

ESTUDIO DE UN ENLACE ENTRE LAS UNIVERSIDADES ESPE, CATÓLICA DE IBARRA, CATÓLICA DE ESMERALDAS Y UNIVERSIDAD ESTATAL DEL CARCHI

1.- OBJETIVOS:

- En este proyecto se realizará una red de comunicaciones entre las universidades ESPE, Católica de Ibarra, Estatal del Carchi y Católica de Esmeraldas, tratando de obtener la mejor calidad de servicio posible para los servicios de Datos en la banda SHF de los 2,4 GHz y voz en la banda UHF de los 480 MHz.
- Como objetivo primordial a cumplir se debe calcular el área mínima de cobertura requerida por el proyecto con la ayuda de mapas cartográficos, el software de control Radio Mobile, el software Google Earth esto nos facilitara el cálculo.
- Se realizará un reporte de costos generales para el desarrollo del proyecto, mostrando el mejor plan de diseño tanto a costos como a calidad de servicio primordialmente.

2.- INTRODUCCIÓN:

En este proyecto se realizara un estudio de radio propagación, en donde se escogerá la zona óptima dentro de esta región para establecer un enlace punto a punto. Para esto se realizará análisis de propagación, y un reporte del costo de infraestructura necesaria (enlace de UHF y SHF) para transportar la información hacia la red formada entre las universidades ESPE, PUCESI, UPEC y PUCESE. Además se verificará que tengan una buena calidad de servicio, también se evaluarán los posibles puntos geográficos impuestos por nosotros para ubicar los enlaces de la red.

2.1- Descripción del Software Radio Mobile:

Software francés de uso no comercial, desarrollado por Roger Coudé. Aplicado a estudios de radiodifusión, por radioaficionados y empresas. Se apoya en mapas satelitales, y un modelo para terrenos irregulares (ITM), llamado Longley-Rice, puede descargarse de <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

Entre los parámetros importantes se tienen:

- Coordenadas del sistema de telecomunicación.
- Altura de las antenas de los equipos.
- Ganancia de las antenas.
- Polarización de las antenas.
- Azimut.
- Frecuencia de trabajo mínima y máxima del equipo.
- Topología de la red (depende del tipo de enlace).
- Pérdidas en el espacio libre.
- Campo recibido en la antena receptora.
- PIRE (Potencia Isotrópicamente Radiada Equivalente).
- Zona de despeje adicional para que exista el enlace tomando como criterio despeje en $0.6F1$ (primera zona de Fresnel).
- Sensibilidad del equipo receptor.

- Nivel de recepción del receptor.
- Pérdidas de línea (cable, conectores).
- Clima de la zona en donde se efectúa el enlace.
- Modo de variabilidad (depende del tipo de enlace).
- Refractividad del terreno, conductividad del terreno y constante dieléctrica en donde se realiza el enlace
- Radio máximo de alcance de la antena (al calcular cobertura).

2.2- Zonas de Fresnel:

Se conoce como zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180° . Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180° , adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360° , y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K = 4/3$ la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K = 2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

2.3- Desvanecimiento:

Efecto debido a la disminución de potencia recibida con relación a su valor medio a largo plazo.

2.4- Ventajas de los radioenlaces frente a sistemas por línea.

- Inversión inicial reducida. Instalación rápida.
- Capacidad de recuperación rápida en caso de desastres.
- Conservación más económica. Facilidad de reparación.
- Superación de obstáculos naturales.
- Medio de transmisión homogéneo (excepto en desvanecimientos).

2.5- Inconvenientes

- Necesidad de visibilidad directa. Emplazamientos elevados.
- Segregación de canales poco flexible.
- Consumo de espectro radioeléctrico.
- Presencia de desvanecimientos.
- Parámetros de calidad difícilmente comparables a los de fibra óptica.

2.- Necesidad De Redundancia De Equipos Y Supervisión

- Para asegurar la continuidad del servicio son precisos equipos de reserva. Estos se activan en caso de fallos o desvanecimientos.
- Los repetidores suelen estar desatendidos. Se requieren medidas de su funcionamiento y la transmisión de los datos a un punto central. También se precisa capacidad de telemando.

- Las necesidades de supervisión dependen de la aplicación, en particular de los objetivos de calidad e indisponibilidad.
- Canales de servicio, de telecontrol, telealarma y telemando.

3.- LUGARES DE LA RED DE SERVICIO:

3.1- Mapa de los Lugares de las Torres:

En esta imagen podemos observar como estarían distribuidas nuestras torres para nuestra red de comunicación, esta imagen se obtuvo gracias al software gratuito Google Earth, a continuación detallaremos la ubicación exacta de cada torre en su latitud y longitud, se detallará en letra negrilla en la tabla 1 la ubicación de los puntos a comunicar.

En el cd, se encuentra el archivo que se obtuvo gracias al software Google Earth además se encuentra el proyecto realizado en Radio Mobile.



Imagen # 1 Mapa de Ubicación de las Torres

NOMBRE DEL REPETIDOR	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		ALTURA DE LA TORRE (m)
	LATITUD	LONGITUD	
ESPE	0°18'50.47"S	78°26'43.04"O	25
PUCE-SI	0°21'3.67"N	78° 6'26.98"O	25
UPEC	0°48'22.00"N	77°43'20.00"O	25
PUCE-SE	0°58'16.53"N	79°39'0.70"O	25
CERRO PICHINCHA	0°10'39.03"S	78°36'1.58"O	25
CERRO COTACACHI	0°21'21.26"N	78°20'30.41"O	25
REP. CARCHI 1	0°49'52.00"N	77°52'54.00"O	30
REP. CARCHI 2	0°45'47.00"N	77°42'20.00"O	25
ATACAZO	0°21'4.13"S	78°36'58.56"O	30
PEDRO MALDONADO	0° 6'0.65"S	78°51'42.94"O	25
ROZA ZARATE	0°19'52.90"N	79°29'19.08"O	25
LA JUANITA	0°27'41.26"N	79°35'45.20"O	25
ZAPALLO	0°53'8.89"N	79°33'55.17"O	25
REP. SEGURIDAD 1	0° 0'46.00"N	77°59'58.00"O	25
REP. SEGURIDAD 2	0°26'8.00"N	77°50'42.00"O	30
REP. SEG. ESMERALDAS 1	0°11'46.67"N	79° 1'11.50"O	40
REP. SEG. ESMERALDAS 2	0°31'50.20"N	79°10'20.80"O	50

Tabla # 1 Detalle de las Ubicaciones de las Torres

3.2-Ubicaciones Principales:

ESPE: Escuela Politécnica del Ejército ubicada en el cantón de Sangolqui, constituye uno de los institutos de educación superior más prestigiosos del Ecuador, el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador (CONEA), en el 2009 la ubicó en la categoría "A".



Imagen # 2 ESPE

PUCE-SI: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, ubicada en la ciudad de Ibarra a los pies de la loma de Guayabillas, es una de las más grandes universidades de la provincia de Imbabura.



Imagen # 3 PUCE-SI

UPEC: Universidad Politécnica Estatal del Carchi, es una universidad que se encuentra en la ciudad de Tulcán, esta universidad es una de las primeras que se crearon en esta ciudad para abastecer la demanda de los habitantes de la provincia del Carchi.



Imagen # 4 UPEC

PUCE-SE: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, es una de las primeras universidades que se crearon en la provincia de esmeraldas para abastecer la demanda de estudiantes.

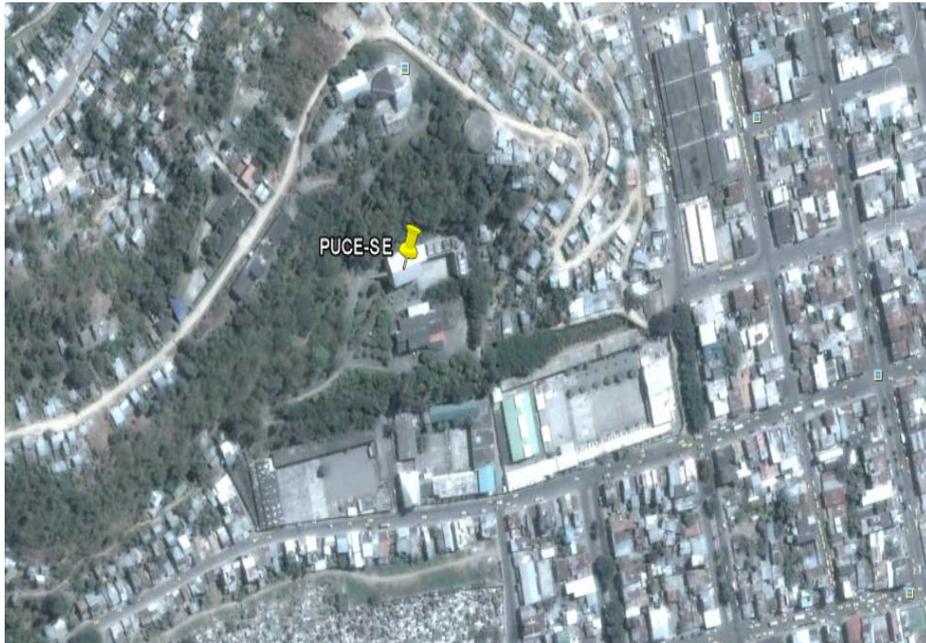


Imagen # 5 PUCSE-SE vista desde el satélite de Google Earth

3.3- Repetidores:

Para nuestra red utilizamos un número de 9 repetidoras para enlazar las 4 universidades, también utilizamos un sistema de redundancia de 4 repetidoras esto lo hacemos para brindar un servicio confiable y seguro sin riesgos de pérdida de conexión.

En total utilizamos 13 repetidoras para nuestra red, garantizándola para un buen servicio con una alta calidad y alta disponibilidad.



Imagen # 6 Repetidoras en el Monte Atacazo (Pichincha)

4.- ESTUDIO DE COBERTURA CON RADIO MOBILE:

Para el estudio de cobertura y propagación de nuestro radio enlace utilizamos el software gratuito Radio Mobile ya que es una herramienta muy útil y de gran fidelidad en nuestro proyecto, en este nos muestra muchos parámetros que debemos tener en cuenta para la creación de nuestra red.

En nuestro estudio se utilizó el Radio Mobile para simular nuestro sistema para frecuencias de 2,4 GHz en la banda SHF y en 480 MHz en la banda UHF.

4.1- Estudio Para la Banda UHF – Frecuencia de 480 MHz:

Para nuestra red en UHF modificamos los parámetros en Radio Mobile, nos metemos a la pestaña de propiedades de las redes, aquí establecemos el nombre del sistema en nuestro caso la llamamos UHF, colocamos la potencia de transmisión, la ganancia de la antena, todo esto se muestra en la imagen siguiente.

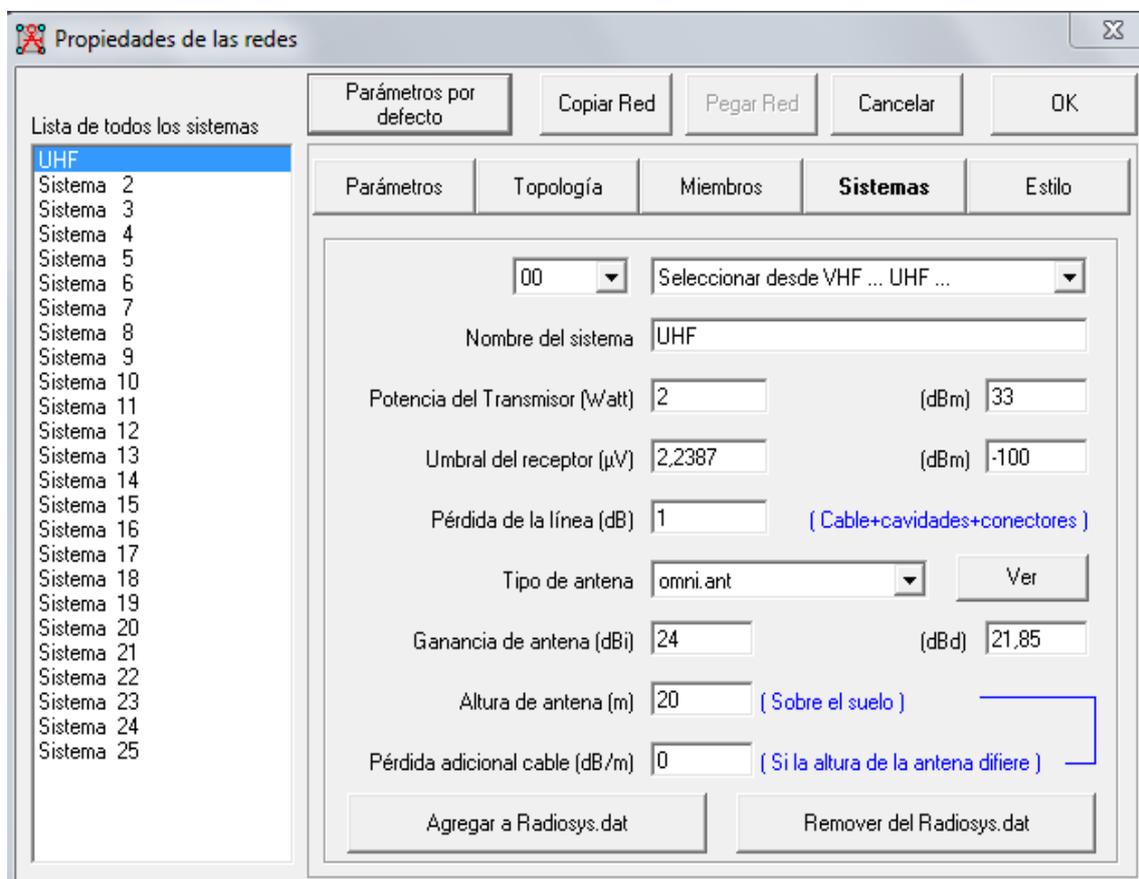


Imagen # 7 Propiedades de Radio Mobile: Sistema

En la imagen # 8 mostramos los parámetros de nuestra red, aquí colocamos la frecuencia mínima de transmisión y la frecuencia máxima de transmisión, el modo estadístico para nuestro radioenlace y el tipo de clima o región en la que se va a proyectar nuestra red.

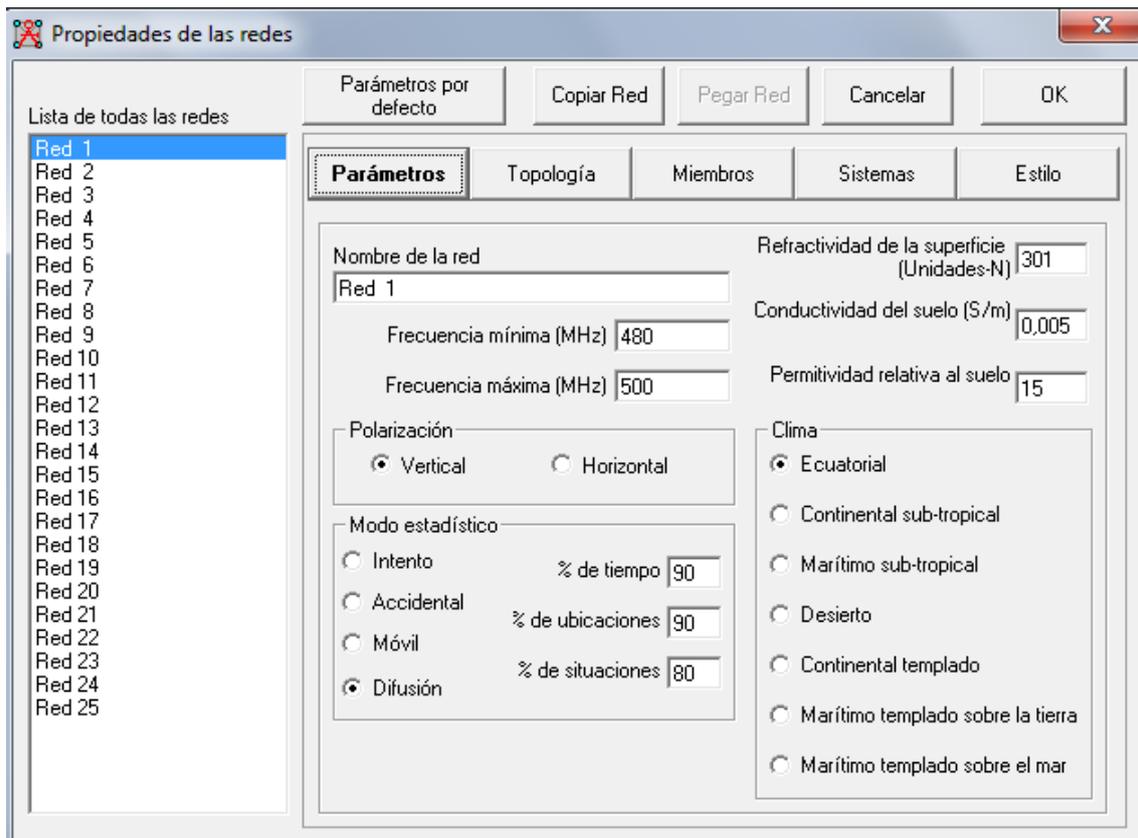


Imagen # 8 Propiedades de Radio Mobile: Parámetros

En la Imagen # 9 topología colocaremos para que servicio va hacer útil nuestra red en este caso utilizamos la banda UHF para la transmisión de voz.

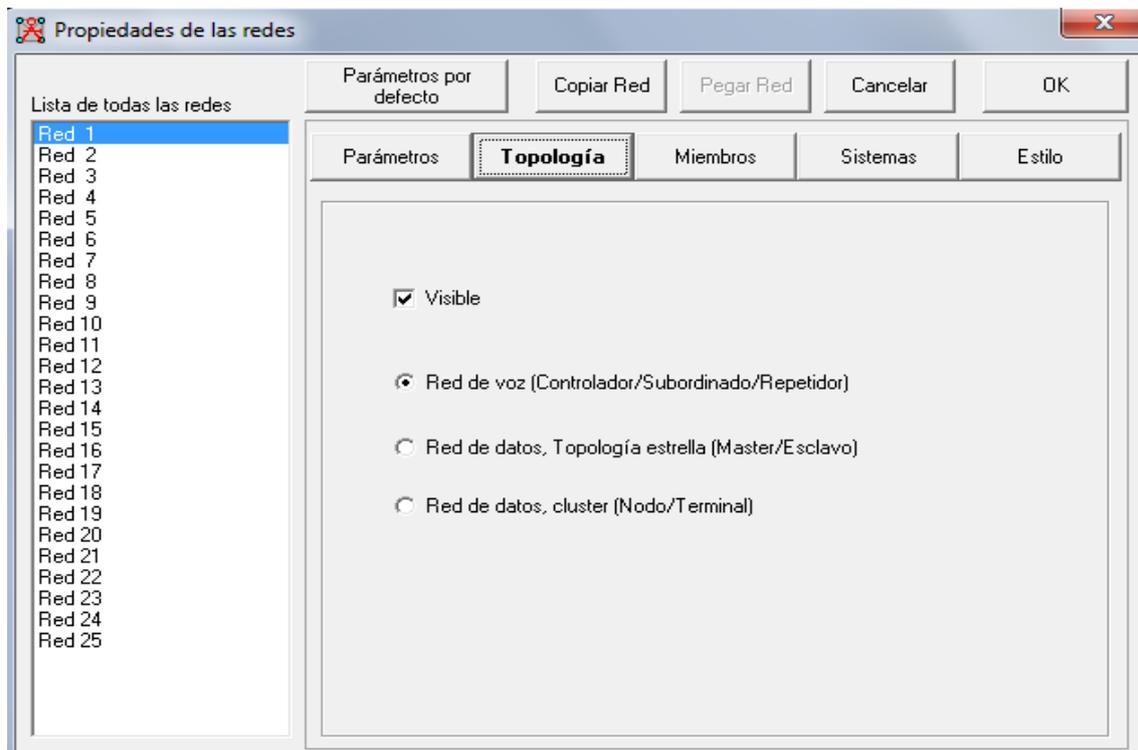


Imagen # 9 Propiedades de Radio Mobile: Topología

En la imagen # 10, detallamos en la pestaña miembros, los miembros que van a estar enlazados en un enlace punto a punto.

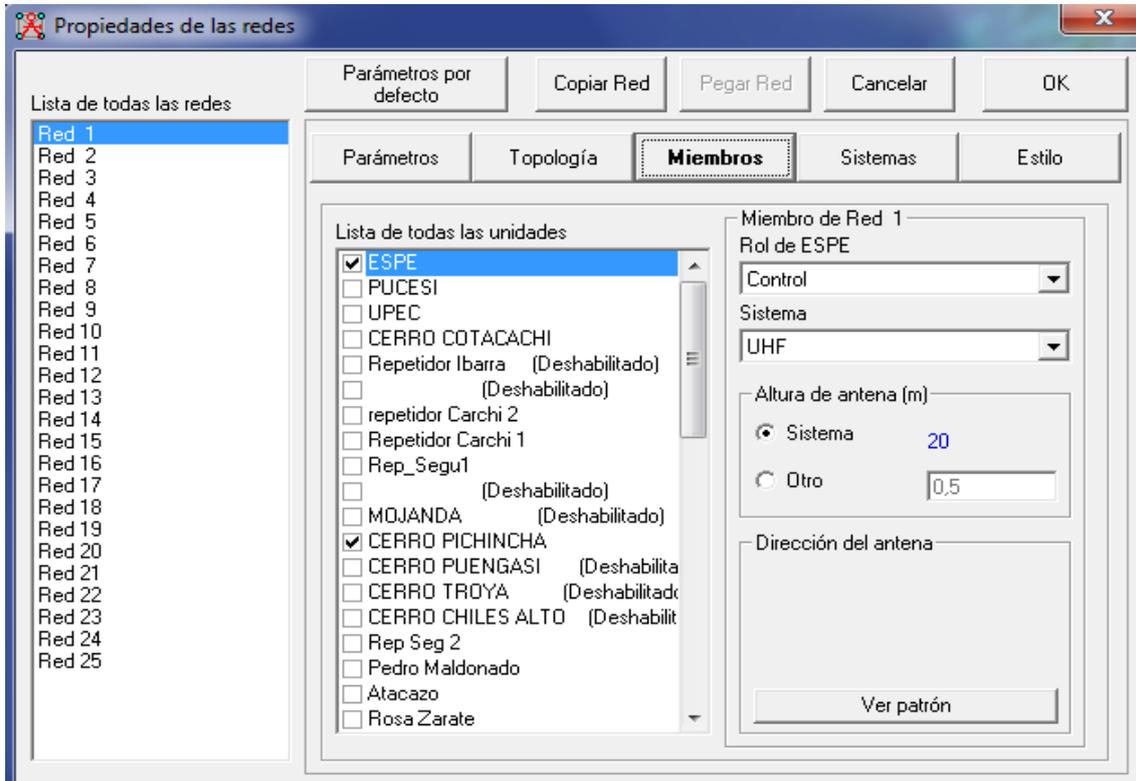


Imagen # 10 Propiedades de Radio Mobile: Miembros

En la imagen # 11 mostramos en la pestaña Estilo las características para nuestra red.

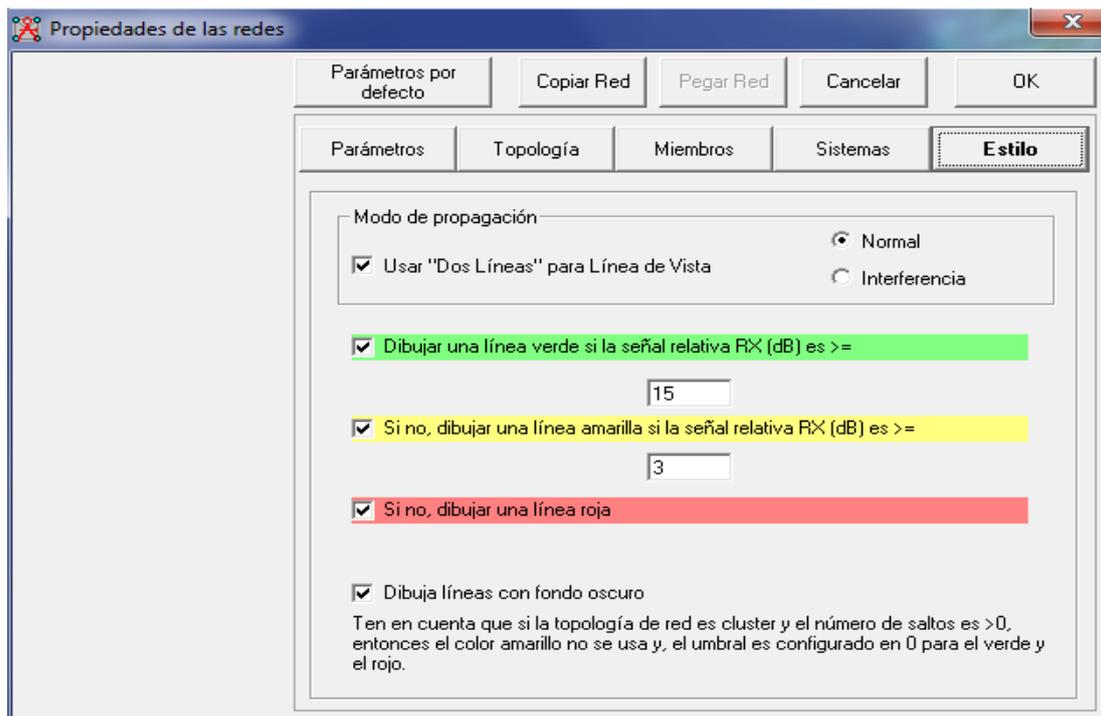


Imagen # 11 Propiedades de Radio Mobile: Estilo

Como podemos observar en la Imagen # 12 está el diagrama de nuestra red, nos muestra el enlace en líneas verdes, esto quiere decir que existe un buen enlace por ende unos buenos parámetros de comunicación para el servicio de voz.

