre sí y a la vez, a la dirección de propagación.

Canal

Conjunto de dispositivos, artefactos de transmisión y medios de propagación que proporcionan la posibilidad de encausar señales de información. Banda de frecuencia de radio, asignada con una finalidad específica. En informática es una conexión lógica entre una CPU (unidad central de procesos) y un dispositivo de E/S (entrada y salida).

Codificador

Instrumento que altera electrónicamente una señal programada a fin de que solo pueda ser captada por equipos con decodificadores apropiados, genera impulsos de duración y/o espaciamiento, variables de acuerdo con un código determinado.

Codificar

Expresar una información determinada por medio de un código.

Código

Sistema de reglas que define una correspondencia biunívoca entre informaciones y su representación por caracteres, símbolos o elementos de señal.

Comprobación de Datos

Método por el cual, una vez transmitida una información, se comprueba la veracidad de la misma.

Comunicación de Datos

Transferencia de información entre unidades funcionales mediante transmisión de datos conforme a un protocolo.

Comunicación digital

Transmisión en forma digitalizada o binaria a través de una línea alambica o por radio.

Comunicación por microondas

Transmisión de información utilizando haces de microondas altamente direccionales, que son transmitidos por una serie de repetidores de microondas espaciadas a grandes distancias.

Comunicación punto a multipunto

Valor que se aplica cuando el servicio proporciona más de dos puntos de acceso.

Comunicación punto a punto

Valor que se aplica cuando hay solamente dos puntos de acceso.

Comunicación vía satélite

Radiocomunicación que se establece para conducir, distribuir o difundir señales de sonidos, voz, datos, textos o imágenes mediante el uso de un sistema de satélites.

Conectividad

Unión que establece un camino para el intercambio de información entre dos puntos.

Congestión

Sobrecarga de tráfico de una red o sistema, saturación de servicios que puedan degradar la calidad de las señales.

Conmutación

Establecimientos a petición de una conexión individual de una entrada (en conmutación) y una salida (de conmutación) deseadas dentro de un conjunto de entradas y salidas durante el tiempo necesarias para la transferencia de información.

Coordenadas

Líneas que determinan la posición de un punto en el espacio, las coordenadas de un punto en el plano son la abcisa y ordenada.

D

Datos

Representación de objetos de una manera formalizada, adecuada para la comunicación o tratamiento por medio de personas o automáticamente.

dBi

Ganancia relativa de una antena, con respecto de un radiador isotrópico.

dBn

Nivel absoluto de potencia expresado en decibelios, con relación a 1 mW.

dBW

Nivel absoluto de potencia con relación a 1 Watt expresado en decibelios.

Decibel, decibelios, dB

Décima parte de un Bel. Unidad para medir la intensidad relativa de una señal, tal como potencia, voltaje, etc. El número de decibeles es diez veces el logaritmo (base 10) de la relación de la cantidad medida al nivel de referencia.

Decodificador

Dispositivo que efectúa la decodificación. Realiza la operación inversa a la codificación, decodificado una información digital de entrada con un determinado formato.

Desplazamiento de fase

Cambio intencionado o no intencionado de fase.

Desvanecimiento de señal

Término usado en la propagación de señales de radiofrecuencia que describe la pérdida temporal de una señal debido a cambios en las condiciones atmosféricas.

Desvanecimiento en amplitud

Desvanecimiento de señal producido por diferentes componentes de ondas que se desplazan en caminos ligeramente diferentes hasta llegar al receptor.

Diafonía

Efecto de un acoplamiento perjudicial entre dos circuitos o canales, consistentes en que las señales causadas en uno son perceptibles en el otro; el acoplamiento puede ser inductivo, capacitivo o conductivo.

Digital

Modalidad de transmisión en la cual la información es codificada en forma binaria para su envío a través de las redes. Se refiere también a magnitudes discretas en una base dada, que pueden expresar las variables que se presentan en un

problema. Se distinguen de la señal analógica en que esta última se refiere a una gama continua de magnitudes de tensión o corrientes.

Directividad de una antena

Es el grado en que una antena concentra la radiación o la captación de energía en determinada dirección o direcciones. Cuanto mayor es la Directividad, menor es la abertura angular del haz radiado o del haz de captación, según que la antena sea emisora o receptora, respectivamente. Representa el valor de la ganancia directiva en la dirección en que la misma es máxima.

E

Eco

Onda eléctrica, acústica o electromagnética que llega a un punto dado tras haber sufrido reflexión o propagación indirecta, con una intensidad y un retardo suficientes como para ser percibida en ese punto como una onda distinta de la onda directa. En comunicaciones por satélite se genera un eco debido al tiempo que tarda una señal a realizar un viaje redondo entre estaciones terrestres (0.48 segundos), produciendo un desfaseamiento.

