

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



NIVEL LICENCIATURA

EXAMEN DE GRADO

TRABAJO DE APLICACIÓN

**DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RADIO DIGITAL FM, PARA LA FACULTAD
DE TECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

POSTULANTE: LILY AGUILAR GARRÓN

LA PAZ – BOLIVIA

Dedicado:

*A mis Padres por su
apoyo incondicional,
palabras de aliento y
sabios consejos.*

*A mi esposo Daniel
Escobar A. por su
comprensión y sobre
todo su gran amor.*

Agradezco:

*A Dios por permitirme
vivir estos grandes
momentos de felicidad.*

*A mis padres por
confiar en mí y
bríndarme su cariño.*

*Al Lic. Juan Carlos
Valencia T. por
asesorarme en este
proyecto y ser un
ejemplo de buen
Docente.*

RESUMEN

El trabajo que se desarrolla a continuación, diseñando una estación de radio Digital FM para la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de san Andrés, es desarrollado con la intención de afianzar los conocimientos y mediante un ejemplo práctico, aprender a manejar nuevas situaciones que se pueden presentar a la hora de realizar un proyecto de esta envergadura, en el cual se deben tener en cuenta un sin fin de variables que sólo salen a la luz a la hora de diseñarlo.

Para el diseño de enlaces de Radio, es muy importante conocer los estándares de rendimientos basados en la UIT-T que definen los límites para los enlaces o circuitos punto a punto.

Básicamente un enlace de punto a punto consiste en tres componentes fundamentales: el transmisor, el receptor y el espacio libre. El Transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir, el espacio libre representa un camino abierto entre el transmisor y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevada de nuevo a la señal digital.

El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces vía radio es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos.

El camino entre el Receptor y el Transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía. Para compensar este efecto se utilizan Torres para ajustar dichas alturas.

El diseño tiene la interconexión de dos puntos siguiendo una ruta planificada y teniendo en cuenta los obstáculos del terreno y ciertas especificaciones para hacerlo más eficiente.

CAPITULO I

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- No hay cobertura de señal en varias zonas de la Ciudad de La Paz, pero se tiene línea de vista aproximadamente en un 75% y un 25% tiene carencia.
- La Facultad Técnica no cuenta con un sistema de Radio Digital FM, la cual es necesaria para proveer al alumnado con las actualizaciones tecnológicas en el campo de las Telecomunicaciones.

1.2. JUSTIFICACIÓN

- Este trabajo es de gran importancia ya que en la actualidad nuestra Facultad no cuenta con un estudio de radio.
- En la Universidad Mayor de San Andrés la carrera de Electrónica no cuenta con este sistema, lo cual hace necesario su implementación ya que se logrará una mejor enseñanza de los estudiantes en el área de Telecomunicaciones.
- Este trabajo ofrecerá a los estudiantes la oportunidad de tener conocimientos fundamentales de este sistema, y así aportar de manera eficiente en el campo laboral.

1.3. METODOLOGÍA

Este trabajo es de carácter descriptivo, puesto que busca puntualizar las propiedades, características y perfiles importantes que permitan estudiar cualquier otro fenómeno físico que se someta a un análisis, se procederá a la medición, evaluación y recolección de datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del Radioenlace emitiendo señales para una Radio Digital FM de un punto a otro.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estación de Radio Digital de Frecuencia Modulada para la Facultad Técnica mediante el estudio técnico de radioenlaces y microondas para la difusión de la señal que permita la generación, programación e información.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el área de cobertura, distancia, potencia efectiva radiada, frecuencia de acuerdo a las características del transmisor y antenas.
- Calcular la potencia umbral del receptor mínima de acuerdo a las características de recepción y las antenas.
- Formular el diseño para lograr la mayor eficiencia al sistema con los menores costos posibles y las condiciones ambientales y espaciales más favorables posibles.

CAPITULO II

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Concepto.

La radio digital es un método alternativo de difusión de la radio analógica.

Se utiliza un método diferente de transmisión de información y por lo tanto tiene muchas ventajas sobre las transmisiones analógicas, incluyendo un servicio de mejor calidad, más opciones para los oyentes y los bajos costos de los organismos de radiodifusión.

2.1.1. Historia de una Radio Digital.

La radio digital fue desarrollada hace relativamente poco tiempo por un grupo de productores y organismos de radiodifusión. Mientras que la radio analógica fue utilizada comercialmente por primera vez durante la década de 1920, los ingenieros comenzaron a investigar la radio digital en los años 1980. Según el eléctrico minorista independiente Home Visión Reino Unido, el desarrollo de la radio digital fue encabezada por la British Broadcasting Corporation. Hicieron su emisión digital por primera vez en 1995. El servicio ha ido creciendo constantemente en popularidad y, en agosto de 2010, un total de 12 millones de receptores de radio digitales se han vendido.

2.1.2. Significado.

La radio digital es parte de una campaña más amplia para cambiar las transmisiones de los medios de comunicación de señales analógicas a digitales. Desde el inicio de radio digital DAB, DAB + también ha sido introducido. Esta forma de radio digital permite una mejor calidad de transmisión a velocidades de bits más bajas que el estándar de radio digital DAB.

2.1.3. Beneficios.

Radio digital ofrece muchas ventajas sobre la radio analógica. Proporciona una mejor calidad de sonido y no se ve afectado por interferencias procedentes de edificios o mal tiempo. Los receptores digitales de radio también muestran información relevante para los oyentes, como la estación que se está escuchando y el título de la reproducción de la canción. A medida que los paquetes de información que se utilizan para transmitir canales digitales ocupan menos espacio que las señales de radio analógicas, las emisoras pueden enviar múltiples señales en la misma frecuencia. Esto reduce los costos para los proveedores de servicios y ofrece a los consumidores una oferta más amplia de estaciones.

2.2. Radio analógica – Radio digital.

La radio analógica en onda media utiliza una banda de frecuencias en la que las características de propagación de las mismas permiten coberturas muy extensas, que al ampliarse durante la noche se convierten en interferentes, reduciéndose paradójicamente la cobertura final.

Trata de una tecnología con más de un siglo de antigüedad que ofrece una calidad no muy adecuada para la difusión de música. La menor calidad de las emisiones y una mayor oferta de programas en la banda de FM han provocado que la audiencia en la banda de onda media haya ido disminuyendo paulatinamente. Por lo que es preciso que esta audiencia, compuesta fundamentalmente por oyentes de programas generalistas, no siga decreciendo y por ello es necesario mejorar la calidad de la recepción de la Onda Media introduciendo en ella un nuevo sistema de transmisión digital.

La radio digital Fm es la transmisión y la recepción de sonido que ha sido procesado utilizando una tecnología comparable a la que se usa en los reproductores de discos compactos (CD, por sus siglas en inglés.) En síntesis, un transmisor de radio digital convierte sonidos en series de números, o “dígitos”– de

ahí el término “radio digital.” En cambio, las radios analógicas tradicionales convierten los sonidos en series de señales eléctricas que se asemejan a ondas de sonido.

2.3. Emisor, Transmisor, Receptor.

Emisor o fuente es uno de los conceptos de la comunicación, de la teoría de la comunicación y del proceso de información. Técnicamente, el emisor es aquel objeto que codifica el mensaje y lo transmite por medio de un canal o medio hasta un receptor, perceptor y/u observador. En sentido más estricto, el emisor es aquella fuente que genera mensajes de interés o que reproduce una base de datos de la manera más fiel posible sea en el espacio o en tiempo. La fuente puede ser el mismo actor de los eventos o sus testigos. Una agencia que se encarga de reunir noticias puede ser llamada fuente, así como cualquier base de datos que sea considerada fiable y creíble.

El transmisor de radio es un caso particular de transmisor, en el cual el soporte físico de la comunicación son ondas electromagnéticas.

El transmisor tiene como función codificar señales ópticas, mecánicas o eléctricas, amplificarlas, y emitirlas como ondas electromagnéticas a través de una antena. La codificación elegida se llama modulación. Ejemplos de modulación son: la amplitud modulada o la Modulación de frecuencia.

El receptor de radio es el dispositivo electrónico que permite la recuperación de las señales vocales o de cualquier otro tipo, transmitida por un emisor de radio mediante ondas electromagnéticas

2.4. Frecuencia Modulada.

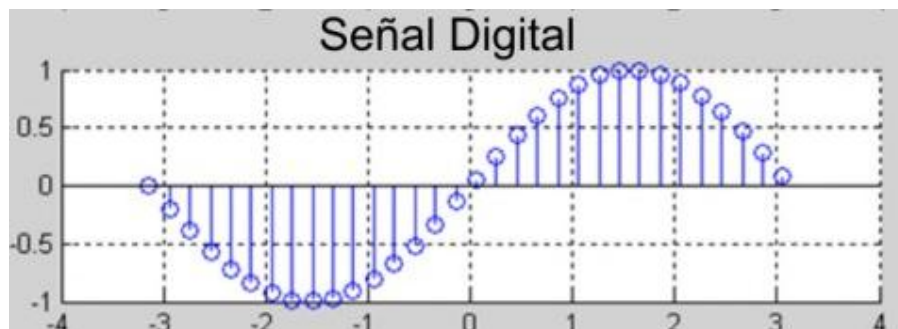


Figura Nro. 1 SEÑAL DIGITAL FM

2.4.1. Características:

- a) La señal digital Fm transmite en una banda de 30 KHz a 300 KHz.
- b) Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.
- c) La radio digital FM es capaz de proporcionar un sonido claro de calidad comparable a la de los CDs. Los receptores digitales proporcionan un sonido significativamente más claro que las radios analógicas convencionales, así como los CDs tienen un sonido más claro que los discos de álbum.
- d) La recepción de la radio digital es más resistente a las interferencias, y elimina muchas imperfecciones de la transmisión y recepción de la radio analógica. Podría producirse alguna interferencia en las señales de radio digital en las áreas distantes de la emisora de la estación.

2.4.2. Aplicación de la Frecuencia Modulada en la radio digital.

Dentro de las aplicaciones de F.M. se encuentra la radio, en donde los receptores emplean un detector de FM y el sintonizador es capaz de recibir la señal más fuerte de las que transmiten en la misma frecuencia.

Los receptores de radio digital FM emplean un detector para señales FM y exhiben un fenómeno llamado efecto de captura, donde el sintonizador es capaz de recibir la señal más fuerte de las que transmitan en la misma frecuencia. Sin embargo, la desviación de frecuencia o falta de selectividad puede causar que una estación o señal sea repentinamente tomada por otra en un canal adyacente. La desviación de frecuencia generalmente constituyó un problema en receptores viejos o baratos, mientras que la selectividad inadecuada puede afectar a cualquier aparato.

2.4.3. Modulador de FM.

La modulación de una portadora sobre FM, aunque se puede realizar de varias formas, resulta un problema delicado debido a que se necesitan dos características contrapuestas: estabilidad de frecuencia y que la señal moduladora varíe la frecuencia. Por ello, la solución simple de aplicar la señal moduladora a un oscilador controlado por tensión (VCO) no es satisfactoria.

- Modulación del oscilador. En oscilador estable, controlado con un cristal piezoeléctrico, se añade un condensador variable con la señal moduladora (varactor). Eso varía ligeramente la frecuencia del oscilador en función de la señal moduladora. Como la excursión de frecuencia que se consigue no suele ser suficiente, se lleva la señal de salida del oscilador a multiplicadores de frecuencia para alcanzar la frecuencia de radiodifusión elegida.

- Moduladores de fase. Un modulador de FM se puede modelar exactamente como un modulador de PM con un integrador a la entrada de la señal moduladora.
- Modulador con PLL. Vuelve a ser el VCO, pero ahora su salida se compara con una frecuencia de referencia para obtener una señal de error, de modo que se tiene una realimentación negativa que minimiza dicho error. La señal de error se filtra para que sea insensible a las variaciones dentro del ancho de banda de la señal moduladora, puesto que estas variaciones son las que modulan la salida del VCO. Este método se ha impuesto con la llegada de los PLL integrados ya que ha pasado de ser el más complejo y costoso a ser muy económico. Presenta otras ventajas, como es poder cambiar de frecuencia para pasar de un canal a otro y mantiene coherentes todas las frecuencias del sistema.

2.4.4. Demodulador de FM.

También es más complejo que el de AM. Se utilizan sobre todo dos métodos:

- Discriminador reactivo. Se basa en llevar la señal de FM a una reactancia, normalmente bobinas acopladas, de forma que su impedancia varíe con la frecuencia. La señal de salida aparece, entonces, modulada en amplitud y se detecta con un detector de envolvente. Existían válvulas específicas para esta tarea, consistentes en un doble-diodo-triodo. Los dos diodos forman el detector de envolvente y el triodo amplifica la señal, mejorando la relación señal/ruido.
- Detector con PLL. La señal del PLL proporciona la señal demodulada. Existen muchas variaciones según la aplicación, pero estos detectores suelen estar en circuitos integrados que, además, contienen los amplificadores de RF y frecuencia intermedia. Algunos son una radio de FM completa (TDA7000).

2.5. Ancho de banda.

El ancho de banda de una señal de FM se extiende indefinidamente teniendo como una amplitud estándar o de rango de transferencia de 58kHz con 6 canales de transferencia, cancelándose solamente en ciertos valores de frecuencia discretos. Cuando la señal moduladora es una senoide el espectro de potencia que se tiene es discreto y simétrico respecto de la frecuencia de la portadora, la contribución de cada frecuencia al espectro de la señal modulada tiene que ver con las funciones de Bessel de primera especie J_n .

A través de la regla de Carson es posible determinar el ancho de banda que se requiere para transmitir una señal modulada en FM (o PM).

2.5.1. La regla de Carson.

La regla de Carson es el nombre común que se le da a una regla general conocida en telecomunicaciones referente al ancho de banda, y que establece que aproximadamente toda la potencia (~98%) de una señal consistente en una portadora senoidal modulada en frecuencia está comprendida dentro de un ancho de banda (alrededor de la frecuencia portadora)

$$B_T = 2(\Delta f + f_m)$$

Donde Δf es la desviación máxima de la frecuencia instantánea $f(t)$ (que es un efecto de modular en frecuencia, al igual que en Amplitud Modulada (AM) se define el índice de modulación respecto a la amplitud) respecto a la portadora f_c (asumiendo que $x_m(t)$ está normalizada en el rango ± 1), y donde f_m es el ancho de banda de la señal moduladora (que se define "en banda base" y es el mismo para la señal modulada).