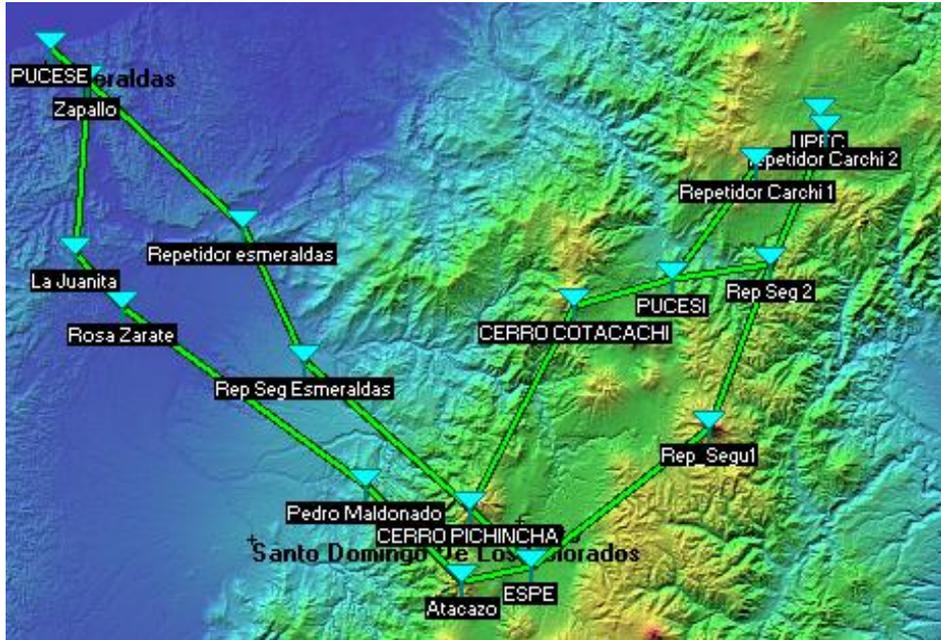


Imagen # 12 Radio Mobile: Diagrama de la Red

A continuación detallaremos los resultados de nuestra red enlace por enlace, dando a conocer sus características.

1.- ESPE – Cerro Pichincha:

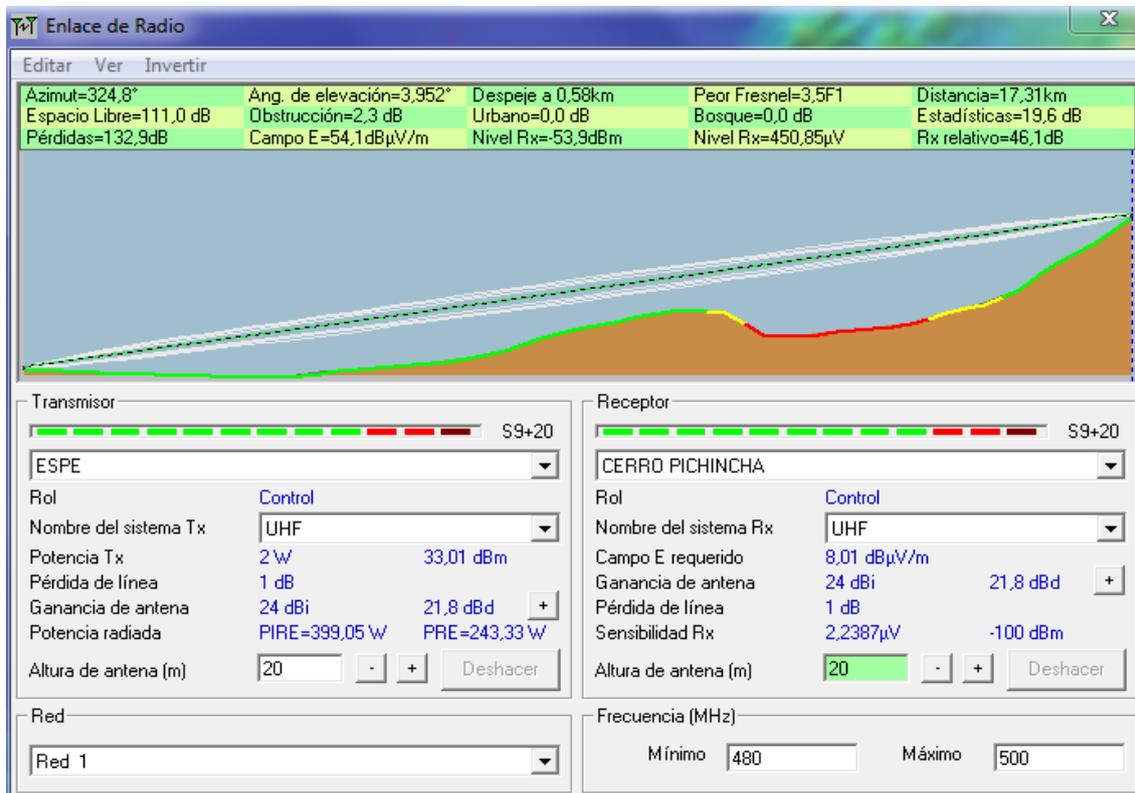


Imagen # 12 ESPE – Cerro Pichincha

2.- Cerro Pichincha – Cerro Cotacachi:

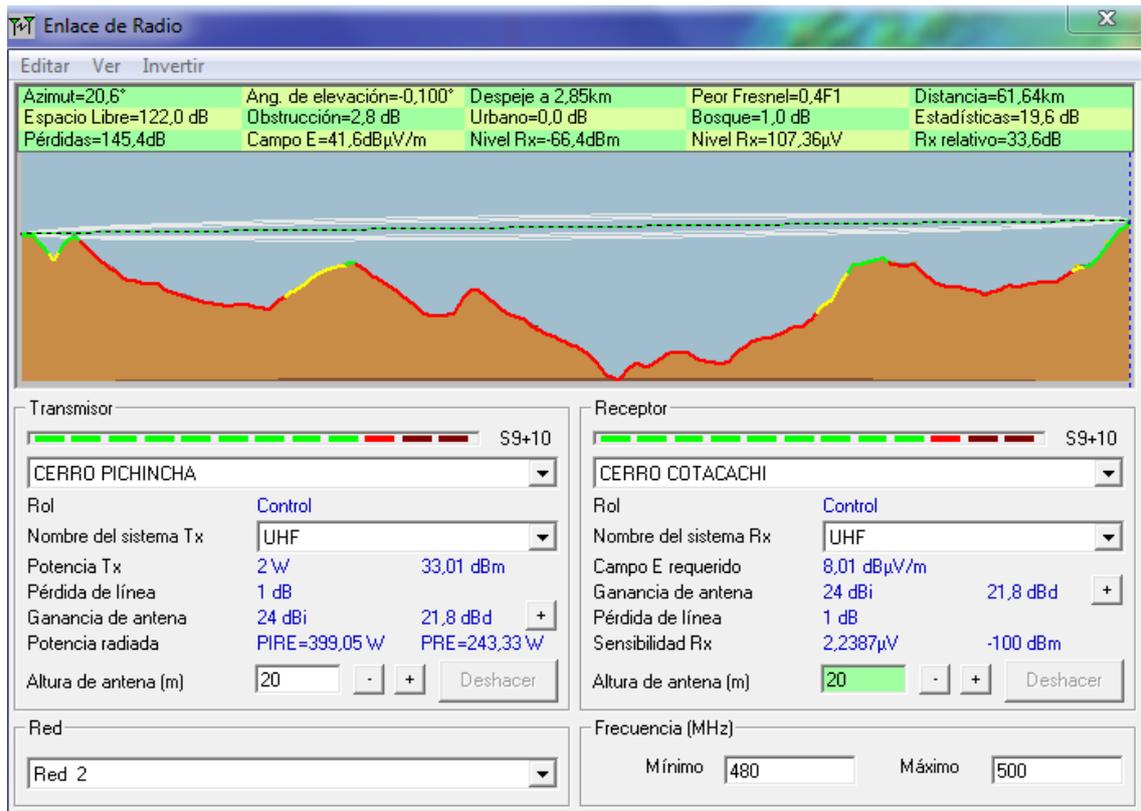


Imagen # 13 Cerro Pichincha – Cerro Cotacachi

3.- Cerro Cotacachi – PUCE-SI:

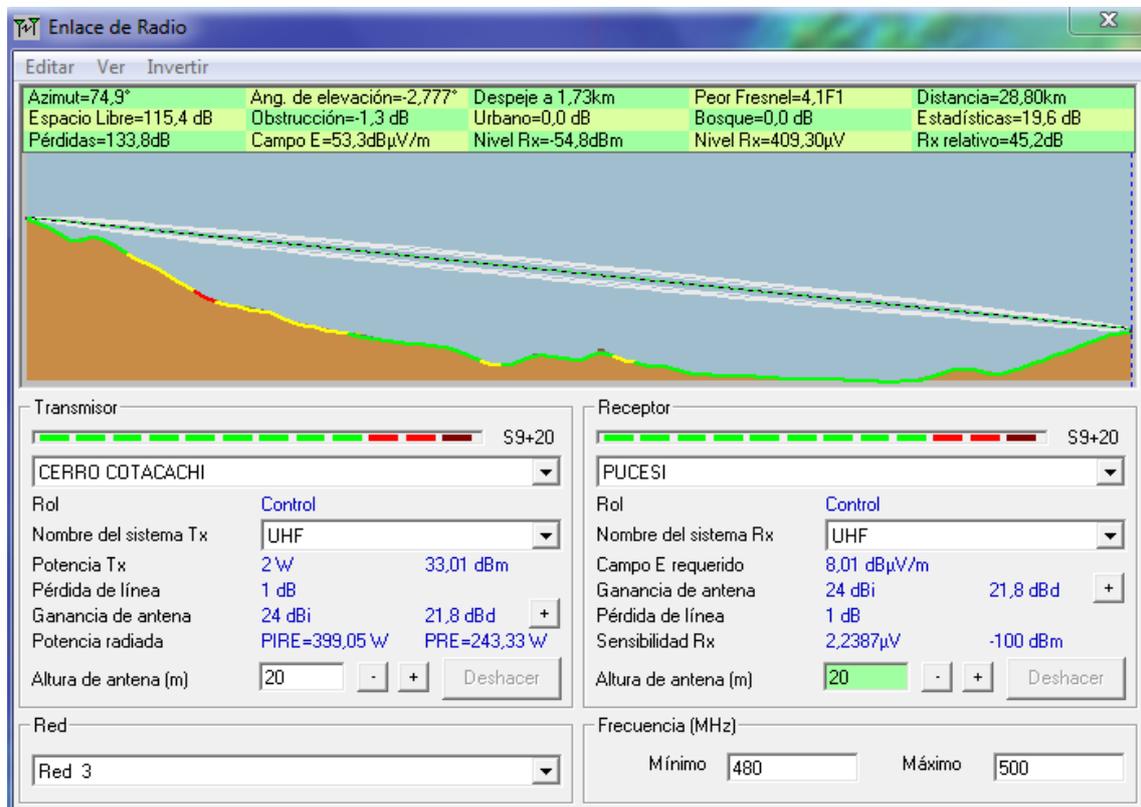


Imagen # 14 Cerro Cotacachi – PUCE-SI

4.- PUCE-SI – Repetidor Carchi 1:

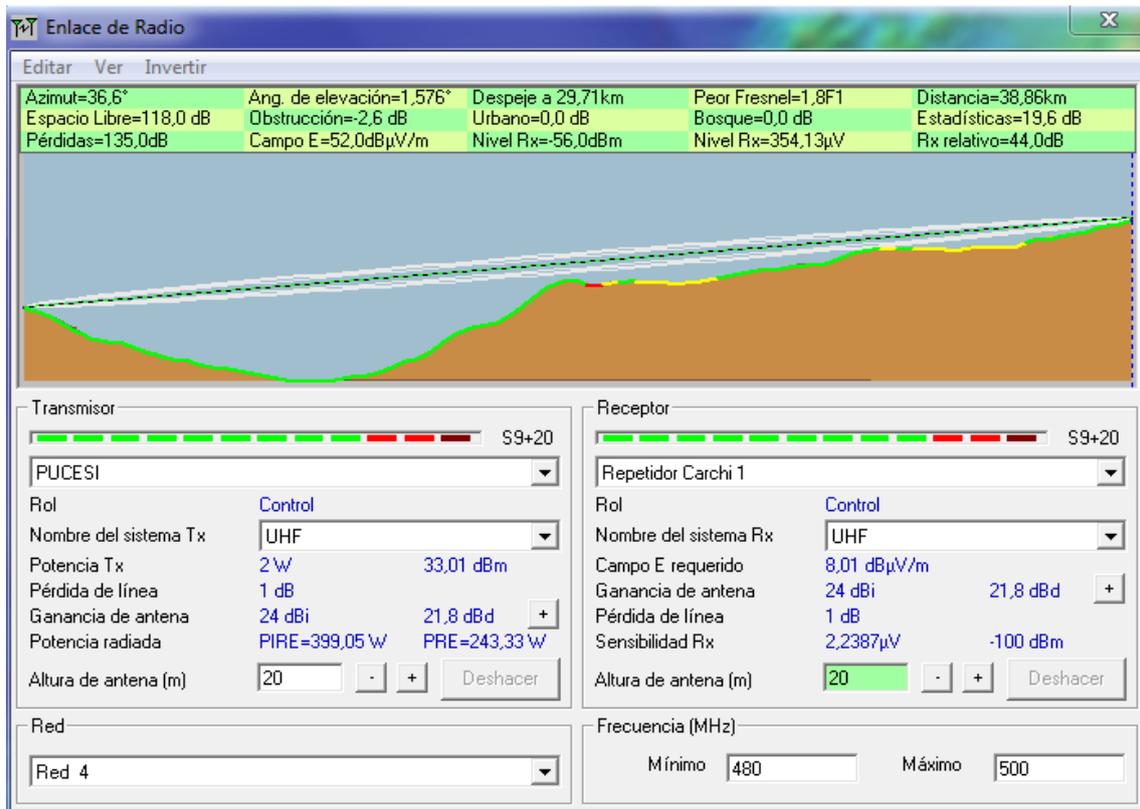


Imagen # 15 PUCE-SI – Repetidor Carchi 1

5.- Repetidor Carchi 1 - Repetidor Carchi 2:

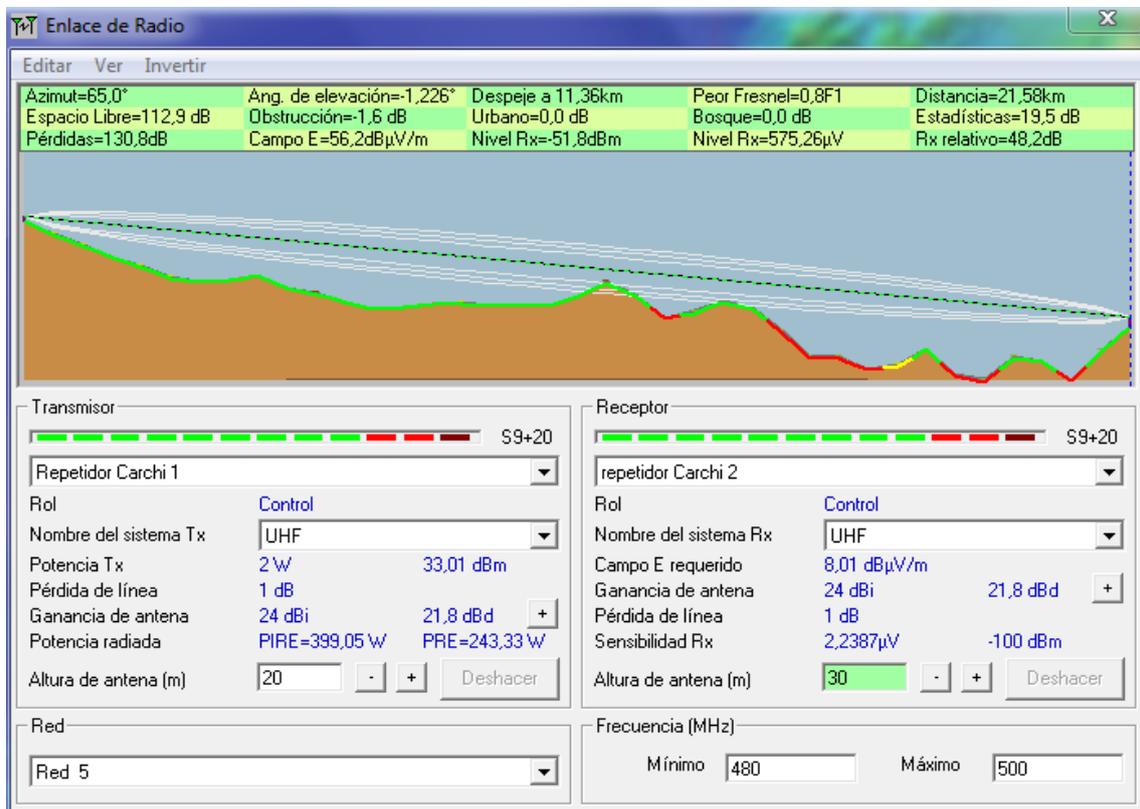


Imagen # 16 Repetidor Carchi 1- Repetidor Carchi 2

6.- Repetidor Carchi 2 - UPEC:

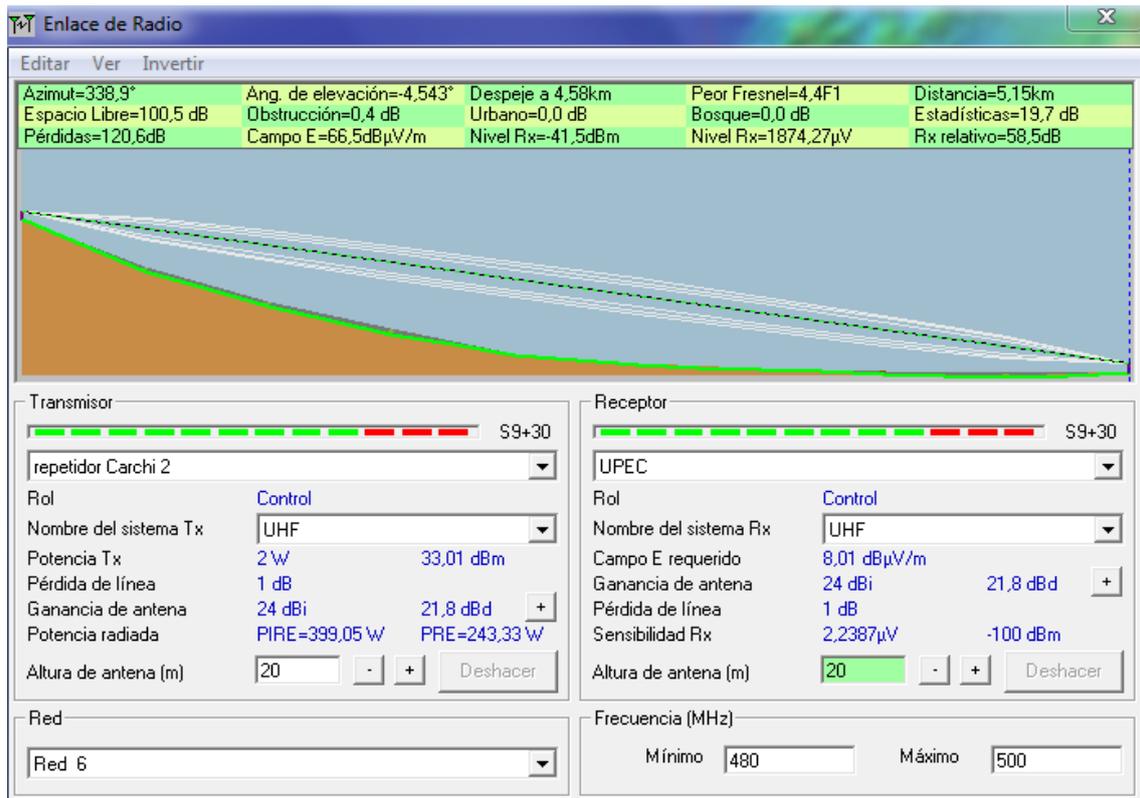


Imagen # 17 Repetidor Repetidor Carchi 2 - UPEC

7.- ESPE - Atacazo:

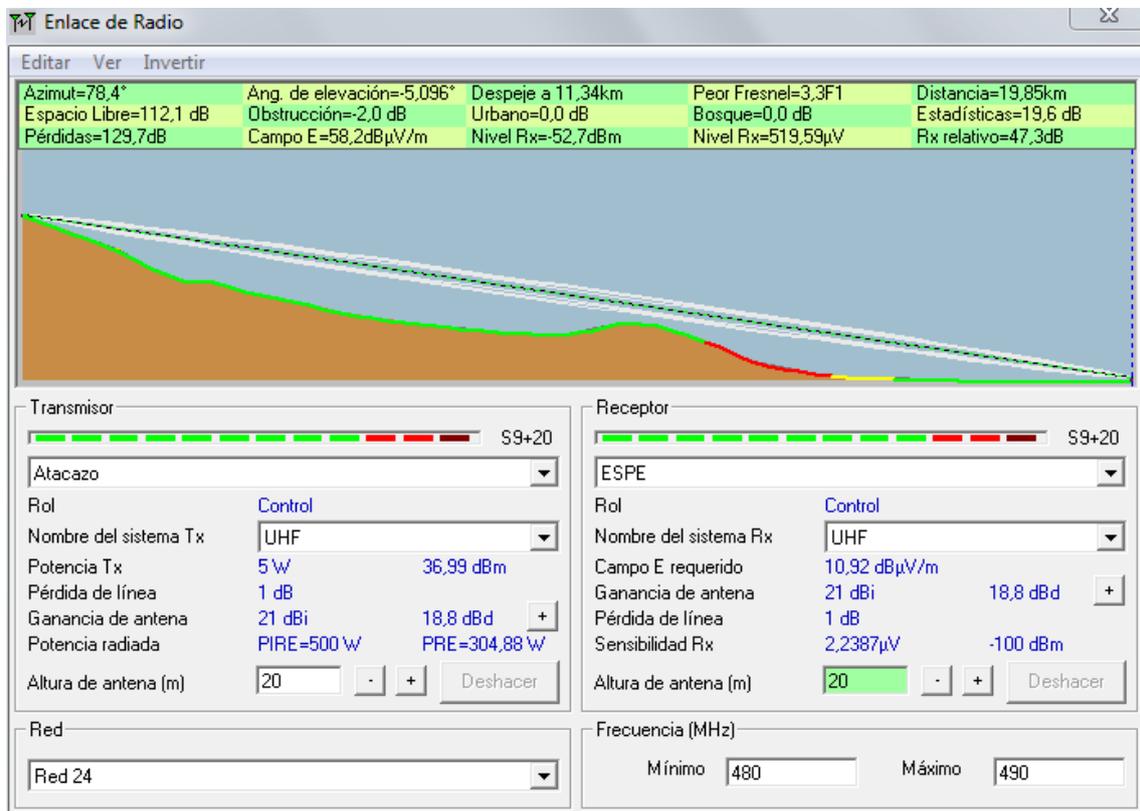


Imagen # 18 ESPE - Atacazo

8.- Atacazo – Pedro Maldonado:

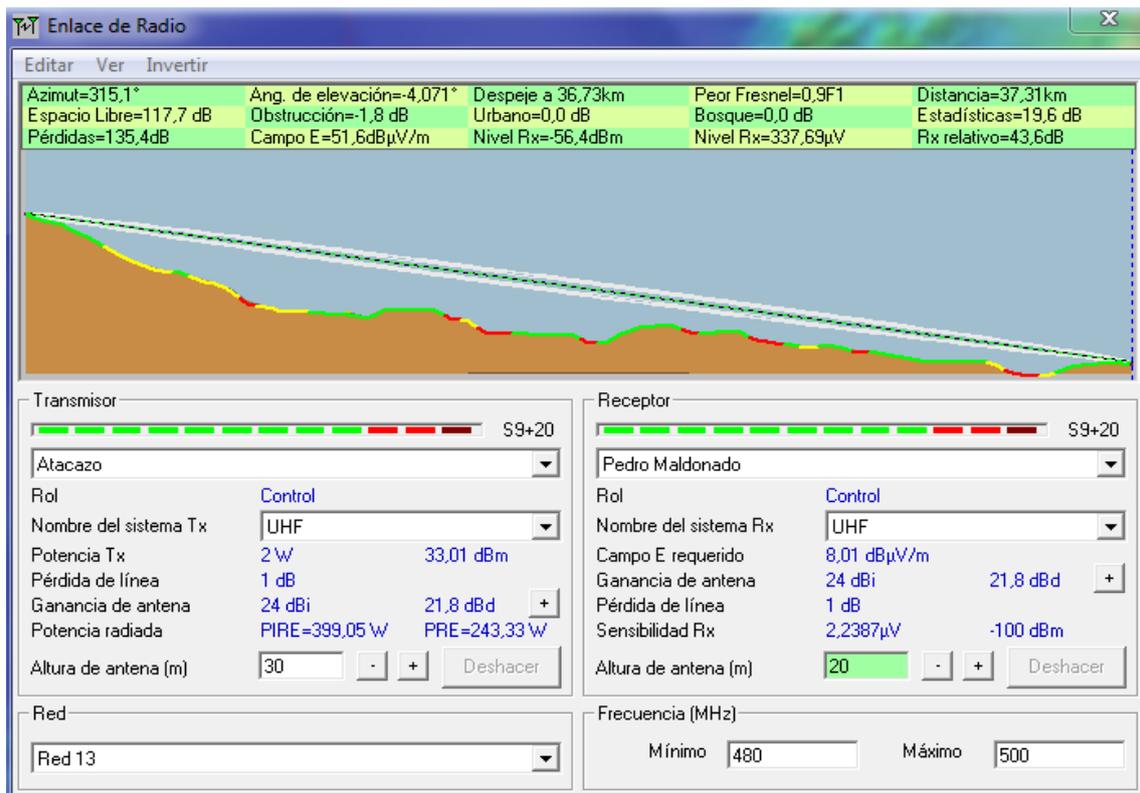


Imagen # 18 Atacazo – Pedro Maldonado

9.- Pedro Maldonado – Rosa Zarate:

