



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**Radio enlace para la comunicación entre
sucursales de la empresa Vicson Bekaert.**

Autor: **Jesús Augusto Barrios Velásquez**

C.I: **V- 20.786.572**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Radio enlace para la comunicación entre sucursales de la empresa Vicson Bekaert.

Informe de pasantías para obtener el título de Ing. En Telecomunicaciones

EMPRESA: Vicson Bekaert CA

Tutor: **Ing. Rainier Blanco**

Autor: **Jesús Augusto Barrios V.**

C.I: V-20.786.572

San Diego, Enero 2019



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Radio enlace para la comunicación entre sucursales de la empresa Vicson Bekaert

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

TUTOR ACADÉMICO

TUTOR EMPRESARIAL

Ing. Rainier Blanco

C.I.: 11.556.607

Lic. Ángel Luquez

C.I.:

Autor: **Barrios Velásquez Jesús Augusto.**

C.I.: **V- 20.786.572**

San Diego, Enero 2019



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Rainier Blanco portador de la cédula N° en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Barrios Velásquez Jesús Augusto, portador de la cédula de identidad N° 20.786.572, **Radio enlace para la comunicación entre sucursales de la empresa Vicson Bekaert**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, y acepta la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación.

En San Diego, a los _____ días del mes de _____ del año dos mil dieciocho.

Ing. Rainier Blanco

C.I: 11.556.607

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas dependen más que nunca de su estructura informática y de una disponibilidad constante, sin interrupciones y el rendimiento de la red, se han convertido en uno de los factores fundamentales para el favorable funcionamiento de las mismas, es por esto que las redes inalámbricas ha tomado gran importancia ya que esta tecnología ha despertado el interés de muchos en cuanto a la facilidad de entablar comunicación entre estaciones de trabajo que se encuentran en distintos lugares, además de brindar mayor comodidad al usuario.

Es por este motivo, que la necesidad de implementar los servicios de red inalámbrica en una organización resulta de gran interés, pues constituyen un aspecto fundamental para estar a la vanguardia de estos avances, hecho que representa una ventaja operativa en las condiciones de funcionamiento de la empresa. De tal forma la necesidad de contribuir con una mejor tecnología al mejoramiento de la comunicación no cableada dentro de las organizaciones, se le presenta a la empresa VICSON BEKAERT S.A. el diseño de una mejor plataforma tecnológica de comunicación inalámbrica para la transmisión efectiva de datos entre las sucursales para que puedan comunicarse de forma eficiente y constante, de tal manera de que se logren los objetivos organizacionales.

Conforme a ello, en el Capítulo I, se desarrollan los aspectos relevantes que identifican a la empresa como es su ubicación, descripción, reseña histórica, misión, visión y su estructura organizativa. Por su parte, en el Capítulo II, se plantea la problemática, la cual se fundamenta en la realidad observada y experimentada en la empresa, seguidamente se establecen los objetivos de la investigación, justificación, alcance y una probable limitación que se pudiera presentar en el desarrollo del estudio.

De igual manera, en el capítulo III, se abarcan los aspectos del marco referencial conceptual, como lo son algunos antecedentes, que son trabajos de investigación llevados a cabo sobre la temática, luego se presenta una selección de teorías que brindan validez conceptual y orientan la investigación, algunas de las cuales son: teoría sobre sistemas de comunicación, señales de datos, redes inalámbricas, red WIFI, modelo de referencia OSI, entre otros; para luego señalar la definición de ciertos términos de interés para el presente estudio.

En este orden de ideas, el desarrollo de las fases de la investigación se observa plenamente en el Capítulo IV, donde se hace un diagnóstico de la situación actual de la empresa con apoyo de la técnica de recolección de datos e instrumento seleccionado, en el cual se registraron los aspectos relevantes considerados previamente por el investigador. Seguidamente, se señala el tipo de investigación y un estudio de factibilidad técnica, operativa y económica que determina la viabilidad o no del proyecto. Y para finalizar, en el capítulo V, son definidos los recursos humanos, materiales e institucionales que serán utilizados para el desarrollo del proyecto para luego detallar el cronograma de las actividades realizadas durante el período de pasantía

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Nombre

Vicson S.A.

1.2. Ubicación

Zona Industrial Sur Calle 1era entre Domingo Olavarria y Henry Ford (Ver figura 1).



Y una segunda planta que es la de San Joaquín, situada en la carretera nacional San Joaquín – Mariara (Ver figura 2)



Fuente: Google Maps (2018).

1.3. Descripción de la Empresa

Vicson Bekaert, S.A., está especializada en la fabricación y distribución de Alambre y sus derivados, en distintos sectores tales como:

1. Sector Agropecuario con:

Cables negros.

Cables galvanizados.

4. Sector Petrolero con:

Mallas JK.

Cables petroleros.

1.4. Reseña Histórica de la Empresa

VICSON, S.A. es el principal fabricante de alambre y sus productos derivados en Venezuela. Su origen se remonta al año 1950, cuando se establece como empresa al occidente del país en la ciudad de Barquisimeto. Su fundador, Víctor Sasson, combinó la primera sílaba de su nombre con la segunda de su apellido y creó, con orgullo, el nombre de la naciente compañía VICSON.

La planta se inicia con la fabricación de productos dirigidos básicamente a la industria de la construcción (clavos y mallas soldadas), mercado parcialmente abastecido, para ese entonces, por productos importados. En 1962, ingresa a la sociedad la corporación internacional Bekaert de Bélgica, aportando, este nuevo accionista, capital, maquinarias y un fundamental apoyo de asistencia técnica, que aún se mantiene.

Años después se incorpora como capitalista el grupo nacional Sivensa, uno de los grupos industriales más consolidados, de mayor experiencia y trayectoria nacional. Tiempo después, a comienzos de la década de los 70, la industria se traslada a la pujante ciudad de Valencia.

A partir de 1983, ya con la empresa liderando completamente el mercado de alambre en Venezuela, VICSON, S.A. se inicia como una compañía exportadora, logrando una importante posición como suplidor en los mercados de Colombia, USA, Centroamérica y El Caribe.

A raíz de la globalización y la apertura comercial con los países de la Comunidad Andina, VICSON, S.A. en conjunto con la empresa "Ideal Alambrec" de Ecuador, se asocian con un

productor de alambres de Colombia y forman, en el año 1996, la empresa "Proalco, S.A." (Productora de alambres colombianos), hoy líder en el mercado colombiano de alambres y productos de alambre; y 11 años después, en el año 2007, Bekaert adquiere la totalidad de las acciones de Vicson, S.A.

Desde sus inicios, y hasta el presente, VICSON, S.A. ha mantenido como una prioridad la capacitación permanente de todos sus trabajadores, permitiéndoles, de esta forma, adaptarse a importantes cambios tecnológicos que le han garantizado, desde siempre, su liderazgo en el mercado nacional del alambre.

1.5. Misión

Satisfacer las necesidades del mercado con soluciones de alambre de valor agregado, a través del compromiso y liderazgo de nuestra gente para garantizar un crecimiento sostenible en un marco de Responsabilidad Social Integral.

1.6. Visión

Ser el aliado comercial preferido de nuestros clientes actuales y potenciales mediante el suministro constante de soluciones innovadoras de alambre, con un equipo de gente motivado, desarrollado profesionalmente y comprometido con los objetivos y valores organizacionales.

1.7. Valores

Integridad

Somos genuinos y coherentes en lo que decimos y hacemos.

Confianza

La confianza y el respeto mutuo son la base de nuestras relaciones e interacción con los demás, basándonos en la integridad de nuestras acciones, la transparencia y compromiso de nuestros acuerdos.

Resiliencia

Somos capaces de aceptar y adaptarnos proactivamente a circunstancias cambiantes y de aprovechar las oportunidades a través de la acción innovadora y creativa para incrementar nuestra efectividad.

Responsabilidad Social

Contribuimos con el bienestar social y psicológico de nuestros colaboradores, la comunidad y la sociedad, a través de acciones individuales y colectivas para impactar positivamente la educación, la salud y la cultura.

1.8. Objetivos de la Organización

Promover un ambiente seguro de trabajo a través de la identificación y evaluación de los peligros y controlando los riesgos asociados.

Continuamente mejorar la satisfacción de nuestros clientes.

Mejorar la eficacia de Sistema de Gestión Integrado.

Identificar los aspectos y evaluar los impactos ambientales asociados a las operaciones.

Cumplir la legislación ambiental y la Seguridad y Salud Ocupacional.

Mejorar nuestras prácticas de desempeño ambiental mediante el proceso de mejora continua, considerando las opciones de la mejor tecnología disponible.

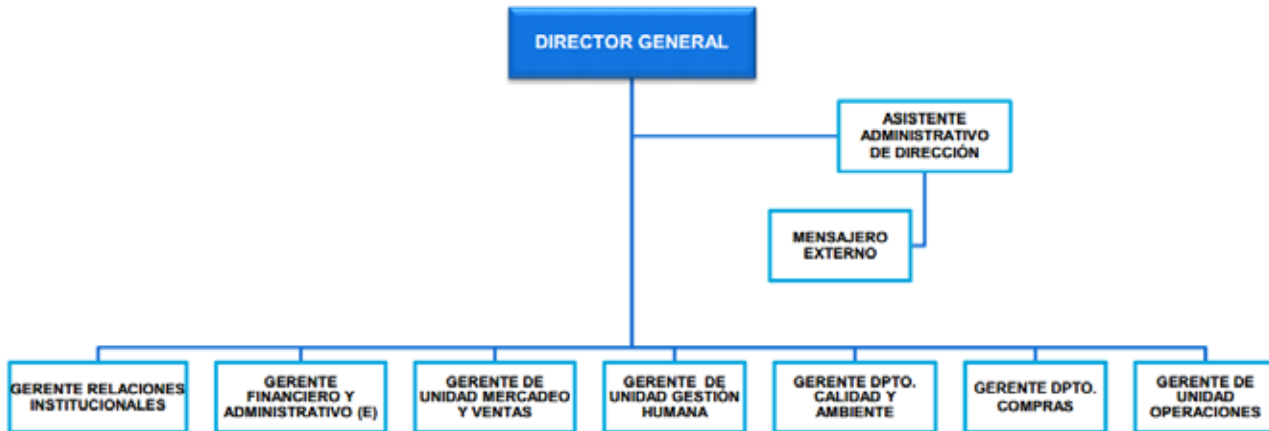
Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental e individual por la seguridad en Vicson S.A.

Influenciar el comportamiento y la participación activa de todos los trabajadores para que la seguridad sea el modo de vida dentro y fuera del trabajo

1.9. Estructura Organizativa

La empresa VICSON S.A., posee la siguiente estructura organizativa. (Ver figura 3).

DIRECCIÓN GENERAL



Fuente: Vicson S.A.

1.10. Actividades desarrolladas durante la Pasantía

Esta pasantía es realizada en la empresa VICSON S.A. Las actividades realizadas durante la estancia en la organización fueron las siguientes:

- Recorrido por departamento y planta de la empresa

- Inducción de sistemas y formas de trabajo.

- Identificación de la infraestructura de la red inalámbrica

- Levantamiento de información de la red inalámbrica

- Diagramación de la red inalámbrica

- Identificar los requerimientos necesarios para la mejora de la red inalámbrica

- Estudio de diversas plataformas que se pueden aplicar para la mejora de la red inalámbrica.

- Diseño de propuesta para la mejora de la red inalámbrica.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

El ser humano tiene la necesidad de poder comunicarse y siempre ha llevado a la mente humana a buscar y desarrollar métodos e instrumentos que le permitan acortar las distancias entre los mismos, desde hace más de 5.000 años el hombre primitivo dejó huella escrita esculpida en piedra o tallada en madera de lo que quería expresar y así en los sucesivos años fue cambiando de formas y métodos cada vez diversificando y ampliando las estructuras de los medios de comunicación, es así cómo se desarrollaron entre otros, mensajes a distancia con señales de fuego donde alguien transmitía y otros recibían informaciones, utilizaron las hojas de los árboles como papel para plasmar ideas que luego fueron el objeto a transportar por tierra en carruajes o por mar en barcos y hasta por aire en palomas que cruzaron las distancias necesarias para llevar los mensajes requeridos.

De esta manera, con el devenir de los tiempos y a raíz del desarrollo del sistema de numeración decimal con el cual se logró encontrar la facilidad de representar números largos con la adición de ceros decimales nacieron otros sistemas como el telégrafo con sus distintas formas, a saber: el óptico, electroquímico hasta llegar al alambrado de hilos donde la telegrafía marca una era en telecomunicaciones la cual sienta las bases a la invención del teléfono como sistema alámbrico.

Bajo este influjo nace la comunicación inalámbrica que es el factor fundamental para el desarrollo de sistemas más avanzados de hoy día como: la radio, la televisión, la telefonía móvil, las comunicaciones satelitales que llevan las transmisiones a un nivel de mayor alcance y en consecuencia acortando las distancias que había de sortear el hombre a lo ancho del planeta tierra en su pasado reciente, catapultando así un futuro inalámbrico que propone hoy en día la nueva sociedad globalizada que utiliza extensivamente y de forma optimizada las oportunidades que ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones como medio para su desarrollo personal, profesional, laboral, empresarial, entre otros.

Al respecto, la empresa VICSON S.A. no escapa de esa realidad, por lo que en virtud de considerar a la información como un factor clave del éxito y proyección de la empresa, cuenta con una plataforma tecnológica para la transmisión de datos, que fue implantado con

la finalidad de comunicar la sucursal de planta Valencia con planta San Joaquín pero que en la actualidad, no funciona de manera eficiente debido a que se observan alturas inadecuadas de las torres de transmisión, pues existen alrededor obstáculos que comprometen la línea de vista en la orientación de las antenas, así como la existencia de equipos circundantes transmitiendo en frecuencia y canales de 2,4 GHZ, lo que pudiese estar creando interferencias en la transmisión.

Todo esto aunado al deterioro de los equipos que se encuentran a la intemperie los cuales también llevan más de 10 años de uso, generando fallas en los enlaces de comunicación entre las sucursales y en consecuencia retrasos en los distintos departamentos de la organización.

2.2 Formulación del problema.

¿El Diseño de un radio enlace que conecte las sucursales de la empresa Vicson Bekaert mejorará la comunicación entre estas?