El ancho de banda solicitado está de acuerdo con las normas Internacionales de Radio Digital FM por difusión que es de 50 KHz.

2.6. Transmisores de Radio Digital FM.

FM es una abreviatura para Frecuencia Modulada, o Modulación de Frecuencia. Modulación es cómo se agrega información a una frecuencia de radio dada. En el caso de FM la señal de audio modula lo que se llama la frecuencia portadora (que es la frecuencia de la señal de transmisión) al correrla ligeramente hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la señal de audio. Un radio FM recibe esta señal y extrae la información de audio de la frecuencia de radio a través de un proceso llamado demodulación.

2.7. Línea de transmisión de la Antena (Cable conductor)

Un cable coaxial de buena calidad transmitirá la señal de radio del trasmisor a la antena con una pérdida mínima de fuerza de señal. Al mismo tiempo, no radiará señales directamente.

En la (Figura Nro. 2) se muestra el cable coaxial que generalmente está hecho de dos conductores concéntricos separados por un material aislante y cubiertos por un protector externo resistente al clima. A menudo se usa el cable RG-8/U de aproximadamente un centímetro de diámetro.



Figura Nro. 2 Cable Coaxial.

Para proteger el conductor central adecuadamente, la malla de metal entrelazado debe tener al menos 95 por ciento de cobertura.

Todos los conectores de frecuencias radioeléctricas (RF) deben estar instalados adecuadamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se recomienda usar

cables prefabricados. Estos cables ya tienen sus conectores instalados y vienen en largos que minimizan los problemas de las ondas estacionarias (u ondas reflejadas).

Las ondas estacionarias reducen el nivel de la señal transmitida y hacen más probable que el cable transmita señales indeseadas. En casos severos, las ondas estacionarias pueden dañar el transmisor o causarle mal funcionamiento. Si no consigue el cable adecuado, consulte a un especialista: un cable o conector que no esté correctamente armados pueden dañar su equipo transmisor.

2.8. Localización

Averigüe dónde se localizan otros cables antes de decidir dónde instalar la antena y su línea de alimentación. El cable de la antena transmisora no debe correr cerca o paralelo a cables de teléfono.

2.9. Conexión a tierra

Todos los equipos de una estación de radio deben estar adecuadamente conectados a tierra, separada de la tierra del sistema de distribución eléctrica de corriente alterna de la casa. Si la conexión a tierra no se mantiene separada, la energía de la frecuencia radioeléctrica reflejada bajo la forma de ondas estacionarias puede ser conducida hacia el cableado eléctrico del edificio y hacia las líneas de distribución de energía del barrio.

Para una buena conexión a Tierra se detalla lo siguiente:

- Use solamente varillas a tierra sólidas de cobre recubierto o galvanizadas, dado que otros metales comunes se corroerán y resultarán tierras ineficaces. Se recomienda que todos los componentes de las estaciones (transmisores, receptores, medidores, filtros, sintonizadores, etc.) utilicen la misma tierra común.

- Use una varilla que tenga un mínimo de 2,5 metros de largo enterrada y conectada al transmisor con un alambre de cobre de un largo mínimo de 6 hilos o más. Asegure bien el cable de la tierra a la varilla; no enrolle simplemente el cable alrededor de la varilla.
- Asegúrese de que el aterramiento de la antena es correcto. Esto es especialmente importante para antenas verticales. Salvo que la antena esté físicamente cerca del equipo de radio, se deberá usar una varilla a tierra separada para cada localización. Si el cable a tierra no está aislado, use aisladores de pie para evitar que entren en contacto con canaletas o rieles.



CAPITULO III

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Diagrama en Bloques

Diagrama en bloques de una Estación de Radio Digital FM en VHF especificando frecuencias, recepción, perfiles y distancias entre estaciones.

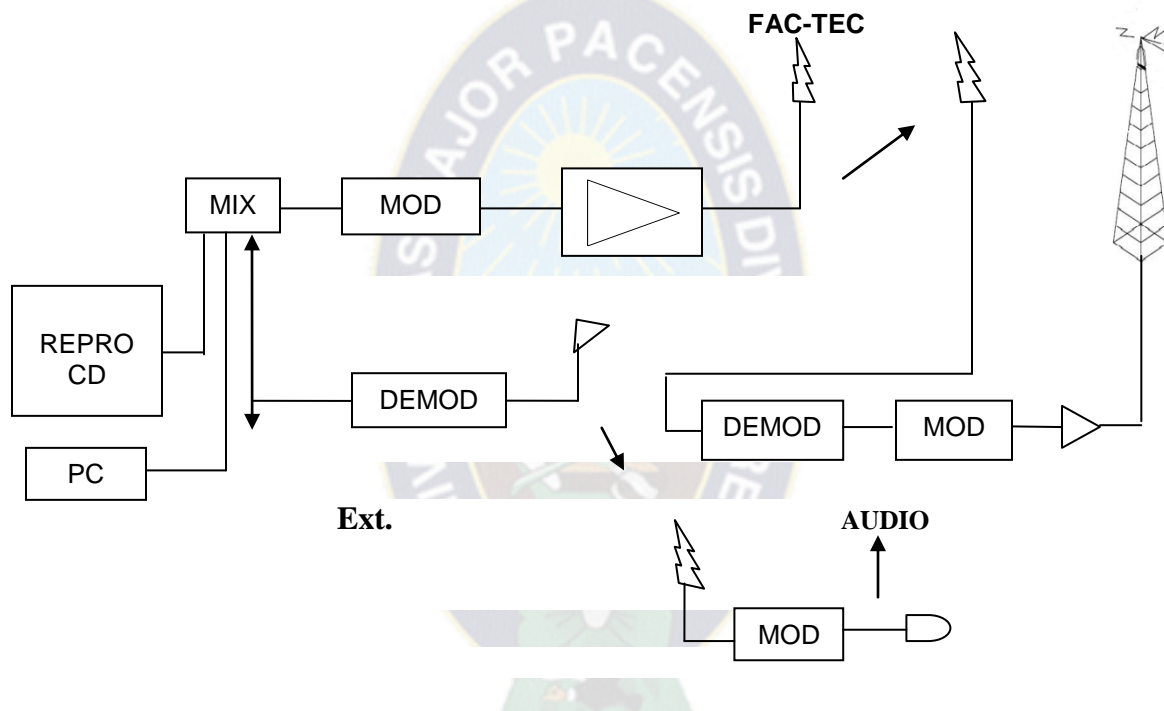


Figura Nro. 3 Diagrama en Bloques de una Estación de Radio Digital Fm en VHF

3.2 Perfil de la trayectoria

3.2.1 Factores que influyen:

- Línea de Vista
- Factor K (Curvatura Terrestre).

3.2.1.1. Factor K

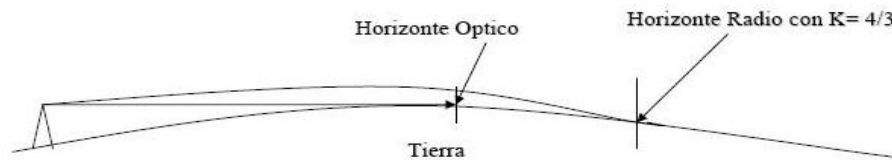


Figura Nro. 4 Distancia de los Horizontes

El factor K es un factor de escala q ayuda a cuantificar la curvatura de la trayectoria de un rayo emitido. Comúnmente los radioenlaces, incorrectamente sugieren que la efectividad de las comunicaciones está limitada por el horizonte óptico ($K = 1$) pero la mayoría de los radioenlaces están restringidos a la propagación de la línea de vista. En realidad frecuentemente se logran comunicaciones más allá del horizonte óptico (por ejemplo $K = 1.33$). La figura Nro.4 muestra este modelo en forma simplificada.

El valor normal de K es $4/3$ ya que se ha comprobado experimentalmente a través de varios años y se considera que ocurre más del 60 %.

Para obtener una buena confiabilidad del sistema se debe determinar las alturas de las torres basándose en variaciones de K hasta $K = 2/3$. Ocasionalmente pueden ocurrir varios valores negativos de K.

3.3. Principio de Funcionamiento

Para comprender el principio de funcionamiento de una Estación de Radio Digital Fm, es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos.

3.3.1. La potencia.

Es el factor principal. Por eso, se toma como valor referente para las tablas de distancia. A mayor potencia mayor cobertura. Su medida son los Watt.

3.3.2. La frecuencia.

También influye para la distancia la frecuencia del dial por la que transmite una emisora. Las frecuencias más bajas tienden a llegar más lejos. Es decir, que para las mismas condiciones de lugar, potencia y todas las demás que veremos, una radio en el 88 MHz llegará un poco más lejos que una en el 108 MHz. No hay tanta diferencia en FM, pero sí con las radios AM.

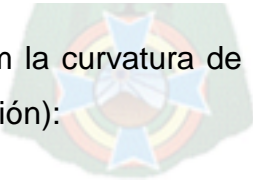
3.3.3. La antena.

Las antenas de FM tienen ganancia, es decir, aumentan la potencia que les llega del transmisor. Dependiendo del tipo de antena y del número de dipolos con que cuenten, tendremos posibilidades de llegar más lejos. A mayor ganancia, mayor alcance. Hay sistemas de antenas que tienen más de un dipolo irradiador. A mayor número de dipolos, mayor ganancia y mayor cobertura.

Las antenas de AM irradian en todas las direcciones. En cuanto a las de FM, depende de hacia dónde las dirijamos, es decir, de su orientación. Esto también influye en el área de cobertura.

3.3.4. Altura de las Antenas. A mayor altura mejor cobertura de la señal y mayor alcance.

Para enlaces mayores de 10 Km la curvatura de la tierra se representa como un obstáculo de altura h (aproximación):


$$h = \frac{d1 \cdot d2}{17}$$

Donde h se obtiene en metros y $d1$ y $d2$ vienen dados en kilómetros.

3.3.5. Distancia.

La distancia se calcula en Km, observamos en el siguiente cuadro: la potencia y la distancia en línea recta.

Potencia	Distancia en línea recta
1 watt	1 a 5 Km.
5 watts	5 a 10 Km.
15 watt	Máximo 15 Km.
25 watt	Máximo 20 Km.
50 a 100 watt	25 a 35 Km
1.000 watt (1 Kw)	50 km
2.000 watt (2 Kw)	100 Km
5.000 watt (5 Kw)	Máximo 150 – 200 Km (óptimas condiciones, cerca de ríos que ayuden a la propagación)

Cuadro Nro.1 Construcción de una tabla de distancias aproximadas.

3.3.5.1. Distancia del alcance visual

Es la máxima distancia a la cual pueden instalarse dos antenas de alturas determinadas sobre la superficie de la Tierra si se desea que se establezca entre ambas una comunicación en línea recta.

3.3.6. El clima.

Los sistemas de radio digital FM no son fuertemente afectadas por el clima. Las tormentas eléctricas, además de meter ruidos, extienden la cobertura.

Coberturas aproximadas, partiendo de las siguientes condiciones óptimas:

- ### 3.3.7. Cobertura y Análisis de Radio Enlaces

- Debemos tener al menos dos puntos ubicados en el mapa, con sus respectivas coordenadas.
- Podrá observar todos los detalles, análisis y todos los parámetros en un sistema inalámbrico.
- Visual converge: Permite tener una vista tridimensional del terreno.
- Cobertura de Radio: Indica el nivel de señal recibida en las zonas que rodean la radio base.

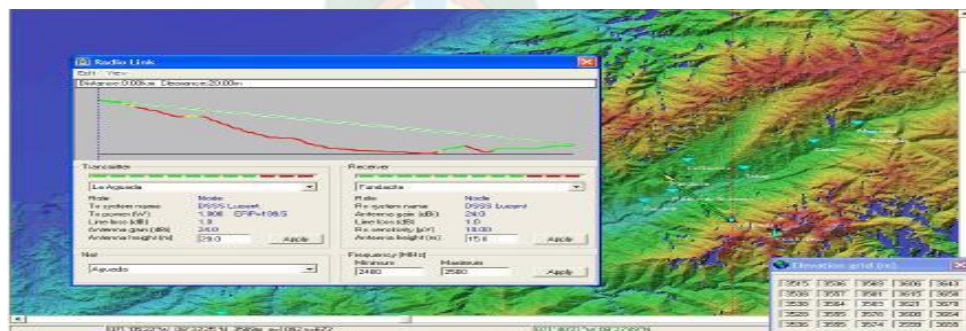


Figura Nro. 5 Análisis del radio enlace (presupuesto de potencia)

3.4. DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE RADIO DIGITAL FM

Iniciamos la ubicación de El Alto donde encuentra la Torre del canal 13 de la Televisión Universitaria hacia la Facultad Técnica donde se instalara la Radio Digital Fm.