Energía de radiación

Emisión de ondas electromagnéticas provocada por la excitación de los electrones en campos eléctricos y magnéticos sobre un elemento radiante.

Estación repetidora de microondas

Estación intermedia de los sistemas de microondas, que recibe las señales de otra y las retransmite a un tercer punto.

Enlace

Medio de telecomunicaciones de características entre dos puntos, representada por una trayectoria de comunicación de características determinadas.

Enlace alterno

Cuando se utilizan otras vías diferentes a las normales, para lograr una comunicación.

Enlace ascendente

En inglés *up link* enlace radioeléctrico efectuado entre una estación terrena transmisora y una estación espacial receptora.

Enlace de datos

Conjunto formado por la red de interconexión y distintas instalaciones terminales, que funciona según un modo específico y permite el intercambio de información entre instalaciones terminales.

Enlace descendente

Trayectoria de radiofrecuencia desde la salida de la antena del satélite, hasta la entrada a la antena de recepción de la estación terrena receptora.

Enrutamiento

Dar instrucciones de ruta a cada transmisión por medio de clave, de manera que lo capte el sistema automático para su entrega al punto terminal de ruta.

Espectro radioeléctrico

Gama de las frecuencias correspondientes a las ondas hertzianas.

Estación de microondas

Estación de telecomunicaciones que opera en la banda de las microondas y que se comunica con una similar ubicada a una distancia limitada por la línea de vista (es necesario que desde una estación se pueda ver la otra). Permite la transmisión de gran capacidad de canales telefónicos o de datos y de señales de televisión.

Estándares

Conjunto de normas y recomendaciones técnicas que regulan la transmisión en los sistemas de comunicaciones, en algunos casos estos estándares se aplican también a la administración de los sistemas de comunicación.

F

Fase

Fenómeno generalmente periódico, descrito por una función de tiempo (o espacio). La fase es cualquier estado posible y distinguible de ese fenómeno. Diferencia entre los mismos puntos de diferentes ondas, posición de un punto de la onda correspondiente a una magnitud periódica.

Fiabilidad

Aptitud de un elemento para realizar una función requerida en condiciones determinadas, durante un intervalo de tiempo determinado.

Probabilidad de que un equipo o componente cumpla, durante un tiempo dado y en unas condiciones previamente establecidas, las funciones para las que está previsto.

Fibra óptica

Fibras finas, largas y flexibles de un material transparente que permite la transmisión de luz. El uso dado de fibras de vidrio especiales, para transmitir pulsos de luz láser, dando las señales de encendido y apagado de información digital.

Las señales son codificadas mediante variación de algunas características de las ondas de luz, generadas por un láser de baja potencia. La salida es enviada través de conductores de luz de fibra hacia un dispositivo que recibe y decodifica la señal.

Filtro

Circuito o dispositivo que deja pasar una frecuencia o banda de frecuencias determinadas.

Filtro de portadora

Filtro de onda portadora, onda de tensión o de corriente modulada (o susceptible de ser modulada) por otra onda o señal, con el fin de establecer comunicación electrónica, ya sea por vía alámbrica o inalámbrica. La modulación puede ser de amplitud, de frecuencia o de fase.

Frecuencia

Ritmo de recurrencia o rapidez de repetición de un fenómeno periódico. Representa en número de ciclos completos por unidad de tiempo para una magnitud periódica tal como corriente alterna, las ondas acústicas u ondas de radio.

Frecuencia asignada

Centro de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

Frecuencia de corte

Frecuencia en que el amortiguamiento de un sistema de comunicación empieza a encauzarse claramente, en comparación con el amortiguamiento de aquellas otras frecuencias que son libremente transmitidas, y de las cuales se dice están dentro de la banda de paso. En los filtros la frecuencia de corte tiene un valor preciso, no ocurriendo lo mismo en los circuitos que se usan en la práctica.

Frecuencia intermedia

Frecuencia resultante de la mezcla o combinación de la señal recibida y una señal de origen local.

Frecuencia portadora

Frecuencia no modulada generada por un transmisor de radio, radar u otro, o bien la frecuencia medida de la onda emitida cuando es modulada por una señal. También se denomina frecuencia central, frecuencia simétrica de reposo.

Frecuencia radioelétrica

Cualquier frecuencia en la cual la radiación electromagnética es útil para las telecomunicaciones.