2.3 Objetivos de la Investigación.

2.3.1 Objetivos Generales.

- Desarrollar un radio enlace para mejorar la transmisión de datos entre las sucursales de la empresa VICSON.

2.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la problemática actual de los equipos que se utilizan en la transmisión de datos en las sucursales de la empresa VICSON.
- Analizar la factibilidad técnica, operativa y económica del radio enlace para mejorar la transmisión de datos entre las sucursales de la empresa VICSON.
- Implementar un radio enlace para mejorar la comunicación y transmisión de datos entre las sucursales de la empresa Vicson.

2.4 Justificación del Problema.

La dinámica de las empresas dentro de la sociedad actual globalizada requiere de una rápida conversión y actualización de los datos que maneja en sus diversas áreas, sin importar la distancia que puedan estar una de otras, para que puedan lograr una mayor eficiencia en el desempeño de sus roles, por lo que resulta necesario que cuenten con una plataforma de comunicación que le brinde la posibilidad de materializar la interconexión entre sus sucursales o plantas.

En este sentido, la empresa VICSON, no se escapa de esa realidad, por lo que en virtud de que presenta debilidades en su sistema de comunicación, se plantea un radio enlace para la transmisión efectiva de sus datos con la utilización de redes inalámbricas, se implementaran nuevos equipos y antenas evitando el solapamiento entre canales de igual frecuencia, brindando un amplio ancho de banda para la transmisión y una mayor ganancia ante la pérdidas de señal, permitiendo de esta manera a la empresa, la oportuna y constante comunicación entre sus sucursales, trayendo como resultado una toma de decisiones fundamentada en el flujo de una información veraz, oportuna y confiable, lo que se traduce en lograr un elevado nivel competitivo dentro del mercado nacional e internacional.

2.5. Alcances

La propuesta de este proyecto busca el mejoramiento de los enlaces de comunicación de datos entre las sucursales de la empresa VICSON para ofrecer así una mejor calidad de servicio y comunicación constante y segura entre sus sucursales.

2.6 Limitaciones.

Una de las principales limitaciones es con respecto a la ubicación de las torres y antenas de transmisión ya existentes dentro de la empresa, situación que pudiera retrasar y hasta entorpecer el curso de la investigación por la demora de rediseñar su ubicación para así tener una línea de vista óptima que nos ayude a un enlace eficiente.

Dado que el cronograma de pasantías cubre solo 12 semanas se presenta una limitante de tiempo para el análisis o estudio de campo

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

3.1. Antecedentes

En todo proceso de investigación, la recaudación del material relacionado con el problema planteado es de suma importancia, permitiendo ser fuente de apoyo para el desarrollo de dicha investigación. A continuación, se muestran algunas investigaciones que contienen semejanzas con este proyecto las cuales ayudarán a mejorar de forma pasiva la realización del presente informe como apoyo teórico en su elaboración.

Vela, P. (2015), en su trabajo de investigación titulado “Estudio y diseño de un radioenlace para transmisión de datos e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena Alfa y Omega utilizando equipos Airmax de Ubiquiti”. Trabajo presentado en la escuela politécnica nacional de Quito para obtener el título de Tecnólogo en electrónica y telecomunicaciones. Este proyecto tiene como objetivo principal el análisis, estudio y diseño de un radio enlace para presentar una propuesta asequible en el aspecto económico y confiable en el aspecto técnico.

La investigación antes presentada aporta elementos muy importantes para solucionar el problema que ha sido planteado ya que el mismo consiste en el diseño de radioenlace. Esta investigación aporta lineamientos básicos para realizar el diseño de radioenlace que se está planteando

Papeles Venezolanos C.A (PAVECA) a través del diseño de una red Vlan, aseguran en su estudio, que para el manejo de información es importante además del sistema físico, tener en cuenta el protocolo de comunicación que se va establecer para la comunicación efectiva de los datos y en este caso hacen referencia al TCP/IP (Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet).Es así como concluyen que, el protocolo TCP / IP es el común utilizado por la gran mayoría de sistemas y redes de comunicación, pues es compatible con cualquier hardware y sistema operativo, ya que no es un único protocolo, sino que es en realidad un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI (Open Systems Interconnection).Los dos protocolos más importantes son el TCP (Transmission Control Protocol) y el IP (Internet Protocol), que son los que dan nombre al conjunto. La arquitectura del TCP/IP consta de cinco niveles o capas en las que se agrupan los protocolos y que se relacionan con los niveles OSI.

En este mismo orden de ideas, Arellano, J. (2013), en su trabajo de grado titulado “Verificación y corrección de la red de radioenlaces de la Junta Administradora de Servicios

Eléctricos de Cartago (JASEC). Trabajo de grado presentado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica para obtener el título de Ingeniero Electrónico. Arellano, estipula en su trabajo la necesidad de implementar nuevos radioenlaces y de verificar y corregir los radioenlaces existentes para así poder monitorizar la red inalámbrica en la localidad de Cartago.

Nuevamente, se pueden extraer detalles importantes de radioenlaces para nutrir de información este proyecto de pasantías debido a la similitud del trabajo.

3.2 Bases Teóricas

En esta sección de la investigación se pretende incorporar el problema en áreas del conocimiento donde este tenga sentido y lo convierta en un planteamiento sólido para que le de validez.

3.2.1 Antenas

Una antena es un dispositivo o elemento que tiene la función de un transductor, el cual toma un tipo de energía a la entrada y la transforma en otra forma de energía diferente a la salida, este elemento genera y recoge ondas electromagnéticas.

Cuando se genera ondas electromagnéticas, convierte señales eléctricas en ondas electromagnéticas y cuando recoge ondas electromagnéticas las transforma en señales eléctricas.

3.2.2 Propagación de ondas

La propagación de ondas se refiere a la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre, Aunque el espacio libre realmente implica en el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por el espacio libre y se puede considerar siempre así. La principal diferencia es que la atmósfera de la tierra introduce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío.

Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico incluyendo el aire pero no se propagan bien a través de conductores con pérdidas como el agua de mar ya que los campos eléctricos hacen que fluyan corrientes en el material disipando con rapidez la energía de las ondas.

Las ondas se consideran ondas electromagnéticas como la luz y al igual que ésta, viajan a través del espacio libre en línea recta con una velocidad de 300.000.000 de metros por segundo. Otras formas de ondas electromagnéticas son los rayos infrarrojos, los ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma.

Las ondas de radio se propagan por la atmósfera terrestre con energía transmitida por la fuente, posteriormente la energía se recibe del lado de la antena receptora. La radiación y la captura de esta energía son funciones de las antenas y de la distancia entre ellas.

Una onda electromagnética se define con tres parámetros:

La Frecuencia: Define el número de ondas que se transmiten en un segundo.

La Velocidad: Es siempre la misma ya que es independiente de la frecuencia. Esta velocidad es igual a la velocidad de la luz.

Longitud de onda: Es el resultado de dividir la velocidad de propagación (la velocidad de la luz) entre la frecuencia, viene expresado en metros.

3.2.3 Frente de ondas

Las ondas electromagnéticas no son visibles al ojo humano y se debe analizar con métodos indirectos mediante esquemas. Los conceptos de rayos y frentes de onda son auxiliares para ilustrar los efectos de propagación de las ondas electromagnéticas a través del espacio libre. Un rayo se considera como una línea trazada a lo largo de la dirección de propagación de una onda electromagnética. Estos rayos son utilizados para mostrar la dirección relativa de la propagación de la onda electromagnética pero esto no indica que se refiere a la propagación de una sola onda electromagnética.

Un frente de onda representa una superficie de ondas electromagnéticas de fase constante. El frente de onda es formado cuando se unen los puntos de igual fase en rayos que se propagan desde la misma fuente.

Frente de onda plana

Un frente de onda plana representa un frente de onda con una superficie que es perpendicular a la dirección de propagación, cuando una superficie es plana, su frente de

onda es perpendicular a la dirección de propagación como se muestra en la figura 4. En cuanto más cerca está el frente de la fuente, el frente de onda se vuelve más complicado.

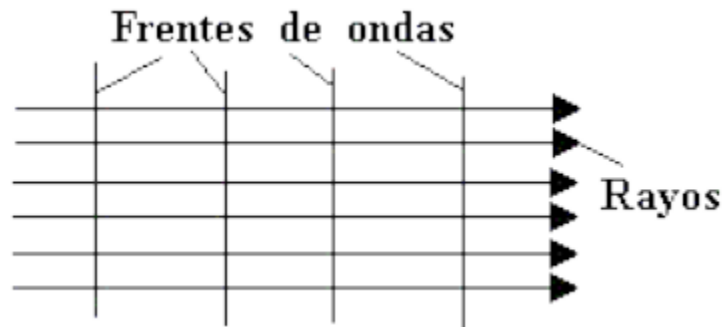


Figura 4. Frente de Onda Plana

Fuente: <http://350davidg.blogspot.com/2010/11/ondas-mecanicas.html>

Frente de onda producido por una fuente puntual

Gran parte de los frentes de onda son por lo general más complicados que los frentes de onda plana, en una fuente puntual, varios rayos son propagados desde ella en todas direcciones. Esta fuente se considera una fuente isotrópica y el frente de onda generado por la fuente puntual se considera una esfera con su respectivo radio y en la cual su centro está en el punto donde se originan las ondas.

En el espacio libre, y a una distancia de la superficie de la fuente, los rayos dentro de una superficie pequeña del frente de onda esférico son casi paralelos a la dirección de propagación, por lo tanto, a mayor distancia de la fuente la propagación, el frente de onda se parece más a un frente de onda plano por lo que en la mayoría de los casos los frentes de onda esféricos se pueden simplificar como frentes de onda planos.

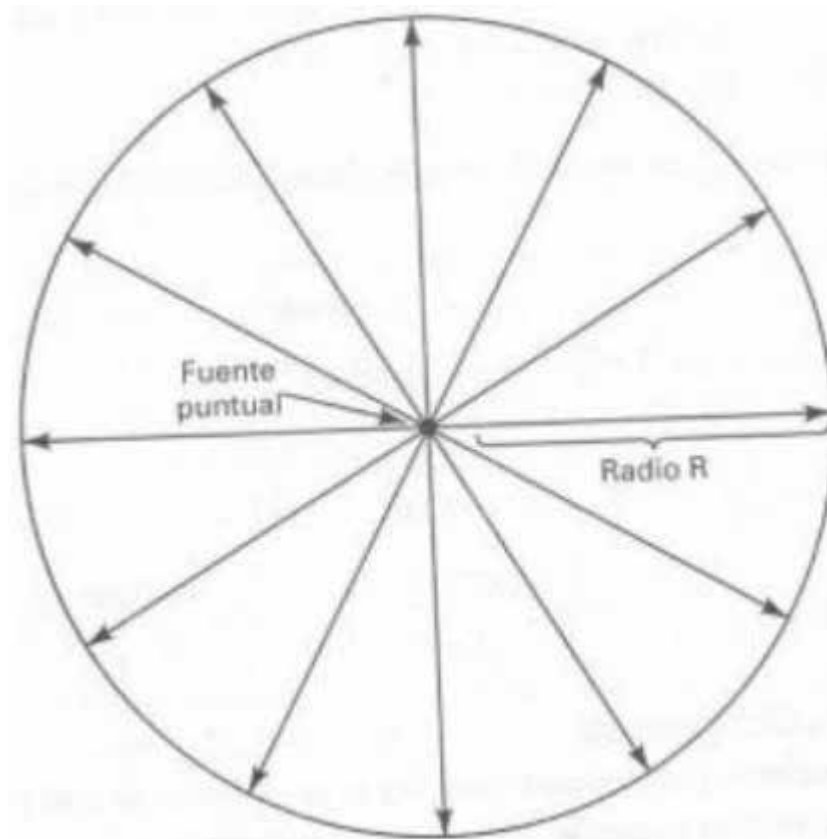


Figura 5. Frente de Onda producido por una fuente puntual

Fuente: <http://wikiwaves.wikispaces.com/ONDAS>

Frente de onda esférica

Para generar un frente de onda esférico, se necesita un radiador isotrópico que irradie en todas direcciones, en la realidad no existen radiadores isotrópicos pero se puede aproximar al radiador de una antena omnidireccional, el cual es capaz de producir un frente de onda esférico con radio R . Todos los puntos que se encuentran a una distancia R , se encuentran en la superficie de la esfera y cuentan con la misma densidad de potencia. En cualquier otro momento, la potencia irradiada, se encuentra uniformemente distribuida sobre la superficie total de la esfera, donde se considera que el medio de transmisión no tiene pérdidas.

3.2.4 Propagación terrestre de las Ondas Electromagnéticas

Las ondas terrestres son todas las ondas electromagnéticas que viajan dentro de la atmósfera terrestre, así también, las comunicaciones entre dos o más puntos de la tierra son llamadas radiocomunicaciones. Las ondas terrestres se ven influidas por la atmósfera y por la tierra misma.

Las radiocomunicaciones terrestres se pueden propagar de distintas formas y estas formas dependen de la clase de sistema y del ambiente, las ondas terrestres tienden a viajar en línea recta, pero tanto la tierra como la atmósfera pueden alterar su trayectoria.

Existen tres formas de propagación de ondas electromagnéticas dentro de la atmósfera que corresponden a las ondas terrestres, ondas espaciales y ondas celestes o ionosféricas. Cuando las ondas viajan directamente del transmisor al receptor se le llama transmisión de línea de vista (LOS-Line of Sight). A continuación se muestra en la figura 6 los modos normales de propagación de ondas.