3.4.1. Requerimientos de materiales y equipamiento.

Materiales

Nombre del material	Características	Costos
Cable coaxial	<p>50 ohmios cable se utiliza en las conexiones de antena de la radio transmisor.</p> <p>Denominado también RG 58.</p> <p>Tiene una pérdida de 0.758 dB por metro.</p>	<p>El precio del cable depende de su calidad y de su diámetro. Puede variar de 5 bs. el metro de cable para los peores, tipo LMR-100 y RG-58 hasta los 600 bs. el metro para los mejores tipo LMR-1700 1 5/8" LDF, pero estos son muy difíciles de conseguir ya que por sus características y su precio solo se usan para frecuencias y aplicaciones especiales.</p>
Conectores	<p>El conector utilizado es del tipo BNC.</p> <p>El conector BNC (del inglés Bayonet Neill-</p>	<p>Por unidad es de 24 bs.</p>

	<p>Concelman) es un tipo de conector para uso con cable coaxial. Inicialmente diseñado como una versión en miniatura del Conector Tipo C. BNC es un tipo de conector usado con cables coaxiales como RG-58 y RG-59.</p> <p>Muy utilizado en equipos de radio digitales.</p>	
--	---	--

Equipos para Transmisión y Recepción

Modelo	Característica	Costo
Antena Yagi	<p>La impedancia 50 o 75 Ohms, o sea, la impedancia requerida por los equipos conectados a la antena:</p> <p>Antenas de emisión / recepción (por ejemplo, radioaficionados): 50 Ω</p> <p>Una antena Yagi de 6 elementos puede lograr cifras de ganancia ubicadas en el orden de</p>	Dependiendo la calidad el costo está entre 340 y 850 bs.

	los 12dB.	
Transmisor	<p>Modelo: FXi250</p> <p>Marca: BE</p> <p>Si se quiere llegar lejos con una transmisión de radio, entonces se utiliza un transmisor de 50Watts pueda ser escuchado como si emitiera con 1KW (1000Watts) (o vatios).</p>	Tiene un costo de 486000 a 495000 bs.
Microondas	<p>Las principales frecuencias utilizadas en microondas se encuentran alrededor de los 12 GHz, 18 y 23 Ghz, las cuales son capaces de conectar dos localidades entre 1 y 15 millas de distancia una de la otra. El equipo de microondas que opera entre 2 y 6 Ghz puede transmitir a distancias entre 20 y 30 millas.</p>	<p>Los costos del equipo dependen más de la potencia y la frecuencia de la señal operativa los sistemas para distancias cortas son relativamente económicos y está a 695 bs.</p> <p>Dependiendo la marca el costo esta 800 a 1500 bs.</p>

3.4.2. Elección de la Antena para la transmisión.

Antena Yagi.

Como dato útil, podemos decir que una antena Yagi de 6 elementos puede lograr cifras de ganancia ubicadas en el orden de los 12dB. En términos prácticos, esto equivaldría a que un transmisor de 50Watts pueda ser escuchado como si emitiera con 1KW (1000Watts) (o *vatios*). Si en verdad intentas llegar lejos con tu transmisión de radio.

La antena Yagi básica consiste en un cierto número de elementos rectos que miden cada uno aproximadamente la mitad de la longitud de onda. El elemento excitado o activo de una Yagi es el equivalente a una antena dipolo de media onda con alimentación central. En paralelo al elemento activo, y a una distancia que va de 0,2 a 0,5 longitudes de onda en cada lado, hay varillas rectas o alambres llamados reflectores y directores, o simplemente elementos pasivos. Un reflector se ubica detrás del elemento activo y es ligeramente más largo que media longitud de onda; un director se coloca en frente del elemento activo y es ligeramente más corto que media longitud de onda. Una Yagi típica tiene un reflector y uno o más directores. La antena propaga la energía del campo electromagnético en la dirección que va desde el elemento activo hacia los directores, y es más sensible a la energía electromagnética entrante en esta misma dirección. Cuantos más directores tiene una Yagi, mayor la ganancia. Cuantos más directores se agreguen a una Yagi, la misma va a ser más larga. La siguiente es una foto de una antena Yagi con 6 directores y 1 reflector.

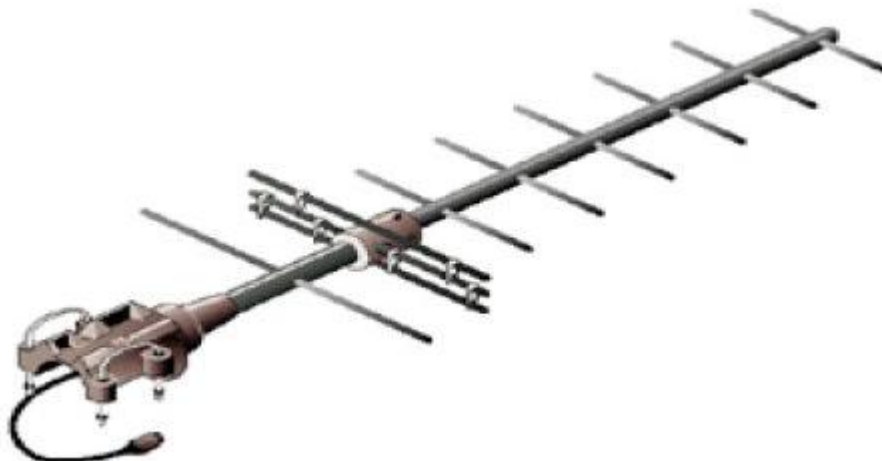


Figura Nro. 6 Antena Yagi

Las antenas Yagi son utilizadas principalmente por los enlaces Punto a Punto; tienen una ganancia desde 10 a 20 dBi y un ancho de haz horizontal de 10 a 20 grados.

3.4.3. Elección del Transmisor.

Transmisor BE FXi250



Figura Nro. 7 Transmisor

Tipo: transmisor Fm estado sólido.

Modelo: FXi250

Marca: BE

Descripción:

Este transmisor/excitador digital provee una excepcional performance de audio, y por su diseño sirve para radios digitales. Con 250 watts de potencia de salida tiene en su versión estándar dos SCA y un codificador RDS.

3.4.4. Elección del Microondas para la señal de la Radio Digital

Un sistema de microondas consiste de 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 GHz, 18 y 23 GHz, las cuales son capaces de conectar dos localidades entre 1 y 15 millas de distancia una de la otra. El equipo de microondas que opera entre 2 y 6 GHz puede transmitir a distancias entre 20 y 30 millas.

3.5. Cálculos para la obtención de la Radio Digital Fm.

Modelos a calcular las diferentes ecuaciones de diseño.

3.5.1. Potencia Vs. Distancia

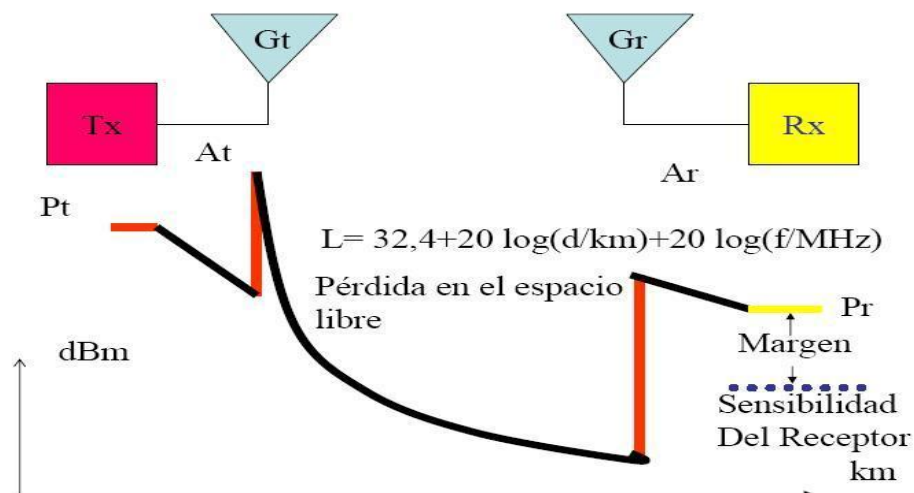


Figura Nro. 8 Potencia - Distancia

3.5.2. Altura de las Torres para las Antenas Transmisoras.

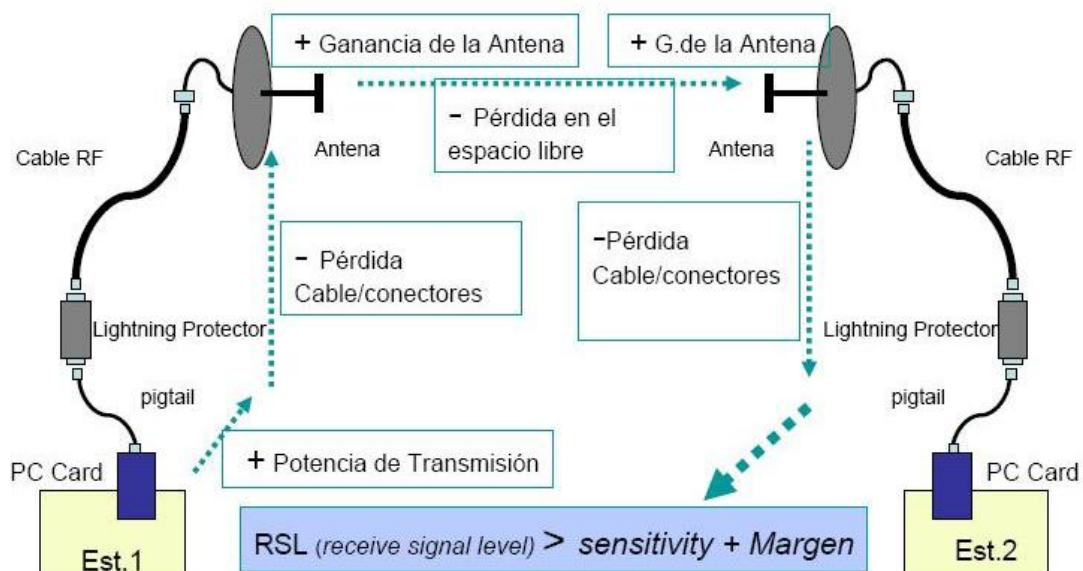


Figura Nro. 9 Antenas Transmisoras.

3.5.3. Margen del sistema en 2.4 GHz

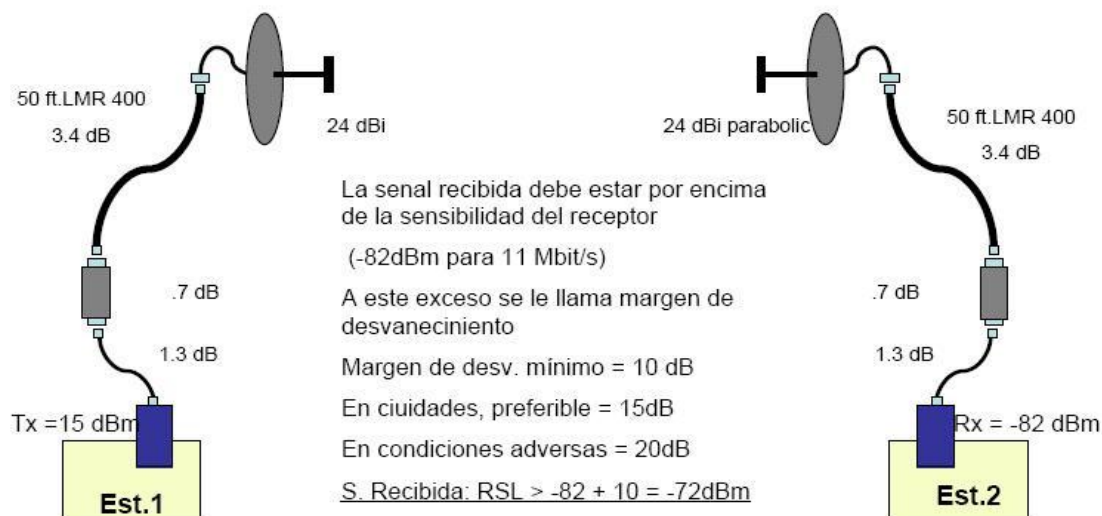


Figura Nro. 10 Margen del Sistema.

Ejemplo de cálculo:

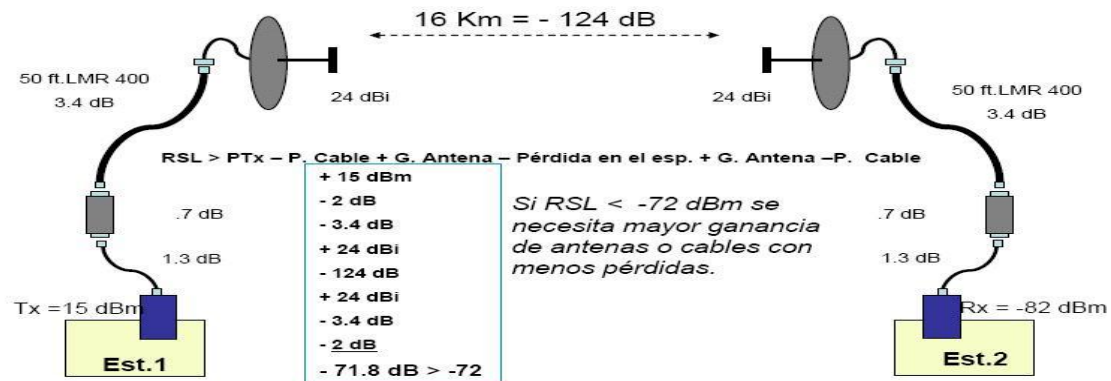


Figura Nro. 11 Ganancia y Pérdidas.

3.6. Cálculos para nuestro diseño.

3.6.1. Frecuencias propuestas

F1 = 105.7 Mhz.

F2 = 10 Ghz.

3.6.2. Distancia

Se calcula de acuerdo a la Latitud y Longitud desde el punto de partida, en este caso será desde Alpacoma.