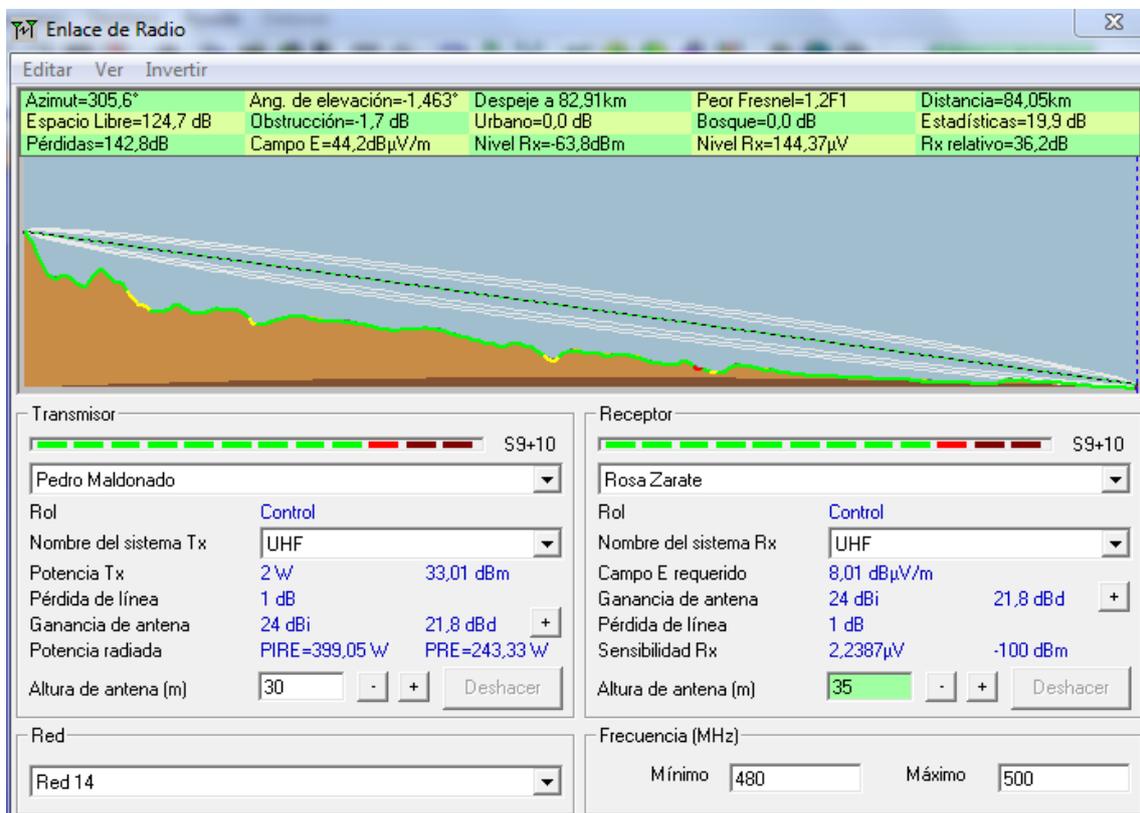


Imagen # 19 Pedro Maldonado – Rosa Zarate

10.- Rosa Zarate - La Juanita:

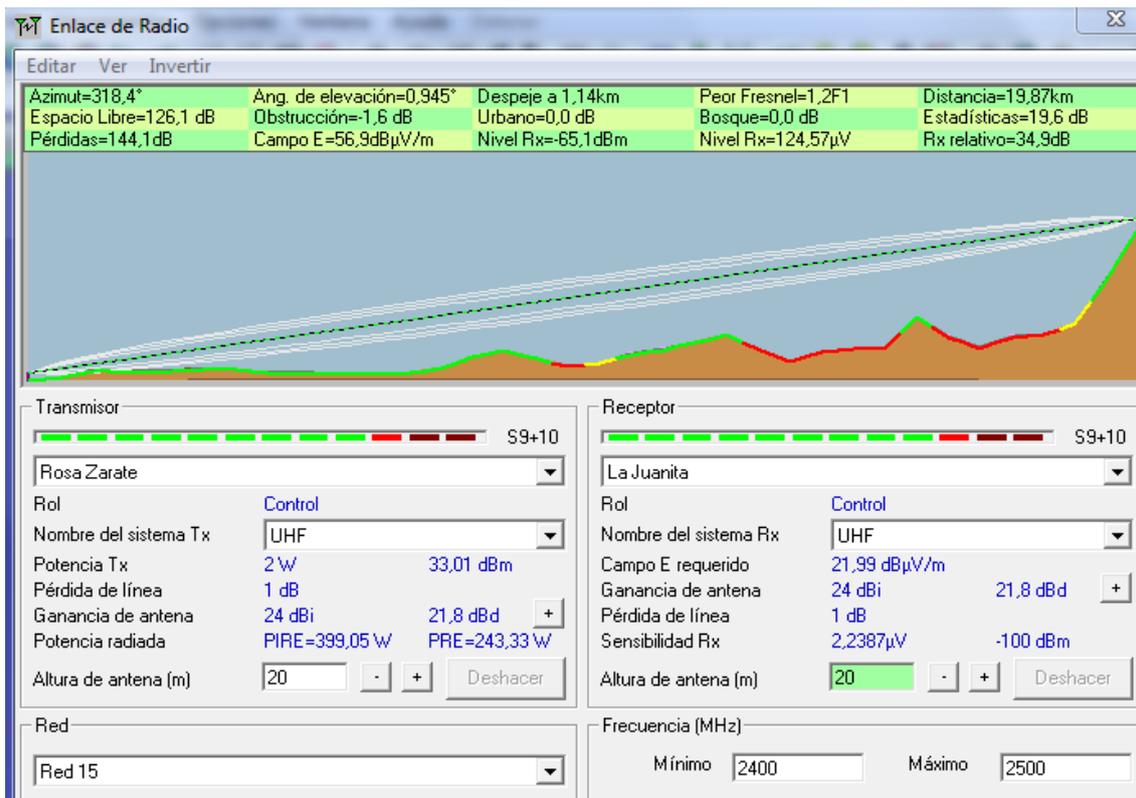


Imagen # 20 Rosa Zarate – La Juanita

11.- La Juanita - Zapallo:

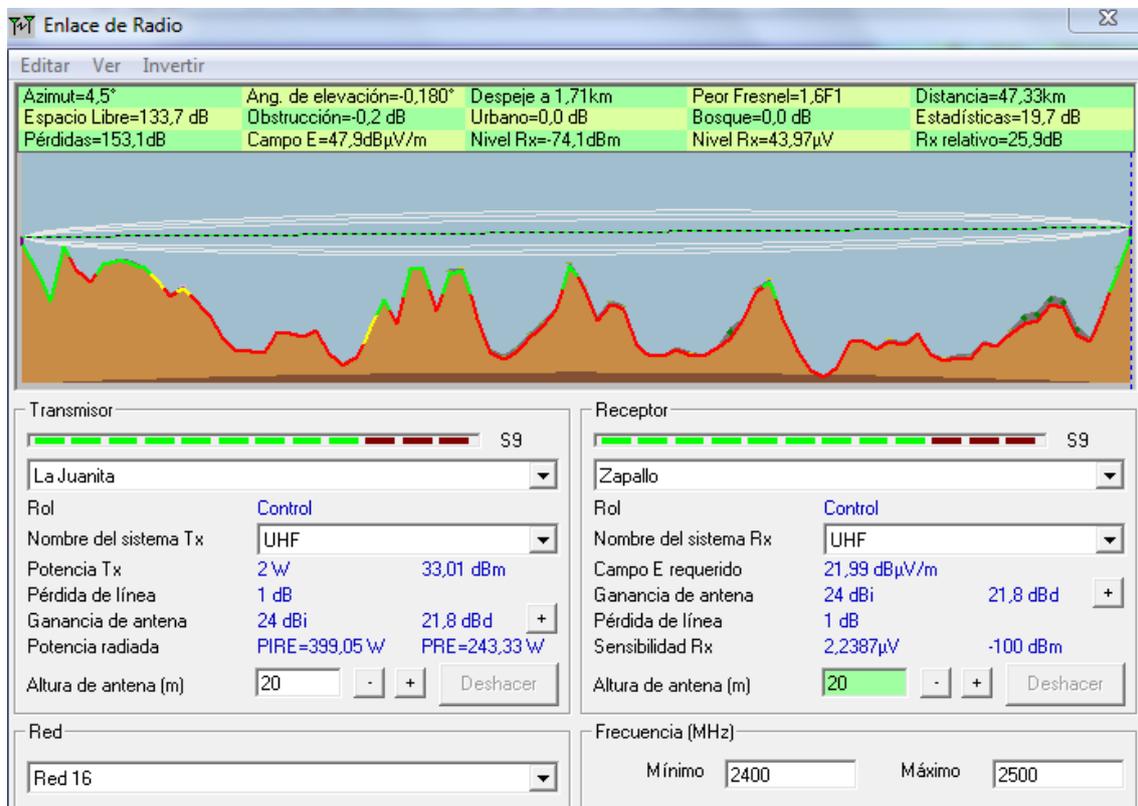


Imagen # 21 La Juanita – Zapallo

12.- Zapallo – PUCE-SE:

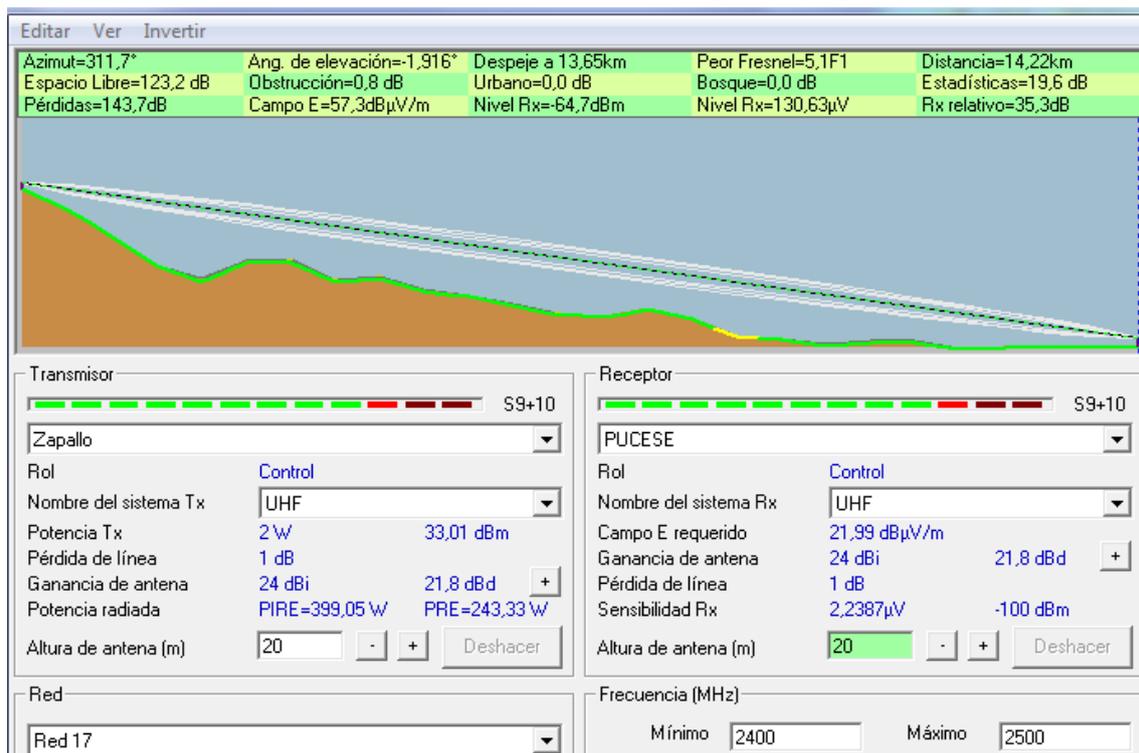


Imagen # 21 Zapallo – PUCE-SE

Hasta aquí acido nuestra red principal, en este momento se encuentran en lazadas las 4 universidades, a continuación daremos a ver los repetidores para la red redundante de seguridad.

13.- ESPE – Rep. Seguridad. 1:

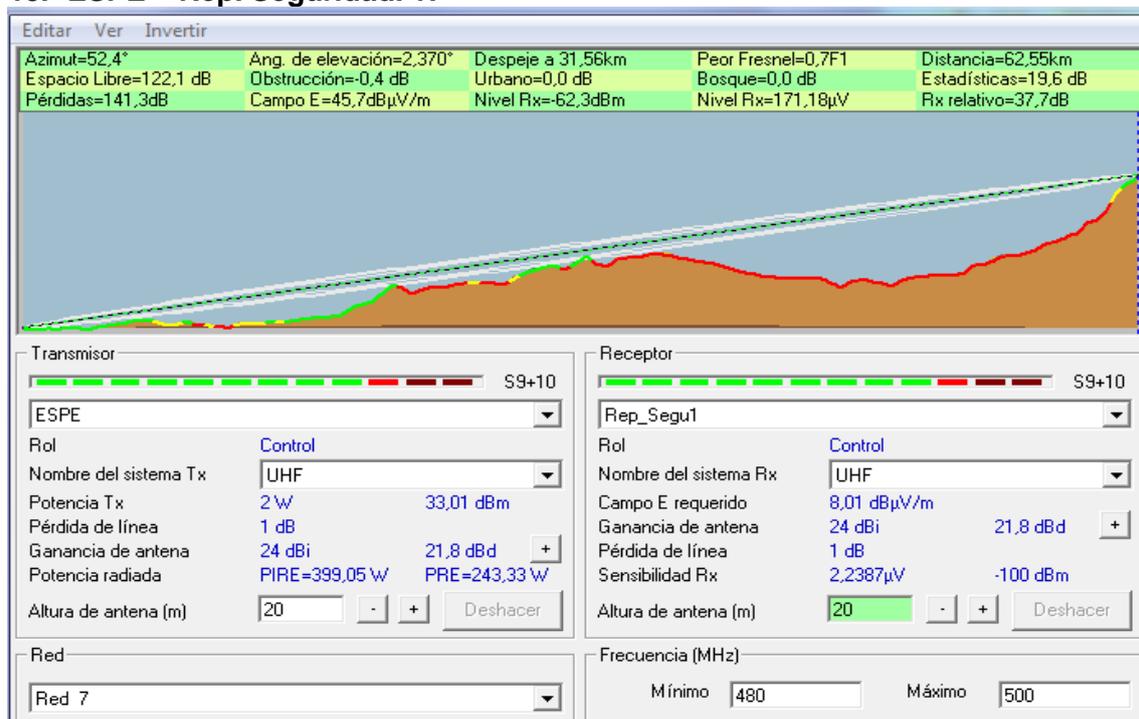


Imagen # 22 ESPE – Rep. Seguridad 1

14.- Rep. Seguridad. 1 – Rep. Seguridad 2:

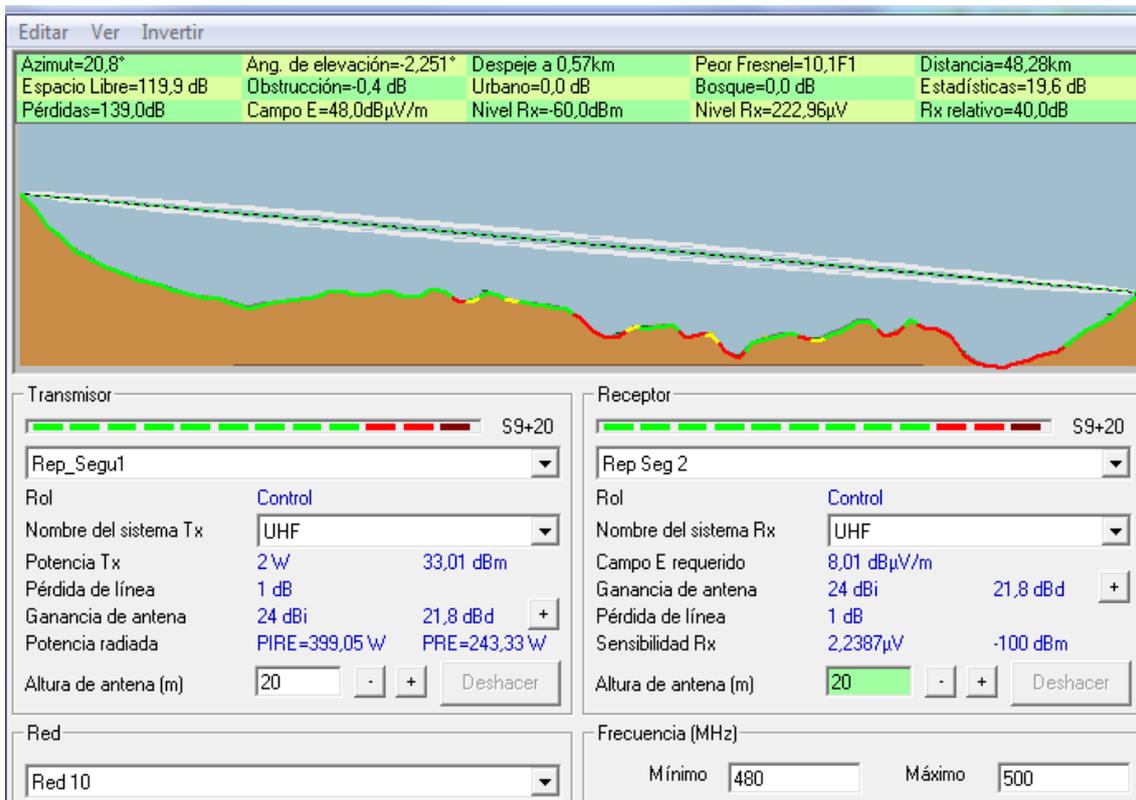


Imagen # 23 Rep. Seguridad 1 - Rep. Seguridad 2

15.- Rep. Seguridad. 2 – PUCE-SI:

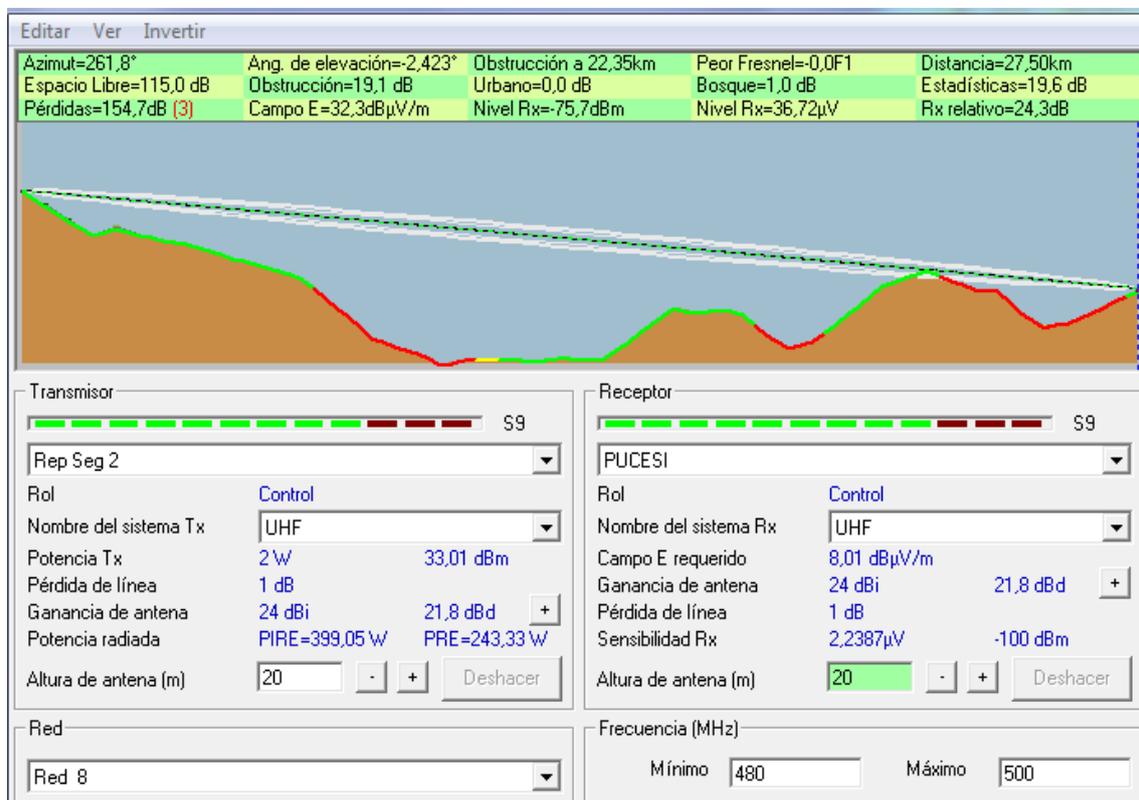


Imagen # 24 Rep. Seguridad 2 – PUCE-SI

16.- Rep. Seguridad. 2 – Repetidor Carchi 2:

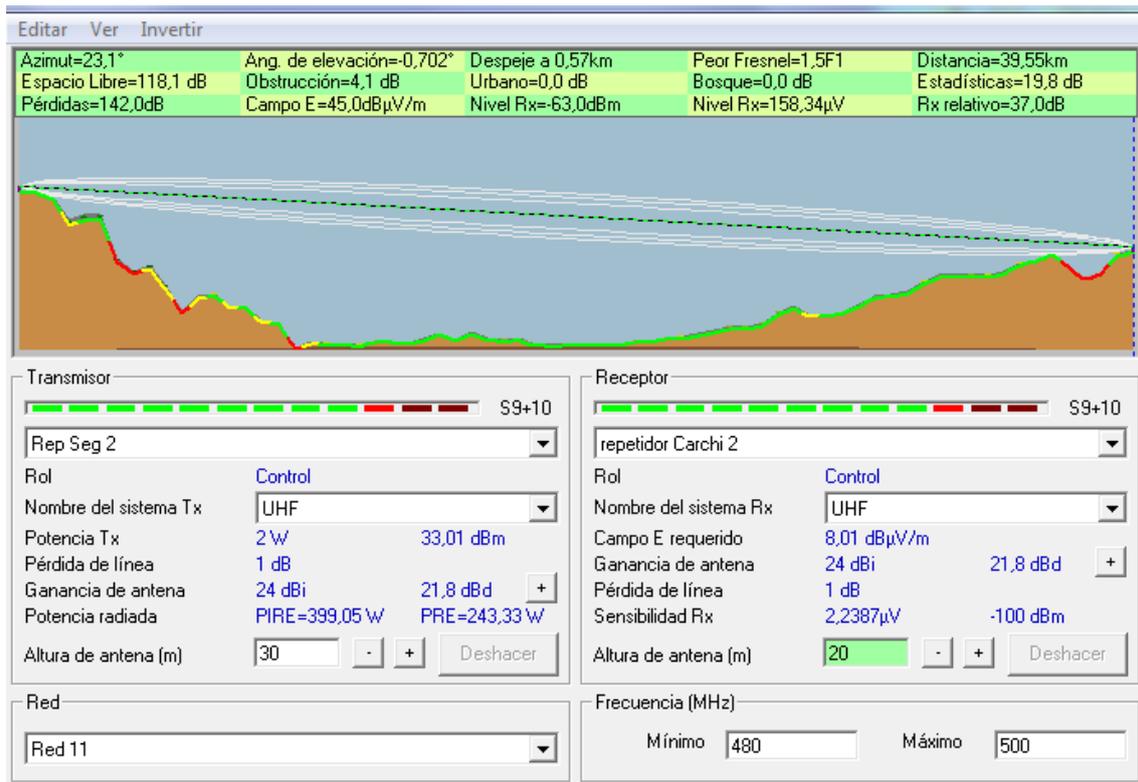


Imagen # 25 Rep. Seguridad 2 – Repetidor Carchi 2

17.- Pedro Maldonado – Rep. Seguridad Esmeraldas 1:

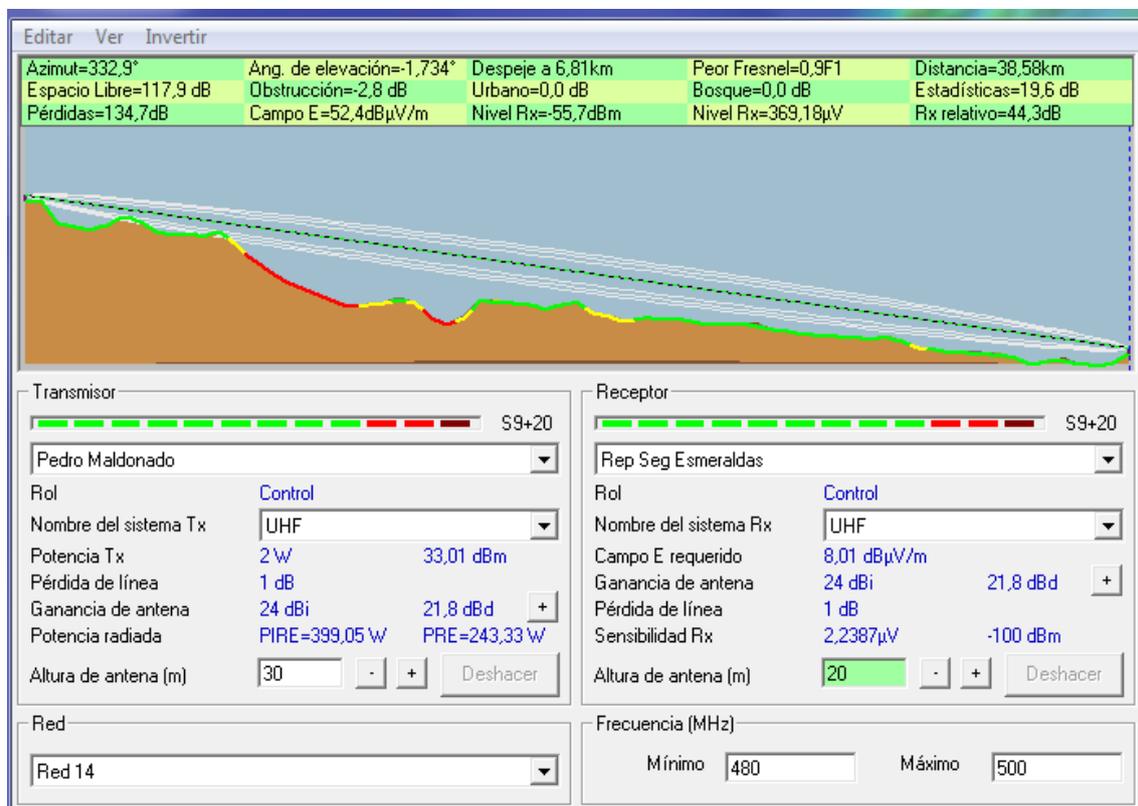


Imagen # 26 Pedro Maldonado – Rep. Seguridad Esmeraldas 1

18.- Rep. Seguridad Esmeraldas 1- Rep. Seguridad Esmeraldas 2:

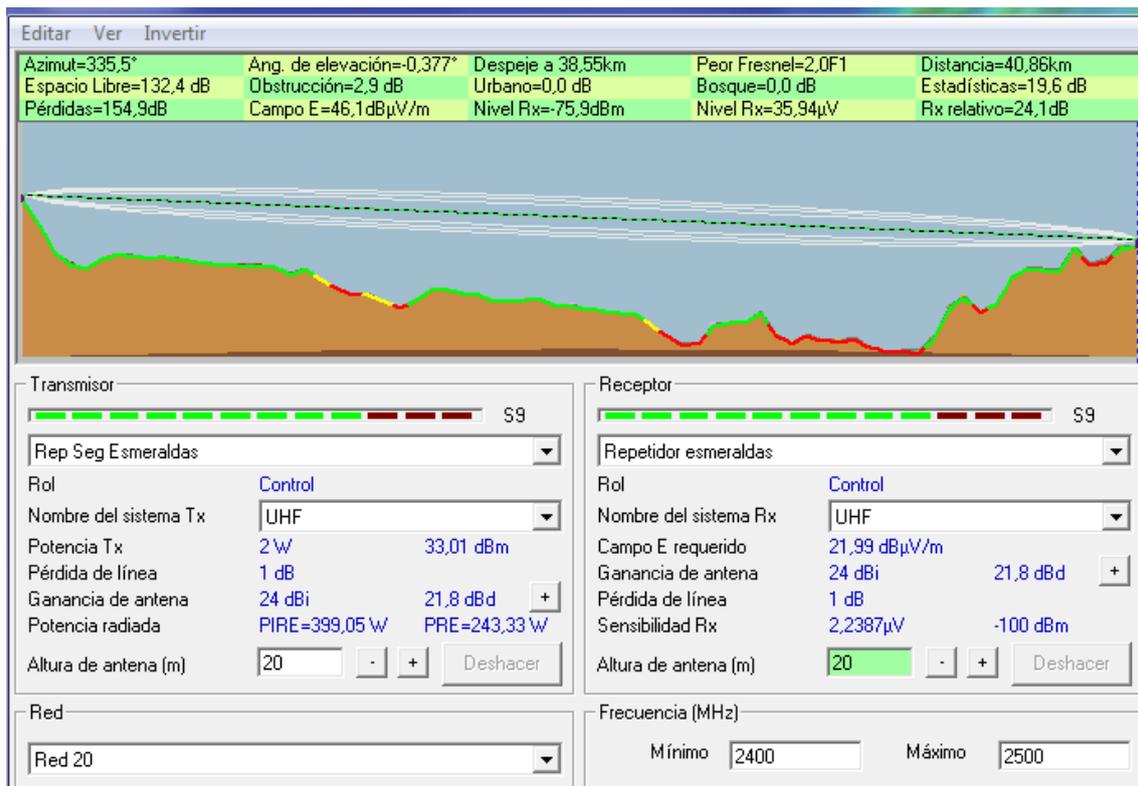


Imagen # 27 Rep. Seguridad Esmeraldas 1- Rep. Seguridad Esmeraldas 2

19.- Rep. Seguridad Esmeraldas 2- Zapallo:

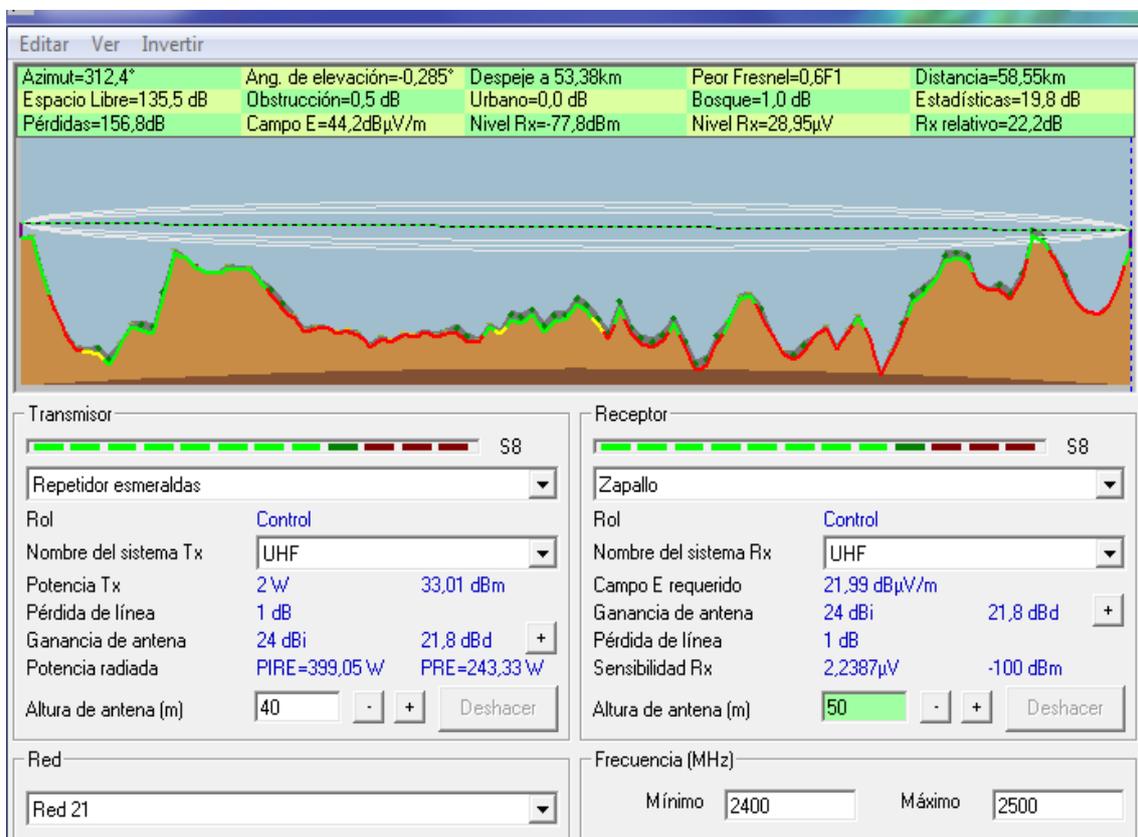


Imagen # 28 Rep. Seguridad Esmeraldas 2 – Zapallo

4.2- Estudio Para la Banda SHF – Frecuencia de 2,4 GHz:

Como mostramos en la sección anterior para la banda UHF, aremos lo mismo para la banda SHF para la frecuencia de 2,4 GHz, en esta frecuencia brindaremos el servicio de transferencia de datos.

Mostraremos a continuación los parámetros para la frecuencia de los 2,4 GHz.

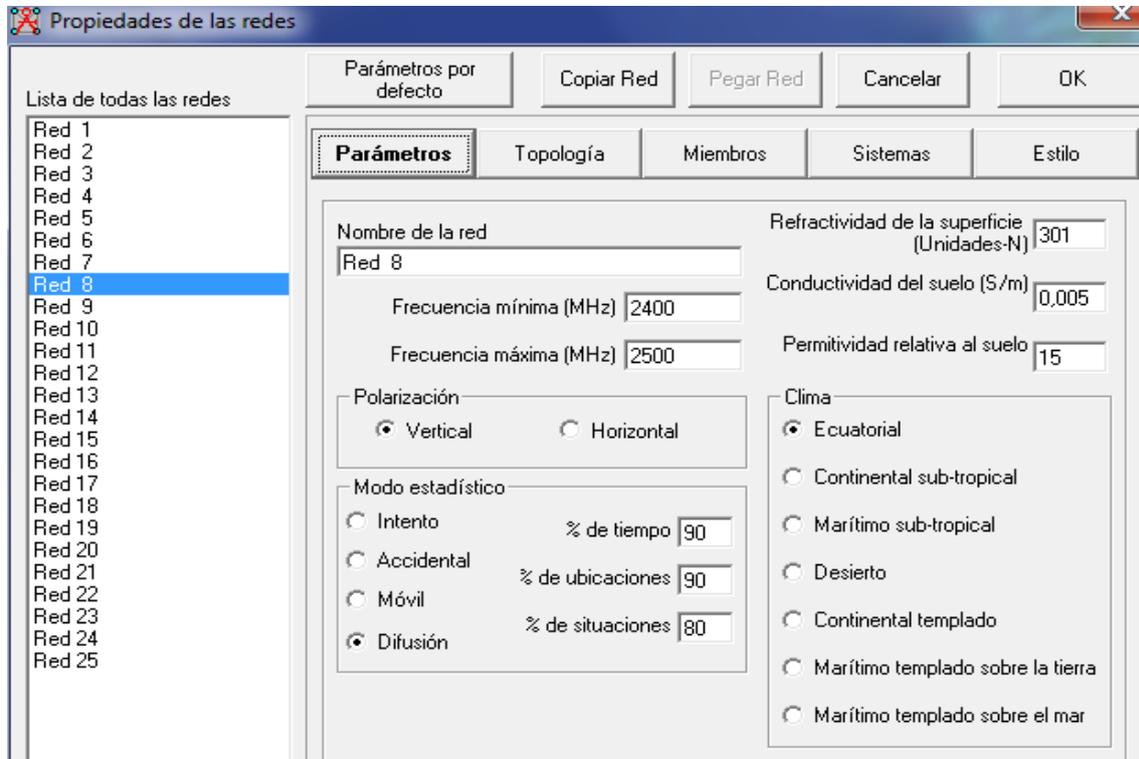


Imagen # 29 Propiedades de Radio Mobile: Parametros

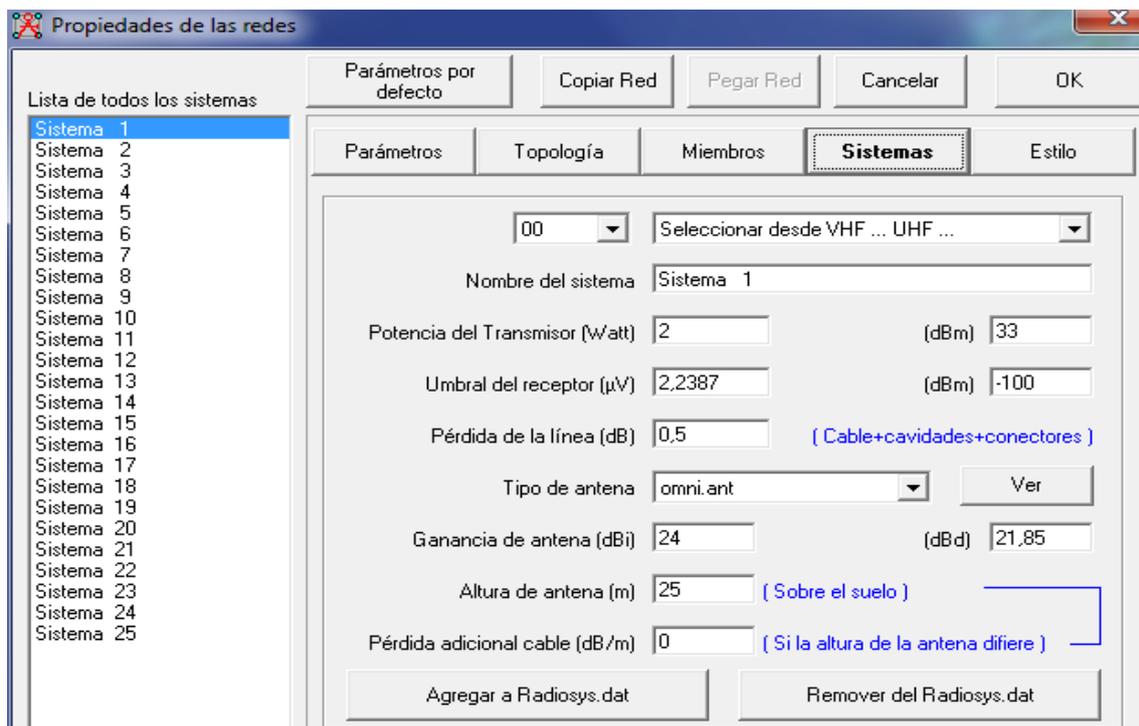


Imagen # 30 Propiedades de Radio Mobile: Sistemas

Para esta frecuencia vamos a crear una red que brinde los servicios de datos.

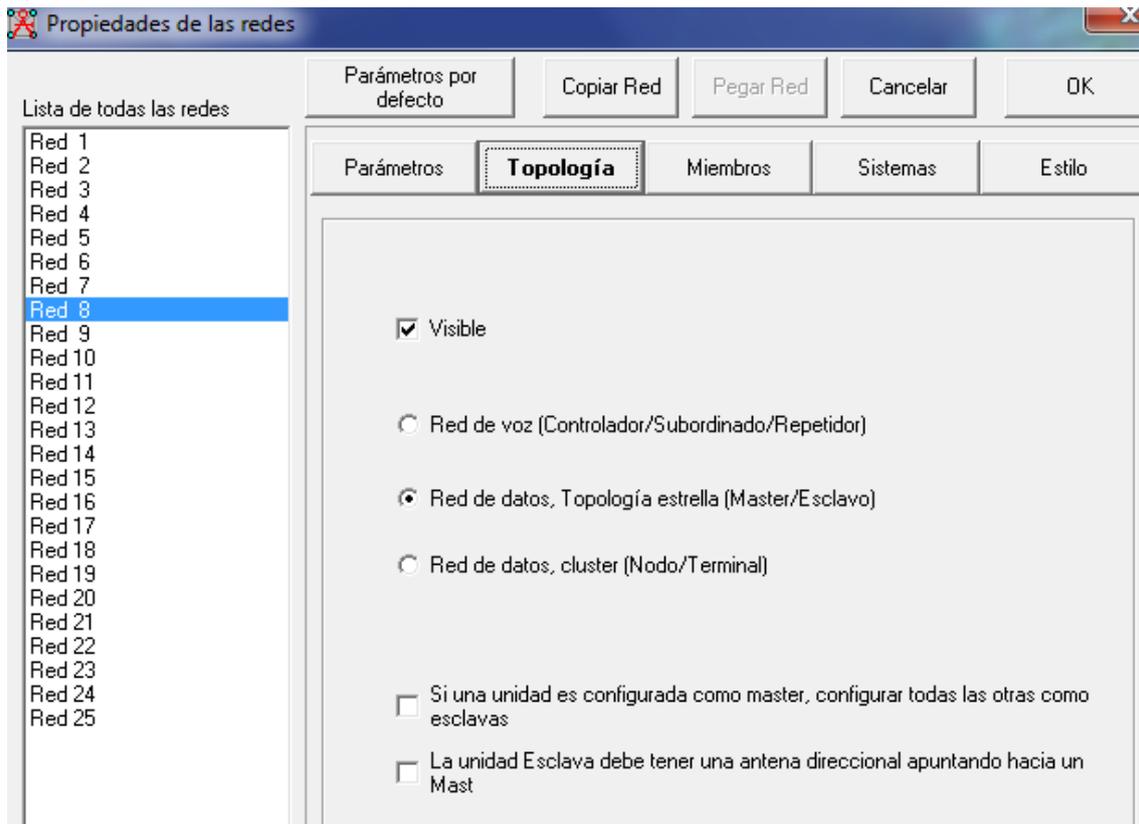


Imagen # 31 Propiedades de Radio Mobile: Topología

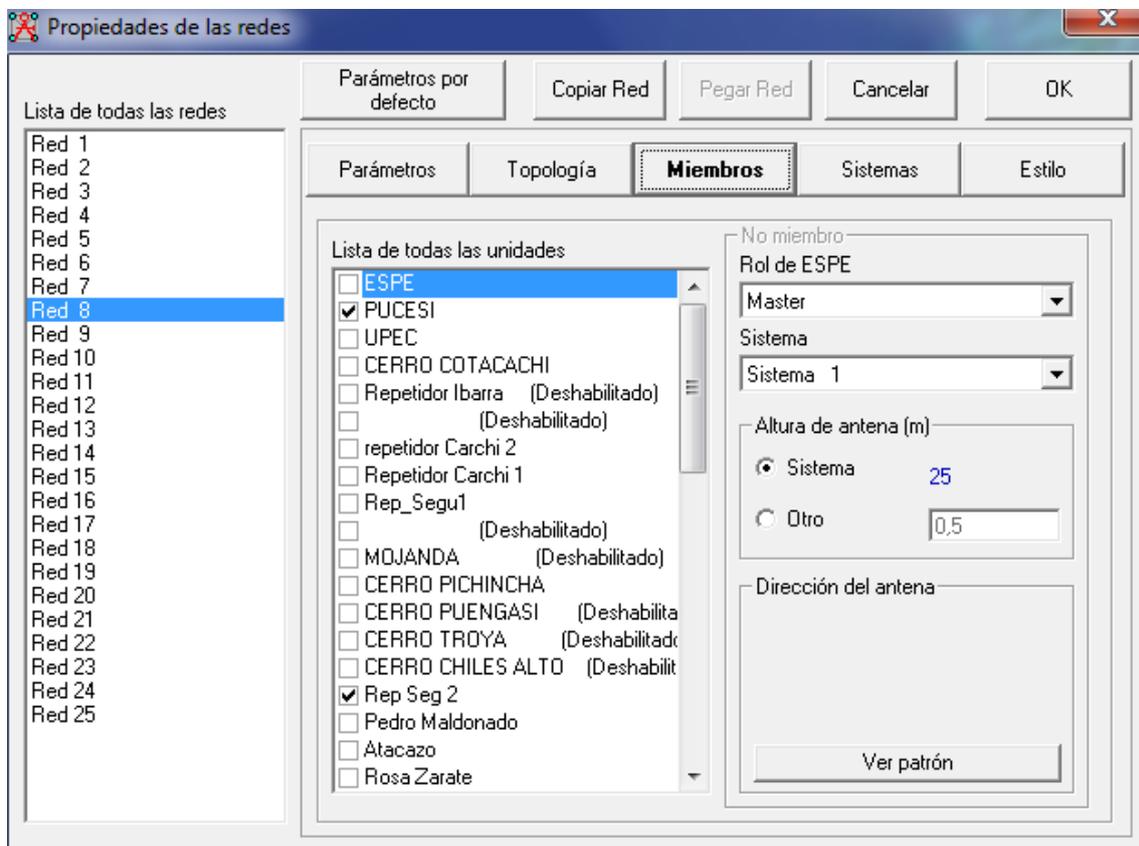


Imagen # 32 Propiedades de Radio Mobile: Miembros

Para la opción de Miembros utilizaremos la misma infraestructura que para la frecuencia de 480MHz, lo mismo será con la opción de Estilo.

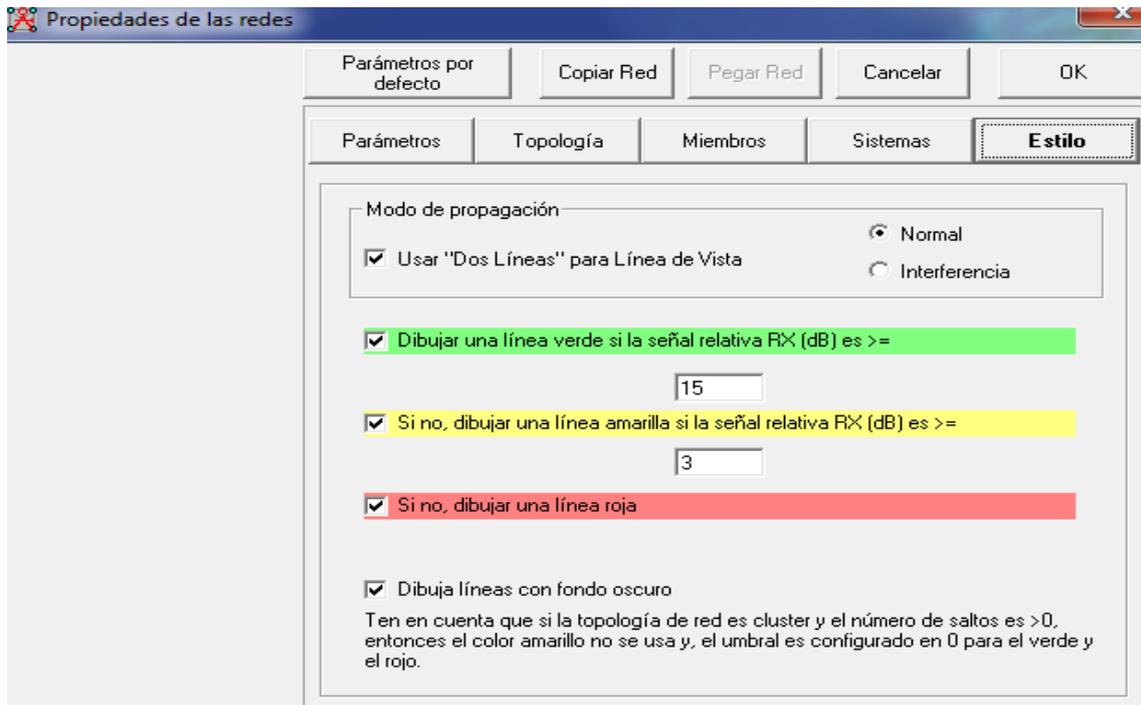


Imagen # 33 Propiedades de Radio Mobile: Estilo

En la siguiente imagen se mostrara el diagrama de red completo de nuestro proyecto para la frecuencia de 2,4 GHz, como detallamos para la frecuencia de 480 MHz en línea verde se mostraran los enlaces que cumplan los parámetro indicados.

