

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**

**TEMA:**

**DISEÑO DE RADIOENLACES PARA LA PROVISIÓN DE INTERNET EN SIETE  
SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN ESPÍNDOLA EN LA PROVINCIA DE  
LOJA.**

**GAHONA PESÁNTEZ ALONSO RAMIRO**

Quito, mayo 2016

## AUTORÍA

Yo, Alonso Ramiro Gahona Pesántez, portador de la cédula de ciudadanía No.1104087166, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

Alonso Ramiro Gahona Pesántez

## Contenido

AUTORÍA.....	i
Contenido .....	ii
Lista de Tablas .....	v
Lista de Figuras .....	vi
1. Introducción .....	vii
2. Justificación .....	viii
3. Antecedentes .....	x
4. Objetivos.....	xii
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	1
5.1. Situación actual .....	2
5.1.1. Subcentro de salud Jimbura .....	3
5.1.2. Subcentro de salud El Ingenio.....	3
5.1.3. Subcentro de salud El Airo .....	4
5.1.4. Subcentro de salud Bellavista .....	4
5.1.5. Subcentro de salud 27 de Abril .....	5
5.1.6. Subcentro de salud Santa Teresita.....	6
5.1.7. Subcentro de salud Tundurama.....	6
5.1.8. Site survey.....	7
5.2. Selección de la tecnología .....	8
5.2.1. Wi-Fi .....	9
5.2.2. Banda de frecuencia .....	11

5.2.3.	Multiplexación .....	12
5.2.4.	Equipos empleados.....	15
5.3.	Diseño de la red .....	17
5.3.1.	Diseño de la red física .....	17
5.3.2.	Diseño de enlaces .....	18
5.3.2.1.	Línea de vista.....	18
5.3.2.2.	Perfiles de trayectoria. ....	18
5.3.3.	Planificación de los enlaces .....	19
5.3.3.1.	Validación de la ruta.....	19
5.3.3.2.	Ganancia del sistema .....	22
5.3.4.	Software de simulación.....	29
5.3.5.	Direccionamiento de redes .....	37
5.3.6.	Sistemas de respaldo de energía.....	38
5.3.7.	Estimación de la capacidad .....	40
5.3.8.	Mantenimiento de las redes.....	43
5.3.8.1.	Mantenimiento preventivo .....	44
5.4.	Formularios .....	45
5.4.1.	Formularios ARCOTEL.....	45
5.5.	Presupuesto.....	47
6.	Conclusiones.....	50
7.	Recomendaciones .....	52
8.	Referencias.....	54

Anexo A: EQUIPOS A EMPLEARSE .....	57
Anexo B: CÁLCULOS DE ENLACES .....	64
Anexo C: FORMULARIOS ARCOTEL .....	85

## Lista de Tablas

Tabla 1. Subcentros de salud de Espíndola.....	2
Tabla 2. Servicios básicos en los subcentros de salud .....	8
Tabla 3. Características de estándar 802.11 .....	10
Tabla 4. Canales a utilizarse .....	12
Tabla 5. Ubicación de estaciones finales. ....	18
Tabla 6. Ubicación de estaciones repetidoras. ....	19
Tabla 7. Características de los enlaces .....	27
Tabla 8. Resultados de los enlaces .....	28
Tabla 9. Resultados de la simulación.....	36
Tabla 10. Direccionamiento de red para enlaces desde cerro El Guambo.....	37
Tabla 11. Direccionamiento de red para enlace El Ingenio - 27 de Abril.....	37
Tabla. 12. Direccionamiento de red para Access Point ubicados en los subcentros de salud.....	37
Tabla. 13. Potencia de equipos en cerro El Guambo .....	39
Tabla 14. Estimación de la capacidad .....	41
Tabla. 15. Costos de los bienes .....	48
Tabla. 16. Servicios de instalación.....	49
Tabla. 17. Servicios a cancelar mensualmente.....	49

## Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de distribución de canales .....	12
Figura 2. Diagrama de la multiplexación .....	12
Figura 3. Esquema de funcionamiento de OFDM .....	14
Figura 4. Esquema de funcionamiento de TDMA .....	15
Figura 5. Diagrama de distribución de estaciones .....	19
Figura 6. Cálculo del despejamiento de la primera Zona de Fresnel. ....	20
Figura 7. Ganancia del sistema .....	22
Figura 8. Parámetros de red en Radio Mobile .....	29
Figura 9. Topología usada en Radio Mobile .....	30
Figura 10. Sistema para enlaces multipunto .....	30
Figura 11. Sistema para enlace punto a punto.....	31
Figura 12. Enlace El Guambo – Bellavista .....	31
Figura 13. Enlace El Guambo – Santa Teresita .....	32
Figura 14. Enlace El Guambo – Tundurama.....	32
Figura 15. Enlace El Guambo – Jimbura .....	33
Figura 16. Enlace El Guambo – El Ingenio .....	33
Figura 17. Enlace El Guambo – El Airo .....	34
Figura 18. Enlace El Ingenio – 27 De Abril.....	34
Figura 19. Estilo usado en Radio Mobile.....	35
Figura 20. Diagrama de direccionamiento de red para enlaces desde cerro	
El Guambo .....	38
Figura 21. Diagrama de direccionamiento de red para enlace El Ingenio - 27 de	
Abril.....	38
Figura 22. Diagrama de conexión de sistema de respaldo .....	39

## 1. Introducción

A través del siguiente caso de estudio, se pretende realizar un dimensionamiento de los enlaces para siete subcentros de salud del cantón Espíndola en la provincia de Loja, se presenta las especificaciones técnicas y/o términos de referencia solicitados, información de cada uno de los subcentros de salud, la tecnología a utilizarse, los equipos a ser instalados en cada localidad, los perfiles de trayectoria, la determinación de línea de vista para cada uno de los enlaces, los cálculos de confiabilidad, la simulación de los enlaces a través de un software de libre uso, los procedimientos para el mantenimiento preventivo del equipamiento, el presupuesto referencial para el montaje de este proyecto y los formularios a ser presentados al órgano de control y regulación de telecomunicaciones en el país.

De esta manera se proporcionará el servicio de Internet a los siete subcentros de salud del cantón Espíndola, para mejorar la prestación de salud y el acceso a las tecnologías en zonas rurales.

## 2. Justificación

Ante la necesidad de proporcionar atención médica de calidad a la población que radica en las localidades del cantón Espíndola, surge el proyecto denominado “PROVISIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET PARA LA DIRECCIÓN DISTRITAL 11D05 ESPINDOLA-SALUD” por parte de La Dirección Distrital de Salud N°11D05-Espíndola de la Provincia de Loja, Zona 7, con esto se anhela reducir las brechas tecnológicas en sectores rurales. El uso de recursos tecnológicos; posibilita la optimización de los servicios de atención en salud, ahorrando tiempo y dinero, facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de la población.

La tecnología, por actual y deslumbrante que pueda presentarse, es solo una herramienta y como tal debe ser valorada. La esencia está en el provecho que se le pueda sacar en beneficio de la ciudadanía, que se vislumbre el valor agregado que con ella se espera, que nos permita la administración eficiente de la tecnología médica. (García Brenda, Servicios de salud de Sonora, 2013)

A través de este proyecto se podrá contar con una conexión a Internet con la que se pueda otorgar el servicio las 24 horas, los 7 días de la semana a lo largo de todo el año. El proyecto implica la adquisición de equipos con la tecnología apropiada que permita adaptarse a las condiciones de estudio, permitiendo conseguir nivel óptimo y estable de acceso a Internet para el intercambio de información médica principalmente, mediante la transmisión de imágenes o videos sin problemas.

Con este proyecto se beneficia a los profesionales de la salud, que podrán contar con la ayuda de la tecnología para definir el diagnóstico y tratamiento adecuado a los pacientes, además de contar con personal de la salud comprometidos en el uso de las tecnologías de la información y telecomunicaciones, que laboran

para atender en tiempo y de manera organizada a los pacientes de su sector. (García Brenda, Servicios de salud de Sonora, 2013)

Sin embargo, el mayor beneficio es para las comunidades, ya que con la introducción de la tecnología, pueden disponer de un servicio de salud calidad, al tiempo que permitan mejorar las condiciones de vida de las personas.

### 3. Antecedentes

Las zonas rurales aisladas de países en desarrollo, son el contexto vital de más de la mitad de la población mundial, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y acceso a la información. La pretensión de dotar a estas zonas de conectividad ha sido en los últimos años una preocupación del mayor orden en el sistema de Naciones Unidas y demás organismos internacionales multilaterales, ya que en algunos casos se puede considerar un servicio básico, y en todos es un sustrato de gran importancia para el desarrollo y la promoción humana. En especial es preocupante el caso de la atención sanitaria pública en este tipo de escenarios, con una serie de carencias que la convierten en una atención, cuando menos, deficitaria. Entre ellas se puede considerar la falta de medios materiales, la insuficiente cualificación de los técnicos de salud y la incomunicación con el resto de la red de salud. Todo ello da lugar a serias dificultades para prevenir las enfermedades, realizar diagnósticos y tratamientos adecuados o atender de forma debida las emergencias médicas. (Osuna, 2006)

En el Ecuador, el ente encargado de la planificación, gestión, coordinación y control de la salud pública es el Ministerio de Salud Pública y tiene como misión “Ejercer como Autoridad Sanitaria Nacional, la rectoría, regulación, planificación, coordinación, control y gestión de la Salud Pública ecuatoriana a través de la gobernanza, vigilancia de la salud pública, provisión de servicios de atención integral, prevención de enfermedades, promoción de la salud e igualdad, investigación y desarrollo de la ciencia y tecnología y la articulación de los actores del sistema, con el fin de garantizar el derecho a la Salud”. (Pública, 2016)

En este contexto la Dirección Distrital de Salud N°11D05-Espíndola de la Provincia de Loja, Zona 7, como encargada de coordinar, planificar, evaluar, controlar, gestionar y ejecutar los recursos de los centros de salud y de hospitales básicos que se encuentran en su jurisdicción; plantea la necesidad de adquirir el Servicio de Internet para las unidades operativas 27 de Abril (La Naranja), Bellavista, El Airo, El Ingenio, Jimbura, Santa Teresita, Tundurama, con la finalidad de que estos mejoren tanto su sistema de gestión de atención al paciente, como el desarrollo de trámites, procedimientos y gestión interna y externa.

## 4. Objetivos

### Objetivo General:

Realizar una propuesta de diseño para la provisión del servicio de Internet de los Subcentros de Salud de las localidades, 27 de Abril (La Naranja), Bellavista, El Airo, El Ingenio, Jimbura, Santa Teresita, Tundurama del Cantón Espíndola en la provincia de Loja, mediante la tecnología Wi-Fi con el fin de mejorar las prestaciones de salud que reciben las personas pertenecientes a dichas localidades.

### Objetivos Específicos:

1. Analizar la situación actual en cada uno de los Subcentros de salud.
2. Seleccionar la tecnología y equipamiento a ser utilizada en cada una de las localidades.
3. Realizar los diseños de red y cálculos del dimensionamiento de enlaces para cada uno de los Subcentros de salud.
4. Llenar documentación legal que permita la ejecución del proyecto por parte del ente de control y regulación en el país.
5. Elaborar un presupuesto referencial de implementación del servicio de Internet en los Subcentros de Salud.

## 5. Desarrollo Caso de Estudio

La Dirección Distrital 11D05 Espíndola-Salud dentro de las especificaciones técnicas y/o términos de referencia para la contratación de Internet en las siete localidades solicita:

- **Ancho de Banda**

El valor definido es 7 Mbps totales, los cuales deberán ser repartidos equitativamente entre las siete unidades operativas del Distrito de Salud, con compartición 1 a 1.

- **Retardos**

El retardo se medirá, como referencia, utilizando ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet) a través del comando “ping” según los tiempos promedios de delay, considerando un canal sin carga, un tamaño de paquetes de 100 bytes, y 1000 ping de prueba, deberá ser:

< 90ms- perdidas menores al 2%

- **Errores**

Los enlaces de Internet, en donde sea factible la medición deberán garantizar una tasa de error de bit inferior a  $1 \times 10^{-8}$  (BER), medidos durante un periodo no menor a 24 horas. Al momento de la instalación la empresa acreditada asegurará que los enlaces se encuentren dentro de este rango una vez que han sido implementados.

- **Equipos**

Los equipos de comunicaciones que serán instalados para la prestación del servicio requerido deberán incluir Switch, Routers, AP's, para la red inalámbrica que se requiera y que sean usados como puerta para el servicio de Internet dedicado, además de garantizar múltiples conexiones Wi-Fi.

Los routers que permitan opciones de calidad de servicio (QoS), y manejo de priorización de servicio, colas y congestión.

### 5.1. Situación actual

El cantón Espíndola se encuentra ubicado al sur de la Provincia de Loja, a 173 km de distancia de dicha ciudad y a 20 km de la línea de frontera con el Perú (Río Espíndola), cuya cabecera cantonal es Amaluza y cuenta con seis parroquias rurales, con una población total de 14.799 habitantes. (Espíndola, Espíndola / Ubicación Geográfica, 2016).

La distribución de subcentros de salud por parroquia es la siguiente:

Tabla 1. Subcentros de salud de Espíndola

No.	Parroquia	Subcentros de salud
1	Bellavista	Bellavista
2	El Ingenio	El Ingenio
3	El Airo	El Airo
4	Jimbura	Jimbura
5	Santa Teresita	Santa Teresita
		Tundurama
6	27 de Abril	27 de Abril

### **5.1.1. Subcentro de salud Jimbura**

La Parroquia Jimbura cuenta con un subcentro de salud, ubicado en la cabecera parroquial de Jimbura, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Cuenta con un médico rural y una enfermera de planta. (Espíndola, Parroquia Jimbura, 2016)

Este Subcentro presta diferentes beneficios como son:

- Programa ampliado de inmunizaciones (PAI)
- Vacunas
- Maternidad saludable
- Programa de medicina genérica
- Control y presencia de enfermedades infectocontagiosas
- Programa de educación (club de madres)

### **5.1.2. Subcentro de salud El Ingenio**

La Parroquia El Ingenio cuenta con un subcentro de salud, ubicado en la cabecera parroquial El Ingenio, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Se encuentra dotado de un médico rural, una enfermera de planta y un odontólogo. (Espíndola, Parroquia El Ingenio, 2016)

Este subcentro presta diferentes beneficios como son:

- Atención del niño sano
- Control prenatal y post natal
- Programa de vacunación
- Control escolar
- Maternidad gratuita

- Planificación familiar
- Control de adolescentes
- Visitas domiciliarias
- Diagnóstico oportuno del cáncer
- Atención por demanda espontánea de morbilidad
- Atención odontológica

### **5.1.3. Subcentro de salud El Airo**

La Parroquia El Airo cuenta con un subcentro de salud, ubicado en la cabecera parroquial El Airo, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Se encuentra dotado de un médico rural y una enfermera.

Este subcentro presta diferentes beneficios como son:

- Atención del niño sano
- Control prenatal y post natal
- Programa de vacunación
- Control Escolar
- Maternidad gratuita
- Planificación familiar
- Control de adolescentes
- Visitas domiciliarias

### **5.1.4. Subcentro de salud Bellavista**

La Parroquia Bellavista cuenta con un subcentro de salud, perteneciente al Ministerio de Salud Pública, ubicado en la cabecera parroquial de Bellavista. Cuenta

con un médico rural y una enfermera de planta. (Espíndola, Parroquia Bellavista, 2016)

Este subcentro presta diferentes beneficios como:

- Programa ampliado de inmunizaciones
- PAI
- Vacunas
- Maternidad saludable
- Programa de medicina genérica
- Control y presencia de enfermedades infectocontagiosas
- Programa de Educación (club de madres)

#### **5.1.5. Subcentro de salud 27 de Abril**

La Parroquia 27 de Abril cuenta con un subcentro de salud del área # 6 de Amaluza, ubicado en la cabecera parroquial La Naranja, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Cuenta con médico rural y una enfermera de planta. (Espíndola, Parroquia 27 de Abril, 2016)

Este subcentro presta diferentes beneficios como:

- Atención del niño sano
- Control prenatal y post natal
- Programa de vacunación
- Maternidad gratuita
- Planificación familiar
- Control de adolescentes
- Visitas domiciliarias
- Diagnóstico oportuno del cáncer

- Atención por demanda espontánea de morbilidad
- Atención odontológica

#### **5.1.6. Subcentro de salud Santa Teresita**

La Parroquia cuenta con un subcentro de salud, ubicado en la cabecera parroquial, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Cuenta con un médico rural no permanente y una enfermera de planta. Existe también un dispensario médico con una auxiliar de enfermería y un médico a medio tiempo. (Espíndola, Parroquia Santa Teresita, 2016)

Este subcentro presta diferentes beneficios como son:

- Atención del niño sano
- Control prenatal y post natal
- Programa de vacunación
- Control escolar
- Maternidad gratuita
- Planificación familiar
- Control de adolescentes
- Visitas domiciliarias
- Diagnóstico oportuno del cáncer
- Atención por demanda espontánea de morbilidad
- Atención odontológica

#### **5.1.7. Subcentro de salud Tundurama**

Se encuentra en una comuna de la parroquia Santa Teresita y cuenta con un subcentro de salud, que pertenece al Ministerio de Salud Pública. Cuenta con un médico de medio tiempo no permanente y una enfermera de planta.

Este subcentro presta diferentes beneficios como son:

- Atención del niño sano
- Control prenatal y post natal
- Programa de vacunación
- Control escolar
- Maternidad gratuita
- Planificación familiar
- Control de adolescentes
- Visitas domiciliarias

#### 5.1.8. Site Survey

Dentro de la visita técnica realizada en febrero del 2015, a cada uno de los subcentros de salud, se efectuó una inspección visual, de lo cual se pudo levantar la siguiente información:

Existe un cerro llamado El Guambo, en el cual ya existen equipos de comunicaciones actualmente funcionando perteneciente a una radio de la localidad, además de la infraestructura para el montaje de equipos para este proyecto. Desde este cerro se tiene línea de vista hacia todos los subcentros de salud con excepción del subcentro de salud ubicado en la parroquia 27 de Abril, debido a esto se analiza la posibilidad de utilizar el subcentro de salud de la parroquia El Ingenio como estación repetidora que provea conectividad con el subcentro de salud de la parroquia 27 de Abril.

Se realiza una inspección de los servicios básicos que disponen los subcentros de salud, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Servicios básicos en los subcentros de salud

Subcentros de Salud	Alcantarillado	Suministro de energía eléctrica continuo	Agua potable
Jimbura	Si	Si	Si
El Ingenio	Si	Si	Si
El Airo	Si	Si	Si
Bellavista	Si	Si	Si
27 de Abril	Si	Si	Si
Santa Teresita	Si	Si	Si
Tundurama	Si	Si	Si

## 5.2. Selección de la tecnología

Para la selección de la tecnología a utilizarse en este proyecto, se consideran varios factores, tales como: localización de los subcentros de salud, los servicios que se brindarán, usuarios que utilizarán el servicio, los costos de instalación, flexibilidad, escalabilidad, instalación y configuración de equipos, seguridad, licencias, aspectos legales y regulatorios y principalmente los requerimientos de la Dirección Distrital 11D05 Espíndola-Salud.

Tomando en consideración todos estos aspectos, se ha optado por la tecnología inalámbrica, debido principalmente a varias ventajas en relación con las redes cableadas, tales como:

- Robustez frente a eventos inesperados: accidentes, vandalismo, sismos, huracanes, etc.
- Se requiere poca planificación con respecto a las redes cableadas: distribución física más fácil deshacer.
- Bajo impacto medio ambiental.

Adicional a todo lo ya citado, se ha considerado esta solución dado el alto costo que conlleva el desplegar un cableado ya sea de cobre o fibra óptica. (David, 2008)

### 5.2.1. Wi-Fi

En el campo de las comunicaciones inalámbricas se tienen varias opciones al momento de implementar una red en zonas rurales, pero debido al ambiente en donde se desplegará esta red se ha optado por Wi-Fi.

Wi-Fi comparte la mayoría de su funcionamiento interno con Ethernet, sin embargo difiere en la especificación de la capa física (PHY) utilizando señales de radio en lugar de cable y en su capa de control de acceso al medio (MAC), que utiliza CSMA/CA como método de control de acceso al medio. (Perú, 2011, pág. 13)

El estándar 802.11 es el que define el protocolo para redes inalámbricas. Las enmiendas a 802.11 son tantas que se ha comenzado desde hace dos años a usar dos letras en lugar de una (802.11z, “la modificación DLS” cedió el paso a 802.11aa, ab, ac..., etc.). (Pietrosemoli, 2013, pág. 132)

A continuación se tiene una tabla con las variantes de 802.11.

Tabla 3. Características de estándar 802.11 (Pietrosemoli, 2013, pág. 132)

Protocolo 802.11	Aprobado	Frecuencia Hz	Ancho de Banda Hz	Tasa de datos por flujo
a	Sep 1999	5	20	6,9,12, 18, 24, 36, 48, 54
b	Sep 1999	2.4	20	1, 2, 5.5, 11
g	Jun 2003	2.4	20	6,9,12, 18, 24, 36, 48, 54
n	Oct 2009	2.4/5	20	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2
			40	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150
ac	Nov.2011	5	20	Up to 87.6
			40	Up to 200
			80	Up to 433.3
			160	Up to 866.7

#### 5.2.1.1. Wi-Fi en largas distancias

Dado que Wi-Fi no fue diseñado para ambientes externos, sino para ambientes de interiores hay que tener ciertas precauciones al momento de implementar esta tecnología en enlaces inalámbricos de larga distancia para evitar inconvenientes, tales como:

- Debido a que existen varios modos de operación en Wi-Fi, se usan diferentes tipos de modulación y codificación, de forma que cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la potencia necesaria en recepción para mantener un enlace con una BER baja. Esta potencia, llamada sensibilidad, obliga a usar velocidades bajas si se quiere lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad.
- Para tener mayor estabilidad y prestaciones resulta mejor configurar la velocidad del canal a un valor fijo. La experiencia recomienda ser conservadores para soportar una cierta pérdida de prestaciones que sin duda se va a dar con el

tiempo, por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores.

- El mejor comportamiento se da con polarización vertical, pero las condiciones atmosféricas y el terreno pueden producir una cierta despolarización.
- A parte de las restricciones que impone el balance de enlace, existen restricciones explícitas de distancia porque que los resultados lo demuestran y, además, porque la capa MAC tiene multitud de tiempos constantes definidos que tienen diferente efecto en función de la distancia que haya entre estaciones. (Perú, 2011, pág. 61)

### 5.2.2. Banda de frecuencia

802.11 usa cinco distintas bandas de frecuencias: 2.4 GHz, 3.6 GHz, 4.9 GHz, 5 GHz, y 5.9 GHz. Cada rango es dividido dentro de múltiples canales. (List of WLAN channels, 2016)

Para la selección de la frecuencia a utilizarse se han tomado en cuenta varios factores, como interferencia de dispositivos o de enlaces de datos vecinos, equipamiento disponible en el mercado, pérdida por obstáculos o vegetación y distancia a ser cubierta en los enlaces. En este contexto se utilizará la banda de 5Ghz, dado que las distancias son relativamente cortas, no existe vegetación o edificios que ocasionen pérdidas entre los enlaces, además de no ser una banda de frecuencia que sufra de interferencias por dispositivos o ser utilizada en enlaces de datos en el sector.