Obtenemos lo siguiente:

$$d = \frac{2\pi Rt}{360^\circ} \cos^{-1} \left\{ \sin \theta_1 \sin \theta_2 + \cos \theta_1 \cos \theta_2 \cos (\theta_1 - \theta_2) \right\}$$

$$d = \frac{2\pi 6378.16 \text{ Km}}{360^\circ} \cos^{-1} \left\{ \sin 16^\circ 31' 21.37'' \sin 68^\circ 8' 46.76'' + \cos 16^\circ 31' 21.37'' \cos 68^\circ 8' 46.76'' \cos (16^\circ 31' 21.37'' - 68^\circ 8' 46.76'') \right\}$$

$$d = 114.50 \cos^{-1} \left\{ 0.28 \cdot 0.93 + 0.96 \cdot 0.37 \cos(-51.63) \right\}$$

$$d = 114.50 \cos^{-1} \left\{ 0.2604 + 0.3552 \cdot 0.62 \right\}$$

$$d = 114.50 \cos^{-1} (0.2604 + 0.2202)$$

$$d = 114.50 \cos^{-1} (0.4806)$$

$$d = 3.06 \text{ Km}$$

3.6.3. Prestaciones del Radio Enlace

El cálculo de todas las ganancias y pérdidas desde el transmisor hasta el receptor

Un buen presupuesto de enlace es esencial para el funcionamiento del mismo

Estimación de pérdidas/ganancias en un radioenlace:

Diseño adecuado

Correcta elección de los equipos

- $T \text{ (dBm)} = 10 \log_{10} (\text{Potencia de transmisión en Watts}) + 30$
- $L1 \text{ (dB)} = \text{Pérdida de la línea de TX.}$
- $A1 \text{ (dBi)} = \text{Ganancia de la antena TX.}$
- $P \text{ (dB)} = \text{Pérdida en el espacio}$
- $A2 \text{ (dBi)} = \text{Ganancia de la antena RX}$
- $L2 \text{ (dB)} = \text{Pérdida en la línea de RX}$
- $R \text{ (dBm)} = 20 \log_{10} (\text{Umbral de RX en micro voltios}) - 107$

El Margen en dB:

$$M \text{ (dB)} = \text{Señal RX (dBm)} - R \text{ (dBm)}$$

$$M \text{ (dB)} = (T_x - L1 + A1 - P + A2 - L2) - R$$

3.6.3.1. Elementos de un Radioenlace

Se divide en tres factores importantes:

Lado de Transmisión

Potencia de Transmisión, pérdidas en el cable, ganancia de antena Tx

Lado de Propagación

FSL, zona de Fresnel

Lado Receptor

Ganancia de antena Rx, pérdidas en el cable, sensibilidad del receptor

Calculando tenemos:

➤ Lado de Transmisión.

$$T \text{ (dBm)} = 10 \log_{10} (1000 \text{ Watts}) + 30$$

$$= +25 \text{ dBm.}$$

$$L1 \text{ (dB)} = \text{Pérdida de la línea de TX.}$$

$$= 30 \cdot 0.1 \left(\frac{\text{dB}}{\text{m}} \right) - 18\text{m}$$

$$= 3 - 18\text{m}$$

$$= -15\text{dB}$$

$$A1 \text{ (dBi)} = G(\text{dBd}) + 2,14$$

$$= +21 \text{ dBi}$$

➤ **Lado de propagación.**

P (dB) = Pérdida en el espacio

$$\text{FSL (dB)} = 20 \log_{10} (25.45 \text{ Km}) + 20 \log_{10} (10 \text{ hz}) - 187.5$$

$$\text{FSL (dB)} = -124.5 \text{ dB}$$

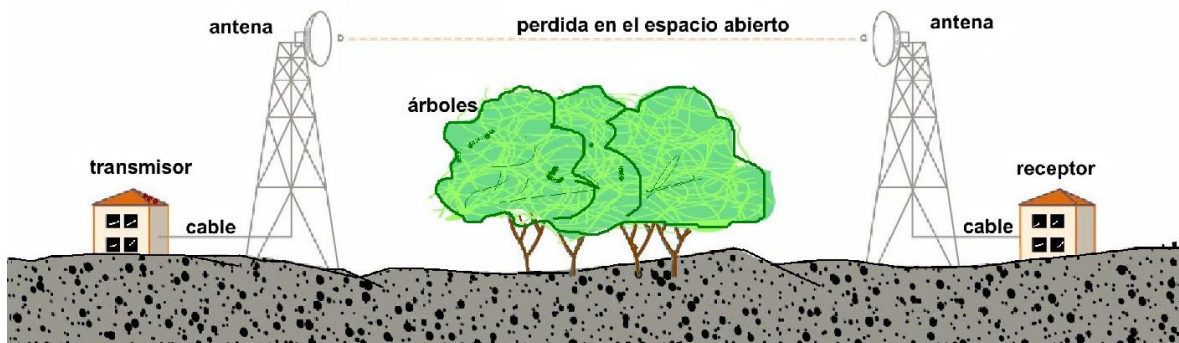


Figura Nro. 12 Pérdidas en el espacio

Zona de Fresnel.

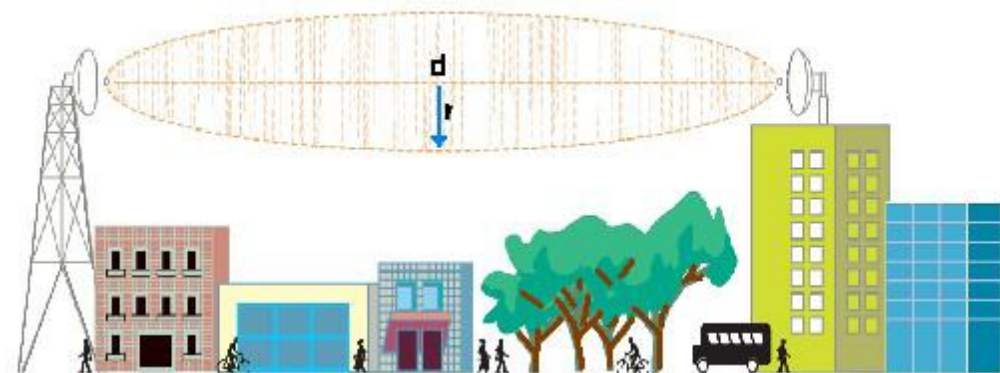


Figura Nro. 13 Zona de Fresnel

Se llama Zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda - electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

- r_n = radio del cráneo de Fresnel en metros ($n=1,2,3\dots$).
- d_1 = distancia desde el transmisor al objeto en metros.
- d_2 = distancia desde el objeto al receptor en metros.
- λ = longitud de onda de la señal transmitida en metros.

Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel como se ve en la Figura Nro. 13 (r_1 de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central. En unidades del SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Donde:

- r_1 = radio en metros (m).
- D = distancia en kilómetros (km) ($d_1 = d_2$, $D = d_1 + d_2$).
- f = frecuencia de la transmisión en gigahercios (GHz) ($\lambda = \frac{c}{f}$)

Aplicando la formula tenemos:

$$r = 17,32 \cdot \sqrt{((d_1 \cdot d_2) / (d \cdot f))}$$

$$r = 17,32 \cdot \sqrt{((5.12 \cdot 25.45) / (32.18 \cdot 10 \text{ Ghz}))}$$

$$r = 3.48$$

Margen de Desvanecimiento

$$F_m = 30 \log d + 10 \log (6 \cdot a \cdot b \cdot f) - 10 \log (1 - R_n) - 70$$

$$= 30 \log 2.75 + 10 \log (6 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 105.7) - 10 \log (1 - 0.4) - 70$$

$$= 13.18 + 10 \log (317.1) - 10 \log (0.6) - 70$$

$$= 13.18 + 25.01 - (-2.22) - 70$$

$$= 13.18 + 25.01 + 2.22 - 70$$

$$= -29.59$$

En la figura Nro. 14 tenemos los trazados visualizados obteniendo resultados de un punto a otro.

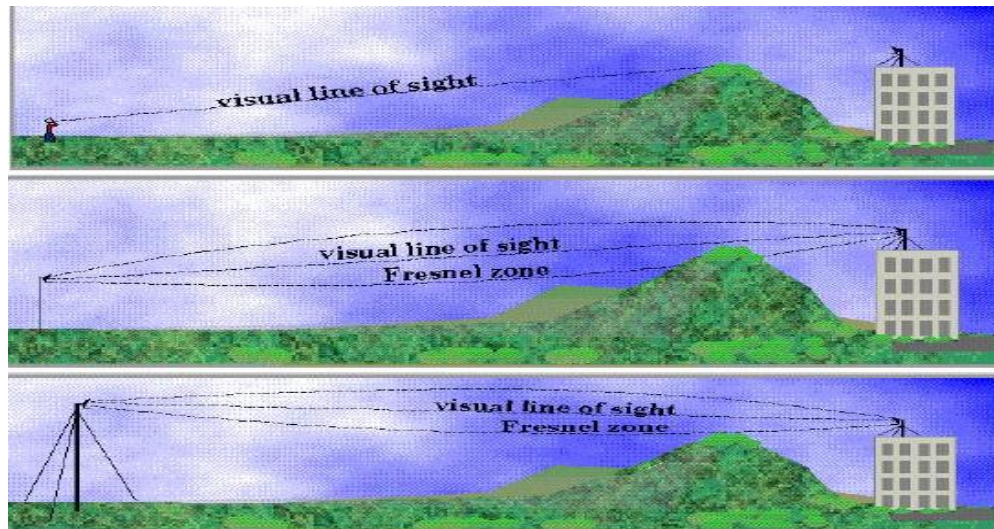


Figura Nro. 14 Trazados visualizados de la Zona de Fresnel.

➤ **Lado Receptor**

$$A2 \text{ (dBi)} = G(\text{dBm}) + 2,14$$

$$= + 21 \text{ dBi}$$

$$L2 \text{ (dB)} = \text{Pérdida en la línea de RX}$$

$$= 30 \cdot 0.1 \left(\frac{\text{dB}}{\text{m}} \right) - 15\text{m}$$

$$= 12 \text{ dB}$$

Perdida en el espacio libre

$$L = 32.4 + 20 \log (d/\text{m}) + 20 \log (f/\text{Mhz})$$

$$= 32.4 + 20 \log 2.75 \text{ km} + 20 \log 105.7 \text{ Mhz}$$

$$= 32.4 + 8.78 + 40.48$$

$$= 81.66$$

$$R \text{ (dBm)} = 20 \log_{10} (\text{Umbral de RX en microvoltios}) - 107$$

$$= 20 \log_{10} (-85\text{dB}) - 107$$

$$= 20 (-85 \text{ dB}) - 107$$

$$= 181.9 \text{ dBm}$$

3.7. Inicio de la búsqueda de lugares con Radio Mobile.

3.7.1 Configuración de las unidades.

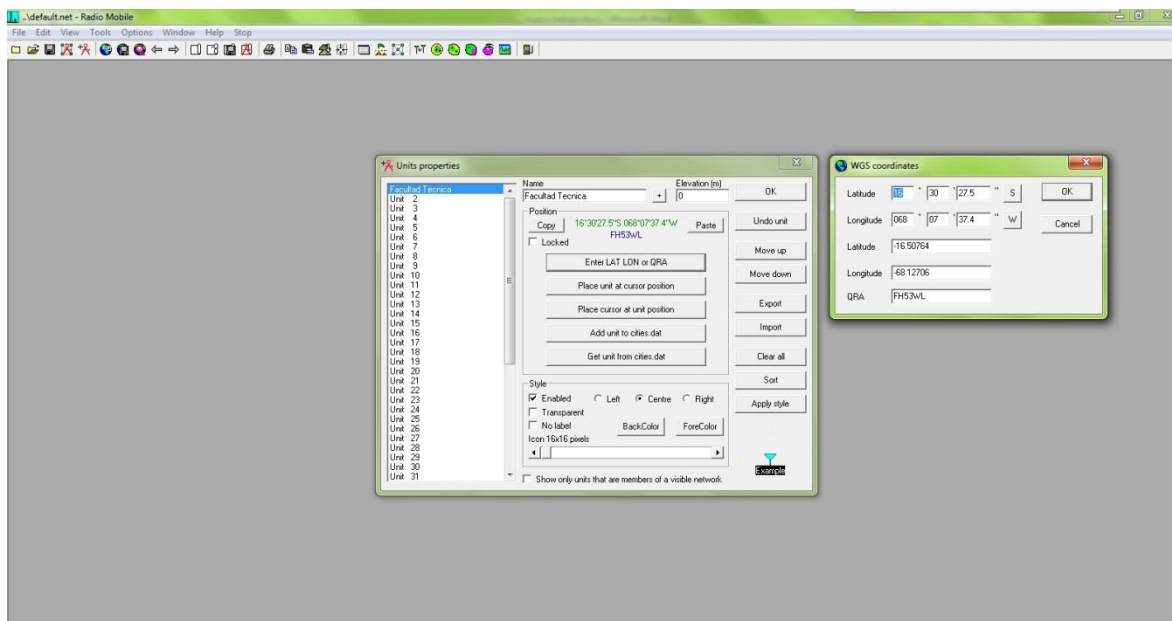


Figura Nro. 15 Ingresando Datos

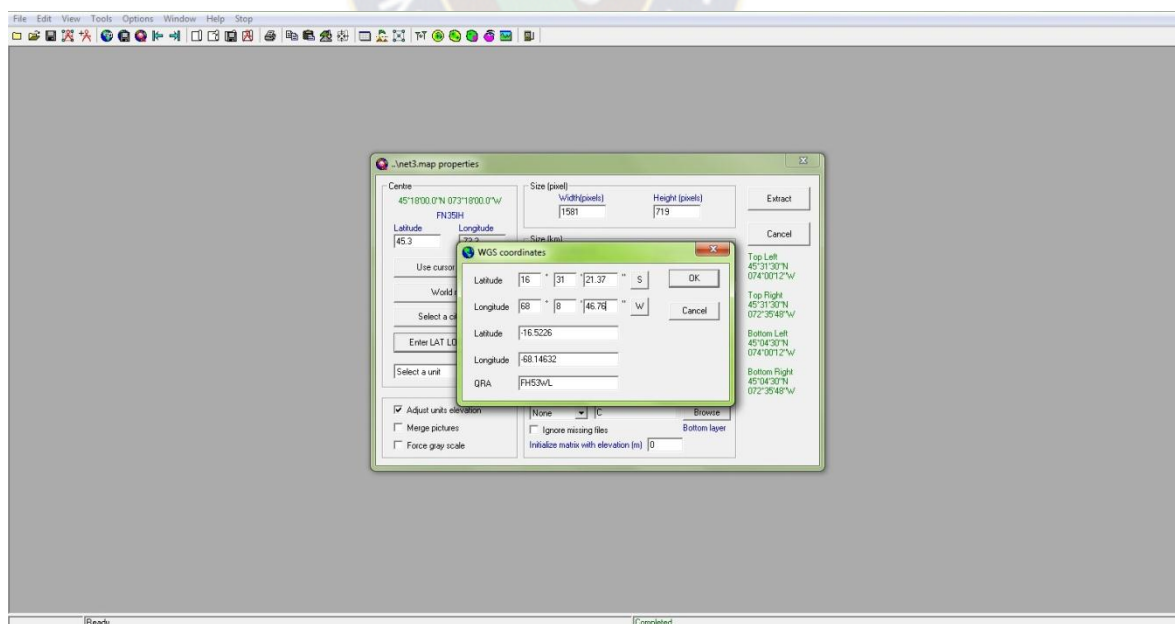


Figura Nro. 16 Ingresando Unidades.

3.8. Finalizando con la búsqueda en el mapa de Google earth.

3.8.1. Localización de la Facultad Técnica en la Av. Arce.

Ubicamos la Facultad Técnica en el mapa de Google earth.