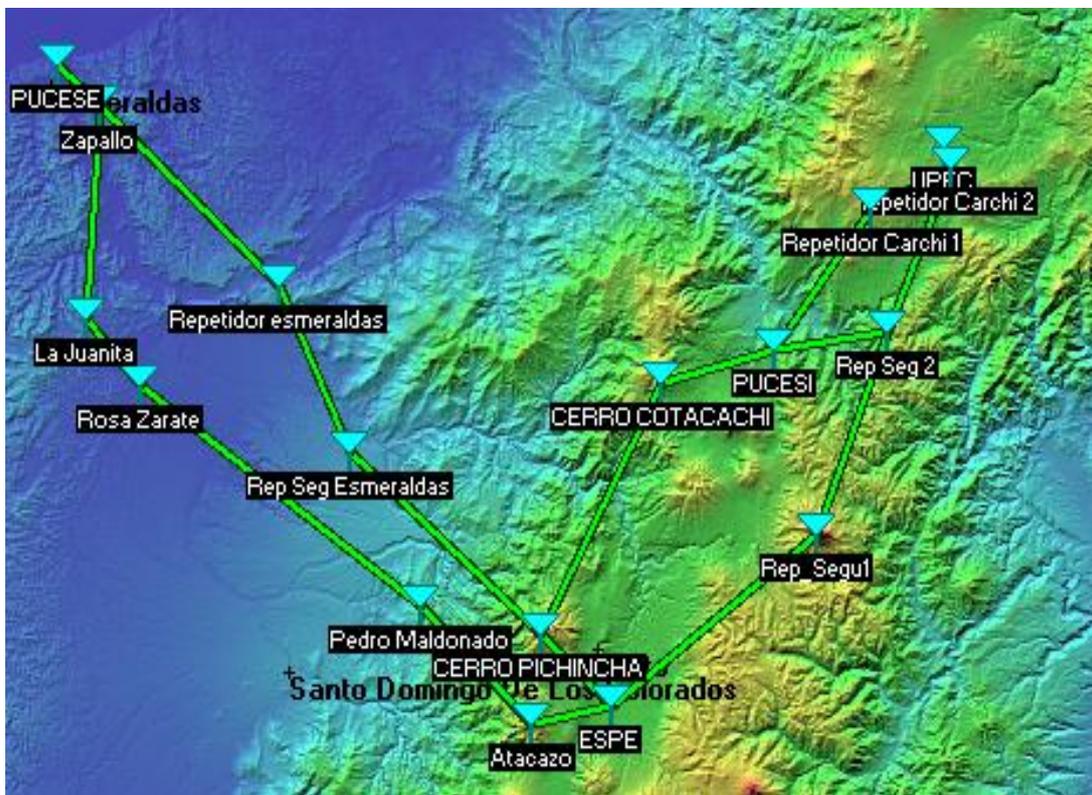


Imagen # 34 Radio Mobile: Diagrama de la Red para la F. 2,4 GHz

1.- ESPE – Cerro Pichincha:

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Azimet=324,8°	Ang. de elevación=3,952°	Despeje a 0,58km	Peor Fresnel=8,4F1	Distancia=17,31km
Espacio Libre=125,0 dB	Obstrucción=-0,7 dB	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=19,7 dB
Pérdidas=144,0dB	Campo E=57,6dBμV/m	Nivel Rx=-63,9dBm	Nivel Rx=142,21μV	Rx relativo=36,1dB

Transmisor

ESPE

Rol: Master

Nombre del sistema Tx: Sistema 1

Potencia Tx: 2 W 33,01 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 24 dBi 21,8 dBd

Potencia radiada: PIRE=447,74 W PRE=273,02 W

Altura de antena (m): 25

Receptor

CERRO PICHINCHA

Rol: Master

Nombre del sistema Rx: Sistema 1

Campo E requerido: 21,49 dBμV/m

Ganancia de antena: 24 dBi 21,8 dBd

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 2,2387μV -100 dBm

Altura de antena (m): 25

Red

Red 1

Frecuencia (MHz)

Mínimo: 2400 Máximo: 2500

Imagen # 35 ESPE – Cerro Pichincha

2.- Cerro Pichincha – Cerro Cotacachi:

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Azimet=20,6°	Ang. de elevación=-0,100°	Despeje a 2,85km	Peor Fresnel=1,2F1	Distancia=61,64km
Espacio Libre=136,0 dB	Obstrucción=-0,1 dB	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=19,6 dB
Pérdidas=155,5dB	Campo E=46,0dBμV/m	Nivel Rx=-75,5dBm	Nivel Rx=37,56μV	Rx relativo=24,5dB

Transmisor

CERRO PICHINCHA

Rol: Master

Nombre del sistema Tx: Sistema 1

Potencia Tx: 2 W 33,01 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 24 dBi 21,8 dBd

Potencia radiada: PIRE=447,74 W PRE=273,02 W

Altura de antena (m): 25

Receptor

CERRO COTACACHI

Rol: Master

Nombre del sistema Rx: Sistema 1

Campo E requerido: 21,49 dBμV/m

Ganancia de antena: 24 dBi 21,8 dBd

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 2,2387μV -100 dBm

Altura de antena (m): 25,5

Red

Red 2

Frecuencia (MHz)

Mínimo: 2400 Máximo: 2500

Imagen # 36 Cerro Pichincha – Cerro Cotacachi

3.- Cerro Cotacachi – PUCE-SI:

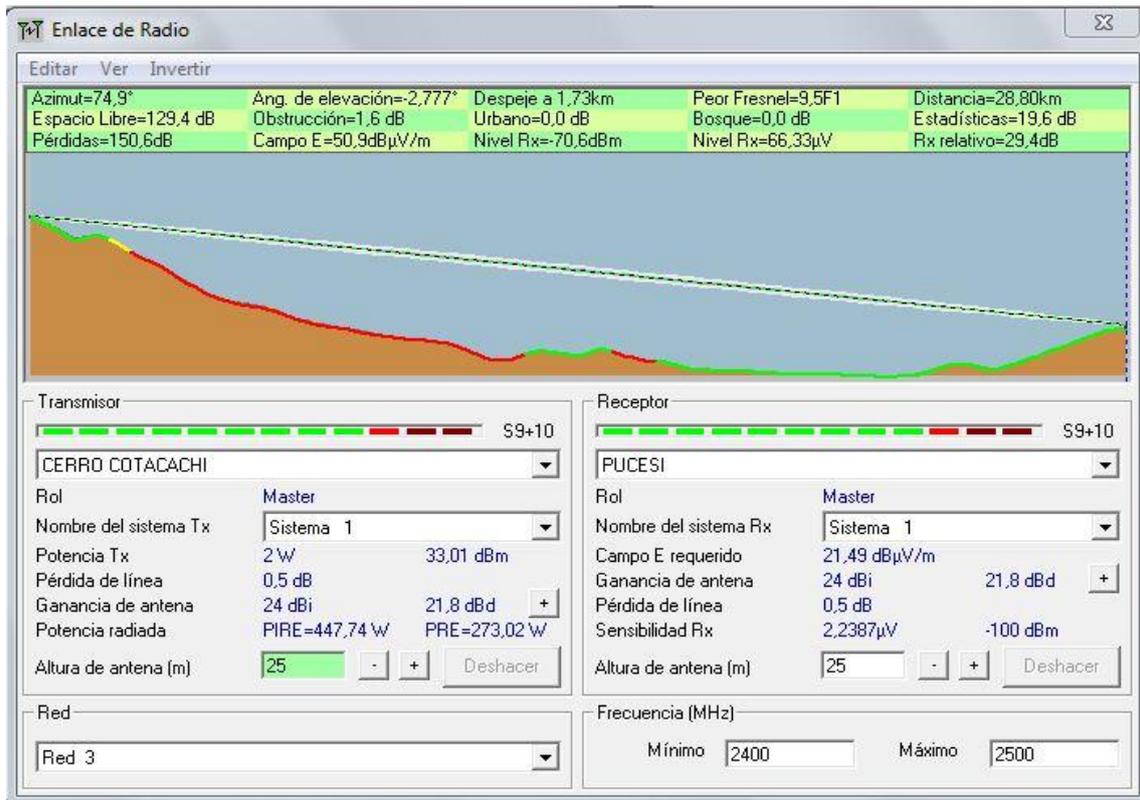


Imagen # 37 Cerro Cotacachi – PUCE-SI

4.- PUCE-SI – Repetidor Carchi 1:

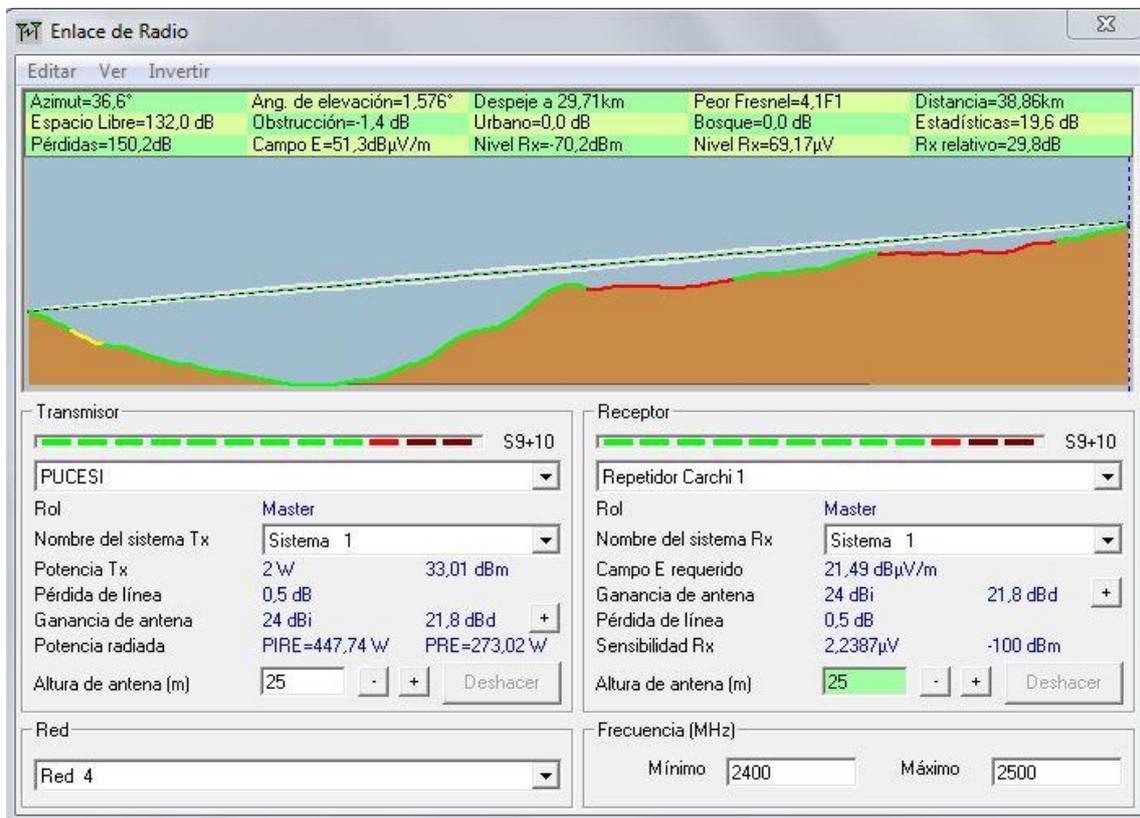


Imagen # 38 PUCE-SI – Repetidor Carchi 1

5.- Repetidor Carchi 1 - Repetidor Carchi 2:

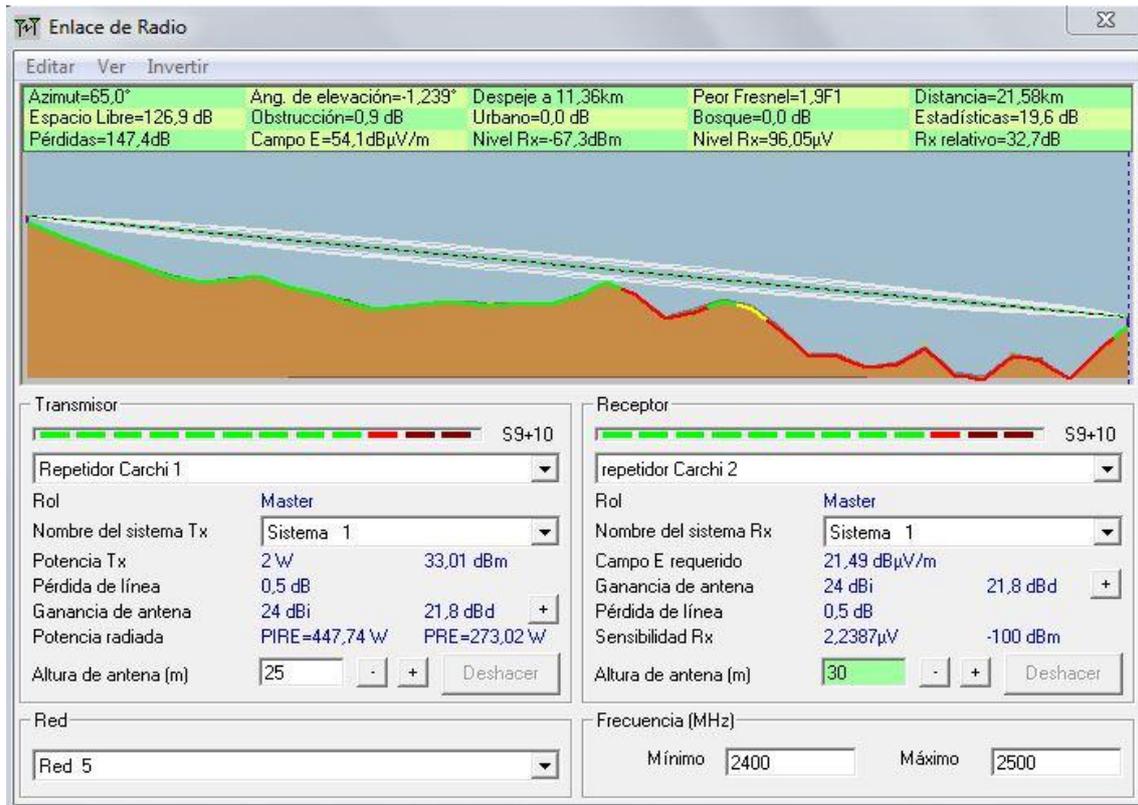


Imagen # 39 Repetidor Carchi 1- Repetidor Carchi 2

6.- Repetidor Carchi 2 - UPEC:

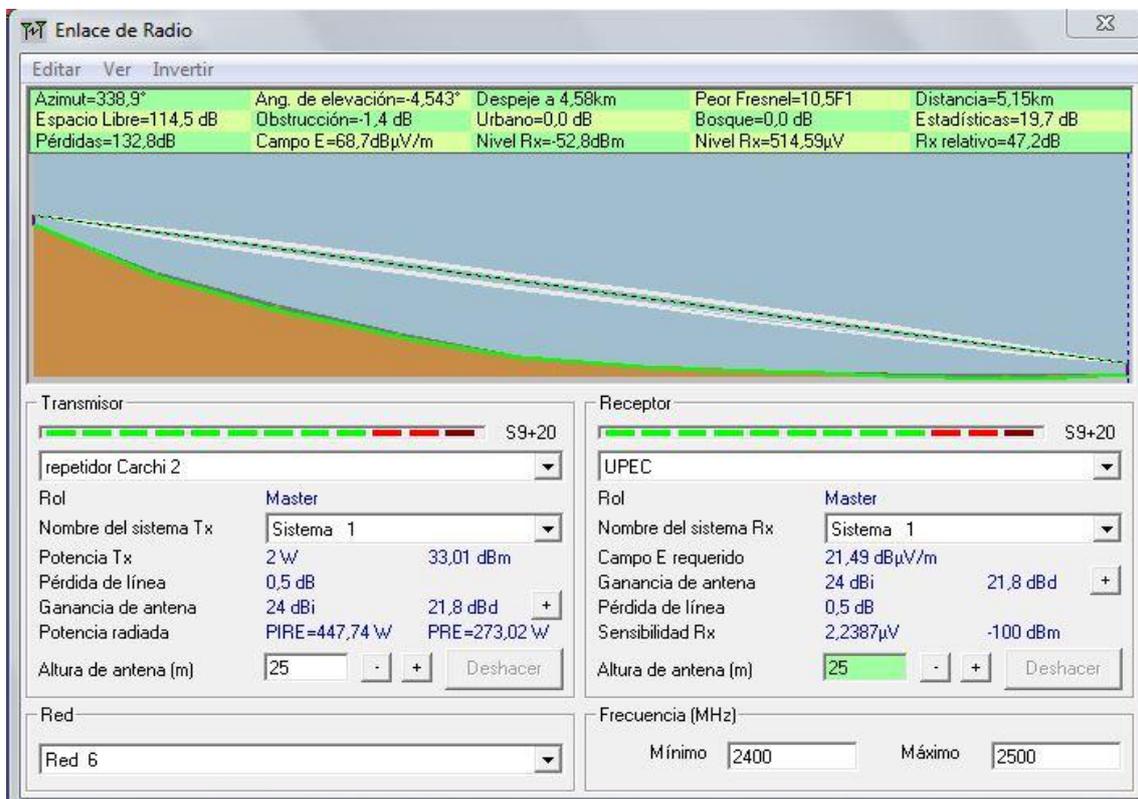


Imagen # 40 Repetidor Repetidor Carchi 2 - UPEC

7.- ESPE - Atacazo:

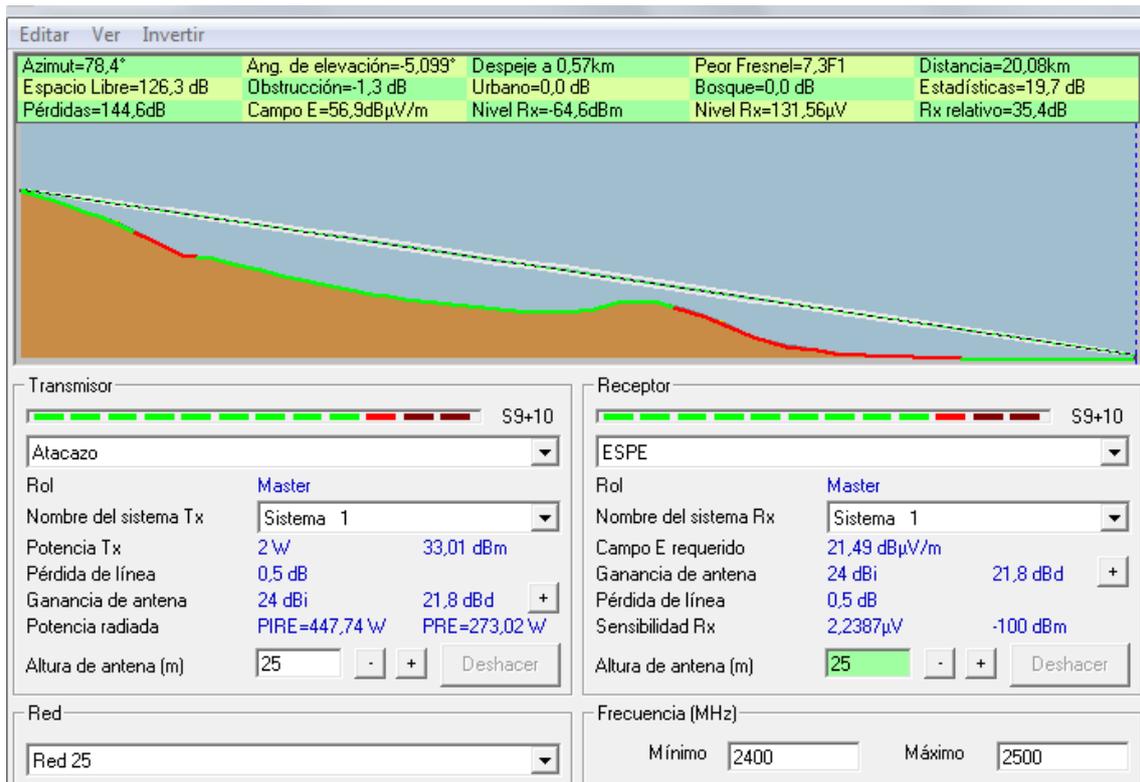


Imagen # 41 Cerro ESPE – Atacazo

8.- Atacazo – Pedro Maldonado:

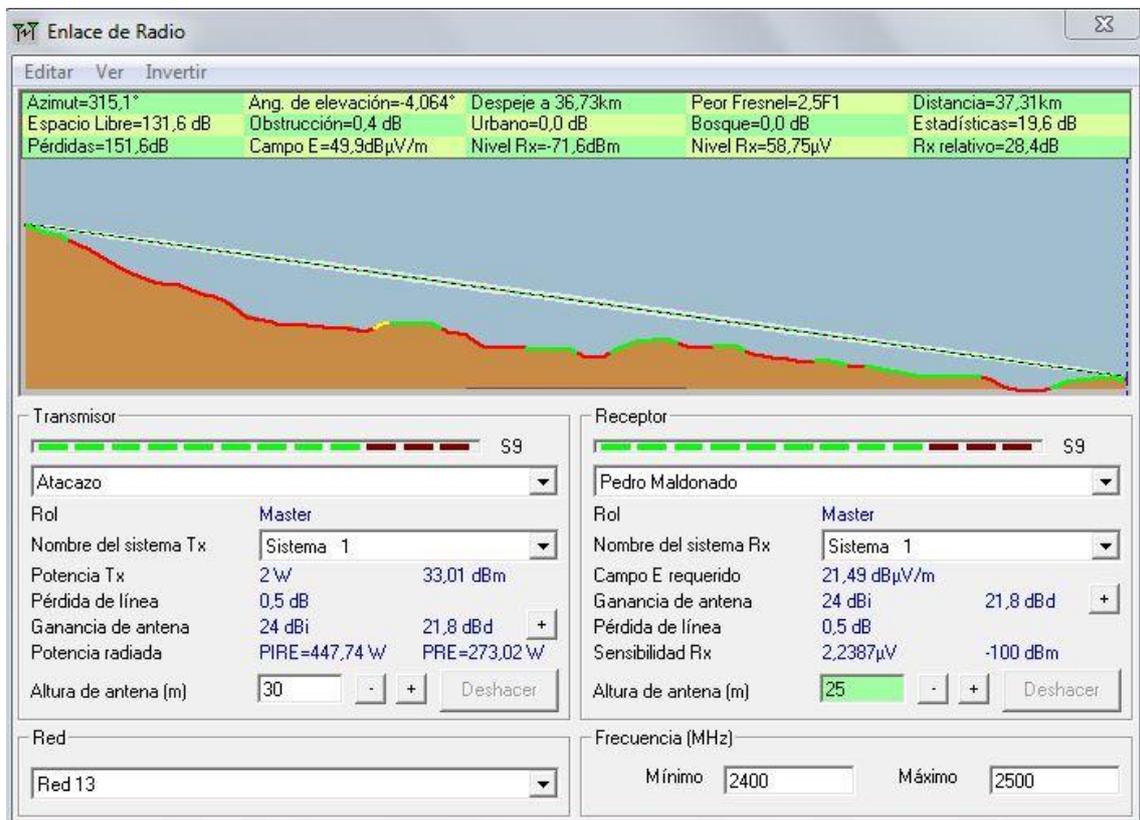


Imagen # 42 Atacazo – Pedro Maldonado

9.- Pedro Maldonado – Rosa Zarate:

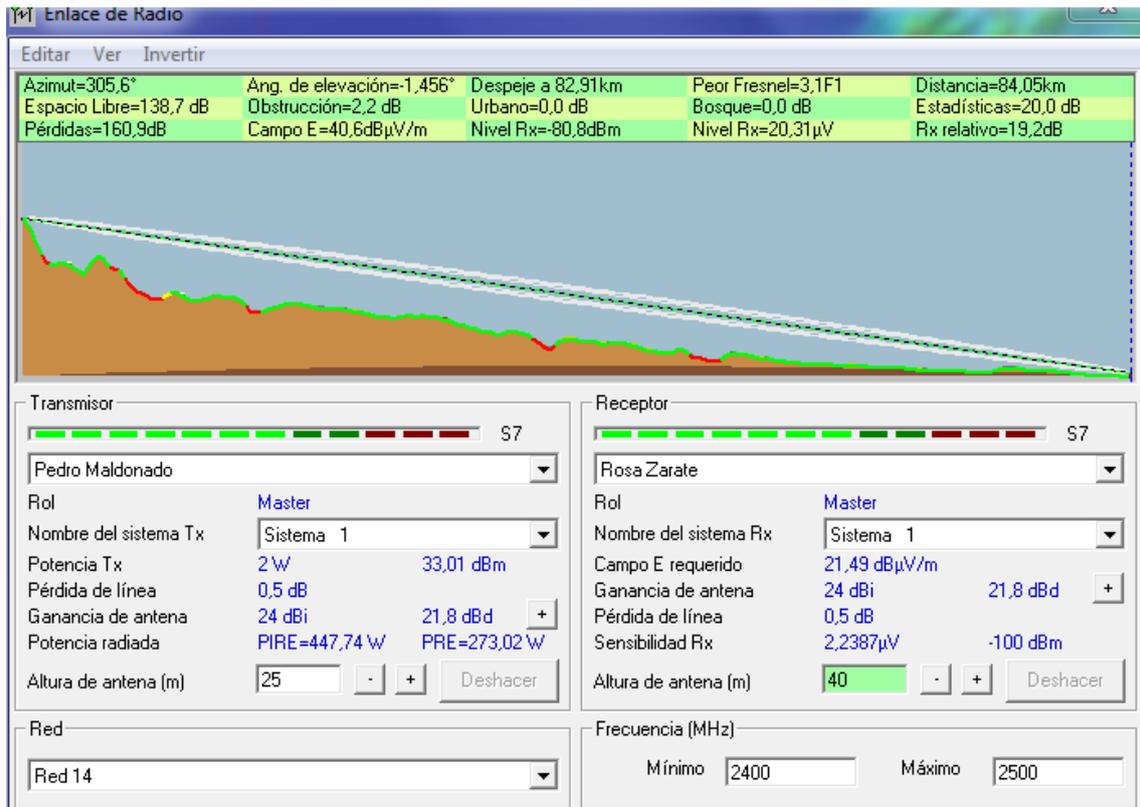


Imagen # 43 Pedro Maldonado – Rosa Zarate

10.- Rosa Zarate - La Juanita:

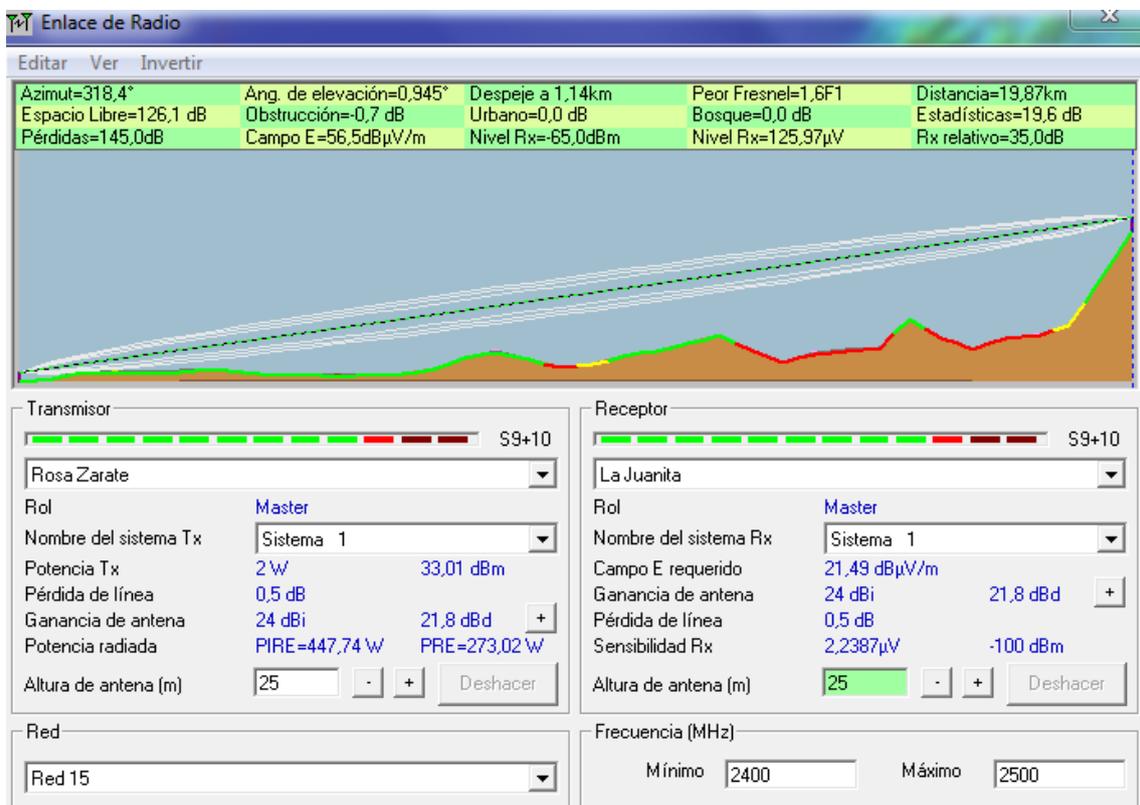


Imagen # 44 Rosa Zarate – La Juanita

11.- La Juanita - Zapallo:

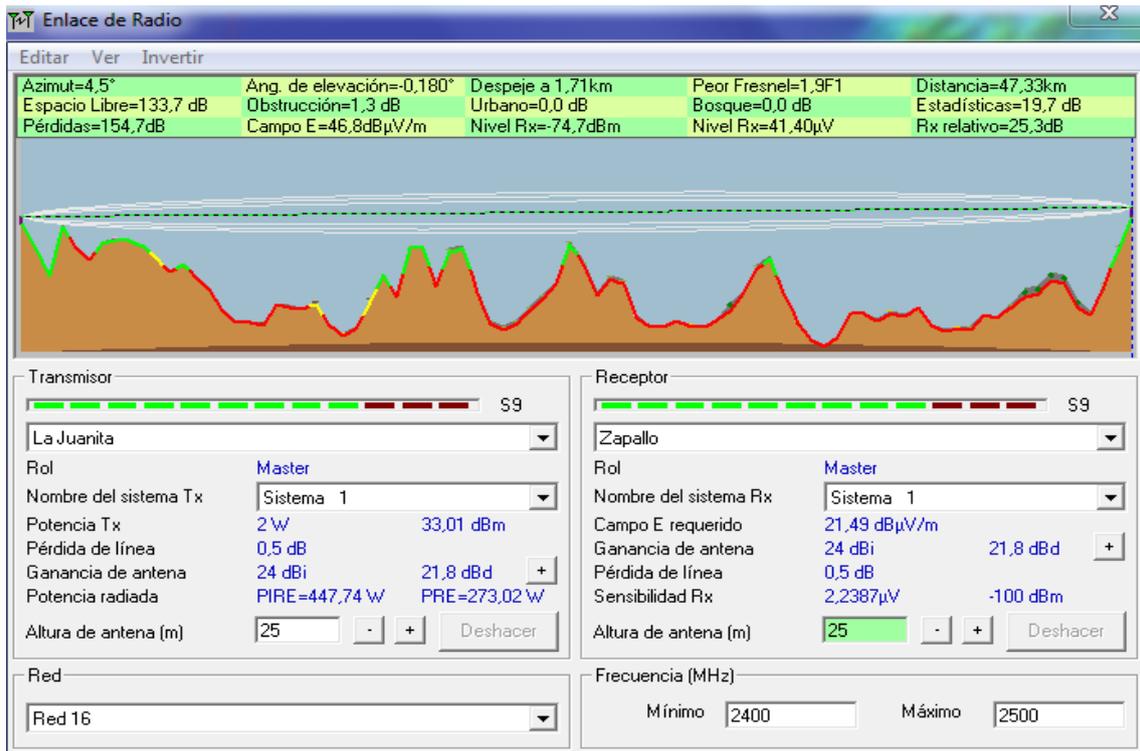


Imagen # 45 La Juanita – Zapallo

12.- Zapallo – PUCE-SE:

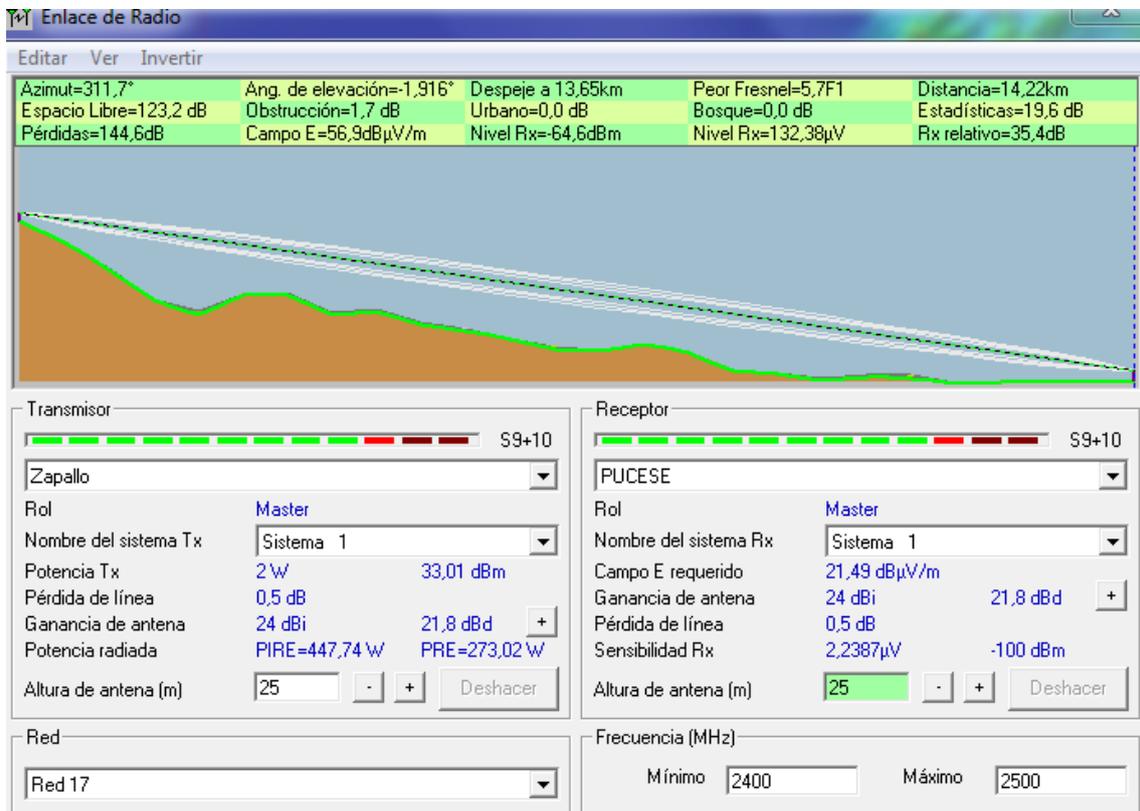


Imagen # 46 Zapallo – PUCE-SE

Hasta aquí acido nuestra red principal, en este momento se encuentran en lazadas las 4 universidades, a continuación daremos a ver los repetidores para la red redundante de seguridad en la frecuencia de 2,4 GHz.

13.- ESPE – Rep. Seguridad. 1:

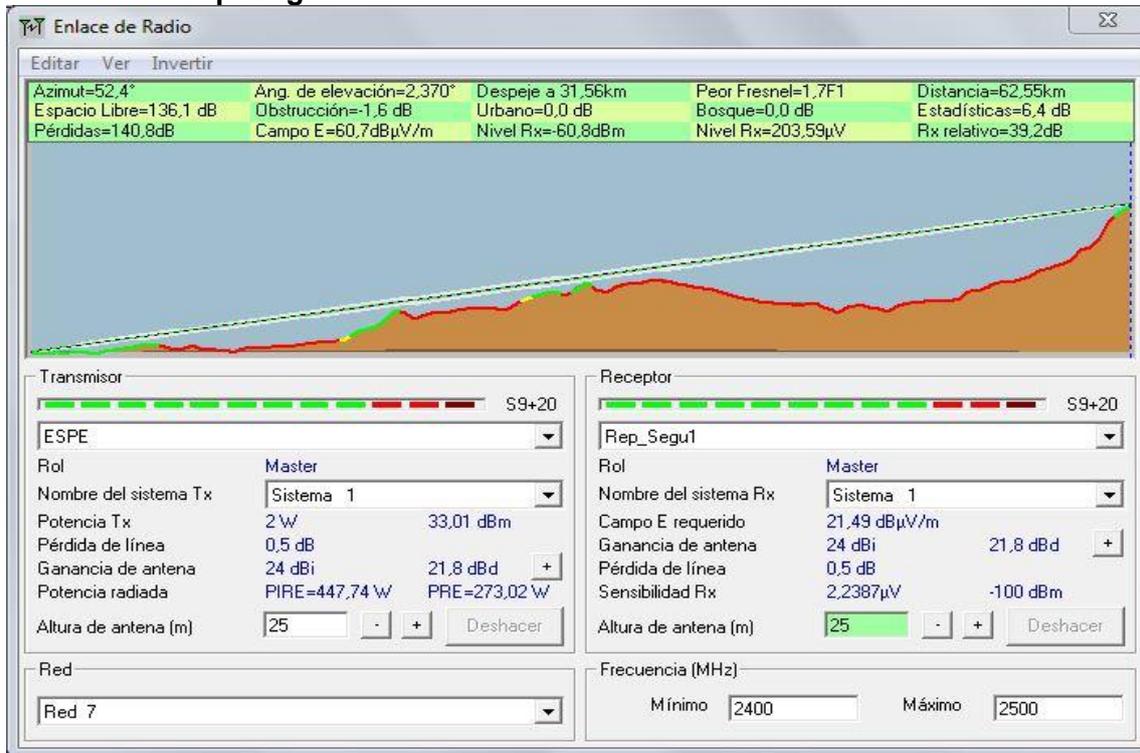


Imagen # 47 ESPE – Rep. Seguridad 1

14.- Rep. Seguridad. 1 – Rep. Seguridad 2:

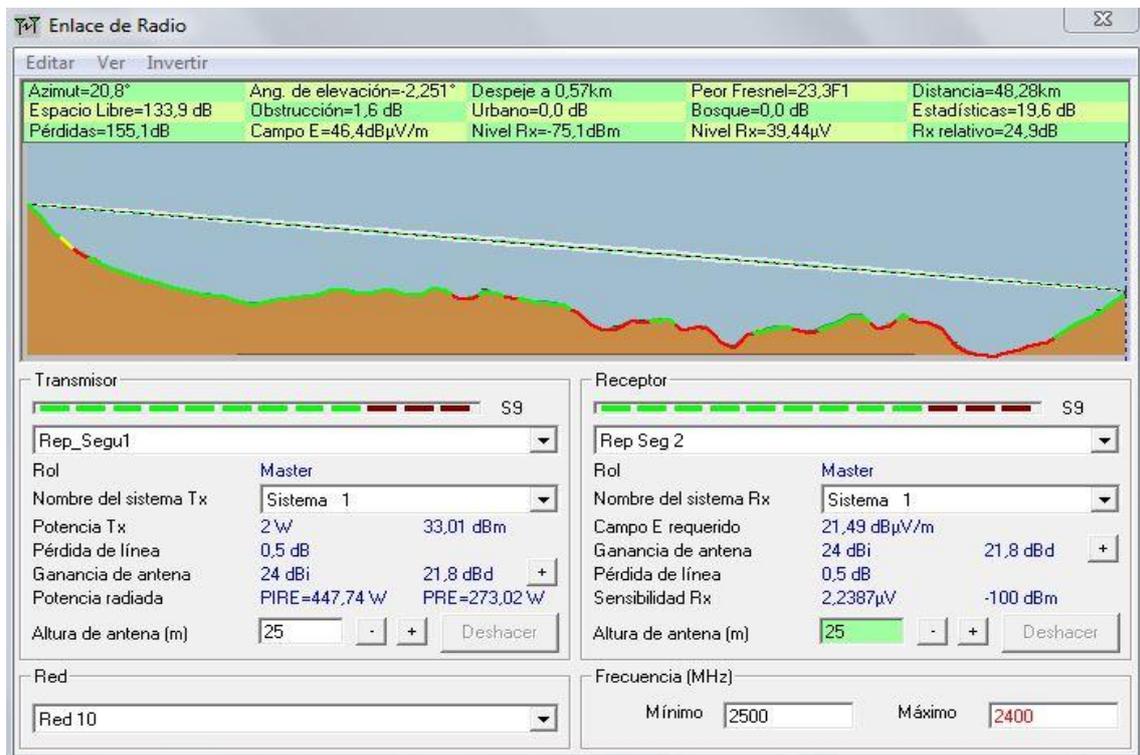


Imagen # 48 Rep. Seguridad 1 - Rep. Seguridad 2

15.- Rep. Seguridad. 2 – PUCE-SI:

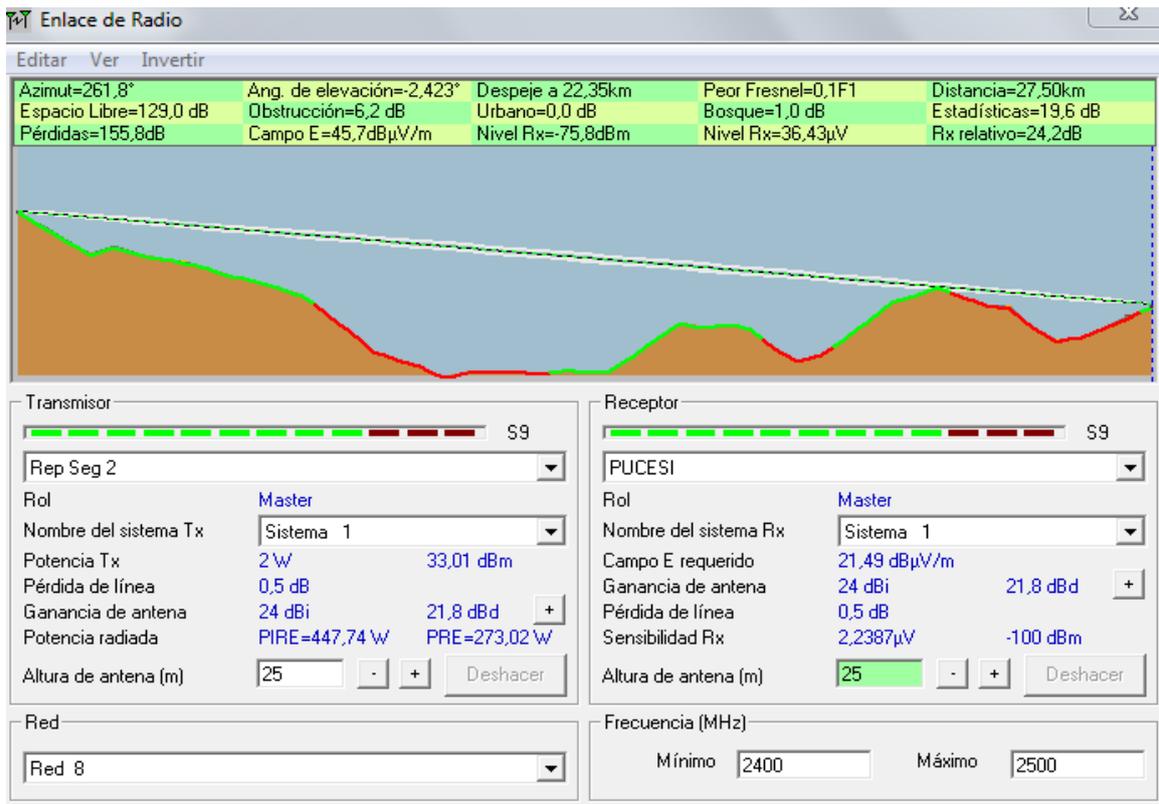


Imagen # 49 Rep. Seguridad 2 – PUCE-SI

16.- Rep. Seguridad. 2 – Repetidor Carchi 2:

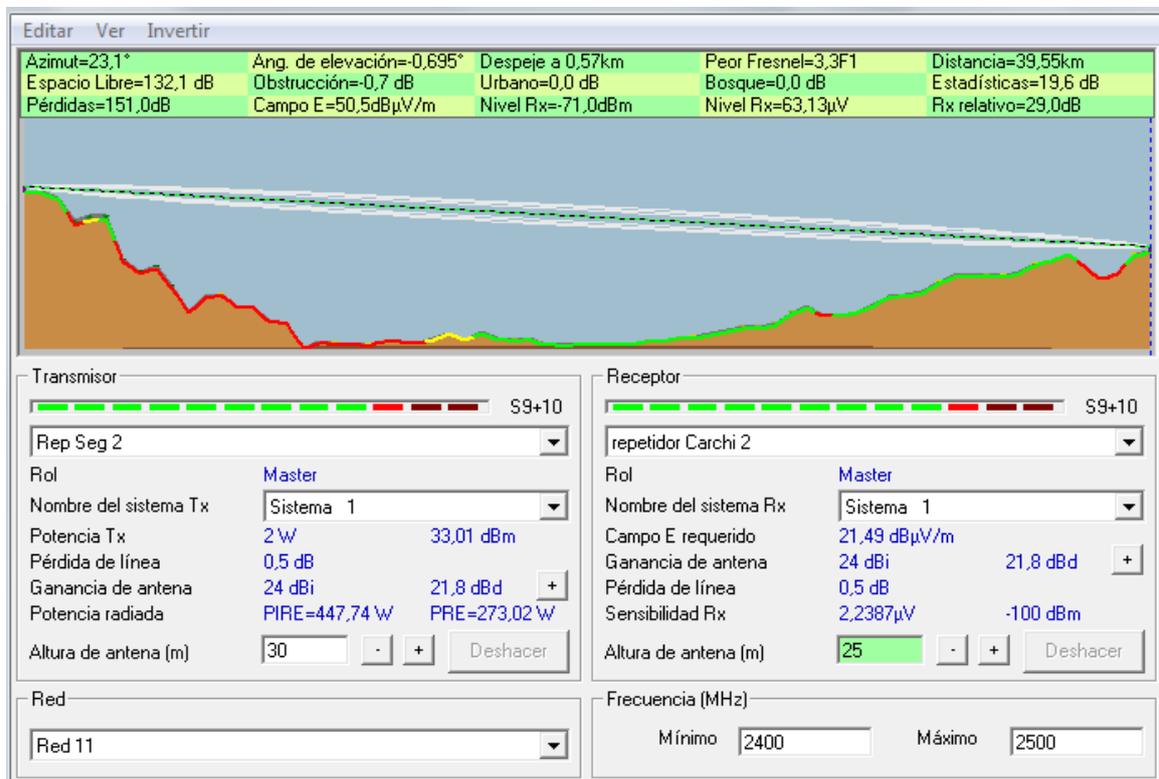


Imagen # 50 Rep. Seguridad 2 – Repetidor Carchi 2

17.- Pedro Maldonado – Rep. Seguridad Esmeraldas 1:

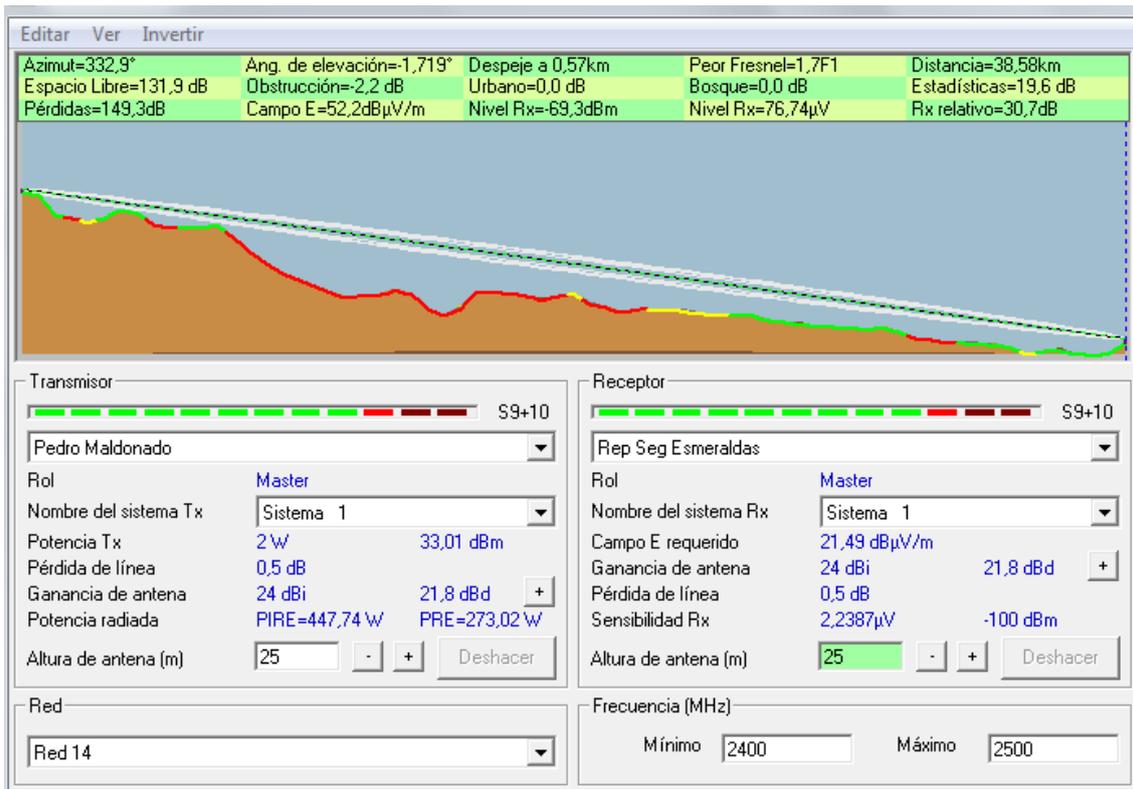


Imagen # 51 Pedro Maldonado – Rep. Seguridad Esmeraldas 1

18.- Rep. Seguridad Esmeraldas 1- Rep. Seguridad Esmeraldas 2:

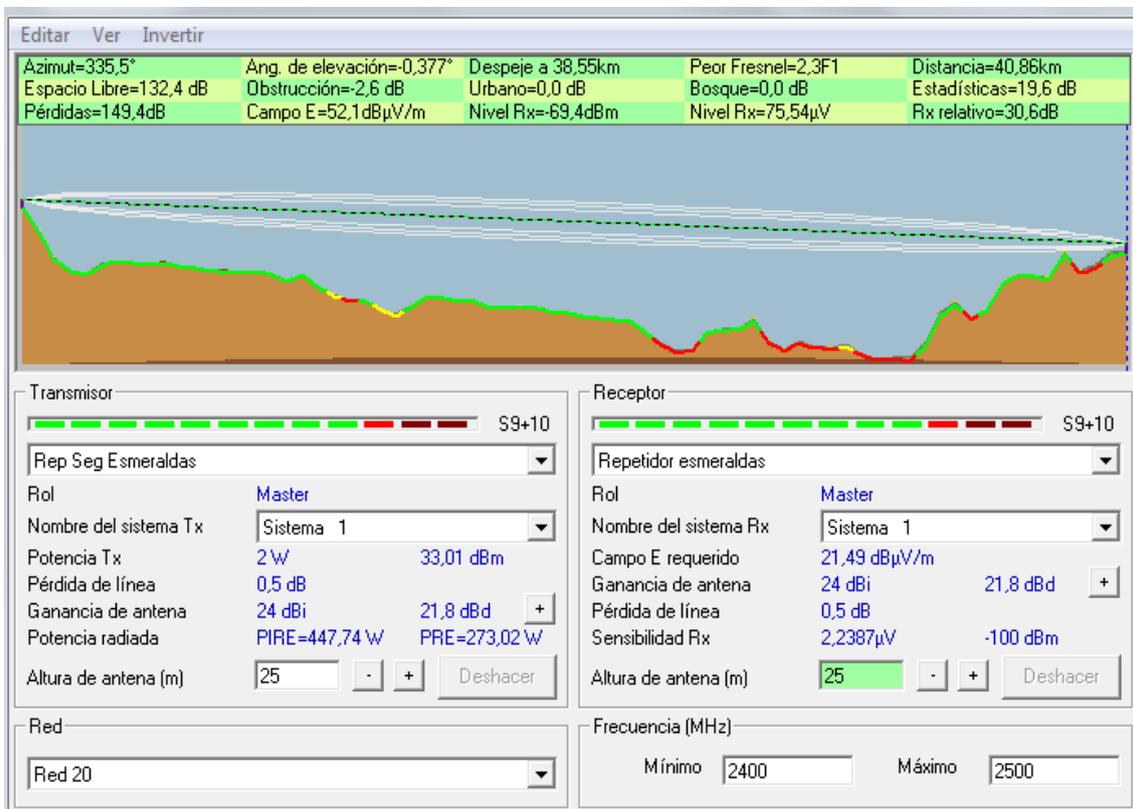


Imagen # 52 Rep. Seguridad Esmeraldas 1- Rep. Seguridad Esmeraldas 2

19.- Rep. Seguridad Esmeraldas 2- Zapallo:

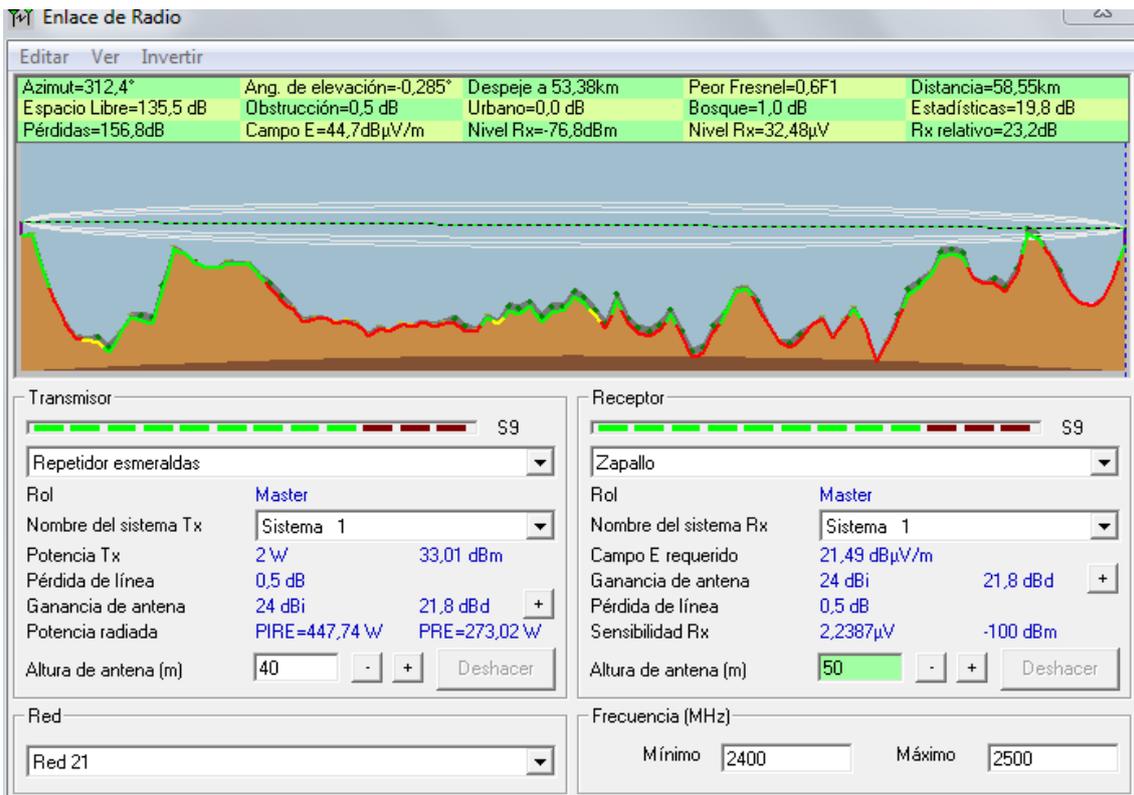
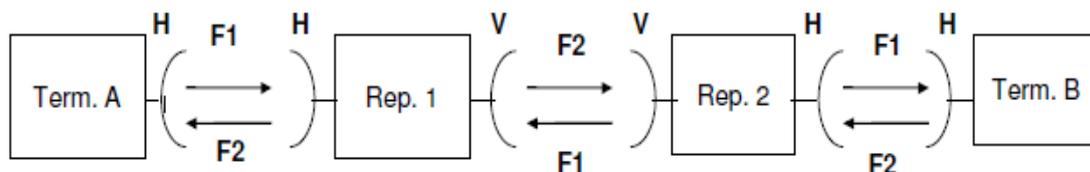


Imagen # 53 Rep. Seguridad Esmeraldas 2 – Zapallo

5.- PLANES DE FRECUENCIAS:

Necesidad de reutilización adecuada de frecuencias (mínimo consumo de espectro).
Planes a 2 frecuencias para una transmisión full dúplex.



Ejemplo de Plan a 2 Frecuencias

Se utiliza el plan de frecuencia para:

- Optimizar la utilización del espectro radioeléctrico
- La reutilización de frecuencias
- Minimizar las interferencias
- Espaciamiento entre portadoras de 62,5 KHz
- 10 canales radioeléctricos
- Dos frecuencias para cada radiocanal.

TABLA DE FRECUENCIA 480 MHz BANDA UHF

# DE ENLACE	ENLACE ENTRE DOS PUNTOS	DISTANCIA (km)	F. DE TRABAJO (MHz)	ANCHO DE BANDA
1	ESPE	17,31	480	10 KHz
	CERRO PICHINCHA		480,01	10 KHz
2	CERRO PICHINCHA	61,64	480,015	10 KHz
	CERRO COTACACHI		480,025	10 KHz
3	CERRO COTACACHI	28,8	480,03	10 KHz
	PUCE-SI		480,04	10 KHz
4	PUCE-SI	38,86	480	10 KHz
	REP. CARCHI 1		480,01	10 KHz
5	REP. CARCHI 1	21,58	480,015	10 KHz
	REP. CARCHI 2		480,025	10 KHz
6	REP. CARCHI 2	5,15	480,03	10 KHz
	UPEC		480,04	10 KHz
7	CERRO PICHINCHA	20,78	480,015	10 KHz
	ATACAZO		480,025	10 KHz
8	ATACAZO	37,31	480	10 KHz
	PEDRO MALDONADO		480,01	10 KHz
9	PEDRO MALDONADO	84,05	480,015	10 KHz
	ROZA ZARATE		480,025	10 KHz
10	ROZA ZARATE	19,87	480,03	10 KHz
	LA JUANITA		480,04	10 KHz
11	LA JUANITA	47,33	480	10 KHz
	ZAPALLO		480,01	10 KHz
12	ZAPALLO	14,22	480,015	10 KHz
	PUCE-SE		480,025	10 KHz
13	ESPE	62,55	480,03	10 KHz
	REP. SEGURIDAD 1		480,04	10 KHz
14	REP. SEGURIDAD 1	48,28	480	10 KHz
	REP. SEGURIDAD 2		480,01	10 KHz
15	REP. SEGURIDAD 2	27,5	480,015	10 KHz
	PUCESI		480,025	10 KHz
16	REP. SEGURIDAD 2	39,55	480,03	10 KHz
	REP. CARCHI 2		480,04	10 KHz
17	PEDRO MALDONADO	38,58	480	10 KHz
	REP. SEG. ESMERALDAS 1		480,01	10 KHz
18	REP. SEG. ESMERALDAS 1	40,86	480,015	10 KHz
	REP. SEG. ESMERALDAS 2		480,025	10 KHz
19	REP. SEG. ESMERALDAS 2	58,55	480,03	10 KHz
	ZAPALLO		480,04	10 KHz

Según el plan nacional de frecuencias, en la frecuencia de 480 MHz podríamos utilizarla para radiodifusión, fija y móvil, la tabla siguiente es tomada del Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador del año 2008, en nuestro plan de frecuencias utilizamos frecuencias reutilizables para los emplazamientos.

REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
460 - 470 FIJO MÓVIL ADD 5.XXX Meteorología por satélite (espacio-Tierra) MOD 5.287 5.288 5.289	460 - 470 FIJO MÓVIL ADD 5.XXX 5.289	EOA.55 EOA.60 EOA.140
470 - 512 RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.292 MOD 5.293	470 - 512 FIJO MÓVIL MOD 5.293	EOA.55 EOA.60 EOA.140

La siguiente tabla esta para la frecuencia de 2,4 GHz, en esta frecuencia vamos a transmitir lo que es datos y voz.

2300 - 2450 FIJO MÓVIL MOD 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150 5.282 MOD 5.393 MOD 5.394 5.396	2300 - 2450 FIJO MÓVIL MOD 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150	EOA.90 EOA.140
2450 - 2483,5 FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN 5.150	2450 - 2483,5 FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN 5.150	EOA.90 EOA.140
2483,5 - 2500 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MOD 5.351 A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.398 5.150 5.402	2483,5 - 2500 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MOD 5.351 A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.398 5.150 5.402	EOA.140

Nosotros trabajaremos con el estándar IEEE 802.11. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b o g, sin embargo ya se ha ratificado el estándar 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen el estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

El estándar 802.11n hace uso simultáneo de ambas bandas, 2,4 Ghz y 5,4 Ghz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g, tras la reciente ratificación del estándar, se empiezan a fabricar de forma masiva y es objeto de promociones de los operadores ADSL, de forma que la masificación de la citada tecnología parece estar en camino. Todas las versiones de 802.11xx, aportan la ventaja de ser

compatibles entre sí, de forma que el usuario no necesitará nada más que su adaptador wifi integrado, para poder conectarse a la red.

Los identificadores de canales, frecuencias centrales, y dominios reguladores para cada canal usado por IEEE 802.11b e IEEE 802.11g:

Identificador de Canal	Frecuencia en MHz	Dominios Reguladores				
		América (-A)	EMEA (-E)	Israel (-I)	China (-C)	Japón (-J)
1	2412	x	x	—	x	x
2	2417	x	x	—	x	x
3	2422	x	x	x	x	x
4	2427	x	x	x	x	x
5	2432	x	x	x	x	x
6	2437	x	x	x	x	x
7	2442	x	x	x	x	x
8	2447	x	x	x	x	x
9	2452	x	x	x	x	x
10	2457	x	x	—	x	x
11	2462	x	x	—	x	x
12	2467	—	x	—	—	x
13	2472	—	x	—	—	x
14	2484	—	—	—	—	x

Para nuestra tabla de frecuencias utilizamos los canales ya establecidos por la regulación IEEE 802.11b.

TABLA DE FRECUENCIA 2,4 GHz BANDA SHF			
# DE ENLACE	ENLACE ENTRE DOS PUNTOS	DISTANCIA (km)	CANAL
1	ESPE	17,31	canal 6
	CERRO PICHINCHA		canal 5
2	CERRO PICHINCHA	61,64	canal 7
	CERRO COTACACHI		canal 8
3	CERRO COTACACHI	28,8	canal 9
	PUCE-SI		canal 3
4	PUCE-SI	38,86	canal 6
	REP. CARCHI 1		canal 5
5	REP. CARCHI 1	21,58	canal 7
	REP. CARCHI 2		canal 8
6	REP. CARCHI 2	5,15	canal 9
	UPEC		canal 3

7	ESPE	20,08	canal 6
	ATACAZO		canal 5
8	ATACAZO	37,31	canal 7
	PEDRO MALDONADO		canal 8
9	PEDRO MALDONADO	84,05	canal 9
	ROZA ZARATE		canal 3
10	ROZA ZARATE	19,87	canal 6
	LA JUANITA		canal 5
11	LA JUANITA	47,33	canal 7
	ZAPALLO		canal 8
12	ZAPALLO	14,22	canal 9
	PUCE-SE		canal 3
13	ESPE	62,55	canal 6
	REP. SEGURIDAD 1		canal 5
14	REP. SEGURIDAD 1	48,28	canal 7
	REP. SEGURIDAD 2		canal 8
15	REP. SEGURIDAD 2	27,5	canal 9
	PUCESI		canal 3
16	REP. SEGURIDAD 2	39,55	canal 6
	REP. CARCHI 2		canal 5
17	PEDRO MALDONADO	38,58	canal 7
	REP. SEG. ESMERALDAS 1		canal 8
18	REP. SEG. ESMERALDAS 1	40,86	canal 9
	REP. SEG. ESMERALDAS 2		canal 3
19	REP. SEG. ESMERALDAS 2	58,55	canal 5
	ZAPALLO		canal 7

6.- TOPOLOGIA:

En nuestra red tanto para la frecuencia de trabajo en UHF y para 2,4 GHz utilizamos una topología punto a punto entre nuestros equipos.

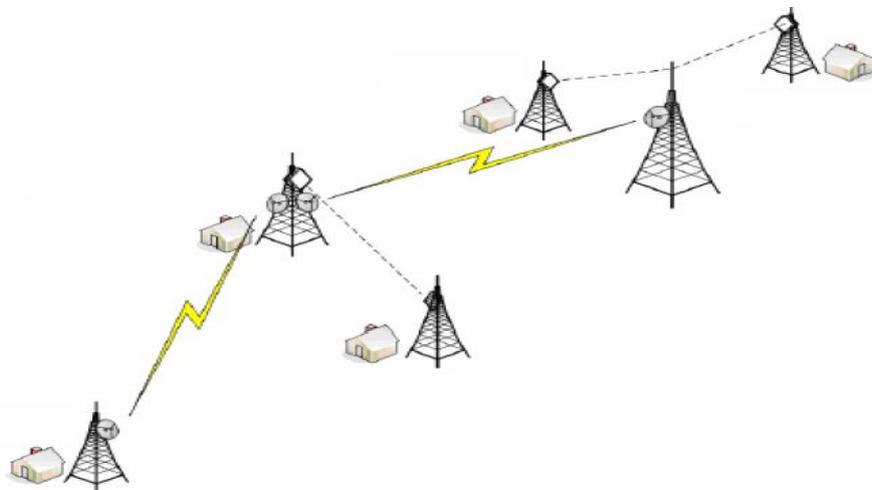


Imagen # 54 Topología de los equipos

7.- TORRES PARA NUESTROS RADIOENLACES:

Estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Así, existen desde torres arriostradas (torres con tirantes), torres auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras. Estas suelen estar compuestas por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de la altura requerida para poder suministrar un correcto funcionamiento.

7.1- Torres Arriostradas o Atirantadas:

Muchas veces se requieren instalar antenas en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias. El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torre y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar.

Los cables o arriostres generalmente se tensan al 10% de su resistencia, la cual es proporcionada por el fabricante. Así, por ejemplo, si el cable tiene una resistencia a la ruptura de 4.95 ton en tensión, entonces se acostumbra tensar los cables a 0.495 toneladas. También se pueden tensar los cables con diferentes fuerzas, calculando una tensión tal que el sistema esté en equilibrio.

En nuestro proyecto utilizamos estas torres para nuestras estaciones base ya que estas se encuentran instaladas en el techo de los edificios más altos de las universidades a enlazar.

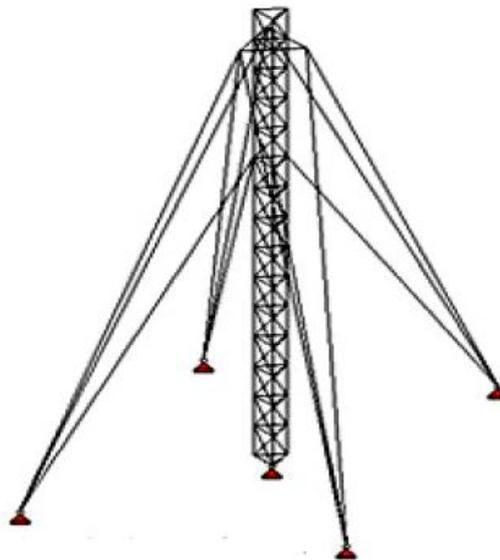


Imagen # 55 Torre tipo Atirantada

7.2- Torre Auto Soportada:

La torre auto soportada dentro del sitio será la encargada de recibir o transmitir las señales para los celulares a grandes distancias. El término auto soportada consiste en que la torre no necesita ningún tensor para poder estar en equilibrio, la cual se

sujetará a bases de concreto reforzado que son fundidas en el suelo y su función será el de dar soporte del peso de la torre y anclarla a la superficie.

Estas torres se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las fuerzas a las que están sometidas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre. Como por ejemplo podemos hacer referencia a la siguiente figura la cual es una torre auto soportada.

En nuestro caso todas las repetidoras son torres auto soportadas.



Imagen # 56 Torre Auto Soportada

8.- EQUIPOS A UTILIZAR PARA LA RED EN VHF (F= 480 MHz)

8.1- Estación Base Repetidora:

MTR3000 es una Estación Base/repetidor MOTOTRBO™ integrado de voz y datos, especialmente diseñado para cumplir con los requerimientos de pequeñas municipalidades, organizaciones profesionales, y empresas de servicios públicos. El MTR3000 funciona en modo digital con todas las configuraciones del sistema MOTOTRBO, proporcionando mayor capacidad, eficiencia espectral, aplicaciones de datos integrados y comunicaciones de voz mejoradas. También funciona en modo analógico para sistemas convencionales y LTR, ofreciendo una estación base/repetidor flexible y de alta potencia.



Imagen # 57 Repetidora Motorola

Receptor (UHF)			
		Modelo T3000A	Modelo T2003A
Frecuencia		403 - 470 , 450 - 524 MHz	403 - 470 MHz
Selectividad (TIA603)	25 kHz		80 dB (86 dB típico)
	12,5 kHz		75 dB (78 dB típico)
Selectividad (TIA603D)	25 kHz		75 dB (85 dB típico)
	12,5 kHz		45 dB (60 dB típico)
Sensibilidad Analógica 12 dB SINAD			0.30 μ V (0.22 μ V t típico)
Sensibilidad Digital 5% BER			0.30 μ V (0.20 μ V típico)
Ancho de Banda de Desplazamiento de Señal 12.5/25 kHz			1 kHz/2 kHz
Rechazo Intermodulación	12.5 y 25 kHz		85 dB
Rechazo de Respuesta a Imagen y Espúreos			85 dB (95 dB típico)
Respuesta de Audio		+1,-3 dB desde 6 dB por desacentuación de octava; 300-3000 Hz referenciado para 1000 Hz en salida de línea;	
Distorsión de Audio		Inferior al 3% (1,5% típica) a 1000 Hz; 60% RSD	
Salida de Línea		330 mV (RMS) @ 60% RSD	
Ruido e Interferencia en FM (Desacentuación de 750 μ s) 2.5 kHz 12,5 kHz		50 dB nominal	
		45 dB nominal	
Impedancia de Entrada RF		50 Ohms	
Aceptación de Tipo FCC			
Rango de Frecuencia en MHz	Tipo	Salida de Potencia en Vatios	Número de Aceptación Tipo US
403 - 470	Transmisor	8-100	ABZ89FC4823
403 - 470	Receptor	N/A	ABZ89FC4824
470 - 524	Transmisor	8-100	ABZ89FC4825
450 - 524	Receptor	N/A	ABZ89FC4826

Especificaciones Generales		
Número de modelo	T3000A T2003A – Kit de actualización para Estaciones Base MTR2000	
Número de Frecuencias	Hasta 16	
Modulación	FM & 4FSK	
Generación de Frecuencia	Sintetizada	
Espaciamiento del Canal	Analogico Digital	12.5 kHz, 25 kHz 12.5 kHz (Cumple con 6.25e)
Modo de Funcionamiento	Semi-duplex / Duplex	
Rango de Temperatura	30°C a +60°C	
Conectores de Antena	Transmisión y Recepción, Hembra tipo "N"	
Func. en CA	85-264VCA, 47-63 Hz	
Func. en CC	28.6 VCC (25.7-30.7 VCC Potencia salida nominal máxima)	
	Dimensiones	Peso
Repetidor Estación Base	133 x 483 x 419 mm (5,25 x 19 x 16,5")	19 kg (40 lbs)
Potencia de Entrada UHF		
	Linea CA 117 Voltios/220 Voltios	2 8 VCC (Modo CC/ Batería, Ne g. Tierra)
100 W en Standby	0.4A/0.2A	0.8 A
100 W en Transmisión	3.3A/1.8A	11.5A
Transmisor (UHF)		
	Modelo T3000A	Modelo T2003A
Frecuencia	403 - 47 0 , 47 0 - 524 MHz	403 - 435 , 435 - 47 0 MHz
Potencia de Salida Operación Continua	8-100 vatios	25-100 vatios
Ancho de Banda Electrónica	Banda Completa	
Impedancia de Salida	50 Ohms	
Atenuación Intermodulación	55 dB	
Desviación Máxima (RSD)	25 k Hz 12,5 kHz	± 5 kHz ± 2.5 kHz
Sensibilidad de Audio	60% RSD @ 80 mV RMS	
Atenuación de Emisiones Armónicas y Espúreos	85 dB	
Ruido e Interferencia en FM (Desacentuación de 750 µ s) 25kHz 12,5 kHz	50 dB nominal 45 dB nominal	
Estabilidad de Frecuencia (para variación de temp. y obsolescencia)	1.5 PPM/Ref. externa (opcional)	
Respuesta de Audio	+1,-3 dB desde 6 dB por preacentuación de octava; 300-3000 Hz referenciado para 1000 Hz en entrada de línea;	
Distorsión de Audio	Inferior al 3% (1% típica) a 1000 Hz; 60% RSD	
Designadores de Emisión	Modulación FM: 12.5 kHz: 11K0F3E; 25 kHz: 16K0F3E Modulación 4FSK: 12.5 kHz – Solo datos: 7K60FXD; 12.5 kHz – Datos y Voz: 7K60FXE	

Tabla de Características del Equipo Motorola

8.2- Tipo de Antena:



AFT 20909



AFT 20919

Imagen # 58 figura de las Antenas

8.3- Características de la Antena:

		AFT 20909	AFT 20919	AFT 20921	AFT 20922
		343.020	343.024	343.022	343.013
Características eléctricas					
Elementos		9 UHF	19 UHF	21 UHF	21 UHF
Datos a		432 MHz	432 MHz	432 MHz	438,5 MHz
Longitud eléctrica		1,59	4,02	6,57	6,67
Ganancia isotrópica		13,1 dBi	16,4 dBi	18,1 dBi	18,2 dBi
Angulo abertura a -3 dB	Plano E	2 x 20,6°	2 x 14,8°	2 x 11,8°	2 x 11,5°
	Plano H	2 x 23,7°	2 x 15,7°	2 x 12,2°	2 x 11,9°
Primer juego de lóbulos laterales	Plano E	- 22,2 dB@57°	- 16,0 dB@38°	- 14,5 dB@29°	- 13,8 dB@29°
	Plano H	- 14,7 dB@64°	- 12,9 dB@38°	- 12,9 dB@29°	- 12,0 dB@30°
Relación frente/espalda		- 16,8 dB	- 23,6 dB	- 29,7 dB	- 29,7 dB
Radiación difusa media	Plano E	- 34 dB	- 38 dB	- 38 dB	- 35 dB
	Plano H	- 22 dB	- 28 dB	- 29 dB	- 24 dB
Banda pasante					
En ganancia a -1 dB		409 -440 MHz	415 -442 MHz	416 - 440 MHz	417 - 442 MHz
En adaptación a ROE > 1.25/1		431-438,5 MHz	431-439 MHz	431-439 MHz	435-441 MHz
Impedancia nominal		50 ohms	50 ohms	50 ohms	50 ohms
Potencia max. admisible CW		1.000 W	1.000 W	1.000 W	1.000 W
Acoplamiento de 2 ó 4 antenas, para un mejor compromiso entre ganancia y lóbulos laterales					
En plano E	Distancia eléctrica	1,33	1,8	2,33	2,36
	Distancia práctica	0,92 m	1,25 m	1,62 m	1,62 m
En plano H	Distancia eléctrica	1,33	1,8	2,33	2,36
	Distancia práctica	0,92 m	1,25 m	1,62 m	1,62 m
Características físicas					
Boom o chasis		Aluminio 3005, 16,5x16,5x1mm	Aluminio 3005, 16,5x16,5x1mm	Aluminio 3005, 16,5x16,5x1mm	Aluminio 3005, 16,5x16,5x1mm
Elementos radiantes		Cobre Ø 3 mm			
Conector de salida		serie N	serie N	serie N	serie N
Longitud total		1,75 m	1,85 m	3,07 m	3,07 m
Peso (masa)		1,4 Kg	1,4 Kg	2,5 Kg	2,5 Kg
Resistencia al viento					
Superficie equivalente	Horizontal	0,06 m ²	0,06 m ²	0,13 m ²	0,13 m ²
	Vertical	0,05 m ²	0,05 m ²	0,11 m ²	0,11 m ²

9.- COMPONENTES PARA CREAR UNA RED WIFI (2,4):

9.1- Punto de acceso. Los puntos de acceso son meras "emisoras" de señales WiFi y se utilizan para crear una red inalámbrica. El punto de acceso también debe estar conectado a un PC mediante un cable de red.



Imagen # 59 Axes Point

Canopy Part Number	2400AP
Description	2.4 GHz AP
Signaling Rate	10 Mbps
Typical LOS Range	5 Mi (8 km)
Typical Aggregate Useful Throughput	7 Mbps
Frequency range of band	ISM 2400-2483.5 MHz
Non-overlapping Channels	3
Channel Width	20 MHz
Modulation Type	High Index 2-level Frequency Shift Keying (FSK) optimized for interference rejection
Channel Spacing	configurable on 2.5 MHz increments
Encryption	DES capable
Latency	15 msec
Carrier to Interference ratio (C/I)	-3dB @ 10 Mbps, -10dB @ 20 Mbps at -65dBm
Nominal Receiver Sensitivity (dbm typical)	-86 dBm
Antenna Gain (dBi)	8 dBi
EIRP (dBm)	Adjustable
Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)	Adjustable from 10 mW to 2.0 W
DC Power (typical)	0.3 A @ 24 VDC = 7.2 W
Antenna Beam Width	3 dB antenna beam width 60 degrees, Azimuth and Elevation
Mean Time Between Failure (MTBF)	40 yr
Temperature	-40° C to +55° C (-40° F to +131° F)
Wind Survival	190 km/hr (118 miles/hr)
Dimensions	11.75 in H x 3.4 in W x 3.4 in D (29.9 cm H x 8.6 cm W x 8.6 cm D)
Weight	.45 kg (1 lb)
Access Method	Time Division Duplexing/Time Division Multiple Access (TDD/TDMA)
Interface	10/100 Base T, half/full duplex. Rate auto negotiated (802.3 compliant)
Protocols Used	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Network Management	HTTP, TELNET, FTP, SNMP Version 2c
FCC ID	ABZ89FC5808
Industry Canada Certification Number	109W-2400

9.2- Amplificador:

Una solución para redes internas desarrolladas en grandes superficies y/o con interferencia de paredes y losas, etc. También puede ser aplicado para transmisiones con antenas exteriores, donde se deberá prestar especial atención a las pérdidas producidas en el cable que une el amplificador con la antena, como así también que este booster no está preparado para instalarse a la intemperie.