En este proyecto se utilizarán los siguientes canales para evitar solapamientos o interferencia co-canal:

Tabla 4. Canales a utilizarse (List of WLAN channels, 2016)

# de Canal	Frecuencia Central (MHz)	Rango de Frecuencia (MHz)	Ancho de Banda (MHz)
124	5620	5610-5630	20
104	5520	5490-5570	20
64	5320	5310-5330	20

En la siguiente gráfica se muestra la distribución de los canales:

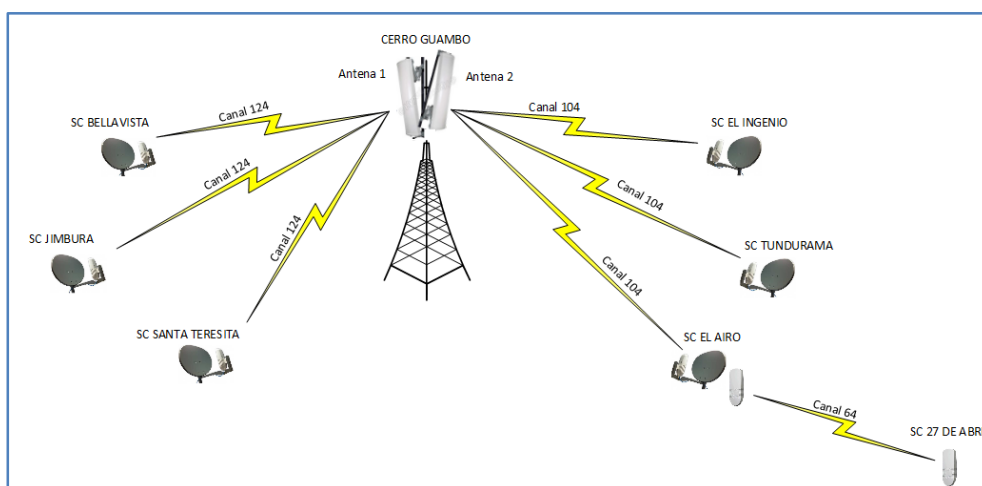


Figura 1. Diagrama de distribución de canales

### 5.2.3. Multiplexación

En general, la compartición de un canal entre diferentes usuarios se llama multiplexación. Tal como se muestra en la siguiente figura.

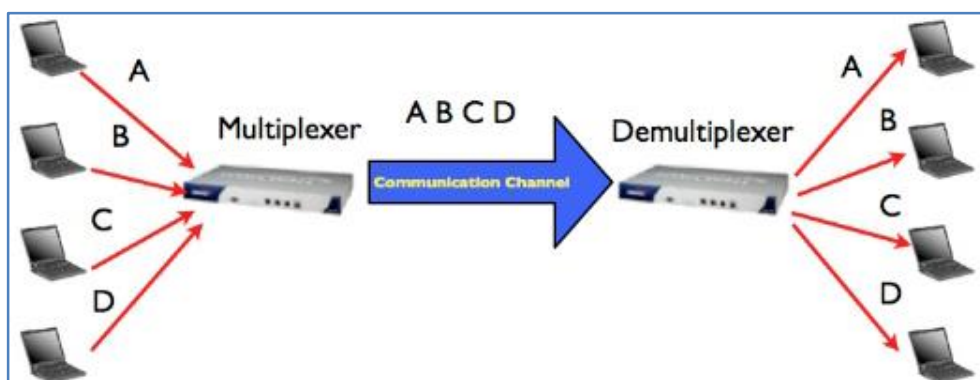


Figura 2. Diagrama de la multiplexación (Pietrosemoli, 2013, pág. 35)

Para los enlaces punto-multipunto entre el cerro el Guambo y los subcentros de salud de Bellavista, Santa Teresita, Tundurama, Jimbura, el Ingenio y el Airo se utilizará Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM), mientras que para el enlace punto a punto entre El Ingenio y 27 de Abril se usará Acceso Múltiple Por División de tiempo (TDMA).

#### **5.2.3.1. OFDM**

Es una técnica de transmisión que consiste en la multiplexación de un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK. Estas ondas portadoras de distintas frecuencias, fueron generadas por la división de una onda portadora central con ancho de banda  $B$  en pequeñas portadoras  $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$ , es decir, si no se usará la técnica de transmisión OFDM, se enviaría normalmente la información en una única onda portadora con ancho de banda  $B$ , pero al utilizar la técnica OFDM se divide esa onda portadora en varias ondas portadoras (subportadoras) con menor ancho de banda para que estas tengan una mejor respuesta en frecuencia (mayor ganancia y desvanecimiento plano). (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales , 2016)

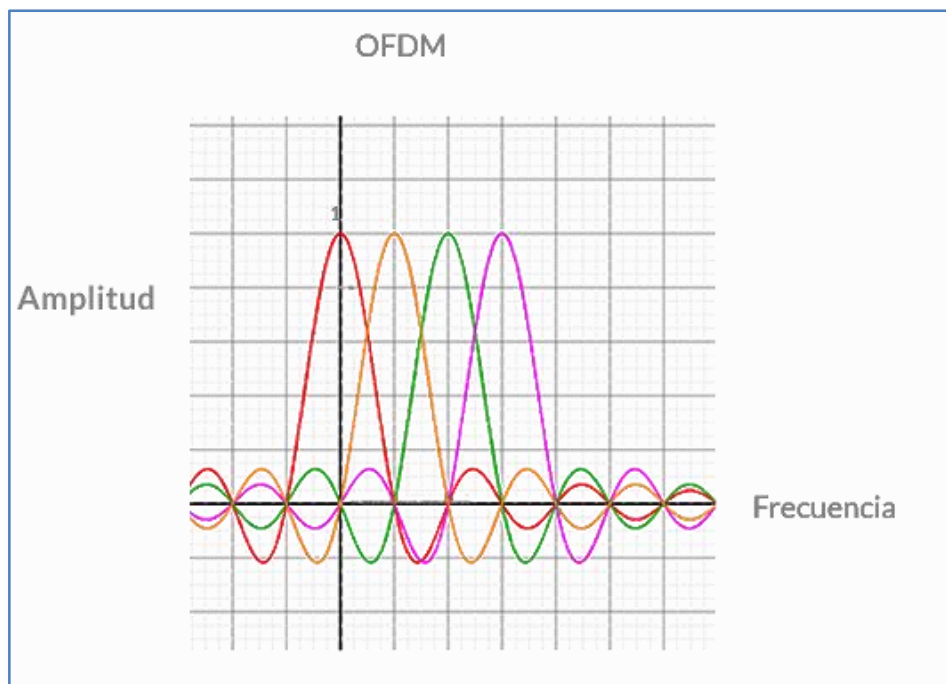


Figura 3. Esquema de funcionamiento de OFDM (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales , 2016)

Ventajas:

- Baja complejidad en la implementación del receptor, utilizado en transmisión a velocidades elevadas en entornos con desvanecimiento multitrayecto.
- Robustez frente a las diferencias de retardo. La distribución del retardo de canal provoca interferencias entre símbolos que, a su vez, limitan la velocidad de los datos, al elevar el suelo de error. Pero en OFDM la duración de símbolo en cada subportadora es  $N$  veces mayor que en los sistemas monoportadora. De ahí procede la robustez del OFDM frente a las diferencias de retardo. (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales , 2016)

### 5.2.3.2. TDMA

Se divide el espectro de radio en slots de tiempo, y en cada slot solo un usuario está permitido de transmitir o recibir, tal como se observa en la siguiente figura:

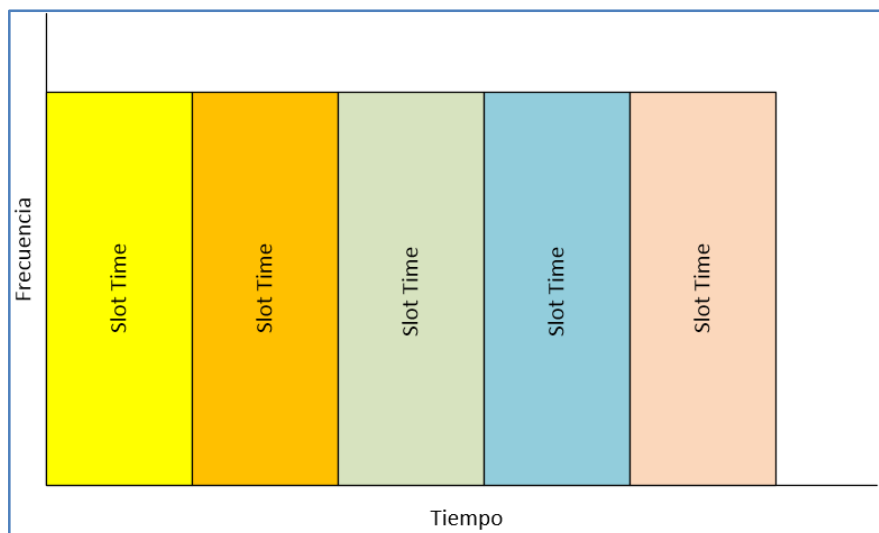


Figura 4. Esquema de funcionamiento de TDMA

### Ventajas:

- Primero y principal, TDMA es una interfaz de aire que se puede adaptar fácilmente a la transmisión de datos y voz. Esta interfaz posee la capacidad de transmitir datos a velocidades desde 64kbps hasta 120Mbps, entendiéndose este último dato como la expansión en múltiplos de 64kbps.
- A diferencia de las técnicas que utilizan el espectro expandido las cuales pueden sufrir de interferencia entre los usuarios que se encuentran transmitiendo en una misma frecuencia y al mismo tiempo, TDMA separa a los usuarios en varios “time slots” (de ahí el nombre de “time division”); esto asegura que los usuarios no experimenten ningún tipo de interferencia por transmisiones simultáneas. (Carrasco María, 2016)

### 5.2.4. Equipos Empleados

Los equipos a ser empleados serán:

**Gateway Wi-Fi.-** este incluye una memoria, procesador y unidad de almacenamiento. En este equipo se realizará la interconexión con el proveedor de

Internet, además de configurar las rutas y QoS en el caso de requerirse. En este caso se usa la solución de Mikrotik RB450 y se instalará en el cerro El Guambo.

**Equipos de Radio.-** que permita la configuración de usuario con interfaces de radio Wi-Fi, además que permita la conexión de una antena externa a través de un pigtail. El equipo seleccionado es ePMP 1000 Connectorized Radio, el cual será instalado en el Cerro El Guambo y los subcentros de salud de Bellavista, Santa Teresita, Tundurama, Jimbura, El Airo y El Ingenio con una configuración de velocidad flexible. Para el enlace punto a punto entre El Ingenio y 27 de Abril se utilizará un equipo de radio, el cual tenga integrado la antena con una interfaz para la configuración del mismo, este equipo estará configurado a una velocidad de 1Mbps para mantener estabilidad en el enlace, además de permitir de ser el caso de la instalación de una antena externa para mejorar la ganancia. Para este caso se utilizará un Mikrotic RouterBOARD SXT.

**Antenas Wi-Fi.-** las antenas trabajaran en la banda de frecuencias de 5 GHz y podrán ser conectadas en equipos de radio, además de permitir una conexión sectorial para cubrir todos los subcentros de salud. Las antenas seleccionadas son ePMP 5 GHz ACCESS POINT ANTENNAS que serán instaladas en el Cerro El Guambo.

**Access Point.-** estos equipos deben permitir la conexión vía cable UTP o inalámbrico, proveer DHCP y permitir la configuración de QoS e interfaz para la configuración de usuario. Dado que estos equipos serán instalados en los subcentros de salud y deben permitir la conexión de dispositivos como smartphones, laptops, tables, etc, y la mayoría de estos trabajan en la banda de 2,4GHz, se ha seleccionado el Routerboard RB951-2n.

Todos los equipos seleccionados permiten cumplir con las especificaciones técnicas solicitadas por Dirección Distrital 11D05 Espíndola Salud, los equipos se describen en el Anexo A.

### 5.3. Diseño de la red

Para poder realizar los enlaces, se debe tener en cuenta varios aspectos, como los que se detallan a continuación:

#### 5.3.1. Diseño de la red física

El diseño de la red física, hace referencia a la topología o la forma en que los equipos inalámbricos se encuentran conectados, para este proyecto se tiene lo siguiente:

- **Punto a multipunto.-** Cada vez que se tiene varios nodos hablando con un punto de acceso central estamos en presencia de una aplicación punto a multipunto (Pietrosemoli, 2013, pág. 126). Los enlaces entre los subcentros de salud y el cerro el Guambo, tienen una organización de punto-multipunto teniendo dos antenas sectoriales de 120° desde el Guambo cubriendo los seis subcentros de salud. Debido a la ubicación física de las localidades, no se opta por una antena omnidireccional y se prefiere priorizar las zonas a ser cubiertas.
- **Punto a punto.-** Los enlaces punto a punto generalmente se usan para conectarse a Internet donde el acceso no puede hacerse de otra forma. Uno de los lados del enlace punto a punto estará conectado a Internet, mientras que el otro utiliza el enlace para acceder a ella (Pietrosemoli, 2013, pág. 126). Se lo utiliza para brindar el servicio al subcentro de salud 27 de Abril dada la falta de línea de vista entre el cerro El Guambo y el subcentro de salud, las antenas utilizadas son directivas para mejorar la capacidad de recepción.

### 5.3.2. Diseño de enlaces

Cuando se realiza enlaces entre estaciones transmisoras y receptoras, se deben tener en consideración varios aspectos que se detallan a continuación:

#### 5.3.2.1. Línea de vista

La teoría de la difracción indica que el trayecto directo entre el transmisor y el receptor debe estar libre de obstáculos, a partir de una altura por encima del suelo igual, como mínimo, al 60% del radio de la primera zona de Fresnel para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre. (P.530-8, 2015)

$$r = 17,31 \sqrt{\frac{(d1 * d2)}{f * d}}$$

Ecuación 1

Donde r es el radio de la primera zona en metros, d1 y d2 son las distancias desde el obstáculo a los extremos del enlace en metros, d es la distancia total del enlace en metros, y f es la frecuencia en MHz.

#### 5.3.2.2. Perfiles de trayectoria.

Para realizar los perfiles de trayectoria, se debe determinar las estaciones que serán las repetidoras y las estaciones finales:

Tabla 5. Ubicación de estaciones finales.

Subcentros de Salud	Latitud	Longitud	Altura(m)
Jimbura	4°37'38.22"S	79°27'50.30"O	2101,8
El Ingenio	4°25'3.3"S	79°25'53.5"O	1212,4
El Airo	4°30'48.92"S	79°22'57.94"O	2470,8
Bellavista	4°34'0.28"S	79°27'27.92"O	2080
27 de Abril	4°26'33.29"S	79°27'28.56"O	1310,6
Santa Teresita	4°34'15.11"S	79°24'31.09"O	1944,7
Tundurama	4°30'7.61"S	79°24'16.56"O	1876,6

Tabla 6. Ubicación de estaciones repetidoras.

Subcentros de Salud	Latitud	Longitud	Altura(m)
Cerro el Guambo	04°33'43.7" S	79°26'18.4"O	2438
El Ingenio	4°25'3.3"S	79°25'53.5"O	1212,4

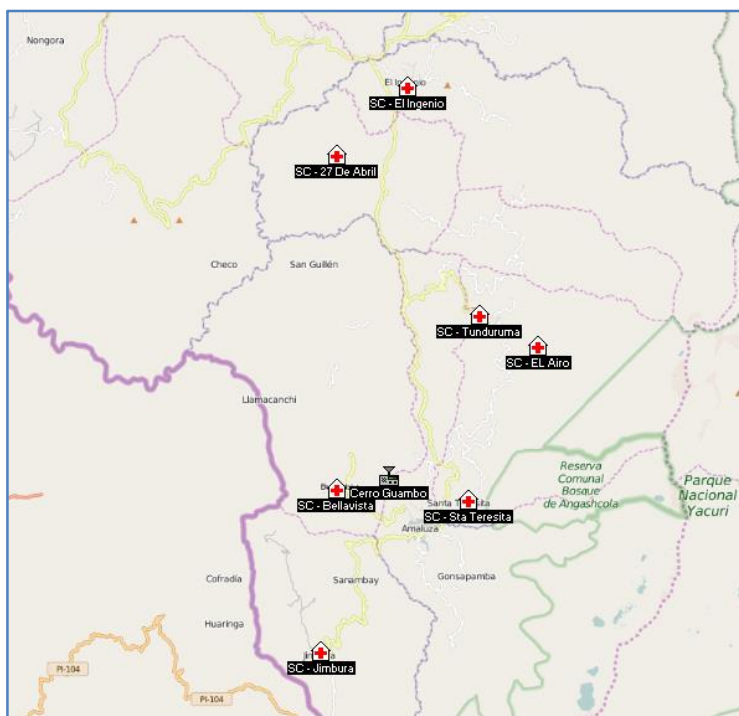


Figura 5. Diagrama de distribución de estaciones

### 5.3.3. Planificación de los enlaces

Para realizar el dimensionamiento de los enlaces, se debe determinar la existencia de línea de vista para cada una de las estaciones.

#### 5.3.3.1. Validación de la ruta (Marco Morocho, 2011)

Consiste en comprobar el despejamiento de la zona de Fresnel:

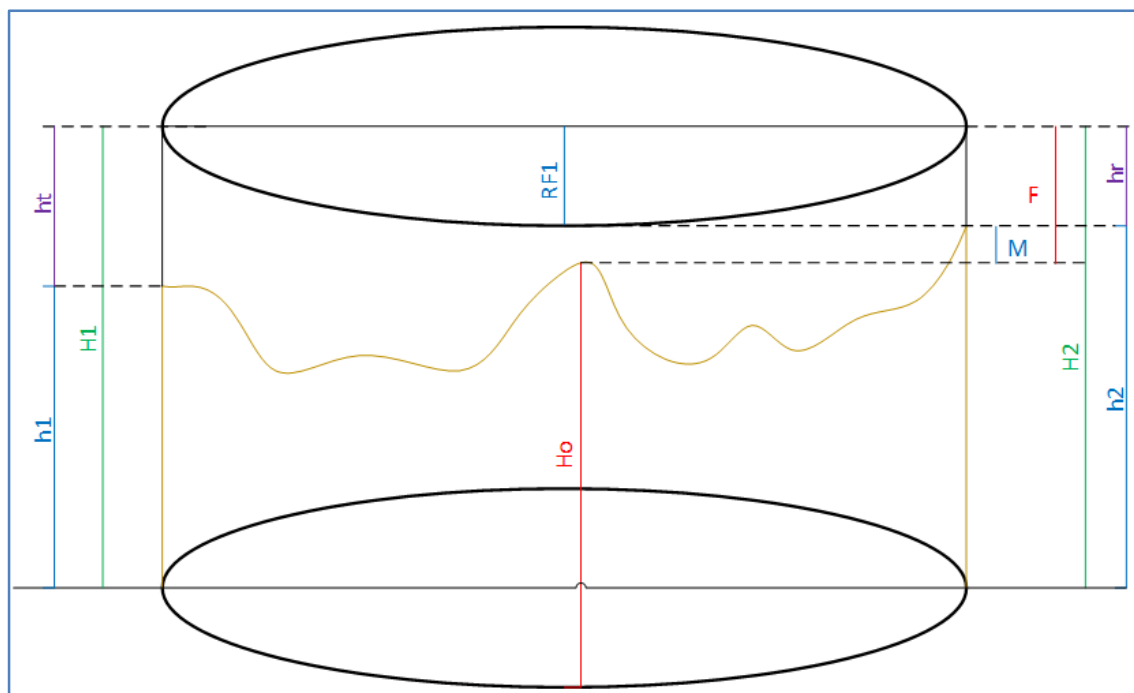


Figura 6. Cálculo del despejamiento de la primera Zona de Fresnel.

$h_1$ : altura medida hasta la base de la antena en transmisión

$h_t$ : altura de antena en transmisión

$H_1$ :  $h_t + h_1$

$h_2$ : altura medida hasta la base de la antena en recepción

$h_r$ : altura de antena en recepción

$H_2$ :  $h_r + h_2$

$H_o$ : altura medida hasta el obstáculo más alto

RF1: primer radio de Fresnel

M: despejamiento de la primera zona de Fresnel

F: Primera zona de Fresnel

$K$ : factor de curvatura de la tierra (4/3; 2/3)

$f$ : frecuencia de transmisión

$\lambda$ : longitud de onda (m)

- Se debe calcular la primera zona de Fresnel:

$$Rf_1 = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Ecuación 2

$$F = \frac{H_1 d_2 + H_2 d_1}{D} - H_o - 0.078 \frac{d_1 d_2}{k}$$

Ecuación 3

- Se determina el despejamiento de la primera zona de Fresnel

$$M = F - Rf_1$$

Ecuación 4

Si  $M \geq 0$  entonces se considera que la primera zona de Fresnel esta despejada.

Si  $M < 0$  entonces se considera que la primera zona de Fresnel esta obstruida.

### 5.3.3.2. Ganancia del sistema

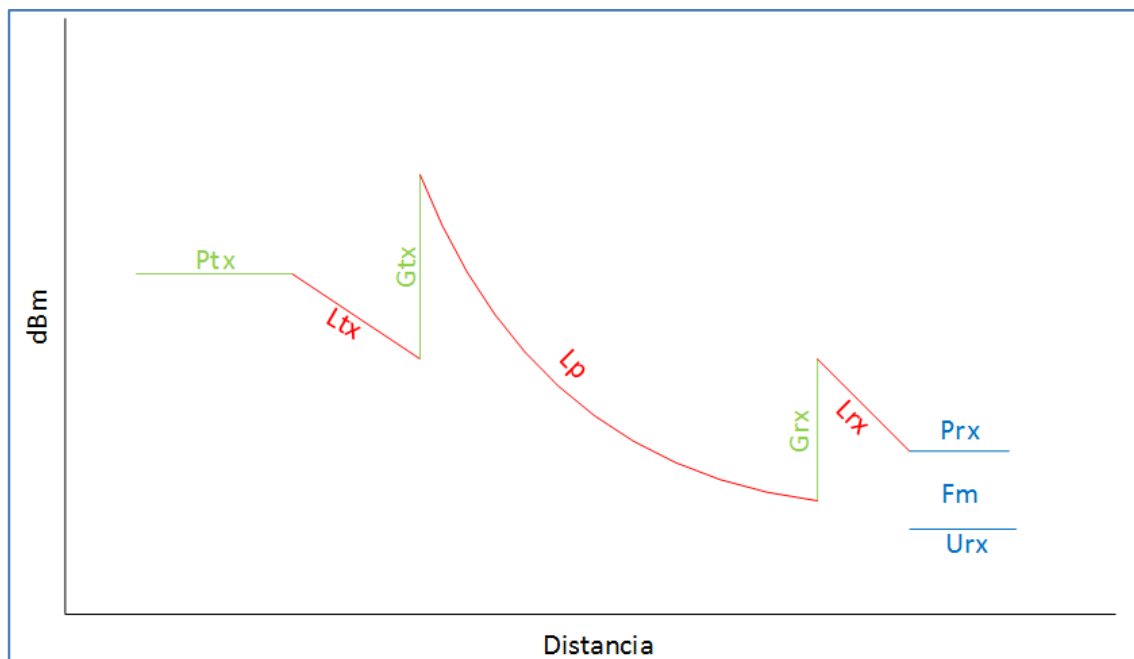


Figura 7. Ganancia del sistema (Pietrosemoli, 2013, pág. 185)

En donde:

$P_{tx}$ : potencia del equipo transmisor (dBm)

$L_{tx}$ : pérdidas por acoplamiento (dB)

$G_{tx}$ : ganancia de la antena en el transmisor (dBi)

$L_p$ : pérdidas de espacio libre (dB)

$G_{rx}$ : ganancia de la antena en el receptor (dBi)

$L_{rx}$ : pérdidas por acoplamiento (dB)

$P_{rx}$ : potencia en Recepción (dBm)

$U_{rx}$ : umbral de recepción (dBm)

$F_m$ : margen de desvanecimiento (dBm)

En su forma más sencilla, la ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor, y la potencia de entrada mínima requerida por un receptor. La ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas incurridas por una señal al propagarse de un transmisor a un receptor. En esencia, representa la pérdida neta de un sistema de radio. La ganancia del sistema se usa para calcular la confiabilidad de un sistema para determinados parámetros del mismo. (Tomasi, 2003, pág. 782)

- **Las pérdidas a ser consideradas son:**

$L_p$ : pérdida en trayectoria por espacio libre entre las antenas (dB)

$$L_p = 92,4 + 20\log F_{(GHz)} + 20\log D_{(km)}$$

Ecuación 5

$L_f$ : pérdida en los alimentadores (dB)

$$L_f = l_{rx} + l_{tx}$$

Ecuación 6

$L$ : pérdidas totales (dB)

$$L = L_p + L_f$$

Ecuación 7

- **Las ganancias son:**

$G$ : Ganancia Isotrópica, es aquella generada por la ganancia de las antenas (dB)

$$G = G_{rx} + G_{tx}$$

Ecuación 8

$P_{tx}$ : potencia generada por el equipo de radio en transmisión (dBm)

- **Margen de desvanecimiento.**- las radiocomunicaciones entre lugares remotos, sean de tierra a tierra o de tierra a satélite, requieren la propagación de señales electromagnéticas por el espacio libre. Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal en la trayectoria. Esta variación en la pérdida de la señal se llama desvanecimiento y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular. Para tener en cuenta el desvanecimiento temporal, se agrega una pérdida adicional de transmisión a la pérdida en trayectoria normal. A esta pérdida se le llama margen de desvanecimiento (Tomasi, 2003, pág. 367)

$$F_m = P_{rx} - U_{rx}$$

Ecuación 9

En dónde;

$P_{rx}$ : potencia en el receptor

$$P_{rx} = P_{tx} + G - L$$

Ecuación 10

Al resolver las ecuaciones de confiabilidad de Barnett-Vignant para una disponibilidad anual especificada en un sistema no protegido sin diversidad se obtiene la siguiente ecuación.

$$F_m = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Ecuación 11

Donde

Fm: margen de desvanecimiento (decibeles)

D: distancia (kilómetros)

f: frecuencia (gigahertz)

R: confiabilidad en tanto por uno (es decir, 99.99% = 0.9999 de confiabilidad)

A: factor de rugosidad: 4 sobre agua o sobre un terreno muy liso

1 sobre un terreno promedio

0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso

B: factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual:

1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual

0.5 para áreas calientes y húmedas

0.25 para áreas continentales promedio

0.125 para áreas muy secas o montañosas

Para el cálculo de la confiabilidad se procede a despejar la confiabilidad (R)

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30 \log D - 10 \log(6ABf) - 70 - Fm}{10} \right)$$

Ecuación 12

- **Atenuación debida a los gases atmosféricos.-** la absorción por los gases atmosféricos; absorción, dispersión y despolarización por hidrometeoros (gotas de agua y hielo en precipitación, nubes, etc.); y ruido de emisión producido por los medios absorbentes; todos estos efectos son especialmente importantes a frecuencias superiores a unos 10 GHz; (UIT, 2015)

$$\gamma = (\gamma_0 + \gamma_w)D$$

Ecuación 13

Razón por la cual no se tomará en cuenta las pérdidas por gases atmosféricos o por atenuación de hidrometeoros.