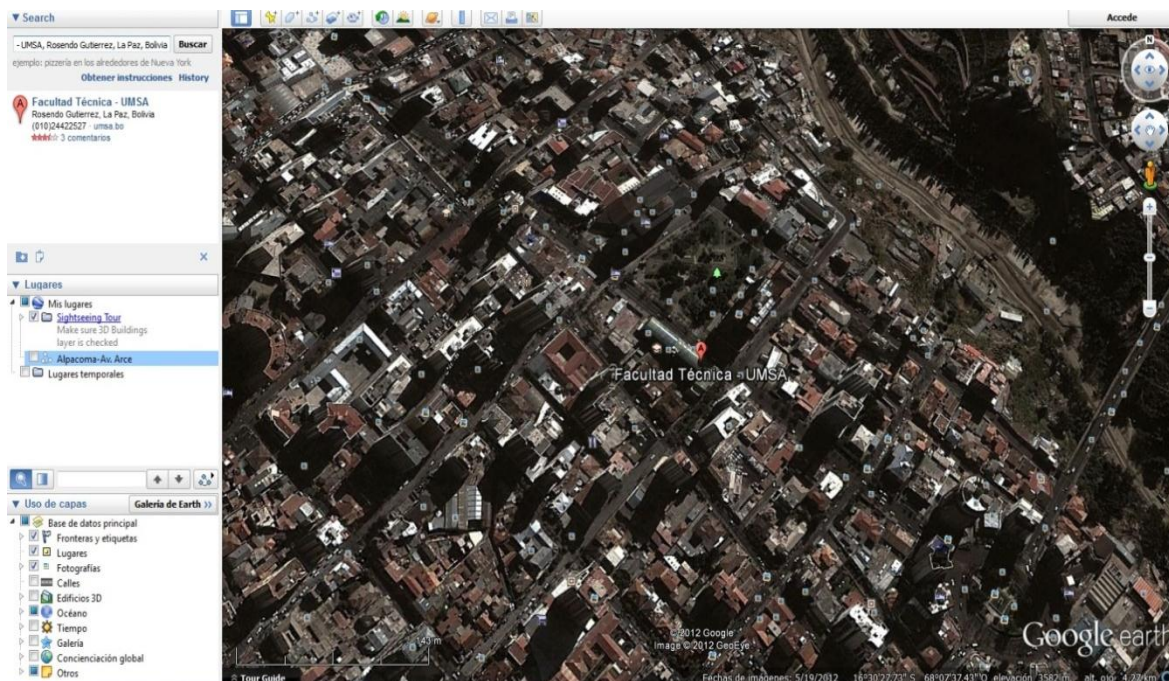


Figura Nro. 17 Facultad Tecnología.

3.8.2. Localización de Alpacoma.

Ubicamos Pasankeri hacia las antenas de Alpacoma.

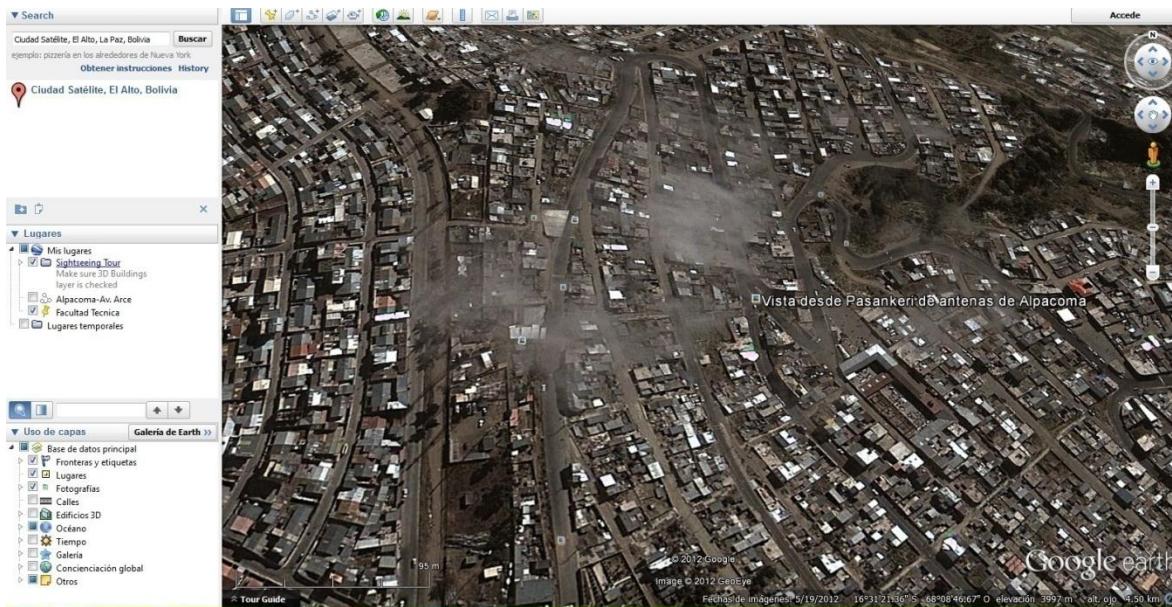


Figura Nro. 18 Alpacoma

3.8.2.1. Antenas vistas desde Alpacoma - Pasankeri

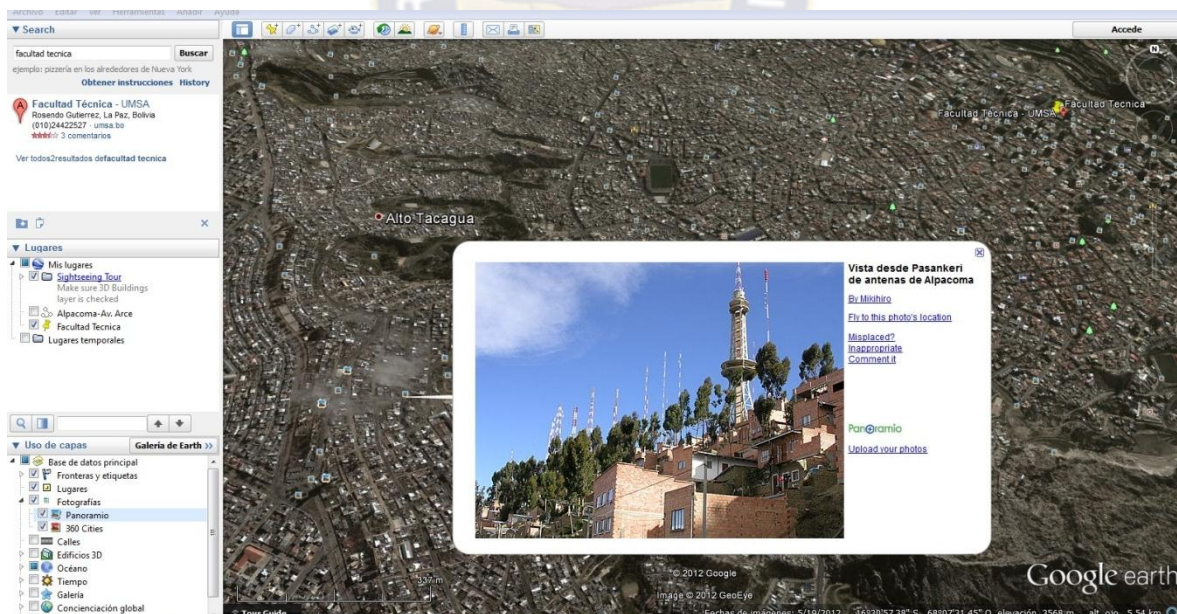


Figura Nro. 19 Antenas de Alpacoma

3.8.3. Distancia entre ALPACOMA y la FACULTAD TECNOLOGÍA.

La distancia es 2.71 Km.

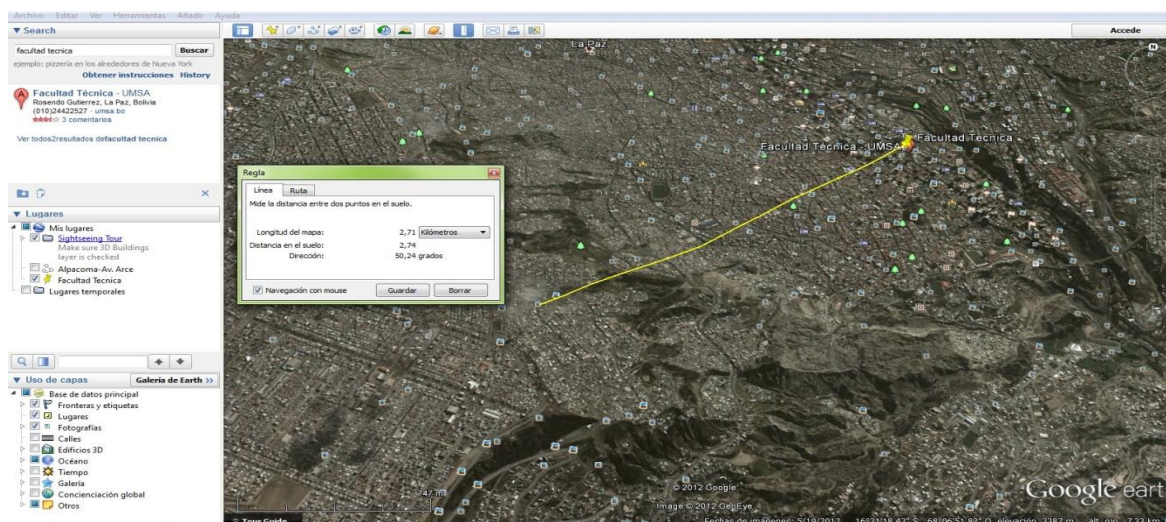


Figura Nro. 20 Distancia Alpacomá – Facultad Tecnología

3.9. Coordenadas geográficas de las Estaciones.

3.9.1. AV. ARCE

Latitud : 16°30'26,64" Sur

Longitud : 68°7'36,16" Oeste

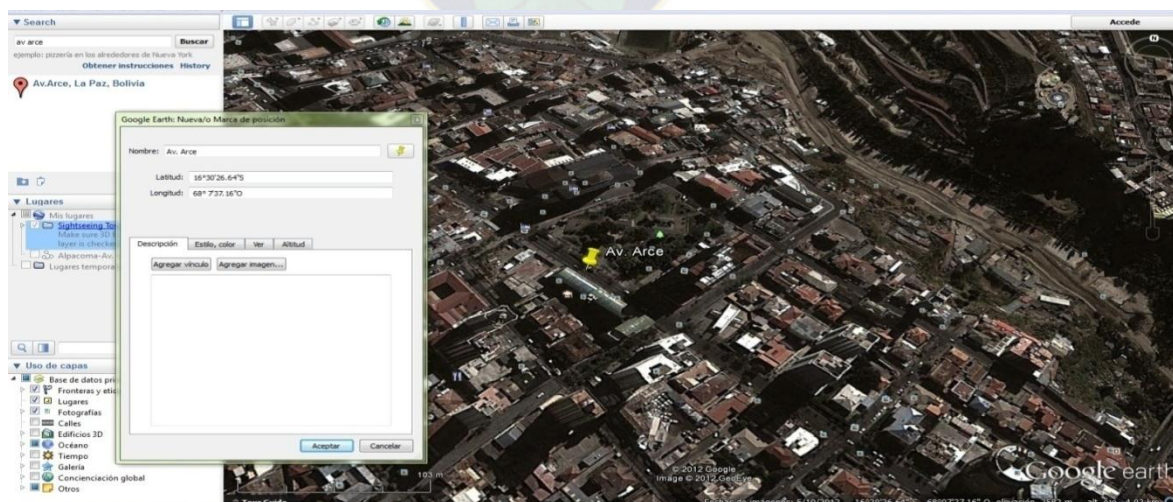


Figura Nro. 21 Av. Arce

3.9.2. PASANKERI DESDE LAS ANTENAS DE ALPACOMA.

Latitud : 16°31'21.37" Sur

Longitud : 68° 8'46.76" Oeste

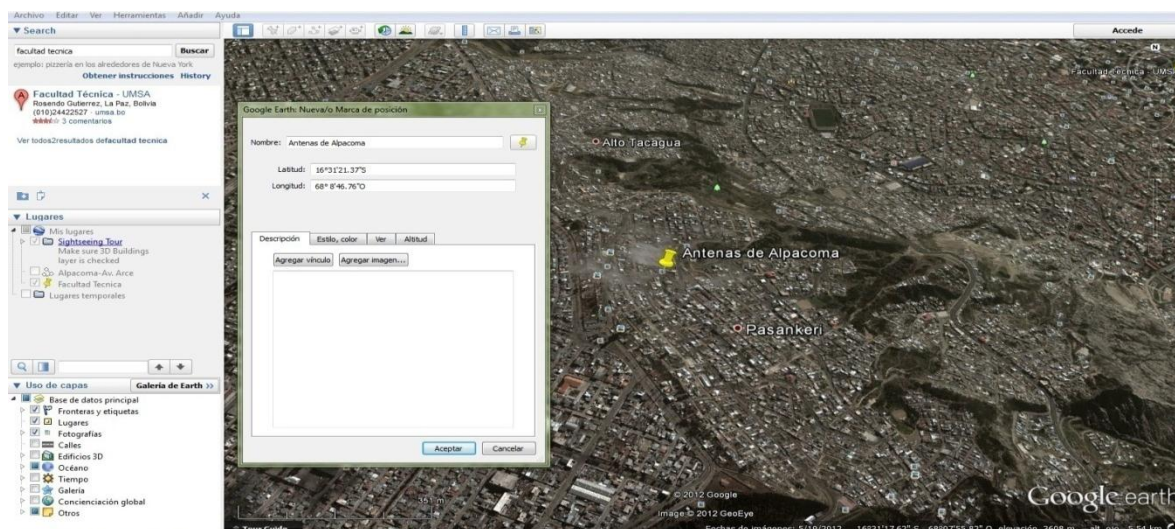


Figura Nro. 22 antenas de Alpacoma.