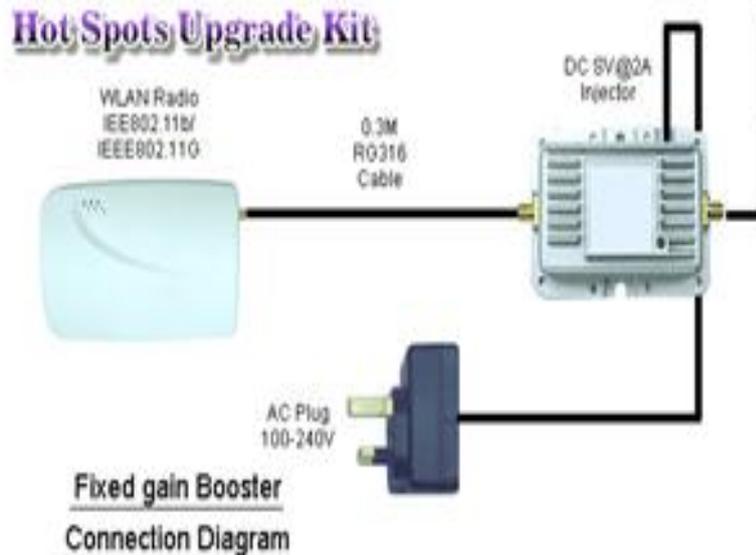


Imagen # 60 Amplificador

Características

- Frequency range: 2400 ~ 2500 MHz
- Operation mode: Bi-directional, half duplex, Time division duplex, Auto-switching via carrier sensing
- Connectors: SMA receptacle
- Impedance: 50 OHM
- Frequency Response: +/- 1 dB over operating range.
- Transmit input power: Max. 200 mW(23dBm), Min.1mW (0dBm)
- Output power (for 11g@54Mbps):
 - 200mW(23dBm nominal)
 - 100mW(20dBm nominal)
- Transmit Gain: 10dB (Adjustable)
- Receive Gain: 14dB (Typical)
- Receive Noise Figure: 3.5dB nominal
- Operating Humidity: up to 95% relative humidity.
- Operation temperature: - 20 ~ + 70 °C
- Material: All metal construction (Cast Aluminum)
- DC power: 6V DC Maximum current < 800mA, 90~264V for AC adapter
- Amplify Dimension: 3.0 x 2.2 x 1.1 in (7.8 cm x 5.6 cm x 2.9 cm)
- Amplify: <0.5lb / 0.2 kg,
- LED Indicators: TX LED

9.3- Antena para trabajar en la frecuencia de 2,4 GHz:

TA-2436 Grid Parabolic:

Electrical Specifications

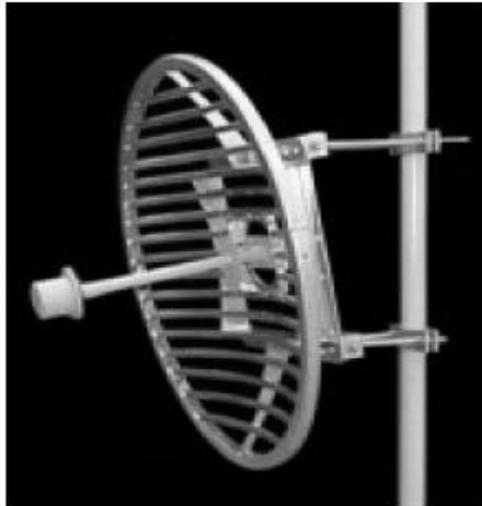
Frequency Range: 2400-2483 MHz
Gain: 24.5 dBi
VSWR: 1.5:1 max.
Front to Back Ratio: 30 dB min.
Polarization: Vertical or Horizontal
Power Rating: 200 Watts
H-Plane Beamwidth: 9 degrees
E-Plane Beamwidth: 10 degrees
Cross Pol. Discrimination: 30 dB min.
Impedance: 50 ohms nominal
Termination: N female

Mechanical Specifications

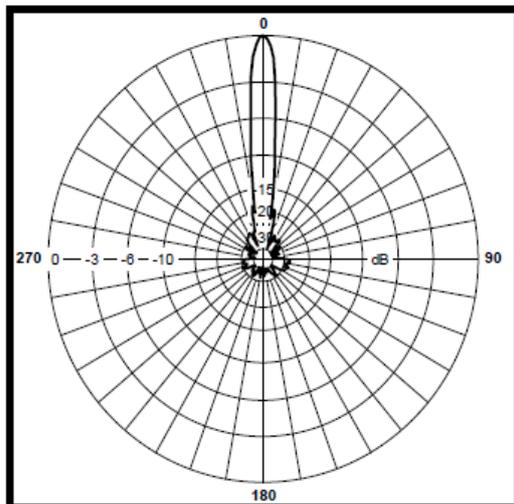
Diameter: 38.5 in. (978 mm)
Weight (Incl. clamps): 40 lb. (18.2 kg)
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/h)
Hor. Thrust at rated wind: 177 lb. (80.5 kg)
Mechanical Tilt: 0 - 15 degrees
Mounting (O.D.): 1.75 - 4.5 in. (44.5 - 114 mm)

Materials

Radiating Elements: Aluminum
Reflector: Iridited aluminum
Clamps: HDG steel



H-Plane



E-Plane

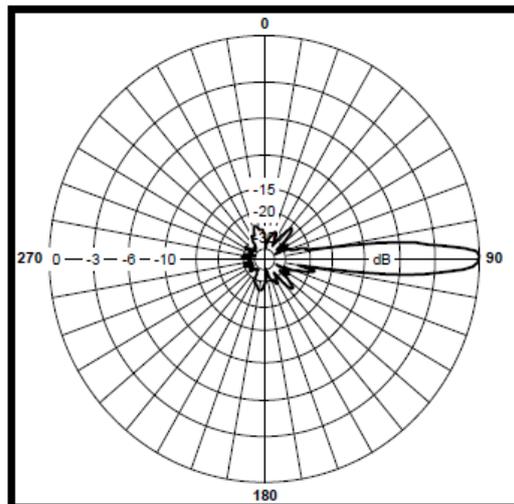


Imagen # 61 Antena TA-2436

10.- CLASES DE SERVICIO:

Para la frecuencia de 480 MHz solo la utilizaremos para el servicio de voz y para la frecuencia de 2,4 podemos obtener los siguientes servicios ya que nuestra red cuenta con una buena potencia de recepción en cada radioenlace

Clase de Servicio	Servicios	
Audio Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Audio bajo demanda • Audio calidad estudio • Audio sub-estándar 	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de audio • Telefonía
Servicio Básico de Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Correo • Difusión de datos • Infraestructura de servicios básicos • IP portador 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensajería • Navegación • P2P • Transferencia de ficheros
Servicio de Valor Añadido	<ul style="list-style-type: none"> • E-administración • E-commerce • E-games 	<ul style="list-style-type: none"> • E-learning • Infraestructura de SVA
Servicio Portador de Datos	<ul style="list-style-type: none"> • ADSL • Cablemódem • Dial-up 	<ul style="list-style-type: none"> • GPRS • Otros
Vídeo Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de vídeo alta definición • Difusión de vídeo estándar • Difusión de vídeo sub-estándar • Videoconferencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Videotelefonía • VoD alta definición • VoD estándar • VoD sub-estándar

11.- PLAN DE MANTENIMIENTO:

Para evitar constantes averías, sobre todo en los primeros meses de utilización del servicio, se realizará un mantenimiento preventivo de red. Éste consistirá en la revisión periódica cada 6 meses de los emplazamientos para verificar su estado y evitar averías. El objetivo es aumentar la vida útil de ciertos elementos, mediante operaciones que lleven a tal fin, como por ejemplo: limpieza, mejora de instalaciones, estado de las antenas, verificar herrajes, alimentación, tierras, conectores, cableado, etc.

Con los datos obtenidos, se podrá observar con antelación el deterioro de los elementos del sistema, y se comprobará el funcionamiento del mismo. Se realizarán una serie de tareas, tales como: verificar estado de los enlaces (posibles alarmas), pruebas de conmutación, medir niveles de potencia y comprobar que se trabaja dentro de unos márgenes adecuados, comprobar parámetros de calidad.

También se realizará un mantenimiento correctivo en caso de avería, que queda incluido dentro del presente proyecto. Éste será durante los 2 primeros años de funcionamiento, proporcionando el personal y material necesario las 24 horas del día, los 365 días del año.

En la tabla siguiente se encuentra un criterio de mantenimiento para nuestra red.

ITEMS CRITICOS	
Fecha de revisión:	18-ene-2011
No. Revision:	2
N°	Descripción
ITEMS CRITICOS SITIO NEGOCIADO	
1	El sitio negociado no cumple con las dimensiones requeridas para la implantación de la estación
2	El sitio negociado difiere del validado por el área de Infraestructura del Operador
3	El sitio negociado no cumple con los retiros señalados por la ordenanza municipal
ITEMS CRITICOS INFRAESTRUCTURA	
4	Existen filtraciones en cuarto de equipos
5	Existen filtraciones en cuarto de generador
6	Mal funcionamiento en arranque del generador
7	Mal funcionamiento en los termostatos del Aire Acondicionado
8	Presiones del gas refrigerante no son adecuadas
9	Voltaje en acometida >250V <200V
10	Breakers con falla en los tableros eléctricos
11	Mal funcionamiento de la transferencia automática en TTA
12	Medición superior a 3 OHM en sistema de tierras
13	Falta línea de vida con gancho de seguridad en la torre/monopolo
14	Pernos de la torre/monopolo flojos
15	No existe suelda entre pararrayos y cable
16	La distancia entre perforaciones y la base metálica no es adecuada
17	La losa sobre la que se asienta la base outdoor no está impermeabilizada
18	La losa sobre la que se asientan los soportes de antenas no está impermeabilizada
19	El área entre la pata de torre y la base de hormigón no tiene cemento expansivo
20	Falta permiso de construcción
21	Falta proyecto eléctrico aprobado
22	Falta supresor de transcientes
23	Voltaje neutro - tierra > 1,2V
24	Las torres no poseen tuercas de nivelación

25	Faltan trampas de ruido en el cuarto de generador
26	Falta medidor de luz o convenio de pago firmado
27	Falta el cableado de alarmas externas: Corte de energía, alta temperatura, arranque de generador, puerta abierta (cuando aplique)
28	Cualquier cable o conductor mal aislado, instalado, conectado o dimensionado cuya operación a largo o corto plazo ponga en riesgo el funcionamiento de la estación
ITEMS CRITICOS TRANSMISIONES	
29	Antena no sujeta correctamente al Mounting Pole
30	ODU mal colocada en antena
31	Conectores sin fundente y cinta aislante impermeable
32	ODU mal aterrizada
33	Sin sujeción cables de tierra y ODU
34	Sin sujeción cable de IF hacia escalerilla (Toda la ruta externa e interna)
35	IDU mal sujeta y/o colocada en rack
36	DDF's mal instalados
37	Tributarios mal ponchados y/o flojos en regleta
38	Cable de Tributarios sin sujeción
39	Cable de energía mal instalado y/o sujeto (Fuente principal y redundante)
40	Prueba de máscara y BER en E1's no cumple parámetros mínimos
41	Prueba de cable de IF no cumple con parámetros de medición
42	Recepción de enlace no cumple parámetros de ingeniería
43	Ancho de banda y Frecuencias autorizadas por la SENATEL diferentes a las registradas en campo.

12.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL:

En nuestro radioenlace no ocasiona un fuerte impacto medioambiental ya que las torres se encuentran ubicadas en zonas específicas para la construcción de estaciones bases, como por ejemplo ubicadas en la zonas de repetición del estado o cerca de estas.

Cualquier torre de telecomunicaciones tiene un impacto visual considerable, ya que se suelen encontrar en la cima de las montañas. Construir una torre de estas características no es una tarea fácil, no solamente por el coste económico que ello supone, sino que también por todo el trámite de licencias que conlleva. De no haber encontrado ya un emplazamiento que se encontrara en funcionamiento, hubiera sido mucho más complicado instalar los equipos en otro emplazamiento nuevo.

13.- COSTOS:

En la siguiente tabla se muestra los costos de nuestro proyecto, los cuales están realizados también con el sistema de redundancia, en el precio de las torres está incluido el servicio de alimentación.

EQUIPOS			
Cantidad	Descripción	C. Unitario	C. Total
17	Equipo Radio Base Repetidor TRM 3000 Motorola	2099	35683
17	Access Point 2400APBC Motorola	1200	20400
17	Antenas 25 dBi a 2.4Ghz	80	1360
17	Antenas 25 dBi a 2.4Ghz	65	1105
17	Amplificadores	25	425
	Gastos Operarios - Mano de Obra		70000
	Insumos		13000
		TOTAL	141973
INFRAESTRUCTURA DE EQUIPOS			
Cantidad	Descripción	C. Unitario	C. Total
5	Torres de 25 metros	15000	75000
1	Torres de 40 metros	21000	21000
1	Torres de 50 metros	24000	24000
7	Casetas de Equipos	3400	23800
		TOTAL	143800
RED ELÉCTRICA DE ALIMENTACIÓN			
Cantidad	Descripción	C. Unitario	C. Total
1	Ampliación de la red Eléctrica	5000	5000
20	Baterías	60	1200
9	Rectificadores	15	135
9	Conmutador Automático	26	234
		TOTAL	6569
ADJUDICACIÓN DE TERRENOS			
Cantidad	Descripción	C. Unitario	C. Total
7	Terreno de 8x6 metros	2000	14000
10	Alquiler de Torres Anual	2000	20000
		TOTAL	34000
	VALOR TOTAL DEL PROYECTO	TOTAL	325917

Tabla de Resumen Para la Frecuencia de 480 MHz.

TABLA PARA LA FRECUENCIA DE 480 MHz:							
# DE ENLACE	ENLACE ENTRE DOS PUNTO:	DISTANCIA (km)	G. ANTENA Tx	G. ANTENA Rx	POTENCIA DE Rx (dB)	APARICIÓN DE DESVANEC	MINUTOS AL AÑO
1	ESPE	11,31	18 dBi	18 dBi	-53,9	0,00000056	0,00000002
	CERRO PICHINCHA						
2	CERRO PICHINCHA	61,64	18 dBi	18 dBi	-66,4	0,00002510	0,00000006
	CERRO COTACACHI						
3	CERRO COTACACHI	28,8	18 dBi	18 dBi	-54,8	0,00000256	0,00000011
	PUCE-SI						
4	PUCE-SI	38,86	18 dBi	18 dBi	-56	0,00000623	0,00000027
	REP. CARCINI						
5	REP. CARCINI	21,58	18 dBi	18 dBi	-51,8	0,00000108	0,00000005
	REP. CARCINI 2						
6	REP. CARCINI 2	5,15	18 dBi	18 dBi	-41,5	0,00000001	0,00000000
	UPEC						
7	CERRO PICHINCHA	20,78	18 dBi	18 dBi	-52,7	0,00000036	0,00000004
	ATACAZO						
8	ATACAZO	37,31	18 dBi	18 dBi	-56,4	0,00000557	0,00000024
	PEDRO MALDONADO						
9	PEDRO MALDONADO	84,05	18 dBi	18 dBi	-63,8	0,00006364	0,0000263
	ROZA ZAPATE						
10	ROZA ZAPATE	19,87	18 dBi	18 dBi	-63,1	0,00000084	0,00000004
	LA UJANTA						
11	LA UJANTA	47,33	18 dBi	18 dBi	-74,1	0,00001156	0,00000048
	ZAPALLO						
12	ZAPALLO	14,22	18 dBi	18 dBi	-64,7	0,00000031	0,00000001
	PUCE-SE						
13	PUCE-SE	62,55	18 dBi	18 dBi	-62,3	0,00002823	0,000011
	ESPE						
14	ESPE	48,28	18 dBi	18 dBi	-60	0,00001206	0,00000051
	REP. SEGURIDAD 1						
15	REP. SEGURIDAD 1	27,5	18 dBi	18 dBi	-75,7	0,00000223	0,00000003
	REP. SEGURIDAD 2						
16	REP. SEGURIDAD 2	39,55	18 dBi	18 dBi	-63	0,00000663	0,00000028
	REP. CARCINI 2						
17	REP. CARCINI 2	38,58	18 dBi	18 dBi	-55,7	0,00000016	0,00000026
	PEDRO MALDONADO						
18	PEDRO MALDONADO	40,86	18 dBi	18 dBi	-75,9	0,00000731	0,00000031
	REP. SEG. ESMERALDAS 1						
19	REP. SEG. ESMERALDAS 1	58,55	18 dBi	18 dBi	-77,8	0,00002151	0,00000091
	REP. SEG. ESMERALDAS 2						
	ZAPALLO						0,0666182

Tabla de Resumen Para la Frecuencia de 2,4 GHz.

TABLA PARA LA FRECUENCIA DE 2,4 GHz							
# DE ENLACE	ENLACE ENTRE DOS PUNTOS	DISTANCIA (km)	G. ANTENA Rx	POTENCIA DE Rx (dB)	F. DE APARICIÓN DE DESVANECIMIENTO	P. DE DESVANECIMIENTO (%)	MINUTOS AL AÑO
1	ESPE	17,31	24 dBi	-63,9	0,00006949	0,0000294	0,538720
	CERRO PICHINCHA						
2	CERRO PICHINCHA	61,64	24 dBi	-75,5	0,00019792	0,00019277	24,2791913
	CERRO COTACACHI						
3	CERRO COTACACHI	28,8	24 dBi	-70,6	0,00032006	0,00019355	2,4784180
	PUCE-SI						
4	PUCE-SI	38,86	24 dBi	-70,2	0,00078625	0,00033328	6,0875771
	REP. CARCHI 1						
5	REP. CARCHI 1	21,58	24 dBi	-67,3	0,00019465	0,0000570	1,0427391
	REP. CARCHI 2						
6	REP. CARCHI 2	5,15	24 dBi	-52,8	0,00000183	0,0000008	0,0141730
	UPEC						
7	CERRO PICHINCHA	20,78	24 dBi	-64,6	0,00012022	0,0000509	0,9310218
	ATACAZO						
8	ATACAZO	37,31	24 dBi	-71,6	0,00069987	0,0002946	5,3879912
	PEDRO MALDONADO						
9	PEDRO MALDONADO	84,05	24 dBi	-80,8	0,00739549	0,0033627	61,4627195
	ROZA ZARATE						
10	ROZA ZARATE	19,87	24 dBi	-65	0,00010511	0,0000445	0,8133895
	LA JUANTA						
11	LA JUANTA	47,33	24 dBi	-74,7	0,00142057	0,0006013	10,9967057
	ZAPALLO						
12	ZAPALLO	14,22	24 dBi	-64,6	0,00003893	0,0000163	0,2983546
	PUCE-SE						
13	ESPE	62,55	24 dBi	-60,8	0,00327895	0,00193873	25,3683332
	REP. SEGURIDAD 1						
14	REP. SEGURIDAD 1	48,28	24 dBi	-75,1	0,00150784	0,0006382	11,6719510
	REP. SEGURIDAD 2						
15	REP. SEGURIDAD 2	27,5	24 dBi	-75,8	0,00027865	0,0001180	2,1577473
	PUCESI						
16	REP. SEGURIDAD 2	39,55	24 dBi	-71	0,00082888	0,0003309	6,4175605
	REP. CARCHI 2						
17	PEDRO MALDONADO	38,58	24 dBi	-69,3	0,00076338	0,0003257	5,9669638
	REP. SEG. ESMERALDAS 1						
18	REP. SEG. ESMERALDAS 1	40,86	24 dBi	-69,4	0,00031401	0,0003869	7,0764339
	REP. SEG. ESMERALDAS 2						
19	REP. SEG. ESMERALDAS 2	58,55	24 dBi	-76,8	0,00266927	0,0011580	20,8097958
	ZAPALLO						

14.- CONTAMINACIÓN:

Los puntos a tomar en cuenta para lo que es la contaminación de nuestro trabajo son:

- Emisiones atmosféricas: En este tipo de actividad no se genera producción de humos, gases, olores, polvo ni aguas residuales.
- Residuos peligrosos: En los trabajos que se lleven a cabo en este emplazamiento no se generaran residuos que puedan ser considerados peligrosos.
- Residuos de material (excavación, apilamientos de tierras, rocas, sacados de cimentaciones, etc.): En este emplazamiento no se producirán residuos por excavación ni por el derrumbamiento de paredes existentes. Los residuos de material de instalación (chapas, restos de soldaduras o cortes, cableado, etc.) se recogerán y se llevarán al depósito más cercano.
- Consumo energético ya que nuestra torres bases están alimentadas con el sistema interconectado de luz eléctrica.

15.- VENTAJAS DE NUESTRO RADIOENLACE:

- Centro existente: Torre con infraestructura existente con un punto de altura dominante en la zona.
- Buena visibilidad: Hay visión directa con los puntos de interés. Eso nos facilita la instalación de las antenas, evitando tener que realizar complejas instalaciones de obra civil en los tejados de las torres de equilibrio. También facilita el posterior mantenimiento de los elementos externos.
- Topología de red utilizamos punto a punto, y hemos buscado buenos equipos que cumplan con las exigencias de nuestro radioenlace.

16.- CONCLUSIONES:

- De todas las tareas en el presente proyecto hay que remarcar la dificultad de construir una nueva torre de telecomunicaciones. No solamente por el coste económico, sino que también por las dificultades que opone la administración. Radiación electromagnética, contaminación, impacto medioambiental, impacto visual, etc. son ítems que la sociedad rechaza de forma sistemática, y hay que atenerse a ello.
- En este proyecto se trató de ubicar nuestras torres en el mejor sitio posible, esto para evitar un coste más elevado, y brindar más facilidades para la construcción, el mantenimiento de las estaciones base, repetidoras y equipos eléctricos, esta ubicación la hicimos mediante herramientas digitales como el software Google Earth.
- Con el software Radio Mobile obtuvimos una herramienta muy importante para el cálculo de nuestros radioenlaces, esto no ahorro mucho tiempo para la realización del proyecto.
- Se estableció un sistema redundante para optimizar de mejor manera los diferentes enlaces entre punto a punto en los que se realizó nuestro

estudio y de esta manera garantizar un mejor servicio entre los usuarios que van a ser uso de los vanos realizados.

17.- RECOMENDACIONES:

- Como sugerencia se puede decir que sería mejor la construcción de las torres antes que alquilarlas, ya que al ser nuestras las torres podremos brindar proyectos futuros a las regiones aledañas.
- Se recomienda que los sitios de construcción de las torres deben tener acometida eléctrica, y caminos mínimos de tercer orden.
- Es factible que se contrate gente del lugar o sitios aledaños como mano de obra donde se van a instalar las repetidoras.

18.- BIBLIOGRAFIA:

- http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7812.pdf
- http://www.eslared.org.ve/tricalcar/10_es_instalaciones-para-exteriores_guia_v01%5B1%5D.pdf
- <http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/index.html>
- Network's amplification and over dimension to support broad band services
- Estudio De Radio Propagación Vhf Extendido Y Ubicación De Antena Para Comunicación Tierra-Aire
- <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Antenas%20y%20Propagacion/1513.pdf>
- <http://www.cez.com.pe/Paginas/Comunicaciones/Wireless/Paginas/Wireless%20Consideraciones.htm>
- <http://frc.co.cu/academia/pdf/capitulo5.pdf>
- http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No2/L_Chacon.htm
- <http://users.crosspaths.net/wallio/Radio%20Mobile.html>
- <http://es.geocities.com/jose958/propagacion.htm>
- http://www.softwright.com/faq/engineering/prop_longley_rice.html
- <http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/swbroad.htm>

BIOGRAFIA:



Andrade potosí Juan Carlos, nacido el 4 de Noviembre de 1986, estudios primarios cursados en la Unidad Educativa La Victoria de la ciudad de Ibarra, Estudios secundarios cursados en el Instituto Tecnológico 17 de Julio de la provincia de Imbabura Título Obtenido Bachiller Técnico en Electricidad Industrial.

Cursa el Octavo Semestre de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica del Ejército.

Cursos: Programación en C++ en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 20 horas.

Programación en Visual Basic Básic y Access en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 30 horas. Mantenimiento De Computadoras en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 20 horas.

Auxiliar. Técnico en Contabilidad Computarizada 120 horas.

Cinturón Marrón en Judo Federación Deportiva De Imbabura.

Curso Intensivo De Ingles Beginner 1 Fundación Alianza Global 40 horas.

Conferencias Asistidas: Nuevas Tecnologías informáticas en la Universidad Técnica del Norte.

Seguridad en Redes, Servicios Gestionados, Redes de Datos, Aplicaciones M2M, Regulación en Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica Del Ejército. Seminario De Judo Japonés Federación Deportiva De Imbabura.

Méritos Obtenidos: Abanderado del Pabellón Nacional del Instituto Tecnológico 17 de Julio, mejor egresado de la promoción en el Instituto Tecnológico 17 de Julio.