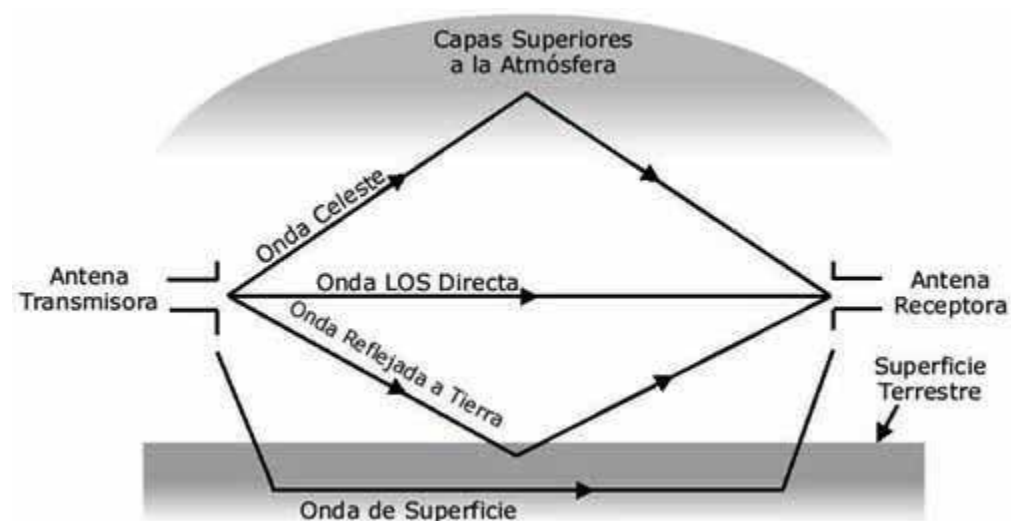


Figura 6. Modos normales de propagación de ondas

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

Propagación de Ondas Terrestres

Las ondas terrestres son las ondas que viajan por la superficie de la tierra, éstas deben de estar polarizadas verticalmente debido a que el campo eléctrico en una onda polarizada horizontalmente sería paralelo a la superficie de la tierra y se pondría en corto por la conductividad del suelo.

En las ondas terrestres el campo eléctrico variable induce voltajes en la superficie terrestre que hacen circular corrientes muy parecidas a las de una línea de transmisión.

La superficie terrestre también tiene pérdidas por resistencia y por dieléctrico. Por consiguiente, las ondas terrestres se atenúan a medida que se propagan haciéndolo mejor sobre una superficie buena conductora como el agua salada y son mal propagadas en

superficies como desiertos. La atmósfera terrestre tiene un gradiente de densidad, es decir, la densidad disminuye en forma gradual conforme aumenta la distancia a la superficie terrestre, esto hace que el frente de onda se incline en forma progresiva hacia adelante. Así, la onda terrestre se propaga en torno a la tierra y queda cerca de su superficie pudiéndose propagar más allá del horizonte o incluso por toda la circunferencia de la tierra como se muestra en la figura 7.

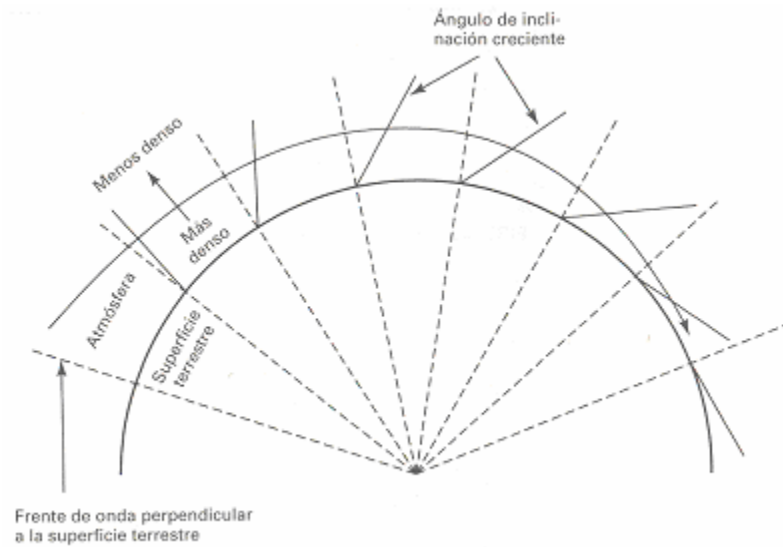


Figura 7. Propagación de Ondas Terrestres

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

Propagación de Ondas Espaciales

Esta clase de propagación corresponde a la energía irradiada que viaja en los kilómetros inferiores de la atmósfera terrestre. Las ondas espaciales son todas las ondas directas y reflejadas en el suelo como se muestra en la figura 8.

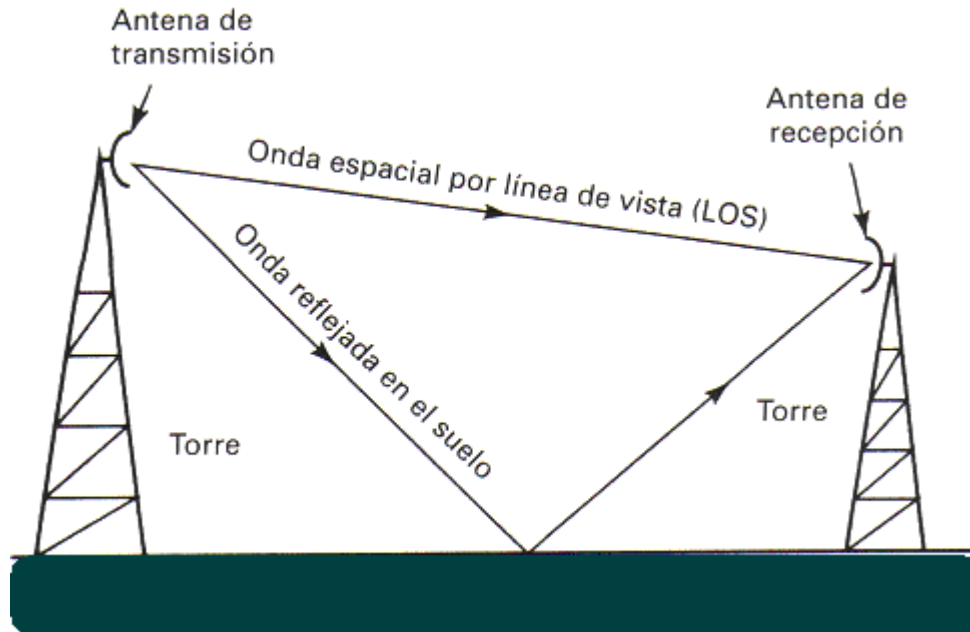


Figura 8. Propagación de Ondas Espaciales

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

Las ondas directas viajan esencialmente en línea recta de la antena transmisora a la receptora. Esta transmisión se le llama transmisión de línea de vista. Esta transmisión se encuentra limitada principalmente por la curvatura de la tierra. La curvatura de la tierra presenta un horizonte en la propagación de las ondas espaciales, que se suele llamar el horizonte de radio. Éste horizonte se encuentra más lejano que el horizonte óptico para la atmósfera estándar común.

Aproximadamente, el horizonte de radio se encuentra a cuatro tercios del horizonte óptico mostrado en la figura 9.

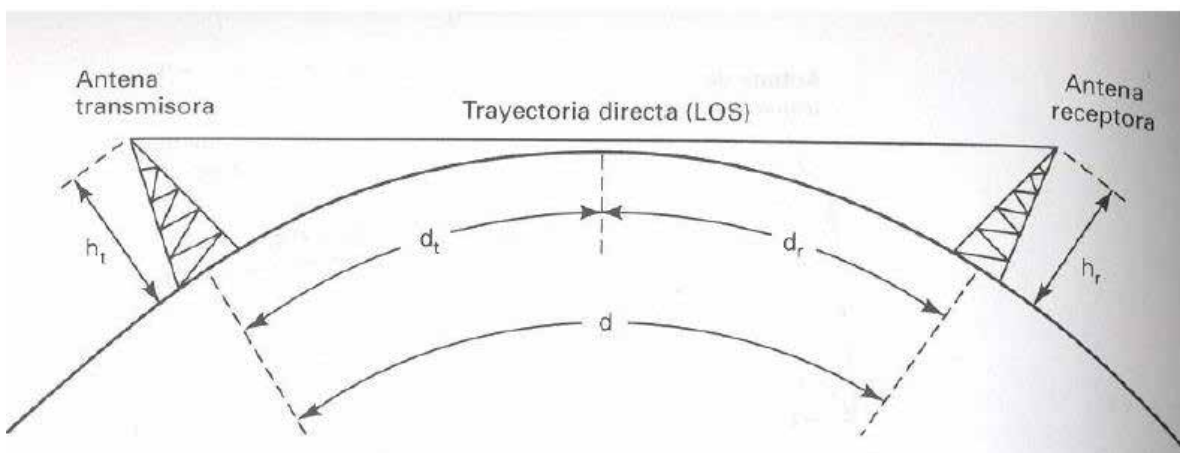


Figura 9. Horizonte de Radio

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

3.2.5 Propiedades de las ondas de radio

En la atmósfera terrestre, la propagación de frentes de onda y rayos puede diferir del comportamiento en el espacio libre debido a efectos ópticos. Estos efectos ópticos son principalmente clasificados en refracción, reflexión, difracción e interferencia llamándose ópticos debido a que fueron primeramente observados en la ciencia óptica que se encarga de estudiar a las ondas luminosas.

Debido a que las ondas luminosas son ondas electromagnéticas de alta frecuencia también se pueden aplicar los mismos conceptos a las ondas de radio. Por esto se pueden sustituir las ecuaciones de Maxwell por el trazo geométrico de rayos haciendo los cálculos mucho más sencillos.

Refracción

La refracción se refiere al cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación. La velocidad a la que se propaga una onda electromagnética es inversamente proporcional a la densidad del medio en el que lo hace. Por lo tanto, hay refracción siempre que una onda de radio pasa de un medio a otro con distinta densidad como se muestra en la figura 10.

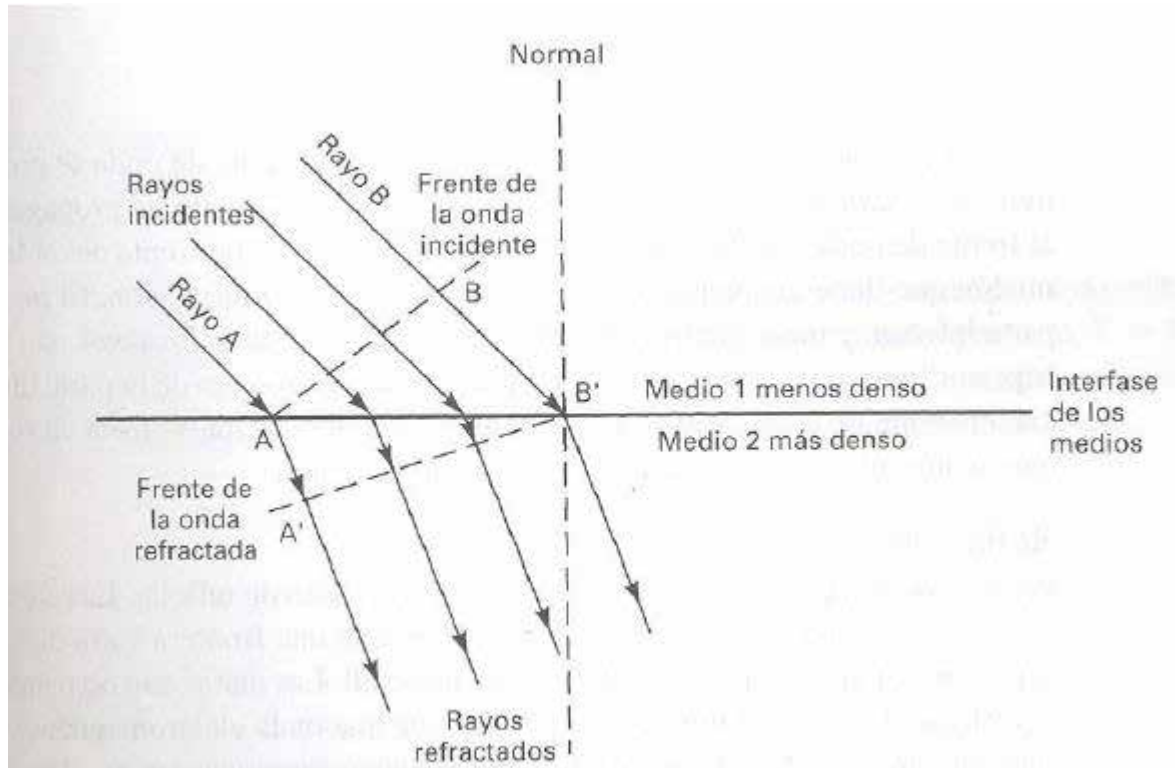


Figura 10. Refracción en una frontera plana entre dos medios

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

En la figura 10 se muestra cómo el rayo A se propaga del medio 1 al medio 2 siendo el medio 1 menos denso que el 2. El rayo A proveniente del medio 1 con menos densidad experimenta un cambio de dirección al propagarse dentro del medio 2.

El ángulo de incidencia es llamado al ángulo que forma la onda incidente y la normal y el ángulo de refracción es el formado por la onda propagada en el medio y la normal, así, el índice de refracción no es más que la relación entre la velocidad de propagación de la luz en el espacio vacío y la velocidad de propagación de la luz en determinado material.