3.9.3. FACULTAD TÉCNICA

Latitud : 16°30'27,52" Sur

Longitud : 68°07'37,41" Oeste

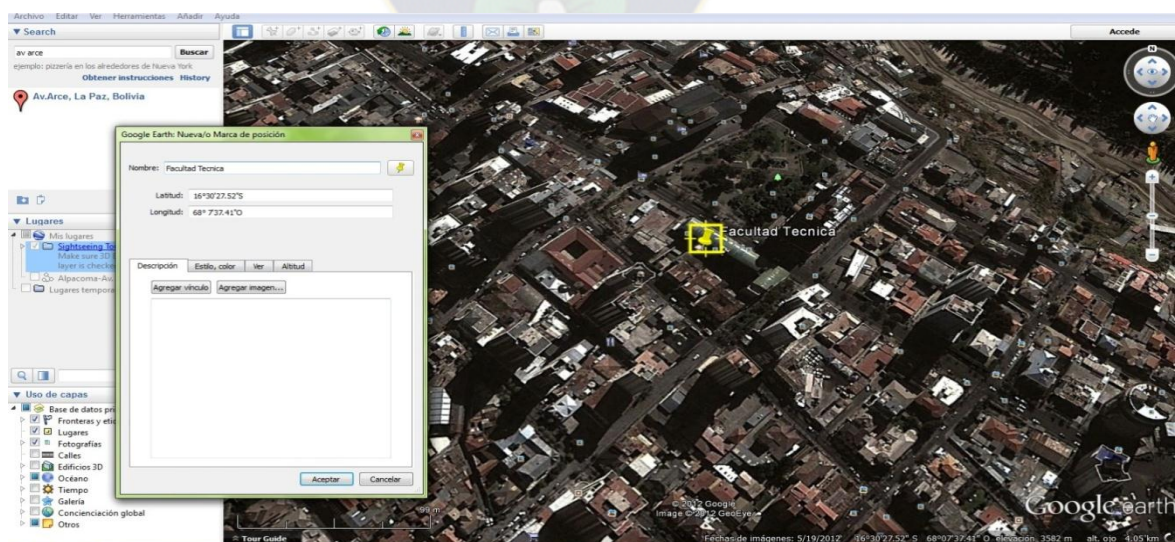


Figura Nro. 23 Facultad Tecnología

3.10. Dirección y ubicación descriptiva de dichas estaciones.

La oficina central se encuentra en la ciudad de La Paz, Av. Arce Nro. 2299

3.11. Ancho de Banda solicitado.

La regla de Carson es el nombre común que se le da a una regla general conocida en telecomunicaciones referente al ancho de banda, y que establece que aproximadamente toda la potencia (~98%) de una señal consistente en una portadora senoidal modulada en frecuencia está comprendida dentro de un ancho de banda (alrededor de la frecuencia portadora)

$$B_T = 2(\Delta f + f_m)$$

Donde Δf es la desviación máxima de la frecuencia instantánea $f(t)$ (que es un efecto de modular en frecuencia, al igual que en Amplitud Modulada (AM) se define el índice de modulación respecto a la amplitud) respecto a la portadora f_c (asumiendo que $x_m(t)$ está normalizada en el rango ± 1), y donde f_m es el ancho de banda de la señal moduladora (que se define "en banda base" y es el mismo para la señal modulada).

El ancho de banda solicitado está de acuerdo con las normas Internacionales de Radio Digital FM por difusión que es de 50 KHz.

3.11.1. Regla de Carson en función del índice de modulación

También se puede definir mediante la siguiente expresión:

$$B_T = 2(D + 1)W$$

Donde W es el ancho de banda de la señal moduladora (si esta es un tono puro será su misma frecuencia) y D es el índice de modulación.

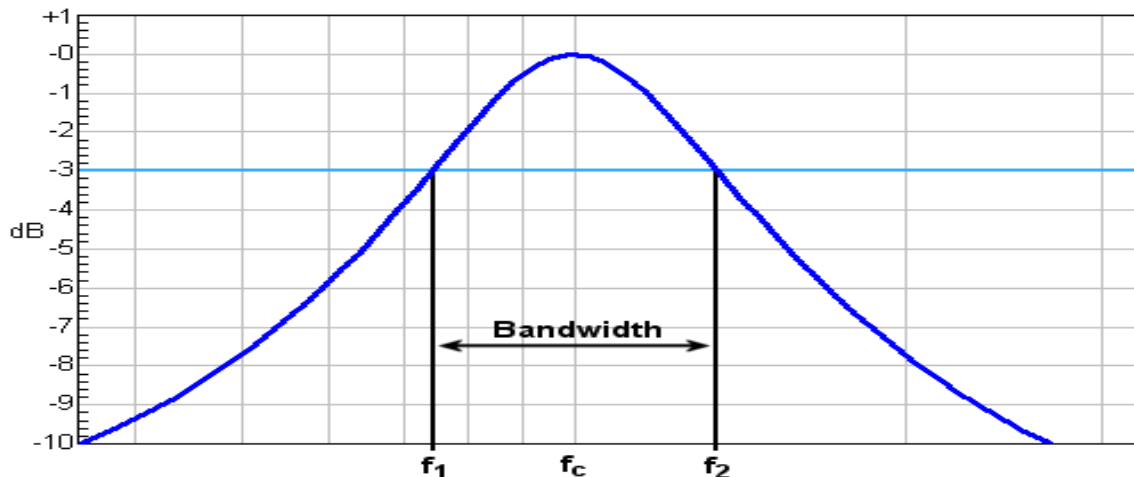


Figura. Nro. 24 El ancho d banda viene determinado por las frecuencias comprendidas entre f1 y f2

3.12. Número de canales de Radiofrecuencia.

Número de canales.- En este caso operara con 1 solo canal.

3.13. Potencia nominal de los transmisores.

El equipo tiene una potencia nominal de 1 Kw

$$P = 1\text{Kw}$$

3.14. Potencia radiada efectiva de los transmisores.

Para el cálculo de la potencia efectiva radiada “PER” emplearemos la siguiente fórmula:

$$\text{PER} = 10 \log P (\text{KW}) + \text{GA} (\text{DB}) - (\text{PF} + \text{PD} + \text{PDR} + \text{PDB} + \text{PDP} + \text{PCC}) (\text{dB})$$

Donde P es la del transmisor expresado en Kw, en nuestro caso será:

1 Kw.

GA es la ganancia de la antena expresado en dB, en nuestro caso será:

6,6 dB.

PF = Perdidas en Feeder 0.2 dB.

PDR = Perdidas en el derivado 0.2 dB.

PDP = Perdidas en el divisor de potencia 0.3dB.

PCC = Perdida de atenuación cable coaxial 0.3dB.

$$\text{TOTAL DE PERDIDAS} = -1\text{DB}$$

Desarrollando la formula tenemos:

$$\text{PER} = 10 \log P (\text{Kw}) + \text{GA} (\text{dB}) - (\text{PF} + \text{PDR} + \text{PDP} + \text{PCC}) (\text{dB})$$

$$\text{PER} = 10 \log 0.001 \text{Kw} + 6,6 \text{ dB} - 1 \text{dB}$$

$$\text{PER} = -24.4 \text{ DBK}$$

3.15. Elevación de los sitios de Transmisión.

3.15.1. FACULTAD TECNICA.

En la Av. Arce la ubicación de la Facultad Técnica esta a 3582 metros sobre el nivel del mar.

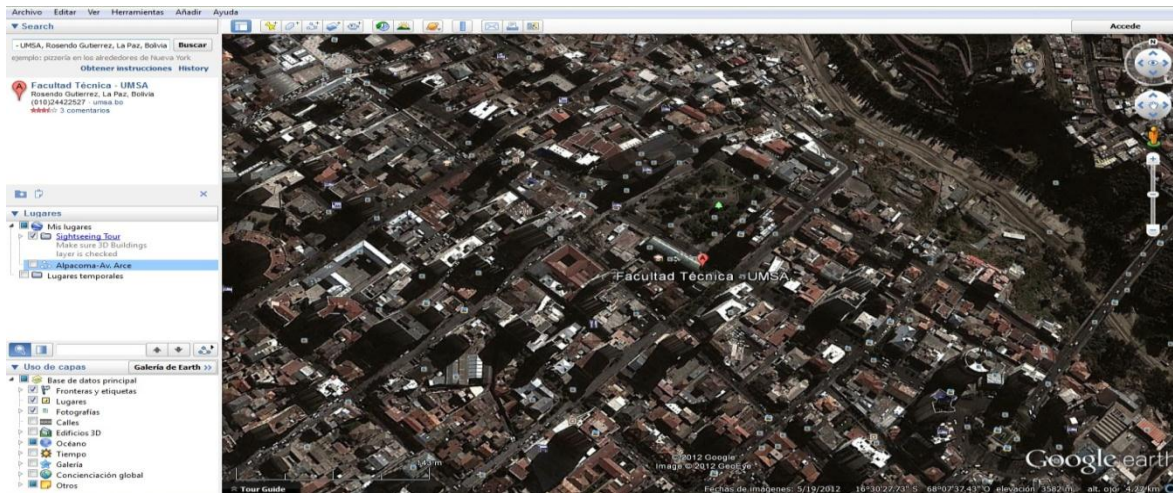


Figura Nro. 25 Elevación de la Facultad Tecnología

Calculando la elevación de Transmisión tenemos:

3582 mts. + 7 pisos de Facultad Técnica + 30 mtrs. = 3619 mts.

La elevación será 3619 metros.

3.15.2. PASANKERI DESDE LAS ANTENAS DE ALPACOMA

Alpacoma se ubica a 3996 metros sobre el nivel del mar.

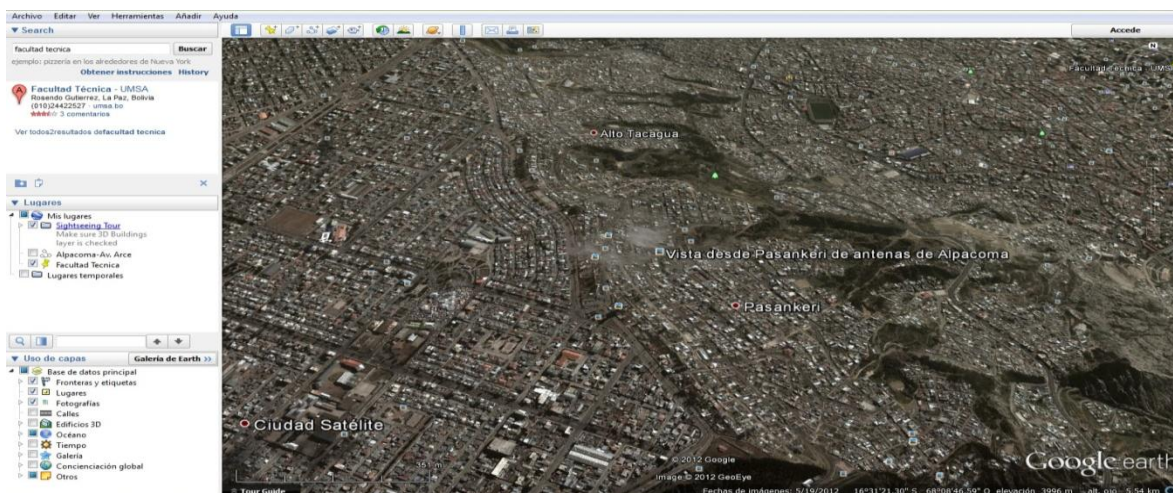


Figura Nro. 26 Elevación de Alpacoma.

Calculando la elevación de Transmisión tenemos:

$$3996 \text{ mts.} + 30 \text{ mtrs} = 4026 \text{ mts.}$$

La elevación será 4026 metros.

3.16. Enlace entre la carrera de Electrónica y Alpacoma.

3.16.1. Ubicación Facultad Técnica y Alpacoma.

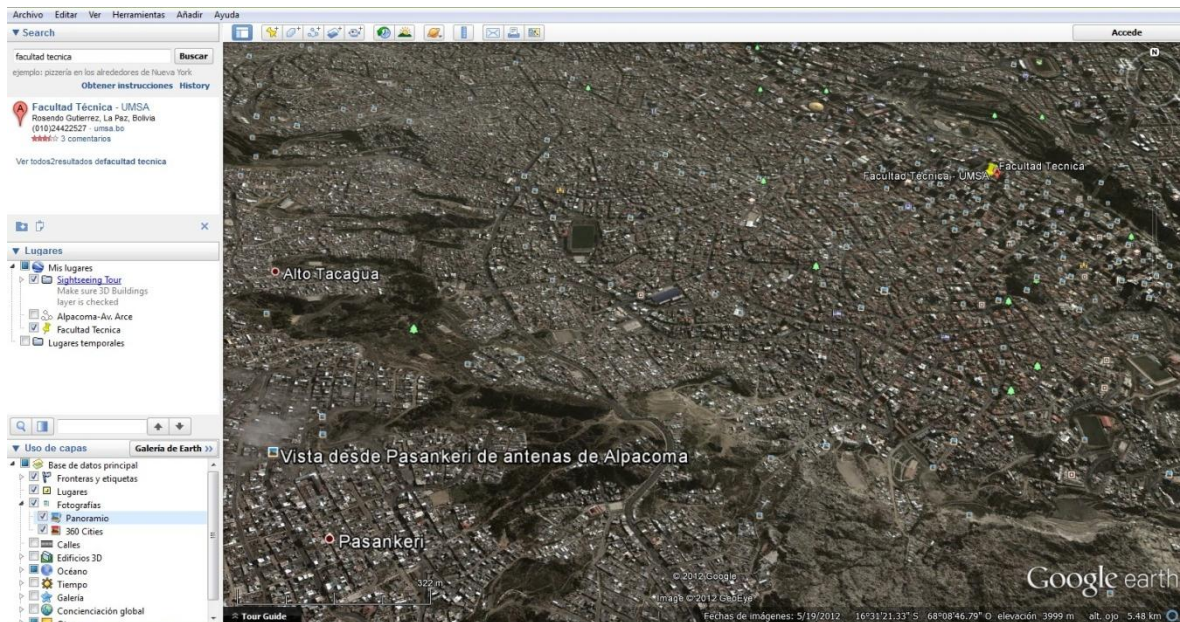
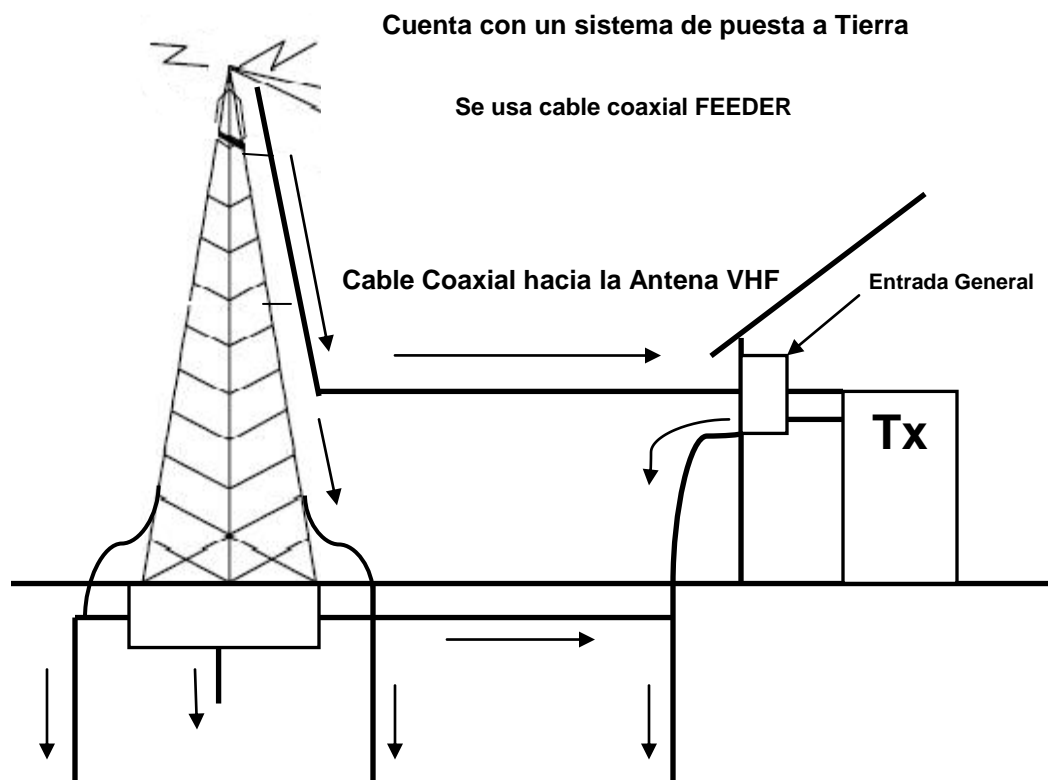