Para proceder con el cálculo de los enlaces se toman en cuenta los datos que se citan en el siguiente cuadro:

Tabla 7. Características de los enlaces

<b>Enlace</b>	<b>Potencia en Tx (dBm)</b>	<b>Umbral de Rx (dBm)</b>	<b>Ganancia de la antena en Tx (dBi)</b>	<b>Ganancia de la antena en Rx (dBi)</b>	<b>Altura de la antena en Tx (m)</b>	<b>Altura de la antena en Rx (m)</b>	<b>Distancia (Km)</b>
El Guambo- Bellavista	30	-89	14	14	20	5	2,20
El Guambo- Santa Teresita	30	-89	14	14	20	5	3,44
El Guambo- Tundurama	30	-89	14	14	20	5	7,65
El Guambo- Jimbura	30	-89	14	14	20	5	7,77
El Guambo- El Ingenio	30	-89	14	14	20	5	16,08
El Guambo- El Airo	30	-89	14	14	20	5	8,19
El Ingenio-27 de Abril	25	-96	16	16	5,5	9	4,03

Los procedimientos y resultados de los diferentes enlaces, se presenta en el Anexo B. A continuación se muestra una tabla resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 8. Resultados de los enlaces

	El Guambo-Bellavista	El Guambo-Santa Teresita	El Guambo-Tundurama	El Guambo-Jimbura	El Guambo-El Ingenio	El Guambo-El Airo	El Ingenio-27 de Abril
<b>Perdidas de espacio libre (<math>L_p</math>)</b>	114,24 dB	118,15dB	124,92 dB	125,23dB	131,38dB	125,52dB	119,05dB
<b>Pérdidas totales (<math>L_t</math>)</b>	116,24dB	120,15dB	126,92dB	127,23dB	133,38dB	127,52dB	121,05dB
<b>Ganancia total (<math>G_t</math>)</b>	58dB	58dB	58dB	58dB	58dB	58dB	57dB
<b>Potencia de recepción (Prx)</b>	-58,24dB	-62,15dB	-68,92dB	-69,23 dB	-75,38dB	-69,52dB	-64,05dB
<b>Margen de desvanecimiento plano (<math>F_m</math>)</b>	30,76dB	26,85dB	20,08dB	19,77dB	16,62dB	19,48dB	31,95dB
<b>Factor de Confiabilidad (<math>R</math>)</b>	99,999999%	99,999999%	99,999967%	99,999964%	99,998664%	99,999954%	99,999999%

### 5.3.4. Software de simulación

El software de simulación que se utiliza para realizar el enlace es el Radio Mobile Deluxe, debido a que es una herramienta gratuita, que predice la propagación de ondas de radio utilizando el modelo de Longley-Rice, además de trazar el perfil de las posibles trayectorias.

Para realizar la simulación se usan los siguientes parámetros de red:

Nombre de la red Enlace Guambo-El Ingenio	Refractividad de la superficie (Unidades-N) 301
Frecuencia mínima (MHz) 5150	Conductividad del suelo (S/m) 0,005
Frecuencia máxima (MHz) 5875	Permitividad relativa al suelo 15
Polarización <input checked="" type="radio"/> Vertical <input type="radio"/> Horizontal	Clima <input type="radio"/> Ecuatorial <input type="radio"/> Continental sub-tropical <input type="radio"/> Marítimo sub-tropical <input type="radio"/> Desierto <input checked="" type="radio"/> Continental templado <input type="radio"/> Marítimo templado sobre la tierra <input type="radio"/> Marítimo templado sobre el mar
Modo estadístico <input checked="" type="radio"/> Intento    % de tiempo 50 <input type="radio"/> Accidental    % de ubicaciones 50 <input type="radio"/> Móvil <input type="radio"/> Difusión    % de situaciones 70	
Pérdida adicional <input type="radio"/> Ciudad <input checked="" type="radio"/> Bosque    % 0	

Figura 8. Parámetros de red en Radio Mobile

La topología a utilizarse en esta simulación es la de maestro esclavo, debido a que una estación será la que proveerá a las demás conectividad:

Visible

Red de voz (Controlador/Subordinado/Repetidor)

Red de datos, Topología estrella (Master/Esclavo)

Red de datos, cluster (Nodo/Terminal)

Si una unidad es configurada como master, configurar todas las otras como esclavas

Figura 9. Topología usada en Radio Mobile

Para la configuración de los sistemas, estos se han dividido en dos:

1. Para el enlace Punto-Multipunto, que para este caso será entre los subcentros de salud de Bellavista, Santa Teresita, Tundurama, Jimbura, El Airo y El Ingenio para la conexión con el cerro El Guambo:

Seleccionar desde Radiosys.dat

Nombre del sistema CAMBIUM NETWORKS

Potencia del Transmisor (Watt) 1 (dBm) 30

Umbral del receptor ( $\mu$ V) 7,9433 (dBm) -89

Pérdida de la línea (dB) 2 ( Cable+cavidades+conectores )

Tipo de antena cardio.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 14 (dBd) 11,85

Altura de antena (m) 0,5 ( Sobre el suelo )

Pérdida adicional cable (dB/m) 0 ( Si la altura de la antena difiere )

Agregar a radiosys.dat Remover del radiosys.dat

Figura 10. Sistema para enlaces multipunto

2. Para el enlace Punto-Punto, que para este caso será entre los subcentros de salud de El Ingenio y 27 de Abril:

Seleccionar desde Radiosys.dat

Nombre del sistema: MIKROTIK

Potencia del Transmisor (Watt): 0,3162278 (dBm): 25

Umbral del receptor ( $\mu\text{V}$ ): 3,5481 (dBm): -96

Pérdida de la línea (dB): 2 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena: yagi1.ant Ver

Ganancia de antena (dBi): 16 (dBd): 13,85

Altura de antena (m): 0,5 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m): 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a radiosys.dat Remove del radiosys.dat

Figura 11. Sistema para enlace punto a punto

A continuación se detallan los resultados obtenidos del software de simulación:

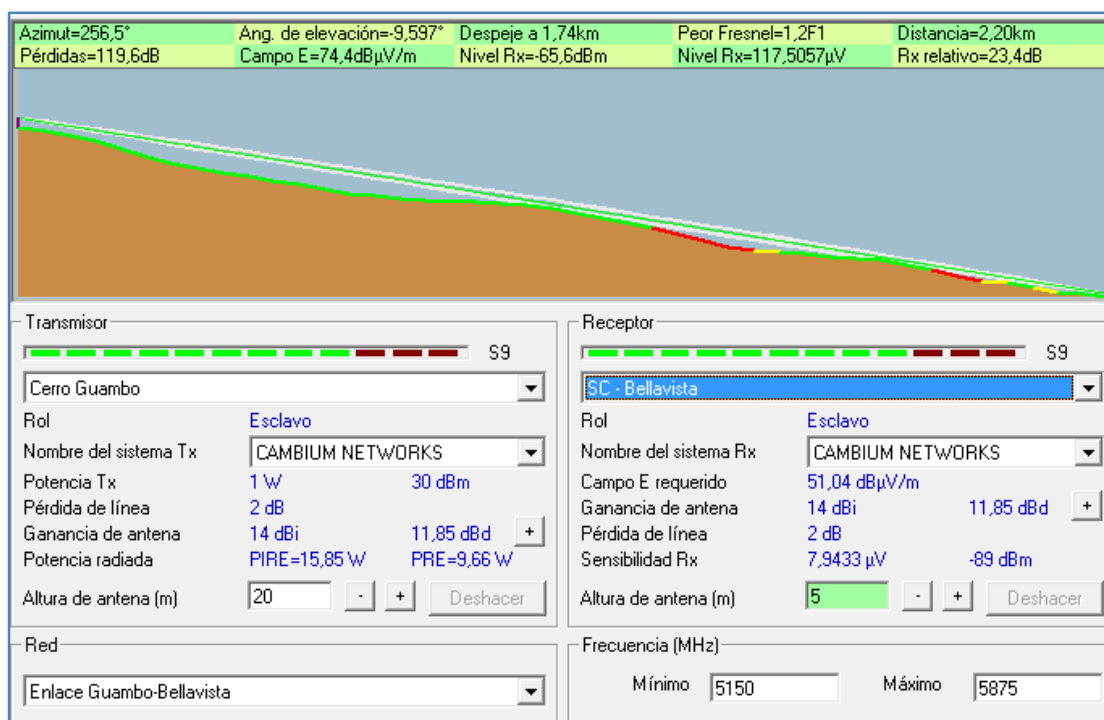


Figura 12. Enlace El Guambo – Bellavista

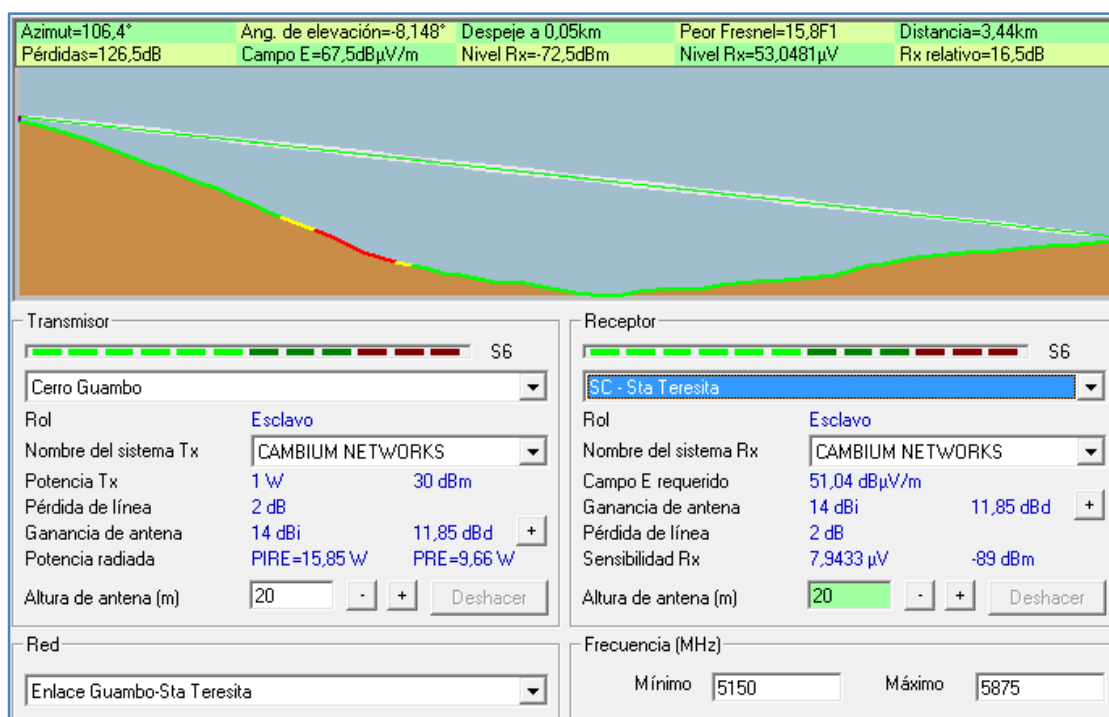


Figura 13. Enlace El Guambo – Santa Teresita

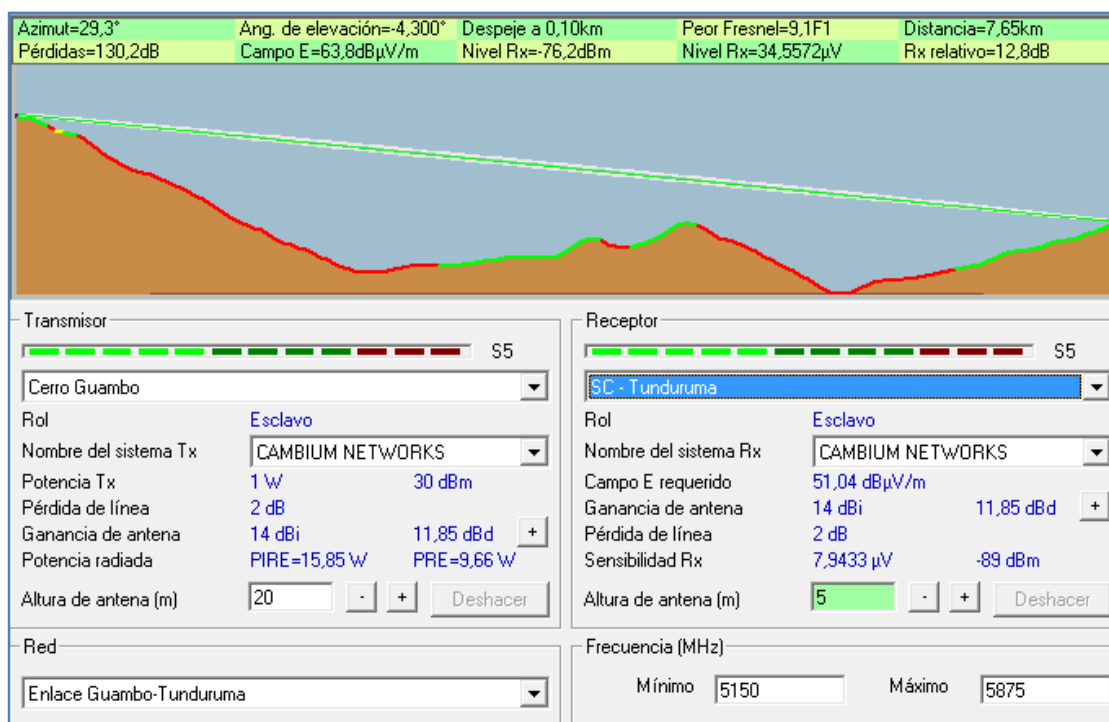


Figura 14. Enlace El Guambo – Tunduruma

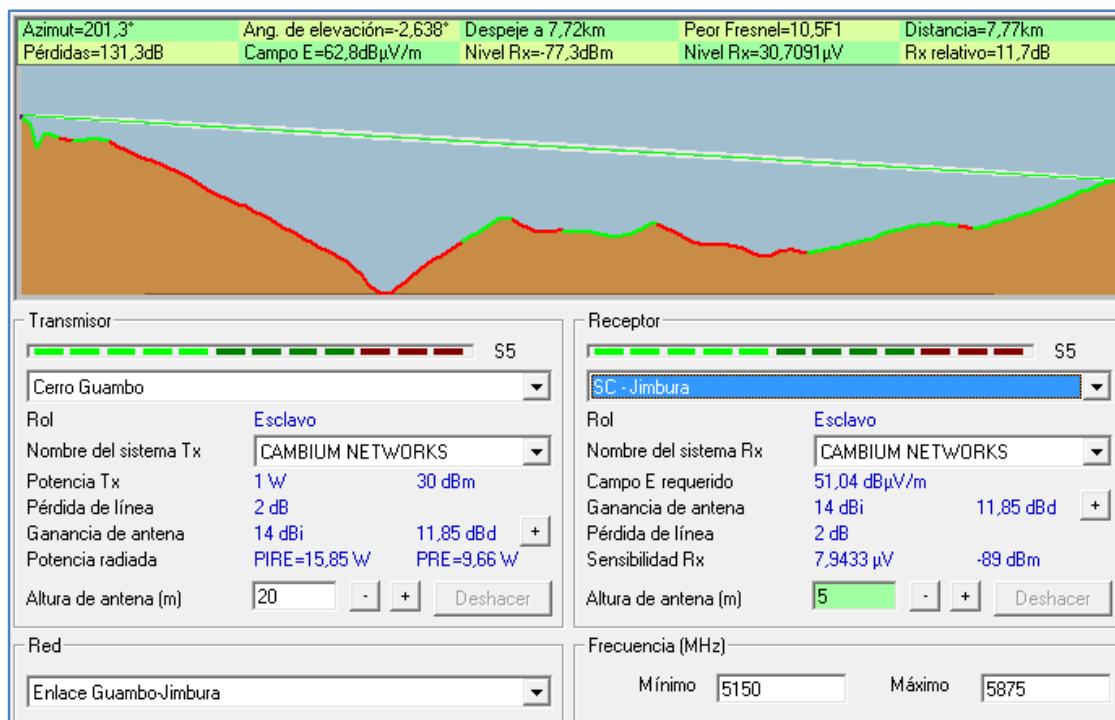


Figura 15. Enlace El Guambo – Jimbura

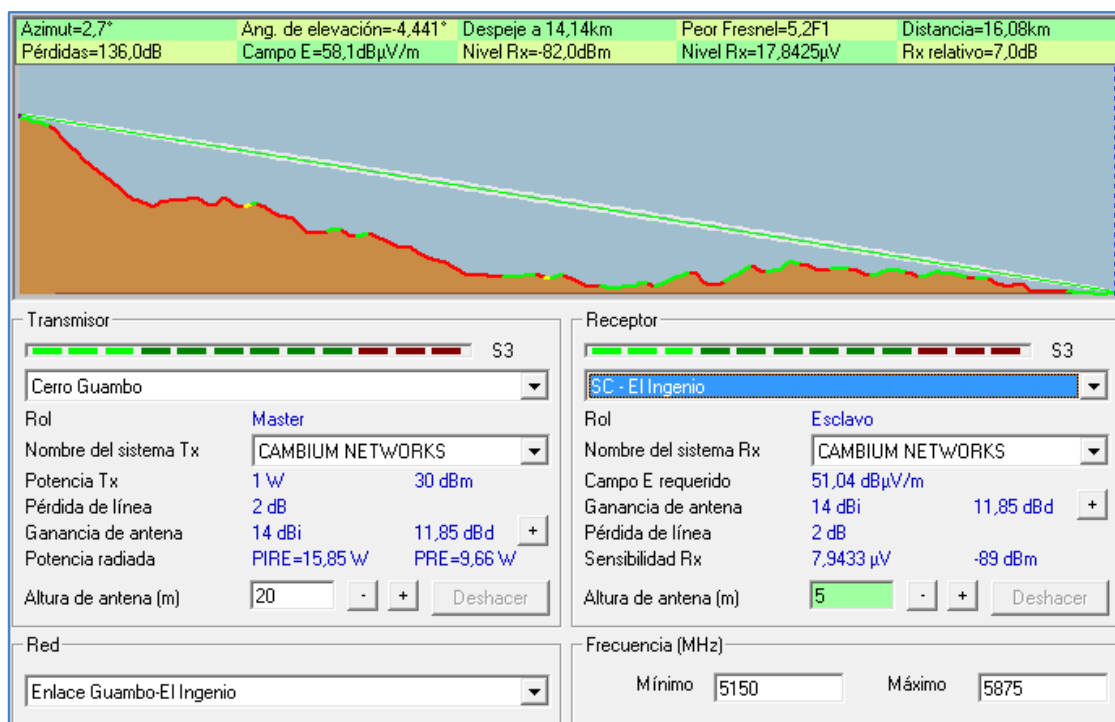


Figura 16. Enlace El Guambo – El Ingenio

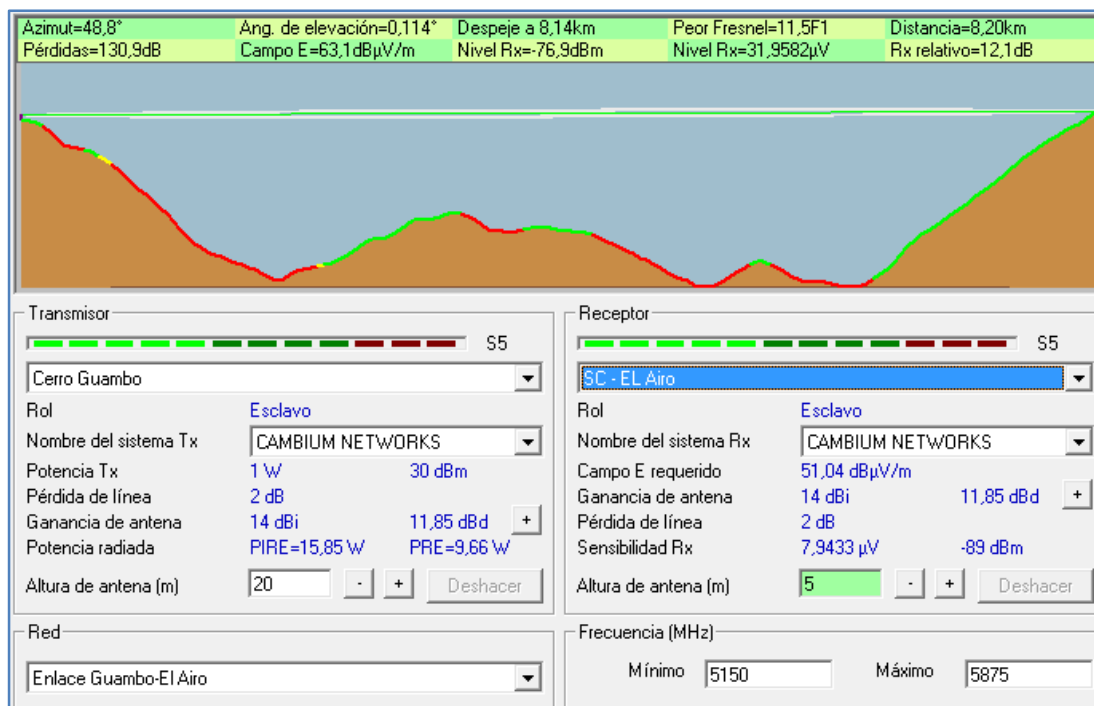


Figura 17. Enlace El Guambo – El Airo

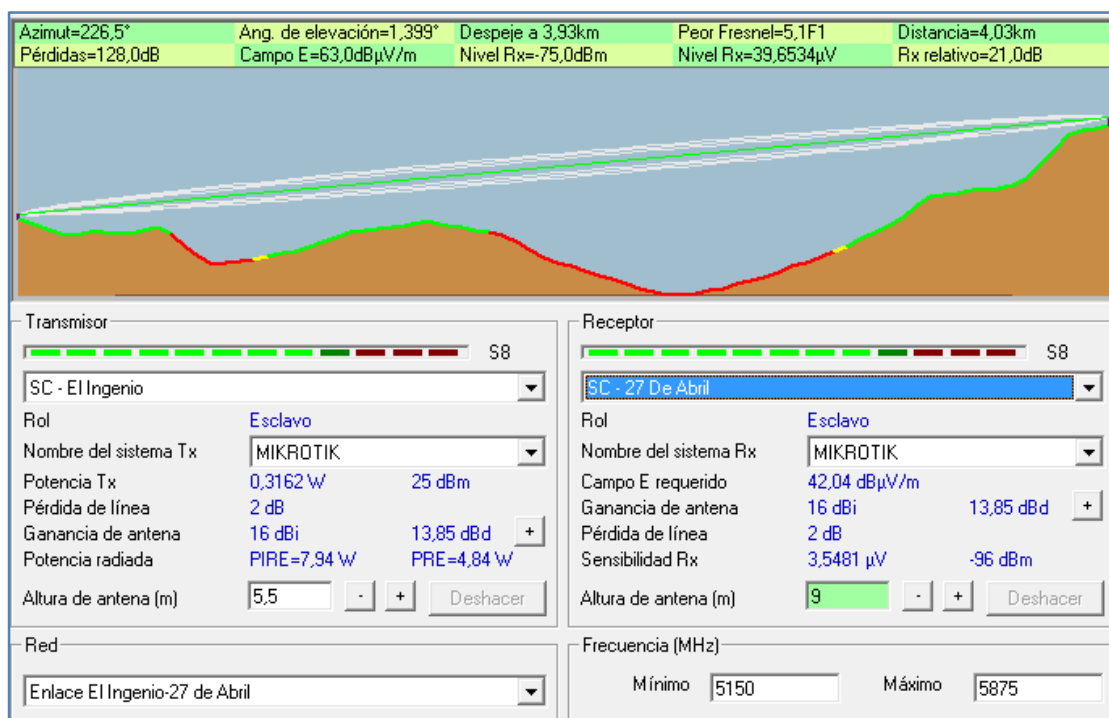
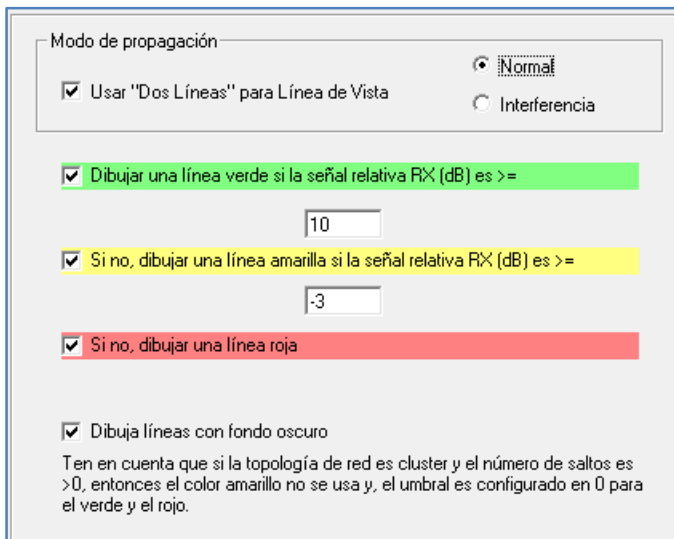


Figura 18. Enlace El Ingenio – 27 De Abril

**Observación.-** Para obtener enlaces con robustos, es decir sobre el umbral, para esta simulación se da un margen de 10dB debido a que los resultados obtenidos en el Radio Mobile son teóricos y existen factores no previstos (condiciones climáticas, desvanecimiento, etc.) que pueden hacer variar los resultados obtenidos.