Reflexión

La reflexión refiere al choque de la onda electromagnética con la frontera entre dos medios y parte o toda la potencia de la onda no se propaga en el medio si no que es reflejada en dirección opuesta al segundo medio como se muestra en la figura 11 en donde el frente de

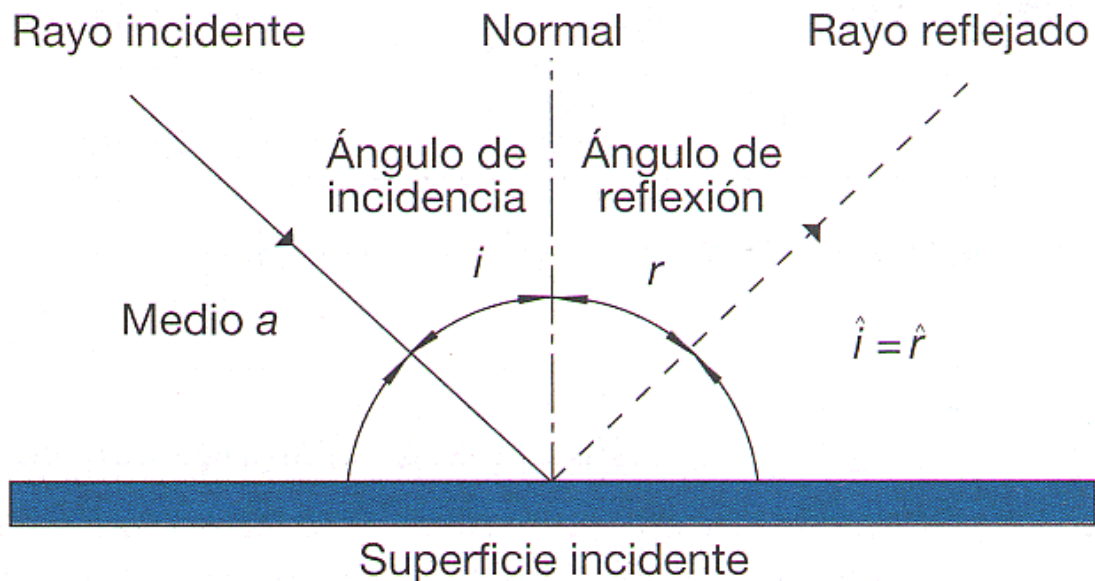


Figura 11. Reflexión

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

Difracción

La difracción refiere a la modulación o redistribución de la energía dentro de un frente de onda al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco. La difracción es el fenómeno que permite que las ondas luminosas o de radio se propaguen en torno a las esquinas. Cuando un frente de onda pasa cerca de un obstáculo o discontinuidad cuyas dimensiones sean del tamaño comparable a una longitud de onda, no se puede usar el análisis geométrico como en los casos anteriores. En estos casos se debe de usar el principio de Huygens.

En los casos en el que el frente de onda es considerado plano y finito, es incompleta la anulación en direcciones aleatorias. En consecuencia, el frente de onda se reparte hacia fuera, o se dispersa a lo que en este caso se le llama difracción. Este fenómeno es comúnmente observado cuando se abre la puerta de un cuarto oscuro. Los rayos de luz se difractan en torno a la orilla de la puerta, e iluminan lo que hay detrás de ella.

Interferencia

La interferencia es producida siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema. La interferencia está sujeta al principio de superposición lineal de las ondas electromagnéticas, y se presenta siempre que dos o más ondas ocupan el mismo punto del espacio en forma simultánea. El principio de la superposición lineal establece que la intensidad total de voltaje en un punto dado en el espacio es la suma de los vectores de onda individuales.

Según los ángulos de fase de los dos vectores, puede suceder una suma o resta. Esto implica simplemente que el resultado puede ser mayor o menor que cualquiera de los dos vectores, así que las ondas electromagnéticas pueden ser anuladas o reforzadas.

3.2.6 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.

Las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo, sin ninguna clase de obstáculos. La señal de radio se debilita en el aire, debido a la expansión dentro de una superficie esférica.

Dicha pérdida, es proporcional al cuadrado de la distancia y también al cuadrado de la frecuencia. Aplicando decibeles, resulta la siguiente ecuación:

$$\mathbf{FSL=20\log(d) +20\log(f) +K}$$

Donde:

d: Distancia.

f: Frecuencia.

K: Constante que depende de las unidades usadas en d y f.

Atenuación

La atenuación es descrita matemáticamente por la ley del cuadrado inverso que describe cómo es que se reduce la densidad de potencia con la distancia a la fuente. El campo electromagnético continuo se dispersa a medida que el frente de onda se aleja de la fuente, lo que hace que las ondas electromagnéticas se alejen cada vez más entre sí. En consecuencia, la cantidad de ondas por unidad de área es menor.

Cabe destacar que no se pierde ni se disipa nada de la potencia irradiada por la fuente a medida que el frente de onda se aleja, sino que el frente se extiende cada vez más sobre un área mayor lo que hace una pérdida de potencia que se suele llamar atenuación de la onda. La atenuación de la onda se debe a la dispersión esférica de la onda, a veces se le llama atenuación espacial de la onda.

Absorción

La causa de la absorción de las ondas electromagnéticas al viajar por el aire es que el aire no es un vacío, sino que está formado por átomos y moléculas de distintas sustancias gaseosas, líquidas y sólidas. Estos materiales pueden absorber a las ondas electromagnéticas causando pérdidas por absorción. Cuando la onda electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricas.

La absorción de onda por la atmósfera es análoga a una pérdida de potencia. Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre, lo que provoca una atenuación de las intensidades de voltaje y campo magnético al igual que una reducción correspondiente en la densidad de potencia.

La medida en que una onda es absorbida en la atmósfera por sus distintas partículas depende de su frecuencia, y es relativamente insignificante a menos de unos 10 GHz. Así también la absorción de una onda depende del medio en el que se propague. Las pérdidas por absorción no dependen de la distancia a la fuente de radiación, sino más bien a la distancia total que la onda se propaga a través de la atmósfera, es decir, cuando la onda se propaga a través de un medio homogéneo y cuyas propiedades son uniformes, las pérdidas por absorción en el primer kilómetro de propagación son las mismas que en el último kilómetro.

En caso de contar con lluvias intensas y neblina densa, las ondas electromagnéticas tienden a ser absorbidas en mayor proporción que cuando se encuentran en una atmósfera normal. En la figura 12 se tiene la absorción en decibelios por kilómetro de una onda

electromagnética en frecuencias de los 10 a 200 GHz cuando se propaga en oxígeno y vapor de agua.

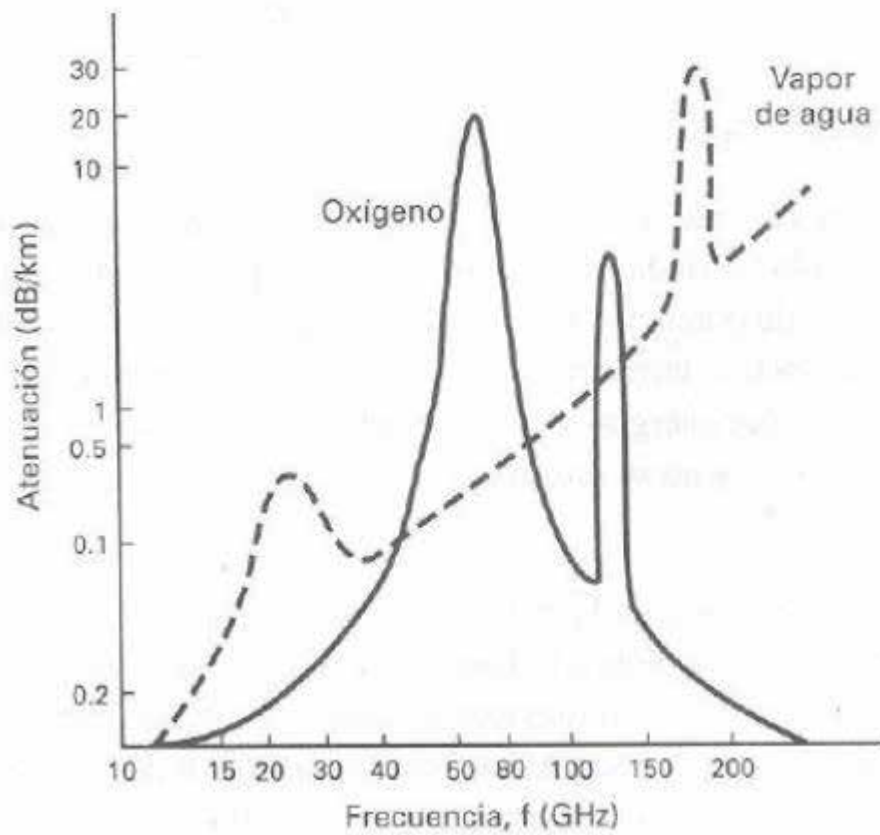


Figura 12. Absorción atmosférica de las ondas.

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

3.2.7 Zona de Fresnel

Tanto en óptica como en comunicaciones por radio o inalámbricas, la zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas.

Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas respecto de 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 intensidad de señal recibido. Debiendo considerar la curvatura de la tierra (K), que generalmente puede tomar valores de $K=2/3$ (peor caso) y $K=4/3$ (caso óptimo).

En la óptica y comunicaciones por radio, una zona de Fresnel (pronunciada como zona Fra-nel, de origen francés), nombrada en honor del físico Auguste Jean Fresnel, es uno de los elipsoides de revolución concéntricos teóricamente infinitos que definen volúmenes en el patrón de radiación de la abertura circular (generalmente). Fresnel divide resultado en zonas de la difracción por la abertura circular.

La sección transversal de la primera zona de Fresnel es circular. Las zonas subsiguientes de Fresnel son anulares en la sección transversal, y concéntricas con las primeras. El concepto de las zonas de Fresnel se puede también utilizar para analizar interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una viga (antena) de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF ("RF LoS", en inglés), que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea el RF LoS es la zona de Fresnel. El radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace. En este punto, el radio r se puede calcular como sigue:

$$r = 547.723 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

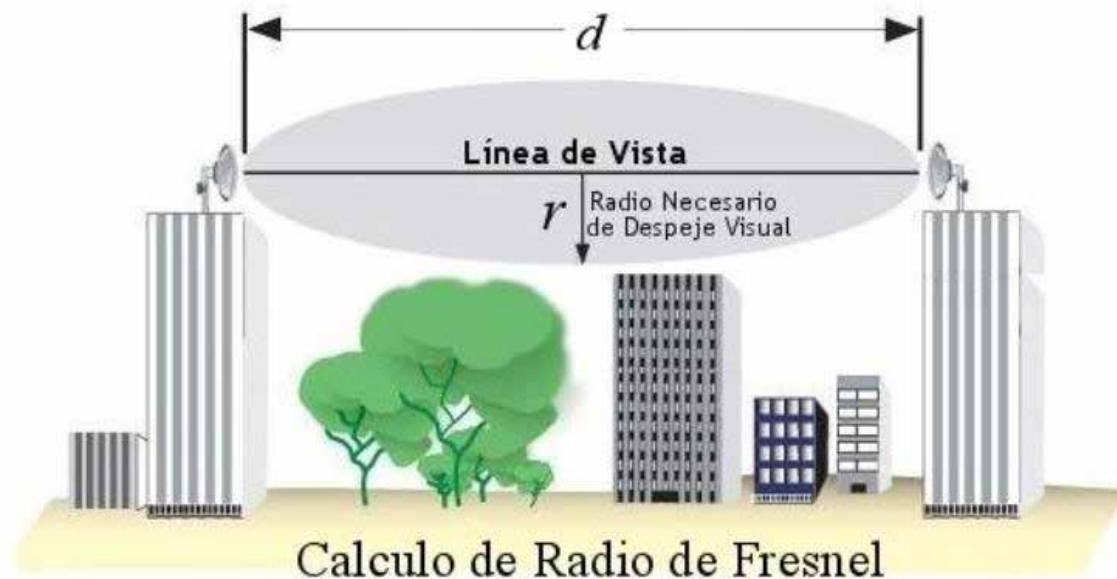
Donde:

r = radio en metros (m).

d = distancia en kilómetros (Km).

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

En la figura 13 se observa un ejemplo gráfico del cálculo de radioenlace.



$$r = 547.723 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

r = Radio Necesario de despeje visual en Metros
d = Distancia del enlace de antena a antena en Km
f = Frecuencia de Transmisión en Mhz

Figura 13. Cálculo de radioenlace

Fuente: Libro de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi.

3.2.8 Radios de Microondas

encuentra arriba de los 1000 MHz (1 GHz) y cuyas longitudes de onda son de unos cuantos centímetros (de allí el prefijo micro). Los sistemas de microondas comúnmente se emplean como sistemas de transmisión de alta capacidad de punto a punto en las redes de telecomunicaciones, por ejemplo, los enlaces troncales de alta capacidad entre ciudades de la red telefónica. La alta frecuencia y la longitud corta de onda de radio de microondas,

permiten la construcción de sistemas de radio de alta capacidad con el empleo de antenas relativamente pequeñas pero altamente direccionales. Éste menor tamaño genera beneficios en términos de costo, instalación y mantenimiento.

Las antenas de microondas operan en el modo de línea de vista, comúnmente espaciadas de 40-50 Km de acuerdo con la cantidad de desvanecimiento de la señal de radio y con la disponibilidad de lugares adecuados para las torres de radio. La fórmula simple empírica recomendada por el CCIR para calcular la probabilidad de cierta cantidad de desvanecimiento es: la probabilidad de tener el desvanecimiento F de radio (donde $F > 15$ dB) y trayectorias claras de línea de vista con reflexión de Tierra despreciable está dada por P en la expresión:

$$P = K * Q * 10^{F \cdot 10} * f^B * d^c$$

En donde K es el factor de condiciones climáticas ($1,4 \times 10^{-8}$ para Europa), Q es el factor del terreno (0,4 para montañas, 1 para planicies), F es el desvanecimiento en decibeles, f es la frecuencia en GHz, B es el factor regional del terreno (B=1 para Europa; 1,2 para Japón), d es la longitud de la trayectoria en Kilómetros, c es otro factor del terreno con valor de 3,5. Distancias mayores a los de 40-50 Km se consiguen empleando trayectorias de multienlaces que comprenden ciertos números de estaciones repetidoras intermedias de radio.

3.2.9 Componentes de un Sistema de Microondas

Un sistema de microondas consiste en tres componentes principales: una antena con una corta y flexible guía de onda, una unidad externa de RF (Radio Frecuencia) y una unidad interna de RF. Las principales frecuencias utilizadas en microondas se encuentran alrededor de los 12, 18 y 23 GHz, las cuales son capaces de conectar dos localidades entre 1,609 y 24 Km de distancia una de la otra. El equipo microondas que opera entre 2 y 6 GHz puede transmitir a distancias entre 32 y 48 Km.

Las licencias o permisos para operar enlaces de microondas pueden resultar difícil, ya que las autoridades del ente regulador, CONATEL (Comisión Nacional de Telecomunicaciones) deben asegurarse que ambos enlaces no causen interferencia entre los ya existentes.

El clima y terreno son los mayores factores a considerar antes de instalar un sistema de microondas. Como por ejemplo, no se recomienda instalar sistemas en lugares donde no llueva mucho, en éste caso deben usarse radios con frecuencias bajas, es decir, menores a 10 GHz Las consideraciones en el terreno incluyen la ausencia de montañas o grandes cuerpos de agua las cuales pueden ocasionar reflexiones de multitrayectoria.