Figura Nro. 27 Enlace entre Alpacoma y la Facultad Tecnología

3.17. ESQUEMA DE CADA ESTACIÓN

Está de acuerdo a las características de cada instalación y el lugar, el siguiente es un esquema general:



La altura de las antenas transmisoras en la zona Central y zona Miraflores se ha considerado 18mts. para Radioenlace.

a) Características de las Torres

Torre de 30 metros, armado en módulos de 3 metros en tubería industrial galvanizado de 25m.m. el diámetro Arriostrada por cable de acero de $\frac{1}{8}$ " de diámetro.

El material utilizado es totalmente galvanizado para evitar la corrosión por la humedad.

3.18. TIPO DE ANTENA TRANSMISORA.

El sistema Irradiante está compuesta por una antena base omnidireccional marca Eiffel Modelo VHFO5DB de fabricación argentina de acuerdo a las siguientes características eléctricas.

Potencia máxima de entrada	150 Watts
Proyección contra descargas	Irradiante a masa
Rango de Frecuencia (ajustable)	138 Mhz. 174 Mhz.
IMPEDANCIA	50 Ohmios
POLARIZACION	Vertical
GANANCIA DE ANTENA	7.1 dBi
ROE TIPICO	1.5 : 1
CONECTOR DE ANTENA	UHF hembra (SO239)

3.19. ANTENA DECIBEL PARA TRANSMISIONES DE FM

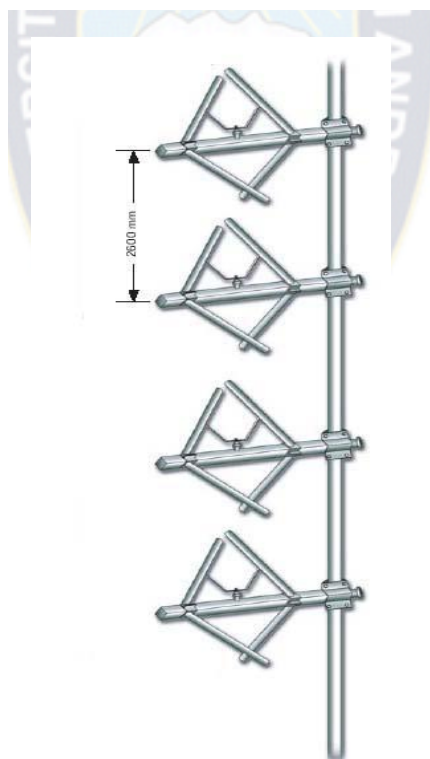


Figura Nro. 87 Antena decibel

La antena de decibel es adecuada para la transmisión de Fm y generar señales.

3.20. ANTENAS OMNIDIRECCIONALES.

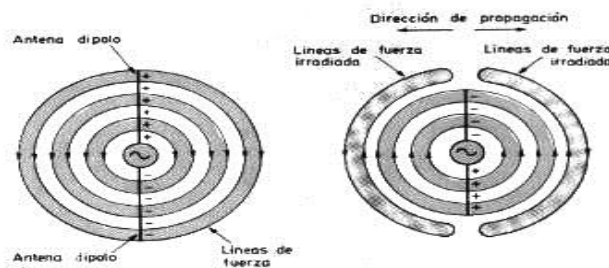


Figura Nro. 29 Características de la antena Omnidireccional

Se les llama también antenas de fuste vertical. Se utilizan principalmente para emitir la señal en todas las direcciones. En realidad la señal que emite es en forma de óvalo, y sólo emite en plano (no hacia arriba ni hacia abajo).



Figura Nro. 30 Antena Omnidireccional.

Se suelen colocar en espacios abiertos para emisión todas las direcciones. También se usan en espacios cerrados. En caso de colocarlas en el exterior es conveniente colocarle un filtro de saltos de tensión, para evitar problemas con tormentas eléctricas. Son baratas, fáciles de instalar y duraderas. Su ganancia está en torno a los 15 dBi.

3.21. Tipo de polarización electromagnética de la Estación de Transmisión.

3.21.1 POLARIZACION TIPO VERTICAL

Si una antena trabaja en polarización vertical (por ejemplo, perpendicular a la superficie del suelo), en teoría sólo puede transmitir y recibir ondas verticalmente polarizadas (el campo eléctrico ha de variar en una dirección perpendicular al suelo).

3.22. Compromiso financiero para el Proyecto.

3.22.1. Lista de precios de antenas.

Varía según la medición en metros. Como podemos observar para 3.7 mts. que relativamente utilizaremos una de 30 mts. el precio en \$us es de 21.235

Antena	Precio en US \$
4.57 m	24.550
3.7 m	21.235
3 m	15.850
2.4 m	10.140
1.8 m	9.850

3.22.2. Precios por códigos.

1.8 m (UHX6-59W) => US \$ 9850

3 m (UHX10-59W) => US \$ 15850

4.57 m (HP15-59W) => US \$ 24550

2.5 m (UHP8-59W) => US \$ 10140

3.7 m (UHX12-59W) => US \$ 21235

3.23. Cálculo de las repetidoras para obtener LÍNEA DE VISTA.

3.23.1. REPETIDOR 1

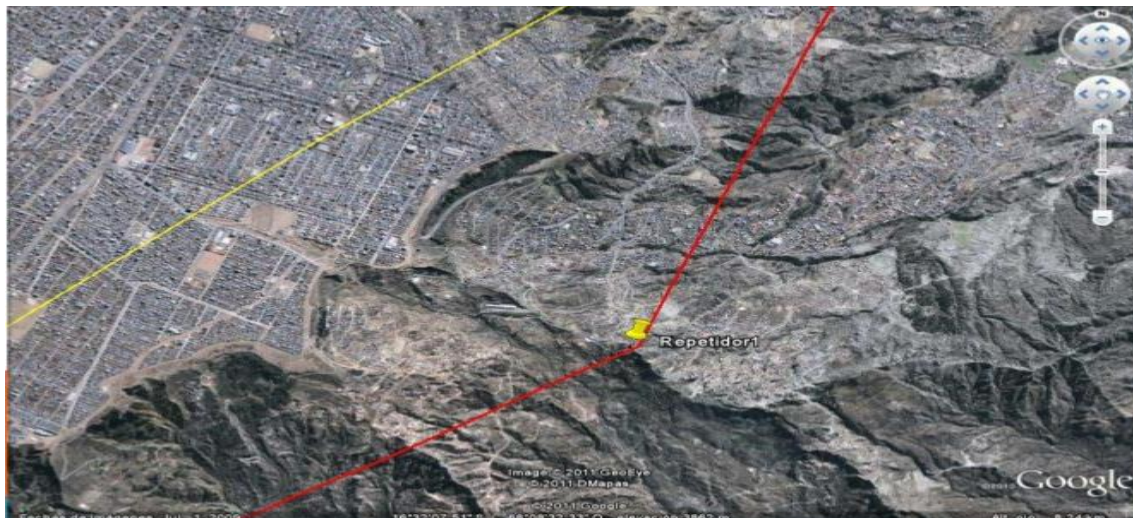


Figura Nro. 31 Imagen del Repetidor 1

3.23.2. REPETIDOR 2

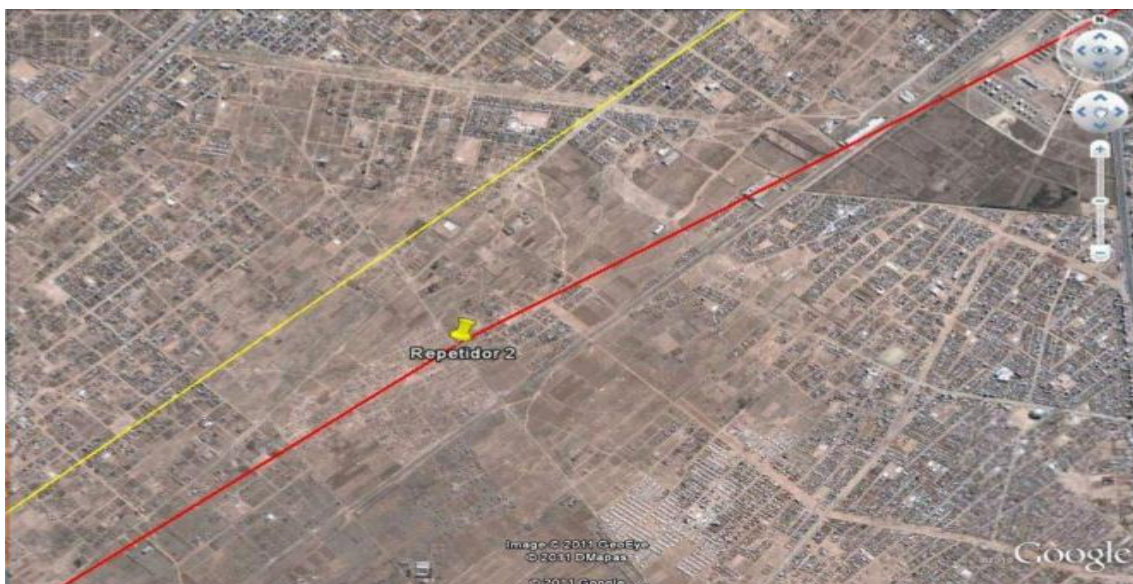


Figura Nro. 32 Imagen del Repetidor 2

3.24. Ubicación de las antenas en el Software Radio Mobile.

Al pinchar en los mapas podemos ver la ubicación global en coordenadas, grados y minutos, usando esa información para configurar la ubicación de las Antenas en el Software.

3.25. Configuración de las unidades.

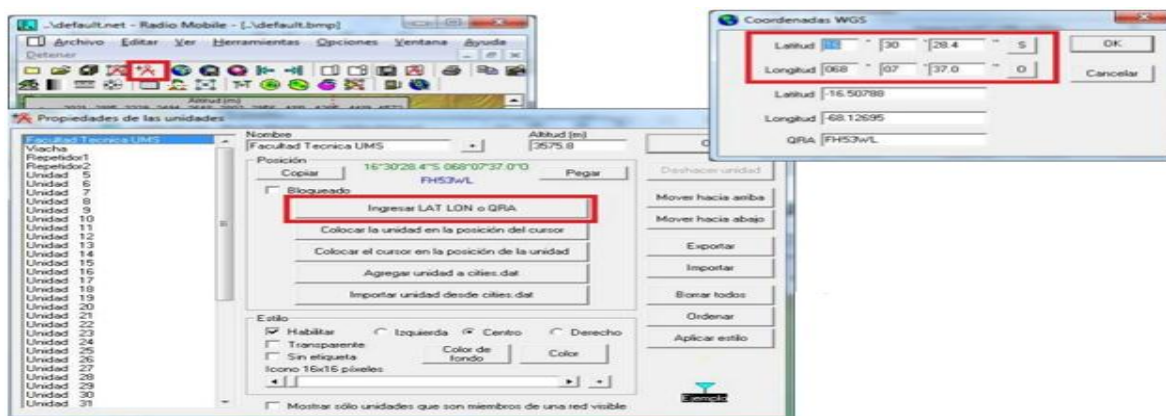


Figura Nro. 33 Configuraciones con el Radio Mobile

3.26. Ubicación de los lugares

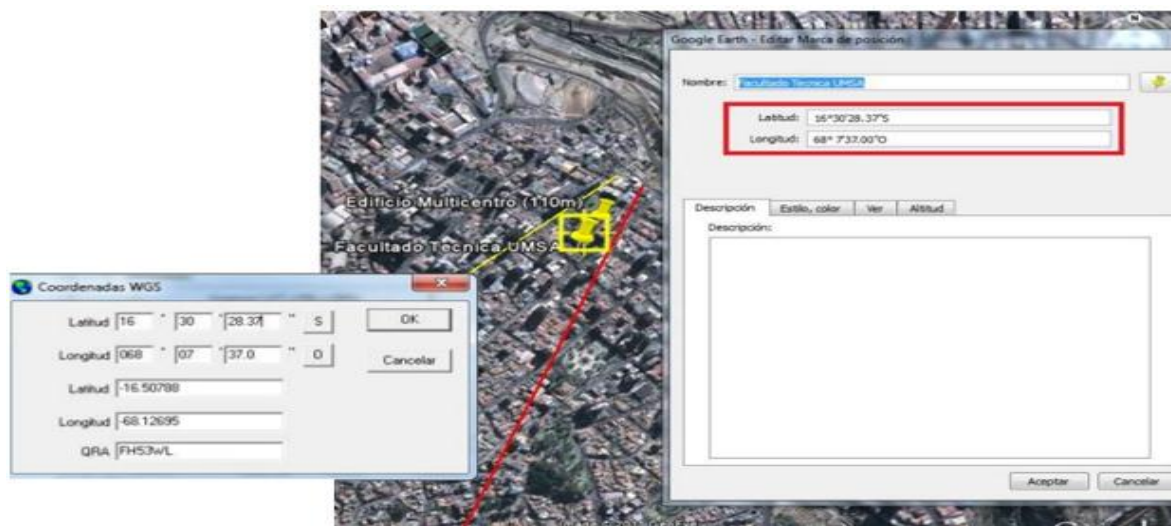


Figura Nro. 34 Ubicación de lugares en el mapa.