Modo de propagación

Usar "Dos Líneas" para Línea de Vista

Normal

Interferencia

Dibujar una línea verde si la señal relativa RX (dB) es  $\geq$  10

Si no, dibujar una línea amarilla si la señal relativa RX (dB) es  $\geq$  -3

Si no, dibujar una línea roja

Dibuja líneas con fondo oscuro

Ten en cuenta que si la topología de red es cluster y el número de saltos es  $>0$ , entonces el color amarillo no se usa y, el umbral es configurado en 0 para el verde y el rojo.

Figura 19. Estilo usado en Radio Mobile

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de la simulación:

Tabla 9. Resultados de la simulación

	El Guambo-Bellavista	El Guambo-Santa Teresita	El Guambo-Tundurama	El Guambo-Jimbura	El Guambo-El Ingenio	El Guambo-El Airo	El Ingenio-27 de Abril
Pérdidas	117,1 dB	117,6dB	130,9 dB	131,6dB	136dB	130,9dB	128dB
Azimut	256,5°	106,4°	29,3°	201,3°	2,7°	48,8°	226,5°
Nivel Rx	-63,1dB	-63,6dB	-76,9dB	-77,6dB	-82dB	-76,9dB	-75dB
Distancia	2,24Km	3,48Km	7,69Km	7,80Km	16Km	8,20Km	4,03Km
Peor Fresnel	1,2F1	15,8F1	9,1F1	10,5F1	5,2F1	11,5F1	5,1F1
Rx Relativo	25,9 dB	25,4dB	12,1dB	11,4dB	7dB	12,1dB	21dB

Y debido a que en todos los enlaces se cumplió esta observación se consideran enlaces viables y robustos, se debe de tener cuidado con el enlace entre El Guambo y El Ingenio y de ser necesario realizar cambios en los equipos ubicados en el subcentro de salud si se detecta algún problema.

### 5.3.5. Direccionamiento de redes

Para realizar el direccionamiento de la red, se utiliza una red privada clase B para el equipamiento, mientras que para brindar DHCP a través de los AP's que se encuentran en cada subcentro de salud se utiliza un direccionamiento clase C, tal como se indica a continuación.

Tabla 10. Direccionamiento de red para enlaces desde cerro El Guambo

<b>Equipo</b>	<b>Dirección IP</b>
CERRO GUAMBO / Antena 1	172.30.10.1/24
CERRO GUAMBO / Antena 2	172.30.10.2/24
CERRO GUAMBO / GW	172.30.20.10/24
SC BELLAVISTA / Equipo de radio	172.30.10.7/24
SC JIMBURA / Equipo de radio	172.30.10.8/24
SC SANTA TERESITA / Equipo de radio	172.30.10.6/24
SC EL INGENIO / Equipo de radio	172.30.10.9/24
SC TUNDURAMA / Equipo de radio	172.30.10.5/24
SC EL AIRO / Equipo de radio	172.16.10.12/24

Tabla 11. Direccionamiento de red para enlace El Ingenio - 27 de Abril.

<b>Equipo</b>	<b>Dirección IP</b>
SC EL INGENIO / Equipo de radio	172.30.10.11/24
SC 27 DE ABRIL / Equipo de radio	172.30.10.10/24

Tabla. 12. Direccionamiento de red para Access Point ubicados en los subcentros de salud.

<b>Equipo</b>	<b>Dirección IP</b>
SC BELLAVISTA / AP	172.30.20.13/24
SC JIMBURA / AP	172.30.20.14/24
SC SANTA TERESITA / AP	172.30.20.12/24
SC EL INGENIO / AP	172.30.20.15/24
SC TUNDURAMA / AP	172.30.20.11/24
SC EL AIRO / AP	172.30.20.17/24
SC 27 DE ABRIL / AP	172.16.20.16/24

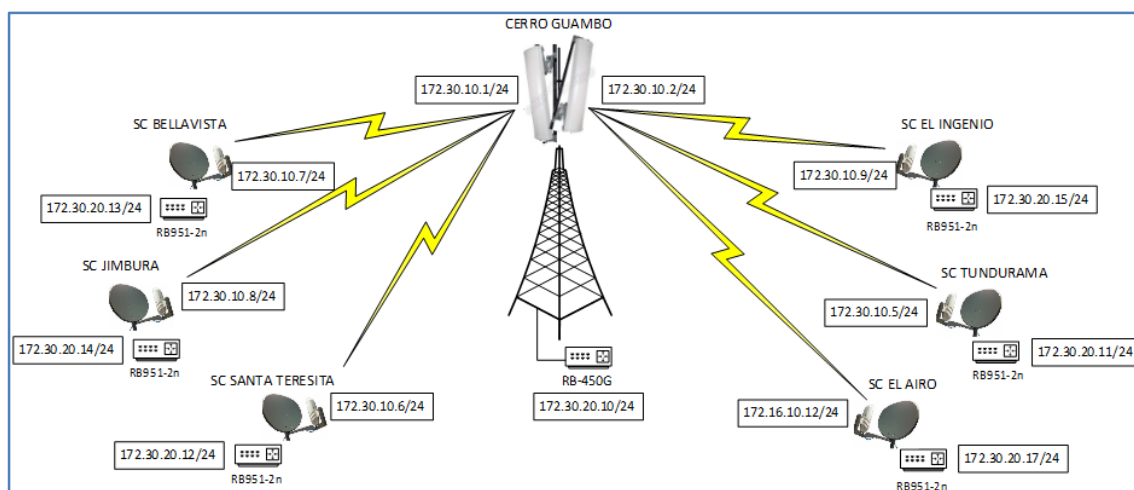


Figura 20. Diagrama de direccionamiento de red para enlaces desde cerro El Guambo

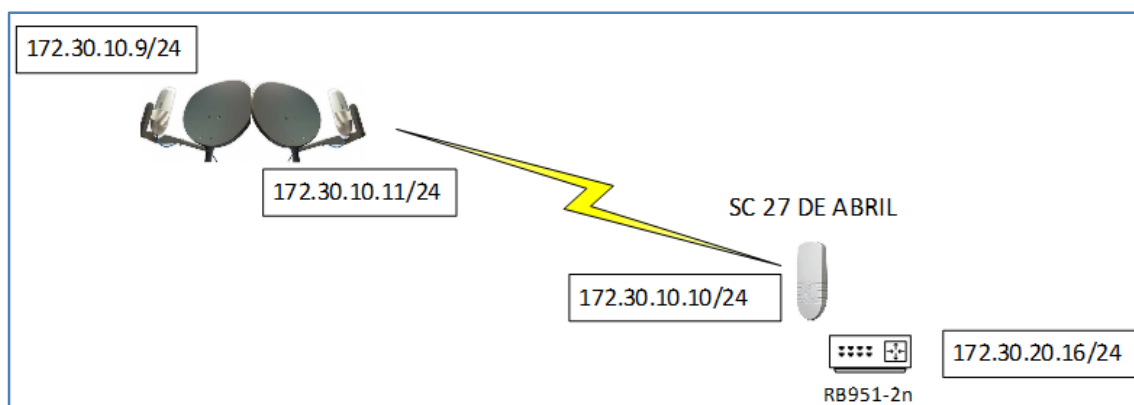


Figura 21. Diagrama de direccionamiento de red para enlace El Ingenio - 27 de Abril.

### 5.3.6. Sistemas de respaldo de energía

En lo referente a los sistemas de respaldo de energía, no se tiene previsto instalar ningún sistema en los subcentros de salud, debido a que cada uno cuenta con un sistema de energía estable, es decir se tiene las 24 horas el servicio de energía eléctrica.

Para los equipos instalados en el cerro El Guambo, si se ha considerado la instalación de un sistema de respaldo de energía que consta de dos baterías y un inversor, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

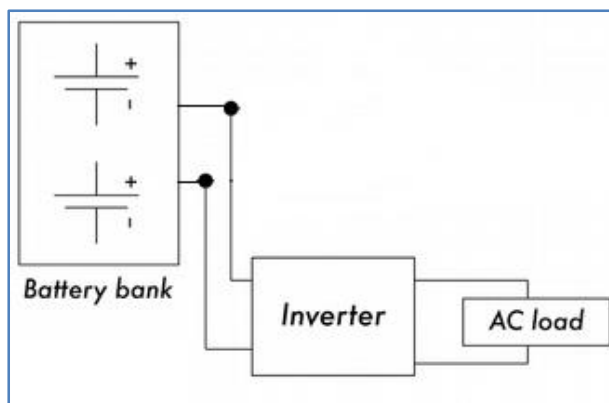


Figura 22. Diagrama de conexión de sistema de respaldo (Pietrosemoli, 2013, pág. 251)

Debido a que las baterías entregan 12 voltios continuos y los equipos trabajan con 110 voltios alternos, los inversores presentan su máxima eficiencia cuando proporcionan del 50% al 90% de su especificación de potencia promedio. Se debería seleccionar el inversor que satisfaga lo más posible las demandas de la carga. El fabricante normalmente proporciona el rendimiento del inversor al 70% de su potencia nominal. (Pietrosemoli, 2013, pág. 268)

Para tener una alta disponibilidad de los enlaces, se plantea tener una autonomía de 3 días en el cerro El Guambo, por lo que se ha considerado las siguientes cargas y tiempos de consumo:

Tabla. 13. Potencia de equipos en cerro El Guambo

Carga	Descripción	Nº de horas/día	Potencia (W)	Eficiencia del inversor	W/h día
RB450G	Gateway	8	6.4 W	0.70	73,14
ePMP	Radio	8	7 W	0.70	80,00
Cisco	Router CNT	8	100 W	0.70	685,71
TP-Link	Transiver	8	10 W	0.70	114,29
TOTAL W/h día					953,14

Para realizar el cálculo para dimensionamiento de baterías se considera lo siguiente:

- A la carga total por día, se agregará un factor de corrección de 1.2 (se genera al menos 20% más de lo que se consumirá) por lo que se debe tener (EHAS, 2007)

$$L \approx 1.143,768$$

- Tener al menos entre 3 días de autonomía.

$$N_{da} = 3 \text{ días}$$

- No descargar las baterías por encima del 80% para evitar deterioro en el funcionamiento de las mismas. (Pietrosemoli, 2013, pág. 259)

$$Pd_{max} = 0,80$$

Es decir, la capacidad de la batería debe ser capaz de dotar de 3 días de autonomía a los equipos instalados en el cerro El Guambo, teniendo en cuenta que sólo se deben descargar un 80%.

$$C_{mod}(W - h) = \frac{N_{da} * L}{Pd_{max}}$$

Ecuación 14

$$C_{mod}(W - h) = 2.859,42$$

Si esa capacidad se la requiere en A-h, se debe de dividir por el voltaje nominal de las baterías, que son 12 voltios. Por lo tanto, se necesita un banco de baterías de 238,29 A-h.

Por lo que se utilizarán 2 baterías de gel de libre mantenimiento de 100 A-h.

### 5.3.7. Estimación de la capacidad

En cada subcentro de salud se tiene un computador de escritorio, pero al contarse con un access point, se debe tener en cuenta las conexiones de smartphones, tablet, portátiles y dispositivos de acceso inalámbricos, y por ende la degradación que esto representa para la red.

Para calcular la capacidad, es importante entender que la velocidad declarada de un dispositivo inalámbrico (la llamada tasa de datos) se refiere a la tasa a la cual los radios intercambian símbolos, no al caudal utilizable que se puede aprovechar. El caudal (throughput) es también conocido como la capacidad del canal, o simplemente ancho de banda. (Pietrosemoli, 2013, pág. 183)

Tabla 14. Estimación de la capacidad (Pietrosemoli, 2013, pág. 183)

Aplicaciones	Requisito/ Usuario	Notas
Mensajes de texto/ IM	< 1 kbps	Como el tráfico es infrecuente y asíncrono, IM tolera latencia alta.
Correo Electrónico	1 a 100 kbps	Igual que con IM, el email es asíncrono e intermitente así que va a tolerar latencia. Archivos, anexos grandes, virus, y spam incrementan significativamente el uso de ancho de banda. Note que los servicios de email basados en web (como Yahoo y Hotmail) deben ser considerados como navegación en web y no como email.
Navegación Web	50 - 100+ kbps	Los navegadores web sólo usan la red cuando los datos son solicitados. La comunicación es asíncrona, así que una buena cantidad de retardo puede tolerarse. A medida que los navegadores solicitan más datos (imágenes grandes, descargas largas, etc.) el uso de ancho de banda aumenta considerablemente.
Audio en tiempo real (streaming)	96 - 160 kbps	Cada usuario de audio en tiempo real va a usar una cantidad considerable y

		<p>constante de ancho de banda por todo el tiempo en que esté escuchando. Puede tolerar latencia transitoria utilizando grandes cantidades de memoria del cliente. Pero períodos largos de retardo van a producir “saltos” en el audio o fallos completos de la sesión.</p>
Voz sobre IP (VoIP)	24 - 100+ kbps	<p>Igual que con el audio en tiempo real, la VoIP compromete un ancho de banda constante por cada usuario durante el tiempo de la llamada. Pero con la VoIP, el ancho de banda se usa aproximadamente de manera igual en ambas direcciones. La latencia en una conexión VoIP es una molestia inmediata para los usuarios.</p> <p>Los retrasos más largos de unos pocos milisegundos son inaceptables en VoIP.</p>
Video en tiempo real (streaming)	64 - 200+ kbps	<p>Igual que con el audio en tiempo real, alguna latencia intermitente se puede evitar usando memoria del cliente. El video en tiempo real necesita un caudal elevado y baja latencia para funcionar adecuadamente.</p>
Aplicaciones de compartir archivos (peer-to-peer)	0- infinito Mbps	<p>Mientras que las aplicaciones peer-to-peer toleran cierta latencia, tienden a usar todo el caudal disponible para transmitir datos al mayor número de clientes posible, en el menor tiempo posible. El uso de estas aplicaciones va a ocasionar problemas de latencia y caudal para el resto de los usuarios de la red a menos que usted use</p>

		un control de tráfico muy cuidadoso.
--	--	--------------------------------------

Puesto que es improbable que todos los usuarios usen la conexión exactamente al mismo tiempo, es práctica común sobreescribir el caudal disponible usando algún factor (es decir, permitir más usuarios de los que el máximo ancho de banda disponible puede tolerar).

Sobreescribir usando un factor de 5 a 10 es bastante común.

El monitoreo cuidadoso del caudal en toda su red le va a permitir la planificación de cuándo actualizar las diferentes partes de la misma y calcular cuántos recursos adicionales va a necesitar. (Pietrosemoli, 2013, pág. 183)

### **5.3.8. Mantenimiento de las redes**

La manera de establecer la infraestructura de soporte de su red es tan importante como el tipo de equipamiento que utilice. A diferencia de las conexiones cableadas, los problemas con las redes inalámbricas a menudo son invisibles, y pueden requerir más capacidades y más tiempo para diagnosticarlos y remediarlos. La interferencia, el viento y otras obstrucciones físicas pueden causar fallas en una red que llevaba tiempo funcionamiento satisfactoriamente. (Pietrosemoli, 2013, pág. 288)

Para usar de manera adecuada los equipos y el servicio de Internet, se debe capacitar al personal que labora en los subcentros de salud, indicando las precauciones que se deben tener, así como identificar las personas que tienen un mayor conocimiento de la tecnología que serán de gran ayuda en el momento de realizar un soporte vía telefónica o de forma remota. Es importante concienciar al

personal sobre la importancia del buen uso del Internet, que evitará que los equipos de cómputo estén expuestos a virus o malware que provocan problemas en conexión y reiteradas quejas.

#### **5.3.8.1. Mantenimiento preventivo**

Una forma de alargar la vida útil de los equipos, es realizar un mantenimiento preventivo de los mismos, dentro de los que se especifican las siguientes actividades:

- Es importante indicar a los funcionarios mantener contraseñas seguras para la conexión a los AP's y en los equipos de cómputo para evitar la utilización del servicio de Internet por terceras personas, degradando la calidad del servicio.
- Tanto en los subcentros de salud, como en el cerro El Guambo se debe realizar una copia de seguridad de la configuración de todos los equipos en forma mensual o cuando se realice algún cambio importante, esto es para realizar una recuperación inmediata en el caso que se dañe el equipo y se requiera de su reemplazo.
- En los subcentros de salud es importante realizar una limpieza física de los equipos para evitar el deterioro por el polvo que se acumula, además de revisar que no se cargue en exceso la toma eléctrica para evitar daños en los equipos.
- En los subcentros de salud es recomendable revisar en forma mensual el apuntamiento de las antenas para evitar pérdidas, además de detectar cualquier problema en la conexión desde los equipos de radio hasta los AP's, tales como corte o desgaste en el cable UTP o cambios estructurales en la edificación que no han sido informadas.
- En el cerro el Guambo se deben realizar una limpieza mensual de los equipos, además de revisar las diferentes conexiones.

- En el cerro el Guambo se tiene instaladas baterías libres de mantenimiento, es decir selladas, pero se debe revisar en forma mensual los niveles de voltaje que estas tienen para verificar la correcta carga y descarga de las mismas.
- Debido a ser una torre de comunicaciones ya en funcionamiento, el sistema de puesta a tierra es brindada por el dueño de la misma, pero se debe verificar cualquier anomalía para ser informada y evitar daños en los equipos en caso de tormentas eléctricas.

#### 5.4. Formularios

Cuando se realice un enlace de radio, se debe tener en cuenta las regulaciones vigentes en el lugar donde se plantee para no infringir la ley, en el Ecuador desde el 18 de febrero del 2015 se crea la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) para la regulación, gestión y control de las telecomunicaciones.

Debido a la naturaleza del siguiente proyecto, se debe tener claro las siguientes definiciones dadas por la ARCOTEL:

- **Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.-** Sistemas de radiocomunicaciones que utilizan técnicas de codificación o modulación digital en una anchura de banda asignada con una densidad espectral de potencia baja compatible con la utilización eficaz del espectro; al permitir la coexistencia de múltiples sistemas en una misma anchura de banda. (ARCOTEL, 2016)

##### 5.4.1. Formularios ARCOTEL

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), ha establecido los formularios necesarios para el trámite correspondiente a la concesión, renovación o modificación de una concesión de

frecuencias; así como para la concesión y renovación de credenciales para radioaficionados y sistemas de banda ciudadana; de la misma forma para el registro de sistemas de modulación digital de banda ancha, estos están organizados de la siguiente forma:

- Formulario RC-9C (Formulario para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Sistemas Móviles). **Este formulario no aplica.**
- Formulario RC-9B (Formulario para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Multipunto)
- Formulario RC-9A (Formulario para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Punto)
- Formulario RC-4A (Formulario para Información de Equipamiento)
- Formulario RC-3B (Formulario para patrones de radiación de antenas)
- Formulario RC-3A (Formulario para Información de Antenas)
- Formulario RC-2A (Formulario para Información de la Estructura del Sistema de Radiocomunicaciones)
- Formulario RC-1B (Formulario para Información Legal Modulación Digital de Banda Ancha)
- Formulario RC-15A (RNI-T1) (Formulario para Estudio Técnico de Emisiones de RNI)
- Formulario RC-14A (Formulario para Esquema del Sistema de Radiocomunicaciones)

Los requerimientos del ARCOTEL son los siguientes:

- Estudio técnico del sistema, elaborado en los formularios disponibles en la página web institucional.

- Otros documentos que la ARCOTEL requiera, con la debida justificación.

Todos los formularios aquí listados, se presentan en el Anexo C.

### **5.5. Presupuesto**

Para el siguiente presupuesto se debe considerar gastos de bienes y servicios en forma separada, en el caso de los bienes se considera generalmente como un solo gasto, salvo casos extraordinarios tales como robo, descargas eléctricas o mal uso de los equipos en el cual hace que el presupuesto referencial se incremente. Mientras para el caso de servicios, estos deben ser pagados en forma mensual y el aumento de estos gastos dependerá de expansiones de la red o valores por soporte técnico fuera del tiempo de garantía.

Tabla. 15. Costos de los bienes

Bienes Ítem	Equipo y Software	Cantidad	Marca	Descripción	Costo Unitario (USD)	Costo (USD)
1	Supresor transientes	2		En cerro el Guambo	40,00	80,00
2	ePMP 5 GHz	2	MIKROTIK	Celda 5GHz 120° en cerro el Guambo	250,00	500,00
3	epmp1000 sync conectorizado	2	CAMBIUM NETWORK	Radio conectorizado para multipunto en cerro el Guambo	450,00	900,00
4	RB 450G	1	MIKROTIK	Router para realizar el Nat y QoS en cerro Guambo	300,00	300,00
5	Inversor y batería	1	CDP y batería Bosch	Respaldo de Energía del nodo en cerro Guambo	700,00	700,00
6	epmp1000 integrado	7	CAMBIUM NETWORK	Radio conectorizado para multipunto, Subcentros de Salud	130,00	910,00
7	Reflectores para epmp1000 integrado	7	CAMBIUM NETWORK	Antena conectada al equipo de Radio, Subcentros de Salud	140,00	980,00
8	RB 951-2n	7	MIKROTIK	Access Point en Subcentros de Salud	80,00	560,00
SUBTOTAL						4930,00
IVA						591,60
TOTAL						5.521,60

Tabla. 16. Servicios de instalación

Ítem	Cantidad	Servicio	Costo Unitario (USD)	Costo (USD)
1	1	Instalación de Servicio de Internet	300,00	300,00
2	8	Instalación de Equipos de Comunicación (Antenas, Radios, batería, AP's)	450,00	3.600,00
3	1	Torres de 24 metros para soporte de equipos, 1 año de arriendo en cerro Guambo	1.300,00	1.300,00
SUBTOTAL				5.200,00
IVA				624,00
<b>TOTAL</b>				<b>5.824,00</b>

Tabla. 17. Servicios a cancelar mensualmente

Ítem	Cantidad	Servicio	Costo Unitario (USD)	Costo (USD)
1	7 Mbps	Enlace de internet en Cerro Guambo	75,00	525,00
SUBTOTAL				525,00
IVA				63,00
<b>TOTAL</b>				<b>588,00</b>

## 6. Conclusiones

- Dado el escenario existente, en el cual el objetivo es proporcionar un servicio de Internet a subcentros de salud ubicados en zonas rurales, Wi-Fi en la banda de 5GHz es la tecnología más apta para la prestación de servicios de Internet en estas zonas, ya que y no es susceptible a interferencias y ofrece la posibilidad de obtener una mayor cobertura mediante modificaciones en la capa física y MAC, eliminando las restricciones de distancia..
- Los parámetros tomados en cuenta en el diseño de red, con el que se conseguirán mayores prestaciones en el servicio son: topología punto – multipunto con multiplexación OFDM para los subcentros de salud Jimbura, el Airo, el Ingenio, Santa Teresita, Tundurama con el cerro el Guabo debido a que se dispone línea de vista directa, y punto a punto entre el subcentro 27 de Abril con el Ingenio con multiplexación TDMA, con equipos que trabajen en la banda de 5Ghz, dado que las distancias son relativamente cortas.
- Dentro de este proyecto no se tiene contemplado la instalación de sistemas de respaldo eléctrico para los equipos de comunicaciones en los subcentros de salud dado que cuentan con un suministro de energía continuo. Para los equipos instalados en Cerro El Guambo se analizó la posibilidad de instalar un sistema de respaldo de energía debido a los cortes que se producen debido a tormentas eléctricas recurrentes en el sector, con el fin de garantizar la disponibilidad del servicio.
- El sistema de protección eléctrica en los subcentros de salud no ha sido considerada debido a que estas ya cuentan con sistemas de protección y en el cerro El Guambo el pararrayos y el sistema de protección eléctrica está dada por el dueño de la infraestructura.