FCC

La comisión Federal de las Comunicaciones (Federal Communications Commission) es una agencia estatal independiente de Estados Unidos, directamente responsable del congreso. La FCC fue creada en 1934 en el acto de las comunicaciones y es la encargada de la regulación de comunicaciones interestatales e internacionales por radio, televisión, wireless, satélite y cable.

G

Ganancia

Lo contrario de pérdida. Se obtiene generalmente por la inserción de un amplificador en un circuito de transmisión, se mide en decibelios. Se define como del nivel de potencia, es decir, por la relación de la potencia efectiva a la que sería librada sin el conversor del amplificador.

Ganancia isotropita

Ganancia en potencia de una antena en una dirección dada, cuando la antena de referencia es un radiador isotrópico aislado en el espacio.

GPS

Global position System (sistema de posicionamiento global) es un pequeño equipo portátil que permite ubicar cualquier punto del planeta gracias a su servicio satelital.

H

Haz

Región del espacio que ocupa una corriente unidireccional de radiación electromagnética o grupo de ondas emitidas.

Hertz (Hz)

Unidad de medida de la frecuencia oscilante, igual a un ciclo o periodo por segundo. En español se le conoce como hercio, aunque es más utilizada su notación en inglés.

I

IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers)

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Organismo norteamericano, parte del ANSI, que mediante estudios propios promueve normas de estandarización. El IEEE es una organización profesional y una de las principales actividades es el desarrollo de normas no obligatorias pero generalmente

aceptadas, en el área de comunicaciones y electrónica, con énfasis en técnicas de medición y definición de términos.

Interconectividad

Capacidad de los elementos componentes de un sistema para ser interconectados a otros, dependiendo de características específicas.

Interferencia electromagnética

Interferencia originada por campos eléctricos o electromagnéticos y que pueden afectar, en ocasiones, considerables a los equipos informáticos, alterando datos o perjudicando el comportamiento de circuitos eléctricos y dispositivos.

L

LAN (local área network)

Red del área local

Láser

Iniciales de “light Amplification by Estimulated Emissions of Radiation”, amplificación de la luz por emisión estimulada por radiación. Dispositivo que produce un haz de luz estrecho, intenso y coherente (esto es, una onda de fase y frecuencia únicas), en la gama de radiaciones visibles o infrarrojas. Entre las materias emisoras se encuentran los gases como el argón, los diodos y los rubíes. Se emplea en algunos equipos de telecomunicaciones y equipos informáticos.

M

MAN (Metropolitan Área Network)

Red de área metropolitana.

Mantenimiento

Procedimiento o conjunto de procedimientos necesarios para conservar una aparato en buenas condiciones de funcionamiento o para devolverlo a esas condiciones.

Mantenimiento correctivo

Mantenimiento efectuado después de que se ha producido una falla. Este procedimiento devuelve al dispositivo un estado en la cual pueda realizar una función requerida.

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento realizado a intervalos preestablecidos o según criterios; reduce la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento de un elemento.

Margen de ganancia

Rango máximo en el que opera un dispositivo si llegar a la saturación y sobre el nivel de pérdidas máximas del sistema.

Microondas

Con el término microondas se identifica a las ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias comprendido entre 300 MHz y 300 GHz. El periodo de una señal de microondas está en el rango de 3 ns a 3 ps, y la correspondiente longitud de onda en el rango de 1 m a 1 mm.

Modo dúplex

Conducción simultanea entre dos o más terminales correspondientes en sentidos opuestos.

Modulación

Proceso Por el que se modifican algunas de las características de una oscilación y onda de acuerdo con las variaciones de otra señal llamada generalmente moduladora.

Modulador

Dispositivo empleado para modular o variar las características fundamentales de una onda senoidal con otra señal llamada moduladora.

Multiplexación por paquetes

Multiplexación en el que el tren final de bits esta compuesto por bloques sucesivos denominados paquetes y divididos en dos partes: el encabezamiento y la información de cada paquete solo transmite la información de una sola señal de entrada y la selecciona al nivel del receptor, se hace mediante detención en el encabezamiento de la dirección del servicio deseado, este método no impone un contenido predeterminado del tren final de bits.

Monitorización

Es la supervisión de cualquier sistema para tener información en tiempo real de su proceso.

Multiplexación por división de frecuencia (FDM)

Sistema en la cual se divide la banda de frecuencias transmisibles por vías de transmisión de bandas estrechas, cada una de las cuales se emplea para constituir una vía transmisión separada.

O

Onda portadora

Onda generada y modulada en un transmisor con objeto de transportar información. La modulación puede ser de amplitud, de frecuencia o de fase.