3.27. Radio Mobile

Acá observamos las antenas en las ubicaciones que escogimos y vemos que enlacen entre ellos, esta de color verde y eso nos indica que existe conectividad sin problema entre ellos.

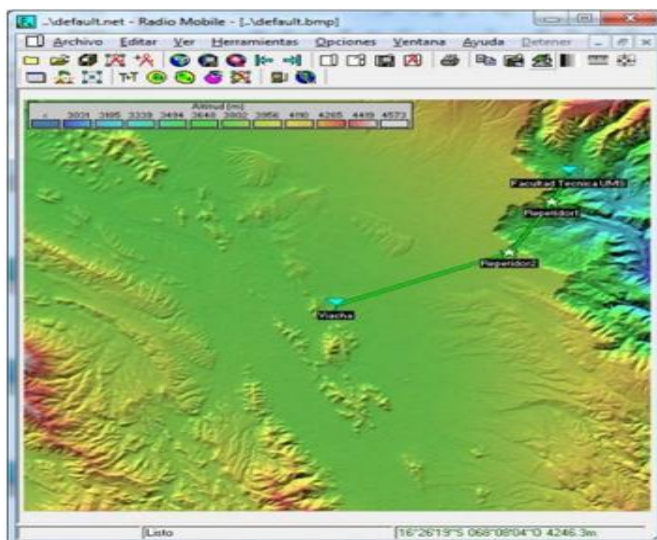


Figura Nro. 35 Mapa de Radio Mobile

3.28. Enlace de Radio

En este icono se puede observar mejor más a fondo el enlace entre cada antenna.

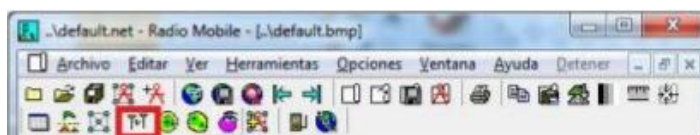


Figura Nro. 36 Icono del Radio Mobile



Figura. Nro. 37 Enlace entre cada Antena

El color rojo indica la conexión de las repetidoras para luego obtener la línea de vista requerida.

El color amarillo indica la conexión que existe de la línea de vista sin ningún obstáculo alguno

3.29. Diseño de la Torre



Las torres son el soporte metálico donde colocamos las antenas propiamente dichas que están conectadas al transmisor por un cable llamado coaxial.

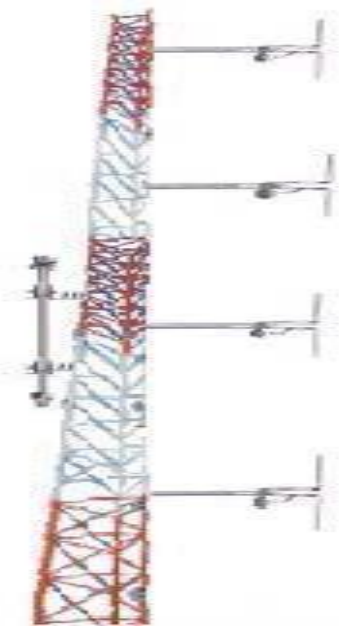


Figura Nro. 38 Torres

El diseño de Torre necesariamente se realiza de acuerdo a los conocimientos adquiridos que tuvo un Ing. Civil ya que es necesario verificar el suelo, la resistencia para el soporte de la Torre, estabilidad, etc. Para luego implementar los equipos adecuados de la Torre.

Se pueden colocar en un pequeño mástil o incluso encaramarlas en lo alto de un campanario.

La antena es un largo cable que sube amarrado a la torre. Este cable tiene que estar unido a la tierra donde se meten otros cables estirados y horizontales llamados radiales. La altura de la antena y la torre dependerán de la frecuencia en la que vayas a transmitir, pero serán al menos unos 50 metros.

Colocar en la punta de la torre las balizas y el pararrayos. Las primeras son las luces rojas que indican la altura de la torre.



Figura Nro.39 Pararrayos

El pararrayos debe estar conectado a un pozo de tierra en la base de la torre tanto en AM como en FM. Estos pozos se construyen para soportar todas las descargas eléctricas y que no sufra el transmisor.

3.30. Cálculo del cono de protección del Pararrayos.

Características:

Pararrayos tipo Franklin de 4 puntas.

Conexión a Tierra con alambre de Cu # 6 aislado de Torre.

Altura efectiva sobre el plano de protección.

$$Y = 24.00 \text{ mts.} + 3.40 \text{ mts.} - 4.00 \text{ mts.}$$

$$= 23.40 \text{ mts.}$$

D = Distancia de la Torre al extremo más alejado de la caseta de equipos.

$$D = 6 \text{ mts.}$$

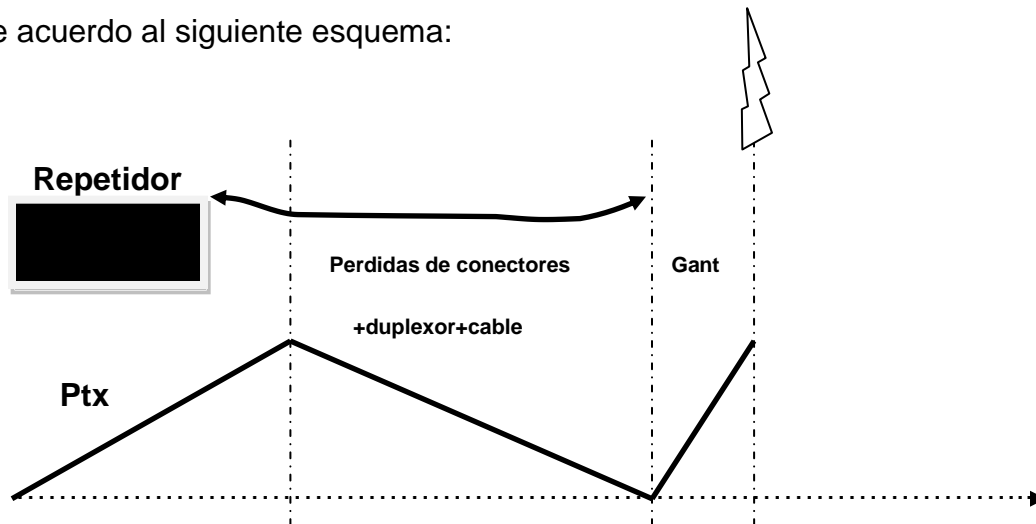
$$\text{Entonces: } \text{Tang } 30^\circ = x/y$$

$$X = y \text{ Tang } 30^\circ$$

$$X = 13.5 \quad X > D$$

X = Radio de cono de protección.

De acuerdo al siguiente esquema:



La Radio Digital logrará tener un equipo en la cual genere y programe sistemas con una frecuencia 105.7 Mhz.

3.31. Declaraciones:

Las declaraciones van de acuerdo al reglamento de la ATT.

3.31.1. Declaración Jurada de exactitud de información.

Es presentada ante la autoridad de Fiscalización y Control Social de Telecomunicaciones para la obtención de Licencia y registro de frecuencias.

3.31.2. Declaración jurada de Registros de Universidades estatales.

Requisitos que cumple ante la ley en la cual indicaran si servirá exclusivamente para transmitir diferente información.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Obtuvimos los cálculos correspondientes para el diseño de una Radio Digital FM, se alcanzó los conocimientos adquiridos en la carrera y los fundamentos que en ella se expuso, pues al realizar un trabajo de esta magnitud se requirió visitar los sitios de las repetidoras y cerciorarse que los datos teóricos sean reales.

Se efectuó la potencia umbral requerido mediante el análisis de los datos durante el estudio del enlace, se logro manejar las condiciones de potencia, atenuación, antenas, etc., que al final son las responsables de la confiabilidad del enlace.

Se adquiere el conocimiento de un costo relativo, puesto que varios parámetros son importantes a la hora de decidir implementar o no un enlace ya que no se puede correr el riesgo de perder dinero y tiempo de un montaje; se pone en riesgo el presupuesto, como también el prestigio profesional.

4.2. Recomendaciones

El análisis de resultados se ha hecho a través de todo el desarrollo del trabajo, puesto que a través del uso de los programas de diseño se deben tener en cuenta todos los parámetros importantes para poder optimizar el correcto funcionamiento del enlace.

CAPITULO V

CAPITULO V

BIBLIOGRAFÍA

Tomasi / 2003 Ed. Prentice Hall. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.

Documentación en PDF de la asignatura Telecomunicaciones II.

Manual del usuario de Microflect (Repetidor Pasivo)

Andrew; Editorial (Power Tools) Documentación (Help) del software

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y URL

www.mincomunicaciones.gov.co—Ministerio de telecomunicaciones

www.harris.com – Fabricante de equipos de telecomunicaciones

www.minambiente.gov.co – Ministerio Del Medio Ambiente

www.google.com - Motor de Búsquedas

www.microflect.com – Fabricante de Repetidores Pasivos

www.aerocivil.gov.co – Aerocivil

www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/.../Cap10Transmisores.pdf Similar

es.wikipedia.org/wiki/Antena_Yagi

arieldx.tripod.com/estaciondx/proyectos/yagifm.htm

GLOSARIO

A

Antena: Sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas, que se utiliza para interface entre un transmisor, el espacio libre y el receptor

Ancho de Banda: Es la banda de paso mínima (rango de frecuencias) requerida para propagar la información de la fuente a través del sistema

Angulo de Elevación: Angulo entre el haz de una antena de estación terrena y el plano horizontal.

Atenuación: Terminio general para denotar una disminución en la magnitud de una señal en una transmisión de un punto u otro. Puede ser expresada como la relación entre la magnitud de entrada y la magnitud de salida en decibeles.

B

Banda de Frecuencia: Conjunto de frecuencias comprendidas entre limites determinados.

Banda Base: Banda de baja frecuencia que ocupan las señales antes de modular la señal portadora de transmisión.

C

Confiabilidad: Posibilidad que tiene un sistema de realizar las funciones para las que fue diseñado.

D

dB: Unidad estándar para expresar la relación entre dos parámetros utilizando logaritmos de base 10.

dBi: Decibeles referidos a la potencia radiada por una antena isotrópica.

dBm: Decibeles referidos a la potencia expresada en miliwatts.

dBw: Decibeles referidos a la potencia expresada en Watts.

Desvanecimiento: Variaciones de la amplitud y/o fase relativa de la señal recibida con el tiempo ocasionadas por los diversos mecanismos que alteran la propagación de las ondas de radio. Esta palabra se utiliza para describir variaciones lentas con el tiempo en el orden de segundos a minutos.

Disponibilidad: Es la fracción de tiempo en que un sistema o un equipo opera adecuadamente. En equipos modernos este indicador debe ser superior al 99.9%.

E

Enlace de Microondas terrestre: Enlace radioeléctrico efectuado entre dos antenas, transmisora y receptora, que propaga una onda milimétrica que no atraviesa la atmosfera y la cual debe liberar ciertos obstáculos.

F

FI: Se produce durante el mezclado no lineal de la señal recibida, con una onda sinusoidal de alta frecuencia. Todas las portadoras moduladas que se reciben se convierten primero en una sola frecuencia de la información por lo que se llama frecuencia intermedia o FI y esta es la frecuencia de la señal de salida de un mezclador o convertidor de frecuencia.

G

Ganancia de Potencia: Es igual a la ganancia directiva excepto que se utiliza el total de potencia que alimenta a la antena (o sea que se toma en cuenta la eficiencia de la antena). Se supone que la antena indicada y la antena de referencia tienen la misma potencia de entrada y que la antena de referencia no tiene pérdidas.

I

Ionosfera: Conjunto de capas ionizadas de la alta atmósfera.

M

Multitrayectoria: Condición de propagación que resulta cuando una onda de radio emitida llega a la antena receptora por dos o más trayectorias, produciéndose entre ellas una interferencia que puede ser constructiva o destructiva.

P

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Efectiva. Es el resultado de combinar la potencia de un transmisor o transpondedor entregada a una antena y la ganancia de esta en una dirección dada.

Portadora: señal de frecuencia fija generalmente, que es modulada por la señal de información a fin de transportarla.

R

Reflexión: Es un cambio en la dirección de propagación de una onda de radio que ocurre cuando incide en una superficie de dimensiones transversales mucho mayores a la longitud de onda.

Refracción: Cambio en la dirección de propagación de la onda de radio que resulta por una variación espacial del índice de refracción.

Relación Portadora a Ruido (C/N): Relación de la potencia de una portadora digital con respecto a la potencia de ruido en el ancho de banda que ocupa. Se expresa en dB.

Repetidor Activo: Es el conjunto de transmisores, receptores y equipo de radiación intercalados en un enlace de microondas que recibe señales de estación distante, las amplifica y las retransmite a la siguiente estación. Se emplea cuando se carece de línea de vista entre los puntos extremos terminales de un enlace, o bien si la distancia que cubre el salto es tan grande que no se logra una comunicación de calidad aceptable.