- La disponibilidad aquí citada, corresponde a la resultante del enlace de datos, puesta que la disponibilidad del servicio como tal está sujeta a la disponibilidad brindada por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.
- El mantenimiento de los equipos a instalarse es importante para alargar su vida útil y mantener las prestaciones de los mismos de manera adecuada, por lo que se deben informar a los usuarios la forma correcta de utilizarlos.
- Los formularios que se llenaron para este proyecto siguen las recomendaciones dadas por el ARCOTEL y permiten que los radioenlaces puedan brindar el servicio de Internet sin incurrir en multas, pero es importante contar con la información correcta de los equipos y el sector en donde funcionarían.
- El contar con una infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones en el cerro el Guambo, se traduce en un ahorro significativo en el presupuesto referencial del proyecto, ya que únicamente se paga un valor de arrendamiento. Por consiguiente, es un presupuesto accesible en relación a los enormes beneficios.

## 7. Recomendaciones

- Previo a plantear un diseño para la tecnología Wi-Fi en ambientes rurales, se recomienda analizar casos de éxito en la implementación de proyectos similares para tomar las mejores prácticas y así asegurar el correcto funcionamiento de los servicios a brindarse.
- Se debe tener un monitoreo constante de los enlaces para verificar factores tales como el apuntamiento de las antenas, dado que la banda de frecuencias en las que se trabaja es muy susceptible a estos problemas y una ligera variación de este parámetro afectará el servicio prestado. En este aspecto el enlace punto a punto entre El Ingenio y 27 de Abril debe revisarse en forma mensual dado que el apuntamiento de estas dos antenas debe ser lo más preciso posible.
- Dado que se tiene un sistema de suministro eléctrico continuo en los subcentros de salud no se consideró un sistema de respaldo de energía para estos, pero en el caso de requerirse se debe considerar un sistema independiente para los equipos de comunicación y de computación del resto de equipamiento médico que se encuentre en los subcentros. En el cerro El Guambo se ha considerado un sistema de respaldo que no requiere mantenimiento por la complejidad de acceder al sitio, pero se debe revisar el correcto funcionamiento en forma semestral.
- Se debe tener precaución que los sistemas de protección eléctrica en las diferentes localidades funcionen de manera correcta, puesto que el fallo de estos significa poner en riesgo los equipos de comunicaciones.
- Se debe realizar un monitoreo de los enlaces de Internet para verificar la disponibilidad ofrecida por los radioenlaces y la disponibilidad del servicio brindado por CNT, permitiendo identificar el origen de los posibles inconvenientes que se presenten en el servicio.

- Es necesario contar con un cronograma de mantenimientos preventivos para los equipos de comunicaciones, bajo las recomendaciones de los fabricantes, que permitan garantizar la vida útil de los equipos.
- Para la provisión del servicio de Internet indistinto del medio de transmisión, es necesario cumplir con la documentación solicitada por la ARCOTEL, para cumplir con el aspecto legal y regulatorio para evitar sanciones y multas por este ente de control.
- Cuando se planteen proyectos de radioenlaces es de enorme importancia conocer las repetidoras o estaciones que se encuentren trabajando en el sector de influencia, puesto que los gastos en que se incurrirían para la instalación de una nueva torre de comunicaciones puede hacer que el proyecto sea inviable económicamente.

## 8. Referencias

Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales . (Marzo de 2016). Obtenido

de Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales :

[https://es.wikipedia.org/wiki/Acceso\\_m%C3%BAltiple\\_por\\_divisi%C3%B3n\\_de\\_frecuencias\\_ortogonales](https://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencias_ortogonales)

ARCOTEL. (Marzo de 2016). Modulación Digital de Banda Ancha. Obtenido de

Modulación Digital de Banda Ancha: <http://www.arcotel.gob.ec/sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha/>

Carrasco María, A. S. (Marzo de 2016). TDMA. Obtenido de TDMA:

<http://www.labc.usb.ve/paginas/Ec4434/trabajos%20ENE-MAR04/TDMA.pdf>

David, C. (2008). Diseño de redes inalámbricas para el entorno rural

lacionamericano. En C. David, Diseño de redes inalámbricas para el entorno rural lacionamericano (pág. 4). Cusco.

EHAS. (2007). Consideraciones generales para el suministro de energía en los. Lima.

Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Espíndola / Ubicación Geográfica. Obtenido de

[http://gadmunicipalespindola.gob.ec/?page\\_id=212](http://gadmunicipalespindola.gob.ec/?page_id=212)

Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Parroquia 27 de Abril. Obtenido de Parroquia 27

de Abril: [http://espindola.gob.ec/?page\\_id=262](http://espindola.gob.ec/?page_id=262) [2016

Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Parroquia Bellavista. Obtenido de Parroquia

Bellavista: [http://espindola.gob.ec/?page\\_id=267](http://espindola.gob.ec/?page_id=267)

- Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Parroquia El Ingenio. Obtenido de Parroquia El Ingenio: [http://espindola.gob.ec/?page\\_id=251](http://espindola.gob.ec/?page_id=251)
- Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Parroquia Jimbura. Obtenido de [http://espindola.gob.ec/?page\\_id=234](http://espindola.gob.ec/?page_id=234)
- Espíndola, G. M. (Marzo de 2016). Parroquia Santa Teresita. Obtenido de Parroquia Santa Teresita: [http://espindola.gob.ec/?page\\_id=258](http://espindola.gob.ec/?page_id=258)
- García Brenda, P. J. (2013). Servicios de salud de Sonora. En P. J. García Brenda, Servicios de salud de Sonora (pág. 11). Sonora.
- List of WLAN channels. (Marzo de 2016). Obtenido de List of WLAN channels: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels)
- Marco Morocho, P. L. (2011). Planificación de radioenlaces con base en topología digital. Loja.
- Osuna, P. (2006). Redes "Mesh" Wi-Fi de bajo coste. Madrid.
- P.530-8, R. U.-R. (2015). Datos de Propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa. 4.
- Perú, G. d. (2011). REDES INALÁMBRICAS PARA ZONAS RURALES. En G. d. Perú, REDES INALÁMBRICAS PARA ZONAS RURALES.
- Pietrosemoli, E. B. (2013). Redes inalámbricas en los países en desarrollo. En E. B. Pietrosemoli, Redes inalámbricas en los países en desarrollo (pág. 132).
- Pública, M. d. (Marzo de 2016). Ministerio de Salud Pública /Valores / Misión / Visión. Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/valores-mision-vision/>

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

UIT. (2015). *Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas de telecomunicación Tierra-espacio*. RECOMENDACIÓN UIT-R P.618-8, Cuestión UIT-R 206/3.

## Anexo A: EQUIPOS A EMPLEARSE

### ePMP 5 GHz ACCESS POINT ANTENNAS

#### Description

The 5 GHz ePMP GPS Synchronized Radio is connectorized to allow network operators the ability to select the antenna that best meets the needs of their specific application. These antennas were specifically designed for use with the ePMP platform, and deliver optimized performance including maximized spectral efficiency and easy installation.

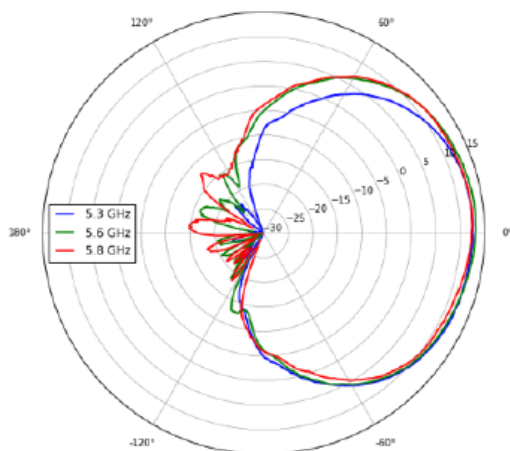
The following detailed information is useful in understanding antenna performance.

#### Specification Table

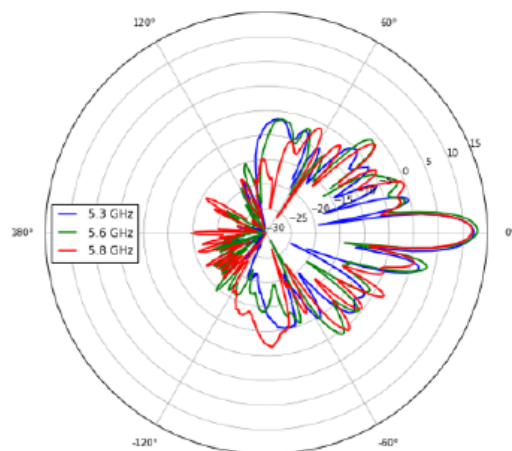
Specifications	C050900D003A 90 Degree Sector	C050900D002A 120 Degree Sector
Frequency Range	5150 – 5875 MHz	
Antenna Type	Access Point Sector	
Gain	15 dBi	14 dBi
VSWR	1.6:1 max	1.7:1 max
Port To Port Isolation	25 dB	
6dB Beamwidth-Azimuth	90°	120°
3dB Beamwidth-Azimuth	65°	90°
3dB Beamwidth-Elevation	8°	12°
Polarization	Dual Linear, Horizontal / Vertical	
Maximum Input Power	5 W	
Input Impedance	50 Ohms	
Front-to-Back Ratio	>32 dB	
Cross Polarization	>18 dB	
Mechanical Size (mm)	827h x 161w x 59d (excl AP & bracket) 827h x 161w x 231d (incl AP & bracket)	
Antenna Weight	3.1 kg (6.8 lb), w/o bracket kit	
Mounted Ant Weight (w/ AP)	5.5 kg (12.1 lb)	
Antenna Connector	2 x male RP-SMA	
Wind Survival	190 km/h (118 mph)	
Wind Loading (@216 km/h)	Front: 318 N (72 lbf)	
	Side: 160 N (36 lbf)	
Pole Mounting Hardware	Quick Release, 1.5" to 4.5" Dia. Pole	
Mechanical Downtilt	-3° to 12°	

## C050900D002A: 120 Degree Sector Antenna

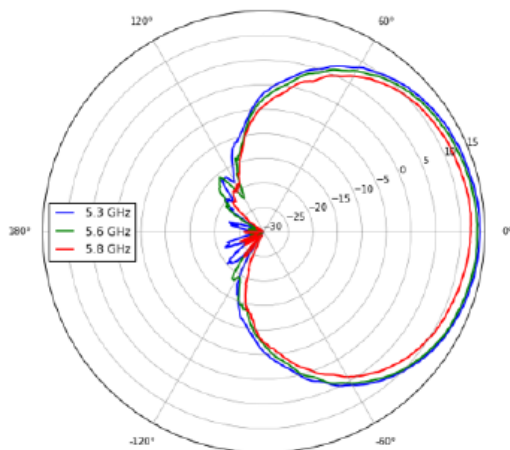
120 H-Pol dBi Azimuth with Frequency at 0 Elevation



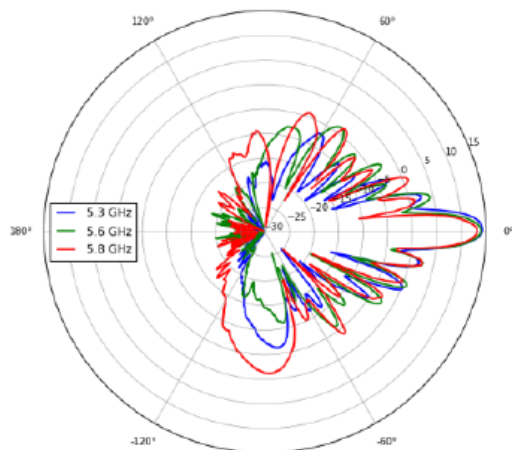
120 H-Pol dBi Elevation with Frequency at 0 Azimuth



120 V-Pol dBi Azimuth with Frequency at 0 Elevation



120 V-Pol dBi Elevation with Frequency at 0 Azimuth



## ePMP 1000 Connectorized Radio

### VERTICAL MARKETS AND SOLUTIONS

#### WIRELESS SERVICE PROVIDERS (WISPs)

- Rural Connectivity
- Municipal Connectivity
- Remote Office Connectivity
- Primary or Redundant Connectivity

#### ENTERPRISES

- Video Surveillance Backhaul
- Site Monitoring
- LAN Extension
- Leased Line Replacement



ePMP 1000 Connectorized Radio

Wireless service providers and enterprises need reliable, high-quality broadband connectivity that can be rapidly deployed and expanded. The ePMP architecture provides highly scalable broadband access solution that will allow you to build and expand your network with a faster return on investment. Cambium Networks' radios deliver bandwidth-intensive services such as VoIP, video and data to end users in multiple vertical markets, with high performance and exceptional reliability.

The new ePMP platform, operating in 2.4 GHz and 5 GHz, is the most effective connectivity solution for reaching the under- and unconnected around the world.

### Main Differentiators

- » **INNOVATIVE GPS SYNC TECHNOLOGY** enables unparalleled spectrum efficiency. This allows for the configuration of more subscribers in your network while preserving consistency and quality of service in spectrum-constrained environments. GPS Sync leads directly to CAPEX and OPEX reductions, resulting in lower installation costs and maintenance, allowing your business to concentrate on growth and profitability.
- » **QUALITY OF SERVICE (QoS)** allows you to confidently offer triple play services – VoIP (Voice over IP), video and data. Providing your customers with excellent service quality ensures their continued loyalty and transforms them into advocates, helping WISPs and enterprises expand their business.
- » **CAMBIUM NETWORKS' PROVEN RELIABILITY** has created an unsurpassed connectivity standard in many industries that depend on fixed wireless broadband. Our products undergo rigorous testing and are made from high-quality components.

### Powerful Features

Cambium Networks' ePMP 1000 Connectorized Radio provides more than 150 Mbps of real user throughput. Using 2x2 MIMO-OFDM technologies, ePMP deployments achieve industry leading data rates.

The ePMP 1000 Connectorized Radio has the flexibility to connect to a variety of external antennas such as 90 and 120 degree sector, omni and high-gain panel antennas. This versatility allows service providers to configure their network using high gain antennas to satisfy the most challenging environments.

The ePMP 1000 Connectorized Radio can be configured as a Subscriber Module, an unsynchronized Access Point or a Backhaul radio. This radio will function as a client (slave) to an ePMP GPS Synchronized Radio in either a PMP or PTP deployment forming a GPS Synchronized solution.

Product	
MODEL NUMBER	5 GHz: C050900P013A /C050900A013A (EU), C058900P012A /C058900A012A (FCC), <b>C050900P011A</b> , C050900A011A (ROW) 2.4 GHz: C024900P021A / C024900A021A
Spectrum	
CHANNEL SPACING	Configurable on 5 MHz increments
FREQUENCY RANGE	5 GHz: 5150 – 5970 MHz (exact frequencies as allowed by local regulations) 2.4 GHz: 2402 – 2472 MHz
CHANNEL WIDTH	20 MHz or 40 MHz
Interface	
MAC (MEDIA ACCESS CONTROL) LAYER	Cambium Proprietary
PHYSICAL LAYER	2x2 MIMO/OFDM
ETHERNET INTERFACE	100 BaseT, Cambium PoE (V+ – pins 7 & 8, Return – pins 4 & 5)
PROTOCOLS USED	IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, SSH, SNMPv2c, HTTPs, FTP
NETWORK MANAGEMENT	HTTPs, SSH, FTP, SNMPv2c
VLAN	802.1Q with 802.1p priority
Performance	
ARQ	Yes
NOMINAL RECEIVE SENSITIVITY (W/ FEC) @ 20MHZ CHANNEL	MCS1 – -89 dBm to MCS15 – -66 dBm (per branch) NOMINAL RECEIVE
SENSITIVITY (W/ FEC) @ 40MHZ CHANNEL	MCS1 – -86 dBm to MCS15 – -63 dBm (per branch) MAXIMUM DEPLOYMENT
MODULATION LEVELS (ADAPTIVE)	MCS1 (QPSK 1/2) to MCS15 (64QAM 5/6)
LATENCY (nominal, roundtrip)	6 ms (Flexible Frame Mode) , 17 ms (GPS Sync Mode)
QUALITY OF SERVICE	Three level priority (Voice, High, Low) with packet classification by DSCP, COS, VLAN ID, IP & MAC Addr, Broadcast, Multicast and Station Priority
Link Budget	
TRANSMIT POWER RANGE	-17 to +30 dBm (combined, to regional EIRP limit) (1 dB interval)
Physical	
ANTENNA CONNECTION	50 ohm, RP (Reverse Polarity) SMA (Z)
SURGE SUPPRESSION	1 Joule Integrated
ENVIRONMENTAL	IP55
TEMPERATURE	-30°C to +60°C (-22°F to +140°F)
WEIGHT	0.49 kg (1.1 lb.)
WIND SURVIVAL	145 km/hour (90 mi/hour) when mounted on ePMP Sector Antennas
DIMENSIONS (H x W x D)	29.1 x 14.5 x 8.3 cm (11.4 x 5.7 x 3.3 in)
POWER CONSUMPTION	7 W Maximum, 5 W Typical
INPUT VOLTAGE	10 to 30 V
Security	
ENCRYPTION	128-bit AES (CCMP mode)
Certifications	
FCCID	2.4 GHz: Z8H89FT0011 / 5 GHz: Z8H89FT0006
INDUSTRY CANADA CERT	2.4 GHz: 109W-0011 / 5 GHz: 109W-0006
CE	5 GHz: EN 302 502 v1.2.1 5 GHz: EN 301 895 v1.2.1

# RouterBOARD SXT



SXT 5HnD is a low cost, high speed 5GHz wireless device. Dual chain 802.11n and Nv2 TDMA technology help to achieve even 200Mbit real throughput speed.

Complete with a ready to mount enclosure and built-in antenna, this is the perfect CPE.

Powered by RouterOS it is also the most advanced router, bandwidth controller and firewall.

- Solid all-in-one design: quick and easy to mount
- Tower friendly one hand enclosure access
- 5GHz 802.11a/n wireless onboard
- One 10/100 Ethernet port
- 16dBi dual chain antenna built-in
- Signal strength LED indicators on back
- USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
- Extended L2MTU support to avoid fragmentation overhead in MPLS, QinQ etc.



### Improved wireless speed with Nv2:

without Nv2

with Nv2

x2 TCP speed

times faster compared to similar RouterOS CPE device before Nv2 was introduced, in ideal conditions

Features	5HnD (5GHz, High power wireless, 802.11n, Dual-chain)
CPU	Atheros AR7241 400MHz CPU
Memory	32MB DDR SDRAM onboard memory
Data storage	64MB onboard NAND storage chip
Ethernet	One 10/100 ethernet port, L2MTU frame size up to 4076
Wireless cards	Onboard dual chain 5GHz 802.11a/n Atheros AR9280 wireless module; 10kV ESD protection on each RF port
Extras	Reset switch, beeper, USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
Serial port	No serial port
LEDs	Power LED, Ethernet LED, 5 wireless signal LED
Power options	Power over Ethernet: 8-30V DC Packaged with 24V DC 0.8A power adapter and passive PoE injector
Dimensions	140x140x56mm. Weight without packaging, adapters and cables: 265g
Power consumption	Up to 7W
Operating Temperature	-30C .. +80C
Operating System	MikroTik RouterOS v5, Level3 license
Package contains	SXT wireless device with integrated antenna, pole mounting bracket, mounting ring, PoE injector, power adapter, quick setup guide
Certifications	FCC, CE, RoHS



Wireless signal indicators



Antenna	
Type	Dual polarization 5GHz antenna
Frequency range	5.17 - 5.825 GHz
Gain	16 ± 2 dBi
VSWR, max	1.7:1
3 dB Beam-Width, H-Plane, typ.	25 °
3 dB Beam-Width, E-Plane, typ.	25 °
Polarization	Dual Linear (V-pol, H-pol)
Port to Port Isolation	-35 dB

Protocol	Data rate	TX Power	Protocol	Data rate	RX Sensitivity
802.11a	6 Mbit/s	26dBm	802.11a	6 Mbit/s	-96dBm
	54 Mbit/s	22dBm		54 Mbit/s	-80dBm
802.11n 1 stream	MCS0 20MHZ	25dBm	802.11n 1 stream	MCS0 40MHZ	-92dBm
	MCS7 20MHZ	19dBm		MCS7 20MHZ	-77dBm
	MCS7 40MHZ	18dBm		MCS7 40MHZ	-74dBm
	MCS8 20MHZ	25dBm		MCS8 20MHZ	-96dBm
802.11n 2 streams	MCS8 40MHZ	25dBm	802.11n 2 streams	MCS8 40MHZ	-92dBm
	MCS15 20MHZ	19dBm		MCS15 20MHZ	-77dBm
	MCS15 40MHZ	18dBm		MCS15 40MHZ	-74dBm



# RB450

The RB450G is a five port Gigabit ethernet router. Comparing to the RB450, the RB450G not only adds Gigabit speed capability, but also 256Mb of RAM, a faster CPU and a microSD card slot for file storage.

The device is powered by a fast AR7161 680MHz Atheros CPU, and also includes a temperature sensor and voltage monitor.

RB450G includes RouterOS - the operating system, which will turn this powerful system into a highly sophisticated router, firewall or bandwidth manager.

One small device - with all the power of RouterOS. At a very special price.

	RB450	RB450G
CPU	AR7130 300MHz	AR7161 680MHz
Memory	32MB DDR SDRAM	256MB DDR SDRAM
Data storage	NAND memory chip	NAND memory chip, microSD slot on back side
Ethernet	Five 10/100 Mbit/s Ethernet ports with Auto-MDI/X, Hardware switch chip and port mirror support	Five 10/100/1000 Mbit/s <u>Gigabit</u> ports with Auto-MDI/X, Hardware switch chip and port mirror support
Extras	Reset switch, beeper, voltage and temperature monitors	Reset switch, beeper, voltage and temperature monitors
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	PoE: 8-28V DC on Ether1 (Non 802.3af). Jack: 8-30V DC	PoE: 8-28V DC on Ether1 (Non 802.3af). Jack: 8-30V DC
Dimensions	90mm x 115mm, 105 g	90mm x 115mm, 105 g
RouterOS Licence	Level5	Level5

# RB951-2n



The RB951-2n is the home wireless AP you have been waiting for. It has five Ethernet ports and a 802.11b/g/n wireless AP with an antenna built in.

This model is much smaller than the more powerful RB751U-2HnD model, the RB951-2n looks exactly like our popular RB750 series.

The device is very small and will look good in any home or office, wall mounting anchor holes are provided.