OFDM

La **Multiplexación por división de Frecuencias Ortogonales**, en inglés *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*, también llamada **modulación por multitono discreto**, en inglés *Discreet Multitone Modulation (DMT)*, es una modulación que consiste en enviar la información modulando en **QAM** o en **PSK** un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias.

Ondas Electromagnéticas

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del vacío.

Overbooking

Tasa que garantiza un mínimo del ancho de banda en horarios de tráfico alto. El overbooking ofrecido en el servicio de datos de GILAT de 5:1, por ejemplo en una conexión de 256 Kbps, se garantizara como mínimo la quinta parte de este valor, es decir, 51,2 Kbps en horas de alto tráfico.

P

Paquete de datos

Grupo de bits que contiene los datos y señales de control relevantes para su enrutamiento, que se transmiten a través de las redes de paquetes conmutados, generalmente más pequeños que un "bloque de transmisión".

Pararrayos

Dispositivo protección contra las descargas atmosféricas, comprende por lo general varillas o puntas, tomas de tierra, y conductores que unen los diversos elementos entre sí.

Pérdida

Caída en el nivel de la señal entre puntos de un circuito. Degradación de una señal de acuerdo con los factores del medio.

Pérdida de transmisión en un radioenlace de microondas

Relación, habitualmente expresada en decibelios, para un radioenlace, entre la potencia radiada por la antena de transmisión y la potencia que estaría disponible a la salida de la antena de recepción si no hubiera pérdida en los circuitos de radiofrecuencia, suponiendo que se mantengan las características de Directividad de las antenas.

Pigtail

Es un cable corto y flexible que se conecta entre la interfaz de red inalámbrica y el cable alimentador de antena. Su función es el acoplamiento mecánico, ya que el cable alimentador de antena seguramente es grueso y rígido (para que tenga menor atenuación), y si estuviera conectado directamente al conector de la interfaz de red, al primer movimiento brusco lo partiría o arrancaría de la placa.

Polarización

Es la propiedad de una onda electromagnética que describe la dirección del vector campo eléctrico.

Portadora

Onda de radio generada por un transmisor cuando no existe señal de modulación.

Potencia radiada

Potencia total emitida por una antena emisora, se expresa en watts.

Propagación de la señal

Viaje de una señal entre un transmisor y un receptor.

Propagación de ondas

Avance de las ondas electromagnéticas a través de un medio, a avance de una perturbación eléctrica instantánea a través de una línea de transmisor.

Propagación en el espacio libre

Propagación de una onda electromagnética en un medio dieléctrico ideal homogéneo que se puede considerar infinito en todas las direcciones.

R

Radiación

Elementos constitutivos de una onda que se transmite en el espacio. Se dice especialmente de las ondas hertzianas, rayos luminosos, etc.

Radioenlaces

En el enlace a través de ondas de radio para lograr la comunicación inalámbrica.

Red de área local (LAN)

Zona de acción en la que se presta el servicio de red o del conjunto organizado de estaciones que puede comunicarse entre sí, en la cual un procesador sirve como servidor de la red y los elementos que la integran pueden ser procesadores o terminales, los elementos locales pueden ser del tipo cable Ethernet, cable de banda ancha.

Red privada

Red establecida y explotada por una organización privada para aplicaciones de comunicación de datos, lo que dependerá de las disposiciones reglamentarias de cada país.

Relación señal / ruido

Relación de potencia de señal a potencia de ruido que existe en algún punto específico de un sistema electrónico.

Ruido

Fenómeno físico variable que no contiene en apariencia información y que puede superponerse o combinarse con una señal útil. Cualquier señal indeseada superpuesta a la ya existente, el ruido electrónico se puede producir por chispazos pequeños, irregulares, al abrir o cerrar un interruptor. Se puede originar también por ondas de radio o campos eléctricos magnéticos en el entorno.

Ruteador (router)

Dispositivo que puede interconectar redes sobre largas distancias y usualmente sobre diferentes medios. Este término generalmente se refiere a un dispositivo de ruteo de red que opera dentro de un solo protocolo.

S

Sistema SCADA

SCADA, acrónimo se Supervisory Control and Data Adquisintion (en español, control supervisor y adquisición de datos).

Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), con esta información es posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso.

Switch

Un Switch (en castellano “conmutador”) es un dispositivo electrónico de interconexión de redes de ordenadores que operan en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (Open Systems Interconnection). Un conmutador interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento al otro, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red.

T

Telecomunicación

Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Terminal de telecomunicación

Equipo conectado a una red de telecomunicación para proporcionar acceso uno o más servicios específicos.