3.2.10 Presupuesto de Potencia

Un presupuesto de potencia para un enlace punto a punto es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.

3.3 Definición de Términos

Radiador Isotrópico: El radiador isotrópico es una antena perfectamente omnidireccional, con cero decibeles de ganancia, que irradia la señal en forma de esfera perfectamente uniforme, con la misma intensidad en todas las direcciones.

Principio de Huygens: Este principio afirma que todo punto de un frente de onda inicial puede considerarse como una fuente de ondas esféricas secundarias que se extienden en todas las direcciones con la misma velocidad, frecuencia y longitud de onda. Con ello puede definirse un nuevo frente de onda que envuelve las ondas secundarias. Como la luz avanza en ángulo recto a éste frente de onda, el principio de Huygens puede emplearse para deducir los cambios de dirección de la luz.

CAPÍTULO IV

FASES METODOLÓGICAS

Para el desarrollo del proyecto, se cumplieron una serie de fases fundamentales con el fin de garantizar y cumplir con los objetivos establecidos. A continuación se describen cada uno de las fases realizadas a lo largo del informe de pasantías.

4.1 Fases Metodológicas

Fase I: diagnosticar la situación actual de las tecnologías e infraestructuras que se utilizan para la comunicación entre las sucursales.

En esta fase se recolectó toda la información acerca de las sucursales de la empresa VICSON, para así conocer con más detalles el funcionamiento actual y origen de los inconvenientes y problemática actual que se presentan en la comunicación de las sedes.

Se realizó descripción de los equipos en funcionamiento y análisis de la plataforma actual de comunicación, prestación de servicios actual para tener una visión clara del problema que se quiere solucionar.

Fase II: Determinación de la factibilidad técnica, operativa y económica de la nueva plataforma de comunicación.

Antes de dar inicio al desarrollo de esta sección, es fundamental enmarcar la propuesta de este estudio dentro de un tipo de investigación, siendo el más pertinente, el denominado proyecto factible, por estar dirigido a investigar y elaborar una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de una organización, apoyado en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

Conforme a ello, el diseño de una plataforma tecnológica de comunicación inalámbrica para la transmisión efectiva de datos entre las sucursales de la empresa VICSON, pretende brindar la oportunidad de lograr una constante y eficiente comunicación entre sus sedes, contribuyendo a que la toma de decisiones se soporte en una información veraz, oportuna y confiable, que le permita elevar su nivel competitivo.

Ahora bien, tomando en consideración la necesidad detectada, beneficios, recursos humanos, técnicos, financieros, entre otros. De esta manera, en el presente estudio, se seleccionó el desarrollo de la factibilidad técnica, operativa y económica, las cuales se ajustan al interés de la investigación por aportar la información necesaria para determinar la viabilidad del diseño de la propuesta. en tal sentido, la factibilidad técnica en este proyecto

de estudio la posibilidad de enlazar dos sedes mediante la tecnología de comunicación inalámbrica de radios, donde se podrá determinar si el mismo es técnicamente factible para la empresa VICSON, ya que esto catapultaría a la misma hacia el más reciente nivel de tecnología de comunicaciones no cableadas. La empresa actualmente cuenta con los equipos, herramientas y personal capacitado para el momento en el que se desee implementar esta tecnología. Cabe destacar, que los equipos actuales de la red tienen la capacidad técnica para soportar todo el requerimiento de transmisión de los nuevos componentes del sistema y que estos últimos pueden brindar todo el potencial requerido como lo son el ancho de banda, potencia y frecuencias que demanda una transmisión de voz y datos, con la versatilidad de poder ser extendido con facilidad si así se requiriera en el futuro, igualmente garantizando la exactitud, confiabilidad, facilidad de acceso y seguridad de los datos allí manejados.

Por otro lado, este proyecto será económicamente factible, porque la empresa se encuentra en capacidad de adquirir todos aquellos equipos y herramientas que sean necesarios para implantar el enlace inalámbrico con la tecnología mencionada. Por ser una empresa de capital extranjero y de experiencia en el ramo de las importaciones, cuenta con la facilidad, si es necesario, de ubicar los dispositivos como radios y antenas con el fabricante o proveedores de los mismos, en sus respectivas oficinas de ventas.

Por otra parte, le ahorrará a la empresa VICSON, a mediano y largo plazo, dinero, puesto que el hecho de no depender de otra compañía de servicio para comunicarse comienza a traducirse en una rebaja de costos, así como el tiempo que gana la gerencia para poder hacer uso inmediato de la información de las sedes lo que se traduce en una posible y acertada decisión y por ende una ganancia a la empresa.

Fase III: Diseñar un radio enlace para mejorar la comunicación y transmisión de datos de la organización.

Para la ejecución de esta fase, se procedió a desarrollar con la información pertinente ya recolectada, el diseño de la nueva plataforma tecnológica que mejor se adecue a las necesidades de la empresa sopesando las exigencias de la misma, para esto el nuevo diseño deberá contar, entre otras cosas, con el levantamiento plano métrico del enlace inalámbrico a desarrollar, así como las sugerencias de los equipos que mejor se adecuen según las

necesidades y limitantes que existan para el momento, de igual manera, se deberá llevar a cabo el entrenamiento pertinente para los usuarios en relación al uso, operatividad y mantenimiento del nuevo sistema de comunicación, en conjunto con la información técnica descriptiva, que bien pueda apoyar e ilustrar todo el diseño de la plataforma tecnológica en general.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando con respecto a las fases metodológicas, se tiene como prioridad, la realización de un plan de trabajo para llevar a cabo

el proyecto. Cabe destacar que en este caso, el proyecto tiene como finalidad proponer un radio enlace para conectar de manera eficaz las sucursales de la empresa VICSON.

A continuación se presentan de forma objetiva los resultados obtenidos a lo largo del periodo de desarrollo de las pasantías:

Fase I: diagnosticar la situación actual de las tecnologías e infraestructuras que se utilizan para la comunicación entre las sucursales

En relación con esta fase, se realizó una compilación de los distintos problemas que se presentaban en las sucursales de la empresa VICSON donde se llevó a cabo una visita exhaustiva a cada sucursal para recopilar información a través de la observación para de esta manera obtener un reconocimiento completo de la situación actual de dicha empresa.

Dentro de este estudio se logró verificar que el actual enlace se ha destinado para la transmisión de información está operando a su capacidad final, por lo que el anexar más volumen de datos o información puede afectar seriamente su calidad de transmisión, velocidad en la misma y afectar su ancho de banda para el cual fue destinado originalmente.

En consecuencia, se concluye que la comunicación efectiva del actual enlace no cableado se encuentra seriamente comprometido, por los factores anteriormente descritos, por lo que resulta necesario, diseñar una nueva plataforma tecnológica de comunicación Inalámbrica para la transmisión efectiva de datos para que brinde la operatividad y la seguridad requerida para tal fin.

Fase II: Determinación de la factibilidad técnica, operativa y económica de la nueva plataforma de comunicación.

El estudio de factibilidad de la propuesta objeto de esta investigación, arrojó con respecto a la factibilidad técnica, que efectivamente, es posible enlazar dos sedes de la empresa VICSON, Tecnología de comunicación inalámbrica de radios Rocket Ac de Airmax y antenas RocketDisch AC para airMax de la marca Ubiquiti Networks, generando que la mencionada empresa, utilice el más reciente nivel de tecnología de comunicaciones no cableadas.

La empresa actualmente cuenta con los equipos, herramientas y personal capacitado para el momento en el que se desee implementar dicha tecnología. cabe destacar, que los equipos actuales de la red tienen la capacidad técnica para soportar todo el requerimiento de transmisión de los nuevos componentes del sistema y que estos últimos, pueden brindar todo el potencial requerido como lo son: el ancho de banda, potencia y frecuencias que demanda una transmisión de datos, con la versatilidad de poder ser extendido con facilidad si así se requiriera en el futuro, igualmente garantizando la exactitud, confiabilidad, facilidad de acceso y seguridad de los datos allí manejados.

En cuanto a la factibilidad operativa, la tecnología Ubiquiti expone como una característica sobresaliente de la misma, el acople fácil y rápido al sistema de red de comunicaciones sin que se incurra en un impacto mayor para los usuarios y el personal técnico encargado de realizar el ensamblaje y posterior mantenimiento de los dispositivos.

Así mismo, este sistema cuenta con los elementos necesarios para configuración, manejo y monitoreo por medio de software de control que viene presentado de manera amigable ya incorporado en el núcleo de los mismos, incluso con capacidad de actualización de su Firmware así como soporte en línea mediante su web, con el respaldo de guías, manuales y software de utilidades para la interconexión, verificación y modelado del enlace que se quiera diseñar o instalar, proporcionando así gran viabilidad de manejo para el equipo a cargo involucrado en las tareas antes mencionadas.

Para poder dar un contexto más exacto a la factibilidad económica de este diseño, se investigó sobre los costos solo de los equipos necesarios para emprender la marcha del proyecto, puesto que ya la empresa cuenta con partes de los mismos por lo que se cotizaron

Los siguientes:

Radios Rocket5ac prism R5AC-PRISMP		1.125.000,00 bs
Antenas RD-5G30		652.000,00 bs
		420.000,00 bs
Sistemas de protección atmosférica		390.000,00 bs
		6.824.000,00 bs

Fuente: El Autor

La inversión total para este proyecto en moneda nacional para el momento de esta investigación se estimó en Bs.6.824.000

La ganancia que representa el usar estos enlaces se estimó para el momento en Bs.720.000 que sería el costo a dejar de pagar por el servicio dedicado prestado por una operadora para tal fin. Por lo que el retorno de la inversión en 12 meses sería: Bs. 8.640.000.

Tomando en cuenta los costos anteriormente mencionados, así como el retorno de la inversión, se puede concluir que este proyecto es económicamente factible, porque la empresa se encuentra en capacidad de adquirir todos aquellos equipos y herramientas que sean necesarios para implantar el enlace inalámbrico con la tecnología mencionada.

Por ser una empresa de capital extranjero y de experiencia en el ramo de las importaciones, está en capacidad, si es necesario, de ubicar los dispositivos como radios y antenas con el fabricante o proveedores de los mismos en sus respectivas oficinas de ventas.

Por otra parte, le ahorraría dinero a la empresa VICSON a mediano y largo plazo, puesto que el hecho de no depender de otra compañía de servicio para comunicarse comienza a traducirse en una rebaja de costos, así como el tiempo que gana las sucursales para poder hacer uso inmediato de la información lo que se traduce en una posible y acertada toma de decisión y por ende una ganancia a la empresa.

Fase III: Diseñar un radio enlace para mejorar la comunicación y trasmisión de datos de la organización.

Para este nuevo diseño se estudiaron los sitios geográficos actuales así como otras posibilidades que ayudaran a mejorar la conectividad y efectividad de la plataforma de comunicación, con el objeto de permitir sortear los obstáculos e irregularidades del terreno que obstruyan la línea de vista del enlace, aprovechando la disposición de una locación de propiedad de la empresa, provista para este proyecto, obteniendo de esta manera, un enlaces exitoso.

Las coordenadas e ubicación de las torres repetidoras (ver figura 9).

Planta Vicson coordenadas: latitud norte 10° 9'44.96" longitud oeste 67°56'55.71"

Planta Vicson San Joaquin coordenadas: latitud norte 10°15'53.25" longitud oeste 67°46'44.08"



Figura 9. Ubicación geográfica según los puntos de coordenadas

Fuente: Google Earth (2018)

Perfil topográfico del enlace trayecto de planta Valencia a planta San Joaquín

Se realizó una inspección del perfil topográfico con el fin de corroborar las alturas del terreno, así como los posibles obstáculos que pudieran intervenir negativamente en el recorrido de esta parte del enlace. Para esto, se hizo uso de una herramienta que cuenta con la opción de analizar o graficar mediante cartas topográficas y mapas generados satelitalmente, el terreno en una locación con dirección en coordenadas geográficas o una trayectoria seleccionada. Se usaron los datos proporcionados por GoogleEarth (ver Figura10) donde se pudo apreciar las distancias entre los dos puntos (21,8 Km).

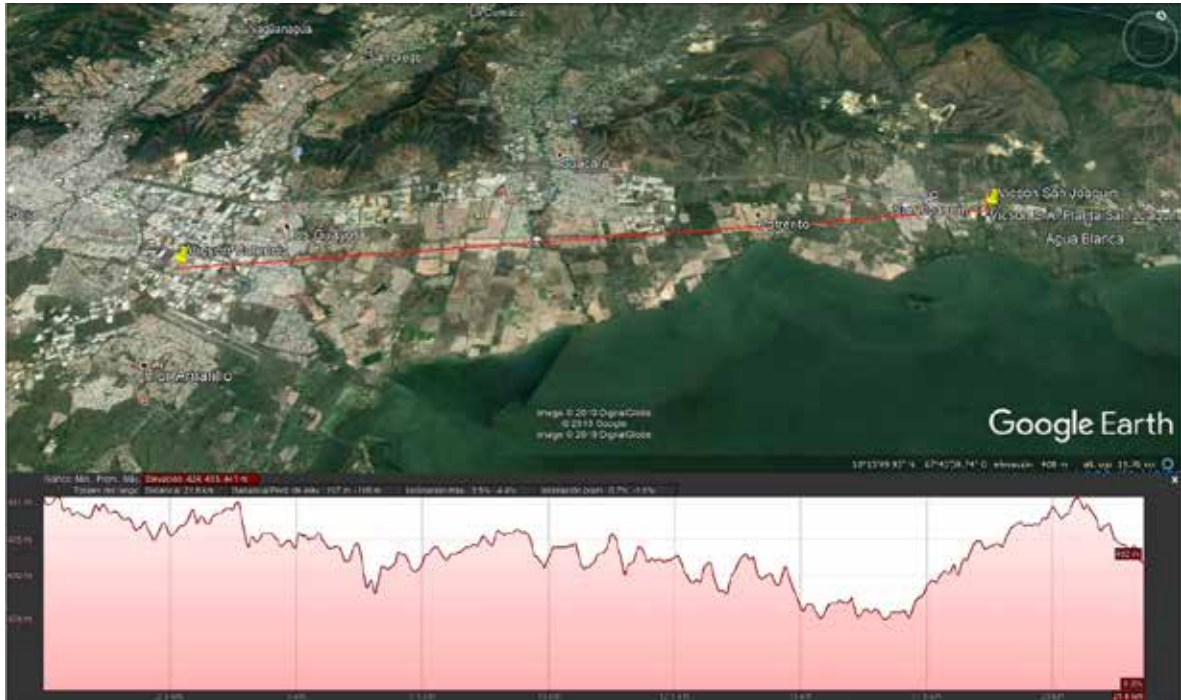


Figura 10. Perfil Topográfico del trayecto de la sede de planta Valencia a planta San Joaquin

Fuente: Google Earth (2018)

Tecnología y equipos propuestos para la nueva plataforma de comunicación.