CPU	Atheros AR9331 300MHz CPU
Memory	32MB DDR SDRAM onboard memory
Ethernet	Five independent 10/100 Ethernet ports
LEDs	Power, Wireless activity, 5 Ethernet LEDs
Power options	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af). Jack: 8-30V DC
Dimensions	113x89x28mm. Weight without packaging and cables: 142g
Power consumption	Up to 3W
Operating Temp	-20C .. +50C
Operating System	MikroTik RouterOS, Level4 license
Package contains	RouterBOARD in a plastic case, power adapter

Antennas	1x1 MIMO with two onboard PIF antennas, max gain 1.5dBi
TX power	802.11b: 17dBm @ 11Mbps
	802.11g: 15dBm @ 6Mbps to 11 dBm @ 54 Mbps
	802.11n: 15dBm @ MCS0 to 9dBm @ MCS7 40MHz
RX sensitivity	802.11g: -92dBm @ 6Mbit/s to -73dBm @ 54Mbit/s
	802.11n: -92 dBm @ MCS0 to -67 dBm @ MCS7
Modulations	OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK

## Anexo B: CÁLCULOS DE ENLACES

### Enlace El Guambo - Bellavista

#### Datos:

$$P_{tx} = 30dBm$$

$$U_{rx} = -89dBm \quad BER = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14dBi$$

$$G_{tx} = 14dBi$$

$$l_{rx} = 0m$$

$$l_{tx} = 0m$$

$$L_c = 2dB$$

$$D = 2,2Km$$

$$F_c = 5620MHz$$

$$Ant. 1 = 20m$$

$$Ant. 2 = 5m$$

$$K = 4/3$$

$$H1 = 2458m$$

$$H2 = 2085m$$

#### Desarrollo

Tabla.B.1. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	Rf1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	2,205	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2388,000	0,221	1,985	3,255	32,678	29,423	2420,703	2423,958	2417,449
2335,700	0,441	1,764	4,340	47,661	43,322	2383,407	2387,746	2379,067
2298,600	0,662	1,544	4,972	47,433	42,461	2346,093	2351,065	2341,121
2278,200	0,882	1,323	5,315	30,528	25,213	2308,797	2314,112	2303,481
2260,900	1,103	1,103	5,425	10,529	5,104	2271,500	2276,925	2266,075
2213,600	1,323	0,882	5,315	20,535	15,220	2234,203	2239,519	2228,888
2174,700	1,544	0,662	4,972	22,147	17,175	2196,907	2201,879	2191,935
2153,700	1,764	0,441	4,340	5,865	1,525	2159,610	2163,950	2155,270
2109,300	1,985	0,221	3,255	12,971	9,716	2122,297	2125,551	2119,042
2080,000	2,205	0,000	0,000	5,000	5,000	2085,000	2085,000	2085,000

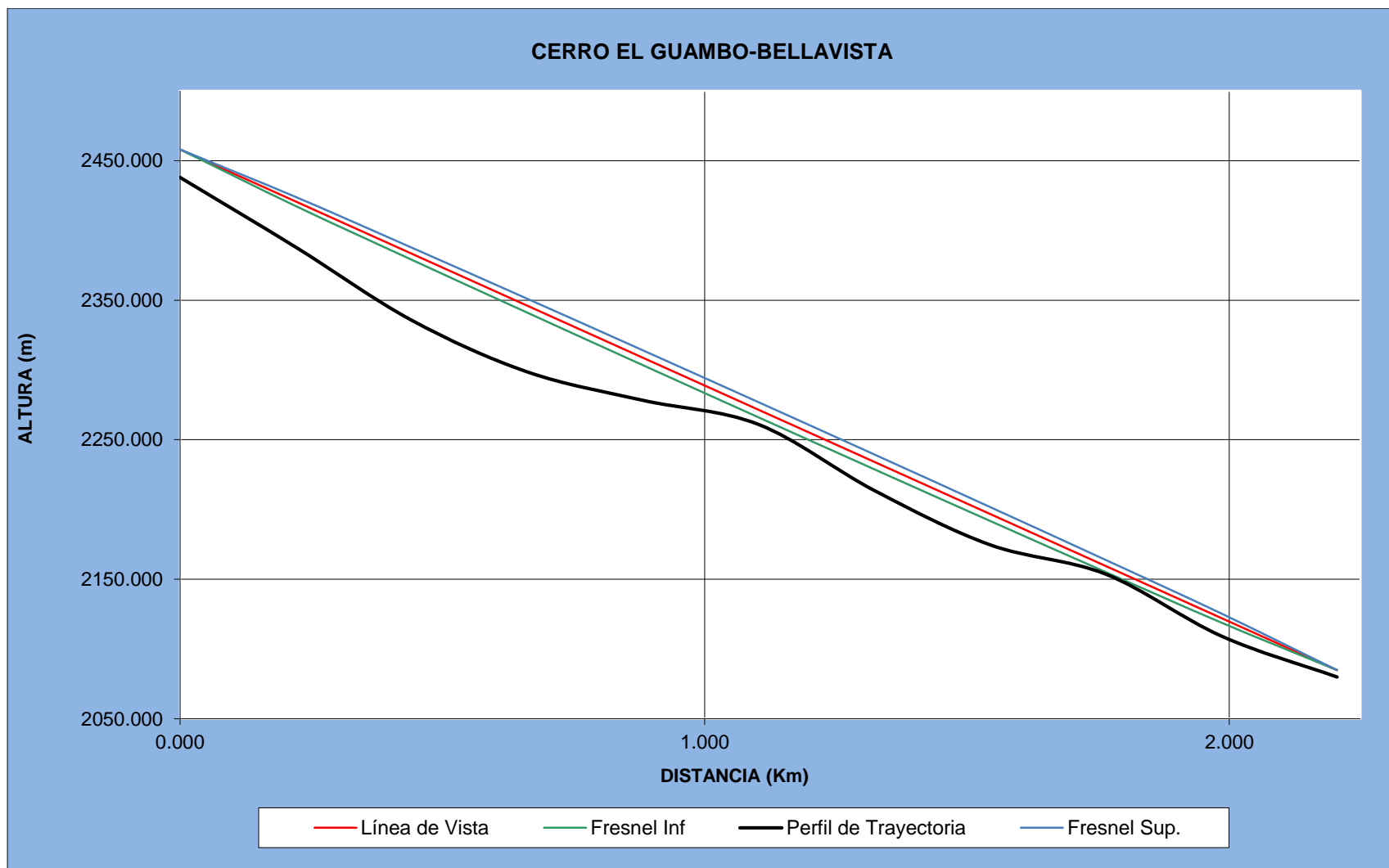


Figura.B.1. Perfil de trayectoria

Perdidas de espacio libre

$$Lp = 92,4 + 20\log(5,62GHz) + 20\log(2,2Km)$$

$$Lp = 114,24 \text{ dB}$$

Perdidas de línea de transmisión

$$Lf = lrx + ltx$$

$$Lf = 0$$

Pérdidas totales

$$Lt = Lp + Lf + Lc$$

$$Lt = 116,24dB$$

Ganancia total

$$Gt = 14dBi + 14dBi + 30dBm$$

$$Gt = 58dB$$

Potencia de recepción

$$Prx = Gt - Lt$$

$$Prx = -58,24dB$$

Margen de desvanecimiento plano

$$Fm = Prx - Urx$$

$$Fm = 30,76dB$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30\log D - 10 \log(6ABf) - 70 - Fm}{10} \right)$$

$$R = 99,999999\%$$

### Enlace El Guambo - Santa Teresita

#### Datos:

$$P_{tx} = 30\text{dBm}$$

$$U_{rx} = -89\text{dBm} \quad \text{BER} = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14\text{dBi}$$

$$G_{tx} = 14\text{dBi}$$

$$l_{rx} = 0\text{m}$$

$$l_{tx} = 0\text{m}$$

$$L_c = 2\text{dB}$$

$$D = 3,45\text{Km}$$

$$F_c = 5620\text{MHz}$$

$$\text{Ant. 1} = 20\text{m}$$

$$\text{Ant. 2} = 5\text{m}$$

$$K = 4/3$$

$$H_1 = 2458\text{m}$$

$$H_2 = 1950,4\text{m}$$

Tabla.B.2. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	3,446	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2289,400	0,345	3,101	4,069	117,777	113,709	2407,240	2411,309	2403,171
2121,600	0,689	2,757	5,425	234,769	229,344	2356,480	2361,905	2351,055
1927,400	1,034	2,412	6,215	378,174	371,959	2305,720	2311,935	2299,505
1807,000	1,378	2,068	6,644	447,793	441,149	2254,960	2261,604	2248,316
1744,000	1,723	1,723	6,781	460,026	453,245	2204,200	2210,981	2197,419
1746,400	2,068	1,378	6,644	406,873	400,229	2153,440	2160,084	2146,796
1785,500	2,412	1,034	6,215	317,034	310,819	2102,680	2108,895	2096,465
1863,600	2,757	0,689	5,425	188,209	182,784	2051,920	2057,345	2046,495
1910,000	3,101	0,345	4,069	91,097	87,029	2001,160	2005,229	1997,091
1945,400	3,446	0,000	0,000	5,000	5,000	1950,400	1950,400	1950,400

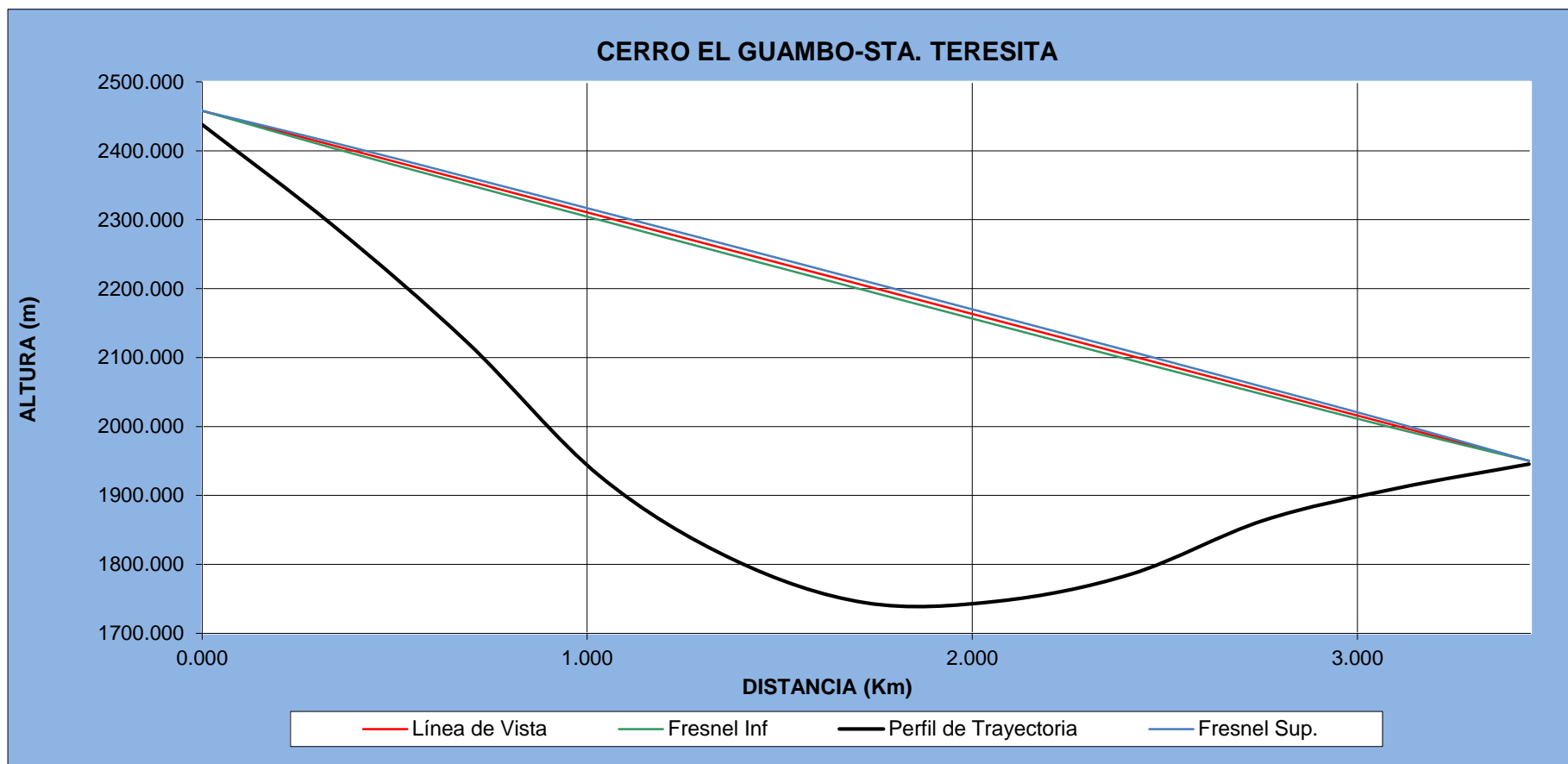


Figura.B.2. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Perdidas de espacio libre

$$Lp = 92,4 + 20\log(5,62GHz) + 20\log(3,45Km)$$

$$Lp = 118,15dB$$

Perdidas de línea de transmisión

$$Lf = lrx + ltx$$

$$Lf = 0$$

Pérdidas totales

$$Lt = Lp + Lf + Lc$$

$$Lt = 120,15dB$$

Ganancia total

$$Gt = 14dBi + 14dBi + 30dBm$$

$$Gt = 58dB$$

Potencia de recepción

$$Prx = Gt - Lt$$

$$Prx = -62,15dB$$

Margen de desvanecimiento plano

$$Fm = Prx - Urx$$

$$Fm = 26,85dB$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30\log D - 10\log(6ABf) - 70 - Fm}{10} \right)$$

$$R = 99,999999\%$$

**Enlace El Guambo - Tundurama****Datos:**

$$P_{tx} = 30dBm$$

$$U_{rx} = -89dBm \quad BER = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14dBi$$

$$G_{tx} = 14dBi$$

$$l_{rx} = 0m$$

$$l_{tx} = 0m$$

$$L_c = 2dB$$

$$D = 7,66Km$$

$$F_c = 5520MHz$$

$$Ant. 1 = 20m$$

$$Ant. 2 = 5m$$

$$K = 4/3$$

$$H1 = 2458m$$

$$H2 = 1883,4m$$

Tabla.B.3. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	7,663	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2290,400	0,511	7,152	5,086	129,077	123,991	2419,690	2424,776	2414,604
2095,500	1,022	6,641	6,931	285,492	278,561	2381,387	2388,318	2374,456
1879,900	1,533	6,130	8,156	462,630	454,475	2343,077	2351,233	2334,921
1710,800	2,043	5,620	9,016	593,307	584,290	2304,774	2313,791	2295,758
1612,900	2,554	5,109	9,611	652,806	643,194	2266,464	2276,076	2256,853
1645,700	3,065	4,598	9,989	581,643	571,655	2228,161	2238,150	2218,173
1682,200	3,576	4,087	10,172	506,803	496,632	2189,851	2200,023	2179,679
1768,300	4,087	3,576	10,172	382,402	372,230	2151,549	2161,721	2141,377
1859,500	4,598	3,065	9,989	252,923	242,934	2113,239	2123,227	2103,250
1732,000	5,109	2,554	9,612	342,175	332,563	2074,928	2084,540	2065,317
1512,800	5,619	2,044	9,017	523,165	514,148	2036,626	2045,642	2027,609
1565,800	6,130	1,533	8,156	431,978	423,822	1998,316	2006,471	1990,160
1638,100	6,641	1,022	6,931	321,529	314,597	1960,013	1966,944	1953,081
1748,900	7,152	0,511	5,087	172,603	167,516	1921,703	1926,789	1916,616
1878,400	7,663	0,000	0,104	5,015	4,911	1883,400	1883,504	1883,296

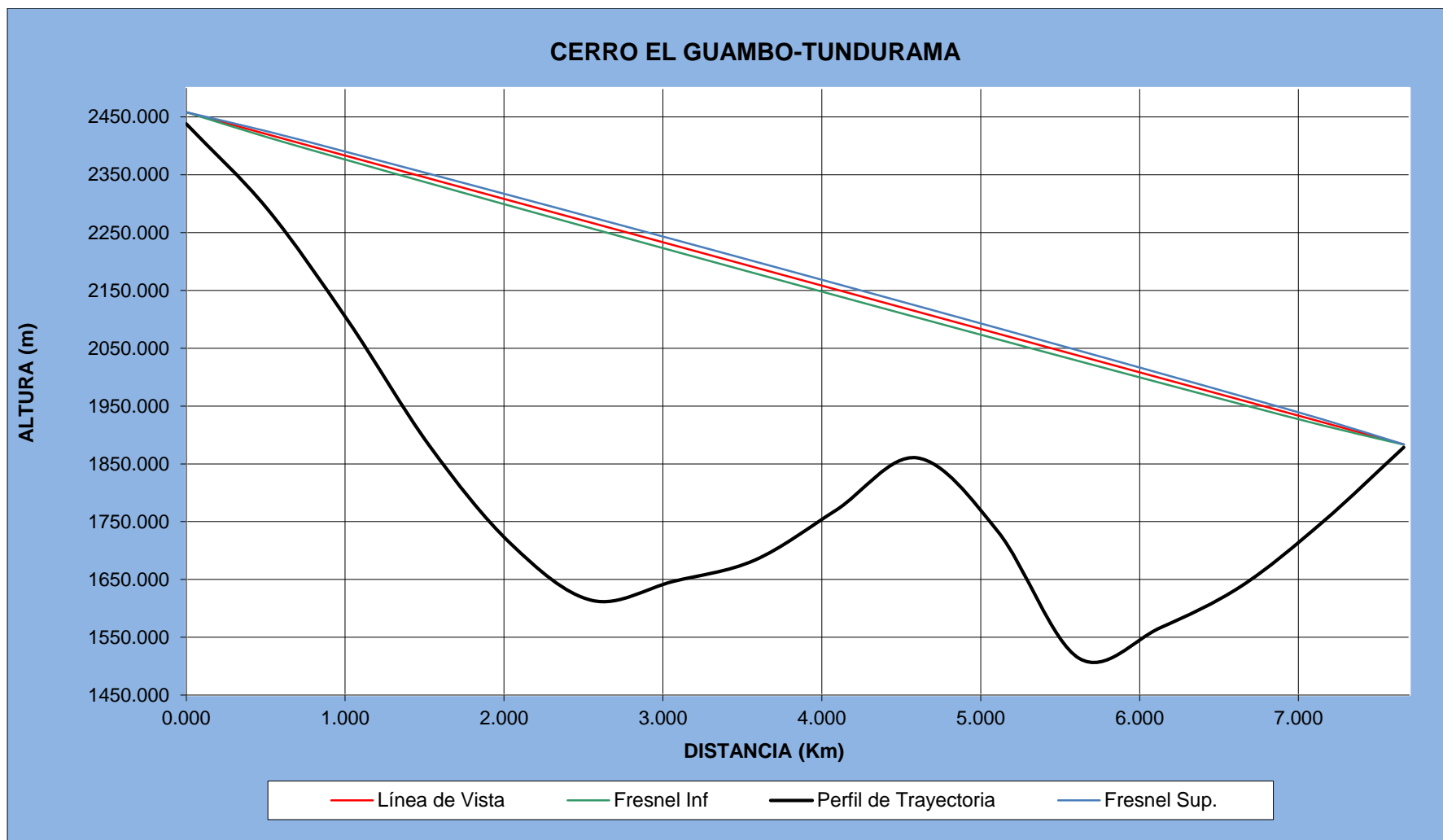


Figura.B.3. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Pérdidas de espacio libre

$$L_p = 92,4 + 20\log(5,52\text{GHz}) + 20\log(7,66\text{Km})$$

$$L_p = 124,92 \text{ dB}$$

Pérdidas de línea de transmisión

$$L_f = l_{rx} + l_{tx}$$

$$L_f = 0$$

Pérdidas totales

$$L_t = L_p + L_f + L_c$$

$$L_t = 126,92\text{dB}$$

Ganancia total

$$G_t = 14\text{dBi} + 14\text{dBi} + 30\text{dBm}$$

$$G_t = 58\text{dB}$$

Potencia de recepción

$$P_{rx} = G_t - L_t$$

$$P_{rx} = -68,92\text{dB}$$

Margen de desvanecimiento plano

$$F_m = P_{rx} - U_{rx}$$

$$F_m = 20,08\text{dB}$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30\log D - 10 \log(6ABf) - 70 - F_m}{10} \right)$$

$$R = 99,999967\%$$

**Enlace El Guambo - Jimbura****Datos:**

$$P_{tx} = 30dBm$$

$$U_{rx} = -89dBm \quad BER = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14dBi$$

$$G_{tx} = 14dBi$$

$$l_{rx} = 0m$$

$$l_{tx} = 0m$$

$$L_c = 2dB$$

$$D = 7,79Km$$

$$F_c = 5620MHz$$

$$Ant. 1 = 20m$$

$$Ant. 2 = 5m$$

$$K = 4/3$$

$$H1 = 2458m$$

$$H2 = 2108,9m$$

Tabla.B.4. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	7,787	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2328,200	0,519	7,268	5,086	106,307	101,222	2434,728	2439,814	2429,643
2170,400	1,038	6,749	6,931	240,642	233,711	2411,452	2418,383	2404,521
1971,200	1,557	6,230	8,155	416,412	408,257	2388,180	2396,335	2380,025
1757,100	2,077	5,711	9,016	607,114	598,099	2364,908	2373,924	2355,892
1482,100	2,596	5,191	9,611	858,744	849,132	2341,632	2351,243	2332,021
1763,800	3,115	4,672	9,988	553,709	543,721	2318,360	2328,348	2308,372
1833,200	3,634	4,153	10,171	461,005	450,834	2295,088	2305,260	2284,917
1806,100	4,153	3,634	10,171	464,829	454,658	2271,812	2281,983	2261,640
1806,800	4,672	3,115	9,988	440,889	430,901	2248,540	2258,528	2238,552
1717,200	5,191	2,596	9,611	507,280	497,669	2225,268	2234,879	2215,657
1731,500	5,710	2,077	9,016	469,803	460,787	2201,996	2211,012	2192,980
1836,700	6,230	1,557	8,155	341,452	333,297	2178,720	2186,875	2170,565
1839,500	6,749	1,038	6,931	315,538	308,608	2155,448	2162,379	2148,517
1955,900	7,268	0,519	5,086	176,056	170,970	2132,176	2137,262	2127,090
2103,900	7,787	0,000	0,000	5,000	5,000	2108,900	2108,900	2108,900