Toma de tierra

Conjunto de elementos que aseguran el contacto a tierra de una instalación eléctrica.

Torre metálica

Estructura que en su parte superior cuenta con antenas que transmiten o reciben las ondas electromagnéticas y que se encuentran conectadas a los equipos de radiofrecuencia.

Turbina Hidráulica

Una turbina hidráulica es un elemento que aprovecha la energía cinética y potencial del agua para producir un movimiento de rotación que, transferido mediante un eje, mueve directamente una maquina o bien un generador que transforma la energía mecánica en eléctrica.

V

VoIP

Voz sobre protocolo de internet, también llamado **Voz sobre IP, VoZIP, VoIP**

(Por sus siglas en inglés), o **Telefonía IP**, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de internet empleando u protocolo IP (Internet Protocol). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de circuitos como una compañía telefónica convencional o **PSTN**.

VHF

Banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

Z

Zona de cobertura

Zona asociada en una estación transmisora para un servicio dado y una frecuencia específica, en el interior de la cual y en condiciones técnicas determinadas, puede establecerse una radiocomunicación con otra u otras estaciones receptoras.

ANEXO 7: CONSIDERACIONES TEORICAS DE RADIO MOBILE PARA EL CÁLCULO

1. PÉRDIDAS DE PROPAGACIÓN.

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora. Pérdidas en el espacio libre La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía (de acuerdo con los principios de Huygens) que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. Nótese que esto no tiene nada que ver con el aire, la niebla, la lluvia o cualquier otra cosa que puede adicionar pérdidas. La Pérdida en el Espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La señal de radio se debilita en al aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica. La Pérdida en el Espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también Proporcional al cuadrado de la frecuencia. Aplicando decibeles, resulta la siguiente ecuación:

$$PEA \text{ (dB)} = 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) + K$$

d = distancia

f = frecuencia

K = constante que depende de las unidades usadas en d y f

Si d se mide en metros, f en Hz y el enlace usa antenas isotrópicas, la fórmula es:

$$FSL \text{ (dB)} = 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) - 187.5$$

Fig. 47: Perdida en dB en función de la distancia en metros.

La Figura xx muestra la pérdida en dB para 2.4 GHz [] y 5.4 GHz []. Se puede ver que después de 1,5 km, la pérdida se puede ver como “lineal” en dB. Como regla general en una red inalámbrica a 2.4 GHz, 100 dB se pierden en el 1er kilómetro y la señal es reducida a 6 dB cada vez que la distancia se duplica. Esto implica que un enlace de 2 km tiene una pérdida de 106 dB y a 4km tiene una pérdida de 112 dB, etc.

Distancia KM	915 MHZ	2,4 GHZ	5,8 GHZ
1	92	100	108
10	112	118	126
100	132	140	148

Tabla 20: Pérdidas en Espacio Abierto en dB para diferentes distancias y frecuencias.

Estos valores son teóricos y pueden muy bien diferir de las mediciones tomadas, El término “espacio libre” no es siempre tan “libre”, y las pérdidas pueden ser muchas veces más grandes debido a las influencias del terreno y las condiciones climáticas. En particular, las reflexiones en cuerpos de agua o en objetos conductores pueden introducir pérdidas significativas.

1.1. Exceso de Perdidas

El exceso de pérdidas son las pérdidas obtenidas debido a los obstáculos que interrumpen la línea de vista o bien la zona de Fresnel entre dos puntos terminales del radioenlace. Estas pérdidas son calculadas usando el Radio Mobile. Árboles y follaje crean un número de problemas.

- A menudo no son marcados en los perfiles de ruta- produciendo resultados optimistas,
- No son completamente solidos-produciendo resultados pesimistas,
- Son responsables por variación estacional.

Es recomendable que ellas sean tratadas como objetos solidos así los peores resultados, y cuando el enlace es instalado las perdidas indicadas deben ser tomadas en cuenta para la variación estacional que ocurrirá.

1.2. Zona de Fresnel.

Teniendo como punto de partida el principio de Huygens, podemos calcular la primera zona de Fresnel, el espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor. Basados en esto, podemos investigar cuál debería ser la máxima penetración de un obstáculo (por ejemplo un edificio, una colina o la propia curvatura de la tierra) en esta zona para contener las pérdidas.