Para el diseño de este proyecto se ha determinado el uso conveniente de Radios Rocket Ac de AirMax y antenas RocketDisch AC para airMax de la marca Ubiquiti Networks la cual se ha especializado en equipos para instalaciones al aire libre por medio de la plataforma AirMax. La característica más resaltante de esta tecnología es que el núcleo de la plataforma airMAX usa como protocolo Ubiquiti TDMA (acceso múltiple por división de tiempo), que proporciona rendimiento, Capacidad y escalabilidad para enlaces de alta velocidad y de clase operadora.

Dicho protocolo, asigna dinámicamente tiempo a los clientes activos y proporciona un mayor rendimiento de inmunidad al ruido en comparación con el convencional 802.11 CSMA / CA (acceso múltiple con detección portadora /Prevención de Colisiones). al dividir el canal inalámbrico en ranuras de tiempo predeterminadas para cada estación conectada, hace que se elimine esencialmente la posibilidad de que las estaciones al mismo tiempo colisionen en la de recepción de la información. el protocolo TDMA realiza un seguimiento de las estaciones que están activas y divide el tiempo de esas estaciones.

De igual manera, permite manejar el acceso prioritario para voz y vídeo, al poder controlar la programación del tiempo de acceso en una sesión de voz o de vídeo lo cual hace automáticamente sin necesidad de configurar los propios clientes, QoS inteligente (calidad, prioridad de voz y video) garantizando Streaming sin interrupciones con menor latencia.

Así mismo, la tecnología AirMAX soporta altas velocidades de datos, que requieren una modulación densa: 256QAM, soportan hasta 500 + Mbps para (Ancho máximo del canal de 80 MHz) TCP / IP. Ahora bien, en relación a los equipos se sugieren los siguientes:

Radio Rocket5ac PRISM

Es un radio de alto rendimiento y facilidad de instalación para trabajo outdoor con protección para intemperie (ver figura 11). Trabajan en la banda de frecuencias de 5 GHz (ver figura 12) las cuales son sin licencia de espectro. La conexión Gigabit Ethernet de entrega alta se realiza a través de cable UTP.

Es importante destacar que usa energía pasiva sobre Ethernet (PoE), tanto el poder como los datos son por un solo cable Ethernet, también se puede combinar perfectamente con las antenas airMAX las cuales tienen un montaje o anclaje especial para los radios Rocket, por lo que no se necesitan herramientas adicionales.

Los canales disponibles pueden incluir anchos de banda de 10, 20, 30, 40, 50,60 y 80 MHz (ver figura 12). Con la tecnología airPrism puede significativamente filtrar las frecuencias para la cual fue configurado, sin tener interferencias no deseadas por otros equipos circundantes, facilita la co-localización del radio es vital en muchos escenarios con la tecnología airPrism, se puede Co-localizar puntos de acceso y mejorar el rendimiento de la red inalámbrica.



rocket5ac
PRISM
airMAX® ac BaseStation
with airPrism® Technology

Figura 11. Radio Rocket5ac PtP.

Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/RocketAC/Rocket_ac_Prism_DS.pdf (2016)

RSAC-PRISM					
Dimensions	88 x 40 x 230 mm (3.47 x 1.58 x 9.06")				
Weight	400 g (14.11 oz)				
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE				
Max. Power Consumption	8.5W				
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)				
Supported Voltage Range	18-26VDC				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port				
RF Connectors	(2) RP-SMA (Waterproof), (1) GPS (Waterproof)				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 720 MHz				
Memory	128 MB DDR2 SDRAM, 16 MB NOR Flash				
LEDs	Power, LAN, GPS, (4) Signal Strength				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Channel Sizes	PTP Mode		PTMP Mode		
	10/20/30/40/50/60/80 MHz		10/20/30/40 MHz		
Enclosure Characteristics	Die-Cast Aluminum with White Powder Coating				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 80° C (-40 to 176° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4				
Modes	Access Point, Station				
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet, Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing				
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test				
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode				
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CLI				
Security	WPA2 AES Only				
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low				
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate				
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 256QAM, GPS, TX Filter				
Ubiquiti Specific Features	30/50/60 MHz Channels, airMAX ac Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode				

Figura 12. Hoja técnica del radio Rocket5ac Prism

Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/RocketAC/Rocket_ac_Prism_DS.pdf (2016)

Antena RocketDish RD-5G30

Es una antena que fue diseñada para integrarse con los radios Rocket, al unir la radio Rocket5ac (ver figura 13) con esta antena se está asegurando un alcance efectivo para el alto rendimiento del enlace punto a punto. La RocketDish RD-5G30 (ver figura 14) posee un aislamiento y una relación Front-to-Back (F / B), siendo su principal beneficio la mejora de la relación Señal / Ruido (S / N o SNR). dicha relación, hace que los lóbulos laterales reduzcan la interferencia de otros transmisores montados en la misma torre.



Mounting a Rocket on the RD-5G30-LW

Figura 13. Antena y radio.

Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf (2016)

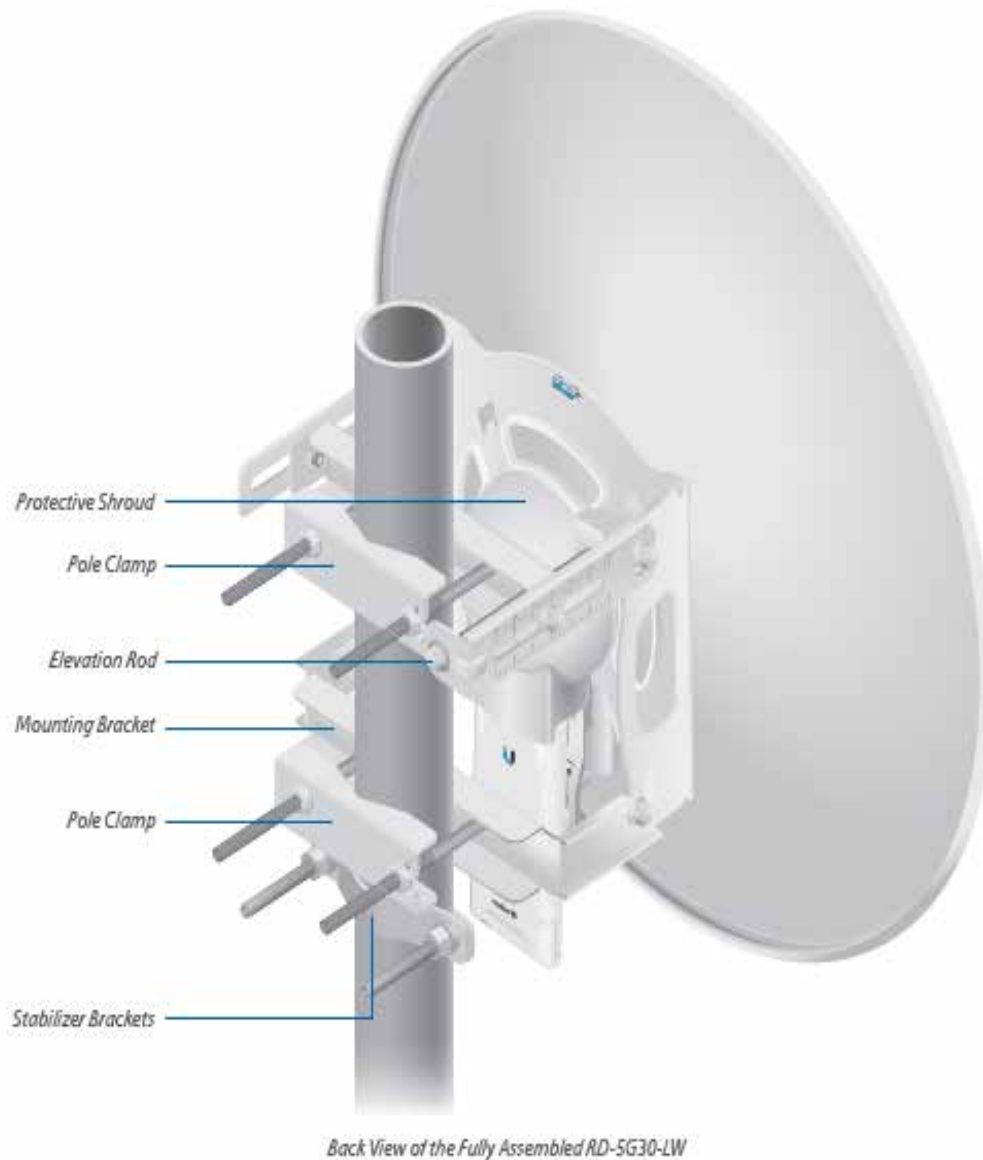


Figura 14. Vista lateral de la Antena RD-5G30.

https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf (2016)

En la (figura 15), se puede observar las características de funcionamiento de la antena RD-5G30, de donde es importante destacar los siguientes datos: frecuencia de trabajo de 4,9 a 5,8 Ghz, ganancia 34 dBi, diámetro de 0,7 metros, y 7,6kg de peso, particularidades trascendentales para la transmisión y comunicación efectiva del enlace.

Antenna Characteristics					
Model	RD-2G24	RD-3G26	RD-5G30	RD-5G30-LW	RD-5G34
Dimensions*	650 x 650 x 295 mm (25.6 x 25.6 x 11.61")	650 x 650 x 300 mm (25.6 x 25.6 x 11.81")	650 x 650 x 304 mm (25.6 x 25.6 x 11.97")	650 x 650 x 386 mm (25.6 x 25.6 x 15.2")	1050 x 1050 x 421 mm (41.34 x 41.34 x 16.57")
Weight**	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	7.4 kg (16.31 lb)	13.5 kg (29.76 lb)
Frequency Range	2.3 - 2.7 GHz	3.3 - 3.8 GHz	4.9 - 5.8 GHz	5.1 - 5.9 GHz	4.9 - 5.8 GHz
Gain	24 dBi	26 dBi	4.9 GHz: 26 dBi 5 - 5.9 GHz: 30 dBi	30 dBi	4.9 GHz: 30 dBi 5 - 5.8 GHz: 34 dBi
HPOL Beamwidth	6.6° (3 dB)	7° (3 dB)	5° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
VPOL Beamwidth	6.8° (3 dB)	7° (3 dB)	5° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
F/B Ratio	28 dB	33 dB	34 dB	30 dB	42 dB
Max. VSWR	1.6:1	1.4:1	1.4:1	1.6:1	1.4:1
Wind Loading	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)			790 N @ 200 km/h (178 lbf @ 125 mph)	1,779 N @ 200 km/h (400 lbf @ 125 mph)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
Polarization	Dual-Linear				
Cross-pol Isolation	35 dB Min.				
ETSI Specification	EN 302 326 DN2				
Mounting	Universal Pole Mount, Rocket Bracket, and Weatherproof RF Connectors Included				

Figura 15. Datos técnicos de la Antena RD-5G30-LW.

Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf (2016)

Cálculos teóricos para el enlace de la plataforma de comunicaciones entre las sucursales de la empresa VICSON.

Después de haber estudiado las características necesarias de los equipos Anteriormente descritos, se procedió a realizar los cálculos del presupuesto del sistema para poder

corroborar la interconexión efectiva de todo el sistema de Telecomunicación, donde podemos observar lo siguiente:

5100 Mhz a 5875 Mhz.

$$: F = \frac{5100 + 5875}{2} = 5487 \text{ Mhz}$$

$$P_{tx} = 27 \text{ dBm.}$$

Equivalente a 0,501 W.

$$: C_{min} = -83 \text{ dBm.}$$

: 0,3 m cable RF LM-400, Atenuación para Frecuencias de 5 Ghz 35,5 dB/100 m.

: 0,5 dBm de Atenuación.

$$G_{tx} = G_{rx} = 34\text{dBi.}$$

25 m.

25 m.

De los datos aquí presentados, todos ellos aportados por las hojas técnicas del fabricante, conseguimos determinar los cálculos que a continuación se Presentan:

$$P_l = \frac{0,3\text{m} \times 35,5 \text{ dB}}{100\text{m}} = 0,11\text{dB}$$

$$: P_c = 2 \times 0,5 \text{ dB} = 1 \text{ dB}$$

$$P_{tl} = 0,11 + 1\text{dB} = 1,11 \text{ dB}$$

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 que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. La pérdida en el espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia. En decibeles el cálculo de la misma resulta de la siguiente ecuación:

$$PEL = 32,45 + 20 \text{ Log} (D \text{ en km}) + 20 \text{ log} (F \text{ en Mhz}). \quad \text{Ec. 3.}$$

Donde, F es la frecuencia y D es la distancia.

$$PEL = 32,45 + 20 \text{ Log} (21,8 \text{ km}) + 20 \text{ Log} (5487 \text{ Mhz}) = 134,01 \text{ dB}$$

Es la potencia entregada por el transmisor menos las atenuaciones causadas por el cable y conectores en la línea. Su ecuación es:

$$PEA = 10 \log (P_{tx}) - P_{tl} \quad \text{Ec. 4.}$$

$$PEA = 10 \log (0,501w) - 1,11dB = -4,11 \text{ dBw}$$

La potencia radiada por una antena con la dirección marcada por la misma, se calcula al multiplicar la potencia del transmisor alimentada a la antena (PEA) por la ganancia en potencia (Gtx) de la antena, en decibeles la relación queda:

$$PER = PEA + G_{tx} \text{ dBd.} \quad \text{Ec. 5.}$$

Igualmente, como se explicó para el cálculo anterior, ambos sistemas se sustentan del mismo resultado. la ganancia de la antena se debe convertir a dBd:

$$\text{dBd} = \text{dBi} - 2,15.$$

$$\text{dBd} = 34 \text{ dBi} - 2,15 = 31,85 \text{ dBd.}$$

Sustituyendo en la ecuación 5, se obtiene:

$$PER = -4,11 \text{ dBw} + 31,85 \text{ dBd} = 27,74 \text{ dBw.}$$

$$PER \text{ en Vatios} = \text{ ————— } = 594,29 \text{ W}$$

$$PER \text{ en dBm} = 27,74 \text{ dBw} + 30 = 57,74 \text{ dBm.}$$

Es la energía evidente transmitida hacia el receptor, si se asume que la señal está irradiada igualmente en todas las direcciones, es decir, como onda esférica que emana de una fuente del punto. se calculó con la siguiente ecuación:

$$PIRE = 10 \log (P_{tx}) + G_{tx} \text{ dBi.} - P_{tl} \quad \text{Ec. 6.}$$

Sustituyendo los valores de la ecuación 6, se obtuvo:

$$PIRE = 10 \log (0,501w) + 34 \text{ dBi} - 1,11 \text{ dB} = 29,88 \text{ dB}$$

$$PIRE \text{ en Vatios} = \text{ ————— } = 972,74 \text{ W}$$

El margen de desvanecimiento es un dato de atenuación 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 (pérdida de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa. Su ecuación a continuación se describe:

$$F_m \text{ (dB)} = 30 \log D + 10 \log (6 \times A \times B \times F) - 10 \log (1 - R) - 70 \text{ Ec. 12.}$$

D: Distancia del transmisor al objetivo, en Km.