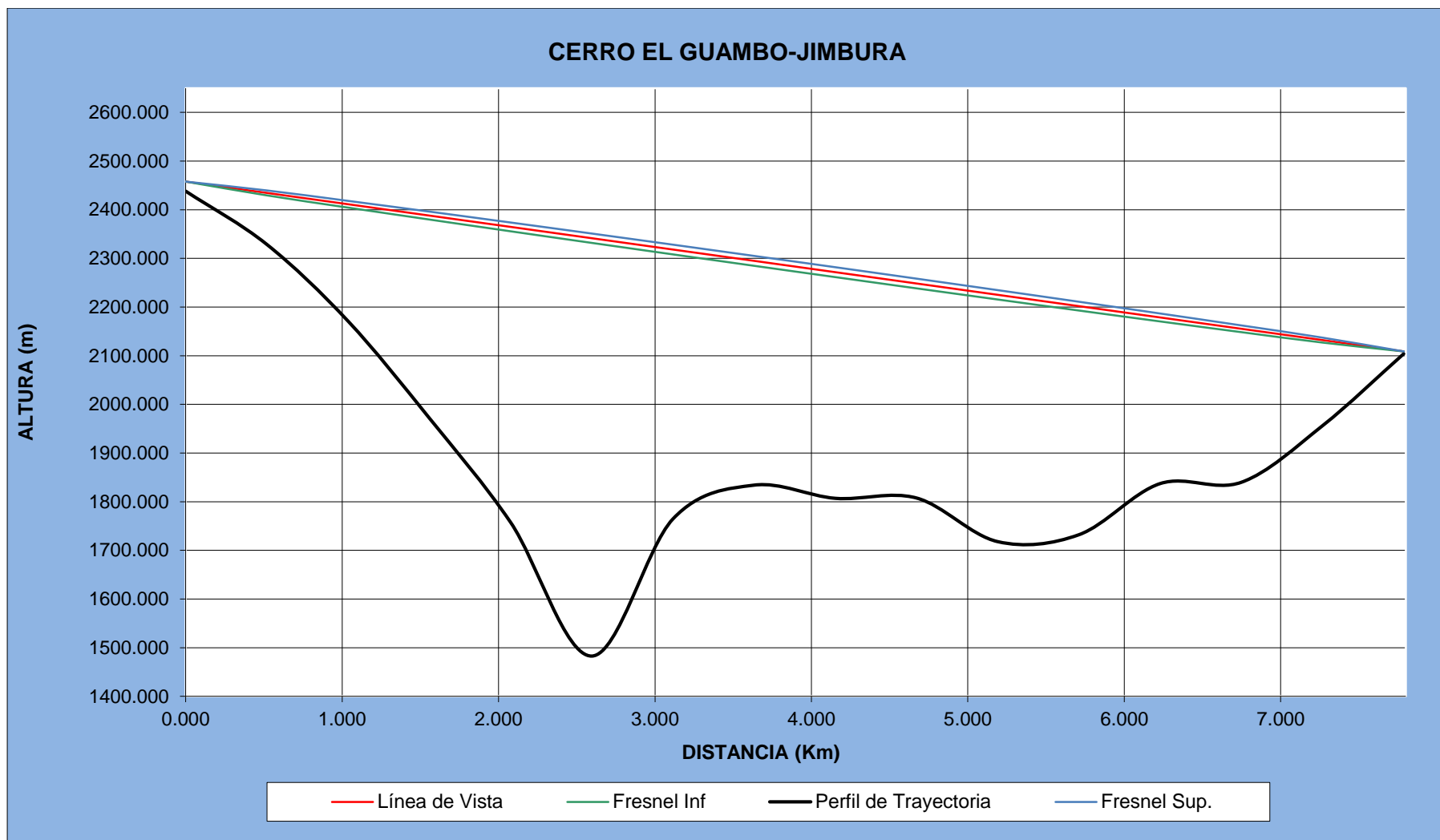


Figura.B.4. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Perdidas de espacio libre

$$L_p = 92,4 + 20\log(5,62\text{GHz}) + 20\log(7,79\text{Km})$$

$$L_p = 125,23\text{dB}$$

Perdidas de línea de transmisión

$$L_f = l_{rx} + l_{tx}$$

$$L_f = 0$$

Pérdidas totales

$$L_t = L_p + L_f + L_c$$

$$L_t = 127,23\text{dB}$$

Ganancia total

$$G_t = 14\text{dBi} + 14\text{dBi} + 30\text{dBm}$$

$$G_t = 58\text{dB}$$

Potencia de recepción

$$P_{rx} = G_t - L_t$$

$$P_{rx} = -69,23\text{ dB}$$

Margen de desvanecimiento plano

$$F_m = P_{rx} - U_{rx}$$

$$F_m = 19,77\text{dB}$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1}\left(\frac{30\log D - 10\log(6ABf) - 70 - F_m}{10}\right)$$

$$R = 99,999964\%$$

**Enlace El Guambo – El Ingenio****Datos:**

$$P_{tx} = 30\text{dBm}$$

$$U_{rx} = -89\text{dBm} \quad \text{BER} = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14\text{dBi}$$

$$G_{tx} = 14\text{dBi}$$

$$l_{rx} = 0\text{m}$$

$$l_{tx} = 0\text{m}$$

$$L_c = 2\text{dB}$$

$$D = 16,1\text{ Km}$$

$$F_c = 5520\text{MHz}$$

$$\text{Ant. 1} = 20\text{m}$$

$$\text{Ant. 2} = 5\text{m}$$

$$K = 4/3$$

$$H_1 = 2458\text{m}$$

$$H_2 = 1218,3\text{m}$$

Tabla.B.5. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	16,109	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2198,000	0,805	15,304	6,443	197,298	190,855	2396,018	2402,461	2389,576
1870,800	1,611	14,498	8,869	461,864	452,995	2334,029	2342,898	2325,161
1855,700	2,416	13,693	10,556	414,413	403,858	2272,048	2282,603	2261,492
1797,700	3,222	12,887	11,825	409,931	398,106	2210,058	2221,883	2198,234
1713,800	4,027	12,082	12,801	431,432	418,632	2148,077	2160,878	2135,276
1606,500	4,833	11,276	13,547	476,402	462,855	2086,088	2099,635	2072,541
1523,700	5,638	10,471	14,100	496,955	482,855	2024,106	2038,206	2010,006
1357,900	6,444	9,666	14,482	600,584	586,102	1962,125	1976,607	1947,642
1311,900	7,249	8,860	14,707	584,482	569,775	1900,135	1914,842	1885,429
1315,100	8,054	8,055	14,781	519,263	504,482	1838,154	1852,935	1823,373
1240,300	8,860	7,249	14,707	532,112	517,405	1776,165	1790,871	1761,458
1316,000	9,665	6,444	14,482	394,544	380,062	1714,183	1728,665	1699,701
1311,100	10,471	5,638	14,100	337,645	323,545	1652,194	1666,294	1638,094
1408,100	11,276	4,833	13,547	178,930	165,383	1590,212	1603,759	1576,665
1381,500	12,082	4,027	12,801	143,890	131,089	1528,231	1541,032	1515,430
1360,600	12,887	3,222	11,825	103,219	91,394	1466,242	1478,066	1454,417
1337,100	13,693	2,417	10,556	65,231	54,675	1404,260	1414,816	1393,704
1253,800	14,498	1,611	8,869	87,111	78,243	1342,271	1351,140	1333,402
1211,100	15,303	0,806	6,443	68,475	62,032	1280,289	1286,733	1273,846
1213,300	16,109	0,000	0,074	5,008	4,934	1218,300	1218,374	1218,226

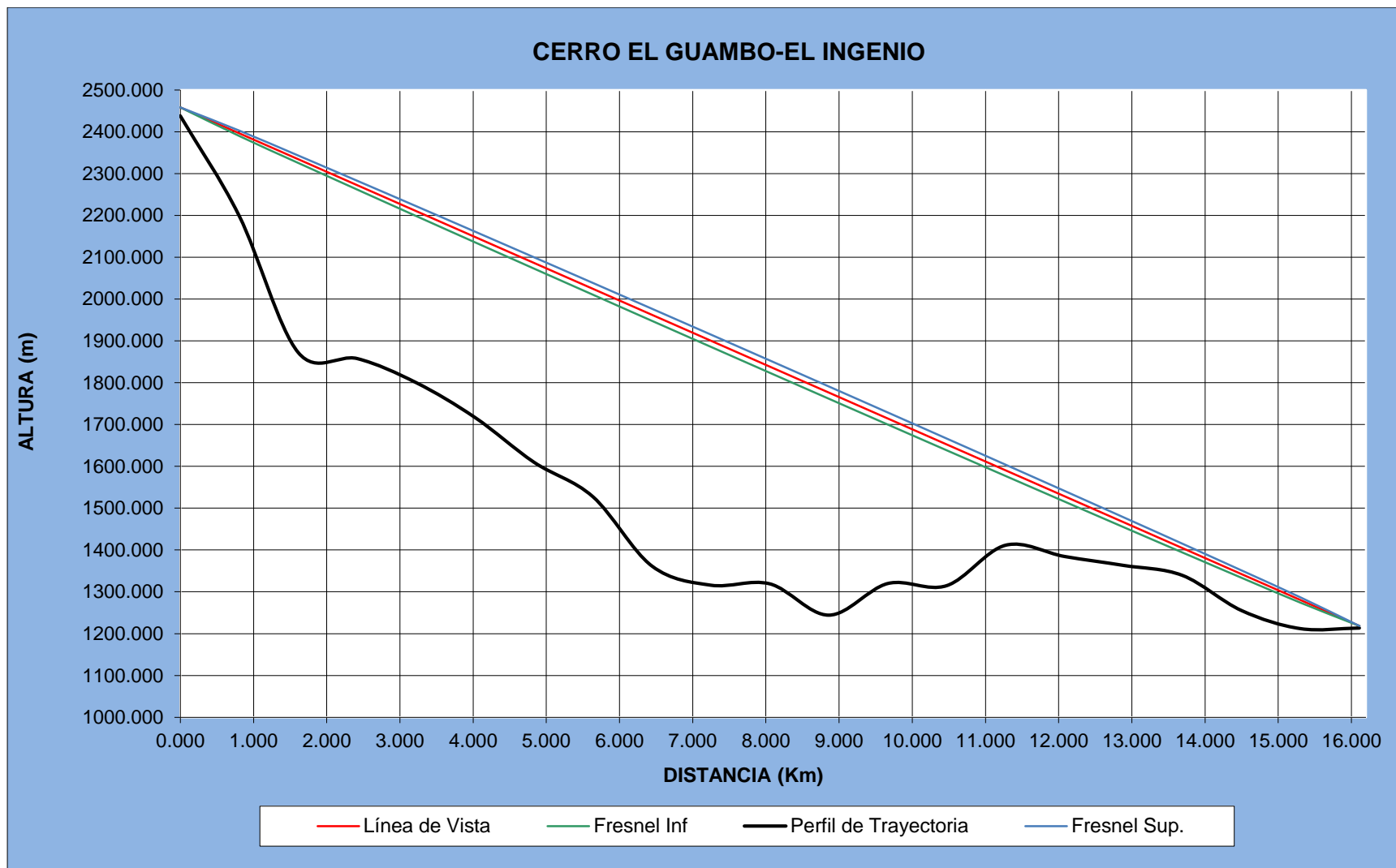


Figura.B.5. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Perdidas de espacio libre

$$Lp = 92,4 + 20\log(5,52GHz) + 20\log(16,1Km)$$

$$Lp = 131,38dB$$

Pérdidas de línea de transmisión

$$Lf = lrx + ltx$$

$$Lf = 0$$

Pérdidas totales

$$Lt = Lp + Lf + Lc$$

$$Lt = 133,38dB$$

Ganancia total

$$Gt = 14dBi + 14dBi + 30dBm$$

$$Gt = 58dB$$

Potencia de recepción

$$Prx = Gt - Lt$$

$$Prx = -75,38dB$$

Margen de desvanecimiento plano

$$Fm = Prx - Urx$$

$$Fm = 13,62dB$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30\log D - 10\log(6ABf) - 70 - Fm}{10} \right)$$

$$R = 99,998664\%$$

**Enlace El Guambo – El Airo****Datos:**

$$P_{tx} = 30dBm$$

$$U_{rx} = -89dBm \quad BER = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 14dBi$$

$$G_{tx} = 14dBi$$

$$l_{rx} = 0m$$

$$l_{tx} = 0m$$

$$L_c = 2dB$$

$$D = 8,2 Km$$

$$F_c = 5520MHz$$

$$Ant. 1 = 20m$$

$$Ant. 2 = 5m$$

$$K = 4/3$$

$$H1 = 2458m$$

$$H2 = 2477,1m$$

Tabla.B.6. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
2438,000	0,000	8,207	0,000	20,000	20,000	2458,000	2458,000	2458,000
2280,200	0,547	7,659	16,644	178,828	162,184	2459,273	2475,917	2442,630
1996,200	1,094	7,112	22,682	463,891	441,210	2460,547	2483,228	2437,865
1763,800	1,641	6,565	26,689	697,390	670,700	2461,820	2488,509	2435,131
1744,300	2,188	6,018	29,506	718,023	688,517	2463,093	2492,599	2433,587
1877,900	2,736	5,471	31,454	585,591	554,138	2464,367	2495,820	2432,913
2008,400	3,283	4,924	32,688	456,294	423,607	2465,640	2498,328	2432,952
1922,900	3,830	4,377	33,287	543,033	509,745	2466,913	2500,201	2433,626
1888,300	4,377	3,830	33,287	578,906	545,619	2468,187	2501,474	2434,899
1719,500	4,924	3,283	32,688	749,014	716,327	2469,460	2502,148	2436,772
1730,400	5,471	2,736	31,454	739,458	708,004	2470,733	2502,187	2439,280
1674,100	6,018	2,188	29,506	797,136	767,630	2472,007	2501,513	2442,501
1726,500	6,565	1,641	26,689	746,150	719,460	2473,280	2499,969	2446,591
2005,400	7,112	1,094	22,682	468,698	446,017	2474,553	2497,235	2451,872
2266,800	7,659	0,547	16,644	208,782	192,138	2475,827	2492,470	2459,183
2472,100	8,207	0,000	0,000	5,000	5,000	2477,100	2477,100	2477,100

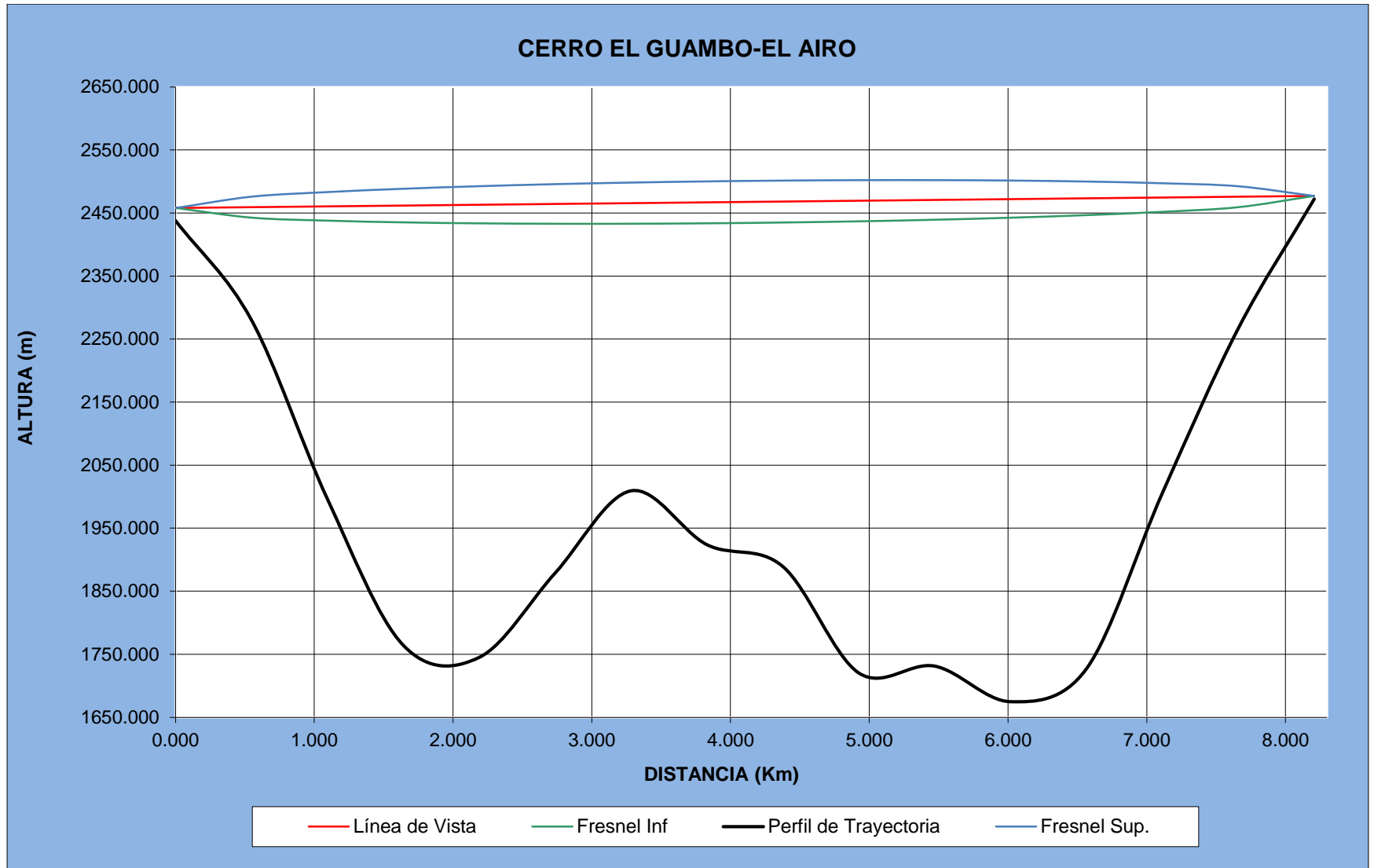


Figura.B.6. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Perdidas de espacio libre

$$Lp = 92,4 + 20\log(5,52GHz) + 20\log(8,2Km)$$

$$Lp = 125,52dB$$

Pérdidas de línea de transmisión

$$Lf = lrx + ltx$$

$$Lf = 0$$

Pérdidas totales

$$Lt = Lp + Lf + Lc$$

$$Lt = 127,52dB$$

Ganancia total

$$Gt = 14dBi + 14dBi + 30dBm$$

$$Gt = 58dB$$

Potencia de recepción

$$Prx = Gt - Lt$$

$$Prx = -69,52dB$$

Margen de desvanecimiento plano

$$Fm = Prx - Urx$$

$$Fm = 19,48dB$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1} \left( \frac{30\log D - 10\log(6ABf) - 70 - Fm}{10} \right)$$

$$R = 99,999954\%$$

### Enlace El Ingenio-27 de Abril

#### Datos:

$$P_{tx} = 25dBm$$

$$U_{rx} = -96dBm \quad BER = 10^{-8}$$

$$G_{rx} = 16dBi$$

$$G_{tx} = 16dBi$$

$$l_{rx} = 0m$$

$$l_{tx} = 0m$$

$$L_c = 2dB$$

$$D = 4,04Km$$

$$F_c = 5320MHz$$

$$Ant. 1 = 5,50m$$

$$Ant. 2 = 9m$$

$$K = 4/3$$

$$H1 = 1218,8m$$

$$H2 = 1319,3m$$

Tabla.B.7. Cálculo de línea de vista

Altura (m)	d1 (Km)	d2 (Km)	RF1	F	M	Línea de Vista	F. Superior	F. Inferior
1213,300	0,000	4,041	0,000	5,500	5,500	1218,800	1218,800	1218,800
1197,400	0,404	3,637	4,520	31,364	26,844	1228,850	1233,370	1224,330
1167,300	0,808	3,233	6,027	71,447	65,420	1238,900	1244,927	1232,873
1196,800	1,212	2,829	6,905	51,949	45,045	1248,950	1255,855	1242,045
1204,100	1,616	2,425	7,381	54,671	47,289	1259,000	1266,381	1251,619
1164,300	2,021	2,021	7,534	104,511	96,978	1269,050	1276,584	1261,516
1131,500	2,425	1,616	7,381	147,371	139,989	1279,100	1286,481	1271,719
1158,400	2,829	1,212	6,905	130,549	123,645	1289,150	1296,055	1282,245
1206,600	3,233	0,808	6,027	92,447	86,420	1299,200	1305,227	1293,173
1244,700	3,637	0,404	4,520	64,464	59,944	1309,250	1313,770	1304,730
1310,300	4,041	0,000	0,000	9,000	9,000	1319,300	1319,300	1319,300

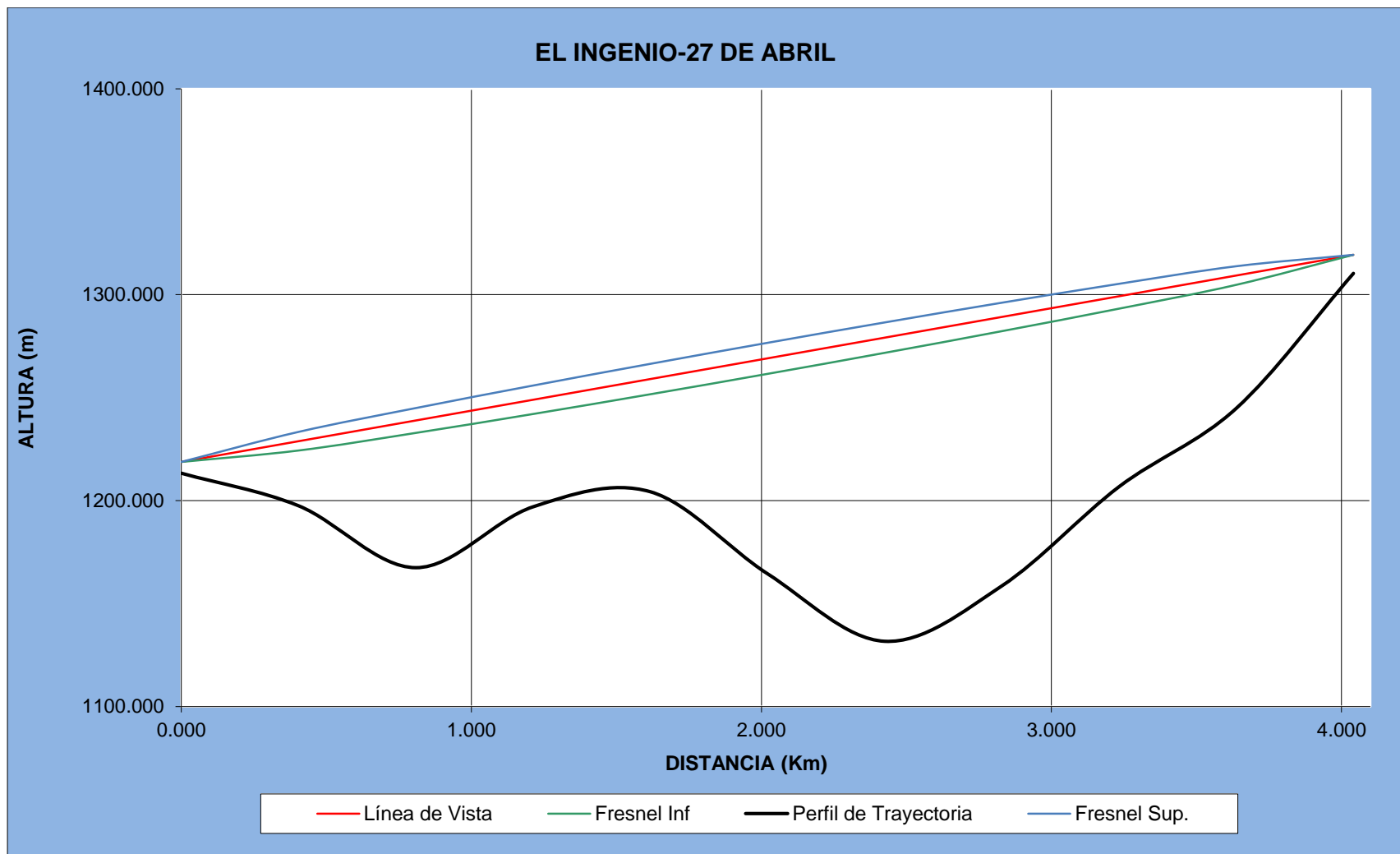


Figura.B.7. Perfil de trayectoria

**Desarrollo**

Perdidas de espacio libre

$$L_p = 92,4 + 20\log(5,32\text{GHz}) + 20\log(4,04\text{Km})$$

$$L_p = 119,05\text{dB}$$

Perdidas de línea de transmisión

$$L_f = l_{rx} + l_{tx}$$

$$L_f = 0$$

Pérdidas totales

$$L_t = L_p + L_f + L_c$$

$$L_t = 121,05\text{dB}$$

Ganancia total

$$G_t = 16\text{dBi} + 16\text{dBi} + 25\text{dBm}$$

$$G_t = 57\text{dB}$$

Potencia de recepción

$$P_{rx} = G_t - L_t$$

$$P_{rx} = -64,05\text{dB}$$

Margen de desvanecimiento plano

$$F_m = P_{rx} - U_{rx}$$

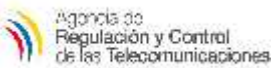
$$F_m = 31,95\text{dB}$$

Factor de Confiabilidad

$$R = 1 - \log^{-1}\left(\frac{30\log D - 10\log(6ABf) - 70 - F_m}{10}\right)$$

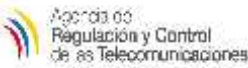
$$R = 99,999999\%$$

## Anexo C: FORMULARIOS ARCOTEL

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL</b> (SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA)	<b>RC - 1B</b> Elab.: DRE Versión: 02
		1) No. Registro:
<b>SOLICITUD:</b>		
2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	( G ) <u>REG</u> ISTRO <u>RE</u> NOVACION <u>MO</u> DFICACION	
3) TIPO DE SISTEMA:	( EX ) <u>PR</u> IVADO <u>EX</u> PLOTACION	
<b>DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO</b>		
4) <b>PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL</b>		
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:
OCHOA	TORRES	BOLIVAR FABRICIO
		CI: 1104073281
5) CARGO: GERENTE GENERAL		
<b>PERSONA JURIDICA</b>		
6) NOMBRE DE LA EMPRESA: SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORIA ELECTRITELECOM CIA. LTDA.		
7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: CONSTRUCCIÓN MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE OBRAS DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES Y SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO.		RUC: 1191735982001
8) <b>DIRECCION</b>		
PROVINCIA:	CIUDAD:	DIRECCION:
LOJA	LOJA	BARRIO SAN CAYETANO, CALLE MARCELINO CHAMPAGNAT, INTERSECCIÓN: PARIS, REFERENCIA UBICACIÓN: A TREINTAA METROS DE LA CAPILLA DE LA UTPL.
e-mail: gerencia@electritelecom.com		CASILLA:  TELEFONO / FAX: 072586371
9) <b>CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)</b>		
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva		
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:
BARBA	GUAMÁN	JORGE ANTONIO
		LIC. PROF.: 1031-10-990911
e-mail: presidencia@electritelecom.com		CASILLA:  TELEFONO / FAX: 072588668 Ext.122
DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No): Ciudad de Loja, calle Bucarest y Armedia.		FECHA: 07 de Marzo del 2016
		_____ FIRMA
10) <b>CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</b>		
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación		
<b>Declaro que:</b>		
1. En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda. 2. Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.		
NOMBRE: BOLIVAR FABRICIO OCHOA TORRES		FECHA: 07 de Marzo del 2016
		_____ FIRMA

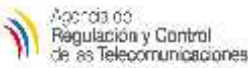
**Anexo C: FORMULARIOS ARCOTEL**

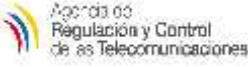
--

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>		<b>RC – 2A</b> Elab.: DRE Versión: 02	
			1) Cod. Cont.:	
<b>ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>				
<b>2) ESTRUCTURA 1</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no Autosoportada			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2437	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S1			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 24	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Cerro el Guambo	04°33'43.7"S	79°26'18.4"W
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI (X) NO ( )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( X )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ( )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( x )	UPS ( )	OTRO: _____
<b>6)</b> PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Radio Mix				
<b>2) ESTRUCTURA 2</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2080	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S2			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud Bellavista, a una cuadra de la iglesia.	4°34'0.28"S	79°27'27.92"W
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( x )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____
<b>6)</b> PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.				
<b>2) ESTRUCTURA 3</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1310,60	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S3			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 9,00	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud 27 de Abril, La Naranja	4°26'33.29"S	79°27'28.56"W
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( x )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

6)

PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>		<b>RC – 2A</b> Elab.: DRE Versión: 02	
			1) Cod. Cont.:	
<b>ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>				
<b>2) ESTRUCTURA 1</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no Autosoportada			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2437 m	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S1			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 24m	
3) <b>UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Cerro el Guambo	04°33'43.7" (S)	79°26'18.4" (W)
4) <b>PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI (X) NO ( )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( )	
OTROS (Describe):				
5) <b>TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( X )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ( )
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( x )	UPS ( )	OTRO: _____
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Radio Mix				
<b>2) ESTRUCTURA 2</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2080	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S2			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,50 m	
3) <b>UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud de la Parroquia Bellavista, a una cuadra de la iglesia.	4°34'0.28"S	79°27'27.92"W
4) <b>PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
5) <b>TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( x )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.				
<b>2) ESTRUCTURA 3</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1310,60	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S3			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 9,00	
3) <b>UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud 27 de Abril, La Naranja	4°26'33.29"S	79°27'28.56"W
4) <b>PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
5) <b>TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( x )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>	<b>RC - 2A</b> Elab.: DRE Versión: 02
		1) Cod. Cont.:

**ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES**

**2) ESTRUCTURA 4**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1944,70
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S4	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud Santa Teresita, Calle principal	4°34'15.11"S	79°24'31.09"W

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

PUESTA A TIERRA	SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	SI ( ) NO ( x )
OTROS (Describe):			

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( x )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.

**2) ESTRUCTURA 5**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1876,6
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S5	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud Tunduruma, Tundurama	4°30'7.61"S	79°24'16.56"O

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

PUESTA A TIERRA	SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	SI ( ) NO ( x )
OTROS (Describe):			

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( x )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.

**2) ESTRUCTURA 6**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2101,8
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S6	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud Jimbura, Jimbura	4°37'38.22"S	79°27'50.30"W

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

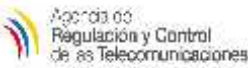
PUESTA A TIERRA	SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	SI ( ) NO ( x )
OTROS (Describe):			

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( x )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

6)

PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>		<b>RC – 2A</b> Elab.: DRE Versión: 02	
			1) Cod. Cont.:	
<b>ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>				
<b>2) ESTRUCTURA 7</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1212,40	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S7			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud El Ingenio, Vía a Amaluza, margen izquierdo	4°25'3.3"(S)	79°25'53.5"W
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( X )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.				
<b>2) ESTRUCTURA 8</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Mástil sobre edificación			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2470,80	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S8			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 5,00 m	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Espíndola	Centro de salud El Airo, El Airo	4°30'48.92"S	79°22'57.94"W
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( x )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( x )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( x )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( x )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIC Electritelecom.				
<b>2) ESTRUCTURA</b>				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>				
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( )	PARARRAYOS	
			SI ( ) NO ( )	
OTROS (Describe):				
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>				
LINEA COMERCIAL ( )		GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
<b>TIPO DE RESPALDO</b>				
GENERADOR ( )		BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:	A1	A2
MARCA:	Cambium Networks	Cambium Networks
MODELO:	ePMP C050900D002A	ePMP C050900D002A
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5875 MHz	5150-5875 MHz
TIPO:	Sectorial	Sectorial
IMPEDANCIA (ohmios):	50 Ohms	50 Ohms
POLARIZACION:	Dual Linear	Dual Linear
GANANCIA (dBd):	11.85 dBd	11.85 dBd
DIÁMETRO (m):	-	-
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	120°	120°
ANGULO DE ELEVACION (°):	12°	12°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	20m	5m

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:	A3	A4
MARCA:	MIKROTIK	MIKROTIK
MODELO:	SXT 5HPnD	SXT 5HPnD
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5170 MHz – 5825 MHz	5170 MHz – 5825 MHz
TIPO:	Sectorial (incorporada en el equipo)	Sectorial (incorporada en el equipo)
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:	Dual	Dual
GANANCIA (dBd):	13.85 dBd	13.85 dBd
DIÁMETRO (m):	-	-
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	25°	25°
ANGULO DE ELEVACION (°):	25°	25°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	5,50m	9m

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS		
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

**NOTA:** Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.

2) **PATRONES DE RADIACION DE ANTENA**

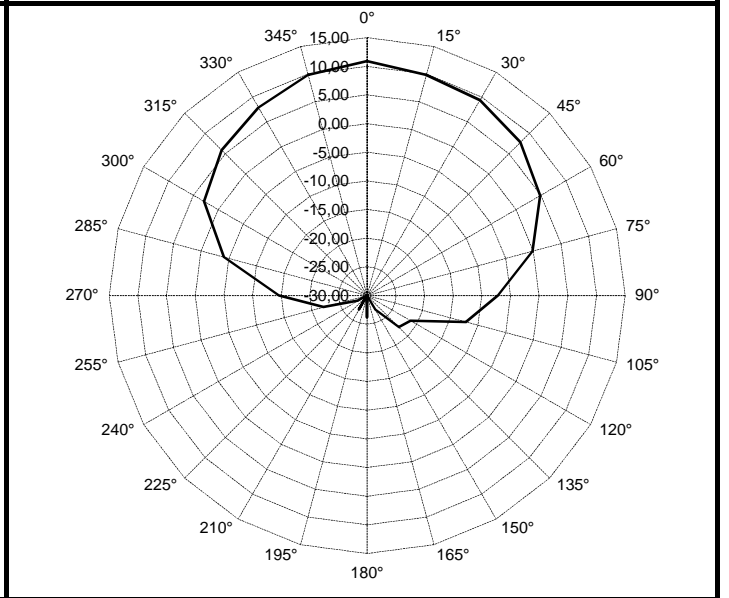
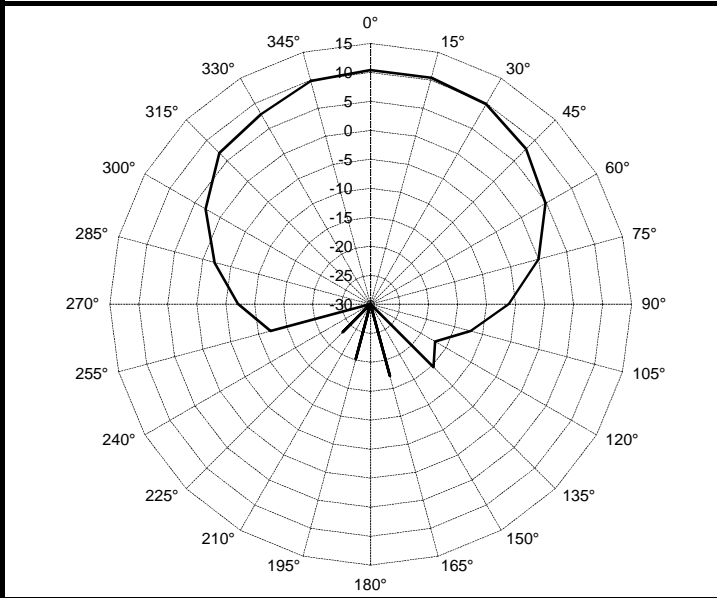
MARCA:	Cambium Networks	MODELO:	ePMP C050900D002A	TIPO:	Sectorial
--------	------------------	---------	-------------------	-------	-----------

Ingrese los valores de ganancia ( dBd ) para cada radial.

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL	10,35	10,45	9,85	7,9	4,85	0,35	-6,15	-12,15	-17,15	-14,7	-30	-17,15	-30,0	-20,2	-30	-23,2	-30	-12,2	-7,15	-2,15	2,85	6,85	7,85	9,85
VERTICAL	10,85	9,85	9,35	7,85	4,85	-0,15	-7,15	-12,15	-21,15	-22,2	-27,2	-30	-26,2	-30	-27,2	-30	-28,2	-22,2	-14,7	-4,15	2,85	5,85	7,85	9,85

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



2) **PATRONES DE RADIACION DE ANTENA**

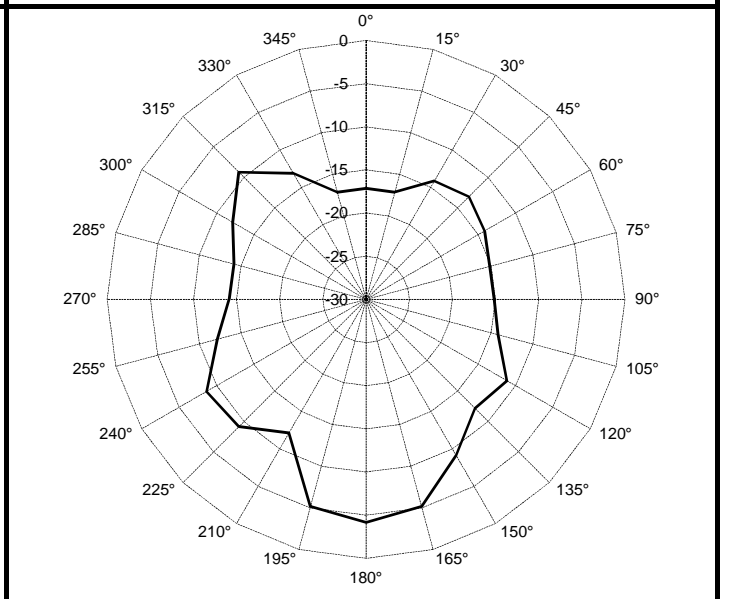
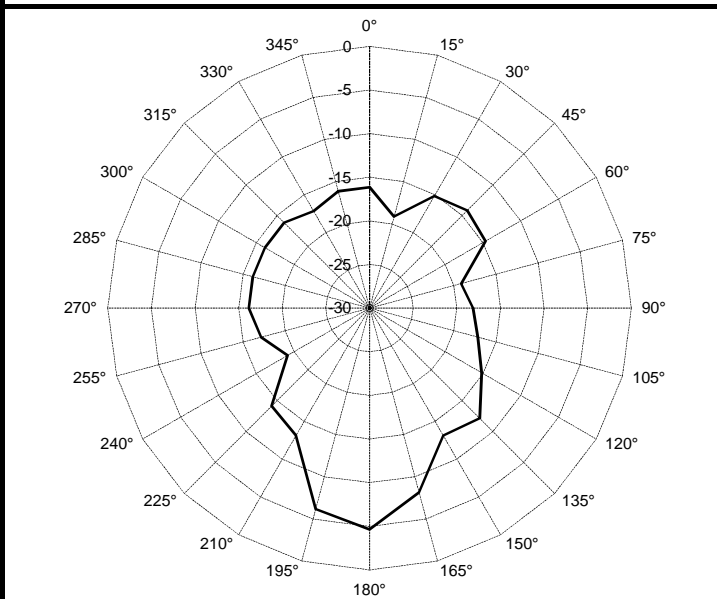
MARCA:	MIKROTIK	MODELO:	SXT 5HPnD	TIPO:	Sectorial
--------	----------	---------	-----------	-------	-----------

Ingrese los valores de ganancia ( dBd ) para cada radial.

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL	-16,2	-19,2	-15,2	-14,2	-14,7	-19,2	-18,2	-17,2	-15,2	-12,2	-13,2	-8,15	-4,65	-6,15	-13,2	-14,2	-19,2	-17,2	-16,2	-16,2	-16,2	-16,2	-17,2	-16,2
VERTICAL	-17,2	-17,2	-14,2	-13,2	-14,2	-15,2	-15,2	-14,2	-11,2	-12,2	-9,15	-5,15	-4,15	-5,15	-12,2	-9,15	-8,65	-12,2	-14,2	-14,2	-12,2	-9,15	-13,2	-17,2

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:	Fija	Fija		
CODIGO DEL EQUIPO:	E1	E2		
MARCA:	CAMBIUM NETWORKS	MIKROTIK		
MODELO:	C050900P011A	SXT 5HPnD		
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	20 MHz	20 MHz		
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:	OFDM	TDMA		
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	150000 Kbps	200000 Kbps		
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	1W	25 dbm		
RANGO DE OPERACION (MHz):	2402MHz-2472 MHz 5150MHz-5970 MHz	5170 MHz – 5825 MHz		
SENSIBILIDAD (µV) o (dBm):	-89 dBm	-96 dbm		
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):				

**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (µV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (µV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

**2) CLASE DE SISTEMA**

PRIVADO    EXPLOTACION    ( E )

**NOTA:** En el caso de que su empresa cuente con el Permiso de Operación de Red Privada, adjuntar una copia.

**3) CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO**

No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	TIPO DE OPERACION SECUENCIA <u>DIRECTA</u> ; <u>IDMA</u> ; <u>FHSS</u> ; <u>HIBRIDO</u> ; <u>OFDM</u> ; <u>OTRAS</u>	DISTANCIA DEL ENLACE (Km)
L1	5250 MHz – 5350 MHz	( <u>T</u> )	4,03 Km

**4) CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS**

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)	POTENCIA DE OPERACION (mW)	EQUIPO UTILIZADO
S3	A	E2	A4	0,316mW	MIKROTIK

**5) PERFIL TOPOGRAFICO**

DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)	1212	1198	1172	1178	1201	1200	1164	1135	1145	1177	1231	1247	1310

Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace.

**NOTA:** Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.

**6) GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO**



**7) ESQUEMA DEL SISTEMA**

SC EL INGENIO

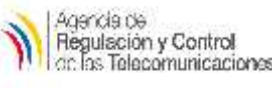


5340 MHz

SC 27 DE ABRIL



RB951-2n

	<b>FORMULARIO PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA</b> (SISTEMAS PUNTO-MULTIPUNTO)	<b>RC- 9B</b> Elab.: DRE Versión: 03
		1) No. Registro:

2) **CLASE DE SISTEMA**

PRIVADO    EXPLOTACION    ( E )	<b>NOTA:</b> En el caso de que su empresa cuente con el Permiso de Operación de Red Privada, adjuntar una copia.
---------------------------------	--

3) **CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO – MULTI PUNTO**

No. SISTEMA	No. ESTACIONES POR SISTEMA	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	TIPO DE OPERACION SECUENCIA <u>D</u> IRECTA ; <u>I</u> DMA; <u>F</u> HSS ; <u>H</u> IBRIDO ; <u>O</u> QDM; <u>O</u> TRAS
SM1	7	5470 MHz-5725 MHz	( O )

4) **CARACTERISTICAS DE LA ESTACION FIJA CENTRAL**

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA ASOCIADA	POTENCIA DE OPERACION (mW)	EQUIPO UTILIZADO
EC1	A	S1	A1	1000 mW	E1

5) **CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS**

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA ASOCIADA	POTENCIA DE OPERACION (mW)	EQUIPO UTILIZADO	DISTANCIA EST. CENTRAL – ESTACION FIJA (Km)
F1	A	S2	A2	1mW	E1	2.20 km
F2	A	S4	A2	1mW	E1	4,03 Km
F3	A	S5	A2	1mW	E1	3,44 Km
F4	A	S6	A2	1mW	E1	7,65 Km
F5	A	S7	A2	1mW	E1	4,03 Km
F6	A	S8	A2	1mW	E1	3,44 Km

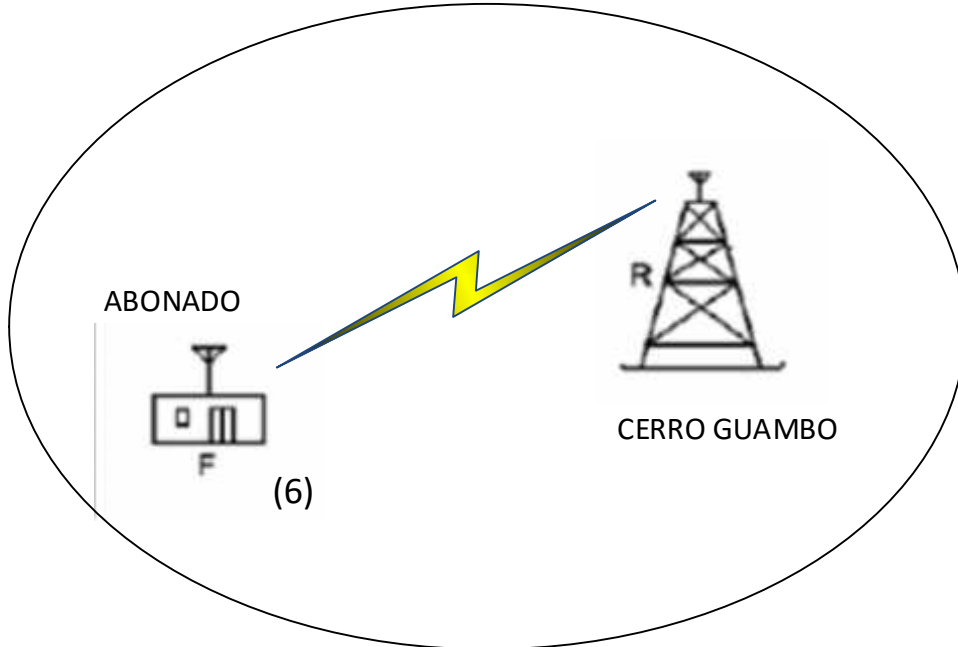
6) **PERFIL TOPOGRAFICO**

No. ENLACE	DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
1	ALTURA s.n.m. (m)	2438	2399	2348	2318	2290	2278	2263	2226	2182	2165	2142	2107	2080
2	ALTURA s.n.m. (m)	2438	2322	2185	2030	1875	1798	1749	1744	1777	1804	1881	1912	1944,7
3	ALTURA s.n.m. (m)	2438	2222	2007	1755	1606	1655	1723	1797	1719	1488	1595	1718	1876,6
4	ALTURA s.n.m. (m)	2438	2298	2069	1821	1486	1826	1827	1860	1722	1745	1863	1848	2101,8
5	ALTURA s.n.m. (m)	2438	1988	1857	1730	1583	1334	1315	1253	1379	1378	1335	1270	1212,4
6	ALTURA s.n.m. (m)	2438	2228	1839	1724	1876	1973	1916	1769	1724	1671	1878	2206	2470,8
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													

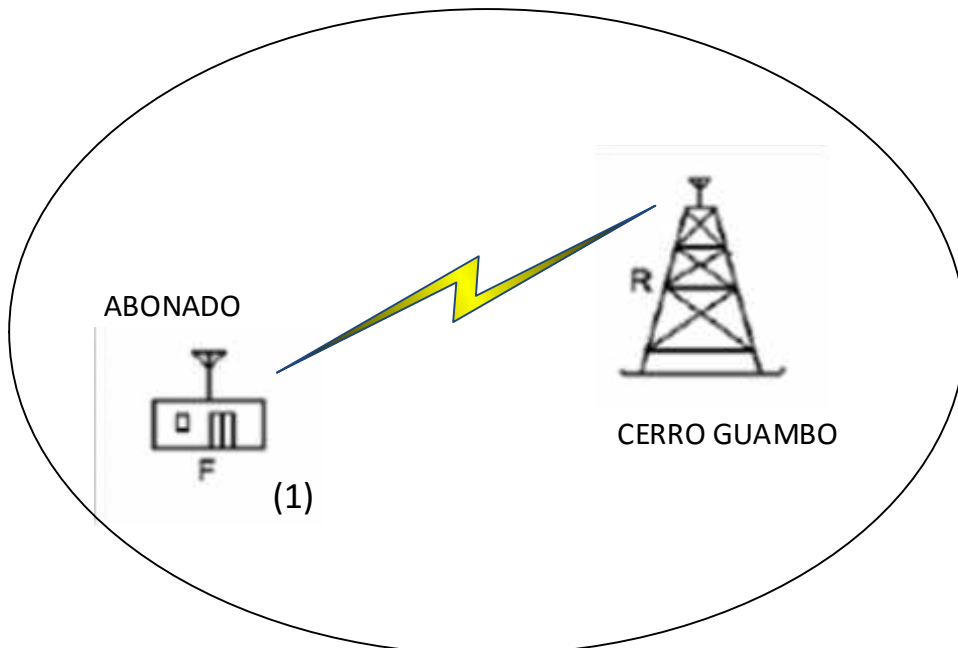
Donde D = distancia entre cada estación fija y la estación fija central.  
**NOTA:** Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace. Así como el formulario correspondiente al esquema del sistema (RC-14A)

1)  
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

1. ESQUEMA DEL MULTIPUNTO CERRO GUAMBO



2. ESQUEMA DEL PUNTO A PUNTO EL INGENIO – 27 DE ABRIL



**Nota:** En este formulario se debe graficar la topología del sistema de radiocomunicaciones, cuando este consta de dos o más circuitos enlazados entre si, en enlaces con más de un salto o en caso de un sistema punto-multipunto.



FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI  
(CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)

RC-15A  
RNI-T1

Fecha.:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA:	SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA ELECTRITELECOM CIA LTDA
DIRECCIÓN :	LOJA, BARRIO SAN CAYETANO, CALLE MARCELINO CHAMPAGNAT, INTERSECCIÓN: PARIS, REFERENCIA UBICACIÓN: A TREINTAA METROS DE LA CAPILLA DE LA UTPL.

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
LOJA	Espíndola	Cerro el Guambo	4°33'43.7" (S)	79°26'18,4" (O)

3) S<sub>lim</sub> A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (MHz) 5470 MHz-5725 MHz	S <sub>lim</sub> OCUPACIONAL (W/m <sup>2</sup> ) 50	S <sub>lim</sub> POBLACIONAL (W/m <sup>2</sup> ) 10
--	--	--

4) CALCULO DE R<sup>2</sup> :

Altura h (m) :	20	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		18,6078 m
5 m		19.1638 m
10 m		21.0297 m
20 m		27.2443 m
50 m		53.3128 m

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
1W	14	25.119

6) CALCULO DEL S<sub>lim</sub> TEORICO :

$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$		
DISTANCIA	VALOR DE $(\pi * R^2)$	VALOR DE S <sub>lim</sub> (W/m <sup>2</sup> )
2 m	1087,7771	0,0230
5 m	1153,7537	0,0217
10 m	1389,3639	0,0180
20 m	2331,8530	0,0107
50 m	8929,2063	2,8131 x10-3

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
BARBA	GUAMÁN	JORGE ANTONIO	1031-10-990911

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
presidencia@electritelecom.com		072588668 Ext.122

DIRECCION:	FECHA:	FIRMA
Ciudad de Loja, calle Bucarest y Armedia.	07 de Marzo del 2016	

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	FIRMA
BOLIVAR FABRICIO OCHOA TORRES	07 de Marzo del 2016	