Fig. 48: Zona de Fresnel

Lo ideal es que la primera zona de Fresnel no esté obstruida, ver Figura II.08, pero normalmente es suficiente despejar el 60% del radio de la primera zona de Fresnel para tener un enlace satisfactorio. En aplicaciones críticas, habrá que hacer el cálculo también para condiciones anómalas de propagación, en la cuales las ondas de radio se curvan hacia arriba y por lo tanto se requiere altura adicional en las torres. Para grandes distancias hay que tomar en cuenta también la curvatura terrestre que introduce una altura adicional que deberán despejar las antenas. La siguiente fórmula calcula la primera zona de Fresnel:

d_1 = distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

d_2 = distancia al obstáculo desde el receptor [km]

d = distancia entre transmisor y receptor [km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio ($d_1 = d_2$), la fórmula se simplifica:

Tomando el 60% nos queda:

Distancia KM	915 MHZ	2,4GHZ	5,8GHZ	Altura de la Curvatura Terrestre
1	9	6	4	0
10	29	18	11	4,2
100	90	56	36	200

Tabla 21: Radio [m] para la primera zona de Fresnel.

La “Altura de la curvatura terrestre” describe la elevación que la curvatura de la tierra crea entre 2 puntos.

1.3. Margen de Desvanecimiento.

Es un factor de “acolchonamiento” incluido en la ecuación de ganancia del sistema que considera las características no ideales y menos predecibles de la propagación de ondas de radio, como la propagación de múltiples trayectorias (perdidas de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa. Estas características causan condiciones atmosféricas anormales temporales que alteran la pérdida de la trayectoria de espacio libre y usualmente son perjudiciales para el funcionamiento general del sistema. El margen del desvanecimiento también considera los objetivos de confiabilidad del sistema.

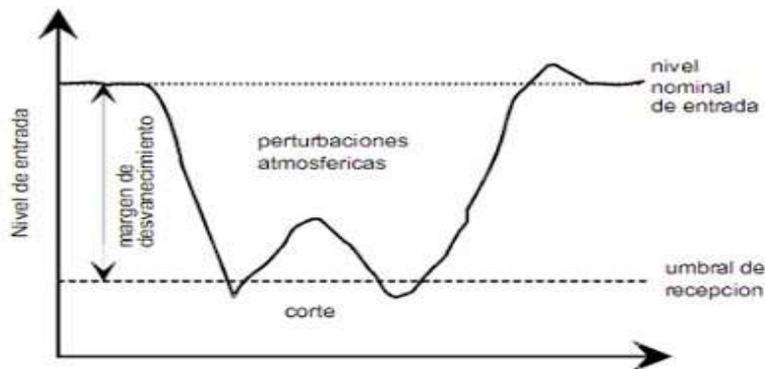


Fig. 49: Margen de Desvanecimiento.

1.4. Pérdidas Máximas.

Las pérdidas máximas es la atenuación total que el sistema puede resistir para mantener estable una confiabilidad 99.99% debido a diferentes licenciadas del espectro en diferentes países, las pérdidas máximas varían de país en país debido a las diferentes potencias de salida permitidas.

ANEXO 8: EFECTO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS

Estamos expuestos a una serie de campos electromagnéticos, que van desde bajas frecuencias, hasta las frecuencias más altas conocidas, donde podemos encontrar a los rayos cósmicos. Las radiaciones emitidas por este campo, se clasifican en radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Son de nuestro interés en el área de las telecomunicaciones, el efecto nocivo o no que puedan producir en las personas las radiaciones no ionizantes. Teniendo en cuenta que los efectos de los campos electromagnéticos sobre el organismo no solo dependen de su intensidad sino también de su frecuencia; la OMS ha definido tres rangos de frecuencia para los CEM.

Frecuencias extremadamente bajas (FEB, o ELF), son las que van desde 0 Hz, hasta los 300 Hz, aquí las principales fuentes, son la red de suministro eléctrico industrial.

Frecuencias intermedias (FI), de 300 Hz a 10 MHz; aquí tenemos como las principales fuentes de emisión, a las pantallas de computadora, los dispositivos antirobo y los sistemas de seguridad.

Radiofrecuencia (RF), de 10 MHz a 300 GHz; las principales fuentes de campos de RF son: la radio, la televisión, las antenas de radares, teléfonos celulares y los hornos de microondas. En las frecuencias de radio, los campos eléctricos y magnéticos están estrechamente relacionados y lo que se tiene en cuenta es la densidad de potencia, la que se mide normalmente en watt por metro cuadrado (W/m²).

Estos campos inducen corrientes en el organismo, que dependiendo de su amplitud y frecuencia, pueden producir diversos efectos como calentamiento y sacudidas eléctricas. (No obstante, para producir efectos, los campos exteriores al organismo deben de ser muy intensos, mucho más que los presentes habitualmente en el medio).

Todos estamos expuestos a una compleja diversidad de campos electromagnéticos (CEM) de diferentes frecuencias, presentes en nuestro medio ambiente. La exposición a estas frecuencias es cada vez mayor, a medida que la tecnología continua avanzando y que se crean nuevas aplicaciones.

Normas Internacionales.

La Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no ionizante (INIRCP) ha publicado directrices sobre posibles límites de exposición para todos los tipos de CEM. Estas directrices ofrecen una protección adecuada respecto de los efectos sanitarios ya conocidos, y respecto de los que pueden producirse al tocar objetos cargados de un campo eléctrico extremo. Los límites de exposición a campos CEM recomendados en numerosos países son más o menos similares a los de la INIRCP, que es una organización no gubernamental (ONG) oficialmente reconocida por la OMS y que participa plenamente en el proyecto internacional CEM. Esta organización reexaminara sus directrices una vez que el proyecto CEM haya realizado nuevas evaluaciones de los riesgos para la salud.

**ANEXO Nº 09:
FOTOGRAFÍAS**

CENTRO POBLADO CONCHUCOS



Fig. 50: Arco de Bienvenida al Centro Poblado Conchucos

MONTAJE DE TORRES



Fig. 51: *Base de concreto de las torres*



Fig. 52: *instalación de torre*



Fig. 53: *Instalación de torre.*

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL



Fig. 54: *Equipos de protección personal EPP.*



Fig. 55: *Equipos de protección personal EPP.*

CONFIGURACION DE EQUIPOS



Fig. 56: Configuración de antena Rokat M5.

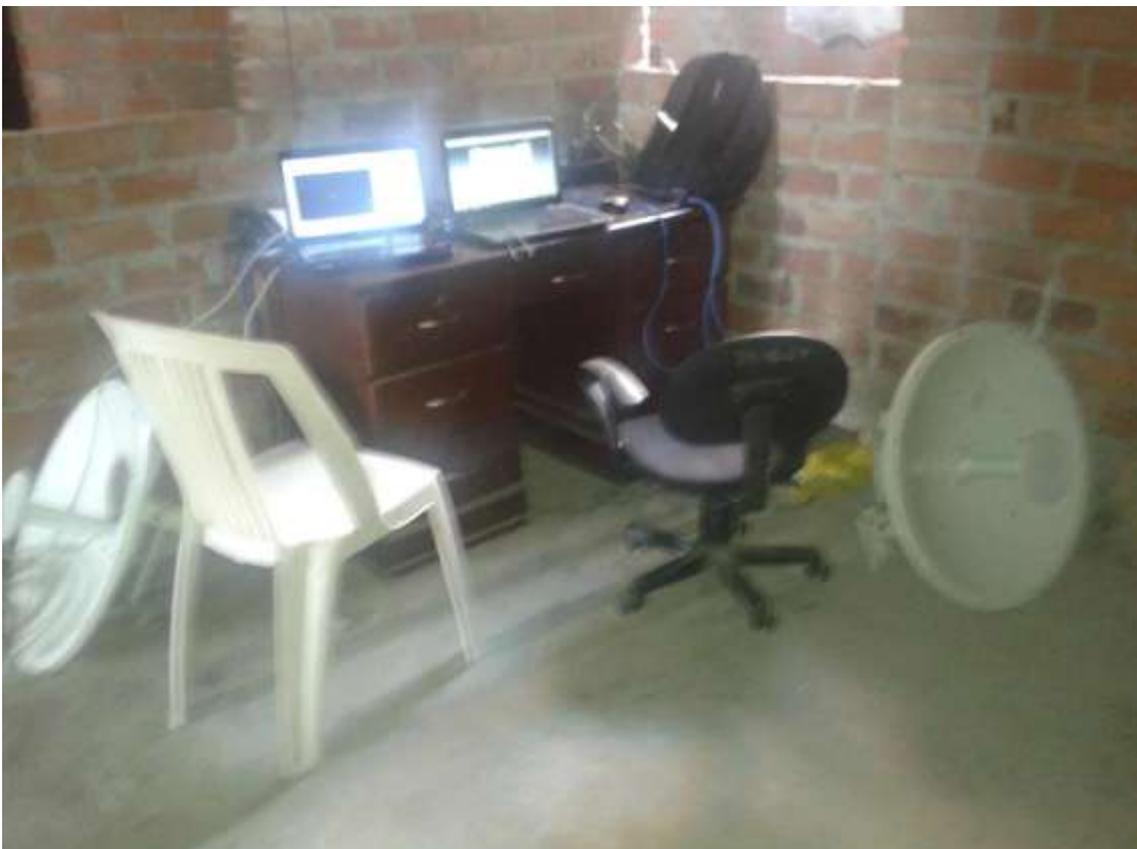


Fig. 57: Configuración de antenas Rokat M5

MONTAJE DE EQUIPOS



Fig. 58: *Instalación de antena Raket M5.*



Fig. 59: *Instalación de antena EnGenius. Usada para la distribución de internet en el centro poblado.*



Fig. 60: *Instalación de antena EnGenius. Usada para la distribución de internet en el centro poblado.*

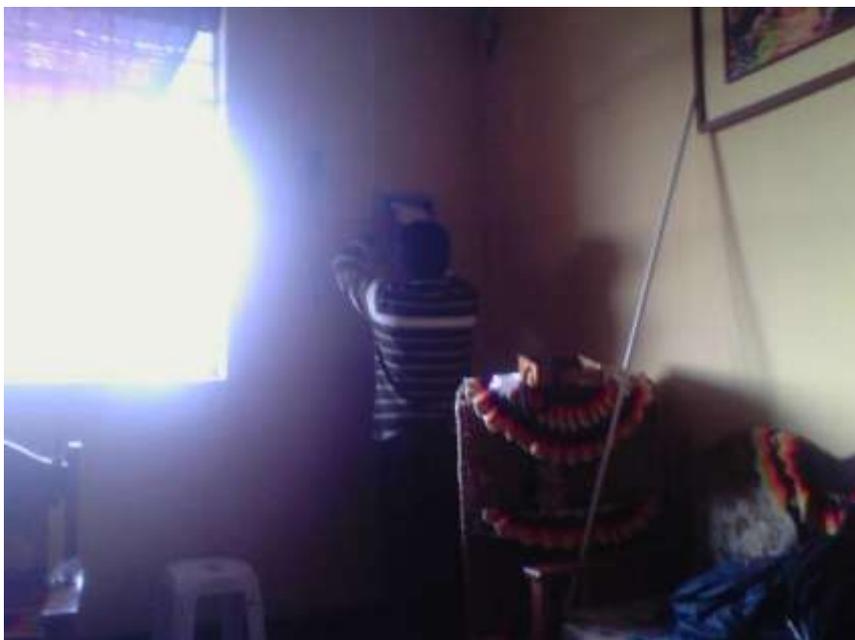


Fig. 61: *Instalación de distribución eléctrica para el Radioenlace.*

INSTRUMENTOS UTILIZADOS



Fig. 62: GPS usado para reconocimiento de puntos geográficos.



Fig. 63: *Inclinometro*



Fig. 64: *Brújula*

EQUIPOS EN FUNCIONAMIENTO



Fig. 65: *Torre instalada Centro Poblado Conchucos.*



Fig. 66: *Torre instalada en Chiclayo (Salida a Ferreñafe).*



Fig. 67: *internet en Conchucos.*



Fig. 68: *Internet en Conchucos.*

BIBLIOGRAFÍA

1. “Redes y Servicios de Telecomunicaciones” Autor. José Manuel Huidobro Moya
2. “Redes de Banda Ancha” Autor. Caballero José Manuel.
3. “Redes de Comunicación” Autor. León García Alberto
4. “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas” Autor. Tomasi Wayne
5. “Fundamentos de Seguridad de Redes” Autor. Maiwald Eric
6. “Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)” Autores Llara Berríos, María Rosa Buxarrais
7. “Comunicaciones en Redes Inalámbricas” Autor. Bate, R. J.
8. “Comunicación de Redes Wlan” Autor. David Roldan Ramírez
9. “Cálculo de Antenas 4ta Edición” Autor. Armando García Domínguez
10. “ubiquiti networks” <https://www.ubnt.com/>
11. “Bandas de Frecuencia” <https://sit.gob.gt/gerencia-de-frecuencias/frecuencias/bandas-de-frecuencias>
12. “Fitel” <http://www.fitel.gob.pe/>
13. “Radio Mobile” <http://www.cplus.org/rmw/rmonline.html>
14. “MapSource” http://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=209
15. “Google Earth”
<http://www.google.com.pe/intl/es/earth/explore/products/related.html>
16. Base legal MTC
<http://busquedas.elperuano.com.pe/download/url/proyectos-de-decreto-supremo-y-resolucion-ministerial-que-mo-resolucion-ministerial-n-309-2012-mtc03-801878-1>
17. Base legal MTC
https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/normas/servicios_privados/documentos/DS%20020-2007-MTC%2004JUL2007%20REGL%20DE%20TUO-%20LEY%20TELEC.pdf