F: Frecuencia de la portadora en GHz.

R: Objetivo de confiabilidad de la transmisión, en formato decimal.

A - Factor de Rugosidad de Terreno (Valores característicos):

- 4,00 espejos de agua, ríos muy anchos, etc.
- 3,00 sembrados densos; pastizales; arenales
- 2,00 bosques (la propagación va por encima)
- 1,00 terreno normal
- 0,25 terreno rocoso (muy) desparejo

B - Factor de Análisis climático anual (del tipo promedio, anualizado):

- 1,000 área marina o condiciones de peor mes
- 0,500 prevalecen áreas calientes y húmedas
- 0,250 áreas mediterráneas de clima normal
- 0,125 áreas montañosas de clima seco y fresco

Por lo tanto, para este diseño se tomaron como factor de rugosidad de terreno = 1 y el factor de análisis climático anual=1, debido a que el margen está en función de la distancia, por lo que se consideró el cálculo para ambos enlaces de la siguiente forma:

$$F_m \text{ (dB)} = 30 \log (2,53) + 10 \log (6 \times 1 \times 1 \times 5.487) - 10 \log (1 - 0.99999) - 70$$

$$F_m \text{ (dB)} = 7,26 \text{ dB}$$

: Es la cantidad de potencia que puede ser absorbida por el receptor luego de haber sido transmitida una onda electromagnética asumiendo las pérdidas y ganancias del sistema respectivo. Para este cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$Pr_x = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - P_{tL_{Tx}} - P_{tL_{Rx}} - PEL - F_m \quad \text{Ec. 7.}$$

$$\text{Dónde: } P_{tL_{Tx}} = P_{tL_{Rx}} = 1,11 \text{ dB.}$$

$$Pr_x = 27 \text{ dBm} + 34 \text{ dBi} + 34 \text{ dBi} - 1,11 \text{ db} - 1,11 \text{ db} - 115,29 \text{ db} - 7,26 \text{ dB}$$

$$Pr_x = -29,77 \text{ dBm}$$

Es la diferencia en decibeles entre el nivel de entrada mínimo necesario para discernir una señal y valor de entrada que sobreexcita o satura al receptor. su ecuación es la siguiente:

$$D_m = Pr_x - C_{min} \quad \text{Ec. 8.}$$

$$D_m = -29,77 \text{ dBm} - (-83 \text{ dBm}) = 53,23 \text{ dBm.}$$

Se dice que el sistema tiene ganancia cuando se cumple la siguiente igualdad:

$$\text{Ganancia del sistema} = \text{ganancia} > \text{perdidas.}$$

$$G_s = P_{tx} - c_{min} > F_m + PEL + P_{tL_{Tx}} + P_{tL_{Rx}} - G_{tx} - G_{rx} \quad \text{Ec. 9.}$$

$$\text{Perdidas} = F_m + \text{PEL} + \text{PtlTx} + \text{PtlRx} - G_{tx} - G_{rx}.$$

$$\text{Perdidas} = 7,26 \text{ dB} + 115,29 \text{ db} - 34 \text{ dbi} - 34 \text{ dbi} + 1,11 \text{ db} + 1,11 \text{ db}$$

$$\text{Perdidas} = 56,77 \text{ dB}.$$

$$\text{Ganancias} = P_{tx} - C_{min} = 27 \text{ dBm} - (-83 \text{ dBm}) = 110 \text{ dBm}.$$

$$G_s = 110 \text{ dBm} > 56,77 \text{ dBm}.$$

Luego de concluir los cálculos matemáticos, los cuales arrojaron una proyección estimada del comportamiento del sistema de telecomunicaciones y del balance de potencia del mismo, se puede destacar que se comenzó por seleccionar una frecuencia promedio de 5487 Mhz para realización de todos los cálculos puesto que el comportamiento de la misma, no va diferir en gran magnitud de la escogencia final de las frecuencias de trabajo en el rango establecido por el fabricante del transmisor. Para este sistema, las pérdidas asociadas tanto a las líneas como a los conectores son realmente bajas, esto debido a que las unidades o radios de transmisión y recepción son sistemas Outdoor o ODU (Unidades de exteriores) que van acoplados directamente a las antenas por medios de patch cord o cables de una longitud no mayor de 30 cm, generando de esta manera, reducir en gran medida las pérdidas antes mencionadas.

Simulación del enlace en Radio Mobile.

Se realizó la simulación de los enlaces apoyados en Radio Mobile que es un software de simulación de radio propagación desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas de radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radio comunicaciones, entre otras funciones. El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y está basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice. Radio Mobile utiliza datos de elevación del terreno que se descargan fácilmente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3-D y animaciones de vuelo.

Para la elaboración de esta simulación, se procedió a cargar los mismos datos de entrada con que se realizaron los cálculos anteriormente descritos, con la finalidad de constatar la predicción del funcionamiento del enlace. Los datos son los siguientes:

$$: 5100 \text{ Mhz a } 5875 \text{ Mhz}.$$

$$F = \frac{5100 + 5875}{2} = 5487 \text{ Mhz}$$

$P_{tx} = 27 \text{ dBm}$, Equivalente a 0,501 W.

$C_{min} = -83 \text{ dBm}$.

0,3 m cable RF LM-400, Atenuación para frecuencias de 5 Ghz
35,5 dB/100 m.

RP-SMA,0,5 dBm de Atenuación.

: $G_{tx} = G_{rx} = 34 \text{ dBi}$.

25 m.

25 m.

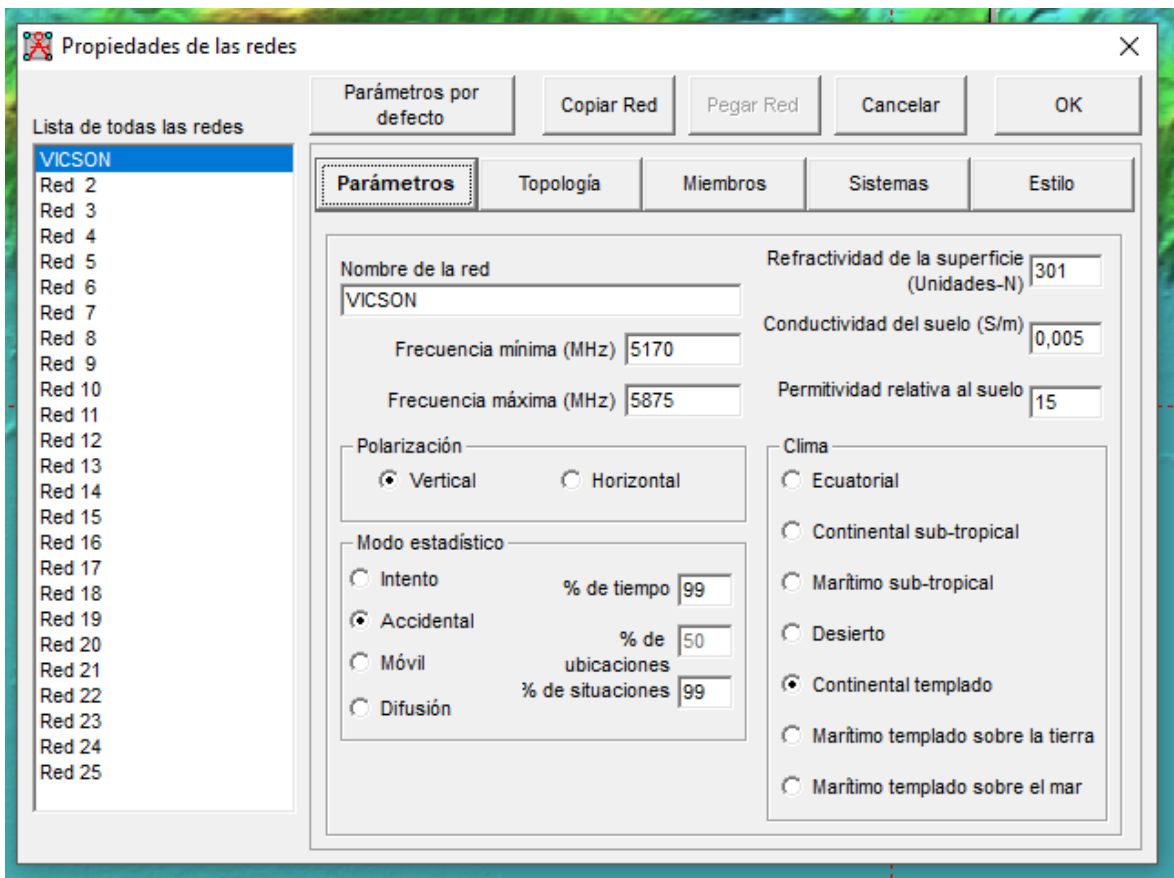


Figura 16. Configuración Datos en Radio Mobile.

Fuente: El autor.

Para esto se crearon dos unidades llamadas: Vicson Valencia y Vicson San Joaquin los dos miembros de un mismo sistema en común nombrado VICSON (ver figura 16), el cual fue dispuesto de esa manera debido a que se utilizaron los mismos datos de entrada básicos para los dos (ver figura 17,18).

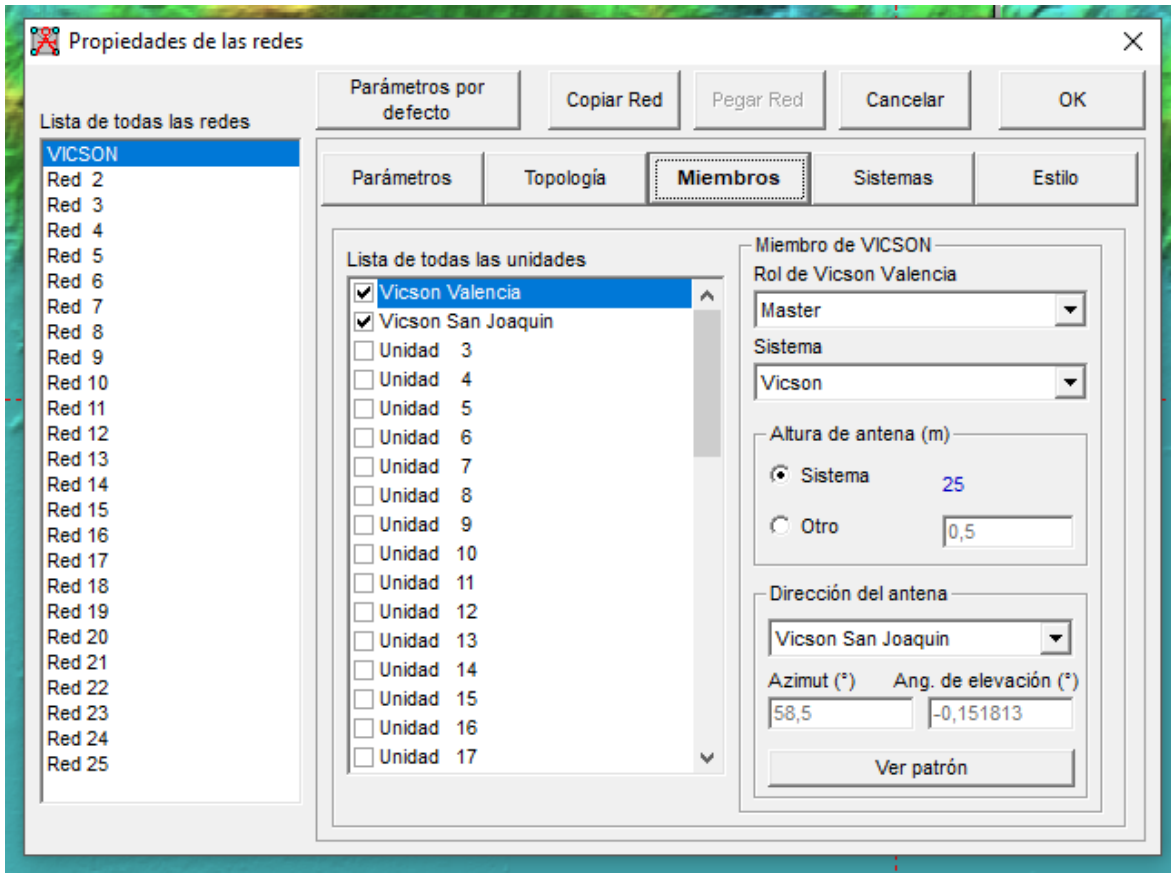


Figura 17. Configuración Unidades básicas en Radio Mobile.

Fuente: El autor.

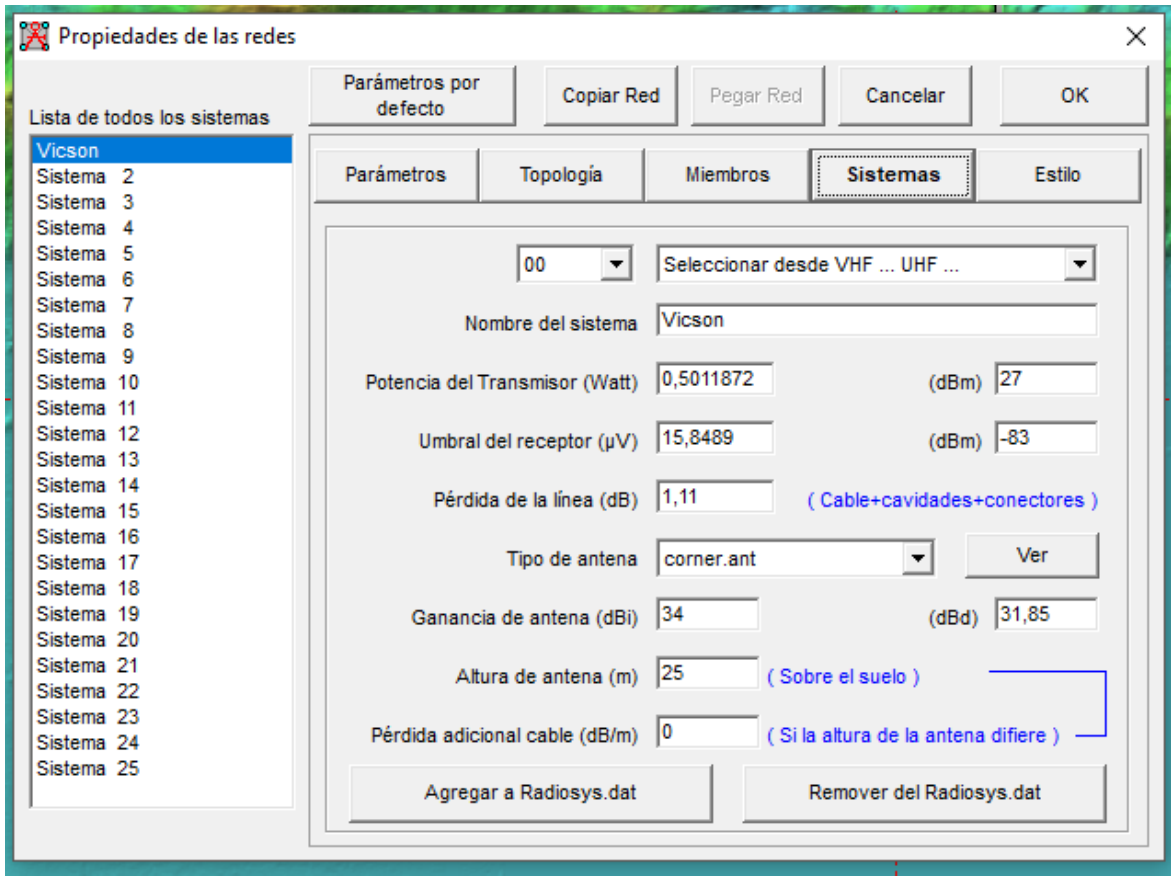


Figura 18. Configuración Unidades básicas en Radio Mobile.

Fuente: El autor.

Una vez ingresado los datos, se procedió por medio de la opción enlace de radio a verificar todos los parámetros de la simulación, por lo que se pudo constatar enlace va desde la sucursal Vicson Valencia a Vicson San Joaquin con una distancia de 21,8 km, la topología del terreno por donde se quiere transmitir este enlace, se encuentra con franca vista sin que se vea afectado directamente por causas topográficas (ver figura 19).

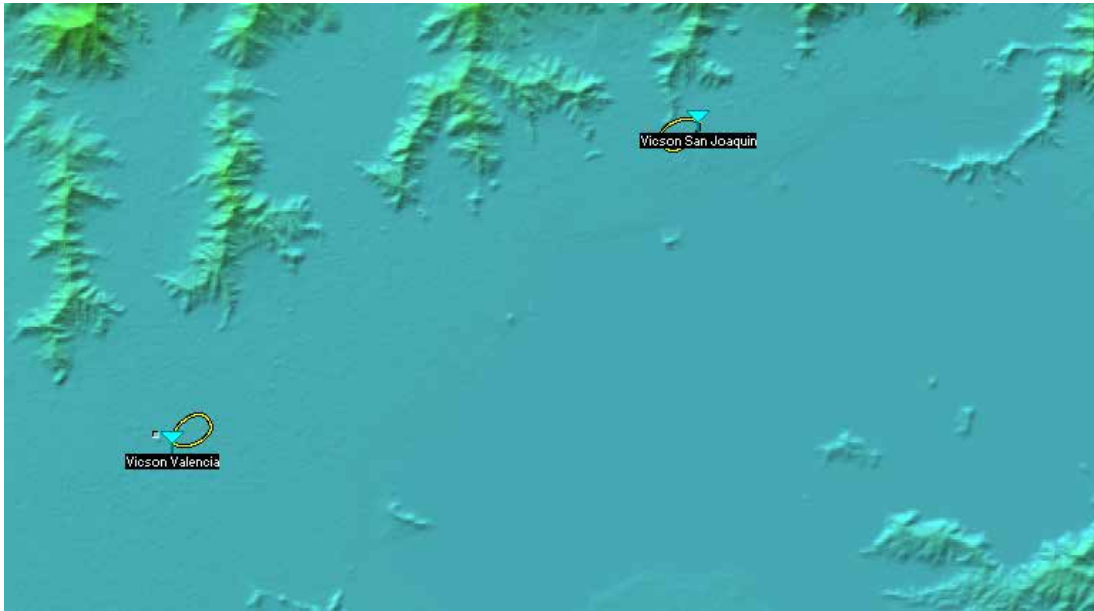


Figura 19. Mapa Topográfico del enlace Vicson Valencia a Vicson San Joaquín en Radio Mobile.

Fuente: El autor.

Así mismo, se puede corroborar que la línea de conexión para el enlace se muestra de color verde (ver figura 20), significando esto, que el mismo tiene una efectiva transmisión y que los valores con el cual fue provisto cumple los requerimientos mínimos necesarios para que exista una comunicación entre las unidades involucradas.



Figura 20. Trayectoria del enlace Vicson Valencia a Vicson San Joaquín en Radio Mobile.

Fuente: El autor.

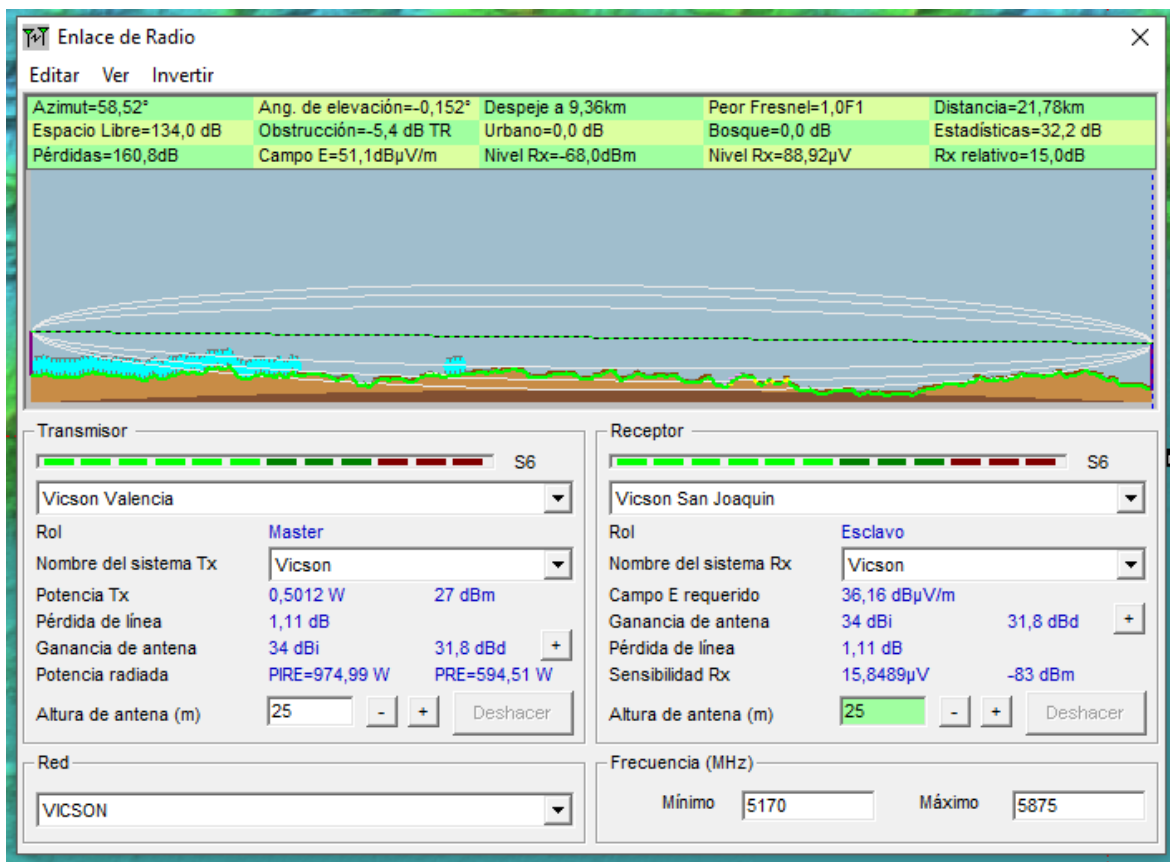


Figura 21. Datos obtenidos por el Radio Link del enlace Vicson Valencia a Vicson San Joaquin

Fuente: El autor.

Seguidamente se pueden apreciar los valores, producto de la simulación, la cual se realizó en el software Radio Mobile, mediante la herramienta Radio Link o enlace de radio (ver figura 21).

Tabla 1. Comparación de los resultados más relevantes, cálculos teóricos con los simulados para el enlace entre las sucursales de la empresa Vicson.

INDICADOR	TEORICOS	SIMULADO
PIRE	972,74 W	974,99 W
PER	594,29 W	594,51 W
PEL	134,01 dB	134,0 dB

Fuente: El Autor

En la tabla se puede apreciar, que una de las columnas corresponde a los valores obtenidos mediante cálculos matemáticos, y otra de ellas para el resultado de las simulaciones, con el objetivo de compararlos. Algunas diferencias observadas, entre los cálculos matemáticos y simulados, se debe a que se implementa el margen de

desvanecimiento el cual envuelve fenómenos difíciles de predecir para la simulación, así como aspectos de efecto multitrayectoria. A pesar de las diferencias presentadas, se puede asegurar la efectividad tanto de los cálculos teóricos como la del programa de simulación, por lo cual se puede concluir que la constatación de ambos es satisfactoria y que sus resultados están enmarcados en la efectiva interconectividad de los enlaces.

CONCLUSIONES

En este estudio hemos podido apreciar que a pesar de la distancia, situación geográfica en la que se encuentran los sitios de interés a enlazar, se ha logrado demostrar que es posible levantar un radioenlace de comunicación a un costo relativamente económico, que permitirá compartir el servicio de internet e intercambio de información para las sucursales Vicson Valencia y Vicson San Joaquin.

A través de la ayuda de aplicaciones de software gratuitas como Google Earth y Radio Mobile, se ha logrado recopilar información útil para conocer y validar los lugares donde se deben ubicar las repetidoras, alturas requeridas por las antenas, obteniendo una alternativa para el trayecto del radioenlace.

Luego de estos procedimientos realizados se pudo llevar a cabo exitosamente el diseño del radioenlace punto a punto el cual resultó ser el más factible tanto económicamente como técnicamente.

Los niveles de recepción simulados y calculados teóricamente han sido satisfactorios, permitiéndonos decir que existirá un buen desempeño del enlace.

RECOMENDACIONES

A través de la experiencia obtenida y a las conclusiones previamente expuestas se hacen una serie de recomendaciones con las cuales se pretende contribuir modestamente con la empresa VICSON.

1. Implementar esta propuesta para mejorar la comunicación debido a que es la solución más factible económicamente y técnicamente.
2. Se deben realizar manuales de procedimientos para el mantenimiento, cuidado y manipulación de los equipos por parte del personal encargado para este fin.
3. El uso de protección atmosférica o pararrayos como defensa de los equipos en las torres, además del aterramiento necesario para las mismas.
4. Contar con un backup o respaldo de energía eléctrica en los sitios donde se instalaran estos sistemas.
5. Continuar con los proyectos que se han propuestos con la finalidad de mejorar el servicio y lograr mayor eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IMPRESAS

- Balestrini, M. (2002). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. 6ta. Edición. Editorial Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.
- Bejarano, G. y Herrera, A. (2014). Propuesta de diseño de un sistema de redes vlan dinámicas en la empresa papeles venezolanos C.A. Trabajo Especial de Grado Universidad José Antonio Páez. Valencia, Venezuela.
- Chávez, C. (2014). Implementación de enlace última milla para la nueva sede de la Empresa SERVIDICA ubicada en la zona industrial castillito. Trabajo Especial de Grado. Universidad José Antonio Páez. Valencia, Venezuela.
- Couch, L. (1998). Sistemas de comunicación digitales y analógicos. 5ta edición. Editorial: Prentice Hall, Mexico.
- Forouzan, B. (2002). Transmisión de datos y redes de comunicaciones. 2da edición. Editorial Mcgraw-Hill, España.

ELECTRÓNICAS

- Di Paolo, M. y Giménez G. (2010). Diseño y estudio de una red WiFi y su cobertura en la Maternidad Concepción Palacios. [Trabajo de grado en línea]. Consultado el 15 de Diciembre de 2016 en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS1406.pdf>
- Durán, H. y Espina D. (2009). Cálculo de la capacidad de enlace de la capa física de WiMax móvil IEEE 802.16e. [Trabajo de grado en línea]. Consultado el 15 de Diciembre de 2016 en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS1406.pdf>
- The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physis. Introducción a las redes WiFi. Material de entrenamiento para instructores de redes inalámbricas. [Documento en línea]. Consultado el 28 de diciembre de 2016 en: http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf