



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Análisis y Diseño Radioeléctrico para la Gestión Remota por  
Parte del COD-CENTROSUR para los Reconectores  
Proyectados en Azuay, Cañar, y Morona Santiago.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autor:**

**CHRISTIAN DANILO CALLE ARÉVALO**

**Director:**

**ESTEBAN DAMIÁN COELLO MORA**

**CUENCA, ECUADOR.**

**2016.**

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo va dedicado especialmente a toda mi familia. A mi padre Marco Calle, a mi madre Blanca Arévalo, a mi hermanos Marcos Calle, Christian Calle (+) y a mi hermana Michelle Calle, por ayudarme a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos, por darme ese aliento de amor y calor en cada etapa dura en la universidad, y por darme la mano cuando menos lo merecía, pero ellos sabían que era cuando más lo necesitaría.

A mis familiares, que con sus consejos y apoyo me han ayudado en todo el trayecto de mi vida universitaria. A mis familiares que ya no están aquí, pero siguen presentes en mi corazón. A mis abuelitos, que siempre me inspiraron para llegar a ser grande de corazón y humilde de personalidad.

A mis amigos y amigas de corazón, por su sincera amistad en todas las etapas de mi vida. A mí enamorada por su apoyo y amor incondicional, ya que supo tolerarme en los buenos y malos momentos.

**Christian Calle.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco primeramente a Dios por toda la bendición que me ha dado a lo largo de mi vida y en mi carrera universitaria, dándome la fortaleza de seguir adelante para lograr tener una vida profesional. Así mismo, a mi familia por todos esos sabios consejos para llegar a hasta donde estoy ahora.

También hago un extensivo agradecimiento al Ing. Claudio Jara, tutor a cargo por parte de la dirección de Telecomunicaciones DITEL de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR C.A. que con su apoyo y colaboración durante la ejecución de este proyecto, he podido culminar y cumplir mi meta. Al ex gerente de la Empresa Eléctrica CENTROSUR el Ing. Luis Manzano Pesantez y a la Lda. Fanny Chimborazo, secretaria de la gerencia en la Empresa Eléctrica, por la desinteresada ayuda en todo momento dentro de la empresa.

De igual manera hago un agradecimiento al Dr. Hugo Torres, director de escuela y docente de la Universidad del Azuay, que con su ayuda pude incursionar al ámbito profesional y así poder realizar mi tesis. Al Ing. Esteban Coello, director de la tesis, por su valioso aporte de conocimientos, siendo una guía para realizar mi proyecto.

A las personas y conocidos en general, que de alguna u otra manera han colaborado desinteresadamente durante la realización de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

DEDICATORIA. ....	ii
AGRADECIMIENTOS. ....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS. ....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS. ....	x
ÍNDICE DE TABLAS. ....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS. ....	xviii
RESUMEN. ....	xix
ABSTRACT. ....	xx
INTRODUCCIÓN. ....	1
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>2</b>
1.1.Introducción. ....	2
1.2.Radiocomunicación. ....	2
1.2.1.Espectro electromagnético. ....	5
1.2.2.Planificación y asignación de frecuencias Ecuador. ....	7
1.2.3.Propiedades de las ondas de radio. ....	8
1.2.3.1.Difracción. ....	8
1.2.3.2.Reflexión. ....	9
1.2.3.3.Absorción. ....	10
1.2.3.4.Refracción. ....	11
1.2.4.Modos de propagación. ....	11
1.2.4.1.Propagación de ondas terrestre. ....	12
1.2.4.2.Propagación de ondas espaciales. ....	12
1.2.4.3.Propagación por ondas celestes. ....	13
1.2.4.4.Propagación en línea recta. ....	13
1.2.5.Línea de vista. ....	14
1.2.6.Zona de Fresnel. ....	14
1.2.7.Limitaciones en la propagación. ....	15



1.2.7.1. Interferencia. ....	15
1.2.7.2. Atenuación. ....	16
1.2.7.3. Desvanecimiento. ....	16
1.3. Radioenlaces. ....	16
1.3.1. Líneas de transmisión. ....	17
1.3.1.1. Líneas coaxiales. ....	17
1.3.1.2. Guía de onda. ....	18
1.3.1.3. Cable Ethernet. ....	18
1.3.2. Parámetros básicos de un radioenlace. ....	19
1.3.3. Antenas. ....	19
1.3.4. Repetidores. ....	21
1.3.4.1. Repetidor activo. ....	21
1.3.4.2. Repetidor pasivo. ....	22
1.4. Reconectores de distribución eléctrica. ....	23
1.5. Radio Mobile. ....	24
1.6. Conclusiones. ....	24

## **CAPÍTULO 2: IDENTIFICACIÓN DE REPETIDORES Y**

### **RECONECTADORES ..... 25**

2.1 Introducción. ....	25
2.2 Repetidores existentes. ....	25
2.2.1 Repetidores en Azuay. ....	25
2.2.1.1 Subestaciones, Agencias y Matriz CENTROSUR Azuay. ....	27
2.2.2 Repetidores en Cañar. ....	28
2.2.2.1 Subestaciones y Agencias CENTROSUR Cañar. ....	29
2.2.3 Repetidores en Morona Santiago. ....	29
2.2.3.1 Subestaciones y Agencias CENTROSUR Morona Santiago. ....	31
2.3 Reconectores proyectados. ....	31
2.3.1 Reconectores en Azuay. ....	32
2.3.2 Reconectores en Cañar. ....	34
2.3.3 Reconectores en Morona Santiago. ....	34
2.4 Representación gráfica de repetidores y reconectores. ....	35
2.4.1 Repetidores, Subestaciones, Agencias y Matriz en Azuay. ....	35

2.4.2 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Cañar. ....	36
2.4.3 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Morona Santiago. ....	37
2.4.4 Reconectores proyectados en Azuay.....	38
2.4.5 Reconectores proyectados en Cañar. ....	40
2.4.6 Reconectores proyectados en Morona Santiago. ....	41
2.4.7 Repetidores y reconectores en Azuay, Cañar y Morona Santiago. ....	42
2.5 Conclusiones.....	43
<b>CAPÍTULO 3: ENLACES RADIOELÉCTRICOS.....</b>	<b>44</b>
3.1 Introducción.....	44
3.2. Parámetros a considerar en Radio Mobile para la simulación de los enlaces.....	44
3.3 Diseño y simulación de los radioenlaces.....	56
3.3.1 Radioenlaces punto - punto.....	60
3.3.1.1 Repetidor Canal 2.....	61
3.3.1.1.1 Reconector 1.....	61
3.3.1.1.2 Reconector 2.....	62
3.3.1.2 Repetidor El Valle.....	65
3.3.1.2.1 Reconector 5.....	65
3.3.1.2.2 Reconector 6.....	67
3.3.1.2.3 Reconector 8.....	68
3.3.1.2.4 Reconector 41.....	70
3.3.1.3 Edificio Matriz. ....	71
3.3.1.3.1 Reconector 10.....	71
3.3.1.4 Repetidor Barabón. ....	73
3.3.1.4.1 Reconector 27.....	73
3.3.1.4.2 Reconector 28.....	74
3.3.1.4.3 Reconector 35.....	77
3.3.1.4.4 Reconector 37.....	78
3.3.1.5 Repetidor El Guzho.....	80
3.3.1.5.1 Reconector 4.....	80
3.3.1.5.2 Reconector 38.....	83
3.3.1.6 Repetidor Tarqui. ....	86
3.3.1.6.1 Reconector 39.....	86

3.3.1.6.2 Reconector 40.....	87
3.3.1.7 Repetidor Yuquín.....	88
3.3.1.7.1 Reconector 42.....	88
3.3.1.7.2 Reconector 43.....	90
3.3.1.7.3 Reconector 44.....	91
3.3.1.7.4 Reconector 45.....	93
3.3.1.8 Repetidor Señor Pungo.....	94
3.3.1.8.1 Reconector 46.....	94
3.3.1.9 Repetidor Topal.....	96
3.3.1.9.1 Reconector 47.....	96
3.3.1.10 Repetidor Nariguña Militares.....	97
3.3.1.10.1 Reconector 48.....	97
3.3.1.11 Repetidor Maras.....	101
3.3.1.11.1 Reconector 49.....	101
3.3.1.11.2 Reconector 51.....	102
3.3.1.11.3 Reconector 52.....	104
3.3.1.12 Repetidor S/E 15.....	105
3.3.1.12.1 Reconector 50.....	105
3.3.1.13 Repetidor Mirador Troncal.....	107
3.3.1.13.1 Reconector 53.....	107
3.3.1.13.2 Reconector 68.....	108
3.3.1.14 Repetidor Altarurco.....	110
3.3.1.14.1 Reconector 54.....	110
3.3.1.15 Repetidor Kilamo.....	111
3.3.1.15.1 Reconector 55.....	111
3.3.1.15.2 Reconector 56.....	113
3.3.1.15.3 Reconector 58.....	114
3.3.1.16 Repetidor San Luis Mirador.....	116
3.3.1.16.1 Reconector 57.....	116
3.3.1.16.2 Reconector 63.....	117
3.3.1.17 Repetidor Tres Marías.....	119
3.3.1.17.1 Reconector 59.....	119
3.3.1.18 Repetidor Wisui.....	120

3.3.1.18.1 Reconnectador 60.....	120
3.3.1.19 Repetidor Cutucú. ....	124
3.3.1.19.1 Reconnectador 61.....	124
3.3.1.19.2 Reconnectador 64.....	127
3.3.1.20 Repetidor Jaime Roldos Tiwintza. ....	128
3.3.1.20.1 Reconnectador 62.....	128
3.3.1.21 Repetidor Chupianza.....	132
3.3.1.21.1 Reconnectador 65.....	132
3.3.1.22 Repetidor Cerro Bosco.....	133
3.3.1.22.1 Reconnectador 66.....	133
3.3.1.22.2 Reconnectador 67.....	139
3.3.1.23 Repetidor Guaguazhumi.....	143
3.3.1.23.1 Reconnectador 7.....	143
3.3.1.23.2 Reconnectador 13, 23 y 25.....	147
3.3.1.23.3 Reconnectador 29.....	149
3.3.2 Radioenlaces punto multipunto. ....	152
3.3.2.1 Repetidor Turi. ....	153
3.3.2.1.1 Reconnectador 3.....	153
3.3.2.1.2 Reconnectador 9.....	155
3.3.2.1.3 Reconnectador 11.....	156
3.3.2.1.4 Reconnectador 19.....	157
3.3.2.1.5 Reconnectador 36.....	158
3.3.2.2 Repetidor Guaguazhumi.....	161
3.3.2.2.1 Reconnectador 14.....	161
3.3.2.2.2 Reconnectador 15.....	164
3.3.2.2.3 Reconnectador 16.....	166
3.3.2.2.4 Reconnectador 17.....	167
3.3.2.2.5 Reconnectador 18.....	170
3.3.2.2.6 Reconnectador 21.....	171
3.3.2.2.7 Reconnectador 26.....	172
3.3.2.2.8 Reconnectador 33.....	174
3.3.2.3 Repetidor Rayoloma.....	176
3.3.2.3.1 Reconnectador 12.....	176

3.3.2.3.2 Reconectador 20.....	177
3.3.2.3.3 Reconectador 22.....	178
3.3.2.3.4 Reconectador 24.....	180
3.3.2.3.5 Reconectador 30.....	182
3.3.2.3.6 Reconectador 31.....	183
3.3.2.3.7 Reconectador 32.....	184
3.3.2.3.8 Reconectador 34.....	185
3.5 Conclusiones.....	186
<b>CAPÍTULO 4: TABLAS DE RESUMEN RADIOELÉCTRICO .....</b>	<b>188</b>
4.1 Introducción.....	188
4.3 Vista general de los radioenlaces.....	188
4.4 Resumen general de los radioenlaces.....	190
4.4.1 Tabla general de los radioenlaces con registro de equipos.....	190
4.4.2 Tabla de información respecto a los saltos.....	193
4.5 Conclusiones.....	194
<b>CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>195</b>
5.1 Introducción.....	195
5.2 Cálculo de presupuesto para equipos y materiales.....	195
5.3 Cálculo de costo por mano de obra.....	205
5.4 Presupuesto total del proyecto.....	210
5.5	
Conclusiones.....	210
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>211</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>215</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>216</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1 Modelo básico de radiocomunicaciones.....	4
Figura 1.2 Espectro electromagnético de frecuencias.....	6
Figura 1.3 Difracción en la cima de una montaña. ....	9
Figura 1.4 Reflexión de ondas de radio .....	10
Figura 1.5 Modos normales de propagación de ondas.....	12
Figura 1.6 Zona de Fresnel y línea de vista. ....	15
Figura 1.7 Ancho de haz de antena. ....	20
Figura 1.8 Diagrama copolar de radiación.....	21
Figura 1.9 Antenas <i>back to back</i> . ....	22
Figura 1.10 Reflectores simples y dobles. ....	23
Figura 2.1 Repetidores, Subestaciones, Agencias y Matriz en Azuay.....	36
Figura 2.2 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Cañar. ....	37
Figura 2.3 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Morona Santiago. ....	38
Figura 2.4 Reconnectores proyectados en Azuay. ....	39
Figura 2.5 Reconnectores proyectados en Cuenca.....	40
Figura 2.6 Reconnectores proyectados en Cañar. ....	40
Figura 2.7 Reconnectores proyectados en Morona Santiago. ....	41
Figura 2.8 Repetidores y reconnectores en Azuay, Cañar y Morona Santiago.....	42
Figura 3.1 Pasos para configurar un enlace en <i>Radio Mobile</i> .....	45
Figura 3.2 Datos de elevación recomendados.....	46
Figura 3.3 Parámetros de la Red. ....	47
Figura 3.4 Topología de la Red.....	49
Figura 3.5 Miembros de la Red (Repetidores).....	50
Figura 3.6 Miembros de la Red (Reconnectores).....	51
Figura 3.7 Sistemas de la Red.....	52
Figura 3.8 Estilo de la Red.....	53
Figura 3.9 Simulación del enlace de prueba con sus parámetros de resultado. ....	54

Figura 3.10 Perfil del enlace Reconector 1 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	61
Figura 3.11 Enlace Reconector 1 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	62
Figura 3.12 Perfil del enlace Reconector 2 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	63
Figura 3.13 Nuevo poste para el Reconector 2. ....	64
Figura 3.14 Perfil del nuevo enlace Reconector 2 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	64
Figura 3.15 Enlace Reconector 2 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	65
Figura 3.16 Perfil del enlace Reconector 5 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	66
Figura 3.17 Enlace Reconector 5 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	67
Figura 3.18 Perfil del enlace Reconector 6 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	67
Figura 3.19 Enlace Reconector 6 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	68
Figura 3.20 Perfil del enlace Reconector 8 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	69
Figura 3.21 Enlace Reconector 8 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	70
Figura 3.22 Perfil del enlace Reconector 41 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	70
Figura 3.23 Enlace Reconector 41 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	71
Figura 3.24 Perfil del enlace Reconector 10 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	72
Figura 3.25 Enlace Reconector 10 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	73
Figura 3.26 Perfil del enlace Reconector 27 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	73
Figura 3.27 Enlace Reconector 27 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	74
Figura 3.28 Perfil del enlace Reconector 28 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	75
Figura 3.29 Nuevo poste para la antena del Reconector 28. ....	76
Figura 3.30 Perfil del nuevo enlace Reconector 28 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	76
Figura 3.31 Enlace Reconector 28 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	77
Figura 3.32 Perfil del enlace Reconector 35 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	77
Figura 3.33 Enlace Reconector 35 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	78
Figura 3.34 Perfil del enlace Reconector 37 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	79
Figura 3.35 Enlace Reconector 37 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	80
Figura 3.36 Perfil del enlace Reconector 4 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	80
Figura 3.37 Nuevo poste para el Reconector 4. ....	81
Figura 3.38 Perfil del nuevo enlace Reconector 4 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	82
Figura 3.39 Enlace Reconector 4 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	82
Figura 3.40 Perfil del enlace Reconector 38 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	83

Figura 3.41 Nuevo poste para la antena del Reconector 38. ....	84
Figura 3.42 Perfil del nuevo enlace Reconector 38 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	85
Figura 3.43 Enlace Reconector 38 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	85
Figura 3.44 Perfil del enlace Reconector 39 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	86
Figura 3.45 Enlace Reconector 39 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	87
Figura 3.46 Perfil del enlace Reconector 40 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	87
Figura 3.47 Enlace Reconector 40 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	88
Figura 3.48 Perfil del enlace Reconector 42 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	89
Figura 3.49 Enlace Reconector 41 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	90
Figura 3.50 Perfil del enlace Reconector 43 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	90
Figura 3.51 Enlace Reconector 43 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	91
Figura 3.52 Perfil del enlace Reconector 44 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	92
Figura 3.53 Enlace Reconector 44 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	93
Figura 3.54 Perfil del enlace Reconector 45 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	93
Figura 3.55 Enlace Reconector 45 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	94
Figura 3.56 Perfil del enlace Reconector 46 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	95
Figura 3.57 Enlace Reconector 46 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	96
Figura 3.58 Perfil del enlace Reconector 47 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	96
Figura 3.59 Enlace Reconector 47 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	97
Figura 3.60 Perfil del enlace interceptado Reconector 48 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	98
Figura 3.61 Acceso al salto Reconector 48. ....	98
Figura 3.62 Perfil del primer enlace Reconector 48 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	99
Figura 3.63 Perfil del segundo enlace Reconector 48 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	100
Figura 3.64 Enlaces Reconector 48 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	101
Figura 3.65 Perfil del enlace Reconector 49 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	101
Figura 3.66 Enlace Reconector 49 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	102
Figura 3.67 Perfil del enlace Reconector 51 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	103
Figura 3.68 Enlace Reconector 51 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	104
Figura 3.69 Perfil del enlace Reconector 52 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	104
Figura 3.70 Enlace Reconector 52 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	105
Figura 3.71 Perfil del enlace Reconector 50 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	106



Figura 3.72 Enlace Reconectador 50 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	107
Figura 3.73 Perfil del enlace Reconectador 53 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	107
Figura 3.74 Enlace Reconectador 53 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	108
Figura 3.75 Perfil del enlace Reconectador 68 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	109
Figura 3.76 Enlace Reconectador 68 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	110
Figura 3.77 Perfil del enlace Reconectador 54 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	110
Figura 3.78 Enlace Reconectador 54 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	111
Figura 3.79 Perfil del enlace Reconectador 55 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	112
Figura 3.80 Enlace Reconectador 55 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	113
Figura 3.81 Perfil del enlace Reconectador 56 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	113
Figura 3.82 Enlace Reconectador 56 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	114
Figura 3.83 Perfil del enlace Reconectador 58 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	115
Figura 3.84 Enlace Reconectador 58 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	116
Figura 3.85 Perfil del enlace Reconectador 57 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	116
Figura 3.86 Enlace Reconectador 57 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	117
Figura 3.87 Perfil del enlace Reconectador 63 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	118
Figura 3.88 Enlace Reconectador 63 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	119
Figura 3.89 Perfil del enlace Reconectador 59 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	119
Figura 3.90 Enlace Reconectador 59 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	120
Figura 3.91 Perfil del enlace interceptado Reconectador 60 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	121
Figura 3.92 Acceso al salto Reconectador 60.....	121
Figura 3.93 Perfil del primer enlace Reconectador 60 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	122
Figura 3.94 Perfil del segundo enlace Reconectador 60 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	123
Figura 3.95 Enlaces Reconectador 60 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	124
Figura 3.96 Perfil del enlace interceptado Reconectador 61 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	124
Figura 3.97 Acceso al salto Reconectador 61.....	125
Figura 3.98 Perfil del primer enlace Reconectador 61 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	125
Figura 3.99 Perfil del segundo enlace Reconectador 61 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	126
Figura 3.100 Enlaces Reconectador 61 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	127
Figura 3.101 Perfil del enlace Reconectador 64 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	127
Figura 3.102 Enlace Reconectador 64 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	128

Figura 3.103 Perfil del enlace interceptado Reconectador 62 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	129
Figura 3.104 Acceso al salto Reconectador 62. ....	129
Figura 3.105 Perfil del primer enlace Reconectador 62 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	130
Figura 3.106 Perfil del segundo enlace Reconectador 62 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	131
Figura 3.107 Enlaces Reconectador 62 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	132
Figura 3.108 Perfil del enlace Reconectador 65 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	132
Figura 3.109 Enlace Reconectador 65 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	133
Figura 3.110 Perfil del enlace interceptado Reconectador 66 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	134
Figura 3.111 Acceso al primer salto Reconectador 66. ....	134
Figura 3.112 Acceso al segundo salto Reconectador 66.....	135
Figura 3.113 Perfil del primer enlace Reconectador 66 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	136
Figura 3.114 Perfil del segundo enlace Reconectador 66 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	137
Figura 3.115 Perfil del tercer enlace Reconectador 66 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	138
Figura 3.116 Enlaces Reconectador 66 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	139
Figura 3.117 Perfil del enlace interceptado Reconectador 67 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	139
Figura 3.118 Acceso al salto Reconectador 67. ....	140
Figura 3.119 Perfil del primer enlace Reconectador 67 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	141
Figura 3.120 Perfil del segundo enlace Reconectador 67 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	142
Figura 3.121 Enlaces Reconectador 67 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	143
Figura 3.122 Perfil del enlace interceptado Reconectador 7 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	143
Figura 3.123 Acceso al salto Reconectador 7. ....	144
Figura 3.124 Perfil del primer enlace Reconectador 7 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	145
Figura 3.125 Perfil del segundo enlace Reconectador 7 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	146
Figura 3.126 Enlaces Reconectador 7 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	147
Figura 3.127 Perfil del enlace Reconectador 13, 23 y 25 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	147
Figura 3.128 Nuevo poste para la antena del Reconectador 13, 23 y 25. ....	148
Figura 3.129 Perfil del nuevo enlace Reconectador 13, 23 y 25 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	149
Figura 3.130 Enlace Reconectador 13, 23 y 25 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	149
Figura 3.131 Perfil del enlace Reconectador 29 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	150
Figura 3.132 Nuevo poste para el Reconectador 29. ....	151
Figura 3.133 Perfil del nuevo enlace Reconectador 29 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	151

Figura 3.134 Enlace Reconectador 29 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	152
Figura 3.135 Perfil del enlace Reconectador 3 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	153
Figura 3.136 Nuevo poste para la antena del Reconectador 3. ....	154
Figura 3.137 Perfil del nuevo enlace Reconectador 3 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	155
Figura 3.138 Perfil del enlace Reconectador 9 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	156
Figura 3.139 Perfil del enlace Reconectador 11 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	157
Figura 3.140 Perfil del enlace Reconectador 19 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	158
Figura 3.141 Perfil del enlace Reconectador 36 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	159
Figura 3.142 Nuevo poste para la antena del Reconectador 36. ....	160
Figura 3.143 Perfil del nuevo enlace Reconectador 36 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	160
Figura 3.144 Enlaces sectoriales Turi ( <i>Radio Mobile</i> ).....	161
Figura 3.145 Perfil del enlace Reconectador 14 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	162
Figura 3.146 Nuevo poste para la antena del Reconectador 14. ....	163
Figura 3.147 Perfil del nuevo enlace Reconectador 14 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	163
Figura 3.148 Perfil del enlace Reconectador 15 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	164
Figura 3.149 Nuevo poste para la antena del Reconectador 15. ....	165
Figura 3.150 Perfil del nuevo enlace Reconectador 15 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	166
Figura 3.151 Perfil del enlace Reconectador 16 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	167
Figura 3.152 Perfil del enlace Reconectador 17 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	168
Figura 3.153 Nuevo poste para el Reconectador 17. ....	169
Figura 3.154 Perfil del nuevo enlace Reconectador 17 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	169
Figura 3.155 Perfil del enlace Reconectador 18 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	170
Figura 3.156 Perfil del enlace Reconectador 21 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	171
Figura 3.157 Perfil del enlace Reconectador 26 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	172
Figura 3.158 Nuevo poste para la antena del Reconectador 26. ....	173
Figura 3.159 Perfil del nuevo enlace Reconectador 26 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	174
Figura 3.160 Perfil del enlace Reconectador 33 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	175
Figura 3.161 Enlaces sectoriales Guaguazhumi ( <i>Radio Mobile</i> ).....	175
Figura 3.162 Perfil del enlace Reconectador 12 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	176
Figura 3.163 Perfil del enlace Reconectador 20 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	177
Figura 3.164 Perfil del enlace Reconectador 22 ( <i>Radio Mobile</i> ).....	178

Figura 3.165 Nuevo poste para la antena del Reconectador 22. ....	179
Figura 3.166 Perfil del nuevo enlace Reconectador 22 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	180
Figura 3.167 Perfil del enlace Reconectador 24 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	181
Figura 3.168 Perfil del enlace Reconectador 30 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	182
Figura 3.169 Perfil del enlace Reconectador 31 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	183
Figura 3.170 Perfil del enlace Reconectador 32 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	184
Figura 3.171 Perfil del enlace Reconectador 34 ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	185
Figura 3.172 Enlaces sectoriales Rayoloma ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	186
Figura 4.1 Mapa general de enlaces en Azuay Cañar y Morona Santiago ( <i>Radio Mobile</i> ). .....	189
Figura 4.2 Mapa general de enlaces concentrados en Cuenca ( <i>Radio Mobile</i> ). ....	189

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.1 Designación de bandas CCIR. ....	6
Tabla 1.2 Plan de Frecuencias.....	8
Tabla 1.3 Parámetros de un radioenlace. ....	19
Tabla 2.1 Repetidores en Azuay. ....	26
Tabla 2.2 Usuarios finales en Azuay.....	27
Tabla 2.3 Repetidores en Cañar. ....	28
Tabla 2.4 Usuarios finales en Cañar. ....	29
Tabla 2.5 Repetidores en Morona Santiago. ....	29
Tabla 2.6 Usuarios finales en Morona Santiago. ....	31
Tabla 2.7 Reconnectores proyectados en Azuay.....	32
Tabla 2.8 Reconnectores proyectados en Cañar.....	34
Tabla 2.9 Reconnectores proyectados en Morona Santiago.....	34
Tabla 3.1 Ubicación de reconnectores por calles, avenidas y zonas. ....	56
Tabla 3.2 Reconnectores existentes en cada repetidor. ....	58
Tabla 3.3 Antenas sectoriales para cada repetidor. ....	152
Tabla 4.1 Tabla de información general de radioenlaces.....	190
Tabla 4.2 Información general de nodos nuevos o saltos. ....	193
Tabla 5.1 Conteo de material. ....	196
Tabla 5.2 Impuestos de materiales importados. ....	201
Tabla 5.3 Presupuesto de materiales. ....	203
Tabla 5.4 Conteo de mano de obra.....	205
Tabla 5.5 Presupuesto mano de obra.....	209
Tabla 5.6 Presupuesto total del proyecto. ....	210

**ÍNDICE DE ANEXOS.**

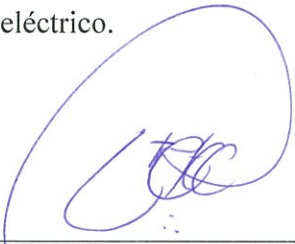
ANEXO 1: Salario real hora de mercado del trabajador.....	217
ANEXO 2: Costo total por hora de la camioneta.....	218
ANEXO 3: Costos por hora de equipos y herramientas. ....	219
ANEXO 4: Costos por hora de materiales a usar el contratista. ....	219
ANEXO 5: Precios Unitarios.....	220

**ANÁLISIS Y DISEÑO RADIOELÉCTRICO PARA LA GESTIÓN REMOTA  
POR PARTE DEL COD-CENTROSUR PARA LOS RECONECTADORES  
PROYECTADOS EN AZUAY, CAÑAR, Y MORONA SANTIAGO.**

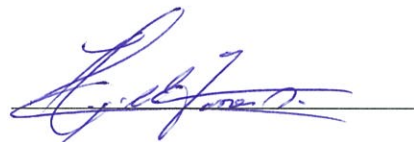
**RESUMEN.**

El tiempo de respuesta al corte de servicio eléctrico, es crítico para los usuarios y para CENTROSUR, así como obtener datos en tiempo real de los parámetros que puedan ofrecer los reconectores. Estos dos aspectos, son problemas que trata de cubrir CENTROSUR con este proyecto, teniendo así un procedimiento de análisis y diseños. La importancia del desarrollo de este proyecto, es de proponer diseños radioeléctricos para los sesenta y ocho reconectores nuevos, obteniendo enlaces válidos respecto a sus parámetros. Existen pocos reconectores actualmente instalados, pero la demanda ha generado que CENTROSUR necesite de un nuevo presupuesto monetario para iniciar este proyecto, existiendo así el cálculo de precios por materiales y mano de obra.

**Palabras claves:** Reconectores, Diseño Radioeléctrico, Radioenlaces, Centrosur, Servicio eléctrico.



Esteban Damián Coello Mora.  
**Director del Trabajo de Titulación.**



Hugo Marcelo Torres Salamea.  
**Director de Escuela.**



Christian Danilo Calle Arévalo.  
**Autor.**

**ANALYSIS AND RADIOELECTRICAL DESIGN FOR REMOTE PROJECTED  
RECLOSERS MANAGEMENT PERFORMED BY *COD-CENTROSUR* IN AZUAY,  
CAÑAR, AND MORONA SANTIAGO**


**ABSTRACT**

The response time to power outage service is critical for users and for *CENTROSUR*, as well as to obtain real-time data of the parameters that reclosers can offer. These two aspects are problems that *CENTROSUR* is trying to solve through this project; therefore, an analysis and design process is necessary. The importance of the development of this project is to propose radio-electrical designs for sixty-eight new reclosers, obtaining valid links regarding their parameters. There are few reclosers currently installed, but the demand has created the need for *CENTROSUR* of a new budget in order to start this project; and consequently, price calculation for materials and labor.

**Keywords:** Reclosers, Radio-electrical Design, Radio links, *Centrosur*, Electrical Service.

  
Esteban Damján Coello Mora.  
**Thesis Director**

  
Hugo Marcelo Torres Salamea.  
**School Director**

  
Christian Danilo Calle Arévalo  
**Author**



Calle Arévalo Christian Danilo

Trabajo de Titulación

Ing. Esteban Damián Coello Mora. Mst

Julio, 2016

**ANÁLISIS Y DISEÑO RADIOELÉCTRICO PARA LA GESTIÓN REMOTA  
POR PARTE DEL COD-CENTROSUR PARA LOS RECONECTADORES  
PROYECTADOS EN AZUAY, CAÑAR, Y MORONA SANTIAGO.**

**INTRODUCCIÓN.**

El proyecto de instalar nuevos reconectores en las zonas de Azuay, Cañar y Morona Santiago, es un proyecto en el cual CENTROSUR está empezando a trabajar desde sus diseños de enlaces hasta los cálculos de presupuestos para todo el proyecto. Precisamente, el trabajo que se obtiene al desarrollar esta tesis, es maximizar el tiempo de respuesta por parte de CENTROSUR al corte de servicio eléctrico, así como obtener datos en tiempo real de los parámetros más importantes que puedan ofrecer los reconectores. Para poder realizar lo mencionado anteriormente, el desarrollo del proyecto de tesis pasará por una serie de procesos. El primero de ellos, es un proceso que en todo proyecto se debe tomar en cuenta; y es poder identificar todos los repetidores existentes y disponibles de uso, así como, los reconectores proyectados. La identificación de todos ellos hará posible dar inicio a la simulación y diseño de los sesenta y ocho enlaces radioeléctricos mediante *software*, que van desde los repetidores hacia los distintos reconectores, así como determinar todos los parámetros radioeléctricos. Los diseños de cada radioenlace se respaldan con análisis de ingeniería de campo, verificando la existencia de una línea de vista desde el nuevo reconector hasta el repetidor en los enlaces. Los resultados de parámetros radioeléctricos son de vital importancia, y es muy necesario resumirlo mediante tablas y diagramas con la finalidad de tener una fácil y rápida comprensión acerca del proyecto. Finalmente, el resultado de las tablas, ayuda de una manera óptima al conteo de equipos para dar un presupuesto final en materiales y mano de obra, para la puesta en marcha del proyecto.

## CAPÍTULO 1

### FUNDAMENTO TEÓRICO.

#### 1.1. Introducción.

La introducción al capítulo uno consta de todos los fundamentos teóricos necesarios para una buena comprensión de los aspectos más importantes del proyecto, debemos considerar que se deben explicar algunos componentes físicos, ya que estos forman parte del diseño de los radioenlaces. Se explican temas como: radiocomunicaciones, radioenlaces, *software* para el diseño de radioenlaces y los reconfiguradores; cada uno de los puntos mencionados tiene su desglose respectivo de parámetros importantes que serán sustentados para lograr el único objetivo que es dar todos los conocimientos teóricos necesarios. Finalmente toda la teoría seguirá un orden específico del cual haremos uso principalmente de dos metodologías de investigación: bibliográfica y descriptiva.

#### 1.2. Radiocomunicación.

La radiocomunicación es la telecomunicación por medio de ondas radioeléctricas. A su vez las ondas radioeléctricas se definen como ondas electromagnéticas que viajan en el espacio sin guía artificial en donde su límite máximo de frecuencia, convencionalmente, es de 3000 GHz<sup>1</sup>. Toda esta definición es proporcionada según la UIT<sup>2</sup> (HERNANDO RABANOS, 2008).

La radiocomunicación se basa en la superposición de la información a transmitir en una onda electromagnética llamada portadora y la inserción de esa información constituye la modulación, que a consecuencia del mismo genera una onda modulada cuyo espectro

---

<sup>1</sup> GHz: Giga *Hertz*.

<sup>2</sup> UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

contiene un conjunto de frecuencias en torno a la portadora. La onda modulada finalmente se propaga por la antena. Dentro de este proceso se encuentra un conjunto de equipos: moduladores, filtros, antenas, que en un sistema de radiocomunicación constituyen al transmisor. Se tienen claro dos conceptos importantes, la radiación es el flujo saliente de energía (ondas electromagnéticas), y la emisión es la producción de radiación. En algunos casos, puede existir la presencia de radiaciones parásitas. Siguiendo con la transmisión de la onda modulada, ésta al llegar a su destino, accede a todo el sistema de recepción por medio de la antena, el conjunto de equipos que constituyen al receptor están formados por antena, amplificadores, demodulador y filtro. Debido a las características de propagación de las ondas radioeléctricas, es muy frecuente que también existan señales interferentes que en muchas ocasiones son emitidas para otros destinos o señales no deseadas que son de origen natural o artificial (HERNANDO RABANOS, 2008).

El modelo básico que se usa para el estudio y análisis de un sistema de radiocomunicación se representa en la figura 1.1, en donde se resalta y se da a conocer los siguientes puntos:

1. Entrada de la señal de información al modulador.
2. Salida de la señal modulada.
3. Salida de la señal amplificada y filtrada del transmisor con destino a la antena.
4. Emisión de la portadora.
5. Llegada de las señales (deseada y no deseada) al receptor.
6. Entrada al demodulador del receptor.
7. Recuperación de la información.
8. Actuación del ruido sobre el receptor (HERNANDO RABANOS, 2008).

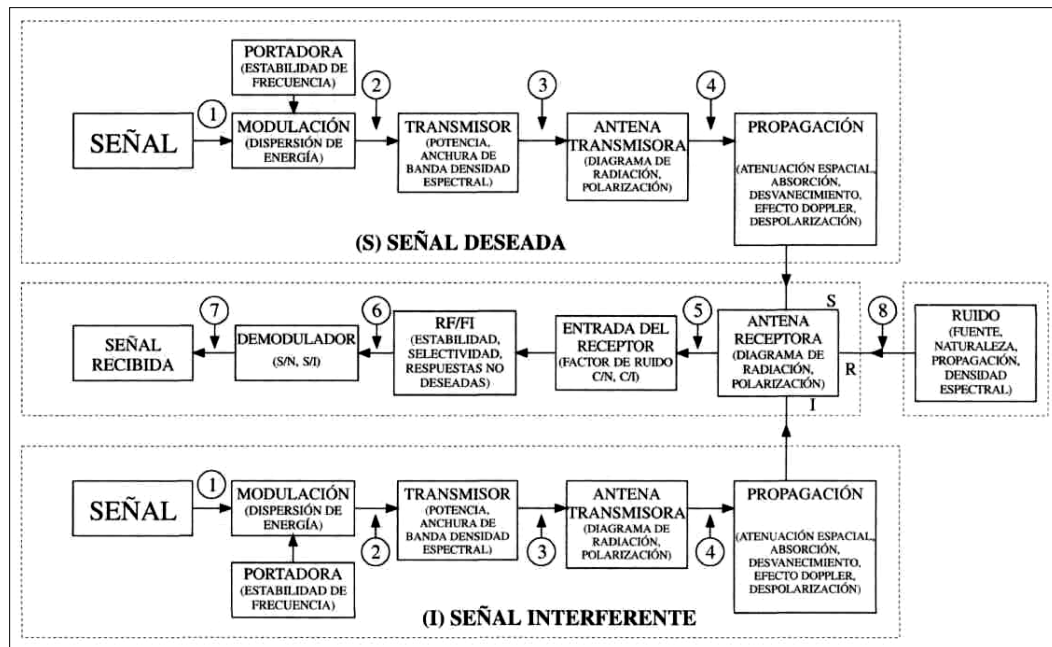


Figura 1.1 Modelo básico de radiocomunicaciones.

Fuente: (HERNANDO RABANOS, 2008).

El servicio de la radiocomunicación implica la emisión y recepción de ondas radioeléctricas con la finalidad de transmitir o recibir la información, cubriendo así necesidades de telecomunicación o de tipo científico o industrial. Estos servicios se clasifican según el tipo de radiocomunicación, citando primeramente tres clases (HERNANDO RABANOS, 2008):

- Servicio fijo.- Es el servicio punto a punto que se presta entre puntos fijos determinados.
- Servicio móvil.- Se realizan con estaciones móviles entre sí, o con una o más estaciones fijas. A su vez se subdividen en servicio móvil terrestre, marítimo y aeronáutico.
- Servicio de radiodifusión.- Sus emisiones se destinan a la recepción directa por el público en general.

Existen también mas formas de clasificar los servicios en base a sus aplicaciones, estos pueden ser explotados según sea la conveniencia de la aplicación:

- Servicios de radio determinación (radionavegadores y radiolocalización).
- Servicios de exploración de la tierra por satélite.
- Servicios de radioastronomía e investigación espacial.
- Servicios de frecuencias patrón y señales horarias.
- Servicios de aficionados (HERNANDO RABANOS, 2008).

### **1.2.1. Espectro electromagnético.**

El principal objetivo que se tienen en un sistema electrónico de comunicaciones es poder transferir información entre dos o más lugares, que comúnmente se los denomina estaciones. Todo este objetivo principal se lo logra convirtiendo la información original a energía electromagnética, para transmitirla a continuación a una o más estaciones receptoras, donde vuelven a convertirse a su estado original. La energía electromagnética se puede propagar de distintas maneras, ya sea en forma de voltaje o corriente mediante conductores, o bien en forma de ondas de radio que son emitidas en el espacio, o como ondas luminosas mediante fibra óptica (TOMASI, 2003).

El espectro electromagnético de frecuencias total está formado por frecuencias que van desde las subsónicas (pocos hertz) hasta los rayos cósmicos ( $10^{22}\text{Hz}^3$ ). En la figura 1.2 se puede observar claramente que el espectro de frecuencias se subdivide en bandas, donde cada banda tiene su nombre y su límite. El espectro total de RF<sup>4</sup> están divididas en bandas de frecuencias más angostas y algunas de ellas se subdividen en diversos tipos de servicios. Las designaciones de banda según el CCIR<sup>5</sup> se muestran en la tabla 1.1 a continuación (TOMASI, 2003).

---

<sup>3</sup> Hz: *Hertz*.

<sup>4</sup> RF: Radio frecuencias.

<sup>5</sup> CCIR: Comité Consultivo Internacional de Radio.

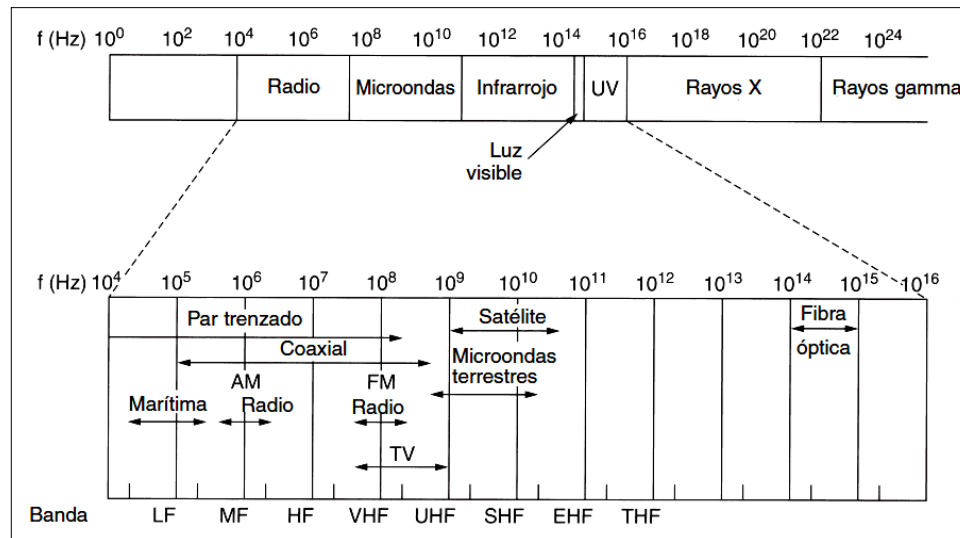


Figura 1.2 Espectro electromagnético de frecuencias.

Fuente: (TANENBAUM, 2003).

Tabla 1.1 Designación de bandas CCIR.

Banda	Frecuencias	Designación	Aplicación
2	30Hz - 300Hz	ELF ( <i>extremely low frequency</i> )	Señales de distribución eléctrica y telemetría.
3	0.3KHz - 3KHz	VF ( <i>voice frequencies</i> )	Señales de voz humana y canales telefónicos.
4	3KHz - 30KHz	VLF ( <i>very low frequency</i> )	Señales de máximo rango audible humano. Comunicaciones submarinas.
5	30KHz - 300KHz	LF ( <i>low frequency</i> )	Navegación marítima y aeronáutica.
6	0.3MHz - 3MHz	MF ( <i>medium frequency</i> )	Emisiones de radio AM.
7	3MHz - 30MHz	HF ( <i>high frequency</i> )	Radiocomunicaciones full-dúplex.
8	30MHz - 300MHz	VHF ( <i>very high frequency</i> )	Radios móviles, comunicación marina y aeronáutica, emisión FM y emisión de TV.
9	300MHz - 3GHz	UHF ( <i>ultra high frequency</i> )	Emisión de TV, servicios móviles de comunicaciones terrestres, celulares y radares.
10	3GHz - 30GHz	SHF ( <i>super high frequency</i> )	Radiocomunicación por microonda y satelitales.
11	30GHz - 300GHz	EHF ( <i>extremely high frequency</i> )	Para aplicaciones costosas de radiocomunicaciones.
12	0.3THz - 3THz	Luz infrarroja	La señal infrarroja es radiación electromagnética asociada al calor y se usa como guía de proyectiles.
13	3THz - 30THz	Luz infrarroja	
14	30THz - 300THz	Luz infrarroja	
15	0.3PHz - 3PHz	Luz visible	Captadas por el ojo humano. Se usan en F.O.

16	3PHz - 30PHz	Luz ultravioleta	Escasamente usados en comunicaciones electrónicas.
17	30PHz - 300PHz	Rayos X	
18	0.3EHZ - 3EHZ	Rayos gamma	
19	3EHZ - 30EHZ	Rayos cósmicos	

Fuente: (TOMASI, 2003).

### 1.2.2. Planificación y asignación de frecuencias Ecuador.

El PNF<sup>6</sup> es el encargado de establecer la atribución de las bandas de frecuencias a los diferentes servicios de radiocomunicaciones como: fijo, móvil, fijo por satélite, móvil por satélite, móvil aeronáutico, móvil marítimo y radiodifusión. El PNF siempre se realiza tomando en cuenta las Resoluciones aprobadas por el ARCOTEL<sup>7</sup> en materia de gestión del espectro radioeléctrico y las modificaciones de atribución de bandas de frecuencias radioeléctricas por la UIT (ARCOTEL, 2012).

El PNF está publicado mediante una cuadro de Atribución de Frecuencias en el rango de 8.9KHz<sup>8</sup> – 3000GHz. La UIT dividió al mundo en tres regiones, de las cuales Ecuador pertenece a la Región 2. La presentación de la tabla 1.2 contiene toda la información, que a su vez está formada por tres columnas. La primera columna, Región 2, contiene las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios de radiocomunicaciones en la Región 2. La segunda columna, Ecuador, contiene las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios de radiocomunicaciones en el Ecuador; y la tercera columna, Notas Nacionales, contiene notas de pie de cuadro para el Ecuador (ARCOTEL, 2012). De acuerdo a la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, la banda de frecuencia libre a usar en este proyecto será dependiente de la Resolución-Tel-560-18-CONATEL-2010, que da a conocer que para equipos de potencia pico máximo del transmisor a 1000mW<sup>9</sup>, se debe trabajar en bandas no licenciadas con rango de 5725-5850 MHz<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> PNF: Plan Nacional de Frecuencias.

<sup>7</sup> ARCOTEL: Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

<sup>8</sup> KHz: Kilo *Hertz*.

<sup>9</sup> mW: Mili *watts*.

<sup>10</sup> MHz: Mega *Hertz*.

Tabla 1.2 Plan de Frecuencias.

REGION 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	Rango MHz Nota EQA (resumen): Servicio (Sistema/Uso)
5925 - 6700 FIJO ADD 5.A120 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) 5.457A MOD 5.457B MOVIL 5.457C 5.149 5.440 5.458	5925 - 6700 FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) 5.457A 5.149 5.440 5.458	5925-6425 EQA.50: FIJO; FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio). 6425-6700 EQA.110: FIJO (enlaces radioeléctricos con emisiones de televisión); FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio).
6700 - 7075 FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) (espacio-tierra) 5.441 (Tierra-espacio) (espacio-tierra) 5.441 MOVIL 5.458 5.458A 5.458B 5.458C	6700 - 7075 FIJO 5.458	6700-7075 EQA.110: FIJO (enlaces radioeléctricos con emisiones de televisión).

Fuente: (ARCOTEL, 2012).

### 1.2.3. Propiedades de las ondas de radio.

Se tiene en cuenta que el comportamiento de las ondas de radio pueden tener muchas variaciones en cuanto a su longitud de onda, por lo tanto tenemos presente siempre los siguiente aspectos importantes. Cuanto más larga la longitud de onda, mayor el alcance para viajar a través y alrededor de obstáculos. Pero cuanto más corta la longitud de onda, puede transportar más datos (FLICKENGER, 2013).

#### 1.2.3.1. Difracción.

La difracción se produce cuando las ondas, al incidir en la superficie de un objeto, dan la impresión de doblarse. El principio de *Huygens* explica este comportamiento de la ondas con un ejemplo sencillo; imaginemos que en algún instante determinado, cada punto de frente de onda se considera como el punto inicial de otra onda, si dicha onda incide



sobre una superficie y logra atravesarla por alguna imperfección, es pues por medio de la difracción que las ondas se doblan en sus esquinas y atraviesan la barrera. En la microondas, la difracción se da cuando la onda choca con superficies sólidas (paredes, picos de montañas, etc.) generando un cambio en su dirección que a su vez dobla sus esquinas, esta explicación se representa en la figura 1.3. En el caso de la radiocomunicación, la difracción genera pérdidas de potencia, en algunos casos este fenómeno se lo puede usar para rodear obstáculos (TOMASI, 2003) (FLICKENGER, 2013).

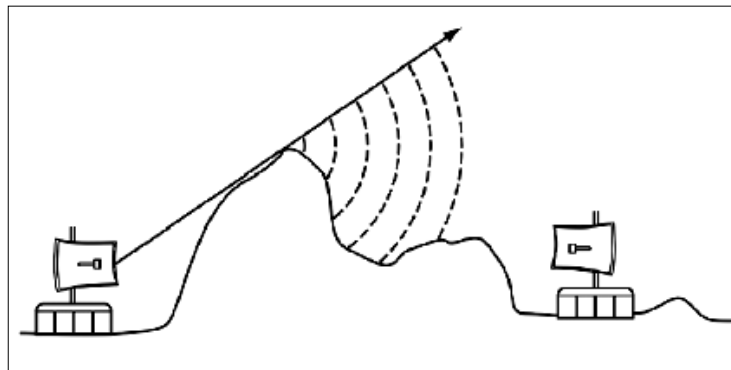


Figura 1.3 Difracción en la cima de una montaña.

Fuente: (FLICKENGER, 2013).

### 1.2.3.2. Reflexión.

Tanto la luz visible como las ondas de radio son reflejadas al momento de entrar en contacto con materiales como: el metal y las superficies de agua. La manera en la que se genera una reflexión es muy sencilla de entender; la reflexión se da cuando una onda con cierto ángulo incide en una superficie y esta provoca una desviación de la onda con el mismo ángulo. Las cosas pueden complicarse en las situaciones urbanas ya que pueden encontrarse un sin número de objetos de metal con formas variadas y complicadas que generan reflexión. Debido al problema explicado anteriormente, se deriva el efecto multitrayecto, el efecto multitrayecto consiste en que las señales que lleguen al receptor

lo harán por diferentes caminos y en tiempos diferentes, y esto es un problema muy importante a tomar en cuenta en las redes inalámbricas (FLICKENGER, 2013).

Una de las ventajas que nos regala la reflexión, es la aplicación práctica en la construcción de antenas, dichas antenas son construidas de tal manera que la parábola sea colocada detrás del transmisor o receptor para recoger las ondas de radio y concentrarlas en un solo punto. Como se puede ver en la figura 1.4, claramente el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión (FLICKENGER, 2013).

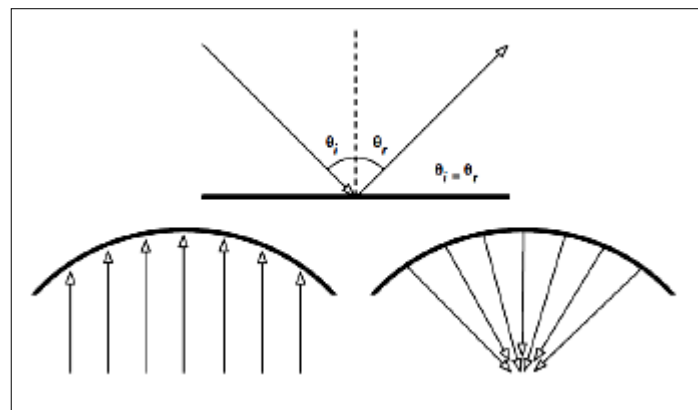


Figura 1.4 Reflexión de ondas de radio

Fuente: (FLICKENGER, 2013).

### 1.2.3.3. Absorción.

La absorción se genera principalmente cuando las ondas electromagnéticas atraviesan un material generando atenuaciones en la señal. La cantidad de potencia perdida va a depender de su frecuencia y del material. Un ejemplo de aplicación como ventaja, es que se puede usar ese coeficiente de absorción para describir el impacto de un material en la radiación. En las microondas, los materiales más absorbentes son el metal y el agua. Por otra parte la atmosfera también puede generar absorción debido a las capas más bajas que ésta posee, produciendo perdidas de energía en la onda que se encuentra propagándose. Las pérdidas producidas por las capas atmosféricas no son muy grandes

cuando la onda se propaga a frecuencias mayores de 10GHz, por lo tanto se toman en cuenta mas factores como: frecuencia, altura sobre el nivel del mar de los lugares de transmisión y recepción, altura de la antenas, densidad de vapor de agua y temperatura (TOMASI, 2003) (FLICKENGER, 2013).

#### **1.2.3.4. Refracción.**

La refracción es el cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación. Por lo tanto siempre existirá refracción cuando una onda de radio pase de un medio a otro de distinta densidad. Siempre que un rayo pasa de un medio menos denso a otro más denso, se dobla hacia la normal y siempre que un rayo pasa de un medio más denso a otro menos denso se dobla alejándose de la normal. En el mismo caso, la velocidad a la que se propaga la onda dependerá del medio, por lo tanto si una onda pasa de un medio más denso a otro menos denso la velocidad de la misma aumenta y viceversa (TOMASI, 2003).

#### **1.2.4. Modos de propagación.**

Los modos de propagación de las ondas electromagnéticas son de distinta maneras, por lo tanto las modalidades de propagación de una onda radioeléctrica dependen de su frecuencia, del tipo y de características eléctricas del terreno subyacente (HERNANDO RABANOS, 2008). La ilustración de los modos de propagación entre dos antenas radio se puede ver en la figura 1.5, y a continuación las explicaciones de los modos de propagación.

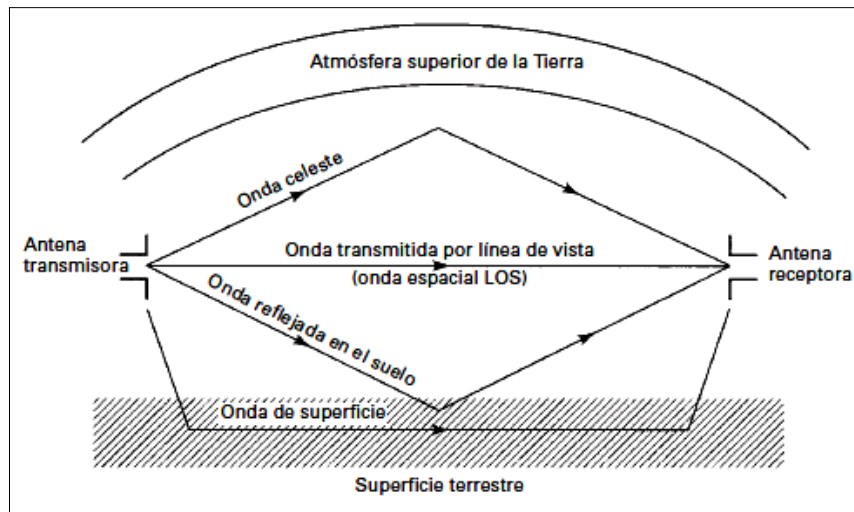


Figura 1.5 Modos normales de propagación de ondas.

Fuente: (TOMASI, 2003).

#### 1.2.4.1. Propagación de ondas terrestre.

Las ondas electromagnéticas que viajan dentro de la atmósfera terrestre se llaman ondas terrestres. Como su nombre lo dice las ondas terrestres se influyen por la atmósfera y por la tierra, viajando así por la superficie de la tierra. A las ondas terrestres también se las llama ondas superficiales. Las ondas terrestres deben tener una polarización vertical, de no ser así, tendría un corto alcance por estar paralela a la superficie de la tierra conductiva. Las ondas terrestres se atenúan a medida que se van propagando, por lo tanto es mejor cuando se propagan sobre superficie conductora. Las pérdidas en las ondas terrestres aumentan rápidamente al aumentar la frecuencia, por lo tanto este modo de propagación se limita a frecuencias menores a 2MHz. En cuanto a aplicaciones, la propagación por ondas terrestres se usa normalmente para comunicaciones marítimas (TOMASI, 2003).

#### 1.2.4.2. Propagación de ondas espaciales.

En las ondas espaciales las propagaciones se dan a través de las capas bajas de la atmósfera terrestre (tropósfera). La limitación que tiene la onda espacial es que está limitada al alcance de la visión óptica entre el transmisor y el receptor. Puede ser

perturbada por componentes de reflexión y desvanecimiento produciéndose disminución en la potencia recibida (HERNANDO RABANOS, 2008). Por lo tanto las ondas espaciales incluyen ondas directas y las reflejadas en el suelo. La propagación de ondas espaciales directas tiene como nombre transmisión por LOS<sup>11</sup> y su única limitante es la curvatura de la tierra. Mientras que las ondas reflejadas en el suelo son las que refleja la superficie terrestre cuando se propagan entre las antenas emisora y receptora (TOMASI, 2003).

#### **1.2.4.3. Propagación por ondas celestes.**

Son las ondas que se dirigen sobre el nivel del horizonte. Estas se irradian hacia el cielo, donde son reflejadas o refractadas hacia la superficie terrestre por la ionósfera. A la propagación de ondas celestes también se las conoce comúnmente como propagación ionosférica (TOMASI, 2003).

#### **1.2.4.4. Propagación en línea recta.**

La propagación de línea recta también es conocida como onda directa que se emite desde la antena transmisora hasta la receptora sin tocar el suelo ni la ionósfera. Esta propagación generalmente está en frecuencias elevadas como las VHF<sup>12</sup>, UHF<sup>13</sup> e incluso las SHF<sup>14</sup>. Se necesita tener claro dos aspectos básicos, el primero de ellos es la distancia al horizonte, que es la distancia que cubre el recorrido de la onda, desde que es transmitida por la antena hasta el primer roce tangencial con la superficie terrestre; y el segundo es la distancia de alcance visual, que es la distancia máxima que puede haber entre antena transmisora y receptora para que exista comunicación por onda directa (CASTRO & FUSARIO, 1999).

---

<sup>11</sup> LOS: *Line of Sight* (Línea de Vista).

<sup>12</sup> VHF: *Very High Frequency* (Frecuencia Muy Alta).

<sup>13</sup> UHF: *Ultra High Frequency* (Frecuencia Ultra Alta).

<sup>14</sup> SHF: *Super High Frequency* (Frecuencia Super Alta).

### 1.2.5. Línea de vista.

Para que un radioenlace funcione adecuadamente es necesario que exista visión directa entre las dos antenas que forman el radioenlace. “Las ondas electromagnéticas se propagan en línea recta. Por tanto, la propagación se realiza sobre el horizonte y dada la curva de la tierra, no son posibles grandes alcances. Las antenas emisoras y receptoras suelen estar ubicadas en torres elevadas, para asegurar la visión directa entre ellas” (ZANUY FAÚNDEZ, 2001). La línea de vista directa también es conocida como LOS. Al hablar de enlaces microondas la onda de radio se ensancha según se vayan propagando y para tener una buena radiocomunicación hace falta más que una línea de vista directa ya que la onda va formando un elipsoide, esta característica se la conocerá de una mejor manera a continuación como Zona de Fresnel (FLICKENGER, 2013).

### 1.2.6. Zona de Fresnel.

La teoría de la zona Fresnel abarca muchos parámetros importantes, pero gracias al *software* existente en el mercado se ha facilitado el cálculo del mismo. Conceptualmente la zona de Fresnel no es complicada de explicar, en términos cortos, la zona de Fresnel examina la línea existente desde un punto hacia otro y el espacio formado alrededor de esta (FLICKENGER, 2013). Como se vio anteriormente un radioenlace necesita una línea de vista, también llamada LOS, y espacio a su alrededor, definido por la primera zona de Fresnel, libre de obstáculos. Esta afirmación se fundamenta en que:

- La antena es el foco primario de una frente de onda que se expande.
- *Huygens* establece que cada punto del frente de onda genera una onda esférica.
- Las ondas de una misma frecuencia pueden interferirse (RAMIREZ LUZ, 2005).

En entornos urbanos lo más probable es que la línea de visión directa este obstaculizada por diferentes elementos de gran tamaño (árboles, edificios, etc.) que impidan la visibilidad directa. Por lo tanto la onda electromagnética se afecta por fenómenos como la difracción, la reflexión o la dispersión. En conclusión la zona de Fresnel es el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor. Las

reflexiones de un obstáculo ubicado en la primera zona de Fresnel generan reflexiones con un cambio de fase en la recepción de  $180^\circ$ , es decir la señal se atenúa o cancela. Si existen obstáculos en la segunda zona de Fresnel, estos generan reflexiones con un cambio de fase en la recepción de  $360^\circ$ . La obstrucción máxima a considerar es del 40% de la primera zona de Fresnel (RAMIREZ LUZ, 2005). Para una mejor perspectiva se expone la figura 1.6, donde se puede apreciar la línea de vista y la zona de Fresnel que tiene una obstrucción.

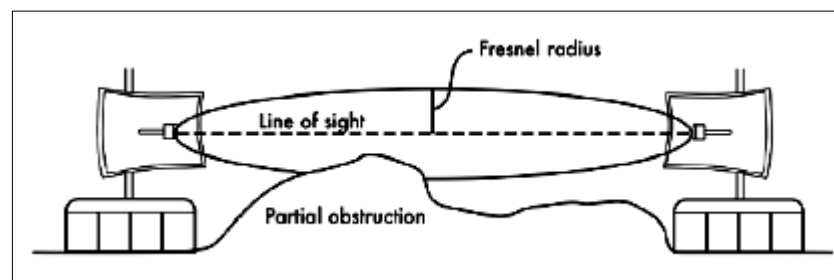


Figura 1.6 Zona de Fresnel y línea de vista.

Fuente: (FLICKENGER, 2013).

### 1.2.7. Limitaciones en la propagación.

Las limitaciones que se tienen en las ondas transmitidas no solo pueden ser por los tres problemas anteriormente vistos, la propagación de la onda puede sufrir otros daños en el transcurso del recorrido. A continuación se resumen tres limitaciones de propagación de la onda.

#### 1.2.7.1. Interferencia.

La interferencia de ondas de radio se da cuando se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que el sistema de comunicación se degrada. La interferencia también se sujeta al principio de superposición lineal de las ondas, y siempre se dan cuando dos o más ondas ocupan de manera simultánea el mismo punto del espacio. En las radiocomunicaciones, la interferencia se conoce como perturbaciones

que se dan sobre la comunicación, dichas perturbaciones provienen de fuentes ajenas. La interferencia es una de los más difíciles problemas en una radiocomunicación urbana, ya que pueden existir múltiples señales provenientes de otros servidores de comunicación (TOMASI, 2003).

#### **1.2.7.2. Atenuación.**

La reducción de densidad de potencia se da cuando el frente de onda de una radiación se va alejando de la fuente. A medida que se aleja, el campo electromagnético se dispersa. Por lo tanto la cantidad de ondas por unidad de área es menor. La reducción de densidad de potencia con la distancia equivale a una pérdida de potencia, que tiene como nombre atenuación de la onda y en ocasiones atenuación espacial de la onda debido a la dispersión esférica de la onda. Las atenuaciones también se pueden generar por obstáculos que se pueden interponer en el camino de la señal (TOMASI, 2003).

#### **1.2.7.3. Desvanecimiento.**

Las radiocomunicaciones propagan las señales electromagnéticas por el espacio libre. Si una onda electromagnética se propaga por la atmosfera terrestre, la señal de información puede tener perdidas intermitentes de intensidad. Estas pérdidas pueden estar incluidas en efectos de corto o largo plazo. A toda esta variación en la señal se la conoce como desvanecimiento y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y superficies irregulares (TOMASI, 2003).

### **1.3. Radioenlaces.**

El radioenlace consiste en posibilitar la transmisión de información entre dos puntos A y B mediante ondas electromagnéticas que viajen en el aire (GARCIA & MORALES, 2012). También se pueden definir como la interconexión entre terminales mediante ondas radioeléctricas. Podemos hablar de diferentes radioenlaces respecto a los terminales, cuando decimos que son terminales fijos, se habla de radioenlaces de



servicio fijo y justamente este tipo de radioenlace es que el que se usará en la tesis, y cuando los terminales están en tierra, se califican como radioenlaces terrenales de servicio fijo. De acuerdo a lo explicado anteriormente, a los radioenlaces terrenales del servicio fijo se los puede definir como sistemas de radiocomunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre capaces de proporcionar una capacidad de transmisión de información con características de disponibilidad y calidad determinadas. Los sistemas de radioenlaces trabajan entre unos 2GHz y 50GHz, dependiendo de su capacidad. Los Radioenlaces deben ser sistemas con modulación de portadora (HERNANDO RABANOS, 2008).

También se recalca que un sistema de servicio fijo usa propagación troposférica o de onda directa, esto logra quitar ciertas limitación por redondez de la tierra y obstáculos geográficos, pero normalmente se hace el uso de repetidoras ubicadas a lo largo del trayecto, por lo tanto el sistema de comunicaciones estará formado por dos estaciones terminales y una o más repetidoras. Hay que conocer términos ya definidos para los radioenlaces, unos de ellos es el vano. El vano es la distancia del trayecto comprendido entre una estación terminal y una estación repetidora. Por cuestiones económicas, en un sistema de comunicación o radioenlace, se deberá tener la menor cantidad posible de vanos (HERNANDO RABANOS, 2008).

### **1.3.1. Líneas de transmisión.**

Las líneas de transmisión son aquellas que transportan las señales hasta la antena para que puedan ser transmitidas. Existen dos tipos de líneas de transmisión, las coaxiales y guía ondas.

#### **1.3.1.1. Líneas coaxiales.**

Los conductores coaxiales se usan generalmente para altas frecuencias ya que estos son adecuados para evitar algunos tipos de pérdidas y aislar la trayectoria de transmisión. El cable consiste en un conductor central que está rodeado con un conductor externo

concéntrico, el conductor externo proporciona el blindaje contra la interferencia externa. En cuanto aplicaciones, tiene una muy conocida que es la distribución de televisión por cable, también se encuentran en la telefonía a larga distancia, en las comunicaciones vía microonda o vía satélite, y también se pueden usar como conectores entre antenas y radios. El cable coaxial puede transmitir señales analógicas y digitales, teniendo como principal problema la atenuación y el ruido (TOMASI, 2003).

### **1.3.1.2. Guía de onda.**

Los cables coaxiales anteriormente vistos, no pueden propagar fácilmente una energía electromagnética mayor a los 20GHz. En definición una de guía onda es un tubo conductor hueco, gemelamente rectangular o circular. Las dimensiones de la misma se dan de tal manera que se puedan propagar las ondas electromagnéticas por el interior de la guía. Las paredes internas de la guía onda son conductores que reflejan la energía electromagnética en su superficie y estas van rebotando en su trayectoria en zigzag. Para describir el comportamiento de guía ondas se hablará de campo electromagnético y no de corriente y voltaje. Las guía de ondas se restringen a frecuencias mayores a 1GHz (TOMASI, 2003).

### **1.3.1.3. Cable Ethernet.**

El cable Ethernet es el más usado en la actualidad. El diseño de este tipo de cable permite tener una máxima longitud de instalación, que es 100 metros. El cable tiene una cubierta plástica que engloba 4 pares enlazados. Existen 5 categorías de las cuales sus tres más importantes son usadas para la transmisión de datos. La categoría 5 que es la que más se usa, soporta una tasa de transmisión de hasta 100Megabytes por segundo. (DESONGLES CORRALES, 2006). Las ventajas más importantes de este tipo de cable son:

- Soporta un amplio rango de sistemas y protocolos.
- Fácil reubicación de sistemas y protocolos.
- Bajo costo.

### 1.3.2. Parámetros básicos de un radioenlace.

Los parámetros que mayor influencia tienen en la calidad de un enlace se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1.3 Parámetros de un radioenlace.

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
PT (dBm)	Potencia de transmisión.
LTT, LTR (dB)	Pérdidas en terminales.
GT, GR (dB)	Ganancia isotrópica de las antenas.
LB (dB)	Pérdida básica de propagación.
PR (dBm)	Potencia recibida.
FR (dB)	Factor de ruido del receptor.
U (dBm)	Umbral del receptor.
PR/N = C/N (dB)	Relación potencia recibida/ruido.
S/N (dB)	Relación señal/ruido.
Eb/No (dB)	Relación energía bit/densidad espectral de ruido.
Peb	Probabilidad de error de bit.

Fuente: (HERNANDO RABANOS, 2008).

### 1.3.3. Antenas.

En concepto la antena no es más que un conductor metálico que radia y captura ondas electromagnéticas. Una antena transmisora es capaz de convertir la energía eléctrica que viaja por una línea de transmisión en ondas electromagnéticas para que se emitan en el espacio. Por otra parte una antena receptora, es capaz de convertir las ondas electromagnéticas que vienen del espacio en energía eléctrica para las líneas de transmisión (TOMASI, 2003).

La antena también tiene una característica llamada polarización que no es más que la orientación del campo eléctrico que se irradia. La antena puede estar polarizada linealmente (horizontal o vertical), elípticamente o circularmente. Si se irradia una onda

electromagnética verticalmente, esta toma el nombre de antena verticalmente polarizada, caso contrario sería una antena horizontalmente polarizada. Así mismo si es en elipse, se la llama antena elípticamente polarizada; y en la circular tomaría el nombre de antena circularmente polarizada (TOMASI, 2003).

Las antenas que se usan normalmente en los radioenlaces son tipo reflectores de bocina o paraboloide de revolución. Existen tres parámetros de la antena que son de interés: ganancia isotrópica, anchura del haz (figura 1.7) y diagrama de radiación (figura 1.8).

La ganancia isotrópica y la anchura del haz se determinan mediante cálculo, pero a su vez están relacionados directamente, por ejemplo: si el haz resulta angosto, y para poder aprovechar en un enlace la ganancia de la antena, se requerirá una elevada precisión de puntería al momento de la orientación. Para el diagrama de radiación se presenta como  $0\text{dB}^{15}$  a la dirección de máxima radiación, esto en función del ángulo con respecto al eje de la antena (HERNANDO RABANOS, 2008).

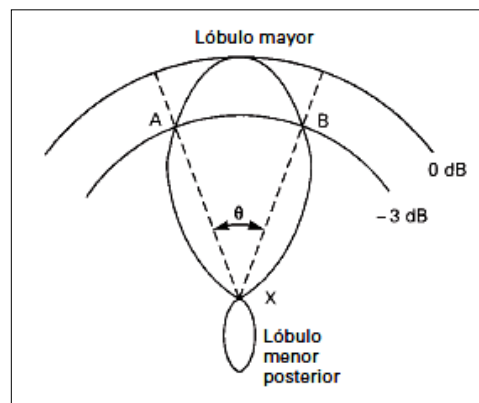


Figura 1.7 Ancho de haz de antena.

Fuente: (TOMASI, 2003).

---

<sup>15</sup> dB: Decibelio o Decibel.

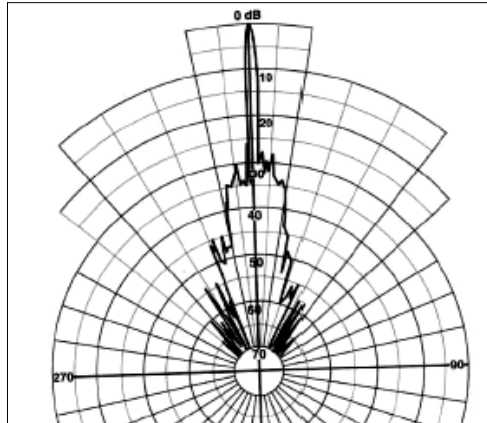


Figura 1.8 Diagrama copolar de radiación.

Fuente: (HERNANDO RABANOS, 2008).

### 1.3.4. Repetidores.

Los Repetidores o “saltos” son de suma importancia cuando la distancia que existe entre los extremos del radioenlace es demasiado grande o existe algún obstáculo de gran magnitud que se interpone en el trayecto. Estos pueden ser pasivos, que se limitan a cambiar la trayectoria del enlace, ya sea por reflexión o mediante el uso de dos antenas conectadas entre sí (*back to back*). Por otro lado, los repetidores activos usan equipos para dar tratamiento a la señal, con el fin de que esta sea enviada al siguiente vano (GARCIA & MORALES, 2012). A continuación una mejor explicación de estos repetidores.

#### 1.3.4.1. Repetidor activo.

Son los más comunes, generalmente están constituidas por radios, baterías, rectificadores y equipos necesarios que son activos. También tiene su torre correspondiente para la ubicación de las antenas, dado todo esto es obvio que necesariamente se cuente con suministro de energía eléctrica. La función del repetidor activo es tomar la señal con su frecuencia de llegada, pasarla a una frecuencia intermedia, amplificar la señal y retransmitirla a una frecuencia de salida (LEHPAMER, 2010).

Los repetidores activos normalmente necesitan de una fuente de energía para abastecer a todo los equipos que lo necesiten, es por eso que generalmente se suelen instalar suministros de energías. En caso de ser repetidores que no estén cerca de algún suministro de energía ya existente, se hace el uso de energías renovables como paneles solares y fuentes de energía eólica.

#### 1.3.4.2. Repetidor pasivo.

En algunos casos especiales donde se necesite la ubicación de repetidores en lugares muy lejanos de zonas con suministro eléctrico, se hace el uso de repetidores pasivos. Por lo tanto, el objetivo de los repetidores pasivos es cambiar la dirección de la señal de radio para superar los obstáculos que se interponen con la línea de vista directa entre dos estaciones. Lo ideal es cambiar la dirección del haz radioeléctrico sin regenerar ni amplificar la ganancia de la señal. Hay dos tipos de repetidores pasivos, el primero usa las antenas parabólicas conectadas espalda con espalda (*back to back*) figura 1.9, y el segundo es un reflector plano que actúa como espejo, figura 1.10 (LEHPAMER, 2010).

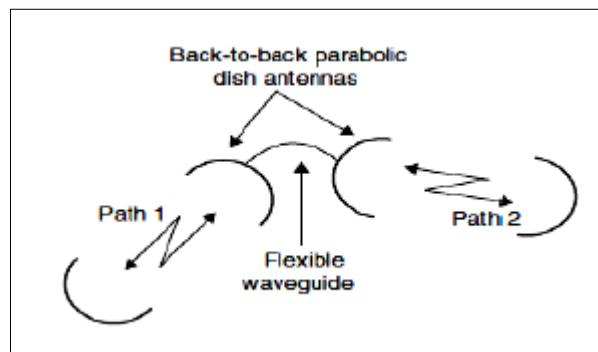


Figura 1.9 Antenas *back to back*.

Fuente: (LEHPAMER, 2010).

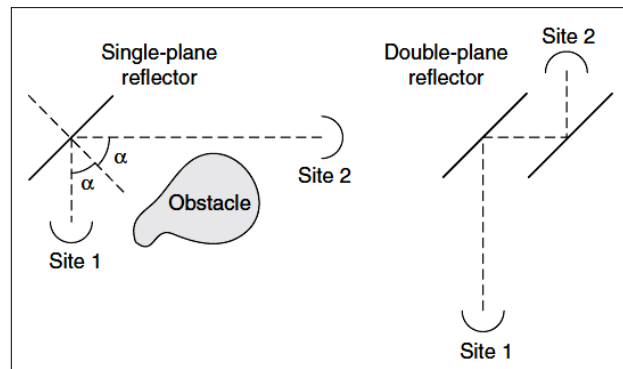


Figura 1.10 Reflectores simples y dobles.

Fuente: (LEHPAMER, 2010).

#### 1.4. Reconectores de distribución eléctrica.

El reconector es un dispositivo de apertura y cierre automático que permite aislar al circuito de salida de una subestación al presentarse una falla en el sistema. Su monitoreo y operación es remota, es decir se controla a distancia. Generalmente las fallas que se provocan al nivel de media tensión, solo unas pocas son de carácter permanente (un aislador roto, etc.). En tanto que las fallas que son transitorias, son las más comunes (una rama que toca una línea y luego cae) (ENCALANTE, 2013).

La capacidad de los reconectores automáticos nos permite cerrar y abrir el circuito hasta 4 veces en caso de que la sobrecorriente subsista. Esto es útil en cuanto al sistema de control y operación con el fin de evitar presencia de un operador por cada falla que se genere. Pero en caso de que existe un fallo permanente (después de las 4 alarmas) el reconector se abrirá y sólo será posible reponerlo en servicio en forma manual. También se pueden verificar y revisar las condiciones nominales del sistema, o bien revisar los eventos de las fallas que han ocurrido en un determinado tiempo; esto se logra a través de una memoria que lleva incorporado el reconector. Esto es gracias a que los equipos poseen un sistema de control electrónico que permite supervisarlos a distancia y por ende intervenir en su funcionamiento (ENCALANTE, 2013).

### **1.5. Radio Mobile.**

*Radio Mobile* es un *software* de simulación de radiopropagación para predecir el comportamiento de sistemas radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones. El *software* trabaja entre frecuencias de 20MHz y 20GHz. *Radio Mobile* utiliza datos de elevación del terreno para crear mapas virtuales del área de interés (Grupo de Radiocomunicacion , 2007). Para los demás aspectos a tratar sobre *Radio Mobile*, como parámetros de mediciones y configuraciones, se presentan en el capítulo tres, en el ítem denominado “Parámetros a considerar en Radio Mobile para la simulación de los enlaces”.

### **1.6. Conclusiones.**

El capítulo uno es de vital importancia para poder entender algunos aspectos importantes a tomar en cuenta en los parámetros de diseños radioeléctricos, es por eso que la teoría expuesta, está basada prácticamente en temas de radiocomunicación y de radioenlaces. Se ha centrado este capítulo en los temas más importantes como: pérdidas existentes en los enlaces, línea de vista, zona de Fresnel, hasta los parámetros y propiedades más básicas que contiene un enlace.



## CAPÍTULO 2

### IDENTIFICACIÓN DE REPETIDORES Y RECONECTADORES.

#### 2.1 Introducción.

El capítulo estará conformado por algunos aspectos importantes para dar inicio al proyecto de diseños radioeléctricos. Como describe el título, el capítulo se prestará para recoger, describir y presentar toda la información posible de los repetidores existentes, los re conectadores proyectados, así como posibles saltos o re conectadores ya existentes que podrían servir para el diseño. Pero será de vital importancia que exista la descripción y presentación de todos estos datos de repetidores y re conectadores representados en *software*, por lo tanto desde este capítulo se aborda todo lo que tenga que ver con el uso de *Radio Mobile* para el diseño de radioenlaces.

#### 2.2 Repetidores existentes.

Los repetidores existentes en las zonas de Azuay, Cañar y Morona Santiago, estarán expuestos en tablas capaces de dar toda la información necesaria, la principal información que nosotros requeriremos por el momento será: el nombre del nodo o repetidor y su ubicación exacta por latitud y longitud. La presentación de toda esta información será separando a todos los repetidores por provincia. En cada provincia existen también las agencias y subestaciones, los motivos que tendríamos para engancharnos a una agencia o subestación, es que, ésta se encuentre más cerca del re conectador en comparación de un repetidor, y que a su vez consiga un mejor enlace con una excelente línea de vista.

##### 2.2.1 Repetidores en Azuay.

Los repetidores presentados en la tabla 2.1 hacen referencia a los datos de los repetidores o nodos en latitud y longitud (posición) en Azuay. Cabe recalcar que estos datos son de

repetidores que ya están físicamente instalados y que actualmente se encuentran en funcionamiento, en total consta de 34 nodos o repetidores distribuidos por la provincia de Azuay.

Tabla 2.1 Repetidores en Azuay.

AZUAY			
ITEM	NODOS	COORDENADAS	
1	REP_LOMAPAICA	-3,318333	-79,140560
2	REP_TARQUI	-2,997293	-79,032840
3	REP_TUTUPALI	-2,977422	-79,069020
4	REP_GUALLIL	-3,075000	-78,816670
5	REP_GUEL	-3,015583	-78,778080
6	REP_ÑUÑURCO	-2,758949	-78,668830
7	REP_JUNTAS	-2,705492	-78,653220
8	REP_JURUPILLOS	-2,659778	-78,609800
9	REP_COYAL	-2,640667	-78,631890
10	REP_GUAGUAZHUMI	-2,891661	-78,910990
11	REP EL VALLE	-2,934222	-78,992580
12	REP_YUQUIN	-2,841389	-78,750060
13	REP_MARAS	-2,795000	-78,745830
14	REP_SIMBALA	-3,137039	-79,085910
15	REP_LLAPIN2	-2,817816	-79,376140
16	REP_CASCAJO	-2,962278	-79,386940
17	REP_LA PAZ	-3,307278	-79,213520
18	REP_TOPAL	-3,202389	-79,279140
19	REP_SAN GERARDO	-3,144045	-79,204890
20	REP_1 DE MAYO	-2,849694	-79,623750
21	REP_CHECA	-2,809694	-79,006920
22	REP_MINAS	-2,926584	-79,080860
23	REP_GUZHO	-2,933778	-79,032260
24	REP_MIRIN	-3,098694	-79,023950
25	REP_S.J. RARANGA	-3,136250	-78,965720
26	REP_SAN BARTOLO	-3,007472	-78,848640
27	REP_GARAU	-2,996056	-78,794690
28	REP_SAN VICENTE	-2,843944	-78,667720
29	REP_GUACHAPALA	-2,771583	-78,711020
30	REP_SE MOLINO	-2,576028	-78,508470
31	REP_NARIGUIÑA MILITARES	-3,148611	-79,540950
32	REP_NARIGUIÑA2	-3,140167	-79,547670

33	REP_SILLARUMI	-3,222694	-79,461780
34	REP_JIMA	-3,187028	-78,961270

### 2.2.1.1 Subestaciones, Agencias y Matriz CENTROSUR Azuay.

Los usuarios finales (agencias y subestaciones) como se dijo anteriormente son de mucha ayuda en el caso de existir radioenlaces de reconectores a repetidores muy dificultosos. La solución que obtenemos al engancharnos con un usuario final, en lugar de un repetidor, sería lograr diseñar un mejor radioenlace en cuanto a distancia, complejidad o cualquier parámetro difícil de solucionar, pero la dificultad de estos es adaptarlos como un repetidor ya que se necesita de varios equipos extras. Cabe recalcar que un usuario podría servir como repetidor por el simple hecho de que toda la información que se trafica por su enlace tiene el mismo destino final que cualquier otro repetidor. En la tabla 2.2 se logra obtener y mostrar la información acerca de la ubicación de los usuarios finales.

Tabla 2.2 Usuarios finales en Azuay.

AZUAY			
ITEM	USUARIOS FINALES	COORDENADAS	
1	AGENCIA OÑA	-3,470478	-79,155419
2	AGENCIA NABON	-3,336396	-79,063279
3	AGENCIA STA ISABEL	-3,276360	-79,312414
4	AGENCIA GIRÓN	-3,159339	-79,144140
5	AGENCIA GUALACEO	-2,896635	-78,777403
6	AGENCIA SIGSIG	-3,048235	-78,794473
7	AGENCIA PAUTE	-2,780981	-78,759938
8	EDIFICIO MATRIZ	-2,904498	-78,983470
9	S/E 1	Casco urbano de la ciudad de cuenca	
10	S/E 2	Casco urbano de la ciudad de cuenca	
11	S/E 3	Casco urbano de la ciudad de cuenca	
12	S/E 4	Casco urbano de la ciudad de cuenca	
13	S/E 5	Casco urbano de la ciudad de cuenca	
14	S/E 6	-2,873879	-79,010538
15	S/E 7	-2,870237	-78,956066

16	S/E 8	-2,929317	-79,007784
17	S/E 12	-2,837866	-78,875256
18	S/E 14	-3,247102	-79,237996
19	S/E 15	-2,904964	-78,783573
20	S/E SININCA Y	-2,825020	-78,985691
21	S/E CUENCA	-2,909834	-78,958863

### 2.2.2 Repetidores en Cañar.

Los repetidores que son presentados en la tabla 2.3 hacen referencia a los datos de los repetidores o nodos en latitud y longitud (posición) en Cañar. Así mismo, es de vital importancia dar a conocer que estos datos son de repetidores que ya están físicamente instalados y que actualmente se encuentran en funcionamiento, en total consta de 19 nodos o repetidores distribuidos por la provincia de Cañar.

Tabla 2.3 Repetidores en Cañar.

CAÑAR			
ITEM	NODOS	COORDENADAS	
1	REP_LUIS CORDERO	-2,744895	-78,826360
2	REP_SR. PUNGO	-2,805278	-78,821950
3	REP_SE9-AZOGUES	-2,743828	-78,856520
4	REP_BUERAN	-2,608383	-78,930340
5	REP_BAYOPUNGO	-2,576303	-78,840370
6	REP_CAÑAR (NUEVO)	-2,570760	-78,966260
7	REP_AG. CAÑAR	-2,555776	-78,943280
8	REP_QUILLOAC	-2,557833	-78,952070
9	REP_SAN RAFAEL	-2,551158	-78,952190
10	REP_ALTARURCO	-2,481477	-78,994890
11	REP_SUSCAL	-2,459445	-79,041050
12	REP_MESALOMA CNT	-2,444250	-79,080060
13	REP_POTRERILLOS	-2,414739	-79,058260
14	REP_TABLON	-2,399328	-78,994590
15	REP_CIMIENTOS	-2,386517	-79,123940
16	REP_BUEYSIRINA	-2,391361	-79,114390
17	REP_GUARUMALES BAJO	-2,346640	-79,149150
18	REP_CUTUHUAY	-2,287517	-79,143100
19	REP_MIRADOR TRONCAL	-2,417750	-79,343530

### 2.2.2.1 Subestaciones y Agencias CENTROSUR Cañar.

Los usuarios finales, podrían servir en el caso de existir radioenlaces de reconectores a repetidores muy complicados, pero la dificultad es poder adaptarlos como un repetidor ya que se necesitan de equipos extras. En la tabla 2.2 se logra mostrar la información acerca de la ubicación de los usuarios finales con un total de 8 usuarios finales.

Tabla 2.4 Usuarios finales en Cañar.

CAÑAR			
ITEM	USUARIOS FINALES	COORDENADAS	
1	AGENCIA BIBLIAN	-2,716026	-78,88714
2	AGENCIA CAÑAR	-2,55634	-78,943607
3	AGENCIA SUSCAL	-2,438787	-79,05342
4	AGENCIA LA TRONCAL	-2,420374	-79,34176
5	S/E 9	-2,74343	-78,857319
6	S/E 18	-2,556614	-78,942968
7	S/E TRONCAL	-2,419462	-79,348935
8	S/E TRIUNFO	-2,33	-79,405

### 2.2.3 Repetidores en Morona Santiago.

Los repetidores de Morona Santiago se pueden observar en la tabla 2.5, la cual contiene la información de latitudes y longitudes de cada nodo o repetidor. De la misma manera que se explicó anteriormente, los repetidores expuestos en la tabla, son repetidores que físicamente ya están instalados y actualmente se encuentran en total funcionamiento. En Morona Santiago se encuentra la mayor cantidad de repetidores disponibles, esto en comparación con Azuay y Cañar. Por lo tanto, es posible visualizar que contamos con 52 repetidores.

Tabla 2.5 Repetidores en Morona Santiago.

MORONA SANTIAGO			
ITEM	NODOS	COORDENADAS	
1	REP_CERRO BOSCO	02°59'51"S	078°30'33"O
2	REP_GUAYUSAL	03°23'51"S	078°33'37"O

3	REP_TUMBEZ	03°18'02"S	078°34'22"O
4	REP_CHIGUINDA	03°13'42"S	078°42'33"O
5	REP_ESC. REINO DE QUITO	03°12'36"S	078°45'09"O
6	REP_PORTON	03°22'00"S	078°36'54"O
7	REP_TUCUMBATZA	03°16'29"S	078°33'15"O
8	REP_KALAGLAS	03°13'03"S	078°33'34"O
9	REP_CHUMBICA	03°15'52"S	078°29'40"O
10	REP_ZHIZHO	03°19'41"S	078°27'14"O
11	REP_IDEAL	03°27'17"S	078°37'26"O
12	REP_ESC. CIUDAD DE MEXICO	03°17'38"S	078°39'35"O
13	REP_ESC. NUEVA TARQUI	03°27'32"S	078°39'46"O
14	REP_YUMA	03°26'14"S	078°37'00"O
15	REP_ESC. TOMAS PUJUPAT	03°27'11"S	078°34'40"O
16	REP_TUNDULI	03°25'53"S	078°32'27"O
17	REP_URUNTS NAIN	03°29'45"S	078°34'48"O
18	REP_FLOR DE LOS ANDES	03°33'20"S	078°38'06"O
19	REP_PORVENIR1	03°33'54"S	078°39'09"O
20	REP_SOLDADO RIVERA	03°32'23"S	078°41'55"O
21	REP_LAS PEÑAS	03°30'45"S	078°31'00"O
22	REP_CONDOR MIRADOR	03°29'49"S	078°29'37"O
23	REP_PIUNTS	03°27'07"S	078°28'22"O
24	REP_SAN LUIS DE MIACHI	03°12'20"S	078°27'12"O
25	REP_LOMA SHAIMI	03°34'56"S	078°41'12"O
26	REP_PORVENIR2	03°33'06"S	078°38'13"O
27	REP_FINCA LAS ROSAS	03°29'36"S	078°32'30"O
28	REP_CHUPIANZA	02°43'27"S	078°20'08"O
29	REP_CUTUCU	02°46'54"S	078°15'17"O
30	REP_SAN LUIS MIRADOR	02°30'00"S	078°11'24"O
31	REP_KILAMO	02°18'02"S	078°08'21"O
32	REP_TRES MARIAS	02°06'25"S	078°01'33"O
33	REP_LOS ANGELES	02°04'02"S	077°59'07"O
34	REP_ESC. PAQUISHA	02°01'34"S	078°04'11"O
35	REP_HUAMBOYA	01°56'37"S	078°00'01"O
36	REP_NAWECH	01°59'03"S	078°01'14"O
37	REP_19 DE JULIO	01°57'07"S	077°55'55"O
38	REP_MANCHENO	02°02'15"S	077°59'21"O
39	REP_SIMON BOLIVAR	01°43'13"S	077°50'47"O
40	REP_25 DE DICIEMBRE	01°44'04"S	077°53'24"O
41	REP_PALORA	01°42'13"S	077°58'22"O
42	REP_25 DE JUNIO	01°46'54"S	077°57'28"O
43	REP_PABLO VI	01°55'01"S	078°01'58"O

44	REP_SEGUNDO JEMPE	01°51'49"S	077°56'53"O
45	REP_WAAM	01°51'18"S	077°58'22"O
46	REP_19 DE MARZO	01°48'57"S	077°53'34"O
47	REP_WISUI	02°06'15"S	077°46'07"O
48	REP_TAISHA	02°22'55"S	077°30'12"O
49	REP_ANKUASH	03°02'20"S	078°07'45"O
50	REP_JAIME ROLDOS_TIWITZA	03°03'16"S	078°00'08"O
51	REP_PARTIDEROS	02°43'07"S	078°21'26"O
52	REP_LOMAMAUTA	03°27'50"S	078°08'30"O

### 2.2.3.1 Subestaciones y Agencias CENTROSUR Morona Santiago.

Los usuarios finales podrían servir en el caso de existir radioenlaces de reconectores a repetidores muy complicados, pero la dificultad es poder adaptarlos como un repetidor ya que se necesitan de equipos extras. En la tabla 2.6 se logra obtener y mostrar la información acerca de la ubicación de 6 usuarios finales. En Morona Santiago existen pocos, pero esto se compensa existiendo bastantes repetidores como se mencionaron anteriormente.

Tabla 2.6 Usuarios finales en Morona Santiago.

MORONA SANTIAGO			
ITEM	USUARIOS FINALES	COORDENADAS	
1	SUBESTACIÓN 23 LIMON	02°58'05"S	078°25'29"O
2	AGENCIA CENTROSUR MENDEZ	02°43'10"S	078°19'05"O
3	SUBESTACIÓN 22 MENDEZ	02°44'15"S	078°17'33"O
4	AGENCIA CENTROSUR SUCUA	02°27'11"S	078°10'09"O
5	AGENCIA CENTROSUR MACAS	02°18'59"S	078°07'37"O
6	SUBESTACIÓN 21 MACAS	02°20'30"S	078°08'24"O

### 2.3 Reconectores proyectados.

Los reconectores proyectados por parte de CENTROSUR en las distintas zonas de Azuay, Cañar y Morona Santiago están proyectados en lugares estratégicamente estudiados. Con estudiados se refiere a que anteriormente se paso por un proceso de cálculo matemático de ingeniería eléctrica para la ubicación de los mismos, ya que los reconectores necesariamente deben estar en las distribuciones de línea eléctrica. Es

posible que algunas de estas ubicaciones puedan cambiar con el transcurso del proyecto, ya que para los enlaces radioeléctricos no debe existir obstáculos en la transmisión de información del reconfigurador al repetidor, y en los enlaces más problemáticos se realizará ingeniería de campo y se podrá constatar si es o no factible cambios de lugares.

La ubicación proyectada de estos dispositivos se puede revisar en el desglose presentado a continuación, en donde se dividirán por zonas, es decir, Azuay, Cañar y Morona Santiago. Las tablas presentan las ubicaciones exactas de los reconfiguradores tanto en latitud como longitud por coordenadas, también se especifica a que alimentador se estará asociando, entre otros datos adjuntos.

### 2.3.1 Reconfiguradores en Azuay.

Los reconfiguradores que se encuentran en la provincia del Azuay se muestran en la tabla 2.7; en la cual, los datos principales son las coordenadas de los reconfiguradores. Como se puede observar en la provincia del Azuay existen la mayor cantidad de reconfiguradores, con un total de 51, todos ellos distribuidos cerca del casco urbano de Cuenca y otros por toda la provincia. Cabe recalcar que los nombres usados para los reconfiguradores están dados por el prefijo REC\_XX.

Tabla 2.7 Reconfiguradores proyectados en Azuay.

AZUAY					
ITEM	Reconfigurador	Nombre	Coordenadas		Nombre alim.
1	REC_1	RICON-0103-0104 (2)	-2,89333	-79,0104	ALIM-0500010S03
2	REC_2	RIMED-0104 (1)	-2,89197	-79,007	ALIM-0500010S04
3	REC_3	RICON-0204-0201 (1)	-2,90568	-78,9999	ALIM-0500020S01
4	REC_4	RIMED-0205 (1)	-2,90135	-79,0084	ALIM-0500020S05
5	REC_5	RIMAN 0321 (1)	-2,94155	-78,9624	ALIM-0500030V01
6	REC_6	RIMED-0321 (2)	-2,94074	-78,9208	ALIM-0500030V01
7	REC_7	RIMED-0321 (1)	-2,97295	-78,9091	ALIM-0500030V01
8	REC_8	RICON-0321-0824 (1)	-2,94098	-78,9631	ALIM-0500030V01
9	REC_9	RIMED-0323 (1)	-2,91356	-78,9984	ALIM-0500030V03



10	REC_10	RIMED-0324 (1)	-2,90819	-78,9903	ALIM-0500030V04
11	REC_11	RICON-0323-0324 (1)	-2,91307	-78,9933	ALIM-0500030V04
12	REC_12	RIMED-0325 (2)	-2,89938	-78,9849	ALIM-0500030V05
13	REC_13	RICON-0325-0424 (1)	-2,89458	-78,9956	ALIM-0500030V05
14	REC_14	RIMED-0325 (1)	-2,89143	-78,9843	ALIM-0500030V05
15	REC_15	RICON-0325-0422 (1)	-2,88222	-78,9774	ALIM-0500030V05
16	REC_16	RIMED-0421 (1)	-2,87457	-78,9803	ALIM-0500040V01
17	REC_17	RIMED-0422 (1)	-2,8827	-78,9847	ALIM-0500040V02
18	REC_18	RIMED-0422 (2)	-2,88135	-78,9749	ALIM-0500040V02
19	REC_19	RIMED-0423 (1)	-2,88485	-79,0067	ALIM-0500040V03
20	REC_20	RIMED-0423 (2)	-2,88142	-78,9961	ALIM-0500040V03
21	REC_21	RIMED-0424 (2)	-2,88876	-78,992	ALIM-0500040V04
22	REC_22	RIMED-0422-0424 (1)	-2,8888	-78,9916	ALIM-0500040V04
23	REC_23	RICON-0424-0325 (3)	-2,89458	-78,9956	ALIM-0500040V04
24	REC_24	RIMED-0424 (1)	-2,88439	-78,9913	ALIM-0500040V04
25	REC_25	RICON-0424-0325 (2)	-2,89458	-78,9956	ALIM-0500040V04
26	REC_26	RIMED-0427 (1)	-2,86654	-78,9836	ALIM-0500040V07
27	REC_27	RIMED-0522 (1)	-2,8971	-79,0254	ALIM-0500050V02
28	REC_28	RICON 0821-0522 (1)	-2,90228	-79,0146	ALIM-0500050V02
29	REC_29	RIMED-0423-0523 (1)	-2,8565	-79,0096	ALIM-0500050V03
30	REC_30	RIMED 0721 (2)	-2,86924	-78,9658	ALIM-0500070V01
31	REC_31	RIMED-0721 (1)	-2,87032	-78,9659	ALIM-0500070V01
32	REC_32	RICON-0721-0722 (1)	-2,88232	-78,9598	ALIM-0500070V01
33	REC_33	RIMED-0722 (1)	-2,87592	-78,9483	ALIM-0500070V02
34	REC_34	RIMED-0722 (2)	-2,86541	-78,9405	ALIM-0500070V02
35	REC_35	RIMED-0821 (2)	-2,91065	-79,0097	ALIM-0500080V01
36	REC_36	RIMED-0821 (1)	-2,91505	-79,0112	ALIM-0500080V01
37	REC_37	RICON 0522-0821 (2)	-2,90206	-79,0147	ALIM-0500080V01
38	REC_38	RIMED-0822 (1)	-2,91601	-79,0225	ALIM-0500080V02
39	REC_39	RIMED-0823 (1)	-2,97792	-78,9999	ALIM-0500080V03
40	REC_40	RICON-0823-0521	-3,01247	-79,0394	ALIM-0500080V03
41	REC_41	RIMED-0824 (1)	-2,923	-78,9781	ALIM-0500080V04
42	REC_42	RIMED-1224 (1)	-2,85609	-78,8137	ALIM-0500120V02
43	REC_43	RICON-1222-1224 (1)	-2,85616	-78,8137	ALIM-0500120V02
44	REC_44	RIMED-1222 (1)	-2,85751	-78,8141	ALIM-0500120V02
45	REC_45	RICON-1522-1222 (1)	-2,85803	-78,81	ALIM-0500120V02
46	REC_47	RIMED-1421 (1)	-3,27284	-79,2936	ALIM-0500140V01
47	REC_48	RIMED-1424 (1)	-3,21644	-79,4727	ALIM-0500140V04
48	REC_49	RICON-1522-1523 (1)	-2,85899	-78,7708	ALIM-0500150V02
49	REC_50	RIMED-1523 (1)	-2,89718	-78,7558	ALIM-0500150V03
50	REC_51	RIMED1523 (2)	-2,85898	-78,7708	ALIM-0500150V03

51	REC_52	RICON-1222-1523 (1)	-2,85898	-78,7709	ALIM-0500150V03
----	--------	---------------------	----------	----------	-----------------

### 2.3.2 Reconectores en Cañar.

Los reconectores que se encuentran en la provincia del Cañar se pueden ver en la tabla 2.8; en la cual se encuentran todos los datos importantes, uno de ellos, son las coordenadas en latitud y longitud de los reconectores. Como se puede observar en la provincia del Cañar existen pocos reconectores, con un total de 4, todos ellos distribuidos por toda la provincia. Así mismo, es importante recalcar que los nombres usados para los reconectores están dados por el prefijo REC\_XX.

Tabla 2.8 Reconectores proyectados en Cañar.

CAÑAR					
ITEM	Reconector	Nombre	Coordenadas		Nombre alim.
1	REC_46	RICON-1223-0921 (1)	-2,74368	-78,8576	ALIM-0500120V03
2	REC_53	RIMED-1821 (1)	-2,58938	-79,2054	ALIM-0500180V01
3	REC_54	RICON-1822-1823 (1)	-2,48248	-78,9893	ALIM-0500180V03
4	REC_68	RIMED-5012 (1)	-2,43169	-79,335	ALIM-0500500T02

### 2.3.3 Reconectores en Morona Santiago.

Los reconectores que se encuentran en la provincia de Morona Santiago se ven en la tabla 2.9; en la cual se encuentran todos los datos principales. Como se puede observar en la provincia de Morona Santiago existen un total de 13, todos ellos distribuidos por todo lo largo de la provincia. Así mismo, es importante recalcar que los nombres usados para los reconectores están dados por el prefijo REC\_XX.

Tabla 2.9 Reconectores proyectados en Morona Santiago.

MORONA SANTIAGO					
ITEM	Reconector	Nombre	Coordenadas		Nombre alim.
1	REC_56	RIMED-2122 (2)	-2,40006	-78,1634	ALIM-0500210T02
2	REC_55	RIMED-2122 (1)	-2,40257	-78,1601	ALIM-0500210T02
3	REC_57	RICON-2122-2122 (1)	-2,46347	-78,1694	ALIM-0500210T02

4	REC_58	RIMED-2113 (1)	-2,19171	-78,067	ALIM-0500210T03
5	REC_59	RIMED-2113 (2)	-2,10583	-78,0177	ALIM-0500210T03
6	REC_60	RIMED-2113 (3)	-2,11532	-77,8243	ALIM-0500210T03
7	REC_61	RIMED-2211 (2)	-2,83781	-78,242	ALIM-0500220T01
8	REC_62	RIMED-2211 (3)	-3,03254	-77,9833	ALIM-0500220T01
9	REC_63	RIMED-2211 (1)	-2,61333	-78,1972	ALIM-0500220T01
10	REC_64	RIMED-2212 (1)	-2,75015	-78,305	ALIM-0500220T02
11	REC_65	RIMED-2212 (2)	-2,73763	-78,2999	ALIM-0500220T02
12	REC_66	RIMED 2311 (1)	-2,90197	-78,395	ALIM-0500230T01
13	REC_67	RIMED-2312 (1)	-3,10093	-78,5251	ALIM-0500230T02

## 2.4 Representación gráfica de repetidores y reconectores.

La presentación de toda la información, que se encuentra descrita en los anteriores índices, es de vital importancia que se lo muestre de una manera gráfica, es decir, a todos los repetidores, reconectores, subestaciones, agencias y matriz, se los podrá identificar en el *Radio Mobile* de una manera más fácil mediante mapas y viñetas de distintos colores, esto para una mejor percepción del operador que lo utilice. Así mismo se ve necesaria la clasificación por provincias como se mostrará a continuación.

### 2.4.1 Repetidores, Subestaciones, Agencias y Matriz en Azuay.

Como primera parte de estas representaciones gráficas, se da a conocer la visualización de los repetidores, subestaciones, agencias y la matriz Centrosur en Azuay. Como se había mencionado anteriormente, estas se encuentran representadas por viñetas en el mapa del Azuay. Por lo tanto, la viñetas de color celeste representan la ubicación de los repetidores que actualmente están en funcionamiento, y las viñetas moradas nos muestran la ubicación de las subestaciones, agencias y la matriz Centrosur. En la figura 2.1 se da a conocer todo lo explicado.

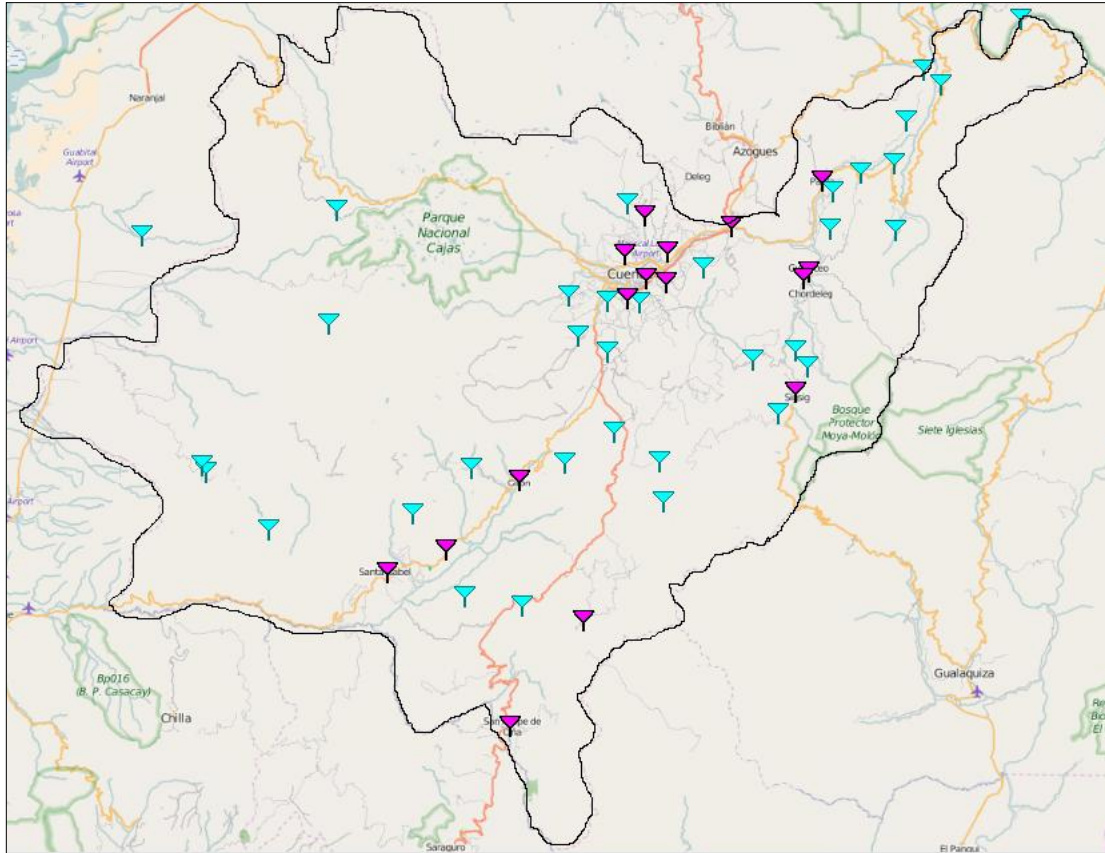


Figura 2.1 Repetidores, Subestaciones, Agencias y Matriz en Azuay.

Como se observa en la figura, toda la provincia del Azuay se encuentra limitada gráficamente por una línea de color negra. Azuay es la provincia donde más repetidores y reconectores existen, y es por eso que, a las viñetas no se les agrega su nombre al mapa, ya que se sobrepondrían unas a las otras y el mapa causaría problemas de visualización.

#### 2.4.2 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Cañar.

Los repetidores, subestaciones y agencias de Cañar se encuentran limitados por una línea negra como se visualiza en la figura 2.2, la figura también muestra claramente que existen las mismas viñetas como las que se presentaron en Azuay. Las de color celeste representan a los repetidores y las moradas a las agencias y subestaciones.

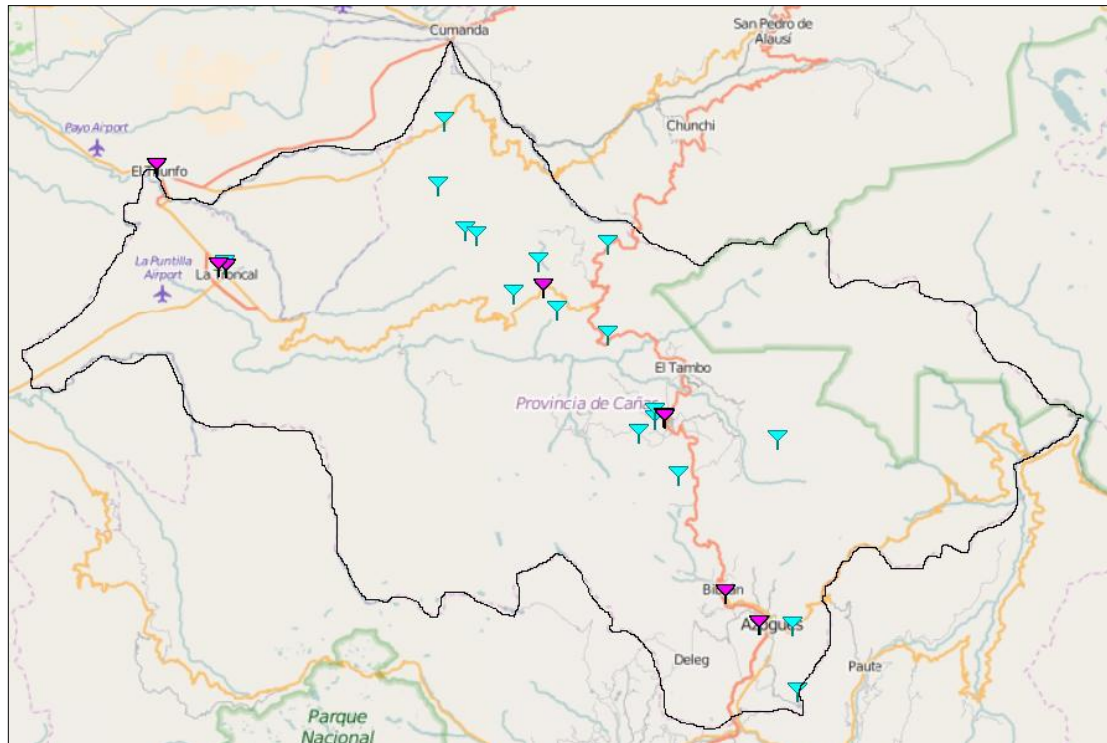


Figura 2.2 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Cañar.

### 2.4.3 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Morona Santiago.

En Morona Santiago también existe una gran cantidad de repetidores como se puede observar en la figura 2.3, los repetidores se identifican con las viñetas de color celeste. Las pocas agencias y subestaciones se identifican con las viñetas de color morado. Cabe recalcar que no se puede pasar por alto las subestaciones y agencias, así estas sean pocas, ya que puede servirnos en algún caso complejo y dar una solución a los enlaces muy problemáticos, ya que en la parte del oriente ecuatoriano es donde más dificultad tienen los enlaces por la vegetación actual y futura.

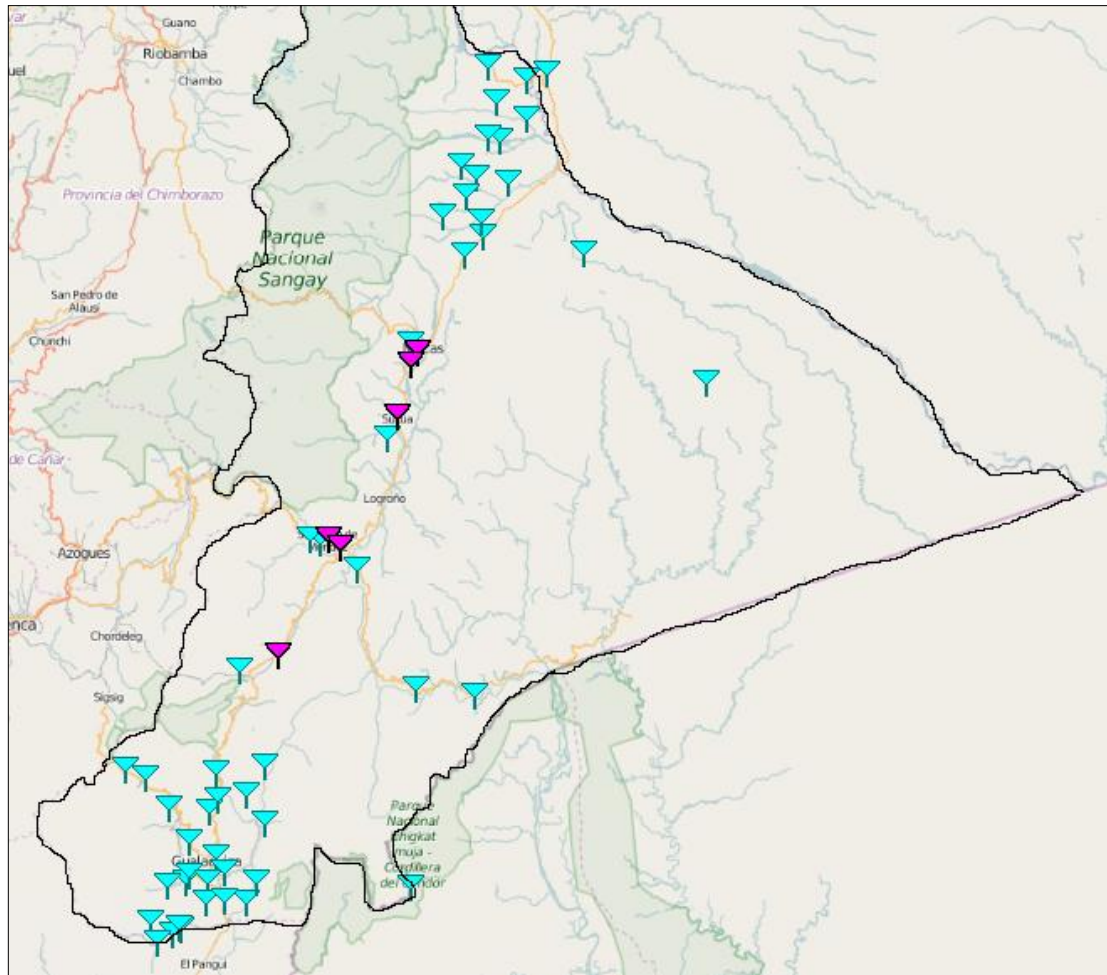


Figura 2.3 Repetidores, Subestaciones y Agencias en Morona Santiago.

#### 2.4.4 Reconectores proyectados en Azuay.

A continuación se muestran todos los reconectores que están proyectados en las diferentes provincias. La primera provincia será la de Azuay, en donde se muestra claramente a todos los reconectores que están representados con viñetas de color amarillo. Los reconectores se encuentran concentrados en su mayoría en Azuay. A continuación se muestra la figura 2.4, donde se visualiza todo lo anteriormente explicado.



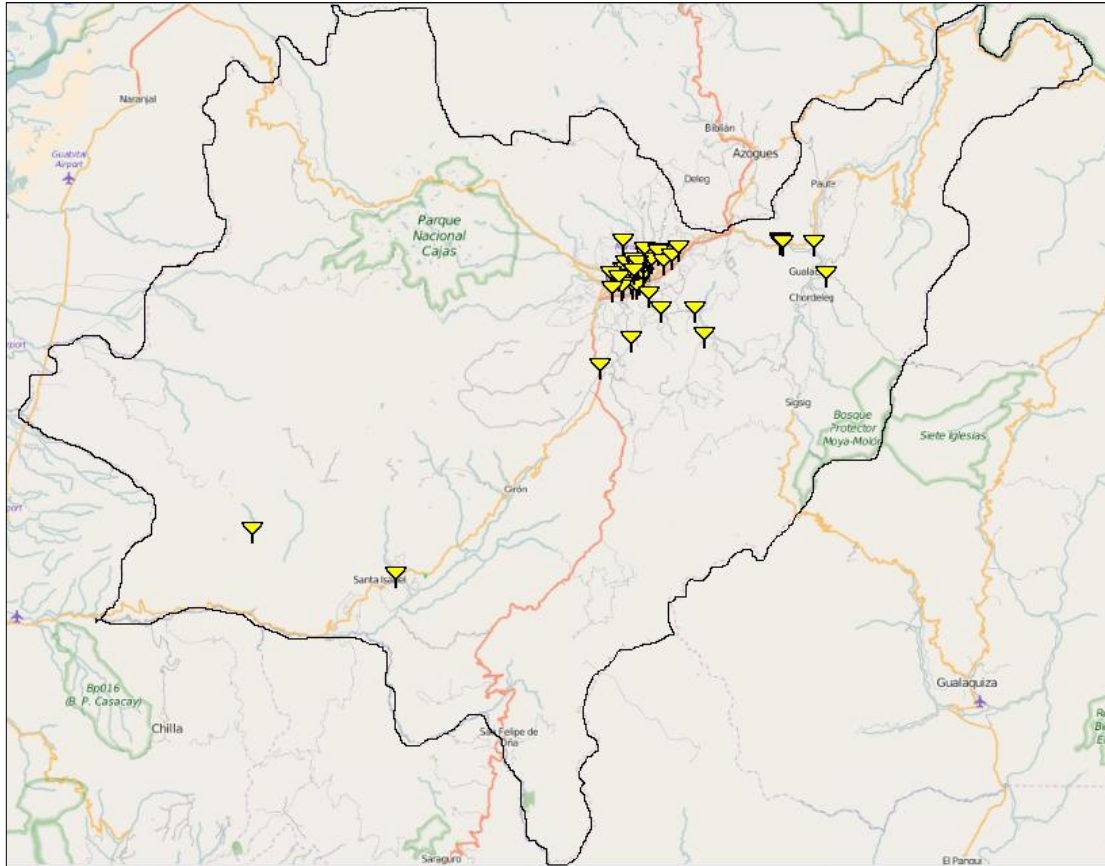


Figura 2.4 Reconectores proyectados en Azuay.

Como se puede observar en la imagen anterior, la mayoría de reconectores se encuentran dentro de la ciudad y sus alrededores. En total existen 51 reconectores proyectados. Para una mejor visualización y comprensión se demostrara con un acercamiento del mapa hacia la ciudad. En la figura 2.5 también se podrá observa de una mejor manera la distribución de los reconectores.



Figura 2.5 Reconectores proyectados en Cuenca.

#### 2.4.5 Reconectores proyectados en Cañar.

Ahora se muestran todos los reconectores que están proyectados en la provincia del Cañar, representados con viñetas de color amarillo. En Cañar son pocos los reconectores, en total solamente son cuatro. A continuación se muestra la figura 2.6, donde se visualiza a los cuatro reconectores distribuidos por Cañar.



Figura 2.6 Reconectores proyectados en Cañar.



#### 2.4.6 Reconectores proyectados en Morona Santiago.

Finalmente tenemos los reconectores que se encuentran distribuíos por la provincia de Morona Santiago. Aquí no se encuentran muchos reconectores como en el Azuay, pero existen una cantidad considerable en lugares difíciles o complejos de realizar diseños radioeléctricos. En total son 12 reconectores en Morona Santiago identificados con viñetas de color amarillo. En la figura 2.7 se puede apreciar todo lo anteriormente explicado.

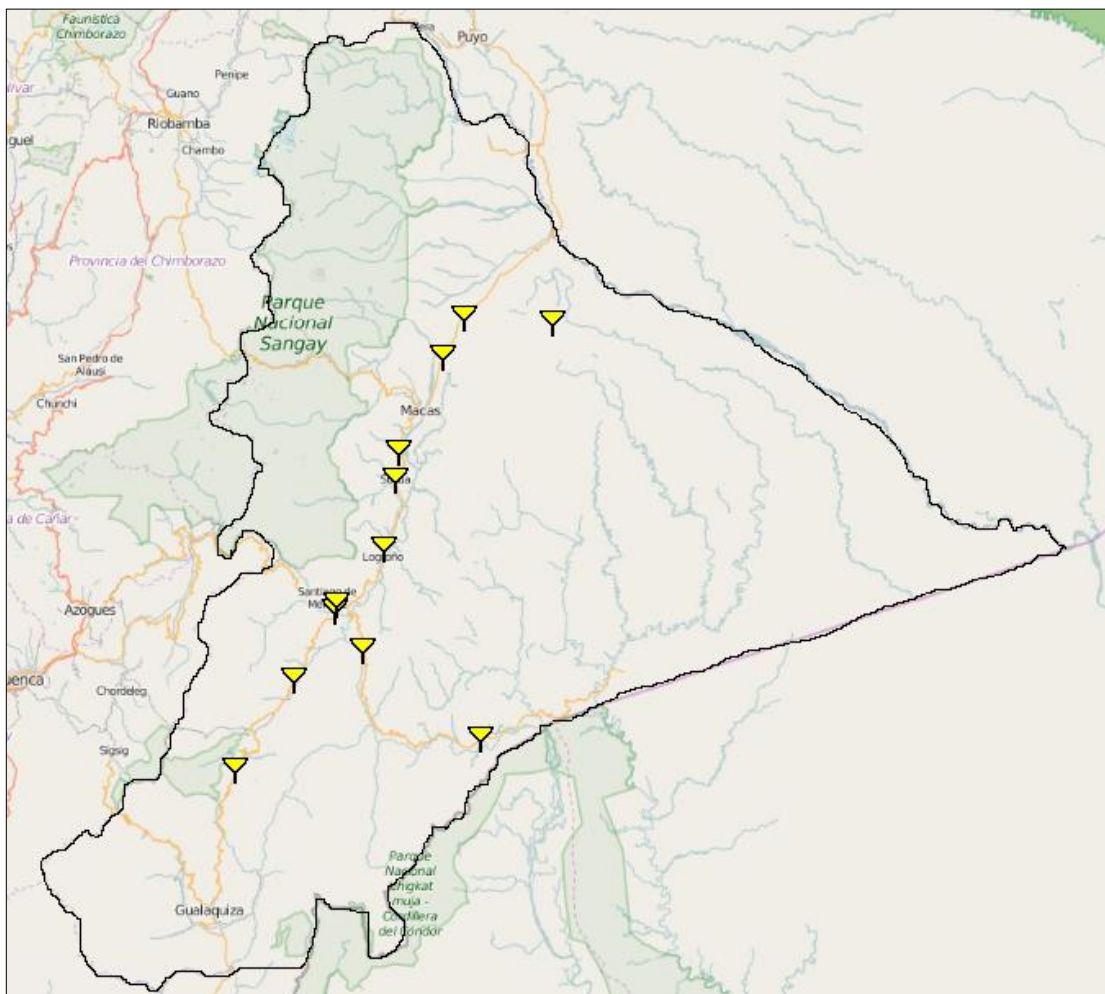


Figura 2.7 Reconectores proyectados en Morona Santiago.

### 2.4.7 Repetidores y reconectores en Azuay, Cañar y Morona Santiago.

Para tener un concepto de la magnitud del proyecto en cuanto al total de repetidores y reconectores, así como las agencias, subestaciones y la matriz; se muestra en una sola imagen a las tres provincias: Azuay, Cañar y Morona Santiago. Gracias a esta imagen podemos tener un concepto del número de repetidores que podríamos usar y cuales descartar. En la imagen 2.8 se puede observar a las tres provincias con sus repetidores, agencias, subestaciones, matriz y reconectores. Así mismo cada viñeta y cada color representan a cada repetidor y reconector.

 Repetidores, 
  Agencias, Subestaciones y Matriz, 
  Reconectores.

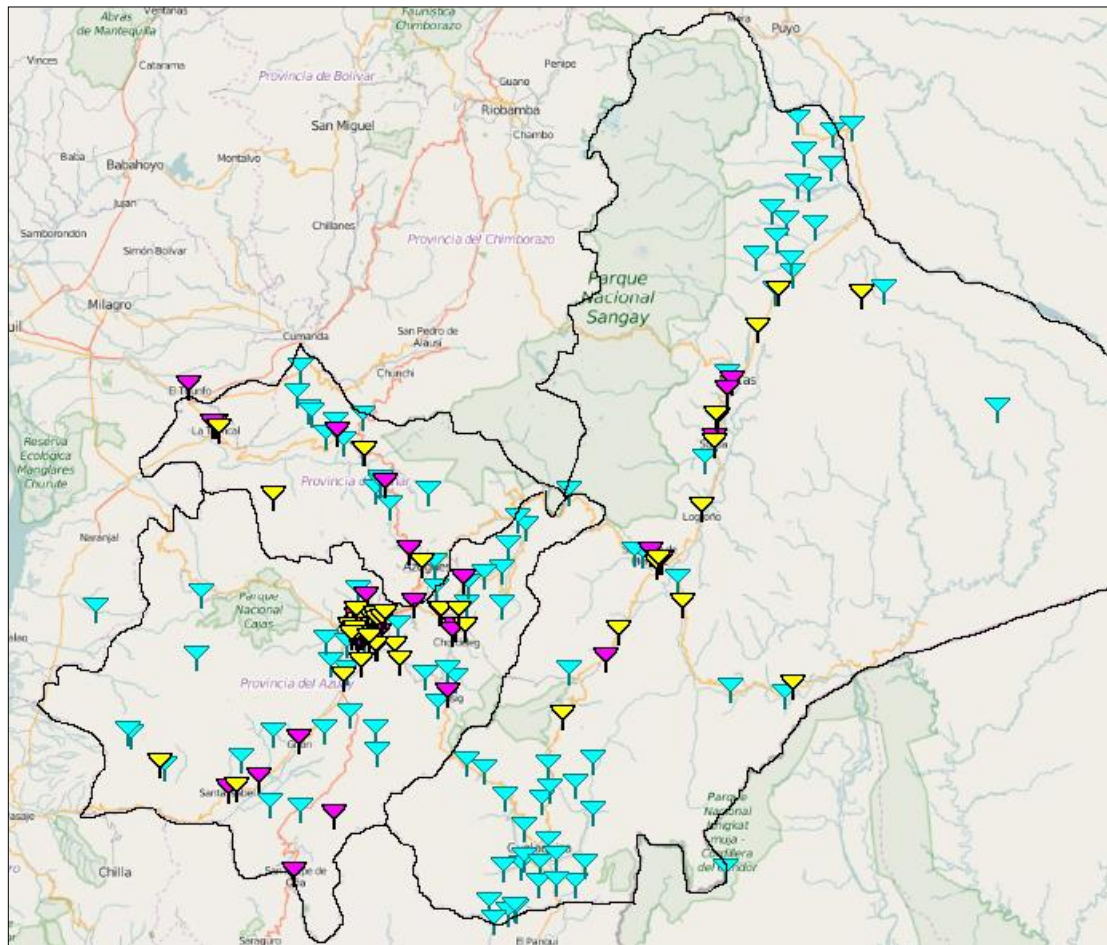


Figura 2.8 Repetidores y reconectores en Azuay, Cañar y Morona Santiago.

## **2.5 Conclusiones.**

La importancia del capítulo dos, está centrada básicamente en la recolección de información que es proporcionada por CENTROSUR, dicha información fue ordenada de una manera específica para facilitar la comprensión de toda la información obtenida acerca de la ubicación de los repetidores, reconectores, agencias, subestaciones y matriz. Claramente se determina que, a todas las ubicaciones se las debe separar por zonas, es decir, Azuay, Cañar y Morona Santiago; así como, identificarlos por colores ya que se obtiene una mejor distinción entre repetidores, reconectores y demás agencias.

## CAPÍTULO 3

### ENLACES RADIOELÉCTRICOS.

#### 3.1 Introducción.

Los diseños de enlaces radioeléctricos que se presentan en este capítulo, están sostenidos en una base extensa de análisis en cuanto a todos los parámetros radioeléctricos que se pueden presentar. Normalmente la simulación de radioenlaces mediante *software (Radio Mobile)* no abarcan con toda la información necesaria para cumplir con los requisitos o parámetros necesarios, dicha información se complementa con otro tipo de *software* como *google earth*, que nos ayudará con un mayor realismo en el diseño de enlaces.

En algunos casos existirán enlaces bastante complejos, el análisis de dichos enlaces se los complementará con ingeniería de campo para la verificación de LOS. Por lo tanto, al ser uno de los capítulos más importantes de todo el proyecto, se abarcan diferentes tipos de metodología, como: comparativo, evaluativo, investigativo (investigación de campo) y descriptivo. Finalmente como objetivo principal de este capítulo es presentar los diseños radioeléctricos de una manera clara y concisa, cumpliendo con todas las normas y requisitos que cada enlace necesita de acuerdo a sus parámetros.

#### 3.2. Parámetros a considerar en Radio Mobile para la simulación de los enlaces.

Los radioenlaces simulados que se presentarán en el ítem 3.3 tienen determinados parámetros. La mayoría de los parámetros se explicarán en este ítem, ya que cada uno de estos nos muestran si el enlace es factible o no. Cabe recalcar que, para lograr obtener los resultados esperados, cada configuración en *Radio Mobile* se editó a conveniencia de nuestros radioenlaces. Por lo tanto, a continuación, se observaran imágenes descriptivas que demuestran paso a paso la configuración de *Radio Mobile* para los enlaces, así como breves indicaciones del por qué de cada valor numérico ingresado en algunas

configuraciones. Pero antes, en un breve mapa conceptual, se explican los pasos a seguir para la configuración de un enlace.

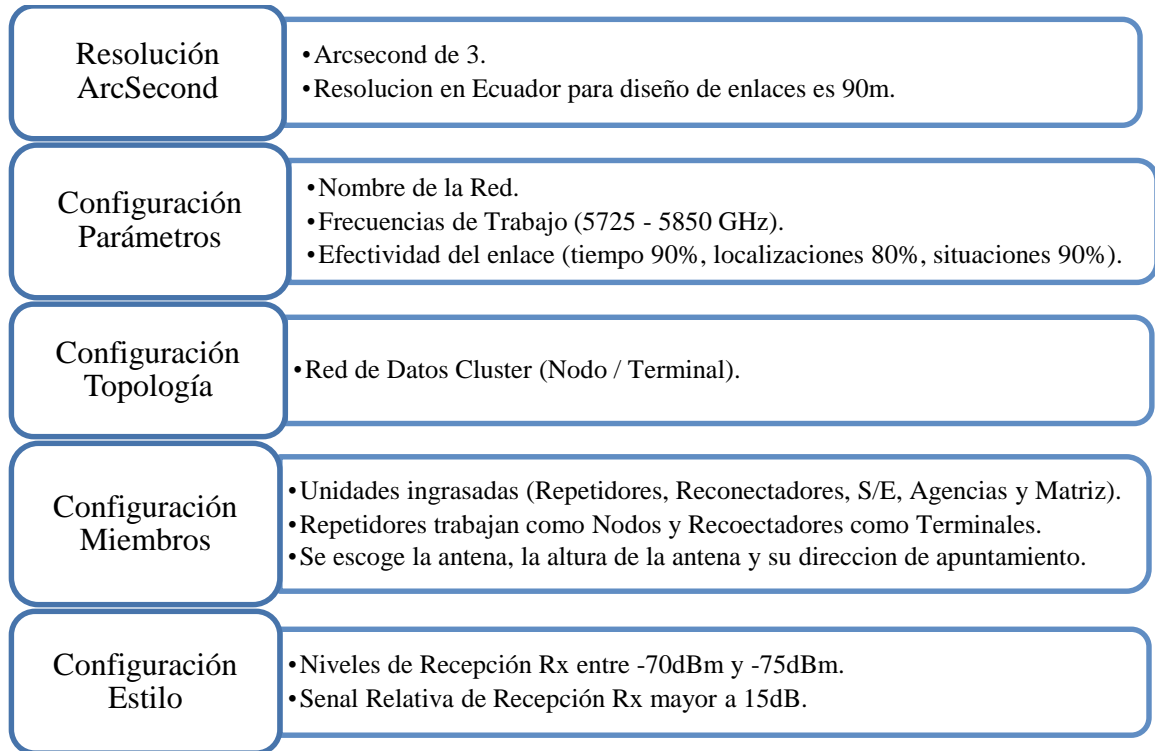


Figura 3.9 Pasos para configurar un enlace en *Radio Mobile*.

Como ejemplo de configuración se expone el diseño de un enlace cualquiera comprendido entre dos puntos. Para llegar a obtener un buen enlace, uno de los primeros parámetros a tomar en cuenta es la distancia que existirá del repetidor al reconnector, ya que la distancia juega un papel importante para la elección de la antena de acuerdo a su ganancia. Por lo tanto, el reconnector “REC\_XX”, es un ejemplo que nos permite visualizar lo recomendado, ya que se enlace a un repetidor cualquiera llamado “REP\_XX” en donde su vano es bueno al tener una distancia de 4km.

Antes de entrar en los detalles de configuración del enlace, debemos tener en cuenta que la precisión del *arcsecond*<sup>16</sup> para trabajar en *Radio Mobile* es de 3, ya que la resolución de datos digitales de elevación del Ecuador, según la *NASA*<sup>17</sup>, es de 90 metros como recomendación. A continuación, en la imagen 3.2, se muestra el ejemplo con el reconector, donde cumple el requisito para empezar a diseñar el enlace a una resolución de 3 *arcsecond*.

Figura 3.10 Datos de elevación recomendados.

Después de tener la resolución calibrada a la recomendada, se muestra la configuración de las redes para el diseño de cada enlace. Como primera configuración dentro de “Propiedades de las Redes” tenemos la pestaña de “Parámetros”. Los parámetros serán configurados según la necesidad y la conveniencia para nuestros radioenlaces. El primer recuadro se encuentra dentro de “Parámetros”, será para ingresar el nombre de la red, que simplemente sirve para identificar a la red de una manera más sencilla, llamando a

<sup>16</sup> *Arcsecond*: Un Segundo de Arco o Arcosegundo.

<sup>17</sup> *NASA*: *National Aeronautics and Space Administration* (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio).

este ejemplo como “REC\_XX / REP\_XX”. Después se tiene la opción de cambiar la frecuencia a la que trabajará el enlace, los enlaces según la teoría anteriormente vista, en los archivos de ARCOTEL, la frecuencia a la que trabajaremos como banda no licenciada será en el rango de 5725-5850 MHz como se ve en la figura 3.3, cabe recalcar que la frecuencia es a título secundario.

The screenshot shows the 'Parameters' dialog box in the ARCOTEL software. On the left, a list of nets is displayed, with 'REC\_XX / REP\_XX' highlighted. The main area of the dialog is divided into several sections:

- Net name:** A text field containing 'REC\_XX / REP\_XX'.
- Frequency:** Two text fields for 'Minimum frequency (MHz)' (5725) and 'Maximum frequency (MHz)' (5850).
- Physical Properties:** Three text fields for 'Surface refractivity (N-Units)' (301), 'Ground conductivity (S/m)' (0.005), and 'Relative ground permittivity' (15).
- Polarization:** Two radio buttons, 'Vertical' (selected) and 'Horizontal'.
- Mode of variability:** Three radio buttons ('Spot', 'Accidental', 'Broadcast') and three percentage fields ('% of time' at 90, '% of locations' at 80, '% of situations' at 90).
- Climate:** A group of radio buttons including 'Equatorial', 'Continental sub-tropical', 'Maritime sub-tropical', 'Desert', 'Continental temperate' (selected), 'Maritime temperate over land', and 'Maritime temperate over sea'.

Figura 3.11 Parámetros de la Red.

Los recuadros que se visualizan con los nombres de refractividad del suelo, conductividad del suelo, permitividad relativa al suelo, polarización y clima, se opta por dejar con los valores que están por defecto como se muestra en la figura. En caso de que alguno de ellos no sean los adecuados, se considerará cambiar su valor o botón de selección. El recuadro que se editan sus valores, será el que lleva como nombre Modo de Variabilidad. Aquí se encuentran algunas opciones como el modo Accidental que se usa para evaluar interferencias. El modo *Broadcast* (difusión) que es para unidades estacionarias. El modo *Mobile* (Móvil) para comunicaciones móviles. Y el modo *Spot*

(Intento) donde el programa hará un único intento para enviar un mensaje en la simulación. De todos los mencionados anteriormente, se usa el modo *Broadcast* para simular enlaces entre unidades estacionarias. Los porcentajes de tiempo, localizaciones y situaciones dependen del modo elegido anteriormente, para *Broadcast* se eligen los porcentajes de %90, %80 y %90 respectivamente, ya que son porcentajes por experiencia de trabajo.

La siguiente pestaña respecto a las “Propiedades de las Redes” lleva como nombre “Topología”. Como primer requisito es que debe ser visible, caso contrario se ocultará la red en el dibujo del mapa. Después de esto existen tres parámetros a elegir.

El primero, Red de voz (Controlador / Subordinado / Repetidor), se recomienda usar esta opción cuando se necesite comunicar unidades de mando con unidades subordinadas, pero no unidades subordinadas entre sí.

La segunda opción, que lleva como nombre Red de datos Topología estrella (Máster / Esclavo), se recomienda usar para redes de datos donde las unidades maestro se comuniquen con las unidades esclavo, pero aquí también no existirán enlaces entre unidades esclavo.

Finalmente la última opción, Red de datos *Cluster* (Nodo / Terminal), se usa para redes de datos con nodos que pueden retransmitir datagramas (*rebroadcast*). Como se puede observar en la figura 3.4, nuestra selección apropiada será una Red de datos *Cluster* con un Nodo y un Terminal.



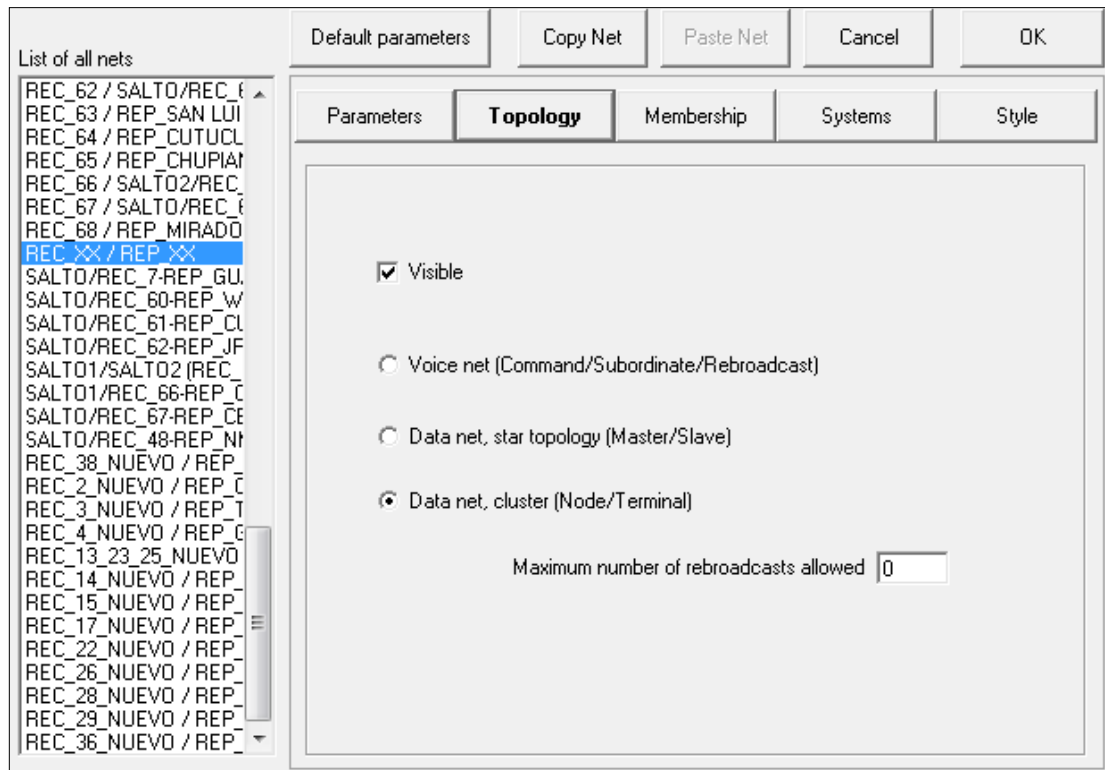


Figura 3.12 Topología de la Red.

En la siguiente pestaña que tiene el nombre como “Miembros”, se tiene primeramente una lista donde están todas las unidades ingresadas al programa (repetidores, reconectores, agencias, subestaciones y saltos), allí se deberá escoger las unidades adecuadas para que formen al enlace llamado “REC\_XX / REP\_XX”. Como se observa en la figura 3.5, primero se configura al repetidor.

El rol de todos los repetidores será que trabajen como Nodos, después de eso se escogerá la antena que se crea más conveniente para el enlace, tomando en cuenta la distancia. Otro de los parámetros a elegir será la altura de la antena, ya que de este dependen muchísimo ciertas pérdidas que se pueden ocasionar por obstáculos y otros más, tomando en cuenta que a mayor altura no siempre significa un mejor enlace. Finalmente se encuentra la dirección en la que debe estar la antena, en este caso debe apuntarse lógicamente al reconector REC\_XX.

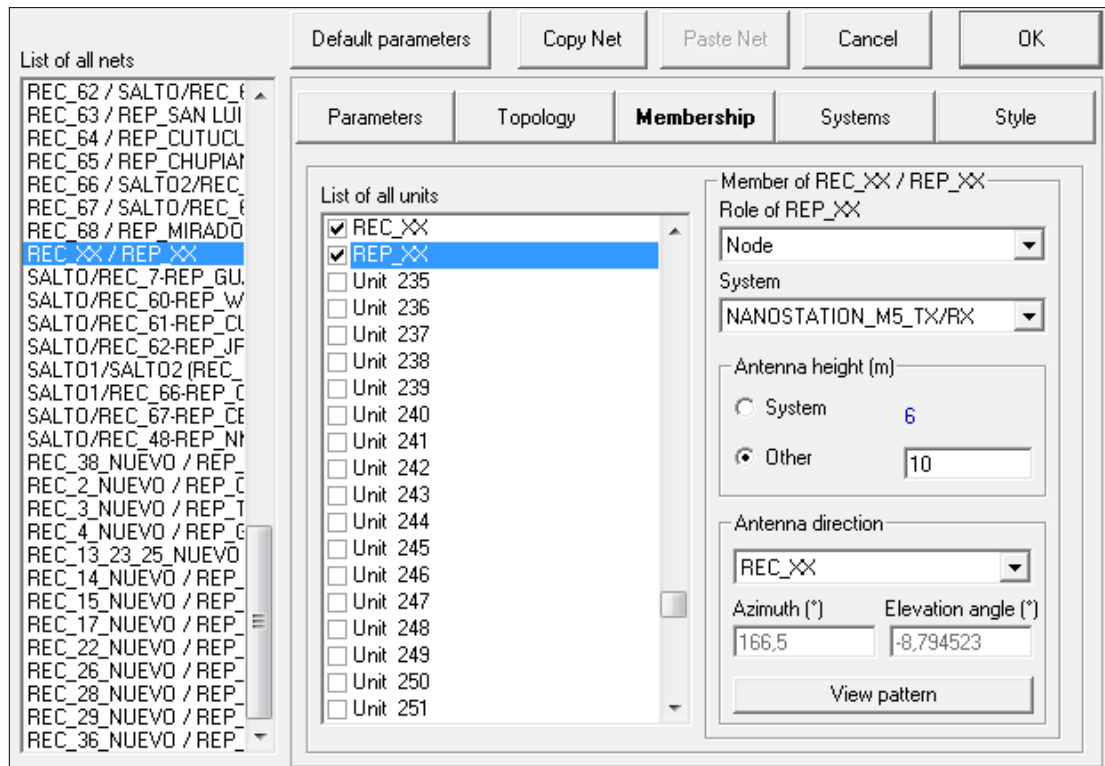


Figura 3.13 Miembros de la Red (Repetidores).

De igual manera para los reconectores se debe tomar en cuenta que la configuración en su rol a cumplir cambia, ya que los reconectores actuaran como Terminales. En la figura 3.6, se puede observar el cambio de estas configuraciones.

La antena deberá ser la misma por cuestiones de compatibilidad con el repetidor. La altura de los reconectores en los postes, normalmente está recomendada hasta los 5m, ya que desde los 6m se encuentran las líneas de tensión. Finalmente, así mismo, la dirección de la antena en este caso tendrá que ser al repetidor REP\_XX.

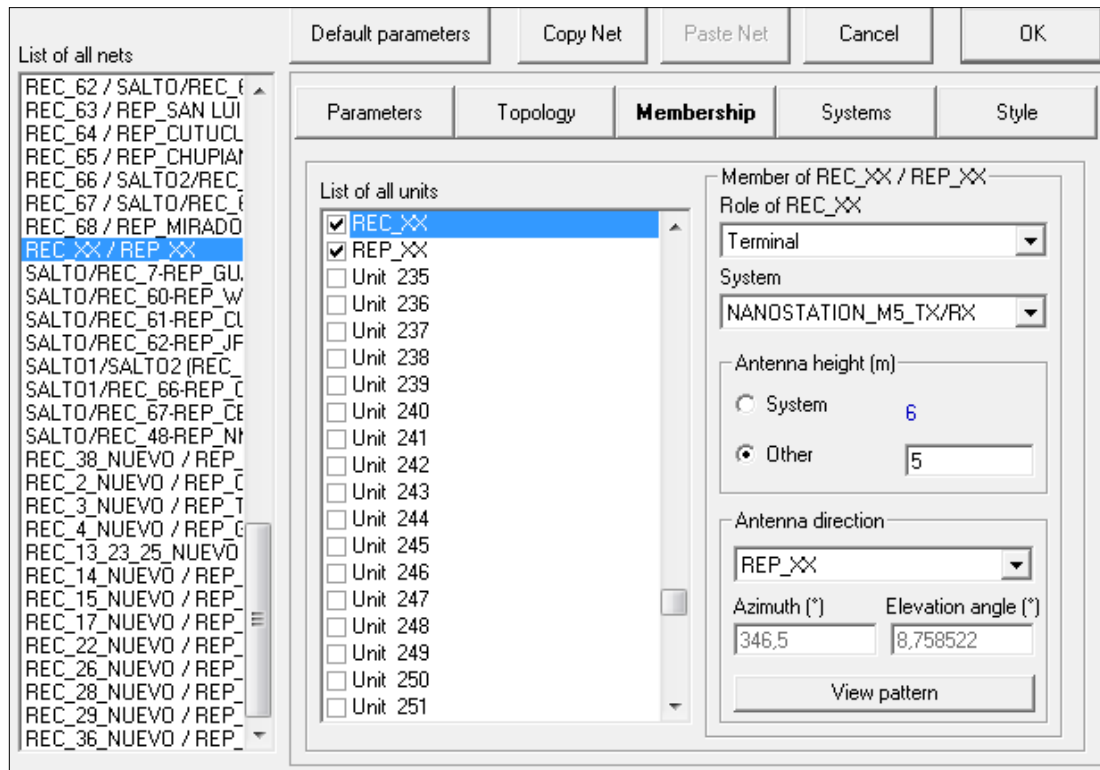


Figura 3.14 Miembros de la Red (Reconectores).

La siguiente pestaña que tiene como nombre “Sistemas”, es la que nos permite agregar más opciones de antenas a nuestras simulaciones de enlaces. De acuerdo con la Empresa Eléctrica CENTROSUR, se pueden usar algunas de las antenas que se pueden observar en la figura 3.7. Las antenas servirán para tener un mayor número de opciones a escoger, tomando en cuenta el parámetro de la distancia, ya que no todas las antenas tienen el mismo alcance ni la misma ganancia.

Las antenas más usadas por CENTROSUR son: las nanostation M5, las rocket M5, las nanobridge 5G22, las nanobridge 5G25, las miura 5 y las lobometric de 60° y 90°. En la siguiente imagen también se muestran los parámetros de cada una y con la opción de ingresar nuevas antenas al sistema. Para ingresar se deben observar desde las hojas de especificaciones de cada antena su potencia de transmisión, el umbral de recepción, las pérdidas del circuito de la antena, el tipo de antena según su diagrama de radiación y la

ganancia de la antena. Además se debe especificar la altura de la torre de la antena y las pérdidas del cable de ser necesario.

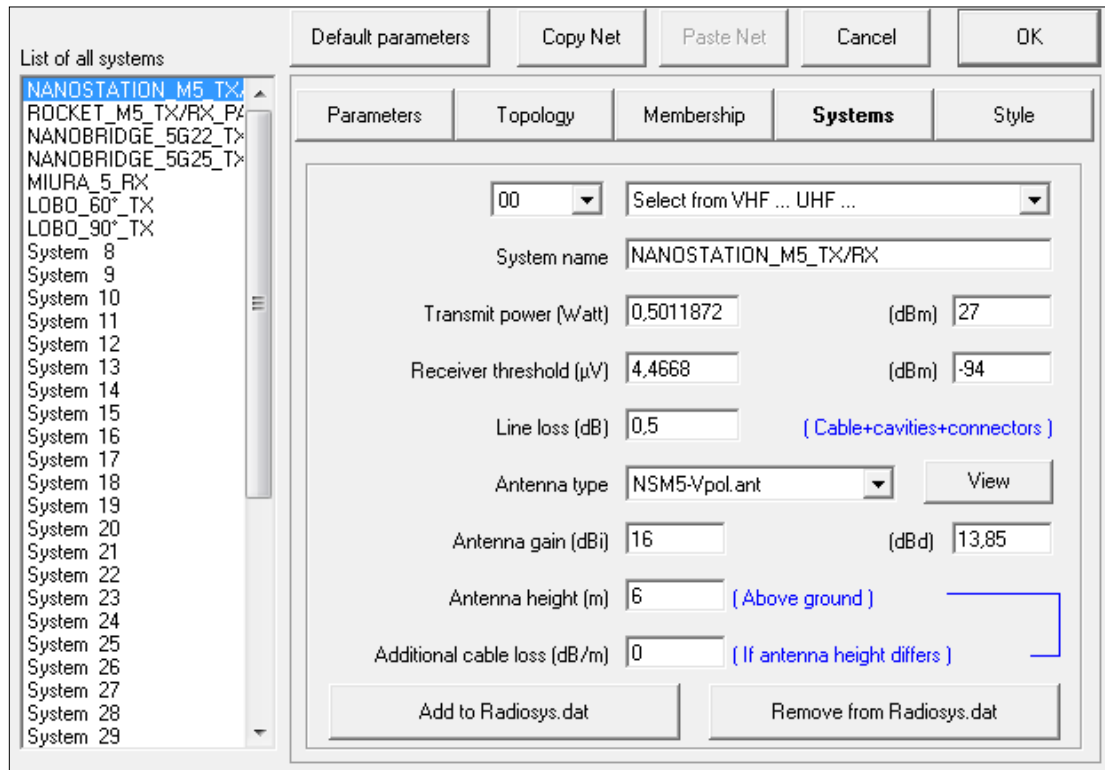


Figura 3.15 Sistemas de la Red.

Finalmente, en la pestaña “Estilo” se debe ingresar los valores de la señal relativa de recepción a la que se trabajara. Los enlaces de telecomunicaciones que actualmente están operando en CENTROSUR recomiendan que, se debe tener niveles de recepción entre los -70dBm y los -75dBm. Por lo tanto, para poder alcanzar estos rangos es necesario hacer una relación entre señal relativa de recepción Rx y niveles de recepción Rx. En conclusión, los datos a ingresar, para lograr los parámetros mencionados serán, una “línea verde” si la señal relativa Rx es mayor o igual a 15dB y como una “línea amarilla” si la señal relativa Rx es mayor o igual a 5dB. En caso de ser menor a 5dB la línea será roja. En la imagen 3.8 se logra observar la configuración de los datos.

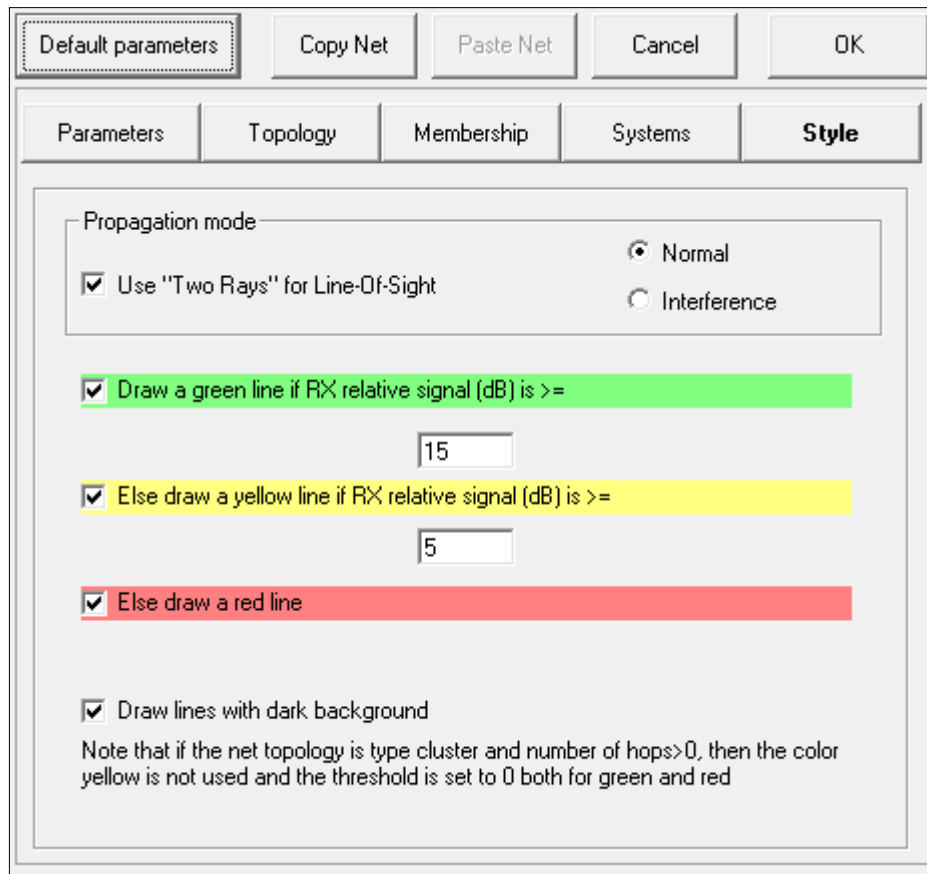


Figura 3.16 Estilo de la Red.

Dado el paso a seguir para realizar todas las configuraciones en cada enlace a diseñar, lo siguiente es poder identificar cada parámetro que nos dejará visualizar el simulador al momento de obtener una gráfica como se muestra en la figura 3.9 respecto al enlace creado.

En dicha gráfica existen algunos parámetros teóricos que anteriormente ya se explicaron, ahora pondremos en práctica la verificación y análisis de cada uno de estos parámetros. Como se puede ver en la imagen, existen quince parámetros expuestos en la parte superior, estos parámetros son los resultados que se dan en la simulación por parte de *Radio Mobile*. Cabe recalcar que en la parte inferior se encuentra un resumen de todos los parámetros y configuraciones anteriormente editadas.

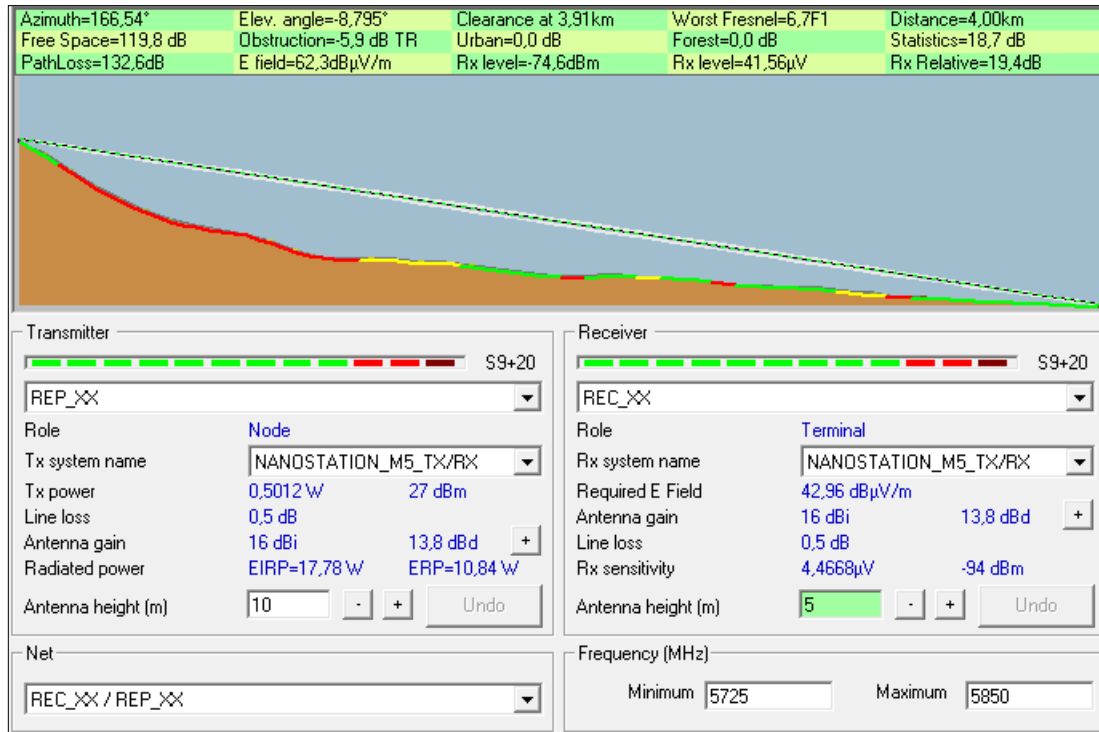


Figura 3.17 Simulación del enlace de prueba con sus parámetros de resultado.

Como se puede ver en la gráfica, el primer parámetro expuesto como resultado es el Azimut<sup>18</sup> de la antena y el segundo es su Angulo de Elevación. Hay que tener en cuenta que estos datos ya se configuraron anteriormente para cada antena. Es por eso que *Radio Mobile* repite estos datos como un resultado. El resultado expuesto de estos dos parámetros depende de la antena a la que se configure como transmisor.

El tercero y cuarto parámetro están ligados directamente para dar resultados de acuerdo a las zonas de Fresnel. El tercer parámetro, expone una distancia, dicha distancia da el lugar exacto en donde más problemas podría tener el enlace respecto al despeje de la primera zona de Fresnel por la existencia de obstáculos. El cuarto parámetro, al ser un complemento del tercero, expone el porcentaje de despeje en la primera zona de Fresnel.

<sup>18</sup> Azimut: Angulo de la orientación sobre la superficie de una esfera real o virtual.

La teoría expuesta en el proyecto, nos indicaba que el mínimo despeje que debe existir en la primera zona de Fresnel debe ser del 60%, esto quiere decir que el parámetro que logramos visualizar en *Radio Mobile* debe ser  $0.6F1$  o mayor para asegurar un correcto enlace.

Como se observa en la figura 3.9, el quinto parámetro es simplemente la distancia total del vano, es decir la distancia existente desde el punto transmisor que sería nuestro nodo repetidor hasta el punto receptor que sería nuestro terminal reconectador.

Los seis parámetros que encontramos a continuación, son parámetros que dan referencia a cálculos de pérdidas en la señal por distintos factores. *Radio Mobile* expone cinco valores que previamente fueron calculadas por el programa, esa así que *Radio Mobile* logra obtener el sexto parámetro que es el resultado total de toda esta pérdida en la propagación. Los cinco parámetros de pérdidas son: pérdidas en el espacio libre, pérdidas por obstrucción, pérdidas por interferencia o edificios en el casco urbano de la ciudad, pérdidas por bosque y pérdidas que dependen del modo de variabilidad que hayamos escogido anteriormente (*Broadcast* 90%, 80% y 90%).

El parámetro número doce representa el valor de la intensidad de campo por metro. Los tres últimos parámetros que se observan en la figura 3.9, son los resultados finales que nos ayudaran a determinar si el enlace es fiable. Están expuestos dos, de estos últimos tres parámetros, que llevan el nombre de nivel en la recepción. Estos niveles de recepciones también se los conoce como el RSSI<sup>19</sup> en el receptor. Ya se explico anteriormente que por disposición de CENTROSUR, los límites o rangos que se manejan los niveles de recepción deben ser entre  $-70\text{dBm}^{20}$  y  $-75\text{dBm}$ .

---

<sup>19</sup> RSSI: Indicador de Fuerza de la Señal Recibida.

<sup>20</sup> dBm: Decibelio milivatio.

El último parámetro que da Radio Mobile, es la señal relativa en dB con respecto a la sensibilidad Rx. Como se mencionó anteriormente, estos rangos fueron configurados con respecto al nivel de recepción.

### 3.3 Diseño y simulación de los radioenlaces.

Los diseños y simulaciones de los radioenlaces se harán en un orden específico, el orden que se procede a usar será respecto a los repetidores, ya que es mucho más fácil y rápido identificar a los reconvertadores que se encuentran en ellos. Antes, se procede hacer un listado en orden ascendente de los reconvertadores y sus ubicaciones por calles, avenidas o sectores en los que se encuentran, con la finalidad de tener una mejor información como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Ubicación de reconvertadores por calles, avenidas y zonas.

Reconvertador	Ubicación
REC_1	Mariscal Lamar y Coronel Talbot
REC_2	Antonio Vega Muñoz y Tarqui
REC_3	Av. 3 de Noviembre y Bajada de los Molinas
REC_4	Av. 12 de Abril y Agustín Cueva
REC_5	El Valle
REC_6	Santa Ana
REC_7	Chaupihacienda
REC_8	El Valle
REC_9	Av. 10 de Agosto y Francisco Estrella Carrión
REC_10	Pumapungo y Cacique Chaparra
REC_11	Av. 10 de Agosto y David Díaz
REC_12	Av. Gonzales Suarez y Paseo de lo Cañaris
REC_13	Av. España y Antonio Vega Muñoz
REC_14	Av. Hurtado de Mendoza y Fasayñan
REC_15	Av. España y De la Quebrada
REC_16	Paseo Rio Machángara y Carlos Tosi Siri
REC_17	Calle Vieja y De las Laderas
REC_18	Av. de las Américas (Banco Bolivariano-Parque Industrial)
REC_19	Av. de las Américas y Tarqui
REC_20	Turuhuaico y Antonio Neumane
REC_21	Armenillas y Calle vieja



<b>REC_22</b>	Armenillas y Calle vieja
<b>REC_23</b>	Av. España y Antonio Vega Muñoz
<b>REC_24</b>	Av. de las Américas y De la Ocarina
<b>REC_25</b>	Av. España y Antonio Vega Muñoz
<b>REC_26</b>	Camino a Patamarca y la Compañía
<b>REC_27</b>	Av. de las Américas y Av. Remigio Crespo Toral
<b>REC_28</b>	Av. Remigio Crespo Toral y Lorenzo Piedra
<b>REC_29</b>	Sinincay
<b>REC_30</b>	Vía a Ricaurte y Julia Bernal
<b>REC_31</b>	Vía a Ricaurte y Julia Bernal
<b>REC_32</b>	Panamericana Norte y F. Pazan
<b>REC_33</b>	Panamericana Norte y Vía Paccha
<b>REC_34</b>	Panamericana Norte (American School)
<b>REC_35</b>	Av. 10 de Agosto y Av. Fray Vicente Solano
<b>REC_36</b>	Av. Primero de Mayo (tres puentes)
<b>REC_37</b>	Av. Remigio Crespo Toral y Lorenzo Piedra
<b>REC_38</b>	Av. Don Bosco y Av. Doce de Octubre
<b>REC_39</b>	Vía a Turi (5km al Sur del Centro de Rehabilitación Social Turi)
<b>REC_40</b>	Carretero Panamericana (kilometro 10)
<b>REC_41</b>	Camino al Valle (Chilcapamba)
<b>REC_42</b>	Puente Europa
<b>REC_43</b>	Puente Europa
<b>REC_44</b>	Puente Europa
<b>REC_45</b>	Vía a Gualaceo (a 500m del puente Europa)
<b>REC_46</b>	Calle Julio Tobías Torres (Subestación 9 - Azogues)
<b>REC_47</b>	Santa Isabel
<b>REC_48</b>	Pucará
<b>REC_49</b>	Vía Certag Uzhupud
<b>REC_50</b>	Vía Cuenca Macas (a 3km de Gualaceo)
<b>REC_51</b>	Vía Certag Uzhupud
<b>REC_52</b>	Vía Certag Uzhupud
<b>REC_53</b>	Cargua - Cañar
<b>REC_54</b>	Charcay - Cañar
<b>REC_55</b>	Vía Troncal Amazónica (entre Sucúa y Macas)
<b>REC_56</b>	Vía Troncal Amazónica (entre Sucúa y Macas)
<b>REC_57</b>	Sucúa
<b>REC_58</b>	Santa Rosa
<b>REC_59</b>	Vía Troncal Amazónica (12km al norte de Santa Roza)
<b>REC_60</b>	22 kilómetros al Este del reconector 59.
<b>REC_61</b>	10 kilómetros al Sur de Patuca
<b>REC_62</b>	Santiago de Tiwintza

<b>REC_63</b>	Logroño
<b>REC_64</b>	Vía Troncal Amazónica (altura de Méndez)
<b>REC_65</b>	Méndez
<b>REC_66</b>	Vía Troncal Amazónica (9km al noroeste de Limón Indanza)
<b>REC_67</b>	San Juan Bosco
<b>REC_68</b>	La Troncal

Para proceder al diseño de cada radioenlace, debemos tomar en cuenta la distancia total del vano, no escoger repetidores que generen un enlace que atraviese la ciudad y debe existir una línea de vista libre de obstáculos. En caso de que no se detecten repetidores que cumplan los requisitos, se buscan repetidores que estén cercanos al retransmisor, estos deben tener como máximo un obstáculo en el enlace. Al existir un solo obstáculo, nos permite realizar el diseño del enlace haciendo uso de un nodo nuevo o un salto, esto quiere decir que el enlace necesariamente va a circunvalar el obstáculo o en este caso hacer uso del obstáculo para colocar en él la base del nuevo nodo. Con los aspectos descritos, se han determinado los siguientes repetidores, de la tabla 3.2, para el diseño de cada enlace respecto al retransmisor.

Tabla 3.2 Retransmisores existentes en cada repetidor.

<b>REPETIDOR</b>	<b>RETRANSMISOR</b>
REP_CANAL2	REC_1
	REC_2
REP_TURI	REC_3
	REC_9
	REC_11
	REC_19
	REC_36
REP_EL VALLE	REC_5
	REC_6
	REC_8
	REC_41
REP_GUAGUAZHUMI	REC_7
	REC_13
	REC_14
	REC_15

	REC_16
	REC_17
	REC_18
	REC_21
	REC_23
	REC_25
	REC_26
	REC_29
	REC_33
EDIFICIO MATRIZ	REC_10
REP_RAYOLOMA	REC_12
	REC_20
	REC_22
	REC_24
	REC_30
	REC_31
	REC_32
REP_BARABON	REC_27
	REC_28
	REC_35
	REC_37
REP_GUZHO	REC_4
	REC_38
REP_TARQUI	REC_39
	REC_40
REP_YUQUIN	REC_42
	REC_43
	REC_44
	REC_45
REP_SR. PUNGO	REC_46
REP_TOPAL	REC_47
REP_NARIGUINA MILITARES	REC_48
REP_MARAS	REC_49
	REC_51
	REC_52
REP_S/E 15	REC_50
REP_MIRADOR TRONCAL	REC_53
	REC_68
REP_ALTARURCO	REC_54
REP_KILAMO	REC_55

	REC_56
	REC_58
REP_SAN LUIS MIRADOR	REC_57
	REC_63
REP_TRES MARIAS	REC_59
REP_WISUI	REC_60
REP_CUTUCU	REC_61
	REC_64
REP_JAIME ROLDOS TIWINTZA	REC_62
REP_CHUPIANZA	REC_65
REP_CERRO BOSCO	REC_66
	REC_67

Es de vital importancia tomar en cuenta el número de reconectores que pueden enlazarse a un repetidor, ya que en algunos casos pueden exceder en el número de capacidad. Por lo tanto, es importante instalar antenas sectoriales para los repetidores que exceden de los cuatro enlaces ya que si se exceden en su número se pueden ser afectadas por algunos parámetros físicos y técnicos como: el espacio físico que necesita cada antena en la torre, interferencias entre antenas al encontrarse demasiadamente cercanas unas de otras. Con la tabla anterior se determina usar antenas sectoriales para los repetidores Guaguazhumi, Turi y Rayoloma. Esta información es de mucha ayuda para poder describir los siguientes ítems, donde se separan los enlaces punto-punto y punto-multipunto.

### **3.3.1 Radioenlaces punto - punto.**

Este ítem lo conforman los diseños radioeléctricos que hacen uso de antenas punto a punto, esto quiere decir que en los repetidores no existirán antenas sectoriales ya que existen en cada uno de ellos un máximo de cuatro enlaces. El parámetro del nivel de recepción debe estar comprendido entre los -70dBm y -75dBm.

### 3.3.1.1 Repetidor Canal 2.

#### 3.3.1.1.1 Reconector 1.

En la figura 3.10, se observa la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número uno.

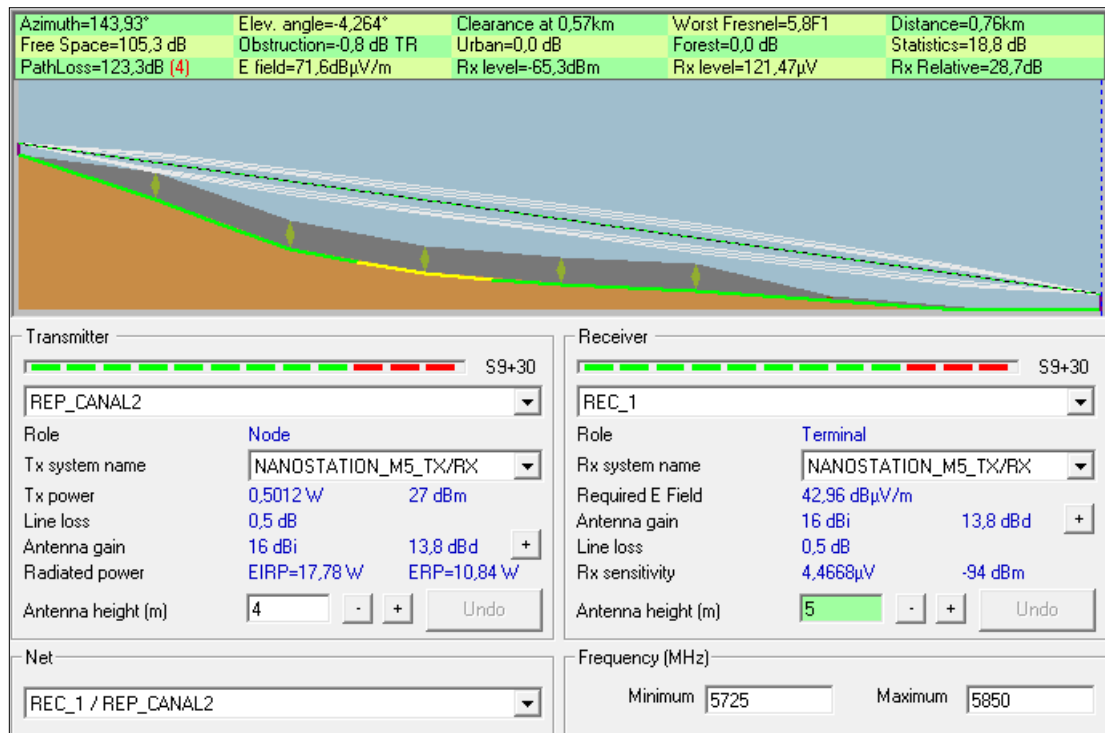


Figura 3.18 Perfil del enlace Reconector 1 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 760 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción que existe es de -65.3 dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.7dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

Con las recomendaciones de CENTROSUR, de poder cambiar de lugar el reconectador o la antena hasta 100 metros o de combinar los dos ganando hasta 200 metros de movilidad, no se obtuvo solución alguna, ya que al tratar de mover el reconectador no se encontró un lugar adecuado para su ubicación por el hecho de que seguían existiendo edificaciones con bastante altura a su alrededor y lo mismo sucedió con la antena.

La propuesta para este enlace será hacer uso de otro tipo de recurso. Uno de ellos es tratar de unirse a una red de fibra óptica, ya que la Empresa Eléctrica CENTROSUR actualmente hace uso de este recurso para dar varios servicios, por lo tanto si existiera algún punto cerca del reconectador, esta sería una de las soluciones más viables.

En la imagen 3.11, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

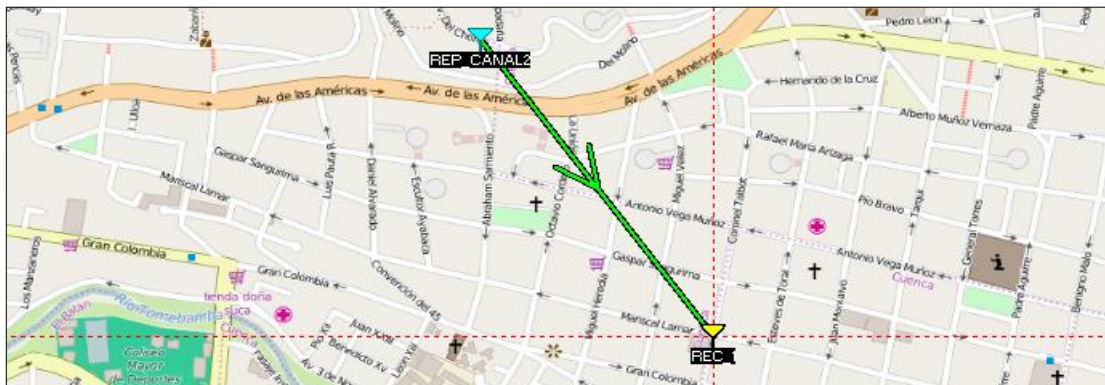


Figura 3.19 Enlace Reconectador 1 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.1.2 Reconectador 2.

En la figura 3.12 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconectador número dos.

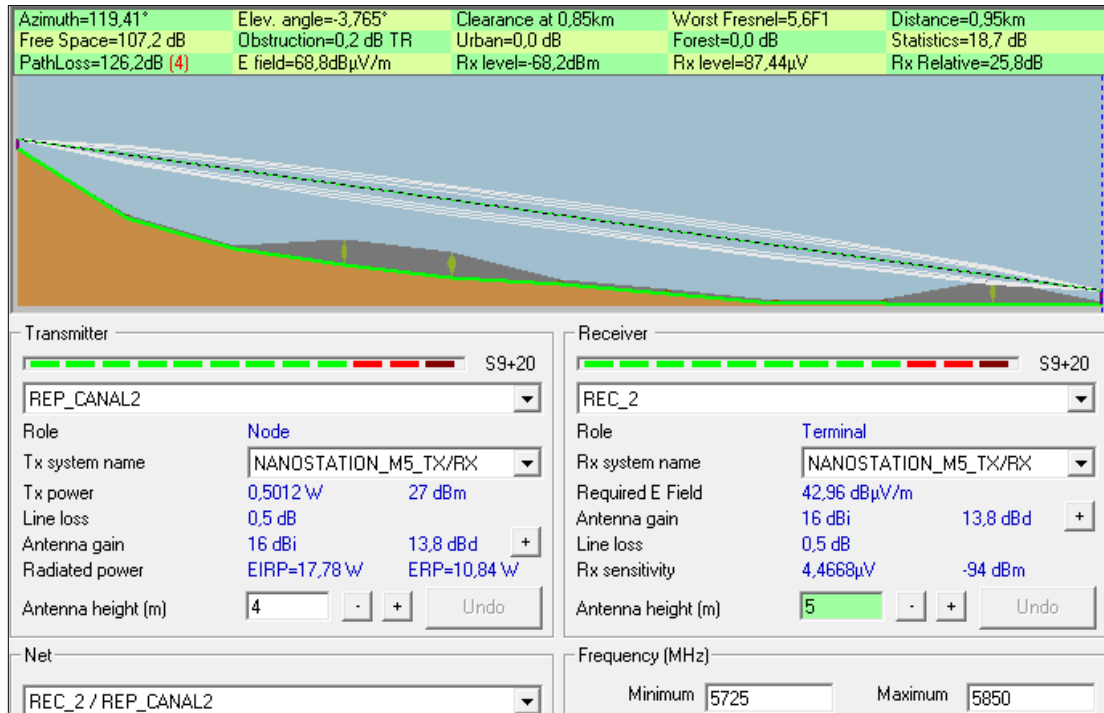


Figura 3.20 Perfil del enlace Reconector 2 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 950 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción que existe es de -68.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconnector.

La solución al reconnector número dos, es cambiarlo de posición. La antena se quedará junto al reconnector. La ubicación a la que se plantea cambiar el reconnector, se encuentra en la calles Tarqui y Rafael María Arízaga con coordenadas 2°53'25"S y 79°0'24"O. Se muestra en la figura 3.13 el nuevo poste para el reconnector.



Figura 3.21 Nuevo poste para el Reconector 2.

A continuación en la figura 3.14 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*.

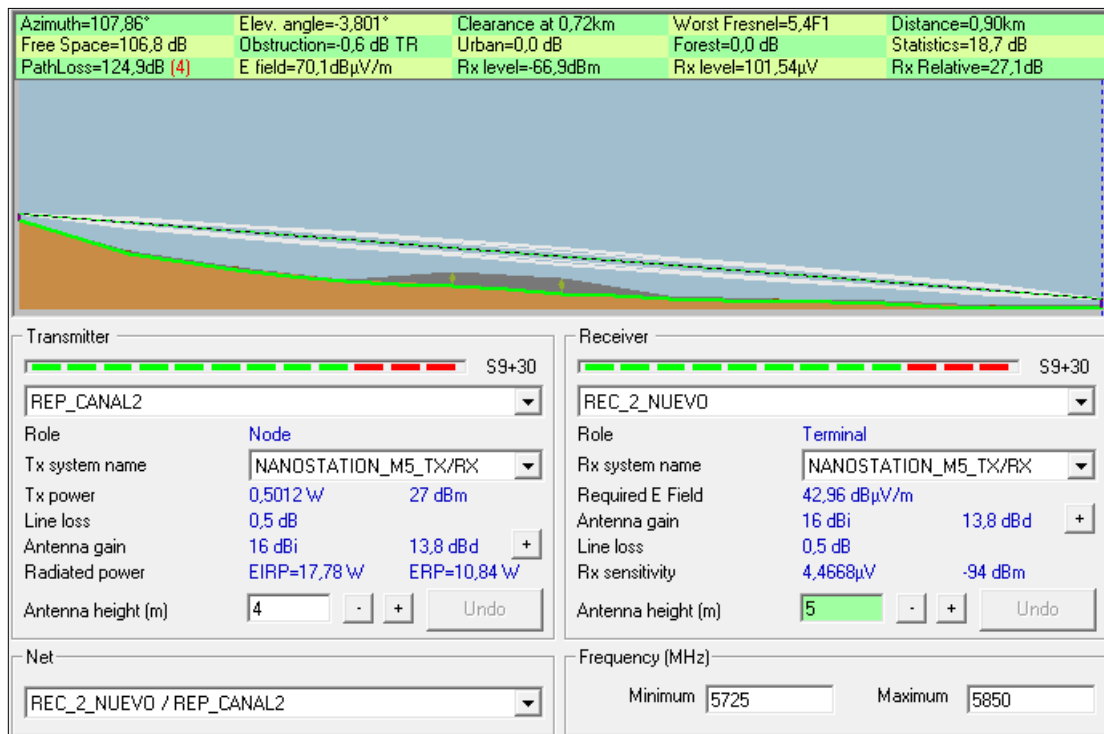


Figura 3.22 Perfil del nuevo enlace Reconector 2 (*Radio Mobile*).



La distancia del enlace es de 900 metros. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -66.9dBm. En la imagen 3.15, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 27.1, pudiendo visualizar una “línea verde”.

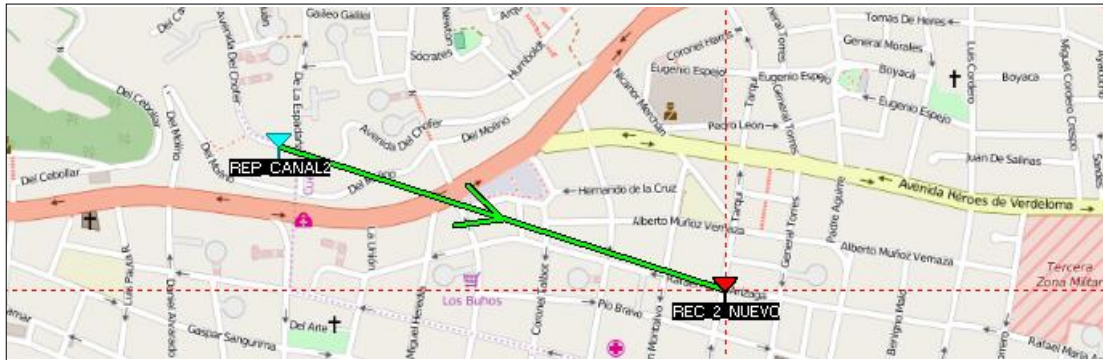


Figura 3.23 Enlace Reconector 2 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.2 Repetidor El Valle.

#### 3.3.1.2.1 Reconector 5.

En la figura 3.16 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cinco.

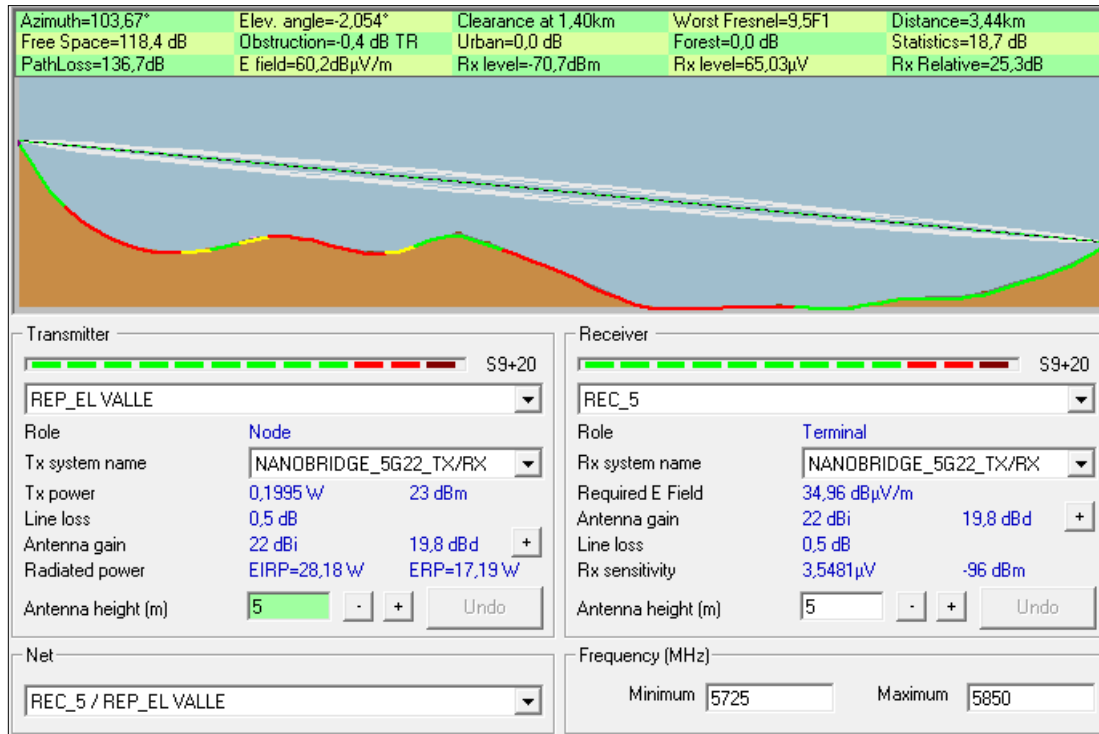


Figura 3.24 Perfil del enlace Reconector 5 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3.44km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.17, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.25 Enlace Reconector 5 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.2.2 Reconector 6.

En la figura 3.17 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número seis.

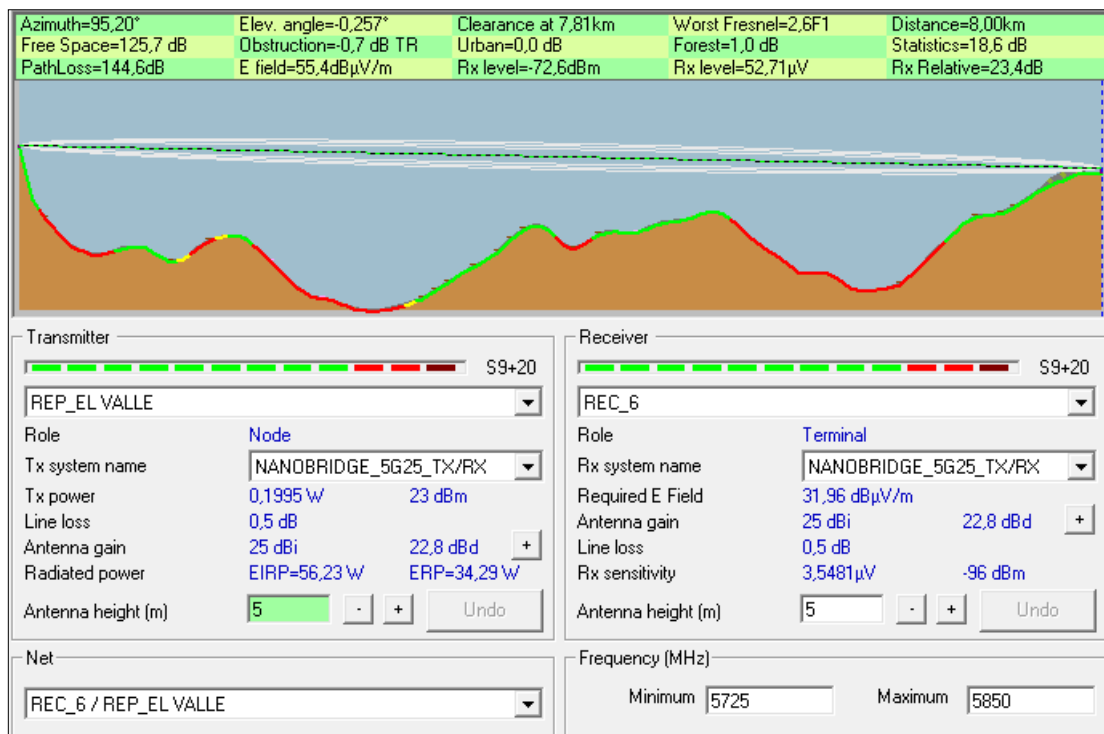


Figura 3.26 Perfil del enlace Reconector 6 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de  $-72.6\text{dBm}$  y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de  $23.4\text{dB}$ .

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.19, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.27 Enlace Reconector 6 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.2.3 Reconector 8.

En la figura 3.20 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* del reconector número ocho.

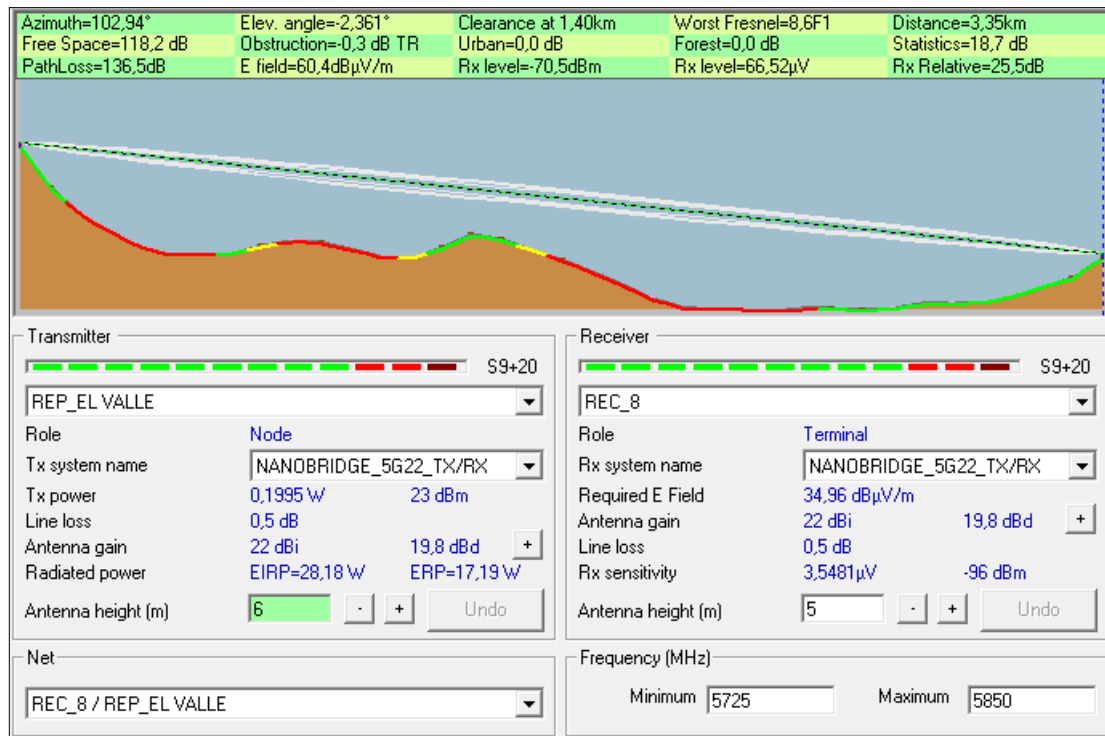


Figura 3.28 Perfil del enlace Reconector 8 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3.35km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.5dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.5dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.21, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.29 Enlace Reconector 8 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.2.4 Reconector 41.

En la figura 3.22 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuarenta y uno.

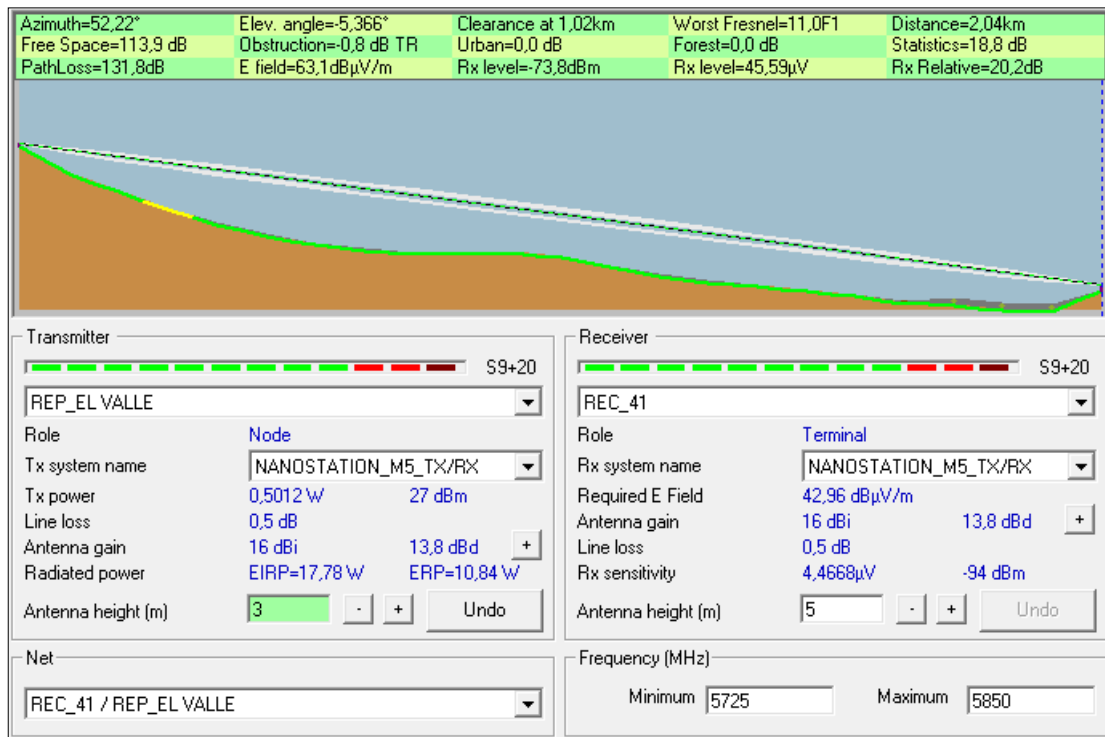


Figura 3.30 Perfil del enlace Reconector 41 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.04km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 20.2dB

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.23, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.31 Enlace Reconector 41 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.3 Edificio Matriz.

#### 3.3.1.3.1 Reconector 10.

En la figura 3.24 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número diez.

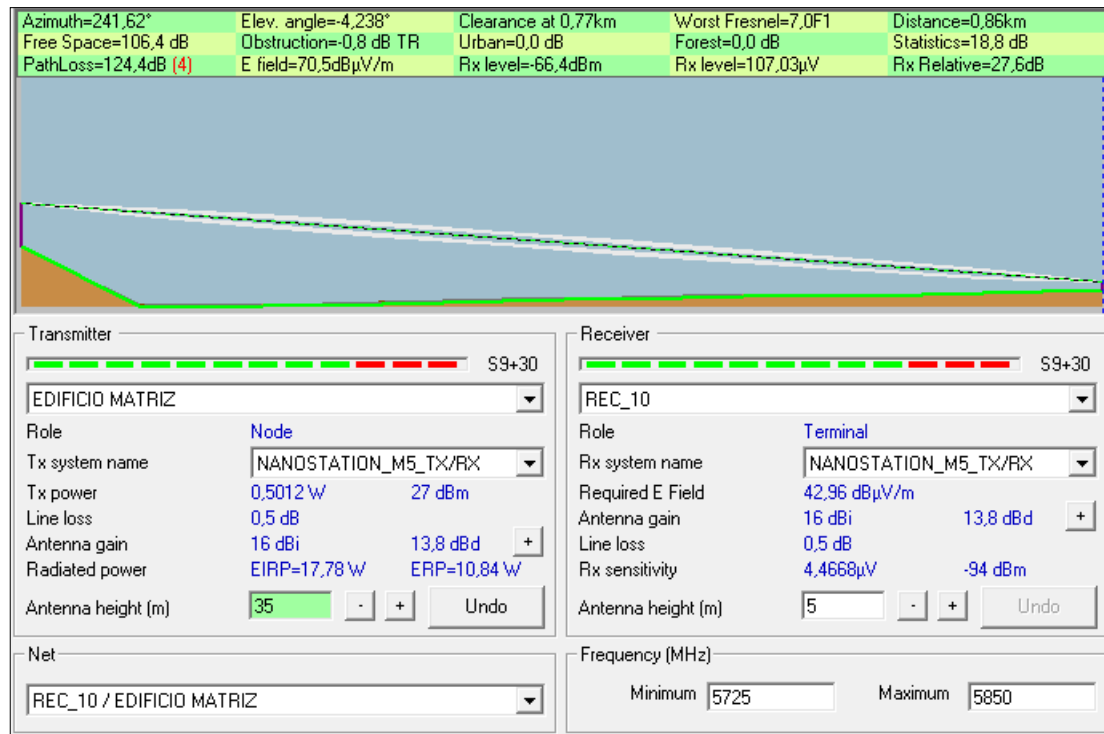


Figura 3.32 Perfil del enlace Reconector 10 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 860 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -66.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 27.6dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.25, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.





Figura 3.33 Enlace Reconector 10 (*Radio Mobile*)

### 3.3.1.4 Repetidor Barabon.

#### 3.3.1.4.1 Reconector 27.

En la figura 3.25 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número veinte y siete.

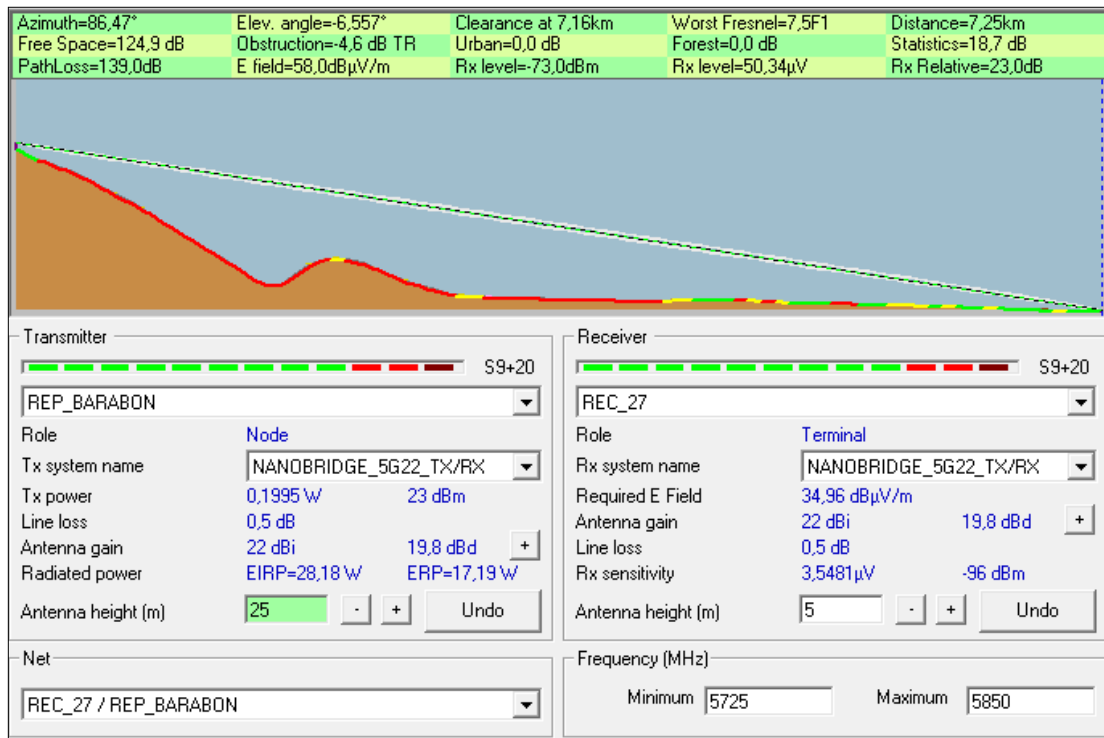


Figura 3. 34 Perfil del enlace Reconector 27 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.25km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.27, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.35 Enlace Reconnector 27 (*Radio Mobile*).

#### 3.3.1.4.2 Reconnector 28.

En la figura 3.28 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconnector número veinte y ocho.

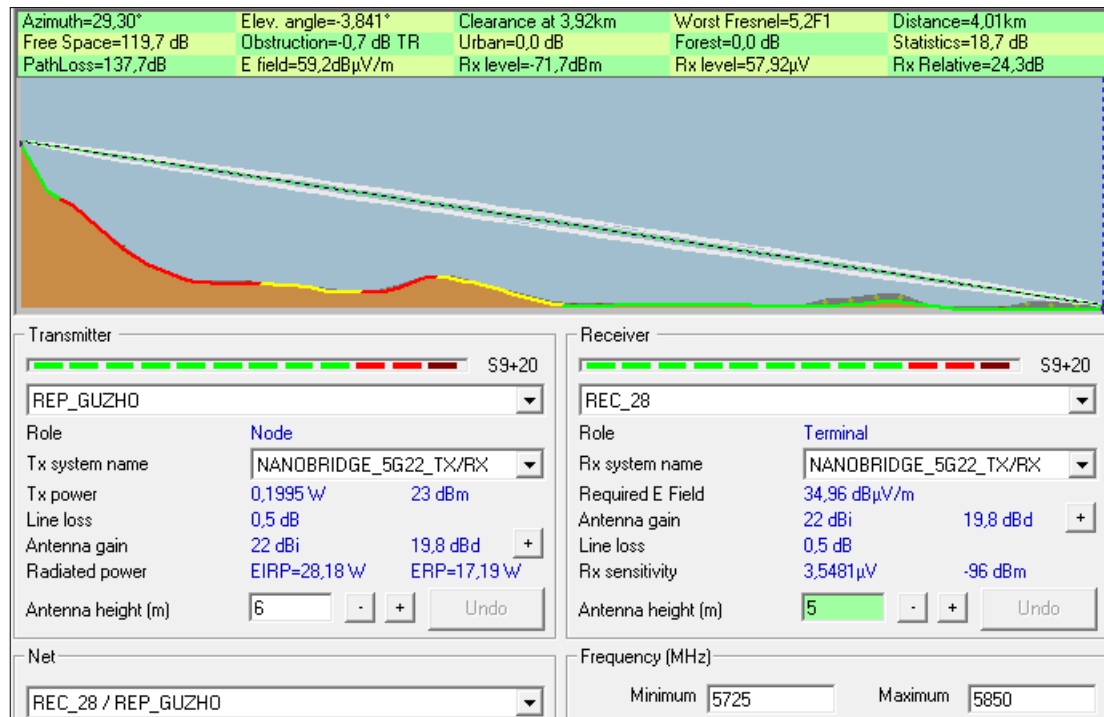


Figura 3.36 Perfil del enlace Reconector 28 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.01km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 24.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número veinte y ocho, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 26 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas 2°54'7.7"S y 79°0'53"O. A continuación se muestra en la figura 3.29 la ubicación del nuevo poste para la antena. La mejora de este enlace provoca un cambio

de repetidor, anteriormente se enlazaba al repetidor Guzho, pero con la sugerencia de la nueva ubicación del reconector, el enlace se lo hace al repetidor Barabon.



Figura 3.37 Nuevo poste para la antena del Reconector 28.

A continuación en la figura 3.30 se muestra la efectividad del enlace con *Radio Mobile*.

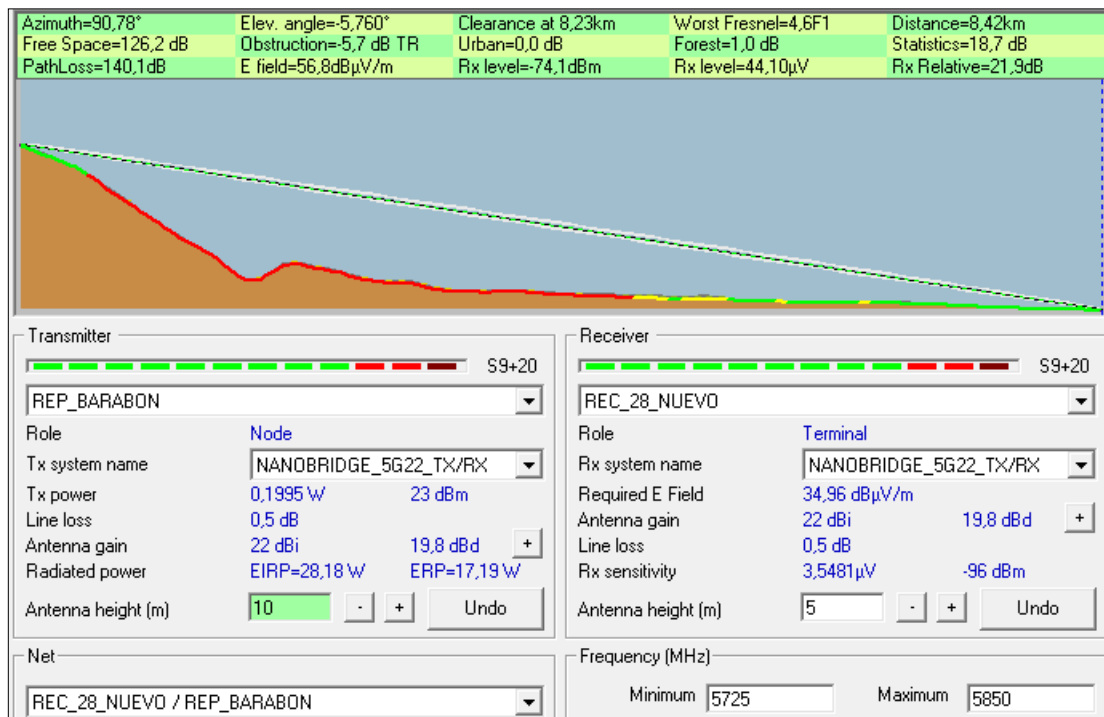


Figura 3.38 Perfil del nuevo enlace Reconector 28 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 8.42km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -74.1dBm. En la imagen 3.31, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21.9dB, pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.39 Enlace Reconector 28 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.4.3 Reconector 35.

En la figura 3.32 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y cinco.

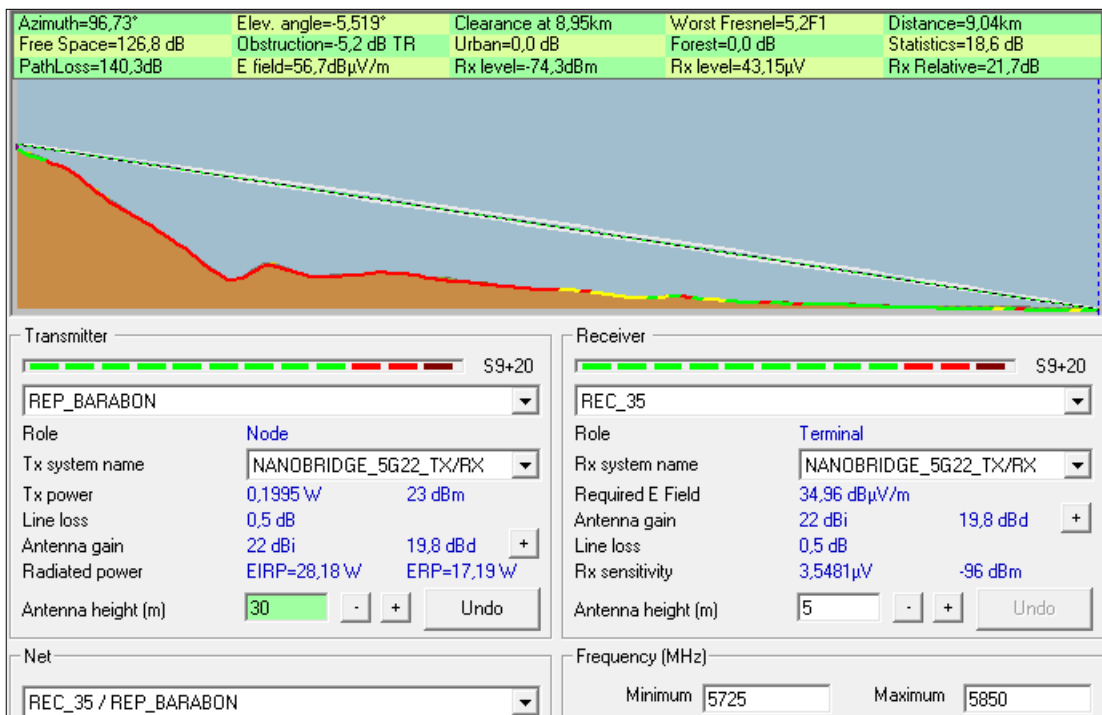


Figura 3.40 Perfil del enlace Reconector 35 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 9.04km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21.7dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.33, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

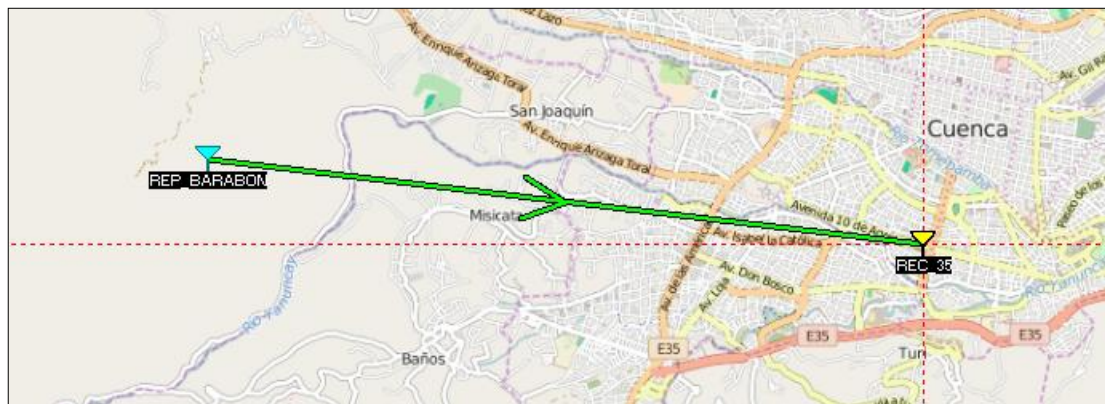


Figura 3.41 Enlace Reconector 35 (*Radio Mobile*).

#### 3.3.1.4.4 Reconector 37.

En la figura 3.34 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y siete.



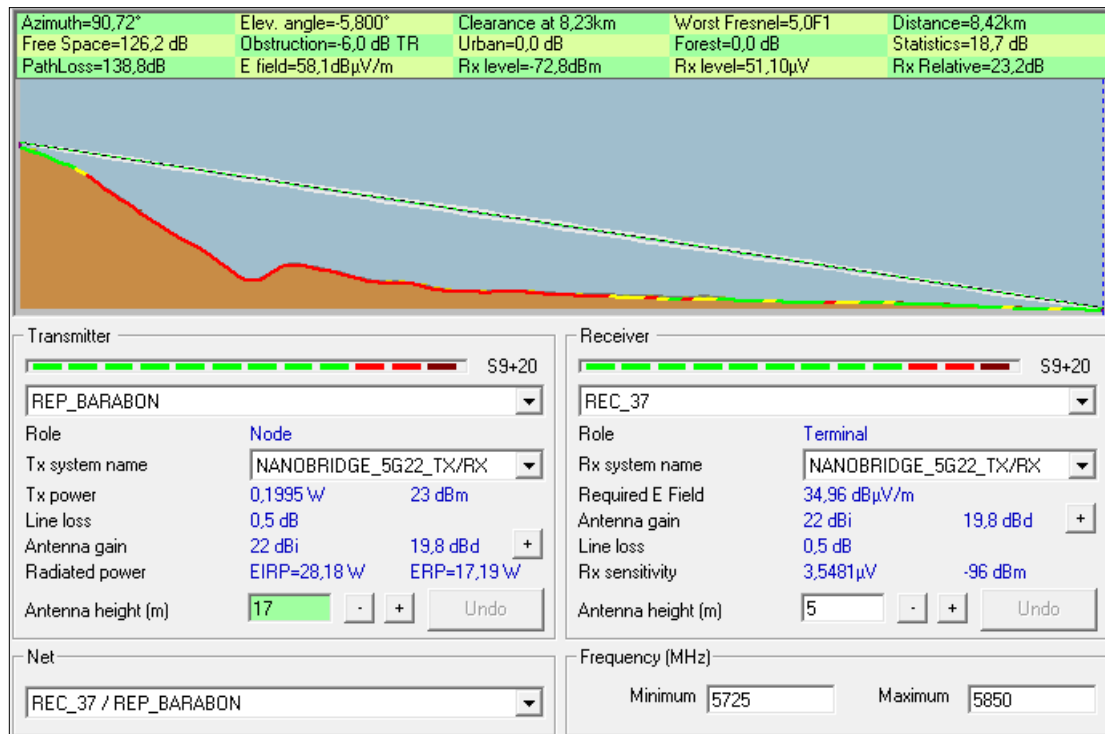


Figura 3.42 Perfil del enlace Reconector 37 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8.42km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.35, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

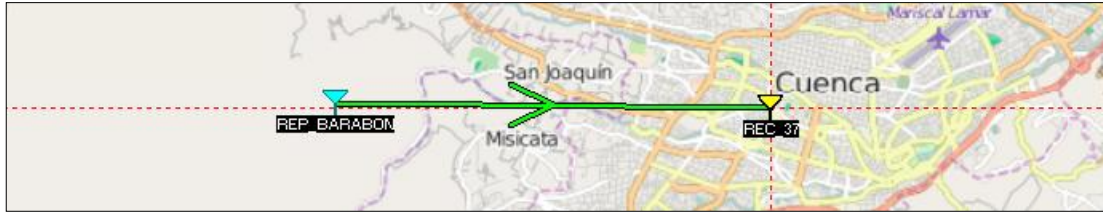


Figura 3.43 Enlace Reconector 37 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.5 Repetidor El Guzho.

#### 3.3.1.5.1 Reconector 4.

En la figura 3.36 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuatro.

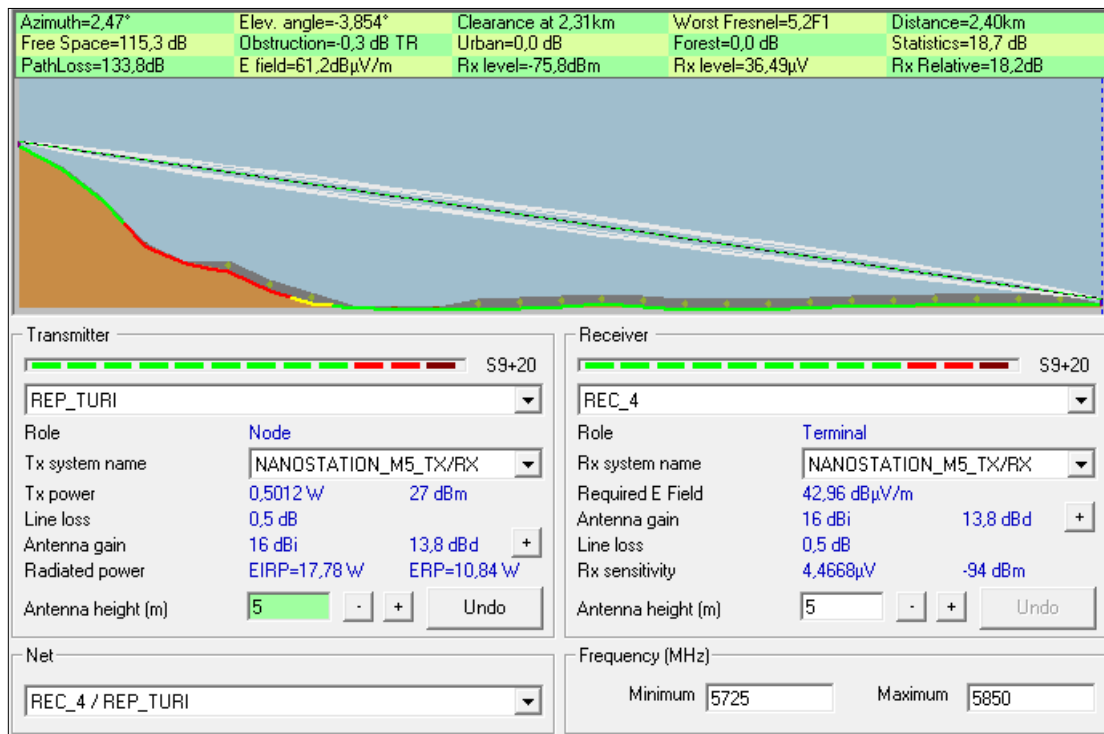


Figura 3.44 Perfil del enlace Reconector 4 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.40km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.



El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número cuatro, es cambiarlo de posición. La antena se quedará junto al reconector. La ubicación a la que se plantea cambiar el reconector, se encuentra en la calles Agustín Cueva e Inés Salcedo con coordenadas  $2^{\circ}54'7.9''S$  y  $79^{\circ}0'33.9''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.37 la el nuevo poste para el reconector. Se aclara que se provoca un cambio de repetidor, anteriormente se enlazaba al repetidor Turi, pero con la sugerencia de la nueva ubicación del reconector, el enlace se lo hace al repetidor Guzho.



Figura 3.45 Nuevo poste para el Reconector 4.

A continuación en la imagen 3.38 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*.

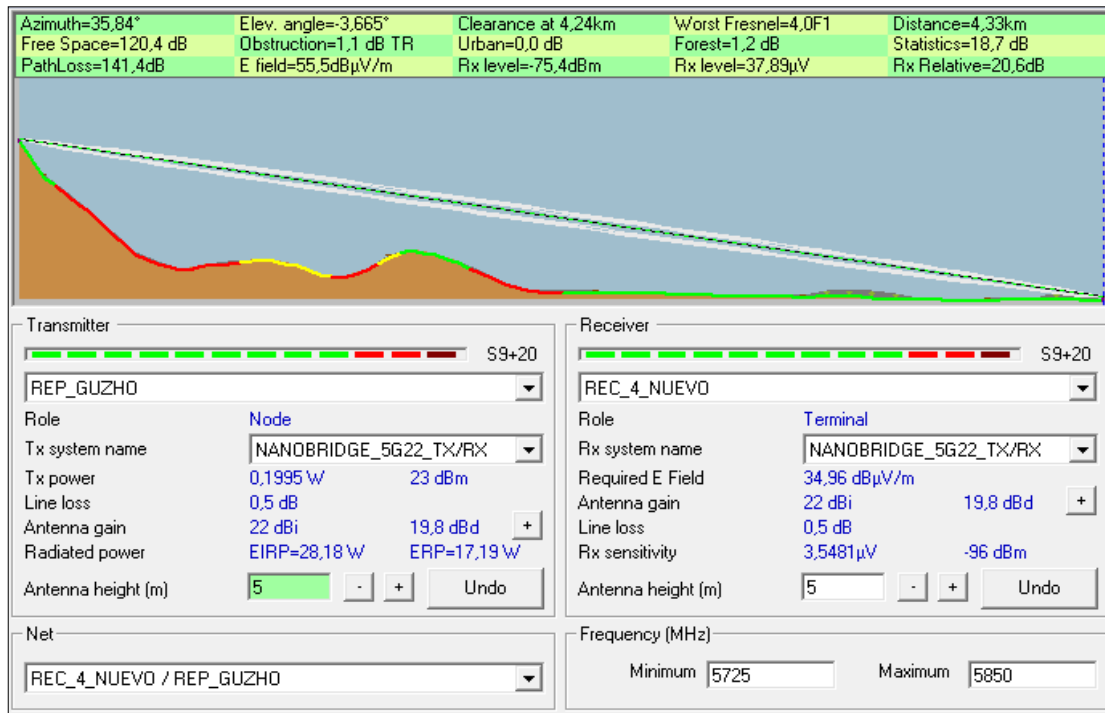


Figura 3.46 Perfil del nuevo enlace Reconector 4 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 4.33km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -75.4dBm. En la imagen 3.39, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 20.6dB, pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.47 Enlace Reconector 4 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.5.2 Reconector 38.

En la figura 3.40 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y ocho.

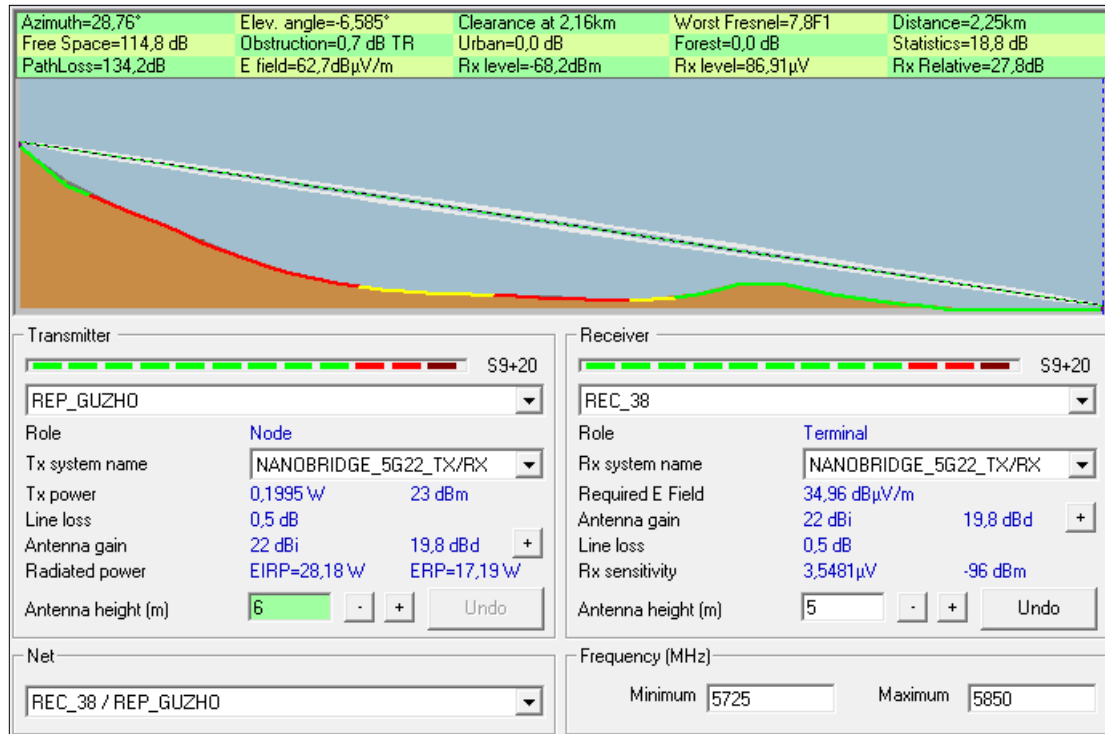


Figura 3. 48 Perfil del enlace Reconector 38 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.25km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -68.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 27.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número treinta y ocho, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 24 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}54'57.60''S$  y  $79^{\circ}1'21.66''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.41 la ubicación de nuevo poste para la antena.



Figura 3.49 Nuevo poste para la antena del Reconector 38.

A continuación en la figura 3.41 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*.

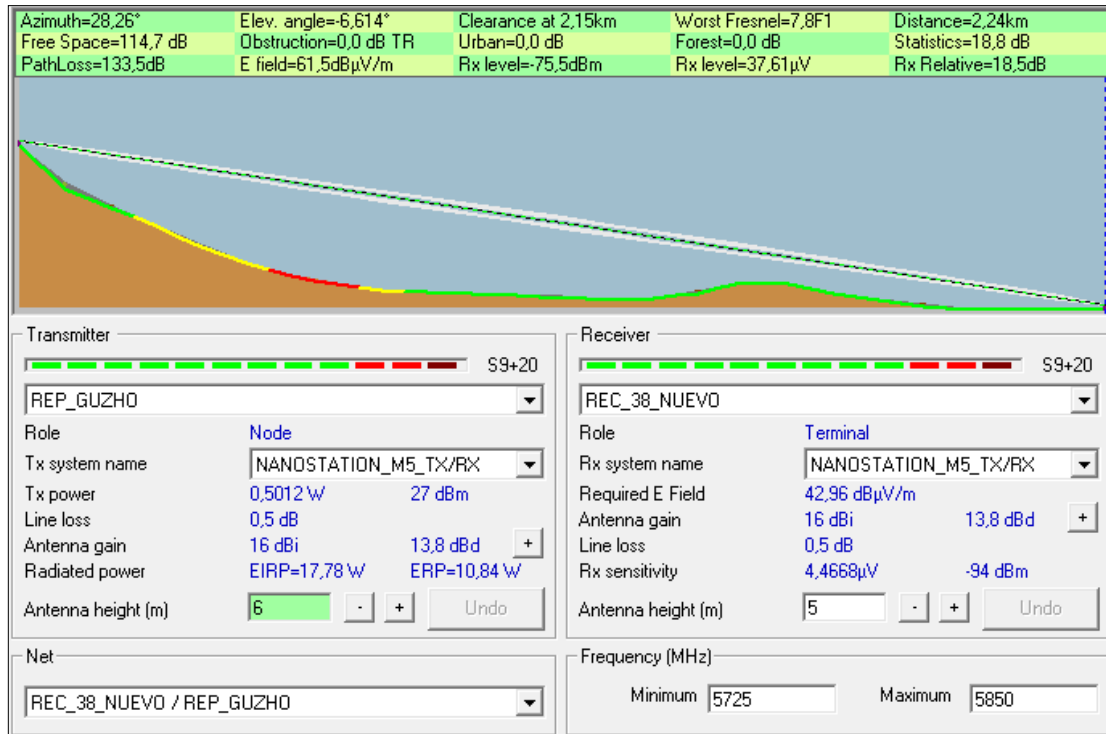


Figura 3.50 Perfil del nuevo enlace Reconector 38 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 2.24km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -75.5dBm. En la imagen 3.43, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 18.5dB, pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.51 Enlace Reconector 38 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.6 Repetidor Tarqui.

#### 3.3.1.6.1 Reconector 39.

En la figura 3.44 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y nueve.

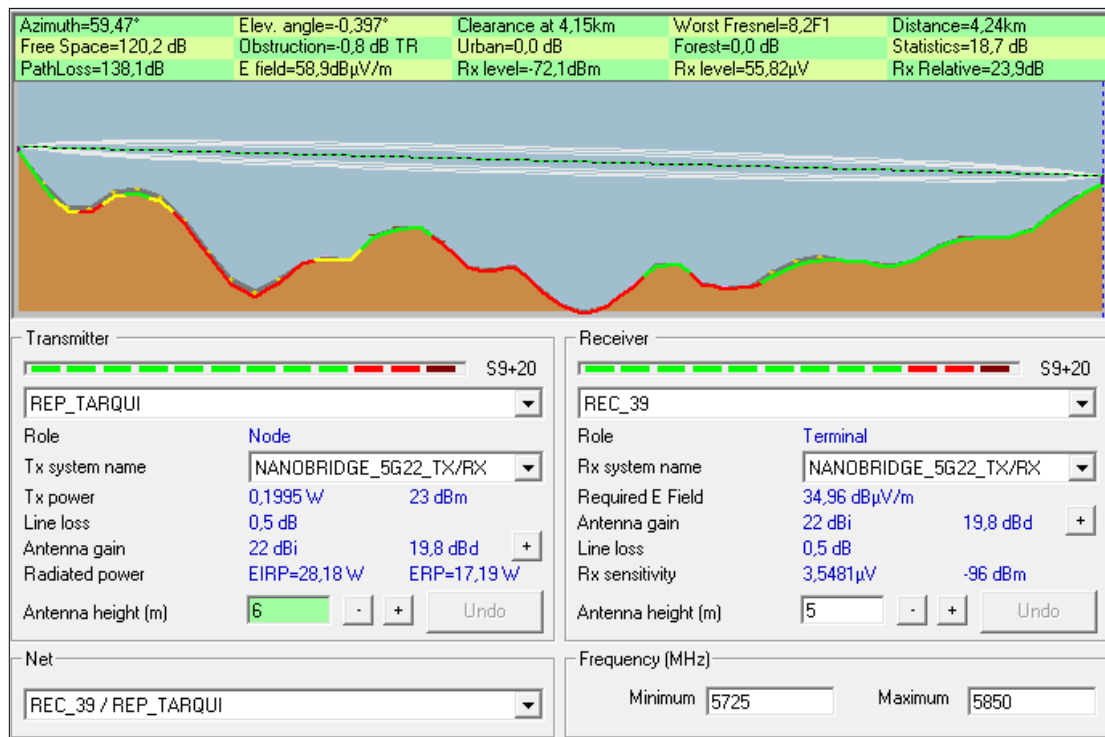


Figura 3.52 Perfil del enlace Reconector 39 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.24km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23.9dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.45, se visualiza el enlace punto a



punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

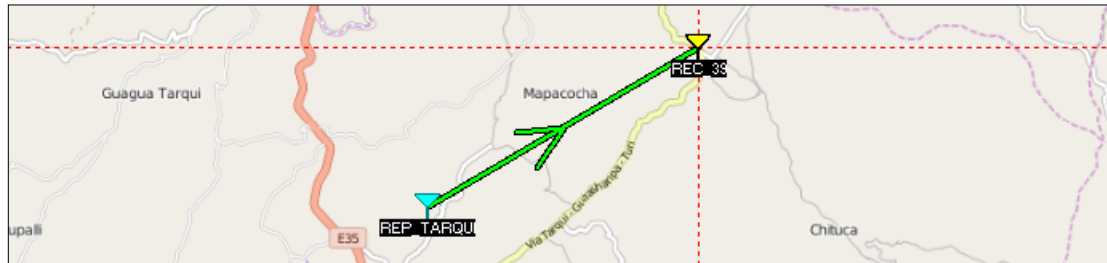


Figura 3.53 Enlace Reconector 39 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.6.2 Reconector 40.

En la figura 3.46 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconnector numero cuarenta.

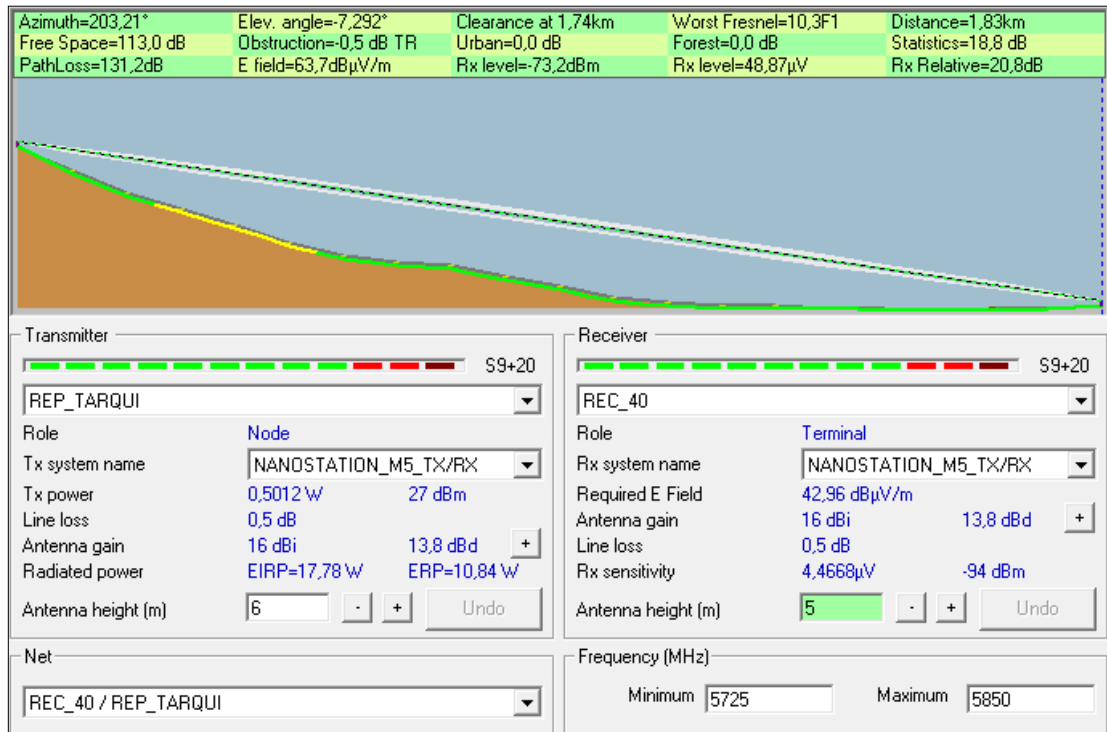


Figura 3.54 Perfil del enlace Reconector 40 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 1.83km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 20.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.47, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.55 Enlace Receptor 40 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.7 Repetidor Yuquin.

#### 3.3.1.7.1 Receptor 42.

En la figura 3.48 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el receptor número cuarenta y dos.



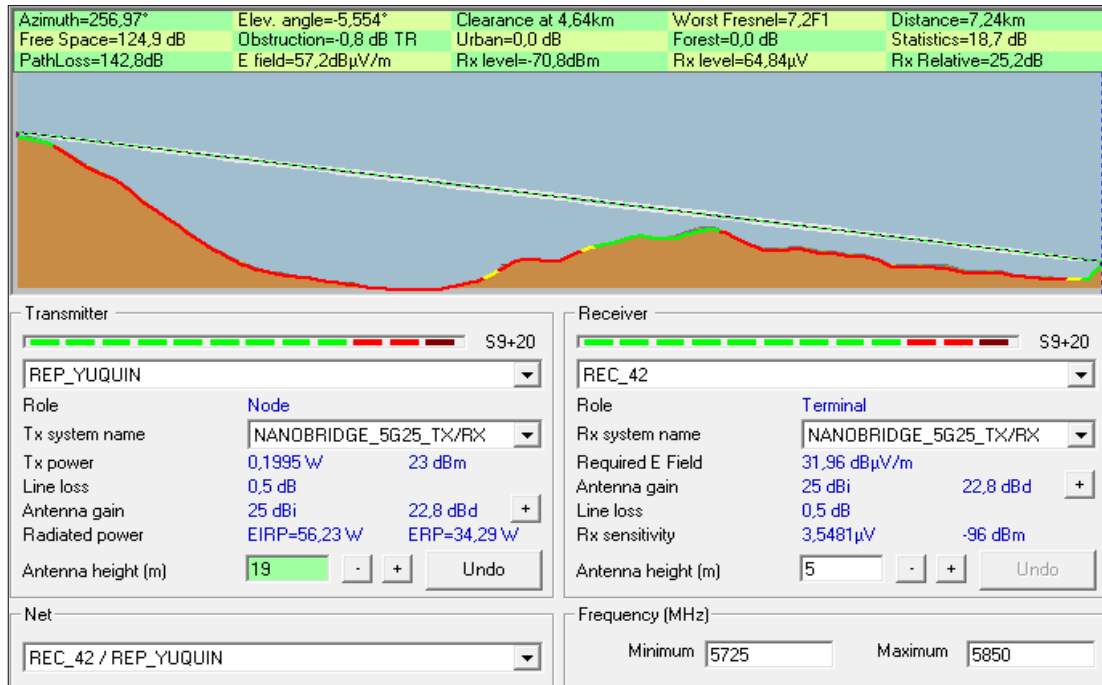


Figura 3.56 Perfil del enlace Reconectador 42 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.24km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconectador presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.49, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

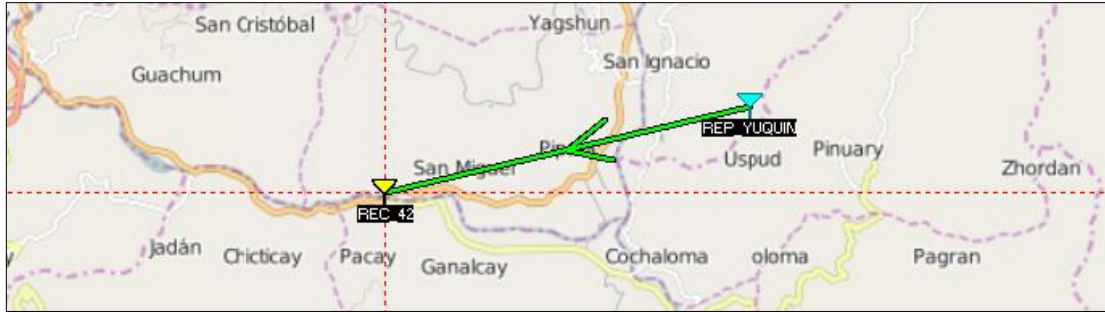


Figura 3.57 Enlace Reconector 41 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.7.2 Reconector 43.

En la figura 3.50 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuarenta y tres.

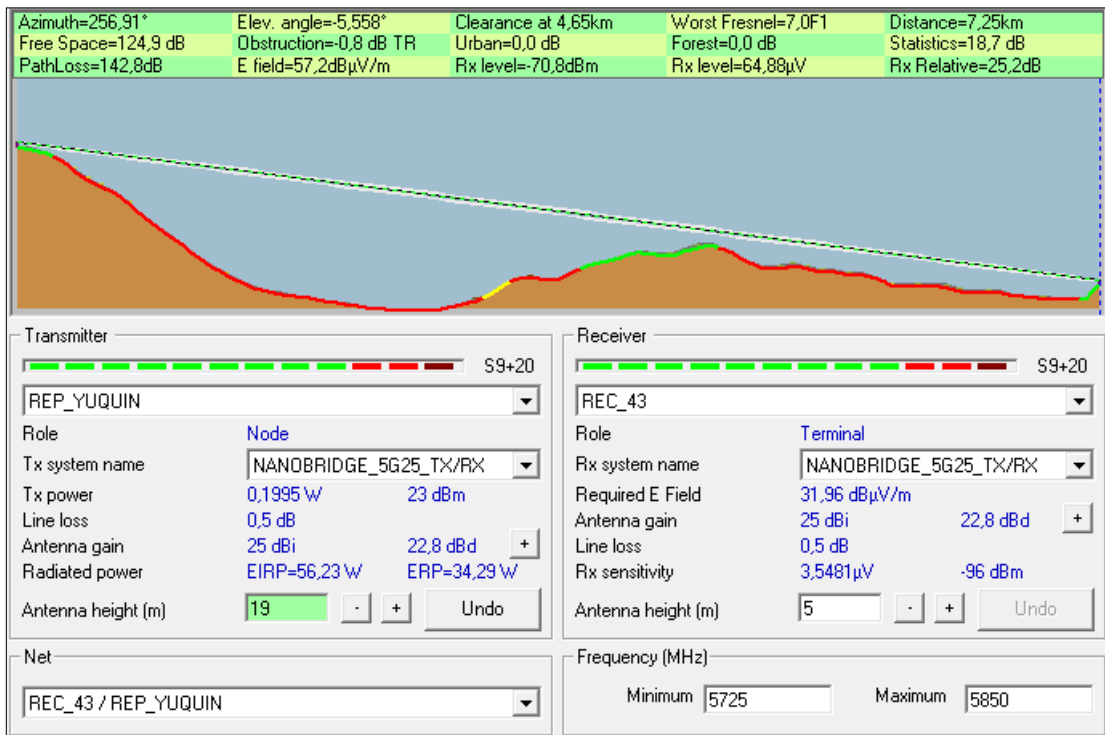


Figura 3.58 Perfil del enlace Reconector 43 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.25km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.51, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

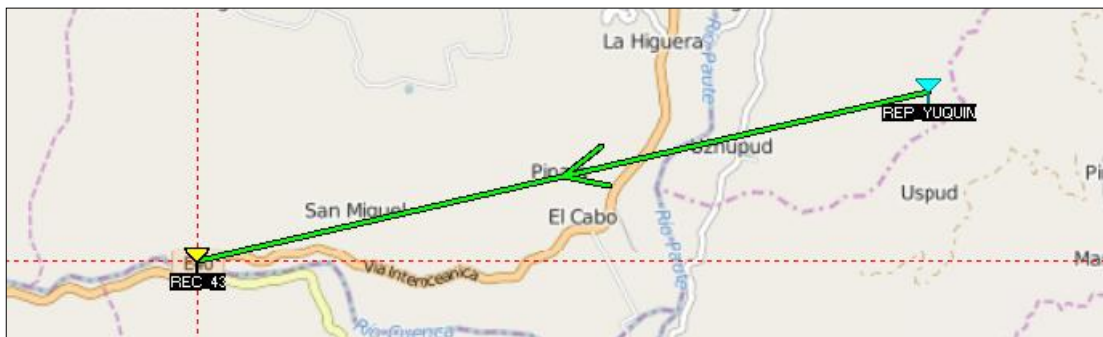


Figura 3.59 Enlace Reconector 43 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.7.3 Reconector 44.

En la figura 3.52 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuarenta y cuatro.

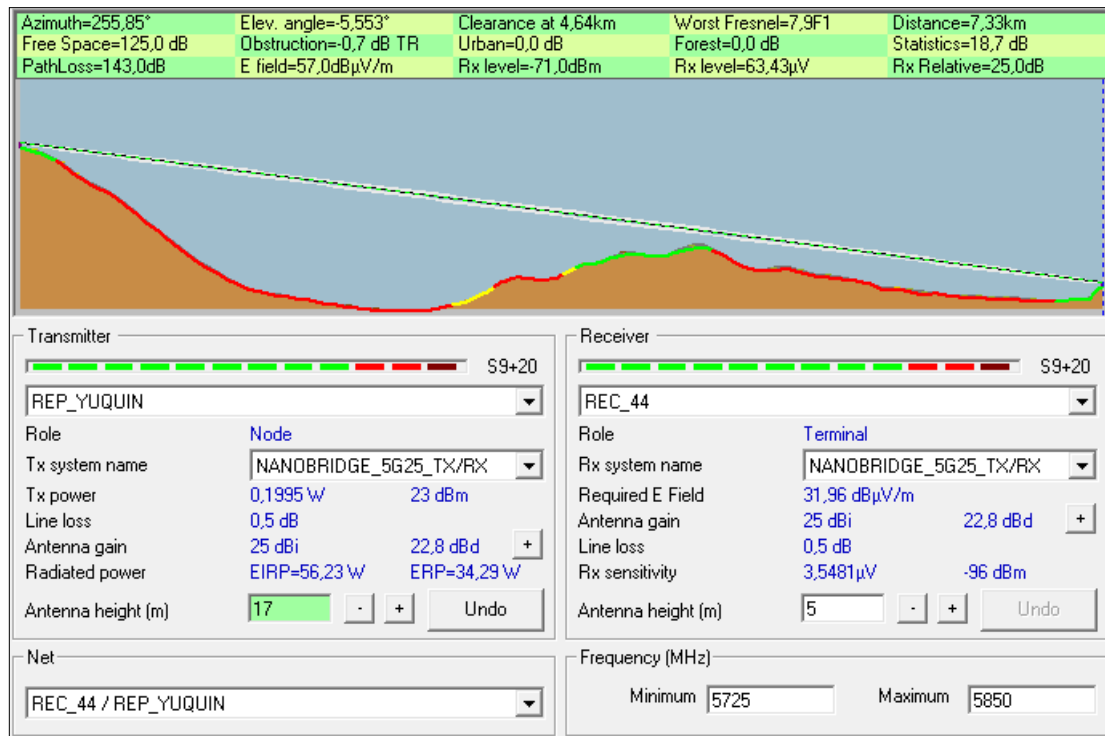


Figura 3.60 Perfil del enlace Reconector 44 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.33km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.53, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.61 Enlace Reconector 44 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.7.4 Reconector 45.

En la figura 3.54 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuarenta y cinco.

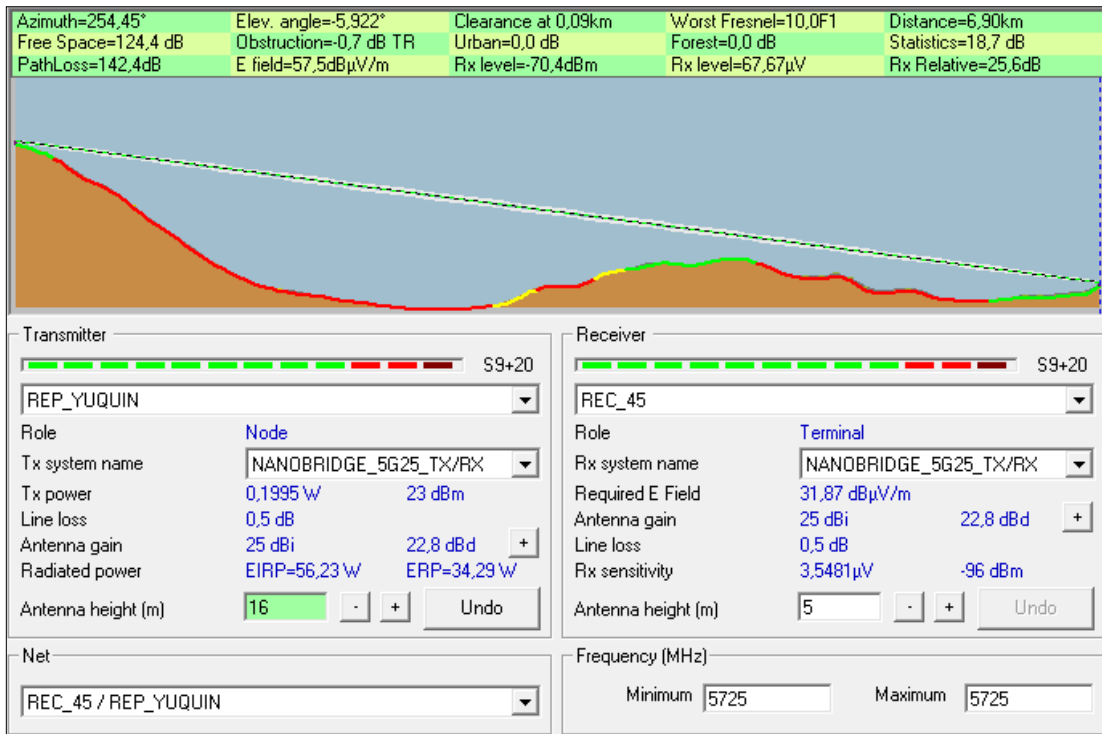


Figura 3.62 Perfil del enlace Reconector 45 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 6.9km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.55, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

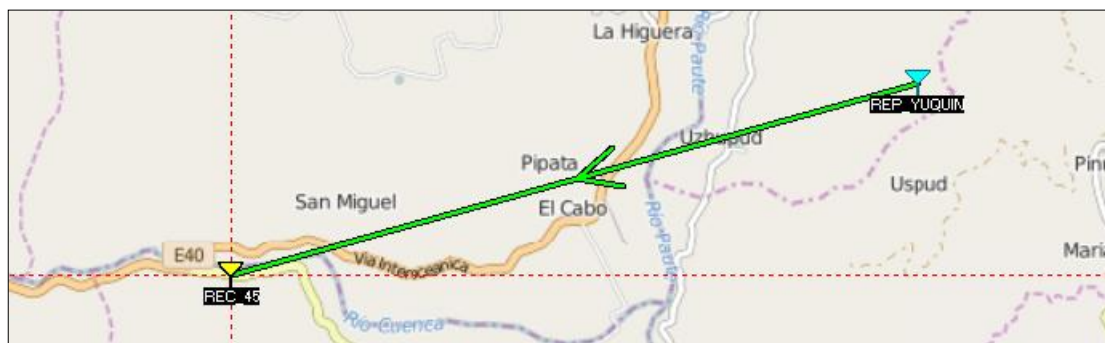


Figura 3.63 Enlace Receptor 45 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.8 Repetidor Sr Pungo.

#### 3.3.1.8.1 Receptor 46.

En la figura 3.56 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el receptor número cuarenta y seis.

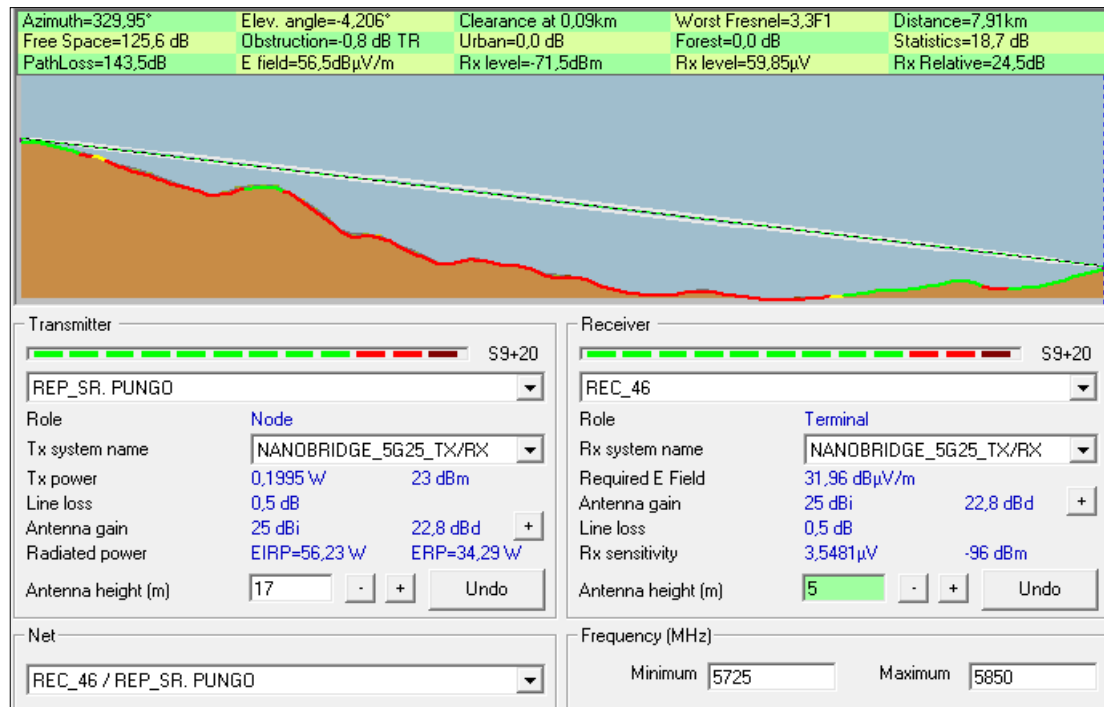


Figura 3.64 Perfil del enlace Reconector 46 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.91km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.5dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.57, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.65 Enlace Reconector 46 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.9 Repetidor Topal.

#### 3.3.1.9.1 Reconector 47.

En la figura 3.58 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cuarenta y siete.

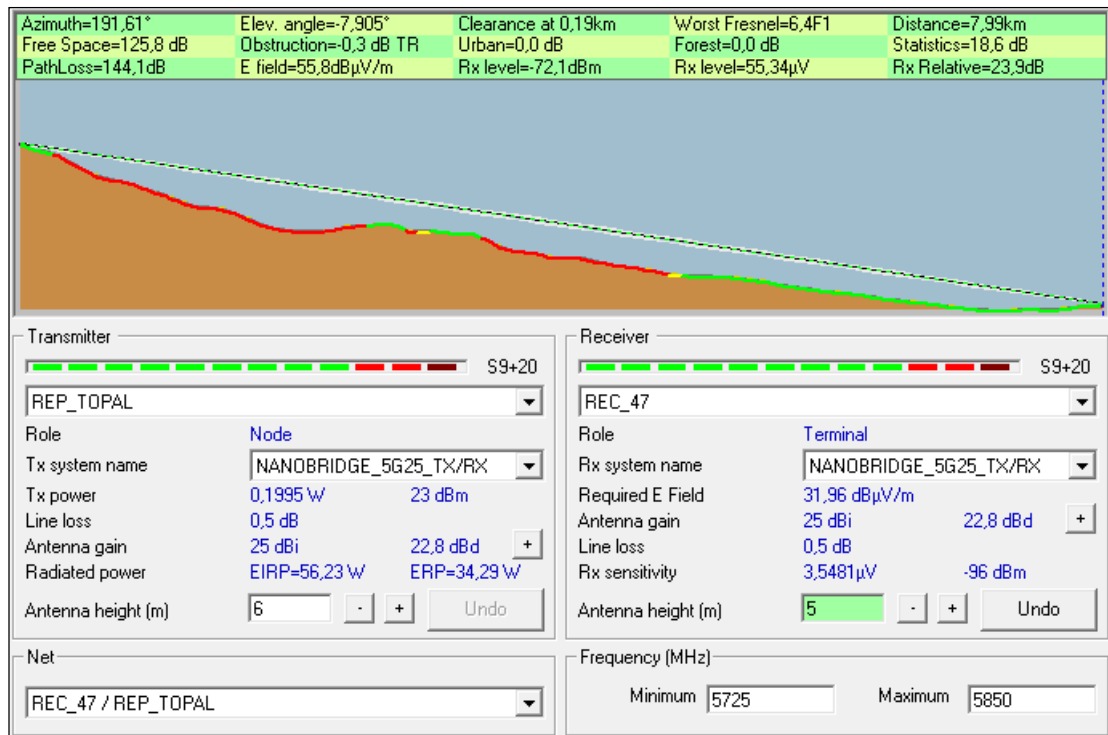


Figura 3.66 Perfil del enlace Reconector 47 (*Radio Mobile*).



La distancia del enlace es de 7.99km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de  $-72.1\text{dBm}$  y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de  $23.9\text{dB}$ .

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.47, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

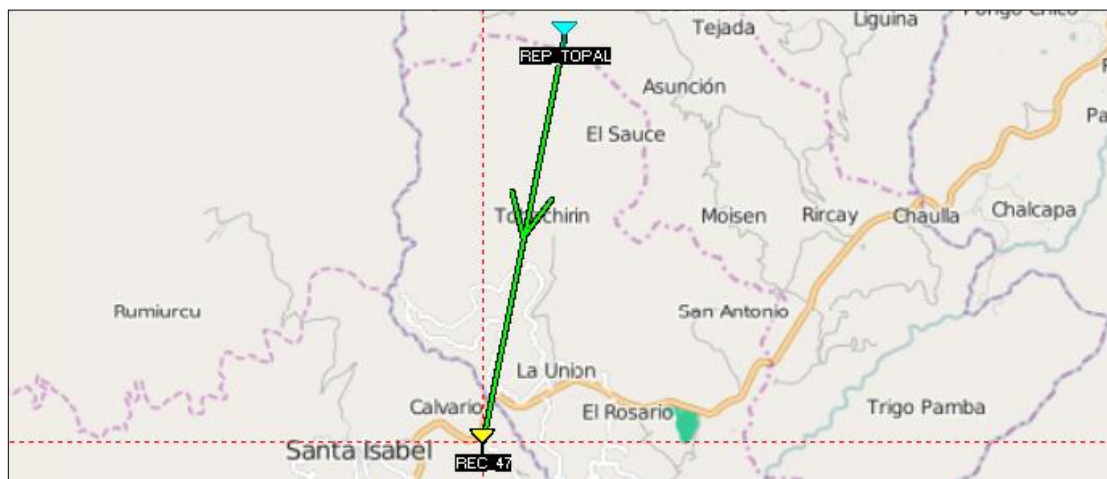


Figura 3.67 Enlace Reconector 47 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.10 Repetidor Nariguiña Militares.

#### 3.3.1.10.1 Reconector 48.

En la figura 3.60 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Nariguiña Militares.

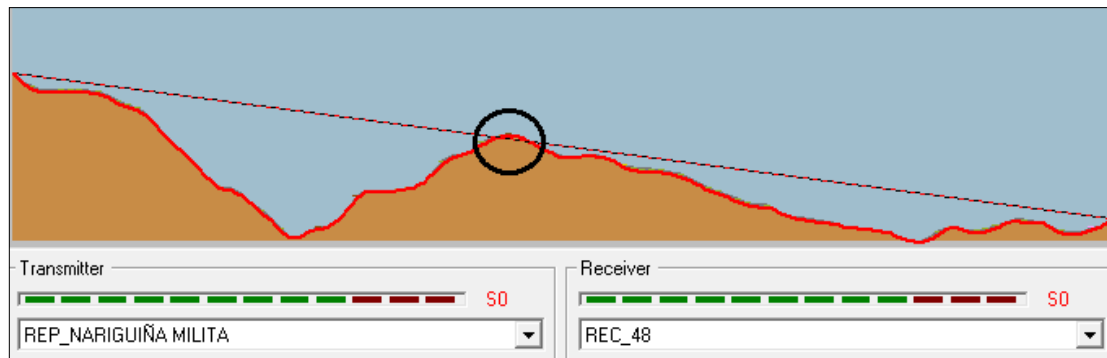


Figura 3.68 Perfil del enlace interceptado Reconector 48 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar un salto que ayudará a esquivar una gran parte de la montaña entre el reconector y el repetidor. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $3^{\circ}10'54''\text{S}$  y  $79^{\circ}30'35.8''\text{O}$ . A continuación en la imagen 3.61, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle y así poder tener una ruta de acceso al mismo.



Figura 3.69 Acceso al salto Reconector 48.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado en la Vía a Pucara al Suroeste de Cuenca, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del salto, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.62 y 3.63 se muestran la simulación del enlace para el reconector número cuarenta y ocho mediante *Radio Mobile*, que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.

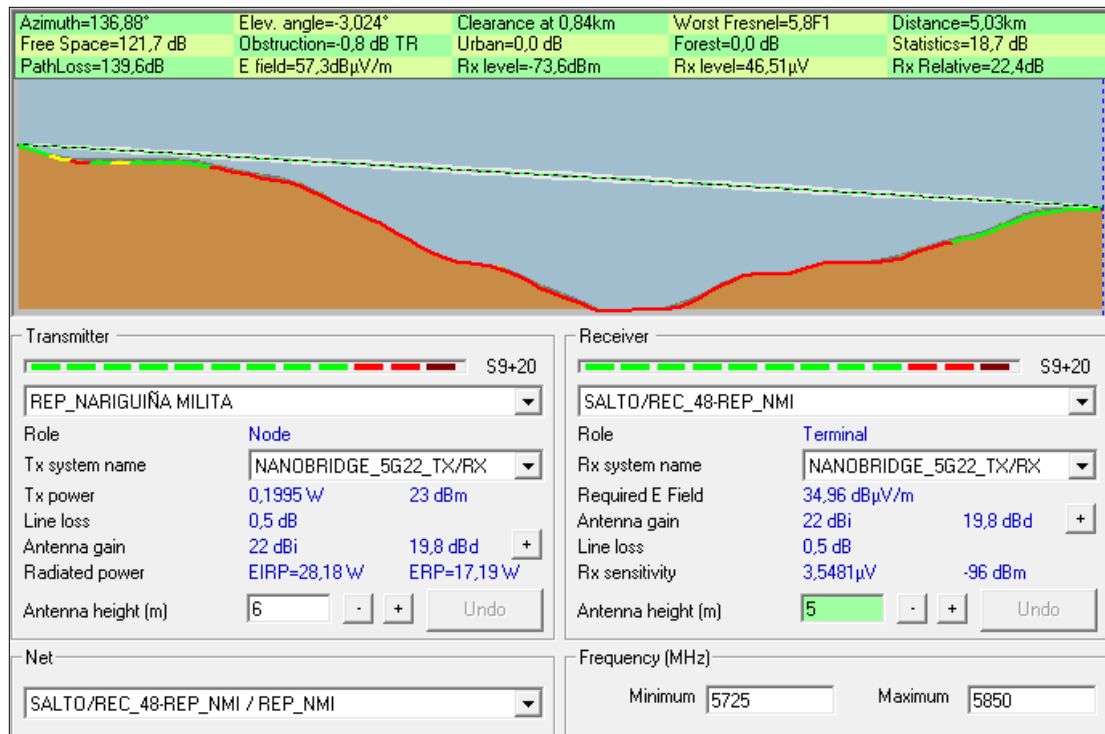


Figura 3.70 Perfil del primer enlace Reconector 48 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 5.03km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73.6dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB. En la figura 3.63 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconector.

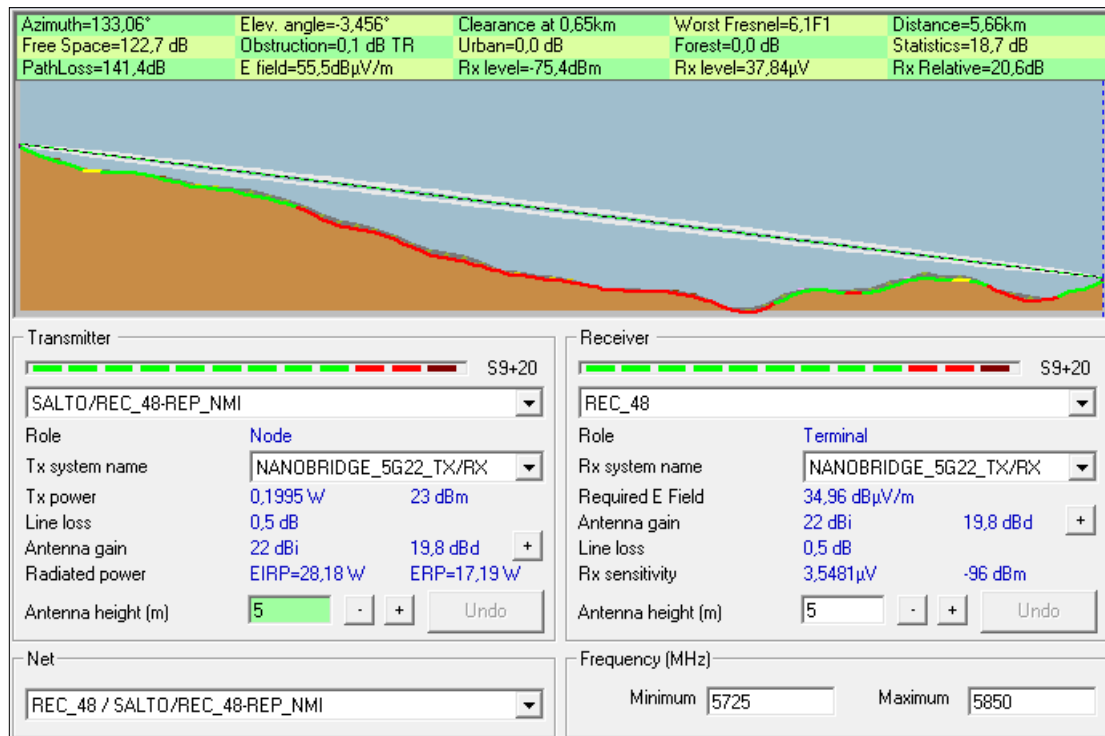


Figura 3.71 Perfil del segundo enlace Reconector 48 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace que es de apenas 5.66km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción de -75.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 20.6dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.64, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.72 Enlaces Reconectador 48 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.11 Repetidor Maras.

#### 3.3.1.11.1 Reconectador 49.

En la figura 3.65 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconectador número cuarenta y nueve.

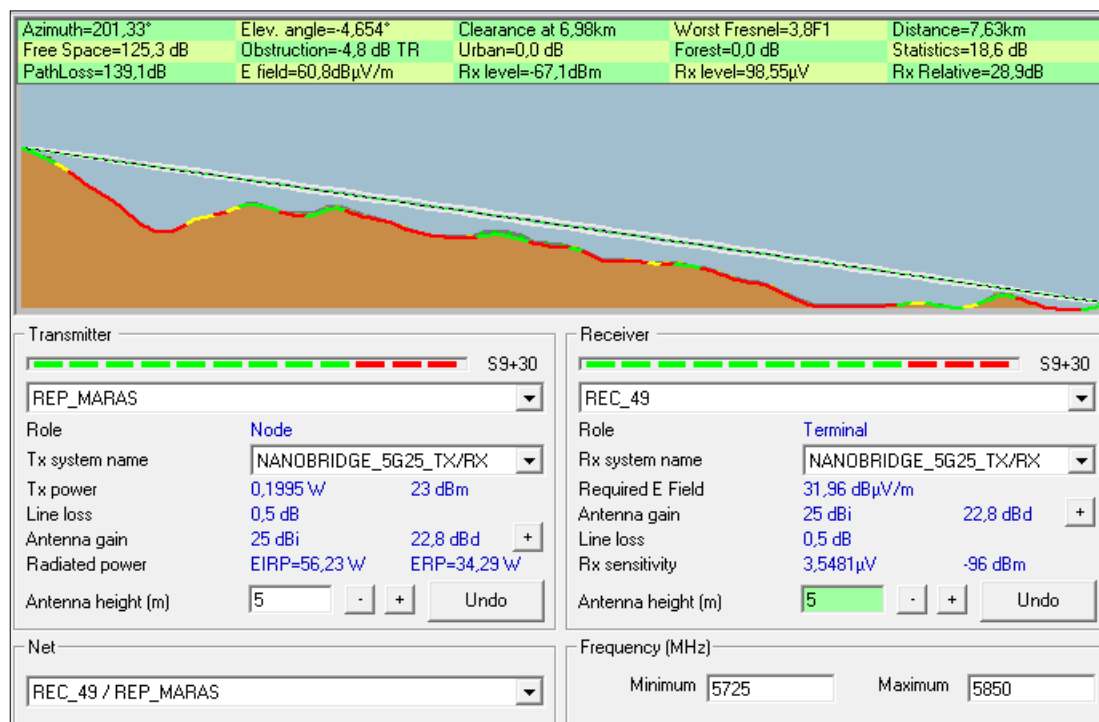


Figura 3.73 Perfil del enlace Reconectador 49 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.63km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -67.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.66, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

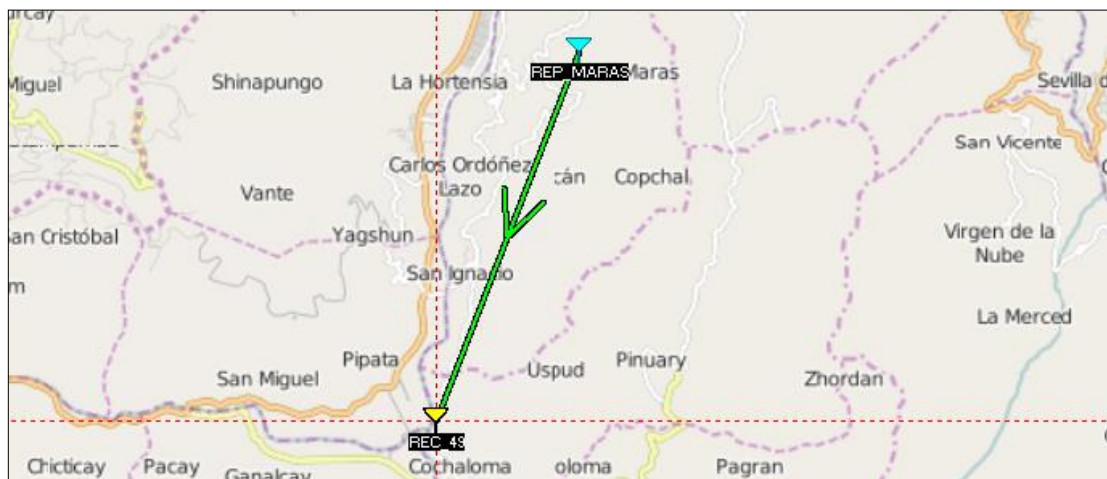


Figura 3.74 Enlace Reconector 49 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.11.2 Reconector 51.

En la figura 3.67 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el retransmisor número cincuenta y uno.

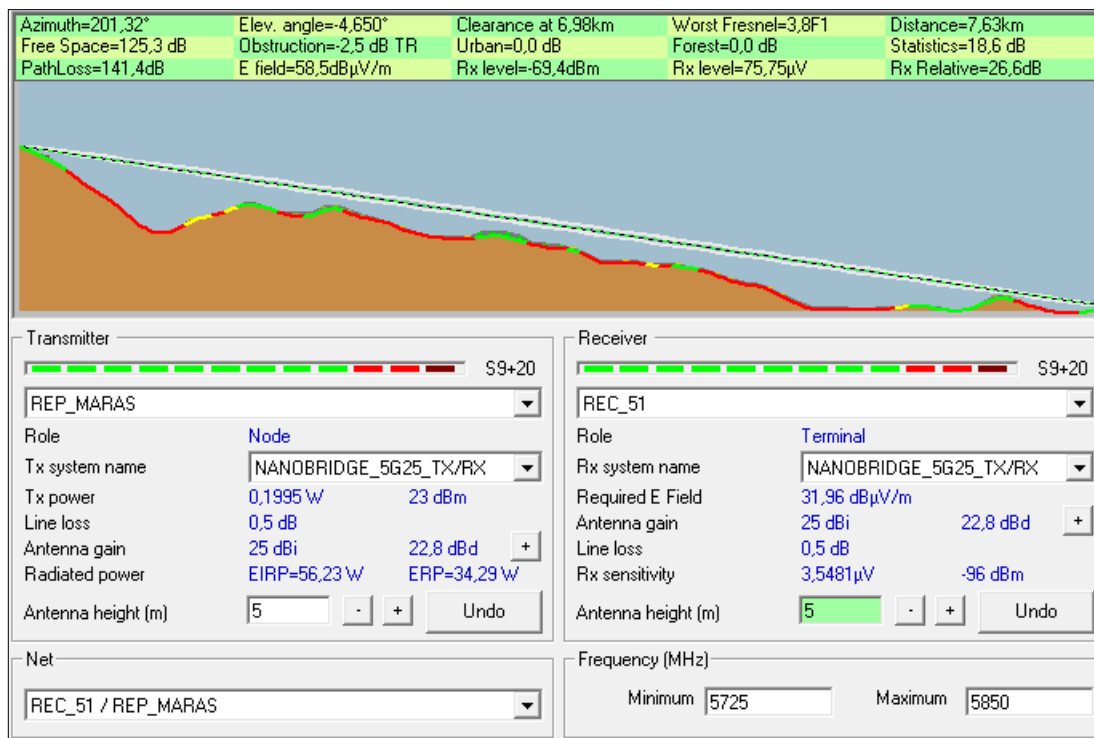


Figura 3.75 Perfil del enlace Reconector 51 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.63km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -69.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.68, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.76 Enlace Reconector 51 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.11.3 Reconector 52.

En la figura 3.68 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y dos.

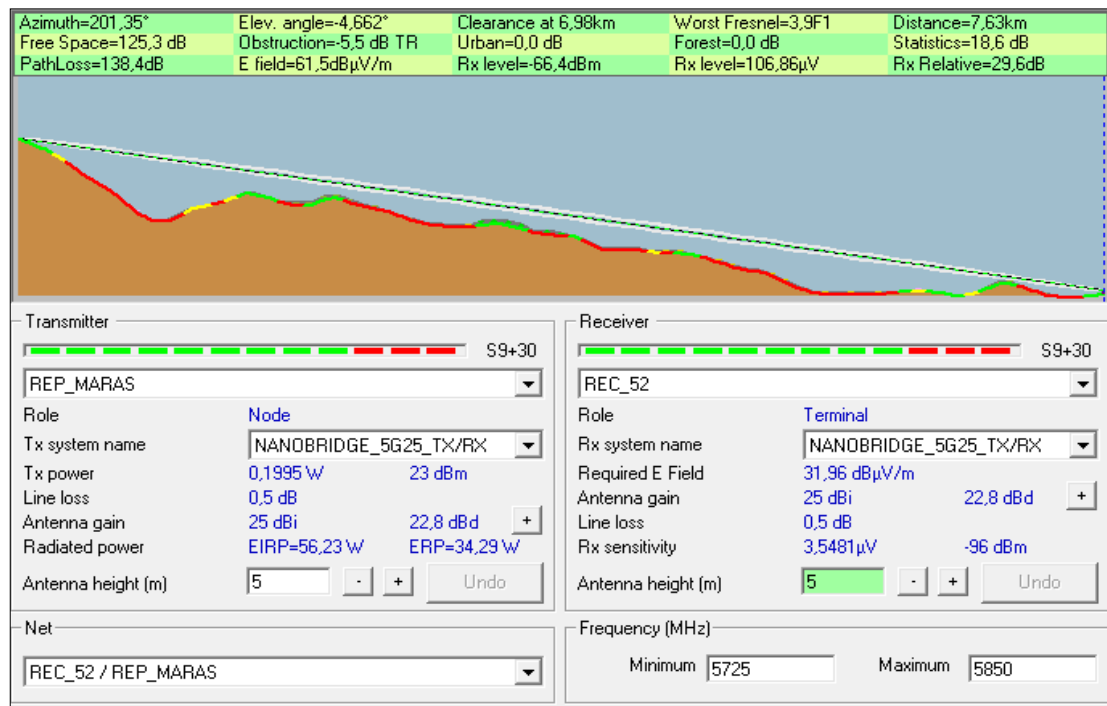


Figura 3.77 Perfil del enlace Reconector 52 (*Radio Mobile*).



La distancia del enlace es de 7.63km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -66.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.6dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.70, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

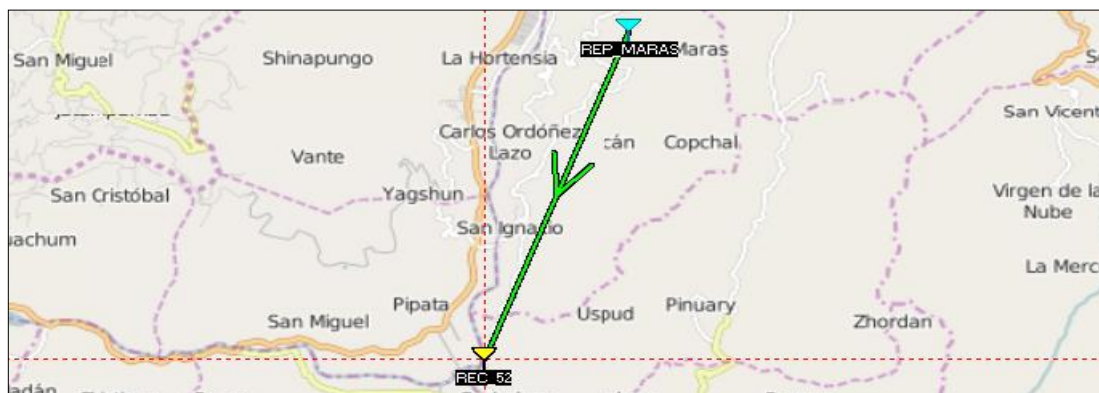


Figura 3.78 Enlace Receptor 52 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.12 Repetidor S/E 15.

#### 3.3.1.12.1 Receptor 50.

En la figura 3.71 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el receptor número cincuenta.

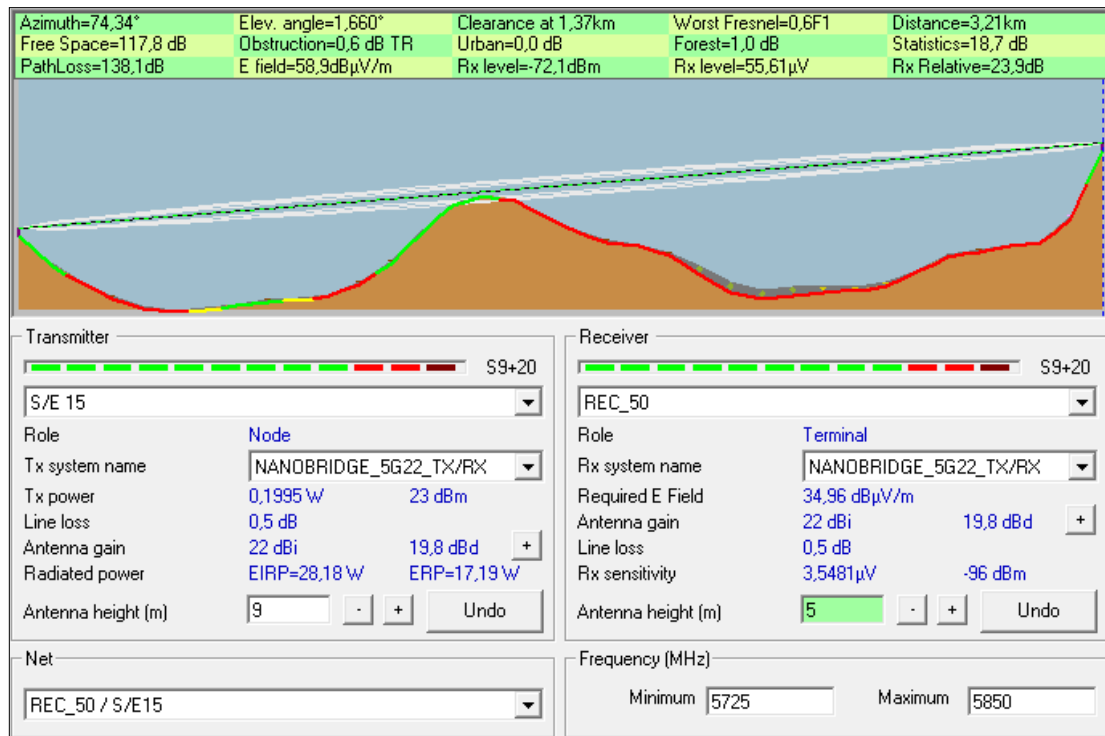


Figura 3.79 Perfil del enlace Reconector 50 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3.21km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, al 60%. El nivel de recepción es de -72.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23.9dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.72, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.80 Enlace Reconnectador 50 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.13 Repetidor Mirador Troncal.

#### 3.3.1.13.1 Reconnectador 53.

En la figura 3.73 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconnector número cincuenta y tres.

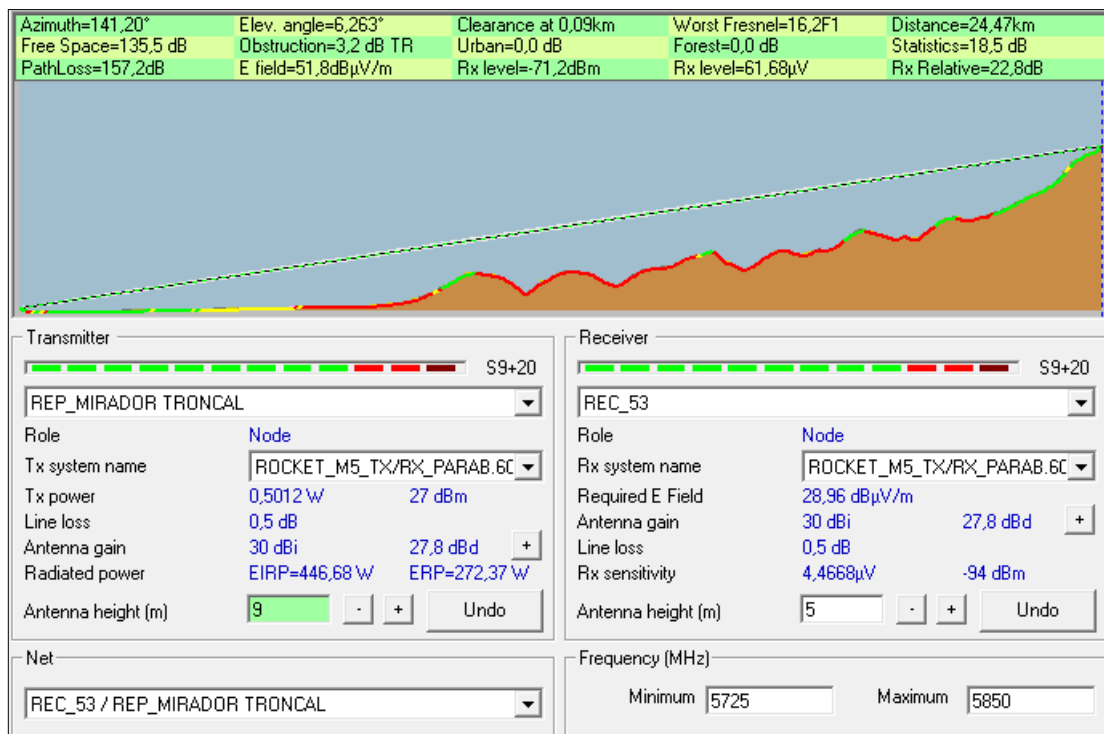


Figura 3.81 Perfil del enlace Reconnectador 53 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 24.47km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 22.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.74, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.82 Enlace Reconector 53 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.13.2 Reconector 68.

En la figura 3.75 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número sesenta y ocho.

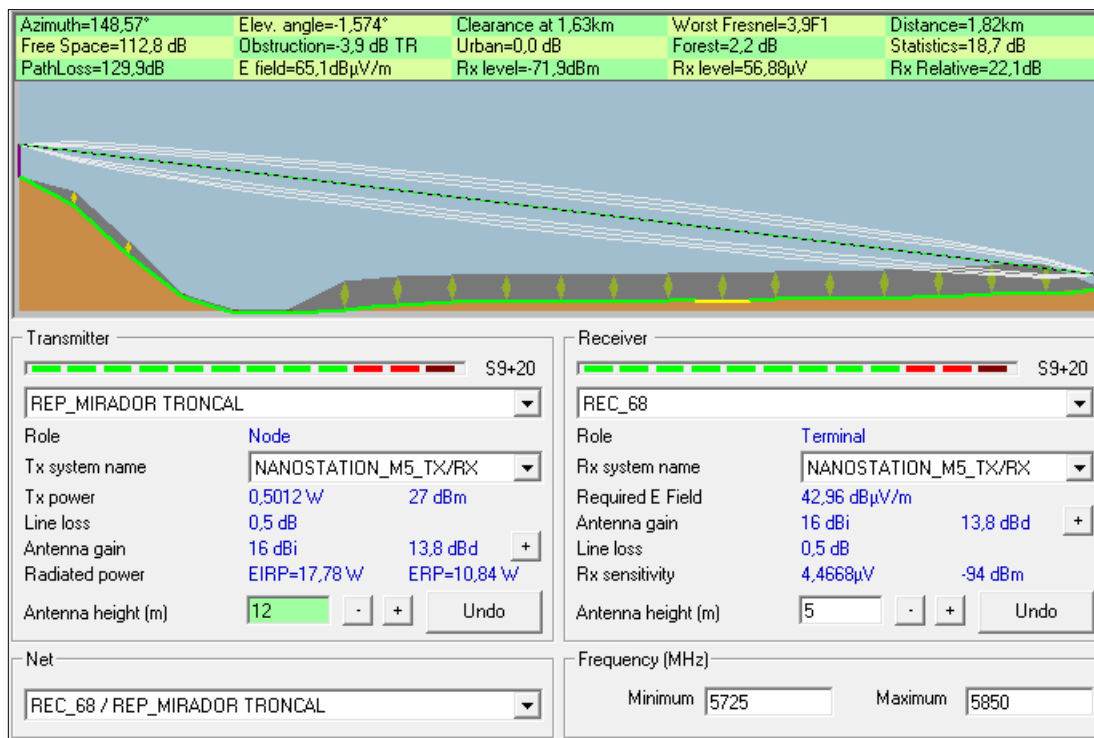


Figura 3.83 Perfil del enlace Reconector 68 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 1.28km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.9dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.76, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.84 Enlace Reconector 68 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.14 Repetidor Altarurco.

#### 3.3.1.14.1 Reconector 54.

En la figura 3.77 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y cuatro.

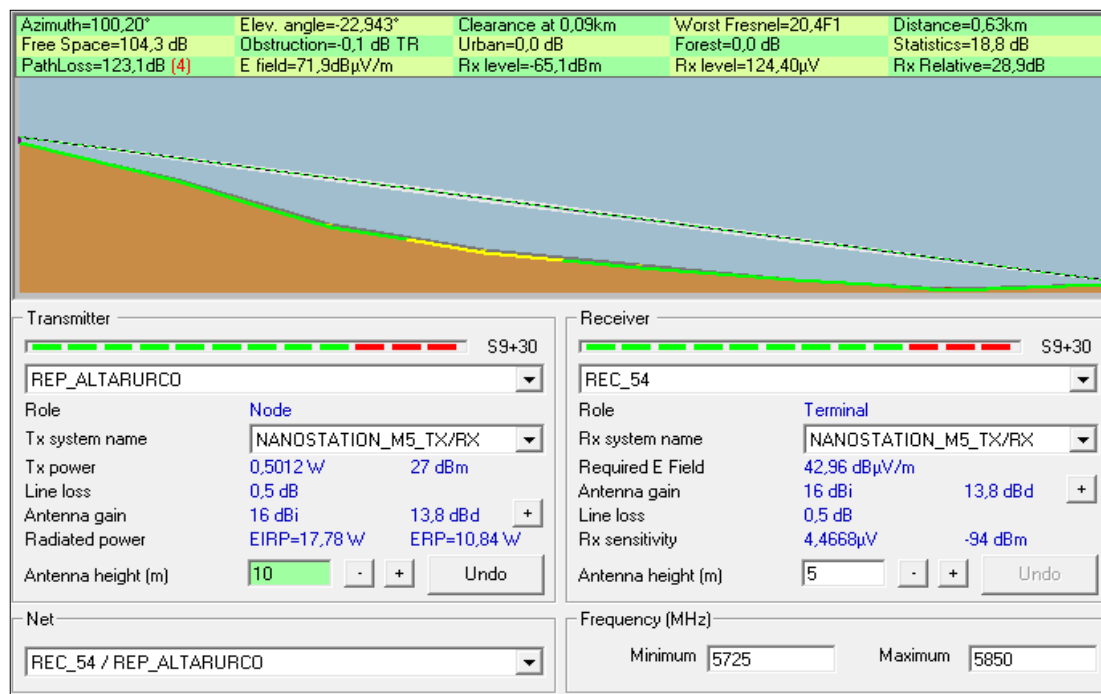


Figura 3.85 Perfil del enlace Reconector 54 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 630 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -65.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.9dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.78, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.86 Enlace Reconector 54 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.15 Repetidor Kilamo.

#### 3.3.1.15.1 Reconector 55.

En la figura 3.79 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y cinco.

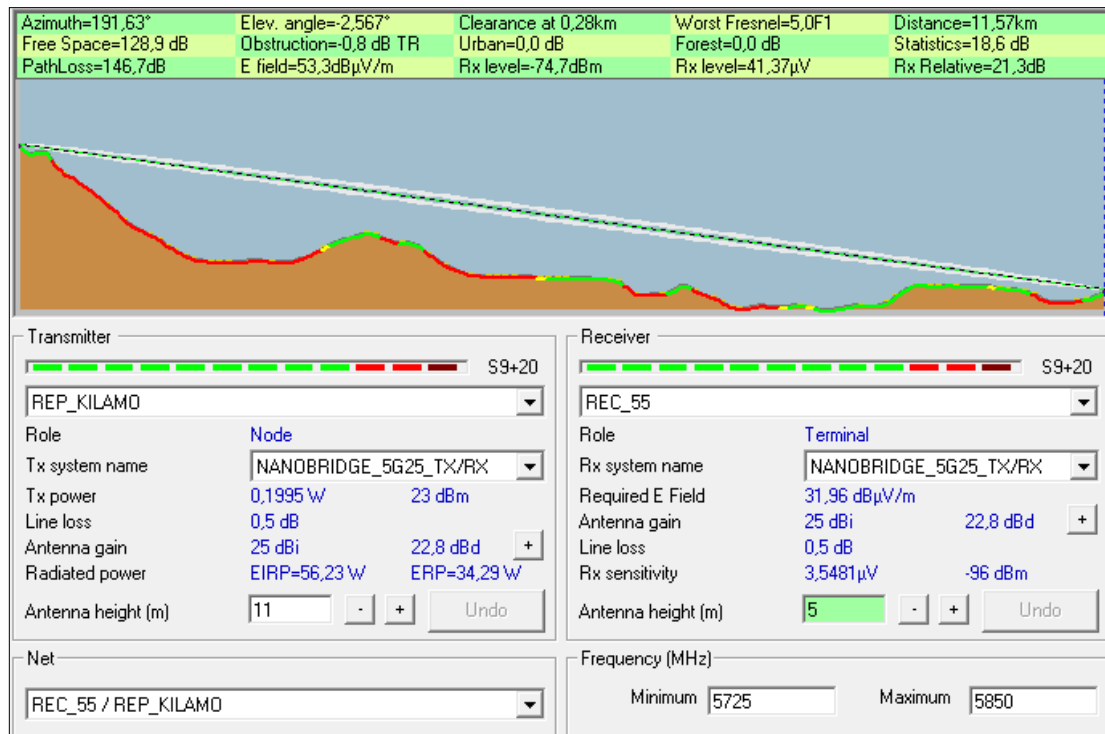


Figura 3.87 Perfil del enlace Reconector 55 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 11.57km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción de -74.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.80, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.





Figura 3.88 Enlace Reconector 55 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.15.2 Reconector 56.

En la figura 3.81 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y seis.

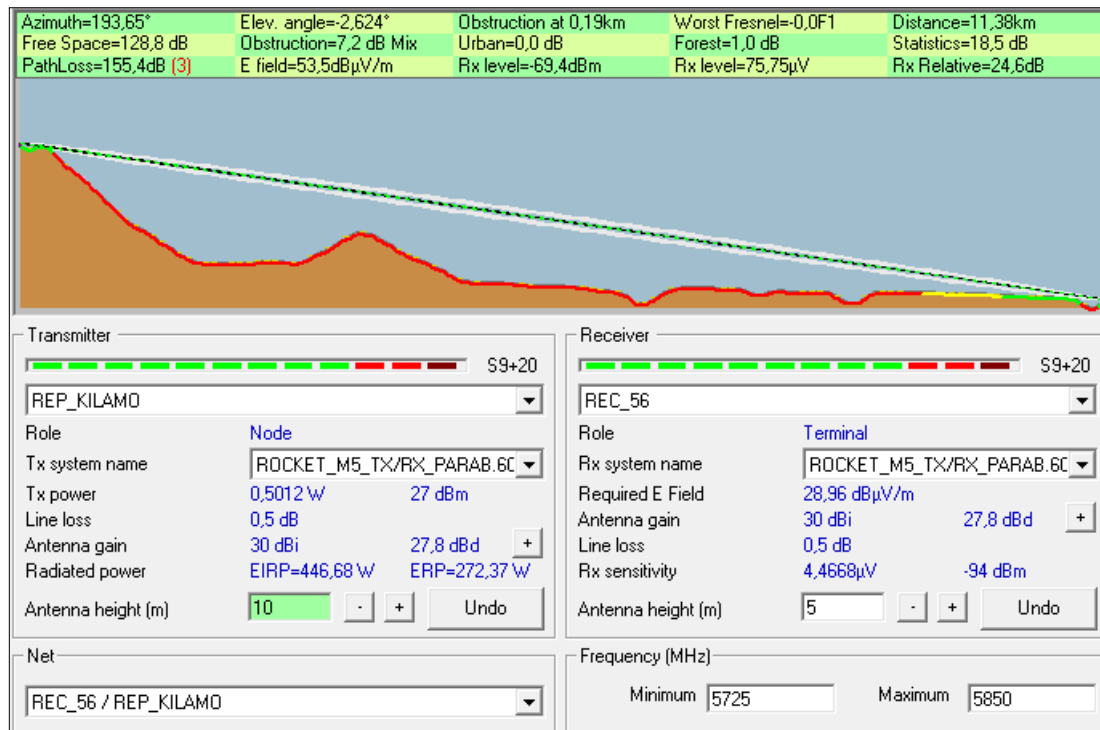


Figura 3.89 Perfil del enlace Reconector 56 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 11.38km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -69.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.82, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

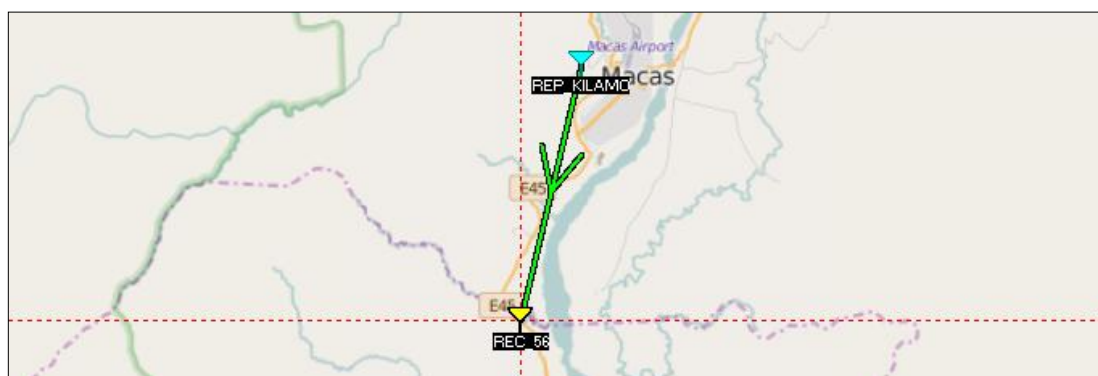


Figura 3.90 Enlace Reconector 56 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.15.3 Reconector 58.

En la figura 3.83 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y ocho.

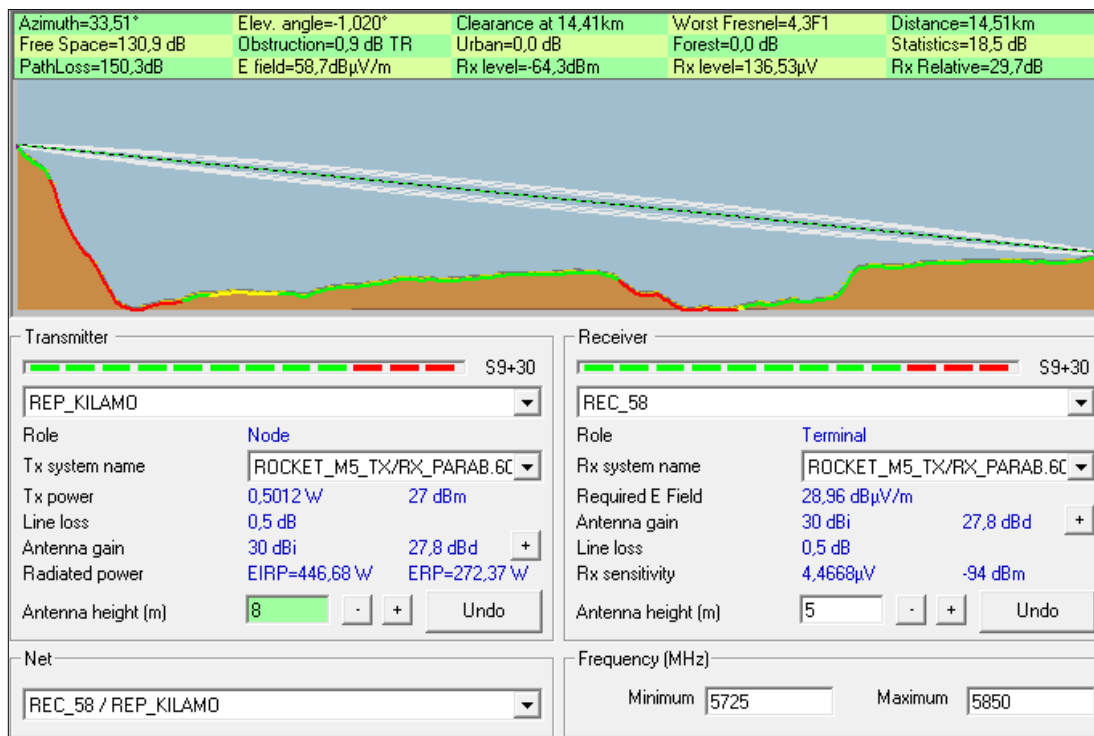


Figura 3.91 Perfil del enlace Reconector 58 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 14.51km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -64.3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.84, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

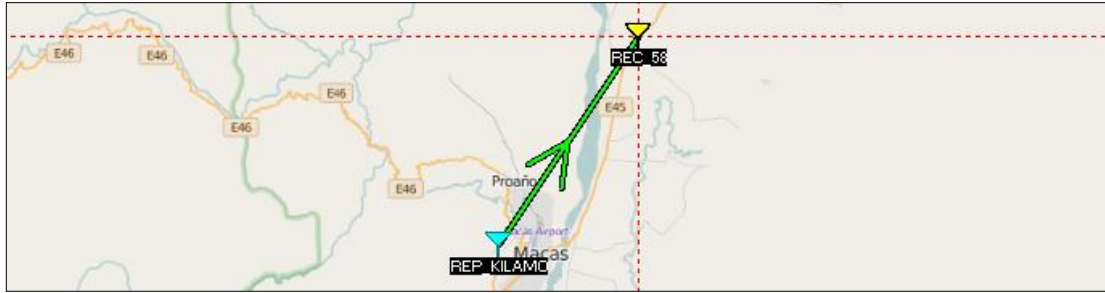


Figura 3.92 Enlace Reconector 58 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.16 Repetidor San Luis Mirador.

#### 3.3.1.16.1 Reconector 57.

En la figura 3.85 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y siete.

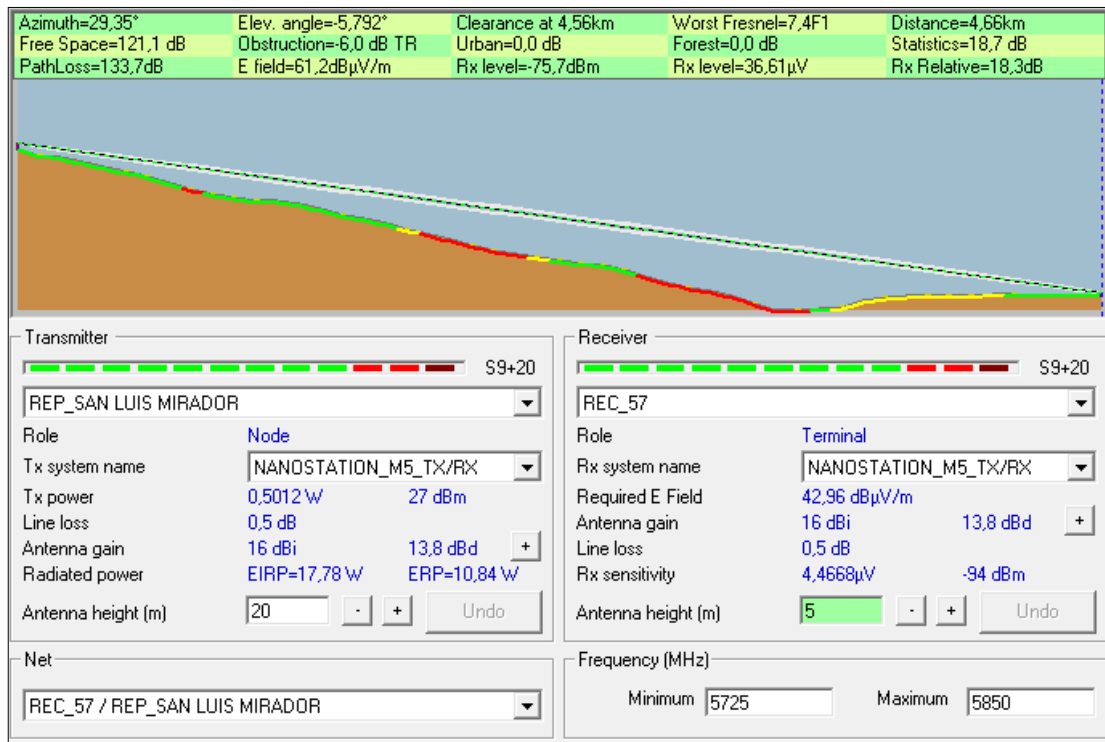


Figura 3.93 Perfil del enlace Reconector 57 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.66km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.86, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

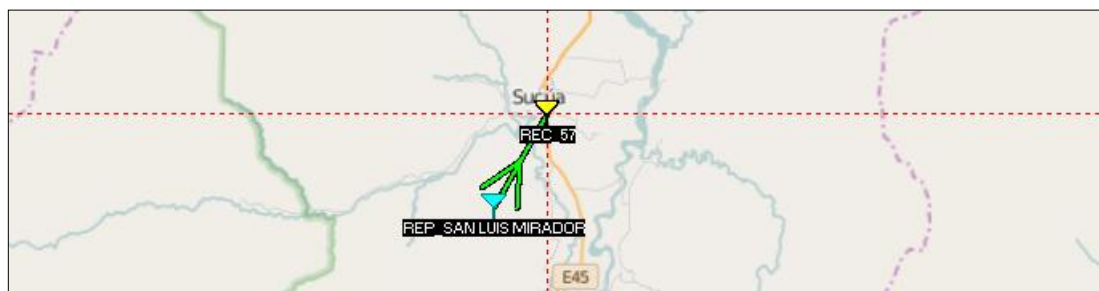


Figura 3.94 Enlace Reconnector 57 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.16.2 Reconnector 63.

En la figura 3.87 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconnector número sesenta y tres.

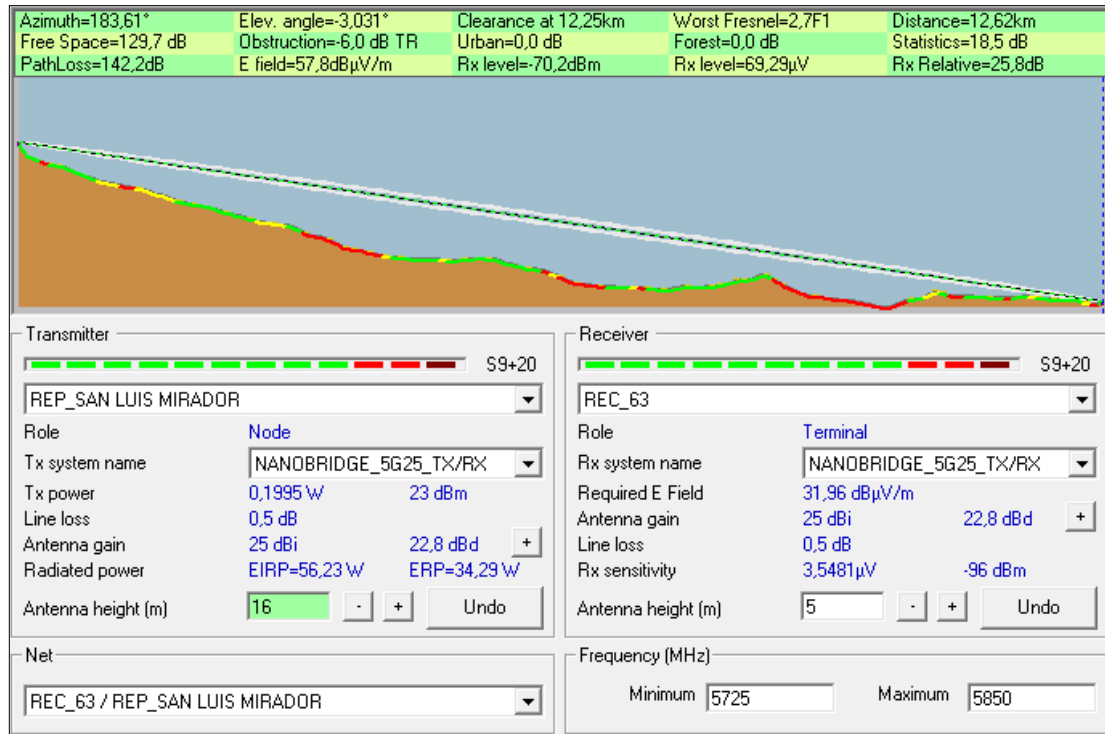


Figura 3.95 Perfil del enlace Reconector 63 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 12.62km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.88, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

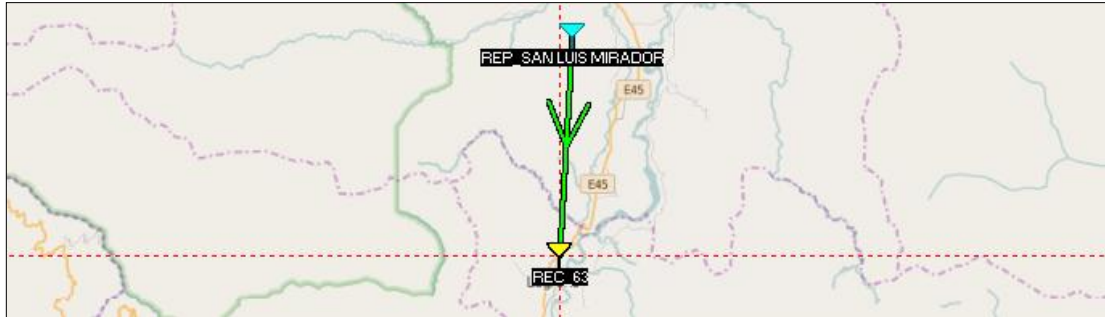


Figura 3.96 Enlace Reconector 63 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.17 Repetidor Tres Mariás.

#### 3.3.1.17.1 Reconector 59.

En la figura 3.89 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número cincuenta y nueve.

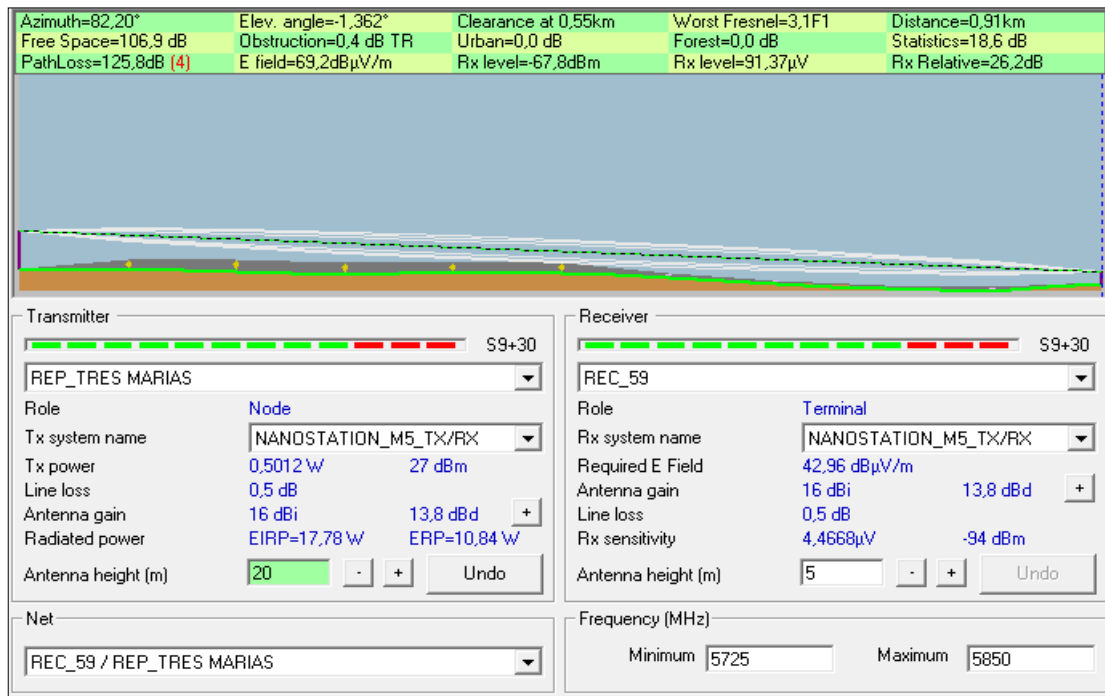


Figura 3.97 Perfil del enlace Reconector 59 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 910 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de  $-67.8\text{dBm}$  y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de  $26.2\text{dB}$ .

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.90, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

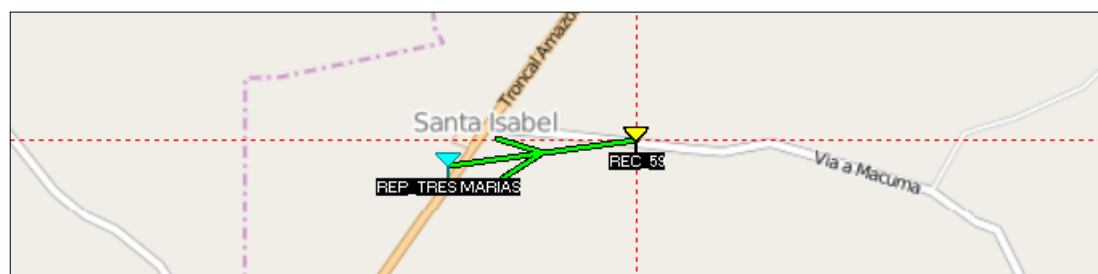


Figura 3.98 Enlace Reconnectador 59 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.18 Repetidor Wisui.

#### 3.3.1.18.1 Reconnectador 60.

En la figura 3.91 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Wisui.



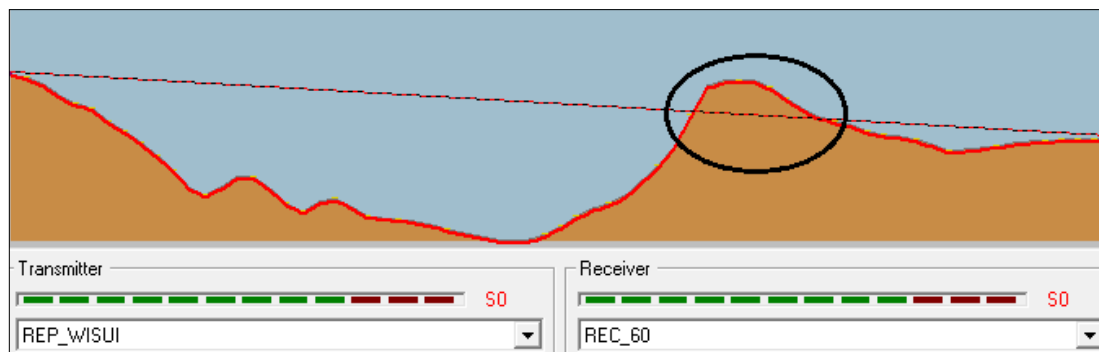


Figura 3.99 Perfil del enlace interceptado Reconector 60 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar un salto que ayudará a esquivar una gran parte de la montaña entre el reconector y el repetidor. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $2^{\circ}6'15.1''S$  y  $77^{\circ}48'25.6''O$ . A continuación en la imagen 3.92, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle de tierra y así poder tener una ruta de de acceso al mismo.



Figura 3.100 Acceso al salto Reconector 60.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado en la Vía a Macuma al Noreste de Macas, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del salto, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.93 y 3.94 se muestran la simulación del enlace para el reconector numero sesenta mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.

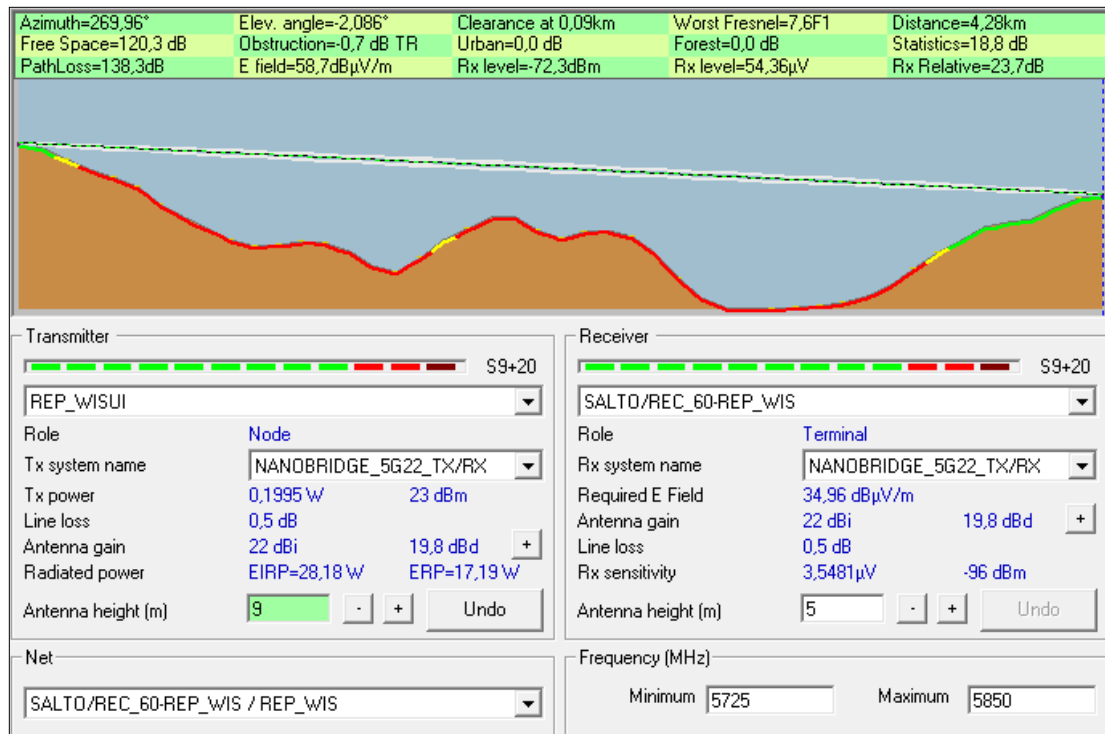


Figura 3.101 Perfil del primer enlace Reconector 60 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4,28km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72,3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25,8dB. En la figura 3.94 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconector.

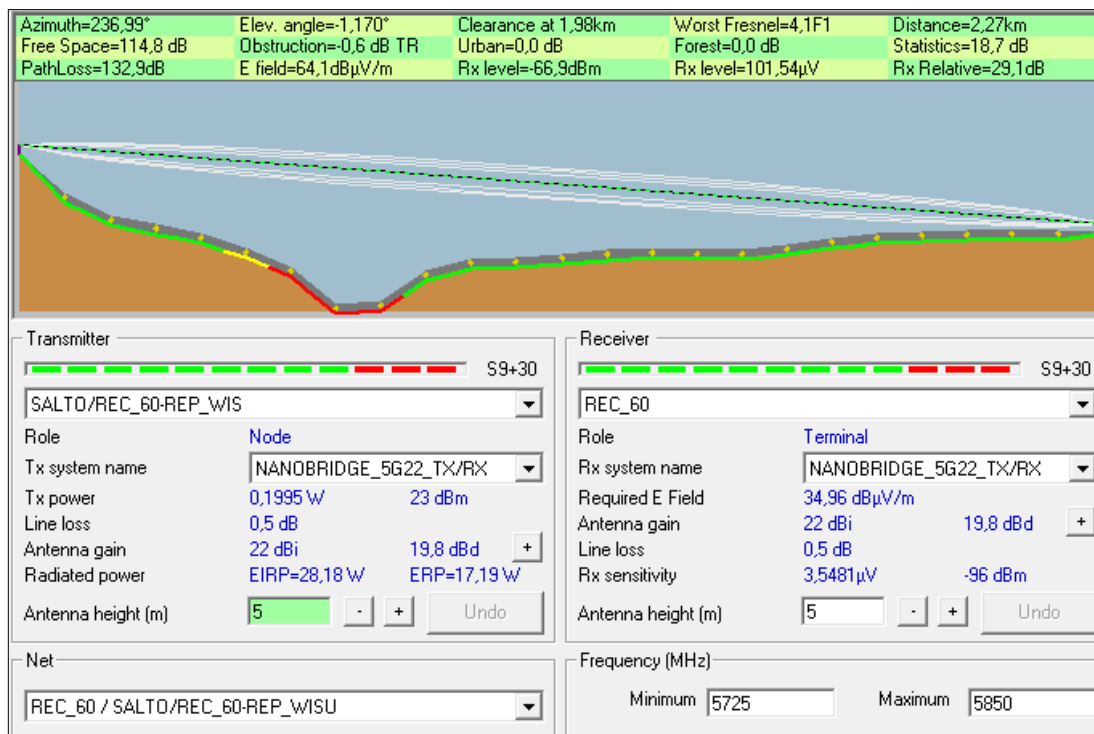


Figura 3.102 Perfil del segundo enlace Reconector 60 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace que es de 2.27km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -66.9dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.95, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.103 Enlaces Reconector 60 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.19 Repetidor Cutucu.

#### 3.3.1.19.1 Reconector 61.

En la figura 3.96 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Cutucu.

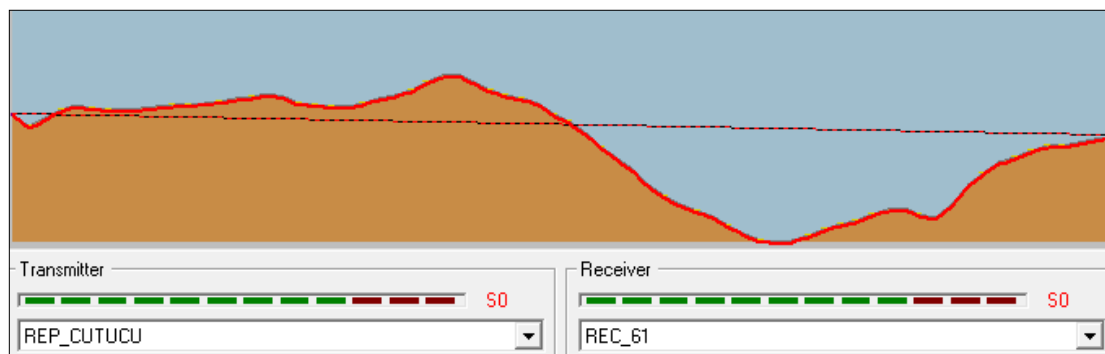


Figura 3.104 Perfil del enlace interceptado Reconector 61 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar un salto que ayudará a esquivar una gran parte de la montaña entre el reconector y el repetidor. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $2^{\circ}48'15.7''S$  y  $78^{\circ}14'52.1''O$ . A continuación en la imagen 3.97, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle de tierra y así poder tener una ruta de acceso al mismo.



Figura 3.105 Acceso al salto Reconector 61.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado en la Vía a Patuca al Sureste de Patuca, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del salto, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas. En las figuras 3.98 y 3.99 se muestran la simulación del enlace para el reconector número sesenta y uno mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.

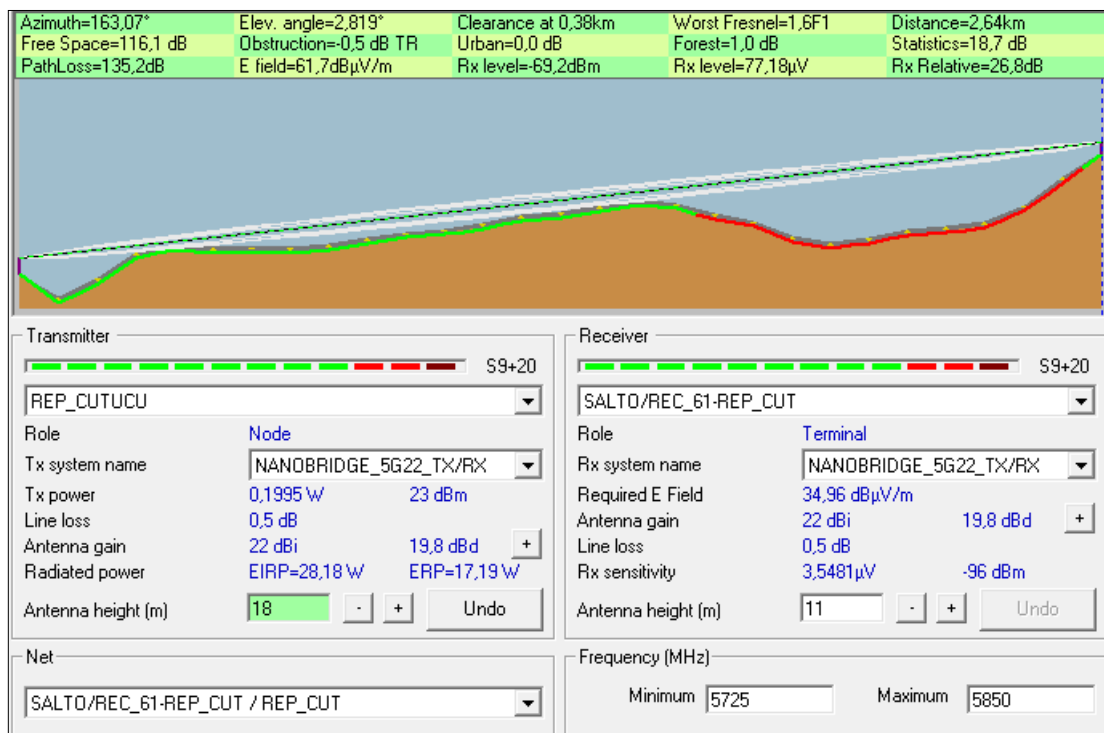


Figura 3.106 Perfil del primer enlace Reconector 61 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.28km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -69.2dBm. En la figura 3.99 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconector.

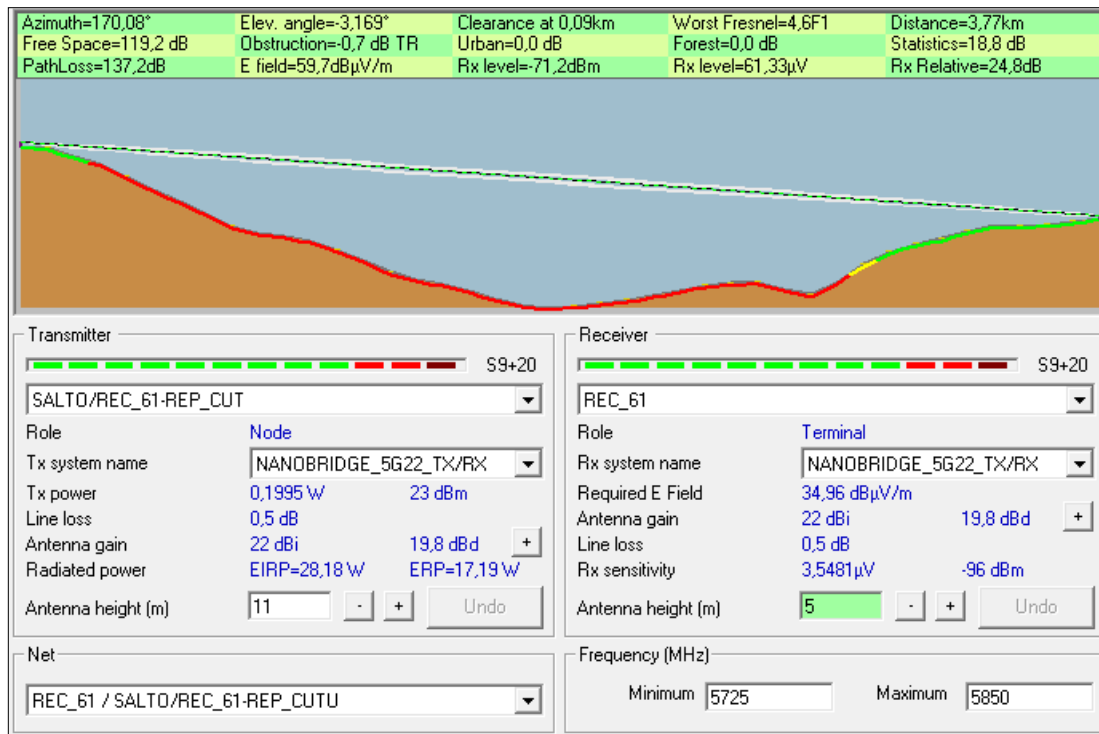


Figura 3.107 Perfil del segundo enlace Reconector 61 (*Radio Mobile*).

La figura expone la distancia del enlace que es de 3.77km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 24.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.100, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.108 Enlaces Reconector 61 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.19.2 Reconector 64.

En la figura 3.101 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número sesenta y cuatro.

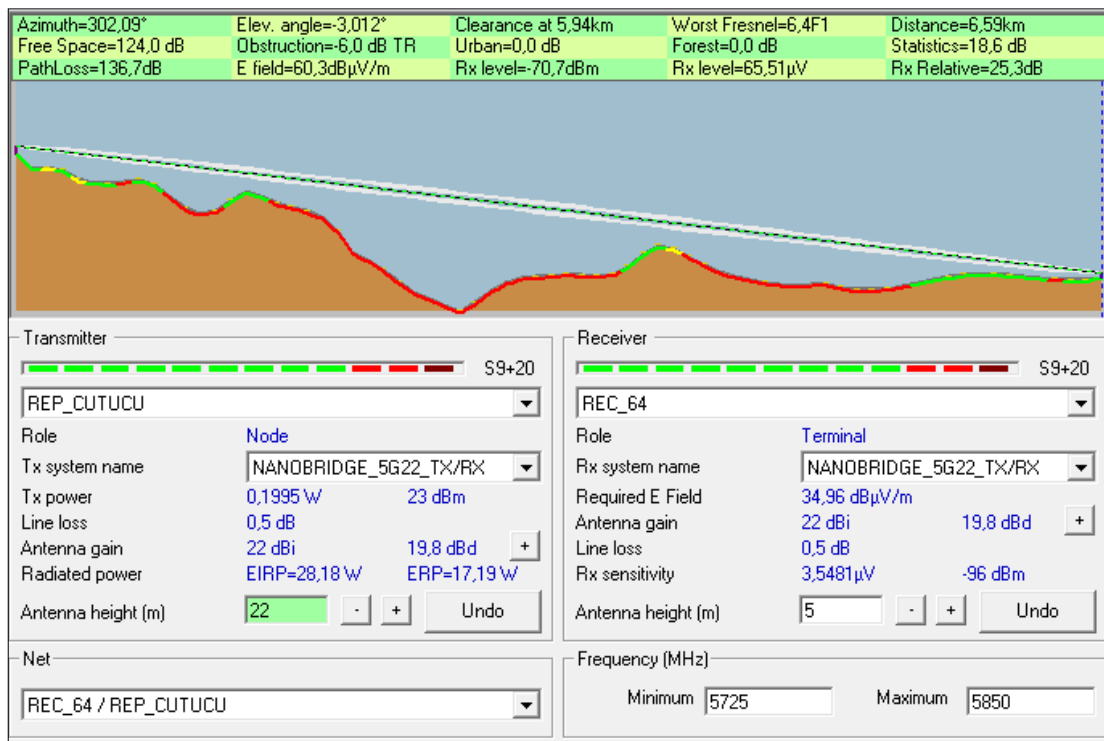


Figura 3.109 Perfil del enlace Reconector 64 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 6.59km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.102, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

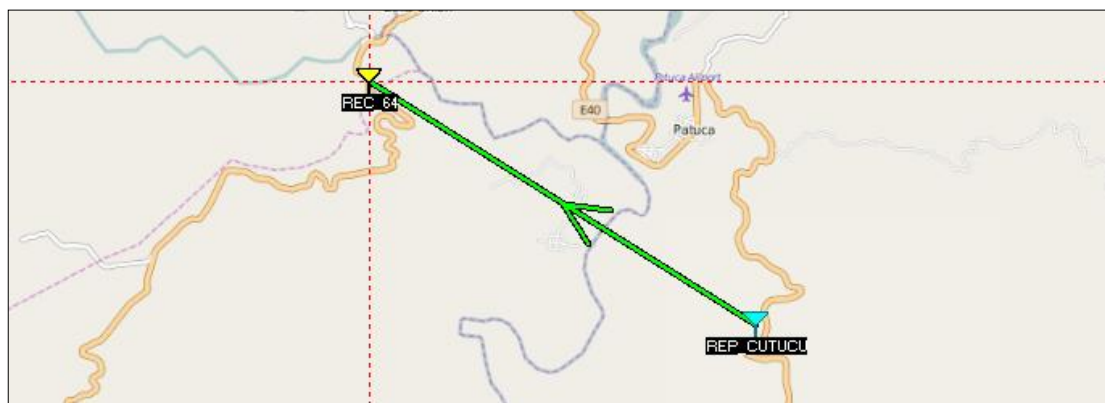


Figura 3.110 Enlace Reconnectador 64 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.20 Repetidor Jaime Roldos Tiwintza.

#### 3.3.1.20.1 Reconnectador 62.

En la figura 3.103 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Jaime Roldos Tiwintza.



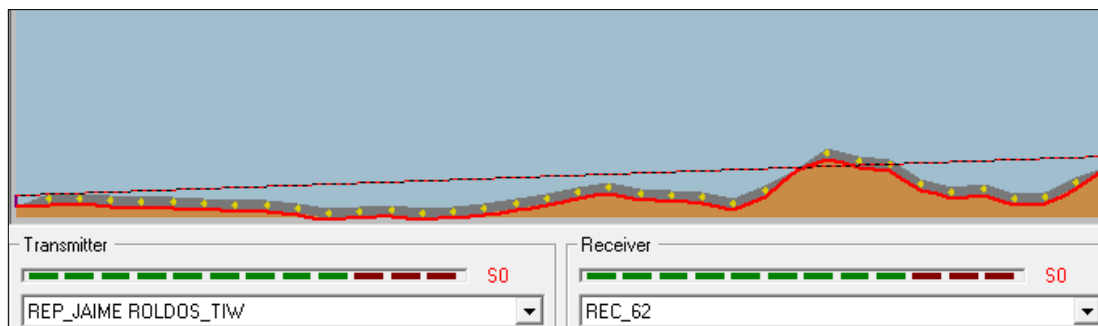


Figura 3.111 Perfil del enlace interceptado Reconectador 62 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar un salto que ayudará a esquivar una gran parte de la montaña entre el reconectador y el repetidor. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $3^{\circ}3'16''\text{S}$  y  $78^{\circ}0'8''\text{O}$ . A continuación en la imagen 3.104, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle de tierra y así poder tener una ruta de acceso al mismo.



Figura 3.112 Acceso al salto Reconectador 62.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado a pocos metros del repetidor Jaime Roldos Tiwintza al Noreste de Santiago de Tiwintza, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del salto, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.105 y 3.106 se muestran la simulación del enlace para el reconector número sesenta y dos mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.

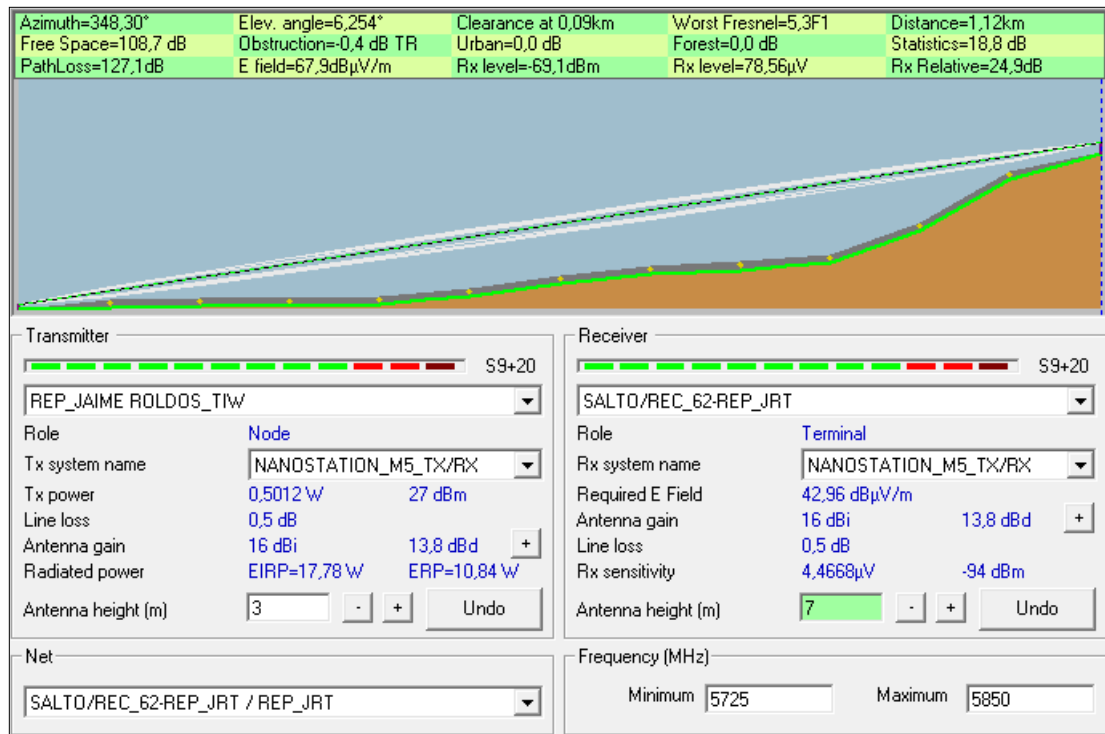


Figura 3.113 Perfil del primer enlace Reconector 62 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 1.12km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -69.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 24.9dB. En la figura 3.106 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconector.

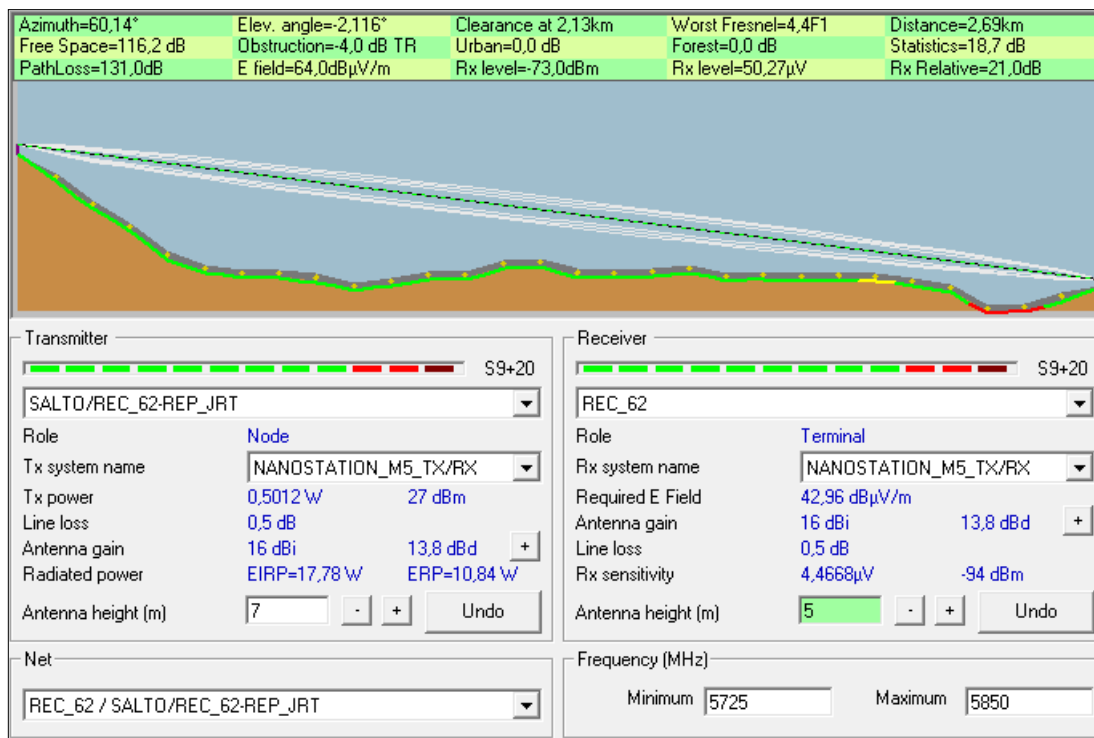


Figura 3.114 Perfil del segundo enlace Reconector 62 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace que es de 2.69km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.107, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.115 Enlaces Reconector 62 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.21 Repetidor Chupianza.

#### 3.3.1.21.1 Reconector 65.

En la figura 3.108 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número sesenta y cinco.

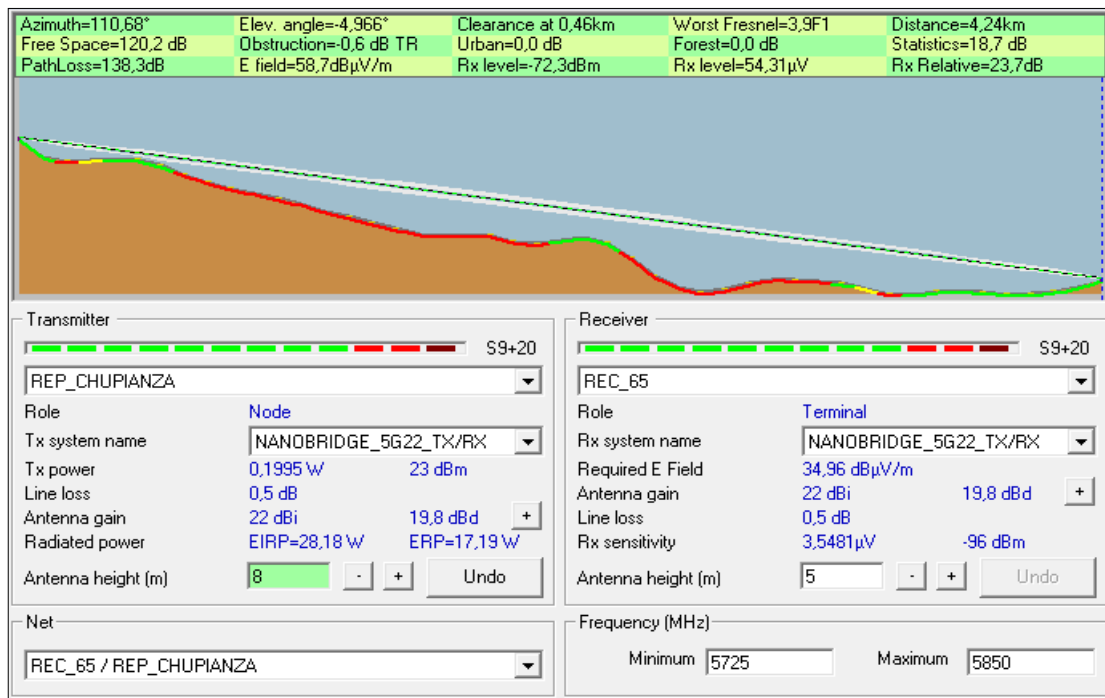


Figura 3.116 Perfil del enlace Reconector 65 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.24km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de  $-72.3\text{dBm}$  y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de  $23.7\text{dB}$ .

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el retransmisor presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.109, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.

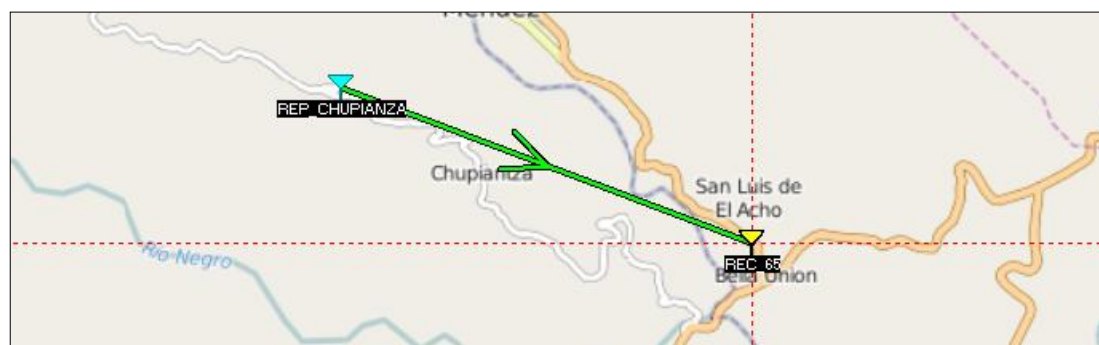


Figura 3.117 Enlace Reconnectador 65 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.22 Repetidor Cerro Bosco.

#### 3.3.1.22.1 Reconnectador 66.

En la figura 3.110 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Cerro Bosco.

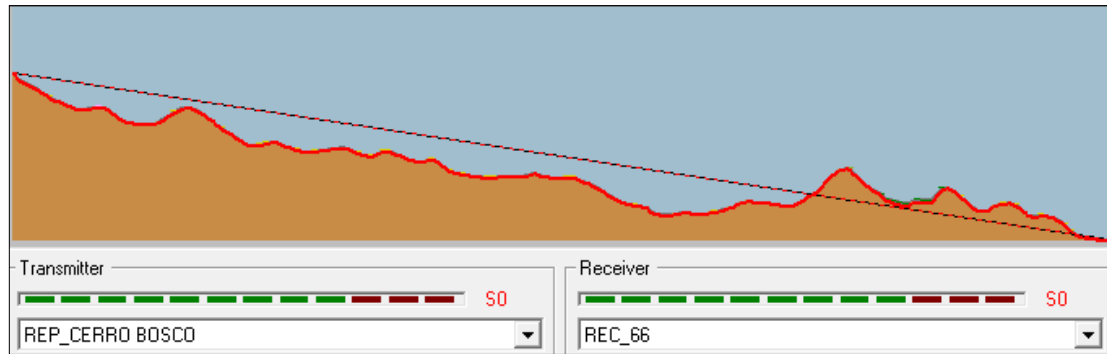


Figura 3.118 Perfil del enlace interceptado Reconector 66 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar dos saltos que ayudarán a esquivar dos montañas entre el reconector y el repetidor. El primer salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $3^{\circ}0'56.5''\text{S}$  y  $78^{\circ}26'51.6''\text{O}$  y el segundo salto tiene como coordenadas  $2^{\circ}59'16.1''\text{S}$  y  $78^{\circ}24'57.7''\text{O}$ . A continuación en la imagen 3.111 y 3.112, se puede observar que ambos saltos se encuentran cercanos a una calle de tierra y así poder tener una ruta de acceso al mismo.



Figura 3.119 Acceso al primer salto Reconector 66.



Figura 3.120 Acceso al segundo salto Reconector 66

El salto presentado en la figura 3.111 anteriormente expuesta es la única con acceso dificultoso ya que se encuentra en medio de dos calles de tierra, pero cualquiera de estas dos podría servir como acceso al salto. Ambos saltos se encuentran ubicados al Sur de Limón Indanza, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que las calles que se encuentran cerca de los saltos, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitaran del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.113, 3.114 y 3.115 se muestran las simulaciones de los enlaces para el reconector número sesenta y seis mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de saltos, generando así el diseño de tres enlaces.

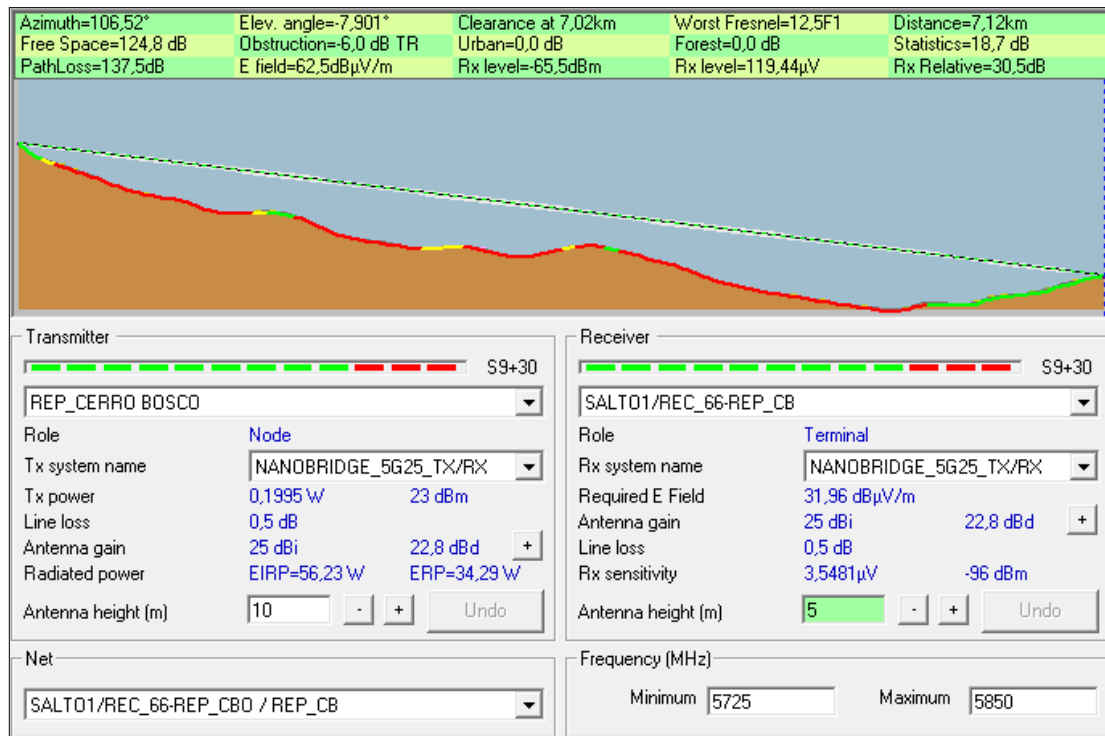


Figura 3.121 Perfil del primer enlace Reconector 66 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.12km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -65.5dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 30.5dB. En la figura 3.114 se muestra el diseño del enlace que va desde el primer salto al segundo salto.



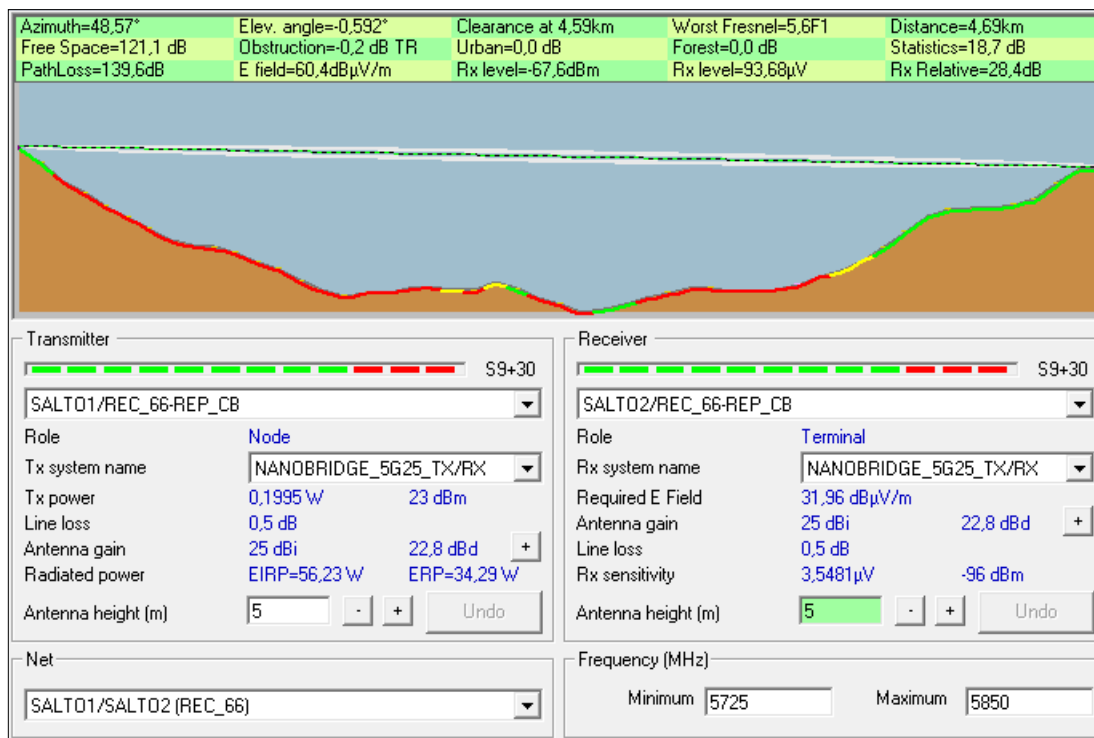


Figura 3.122 Perfil del segundo enlace Reconector 66 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace, que es de 4.69km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -67.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.4dB. Finalmente, en la figura 3.115, se muestra el diseño del enlace que va desde el segundo salto al reconector.

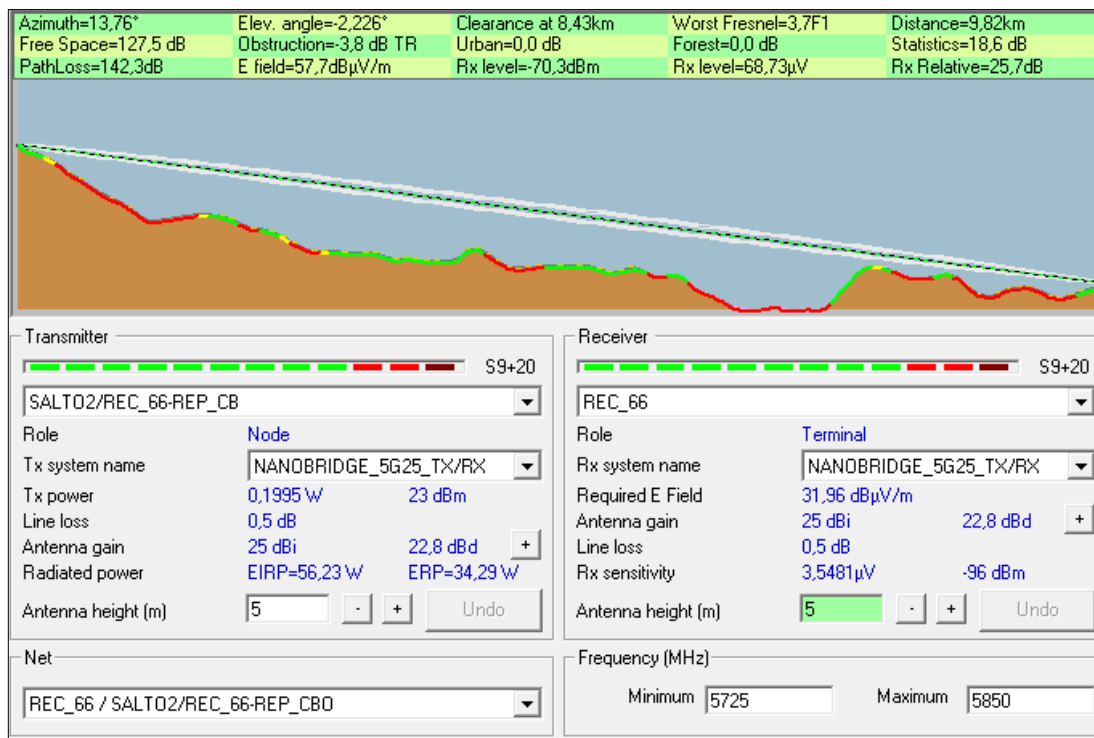


Figura 3.123 Perfil del tercer enlace Reconector 66 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 9.82km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.7dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.116, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.124 Enlaces Reconector 66 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.22.2 Reconector 67.

En la figura 3.117 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Cerro Bosco.

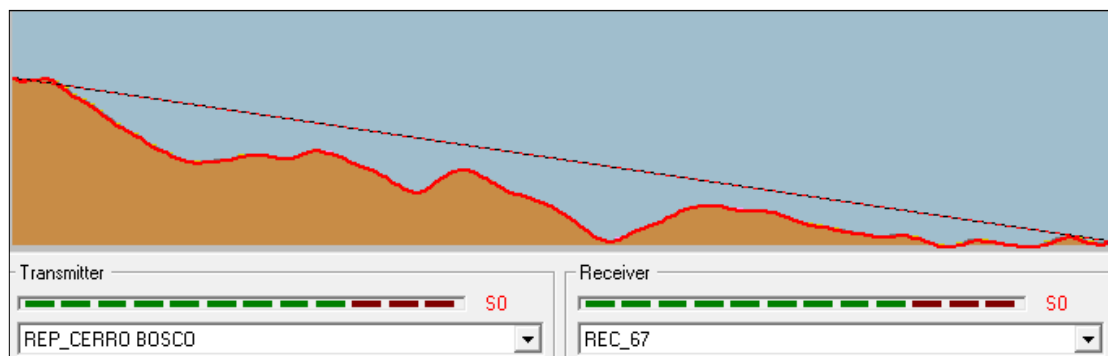


Figura 3.125 Perfil del enlace interceptado Reconector 67 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar dos saltos que ayudarán a esquivar una gran parte de la montaña entre el reconector y el repetidor. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $3^{\circ}2'8.7''S$  y  $78^{\circ}28'43.1''O$ . A continuación en la imagen 3.118, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle de tierra y así poder tener una ruta de de acceso al mismo.



Figura 3.126 Acceso al salto Reconectador 67.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado al Suroeste de Limón Indanza, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del reconectador, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.119 y 3.120 se muestran las simulaciones de los enlaces para el reconectador número sesenta y siete mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.

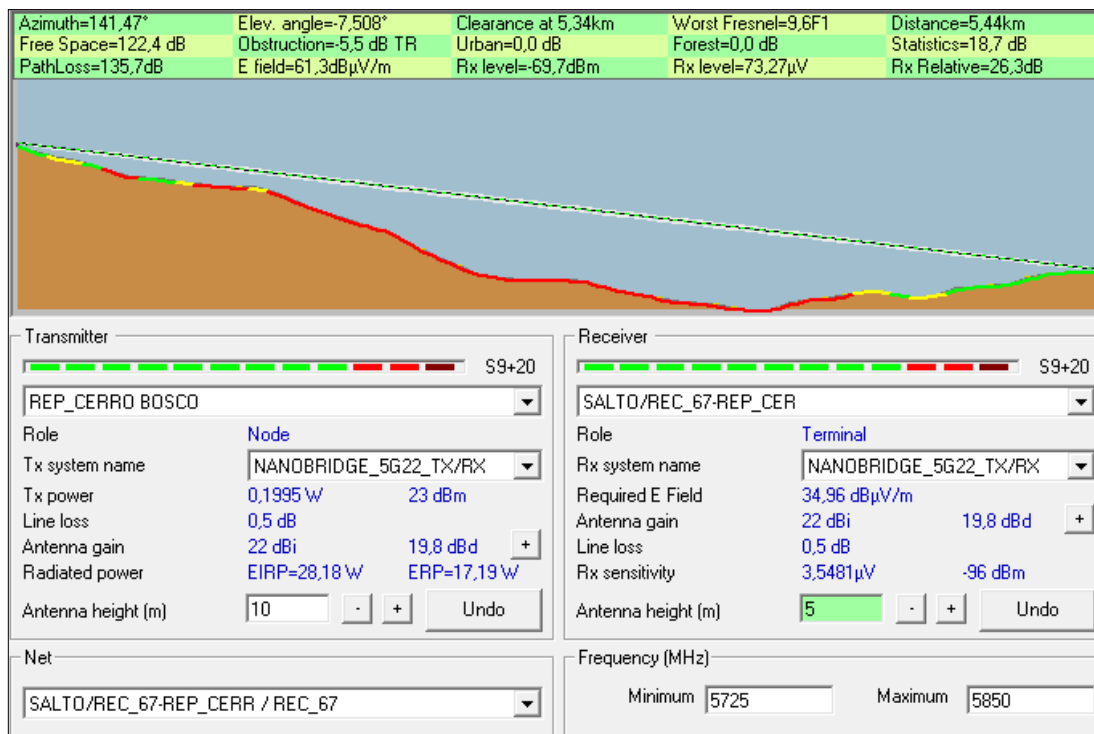


Figura 3.127 Perfil del primer enlace Reconector 67 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 5.44km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -69.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 26.3dB. En la figura 3.120 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconector.

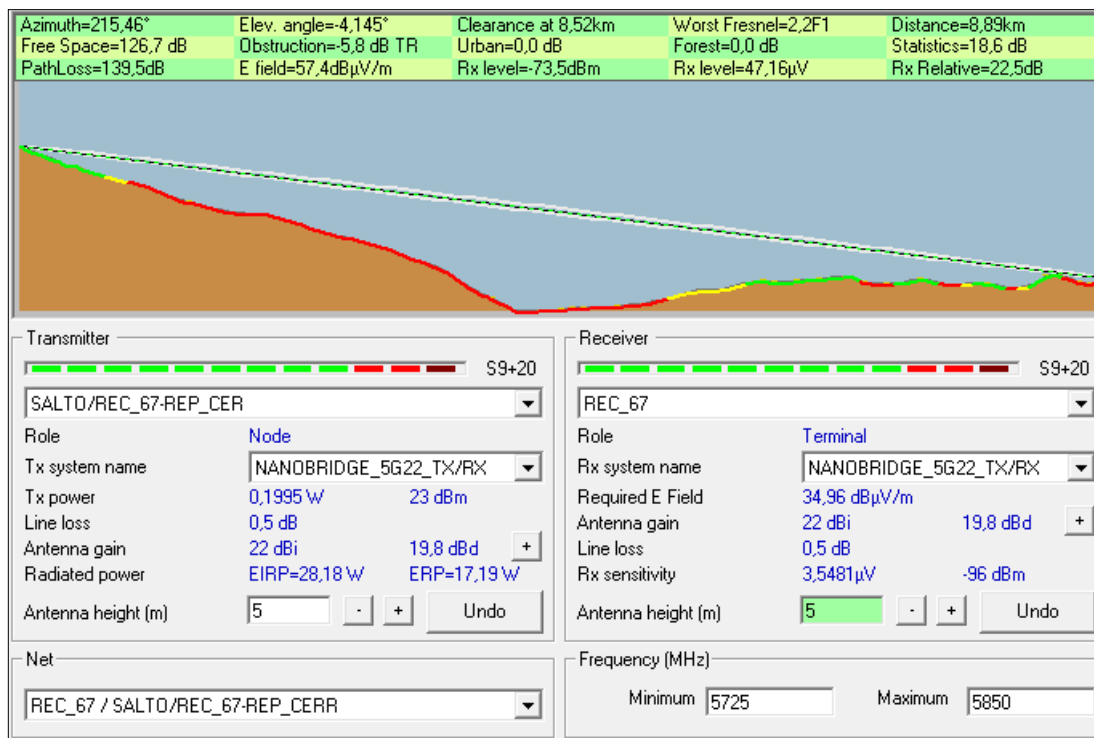


Figura 3.128 Perfil del segundo enlace Reconector 67 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace que es de 8.89km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73.5dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 22.5dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.121, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.129 Enlaces Reconector 67 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.23 Repetidor Guaguazhumi.

#### 3.3.1.23.1 Reconector 7.

En la figura 3.122 se constata que el enlace se encuentra interceptado por un obstáculo, el cual impide un enlace directo con el Repetidor Guaguazhumi.

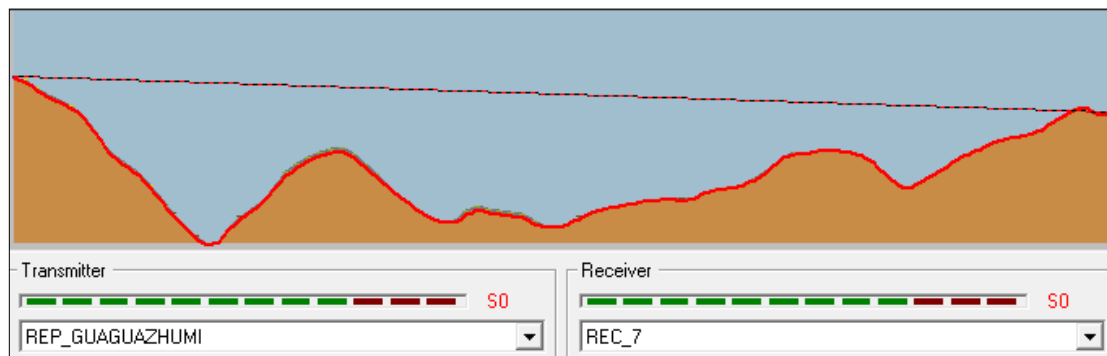


Figura 3.130 Perfil del enlace interceptado Reconector 7 (*Radio Mobile*).

La solución es instalar dos saltos que ayudarán a esquivar una gran parte de la montaña cerca del reconnector. El salto que se plantea instalar para este enlace tiene como coordenadas  $2^{\circ}58'16.6''S$  y  $78^{\circ}54'32.8''O$ . A continuación en la imagen 3.123, se puede observar que el salto se encuentra cercano a una calle y así poder tener una ruta de acceso al mismo.



Figura 3.131 Acceso al salto Reconectador 7.

Cabe recalcar que el salto presentado en la figura anteriormente expuesta se encuentra ubicado en Chupiacienda al Sureste de Cuenca, dicha ubicación es de mucha ayuda ya que la calle que se encuentra cerca del salto, tiene una línea de distribución eléctrica, por lo tanto no se necesitara del uso de energías alternativas.

En las figuras 3.123 y 3.124 se muestran la simulación del enlace para el reconectador número siete mediante *Radio Mobile* que pasa por medio de un salto, generando así el diseño de dos enlaces.



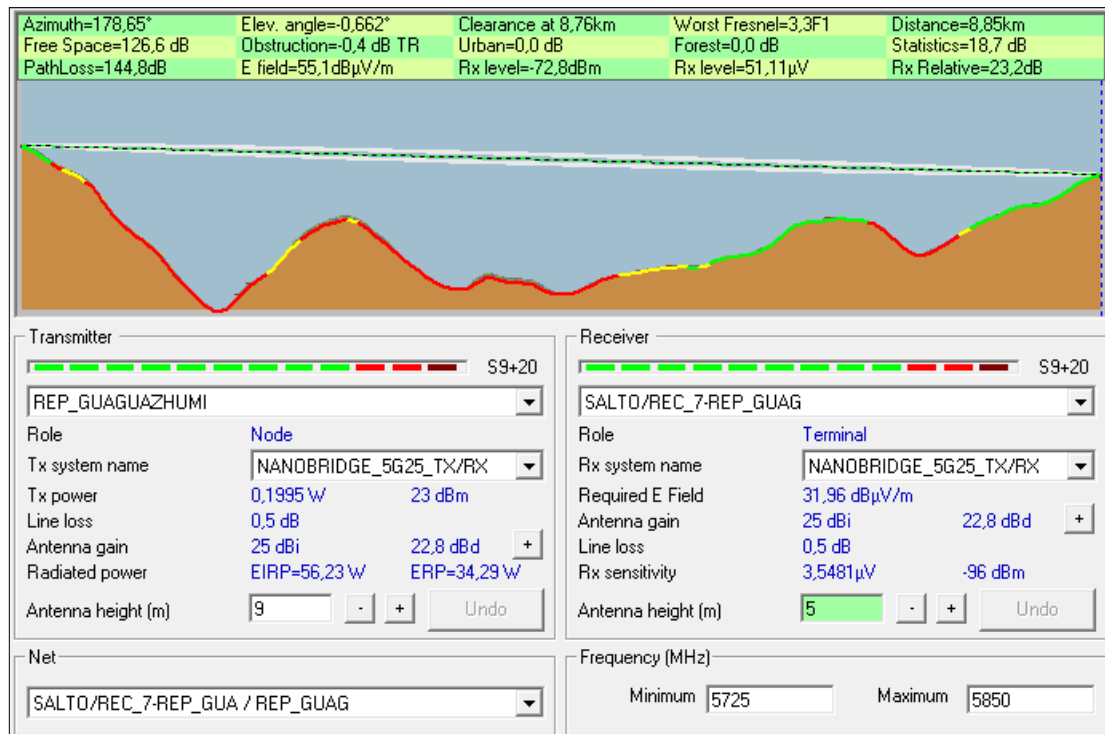


Figura 3.132 Perfil del primer enlace Reconector 7 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8.85km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23.2dB. En la figura 3.125 se muestra el diseño del enlace que va desde el salto al reconnector.

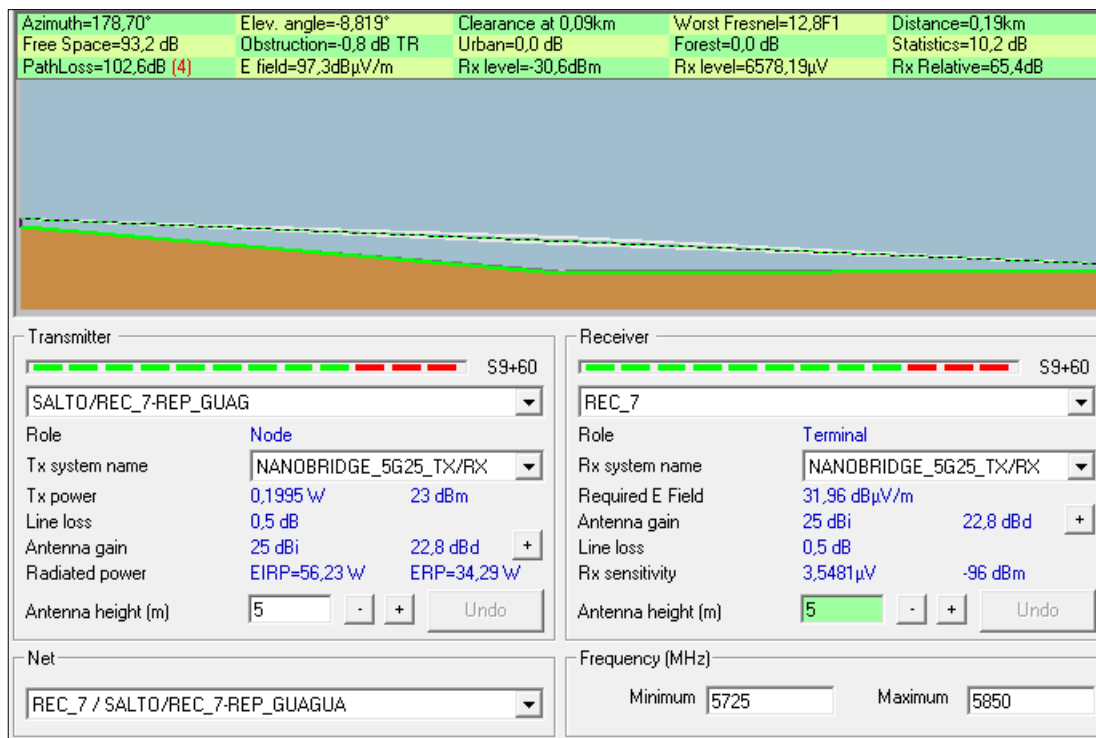


Figura 3.133 Perfil del segundo enlace Reconector 7 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace que es de apenas 190 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -30.6dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 65.4dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones. En la imagen 3.126, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.134 Enlaces Reconector 7 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.23.2 Reconector 13, 23 y 25.

En la figura 3.127 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para los reconectores número trece, veinte y tres, y el veinte y cinco; en un mismo lugar.

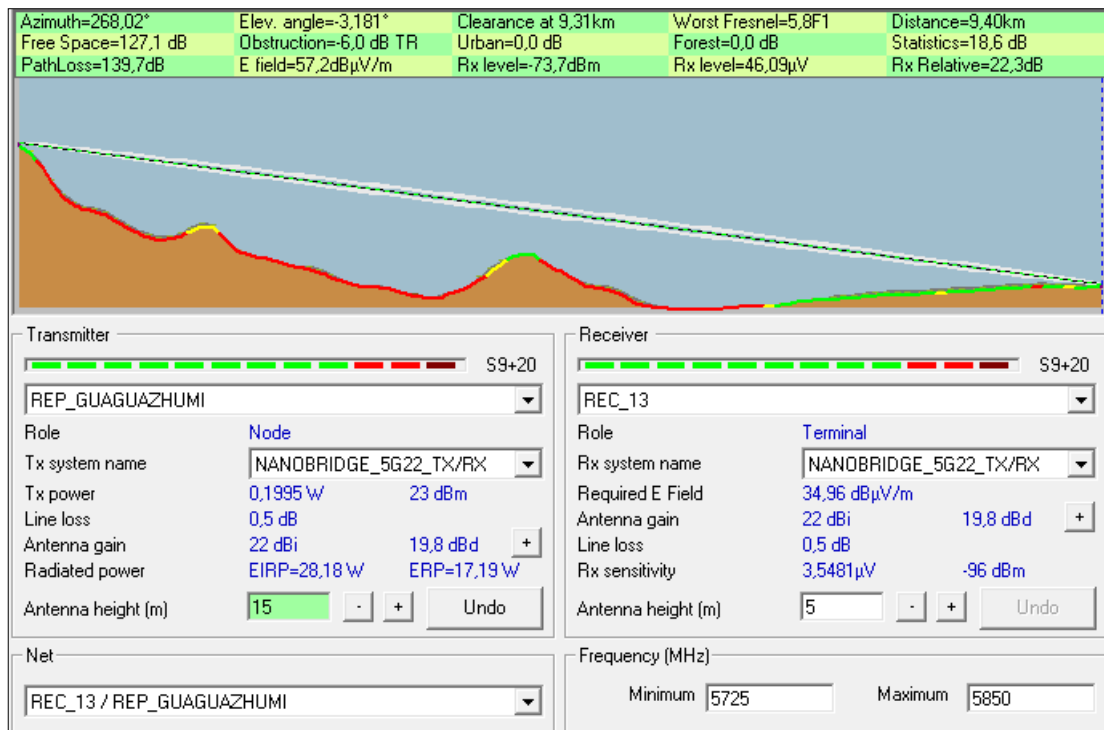


Figura 3.135 Perfil del enlace Reconector 13, 23 y 25 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 9.40km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 22.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconfigurador presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconfigurador.

La solución para el reconfigurador es mantenerlo en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 45 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}53'40.4''S$  y  $78^{\circ}59'45.3''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.128 el nuevo poste para la antena.



Figura 3.136 Nuevo poste para la antena del Reconfigurador 13, 23 y 25.

A continuación en la figura 3.129 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*.

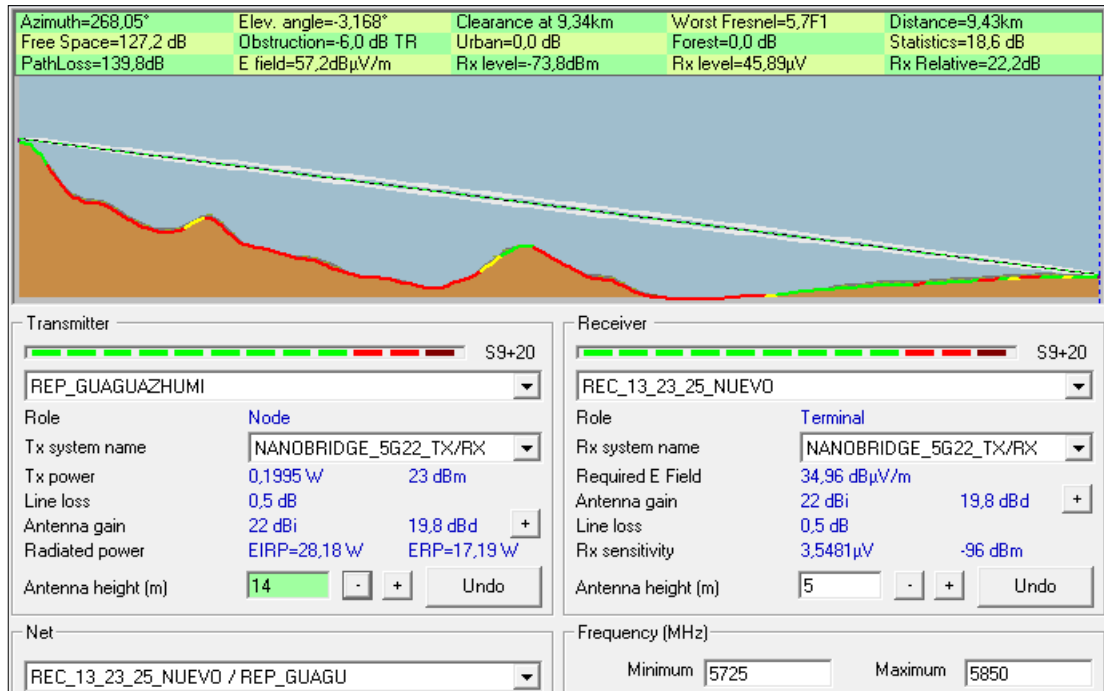


Figura 3.137 Perfil del nuevo enlace Reconector 13, 23 y 25 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 9.43km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -73.8dBm. En la imagen 3.130, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 22.2dB, pudiendo visualizar una “línea verde”.



Figura 3.138 Enlace Reconector 13, 23 y 25 (*Radio Mobile*).

### 3.3.1.23.3 Reconector 29.

En la figura 3.131 que muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero veinte y nueve.

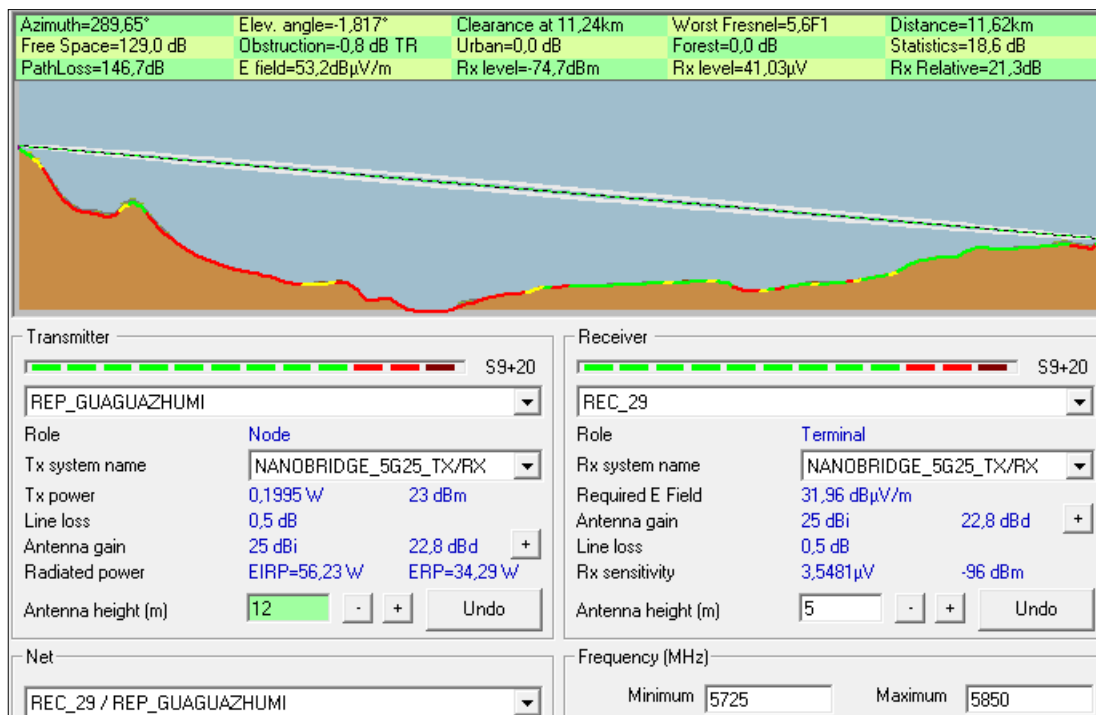


Figura 3.139 Perfil del enlace Reconector 29 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 11.62km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconnector.

La solución al reconnector número veinte y nueve, es cambiarlo de posición. La antena se quedará junto al reconnector. La ubicación a la que se plantea cambiar el reconnector, se encuentra en las coordenadas 2°51'34.1"S y 79°0'18.3"O. A continuación se muestra en la figura 3.132 la ubicación del nuevo poste para el reconnector.



Figura 3.140 Nuevo poste para el Reconector 29.

A continuación en la figura 3.133 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*.

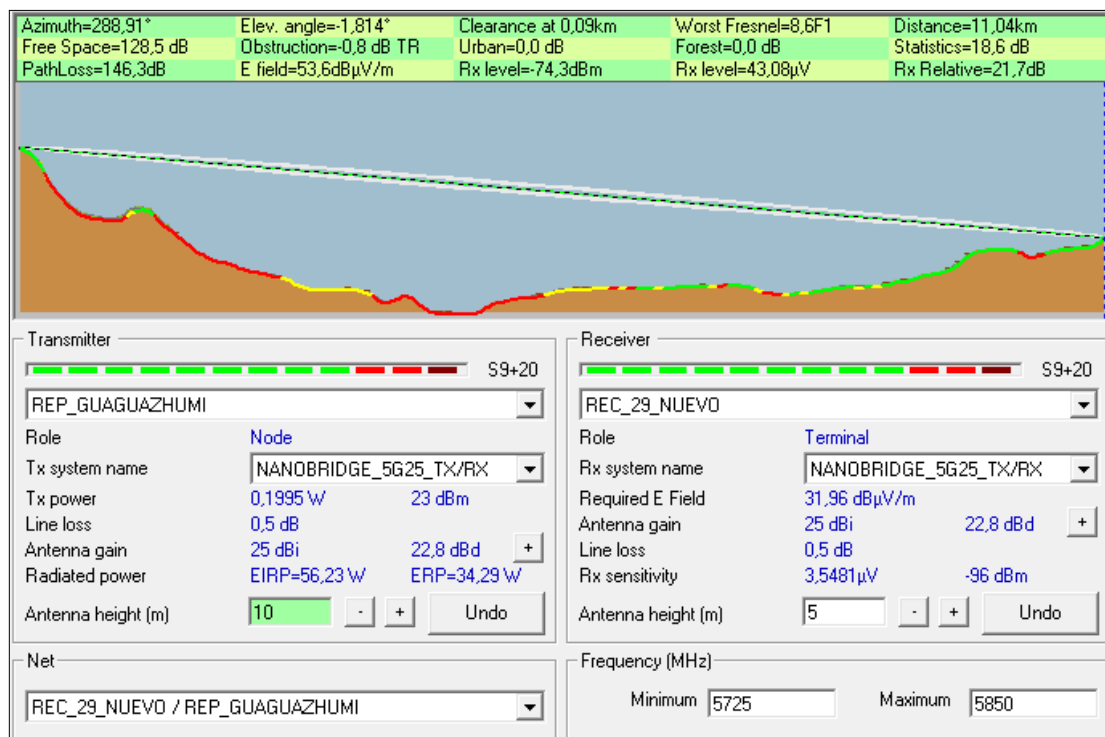


Figura 3.141 Perfil del nuevo enlace Reconector 29 (*Radio Mobile*).



El enlace es efectivo con 11.4km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -74.3dBm. En la imagen 3.134, se visualiza el enlace punto a punto en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 21.7dB, pudiendo visualizar una “línea verde”.

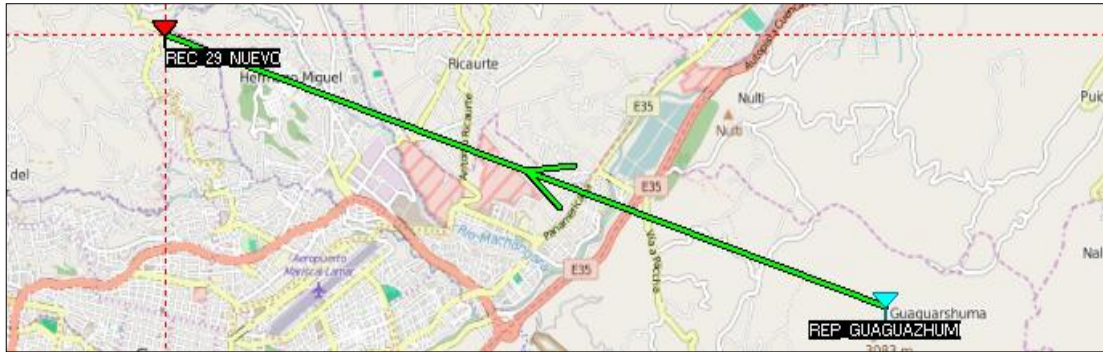


Figura 3.142 Enlace Reconector 29 (*Radio Mobile*).

### 3.3.2 Radioenlaces punto multipunto.

Existen repetidores que exceden en su número de enlaces punto a punto, en ellos se ha optado por hacer simulación con antenas sectoriales, ya que cada una puede albergar más de un enlace, por lo tanto en los siguientes ítems se encuentran los repetidores Turi, Guaguazhumi y Rayoloma. En la tabla 3.3 se ve el número de antenas por repetidor.

Tabla 3.3 Antenas sectoriales para cada repetidor.

REPETIDOR	RECONECTADOR	ANTENA
REP_TURI	REC_3	LOBO1_60°_TX_WIFI_1
	REC_9	
	REC_11	
	REC_19	LOBO1_60°_TX_WIFI_2
	REC_36	
REP_GUAGUAZHUMI	REC_14	LOBO1_60°_TX_WIFI_1
	REC_15	
	REC_16	



	REC_17	LOBO2_60°_TX_WIFI_1
	REC_21	
	REC_18	
	REC_26	
	REC_33	
REP_RAYOLOMA	REC_12	LOBO1_60°_TX_WIFI_1
	REC_20	
	REC_22	
	REC_24	
	REC_30	LOBO1_60°_TX_WIFI_2
	REC_31	
	REC_32	
	REC_34	

### 3.3.2.1 Repetidor Turi.

#### 3.3.2.1.1 Reconector 3.

En la figura 3.135 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número tres.

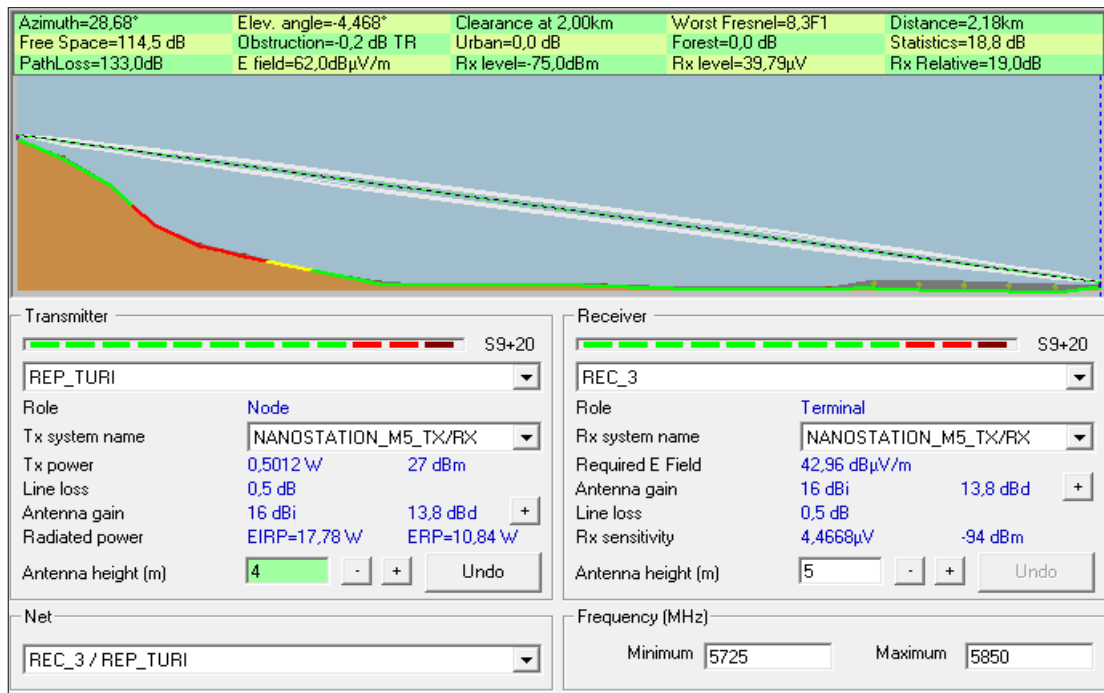


Figura 3.143 Perfil del enlace Reconector 3 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.18km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 19dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconnector.

La solución al reconnector número tres, es mantener el reconnector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al poste ubicado a 27 metros. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}54'19.8''S$  y  $78^{\circ}59'59.8''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.136 el nuevo poste para el reconnector.



Figura 3.144 Nuevo poste para la antena del Reconnector 3.

A continuación en la figura 3.137 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas.

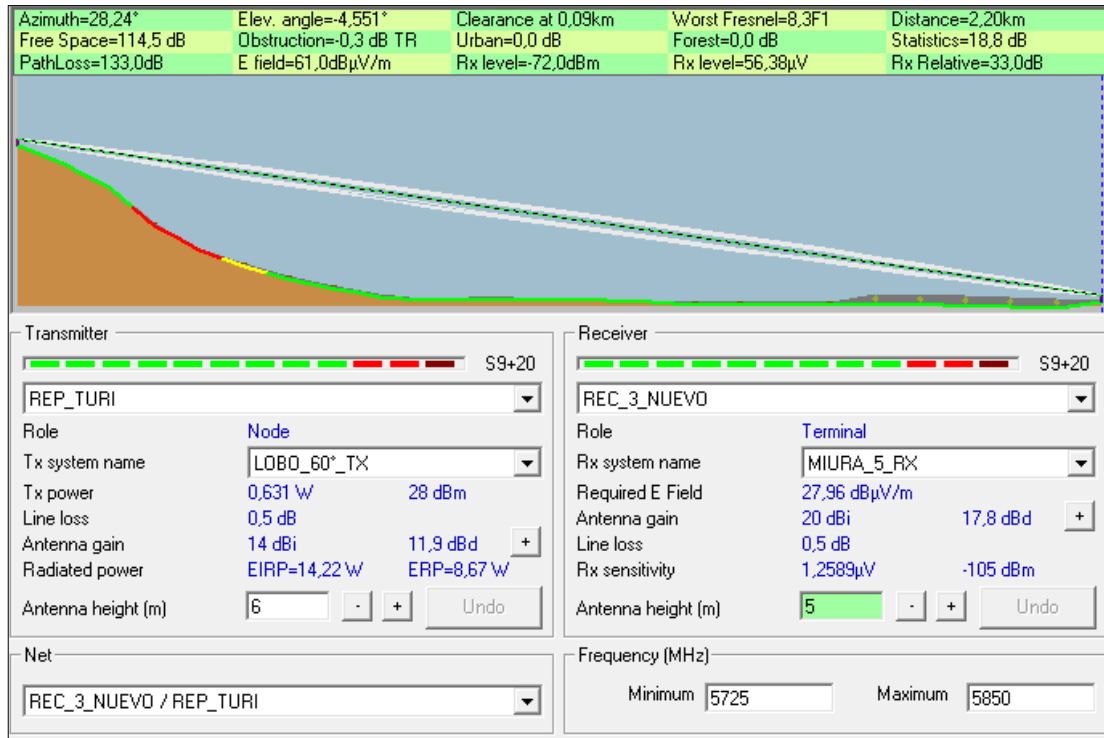


Figura 3.145 Perfil del nuevo enlace Reconector 3 (*Radio Mobile*).

La distancia es de 2.2km. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -72dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 33dB. En la imagen 3.144, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.1.2 Reconector 9.

En la figura 3.138 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número nueve.

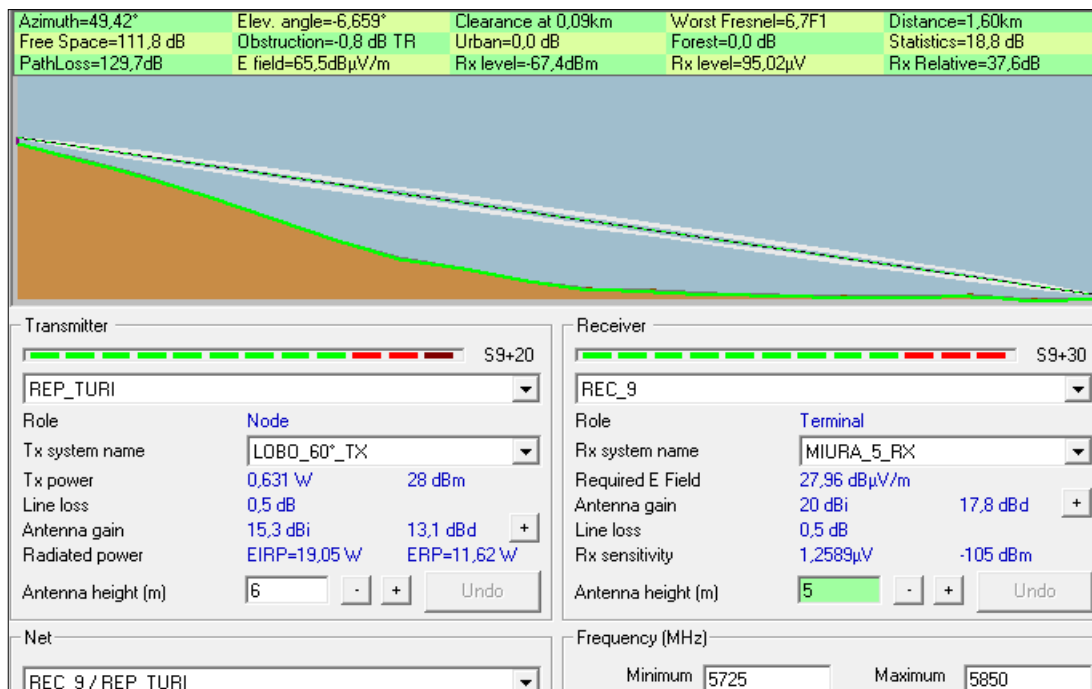


Figura 3.146 Perfil del enlace Reconector 9 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 1.60km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -67.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 37.6dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.144, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.1.3 Reconector 11.

En la figura 3.139 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número once.

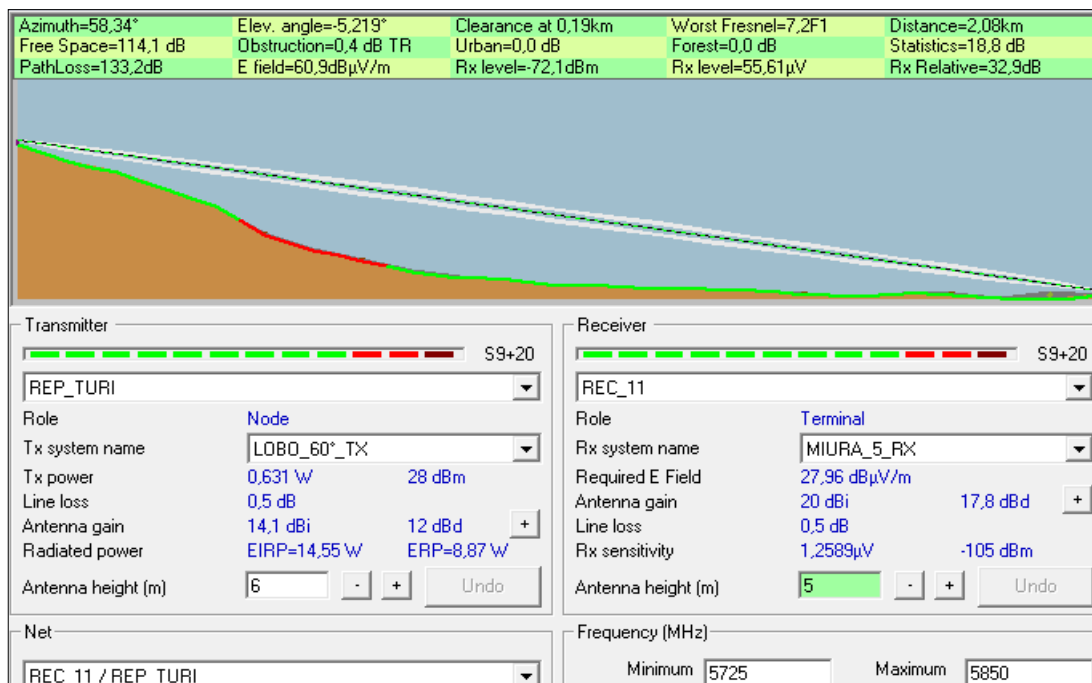


Figura 3.147 Perfil del enlace Reconectador 11 (*Radio Mobile*)

La distancia del enlace es de 2.08km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 32.9dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconectador presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.144, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.1.4 Reconectador 19.

En la figura 3.139 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconectador numero diecinueve.

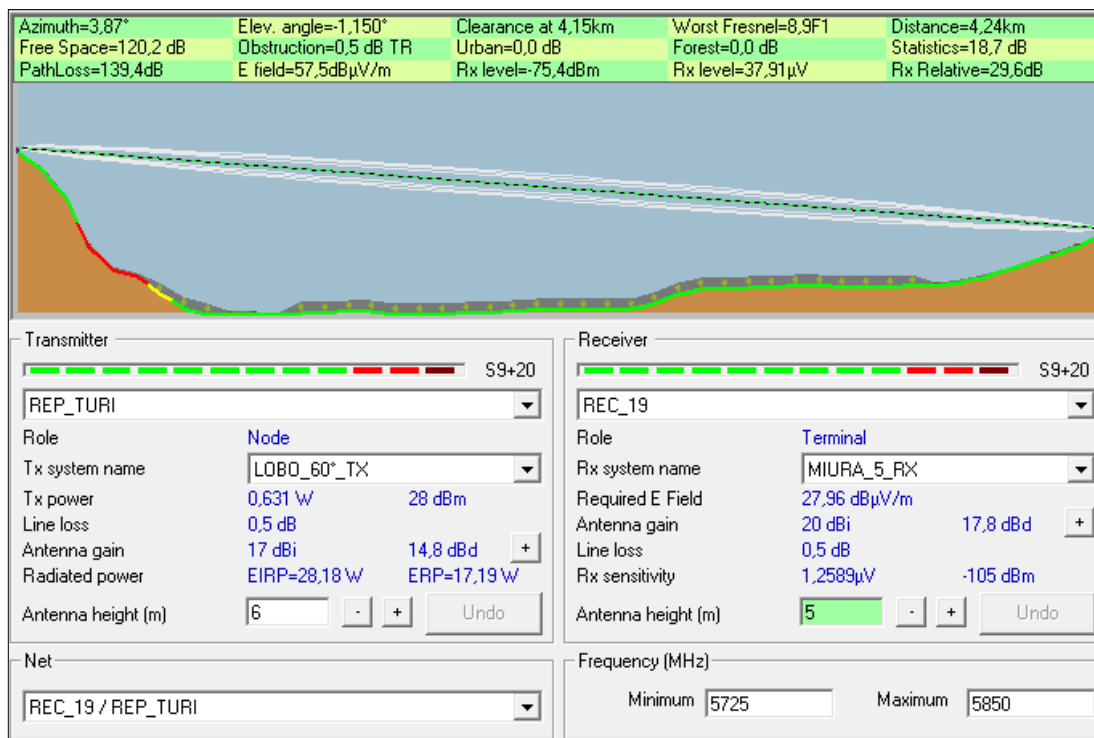


Figura 3.148 Perfil del enlace Reconector 19 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.24km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.4dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.6dB. En la imagen 3.144, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.1.5 Reconector 36.

En la figura 3.141 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y seis.

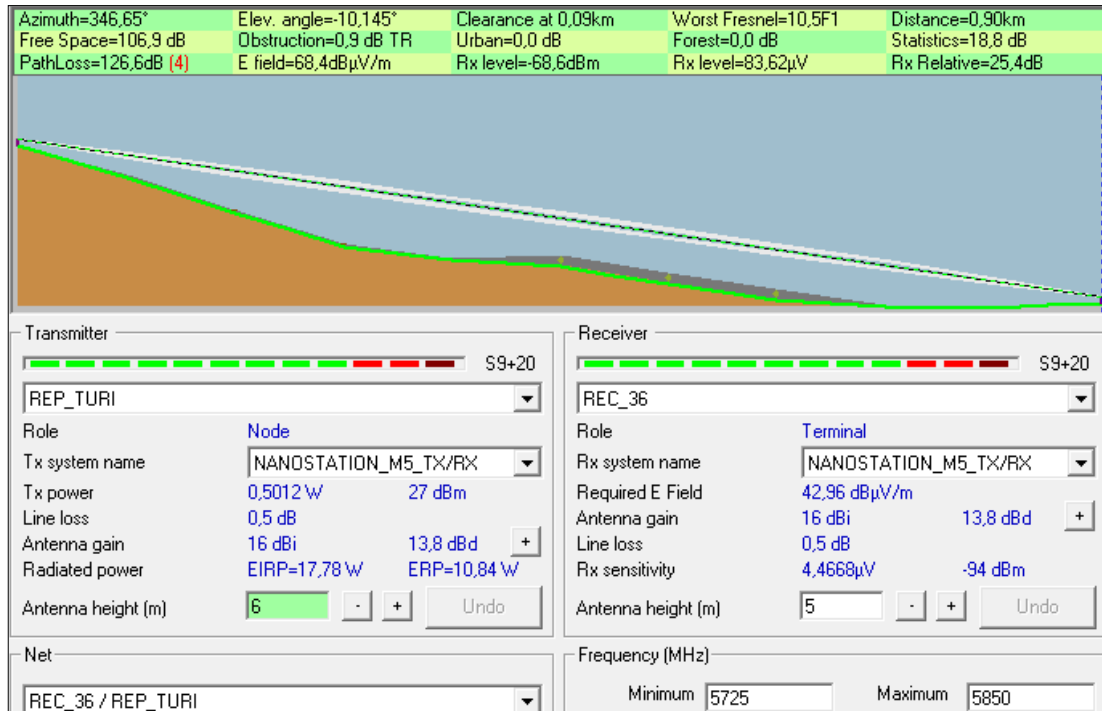


Figura 3.149 Perfil del enlace Reconector 36 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 900 metros, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -68.6dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 25.4dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número treinta y seis, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 37 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas 2°54'54.68"S y 79°0'39.22"O. A continuación se muestra en la figura 3.142 la ubicación del nuevo poste para la antena.



Figura 3.150 Nuevo poste para la antena del Reconector 36.

A continuación en la figura 3.143 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile* cambiando su configuración de antenas.

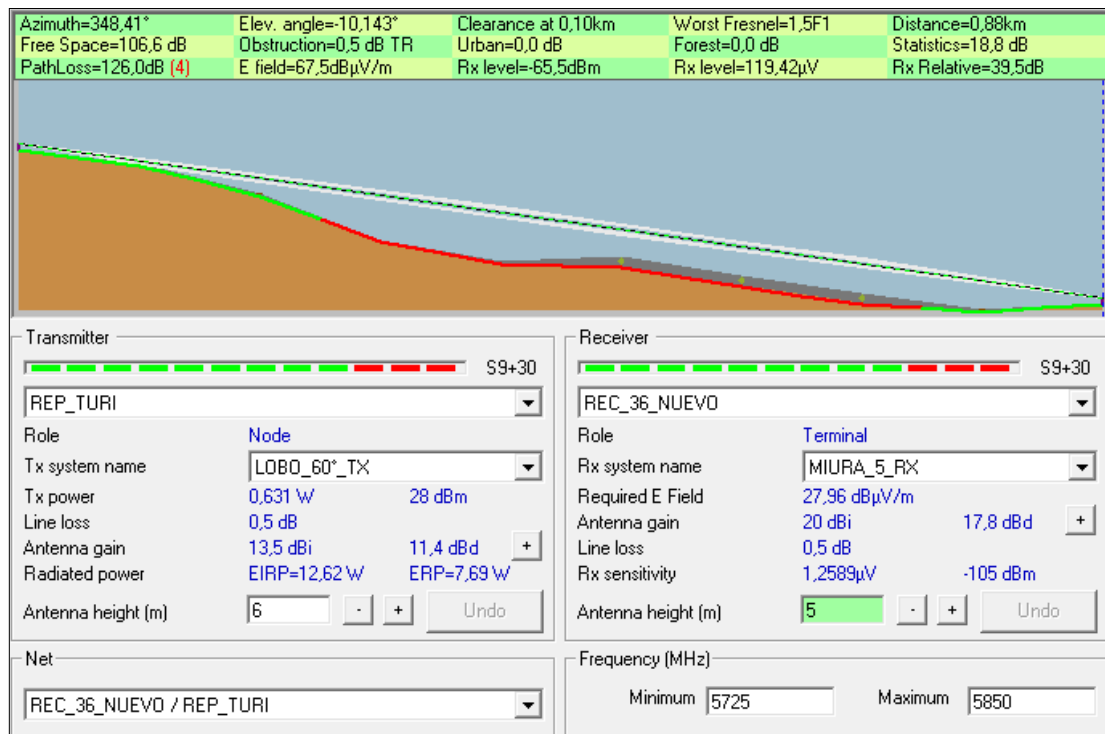


Figura 3.151 Perfil del nuevo enlace Reconector 36 (*Radio Mobile*).



El enlace es efectivo con 880 metros de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de  $-65.5\text{dBm}$  y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de  $39.5\text{dB}$ .

En la imagen 3.144, se visualizan los enlaces sectoriales en *Radio Mobile*, donde se observara que todos los enlaces anteriormente diseñados para Turi son efectivos pudiendo visualizarlos con la cobertura de la antena.

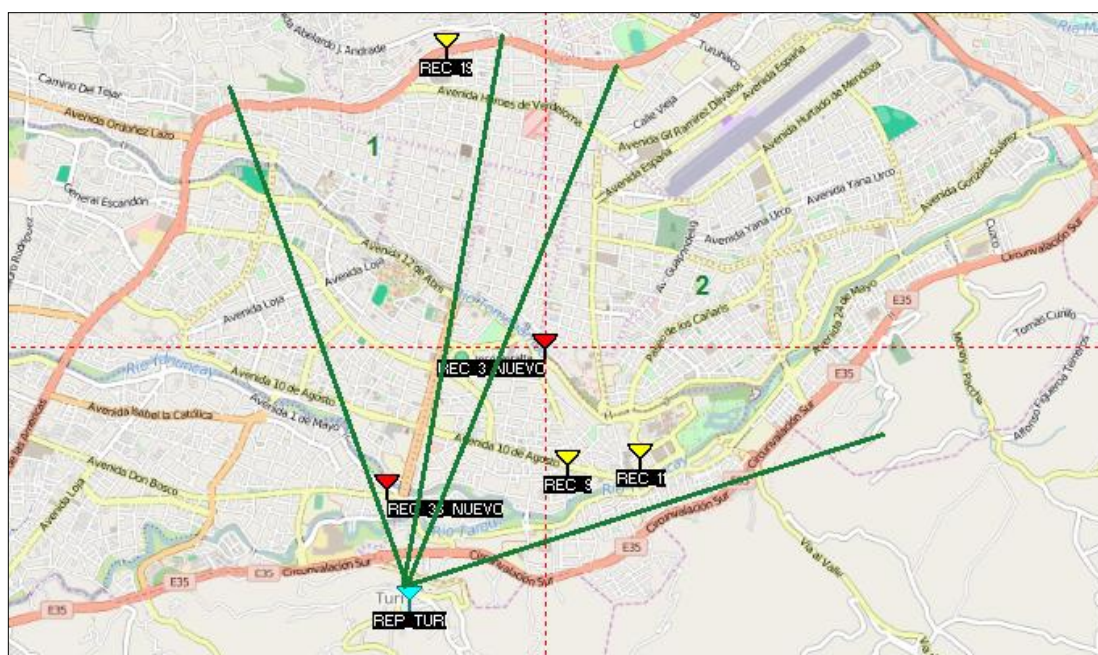


Figura 3.152 Enlaces sectoriales Turi (*Radio Mobile*).

### 3.3.2.2 Repetidor Guaguazhumi.

#### 3.3.2.2.1 Reconectador 14.

En la figura 3.145 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconectador numero catorce.

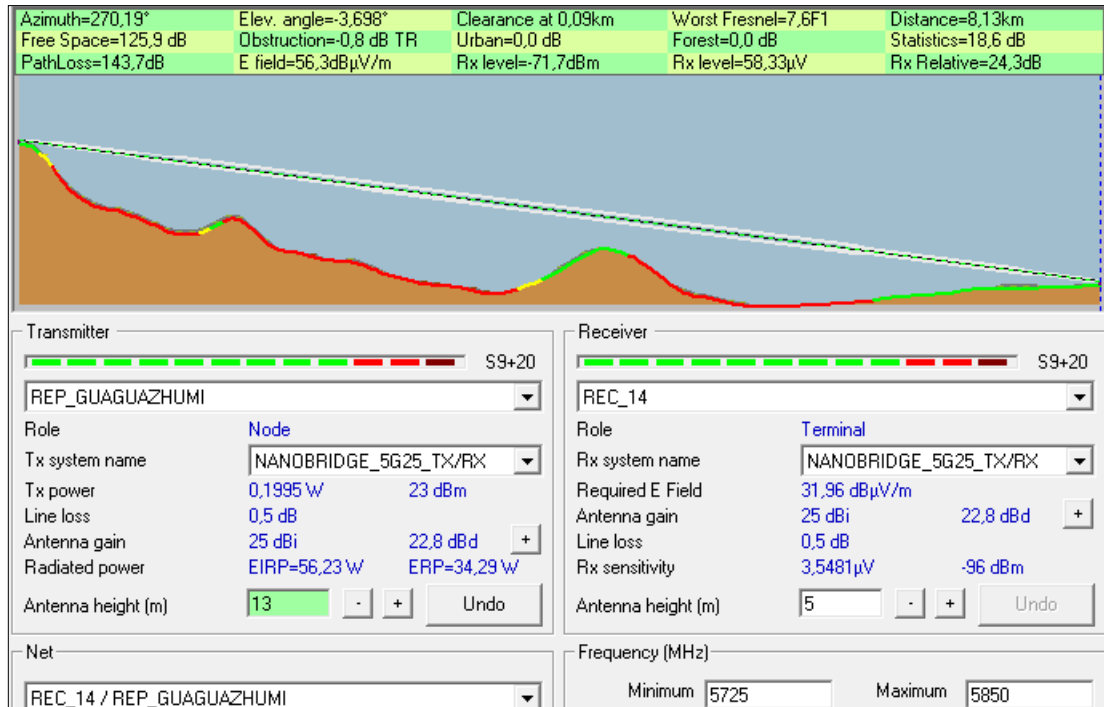


Figura 3.153 Perfil del enlace Reconector 14 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8.13km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -71.78dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 24.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número catorce, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 31 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas 2°53'28.7"S y 78°59'2.5"O. A continuación se muestra en la figura 3.146 la ubicación del nuevo poste para la antena.



Figura 3.154 Nuevo poste para la antena del Reconector 14.

A continuación en la figura 3.146 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas.

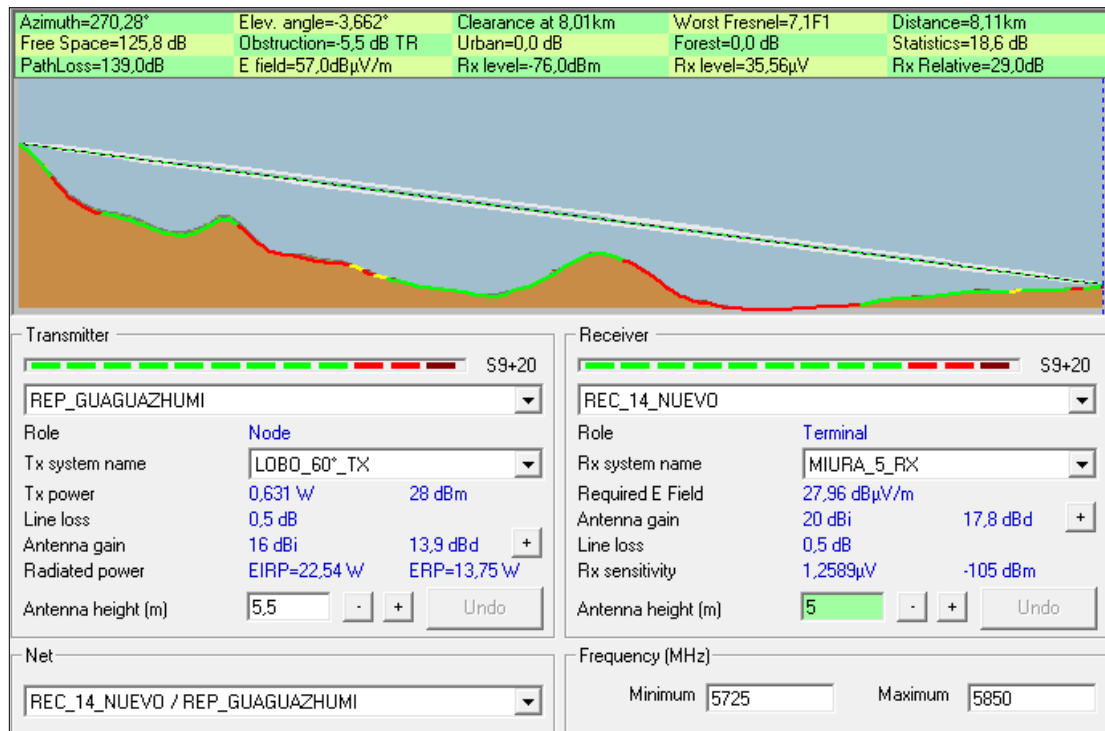


Figura 3.155 Perfil del nuevo enlace Reconector 14 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 8.11km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%, y el nivel de recepción es de -76dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29dB. En la imagen 3.161, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.2 Reconector 15.

En la figura 3.148 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero quince.

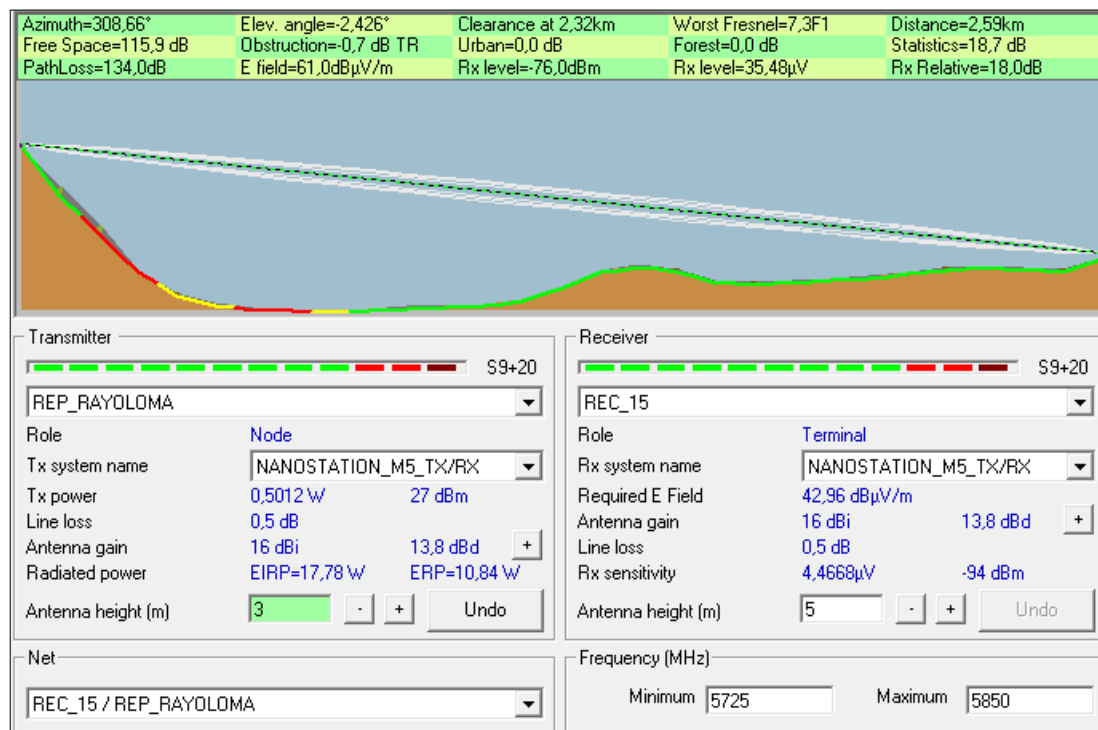


Figura 3.156 Perfil del enlace Reconector 15 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.59km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -76dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 18dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número quince, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 50 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}52'56''\text{S}$  y  $78^{\circ}58'38.7''\text{O}$ . A continuación se muestra en la figura 3.149 la ubicación del nuevo poste para la antena. Se aclara que la mejora de este enlace provoca un cambio de repetidor, anteriormente se enlazaba al repetidor Rayoloma, pero con la sugerencia de la nueva ubicación del reconector, el enlace se lo hace al repetidor Guaguazhumi.



Figura 3.157 Nuevo poste para la antena del Reconector 15.

A continuación en la figura 3.150 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas



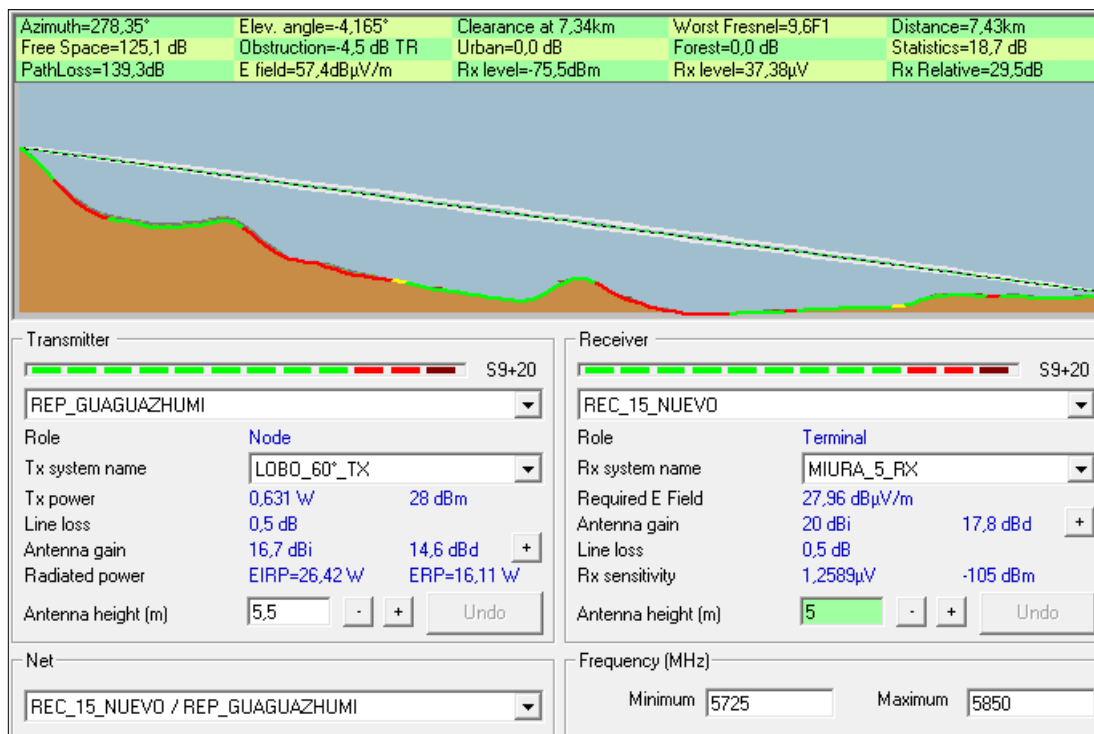


Figura 3.158 Perfil del nuevo enlace Reconector 15 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 7.43km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.5dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.5dB. En la imagen 3.160, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.3 Reconector 16.

En la figura 3.151 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero dieciséis.

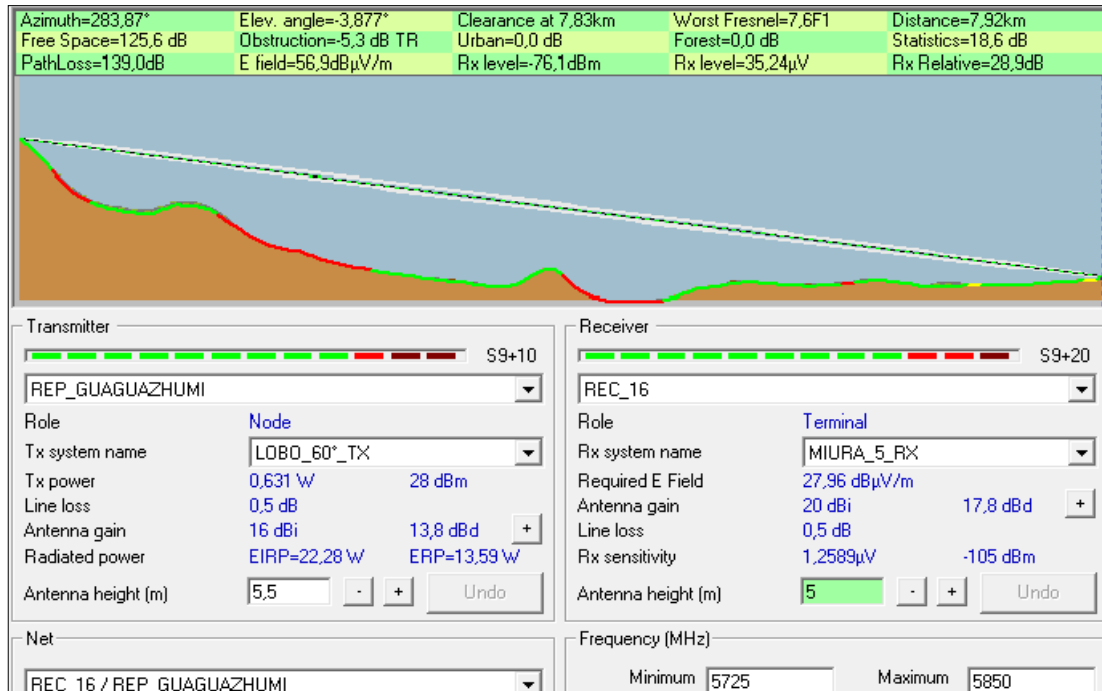


Figura 3.159 Perfil del enlace Reconector 16 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.92km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -76.1dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.9dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.161, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.4 Reconector 17.

En la figura 3.152 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero diecisiete.

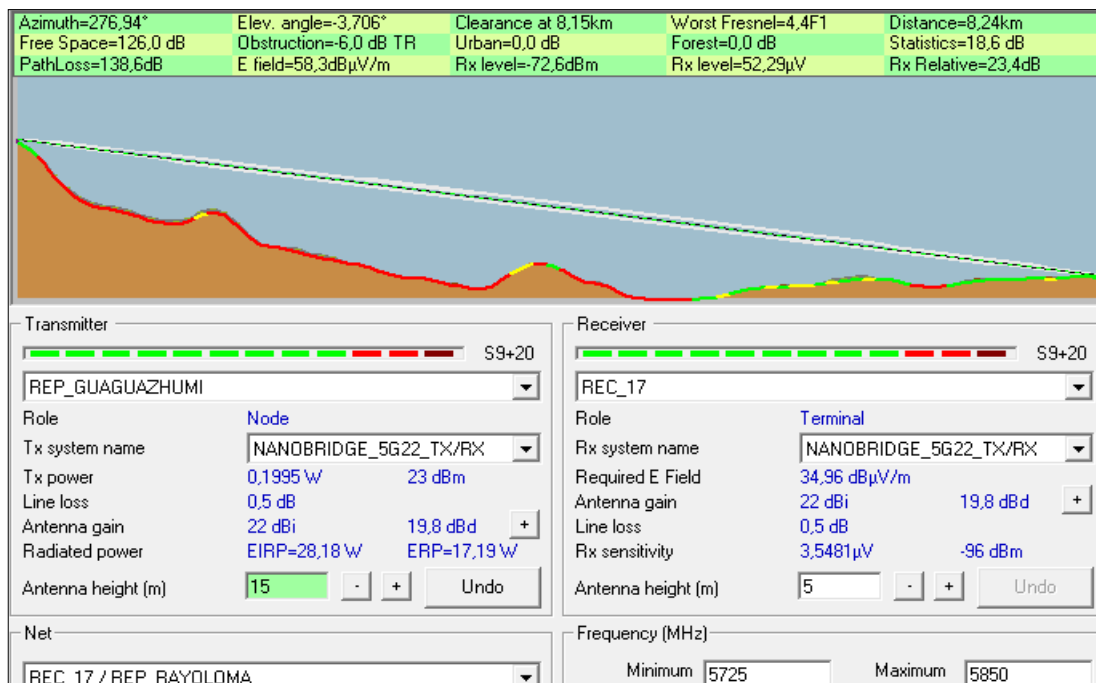


Figura 3.160 Perfil del enlace Reconector 17 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8.24km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72.6dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23.4dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconnector.

La solución al reconnector número diecisiete, es cambiarlo de posición. La antena se quedará junto al reconnector. La ubicación a la que se plantea cambiar el reconnector, se encuentra en la calles De las Laderas y Avenida Gil Ramírez Dávalos con coordenadas 2°53'5"S y 78°59'2"O. A continuación se muestra en la figura 3.153 la ubicación del nuevo poste para el reconnector.





Figura 3.161 Nuevo poste para el Reconector 17.

A continuación en la figura 3.154 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas.

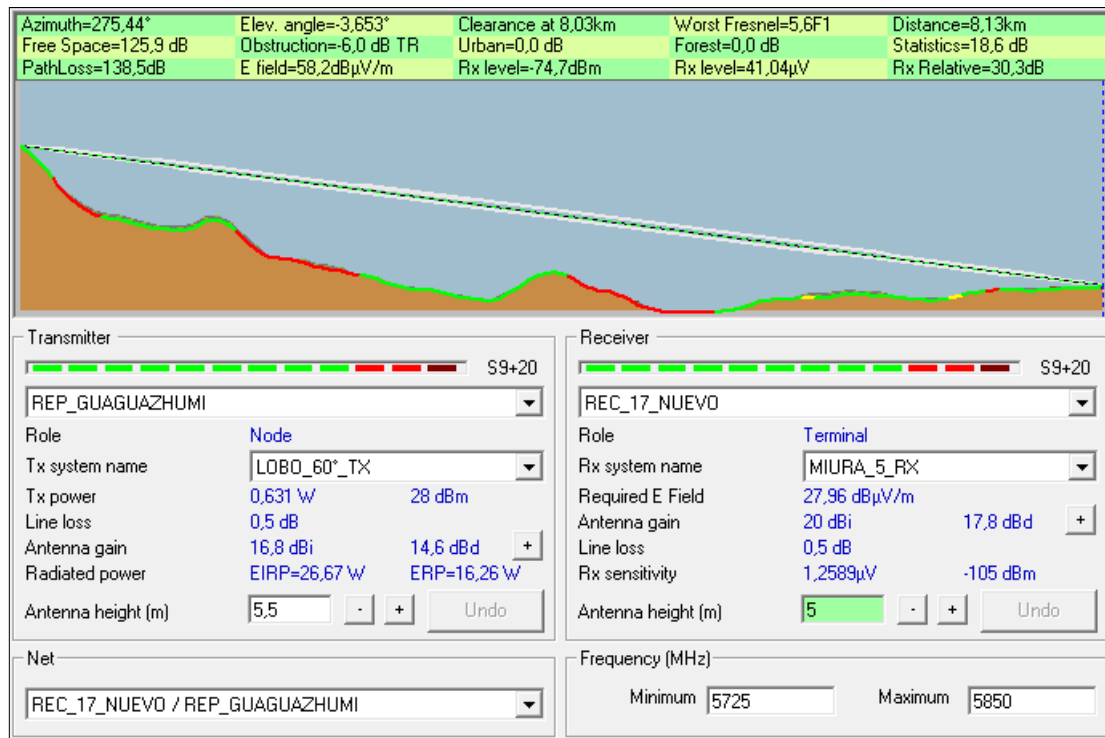


Figura 3.162 Perfil del nuevo enlace Reconector 17 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 8.13km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.7dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 30.3dB. En la imagen 3.161, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.5 Reconector 18.

En la figura 3.155 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero dieciocho.

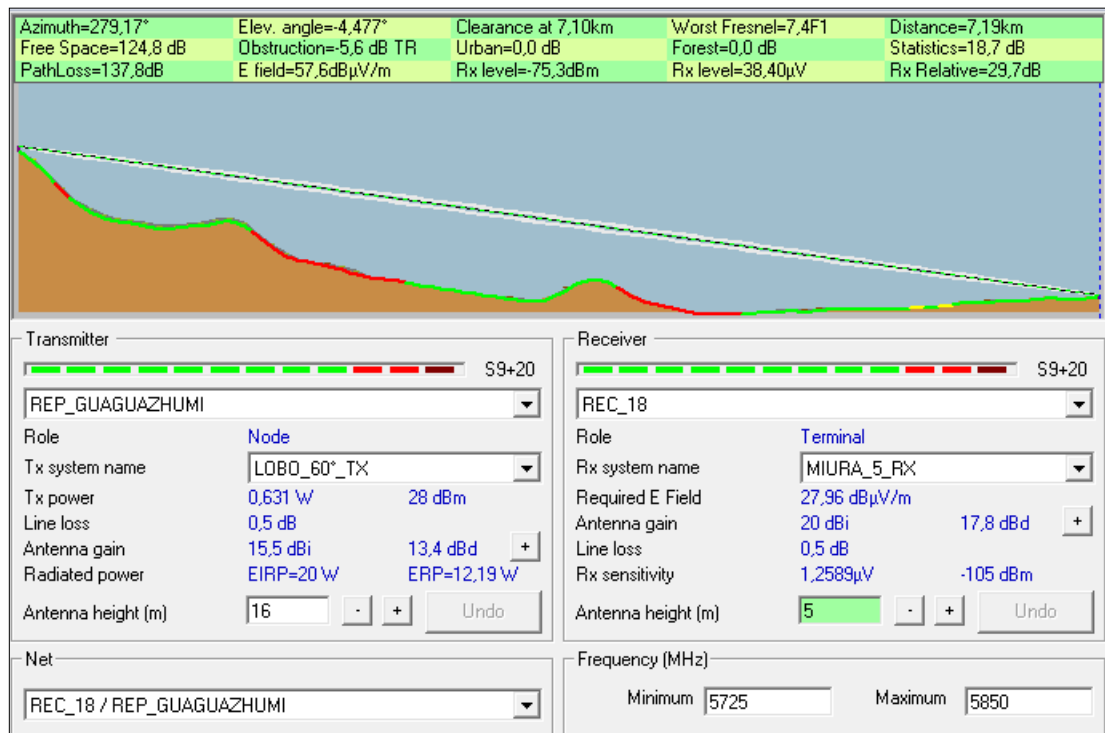


Figura 3.163 Perfil del enlace Reconector 18 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 7.19km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.7dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.161, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.6 Reconector 21.

En la figura 3.156 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número veinte y uno.

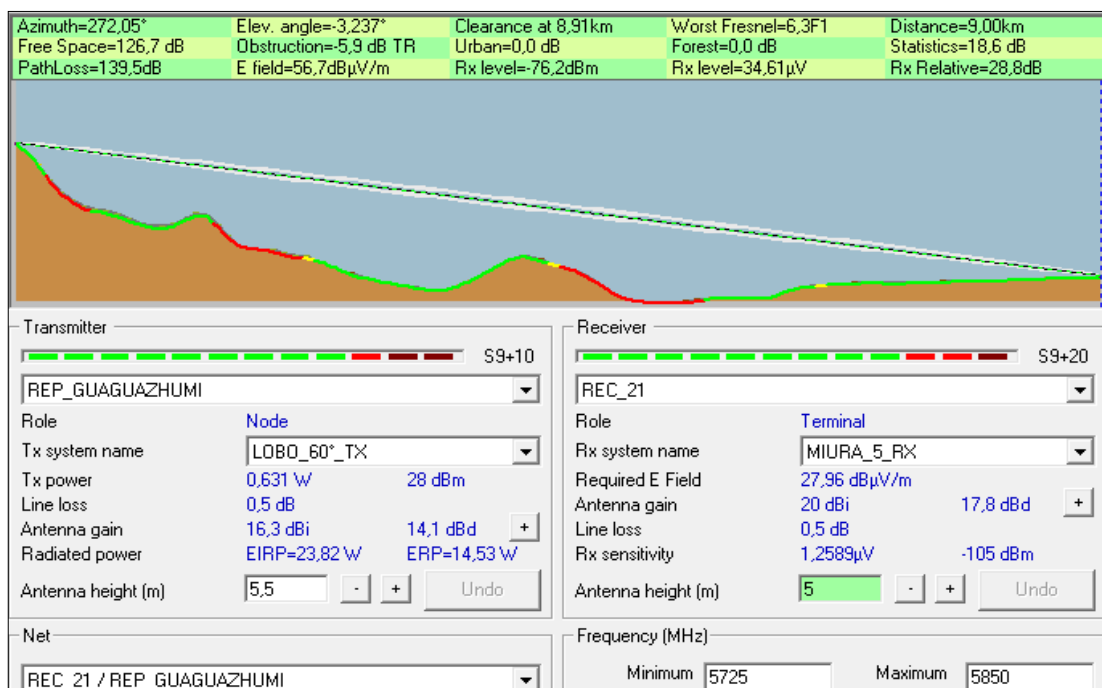


Figura 3.164 Perfil del enlace Reconector 21 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 9km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -76.2dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.8dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.161, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.7 Reconector 26.

En la figura 3.156 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número veinte y seis.

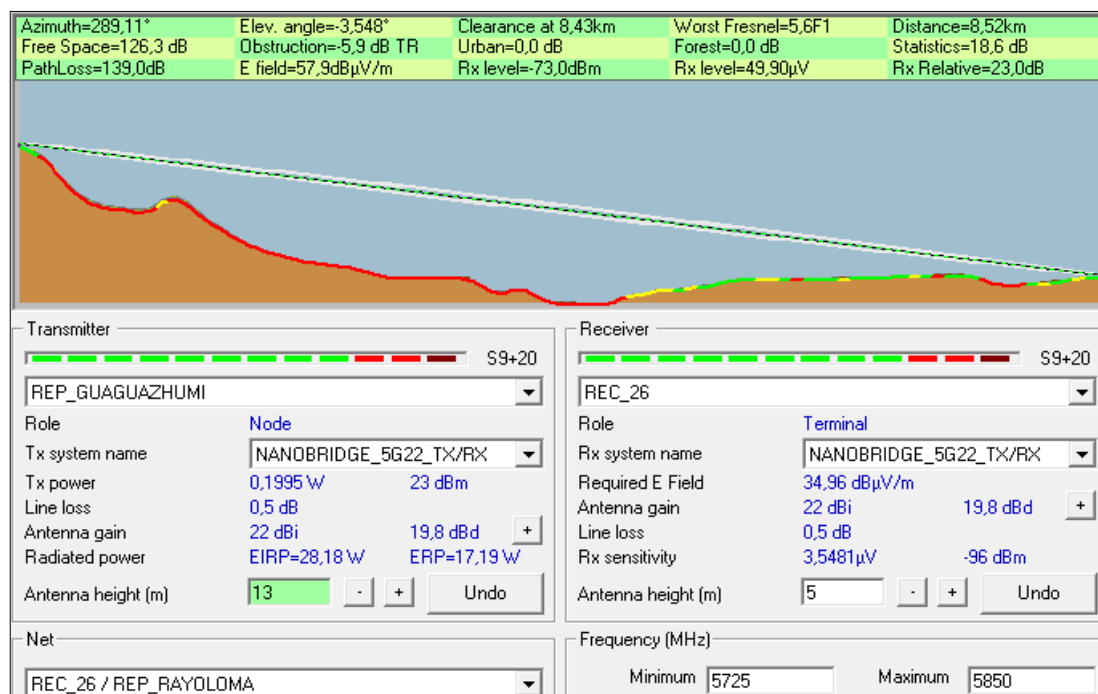


Figura 3.165 Perfil del enlace Reconector 26 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 8.52km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -73dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número veinte y seis, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 55 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}51'58.5''S$  y  $78^{\circ}59'0.7''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.158 la ubicación del nuevo poste para la antena.



Figura 3.166 Nuevo poste para la antena del Reconector 26.

A continuación en la figura 3.159 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas.

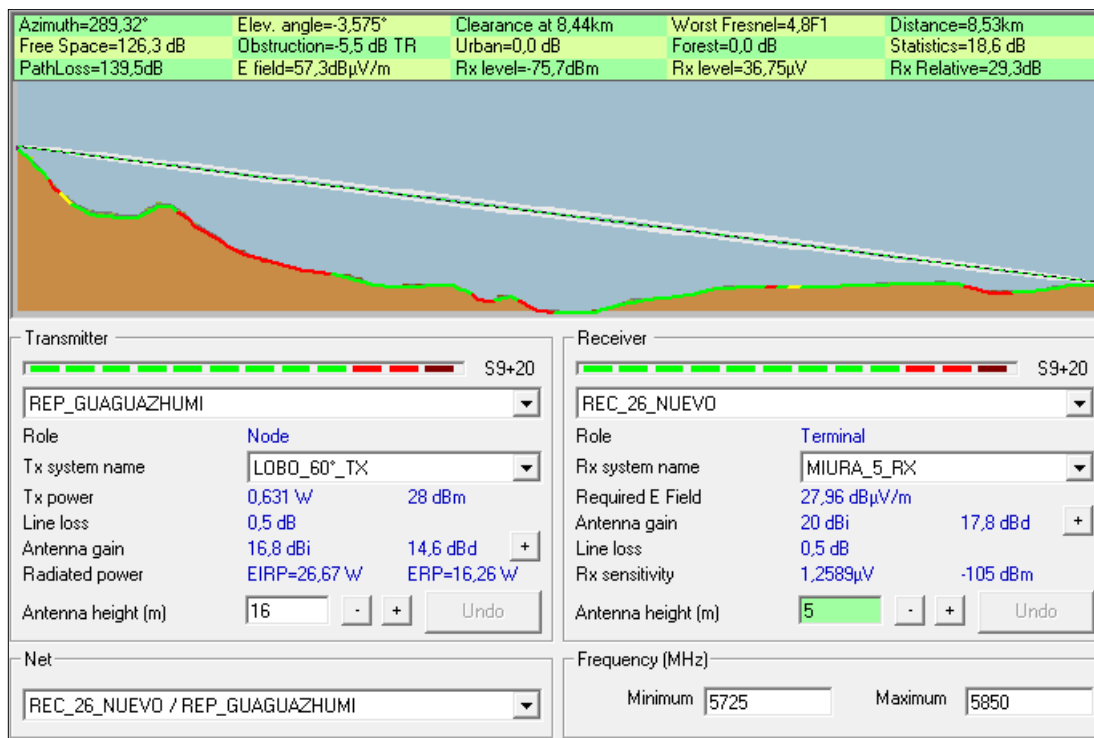


Figura 3.167 Perfil del nuevo enlace Reconector 26 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 8.53km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.7dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.3dB. En la imagen 3.160, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.2.8 Reconector 33.

En la figura 3.160 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y tres.

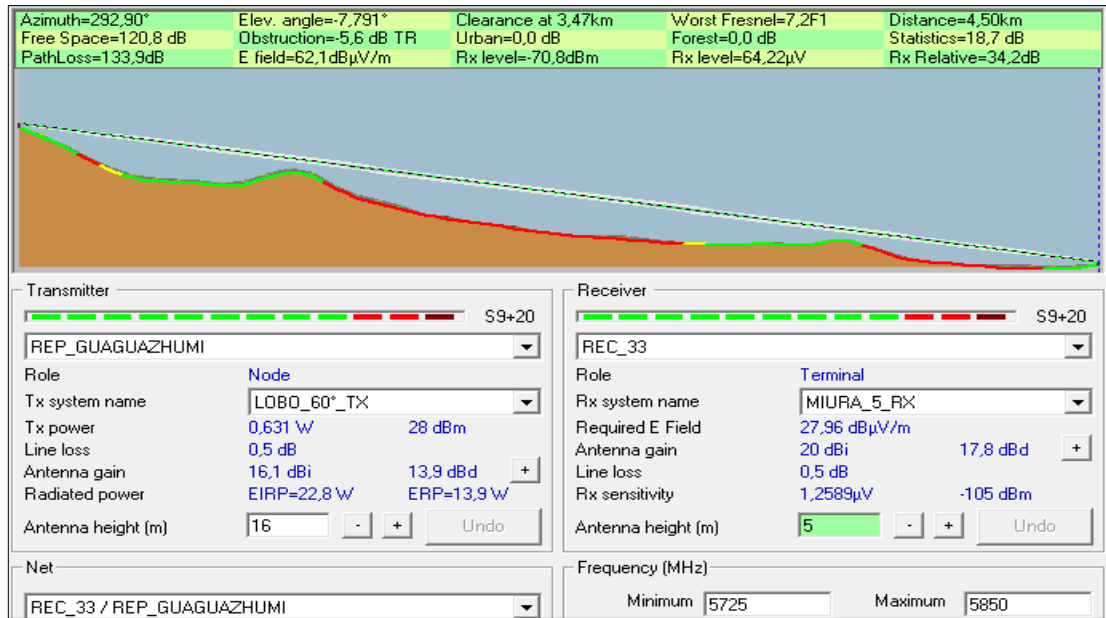


Figura 3.168 Perfil del enlace Reconector 33 (*Radio Mobile*).

Como resultado la distancia del enlace es de 4.5km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -70.8dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 34.2dB.

En la imagen 3.161, se visualizan los enlaces sectoriales en *Radio Mobile*, donde se observara que todos los enlaces anteriormente diseñados para Guaguazhumi son efectivos pudiendo visualizarlos con la cobertura de la antena.

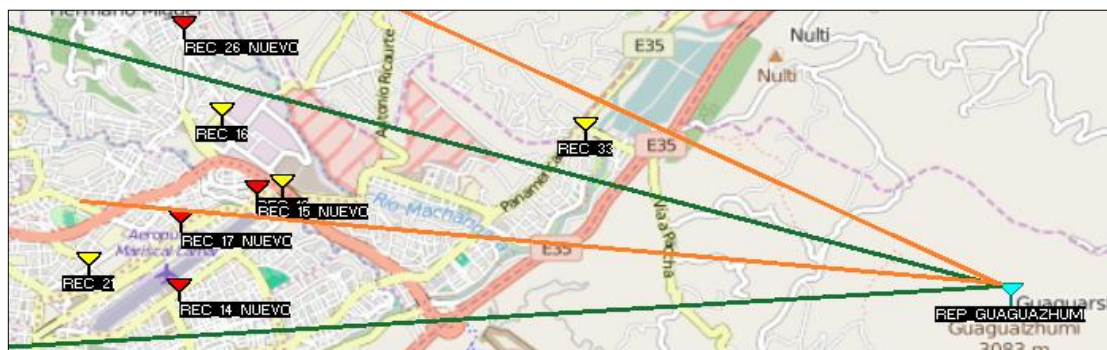


Figura 3.169 Enlaces sectoriales Guaguazhumi (*Radio Mobile*).



### 3.3.2.3 Repetidor Rayoloma

#### 3.3.2.3.1 Reconector 12.

En la figura 3.162 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número doce.

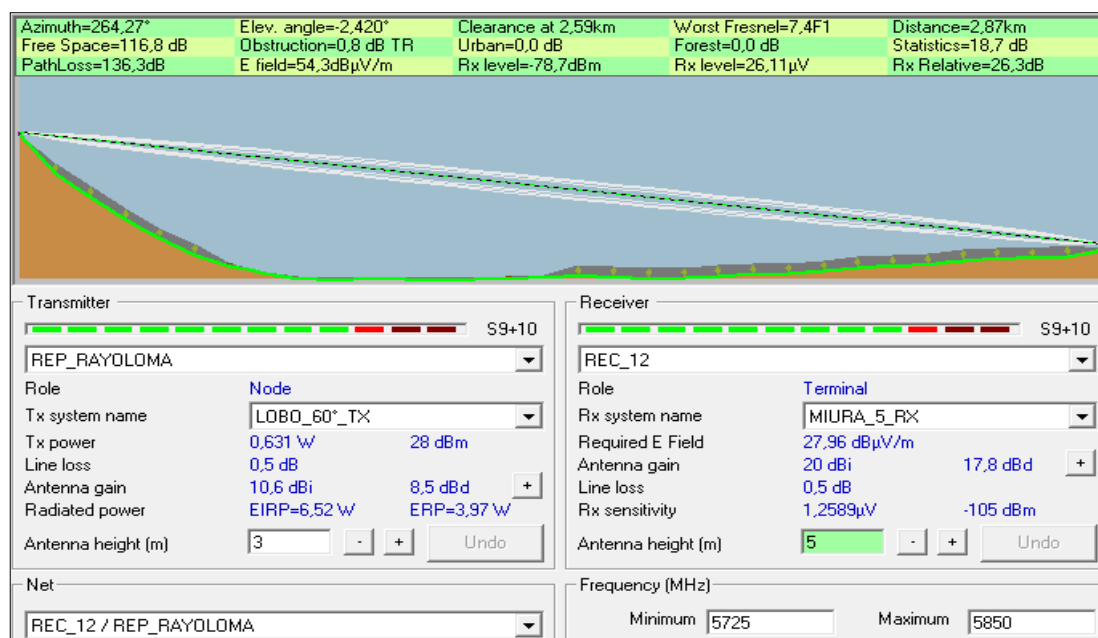


Figura 3.170 Perfil del enlace Reconector 12 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 2.87km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -78.7dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 26.3dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.172, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.



### 3.3.2.3.2 Reconector 20.

En la figura 3.163 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero veinte.

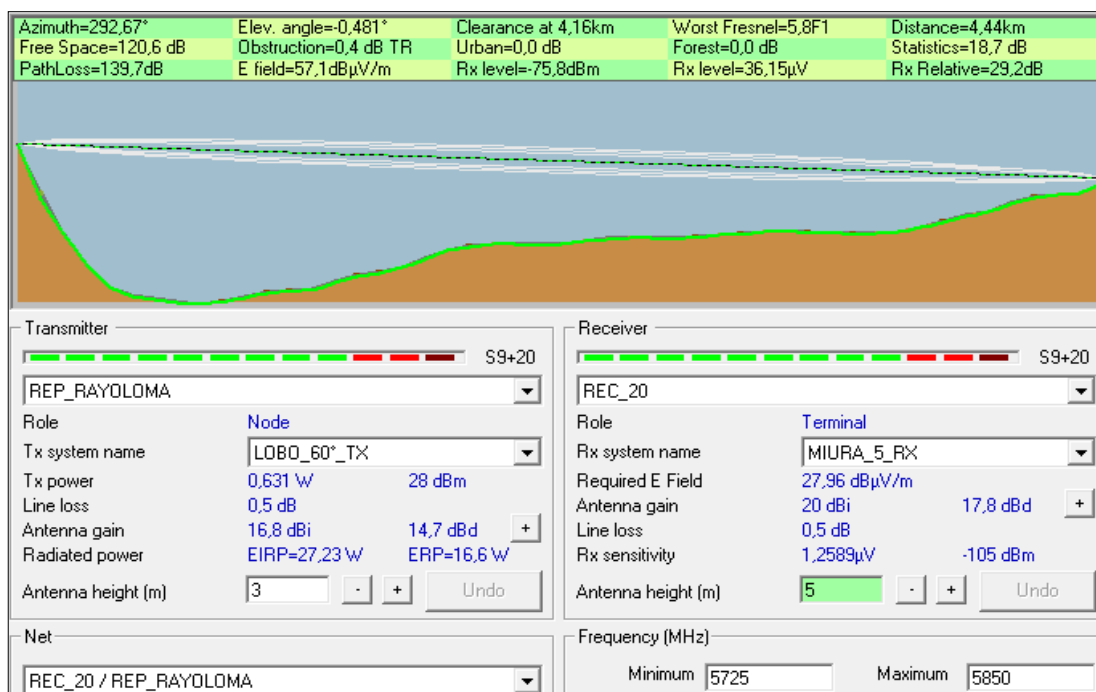


Figura 3.171 Perfil del enlace Reconector 20 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.44km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.8dBm y el enlace es efectivo ya que la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.172, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.3.3 Reconector 22.

En la figura 3.164 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número veinte y dos.

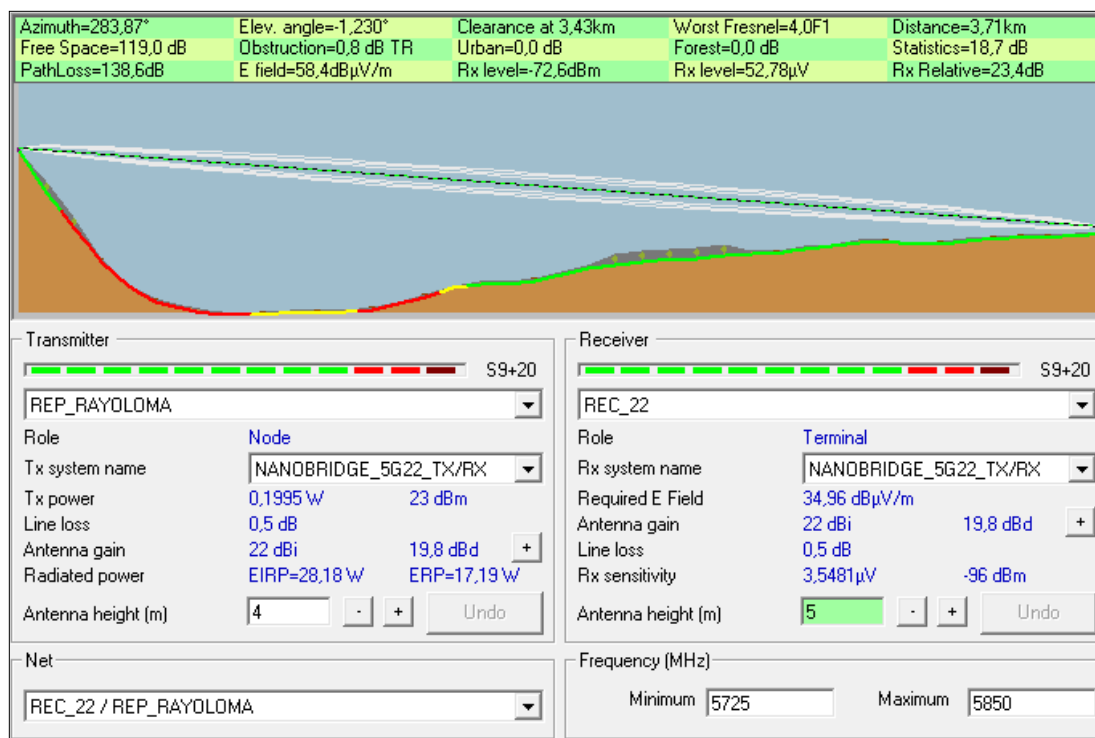


Figura 3.172 Perfil del enlace Reconector 22 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3,71km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -72,6dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 23,4dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta ciertas dificultades al tener edificios cerca. Por lo tanto, a continuación, se describe una solución mediante simulación e ingeniería de campo para este reconector.

La solución al reconector número veintidós, es mantener el reconector en el mismo lugar, pero la antena se desplazará al siguiente poste ubicado a 38.6 metros aproximadamente. La ubicación a la que se plantea desplazar la antena, tiene como coordenadas  $2^{\circ}53'18.79''S$  y  $78^{\circ}59'28.72''O$ . A continuación se muestra en la figura 3.165 la ubicación del nuevo poste para la antena.



Figura 3.173 Nuevo poste para la antena del Reconector 22.

A continuación en la figura 3.166 se muestra la efectividad del enlace simulado con *Radio Mobile*, tomando en cuenta que cambia la configuración de las antenas

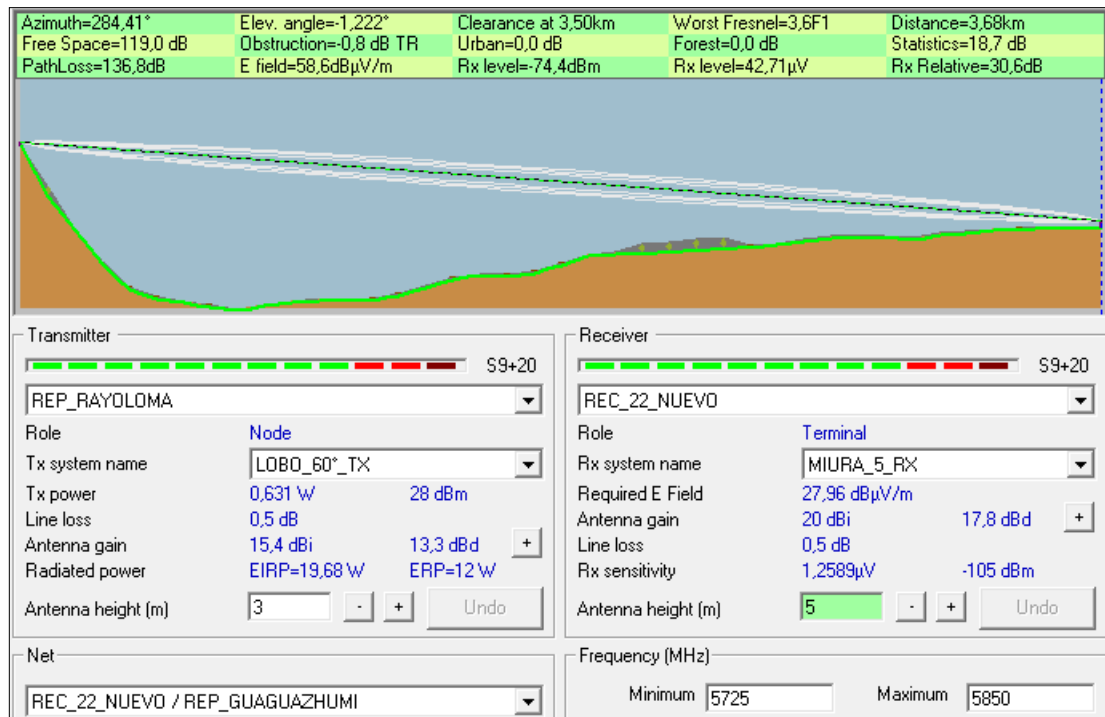


Figura 3.174 Perfil del nuevo enlace Reconector 22 (*Radio Mobile*).

El enlace es efectivo con 3.68km de distancia. Existe un correcto despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.4dBm y el enlace es efectivo ya que el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 30.6dB. En la imagen 3.172, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.3.4 Reconector 24.

En la figura 3.167 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número veinte y cuatro.

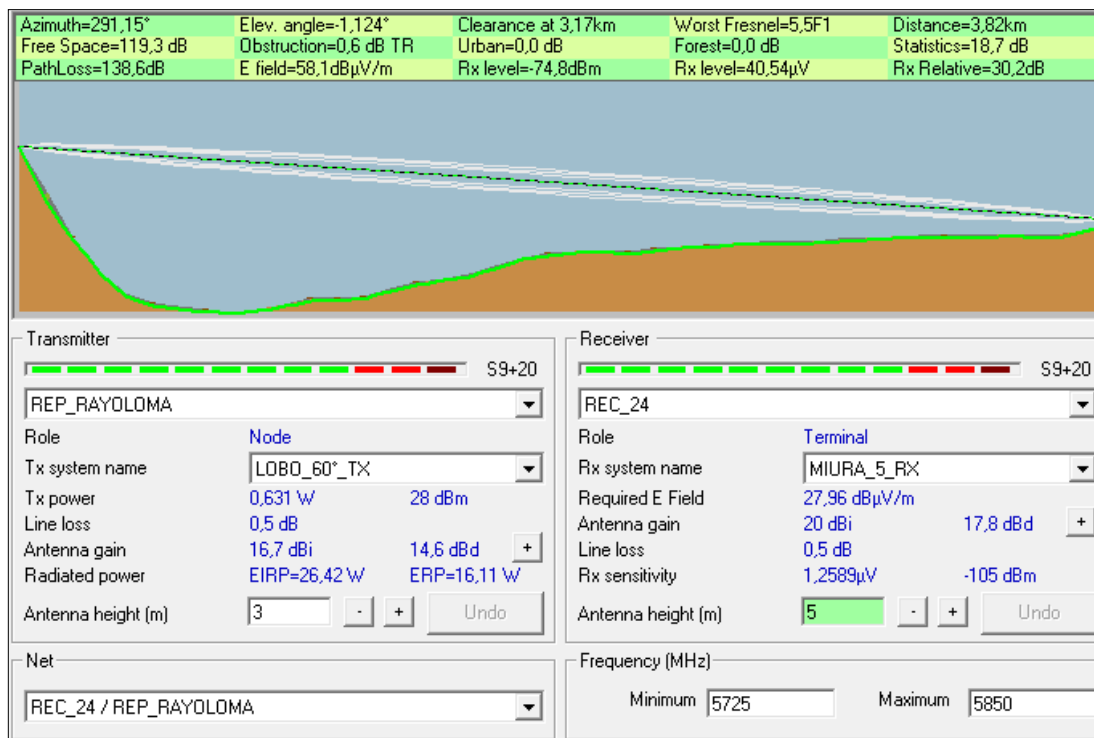


Figura 3.175 Perfil del enlace Reconector 24 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3.82km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 30.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconnector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.172, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.3.5 Reconector 30.

En la figura 3.168 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector numero treinta

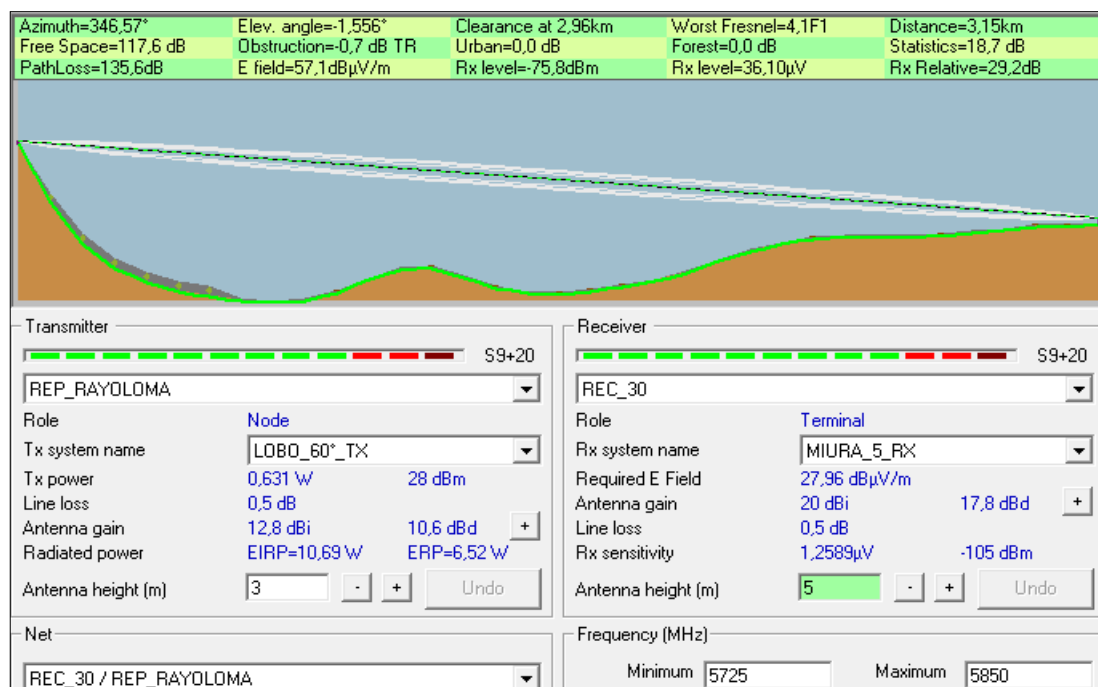


Figura 3.176 Perfil del enlace Reconector 30 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 3.15km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -75.8dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 29.2dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.172, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.3.6 Reconector 31.

En la figura 3.169 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y uno.

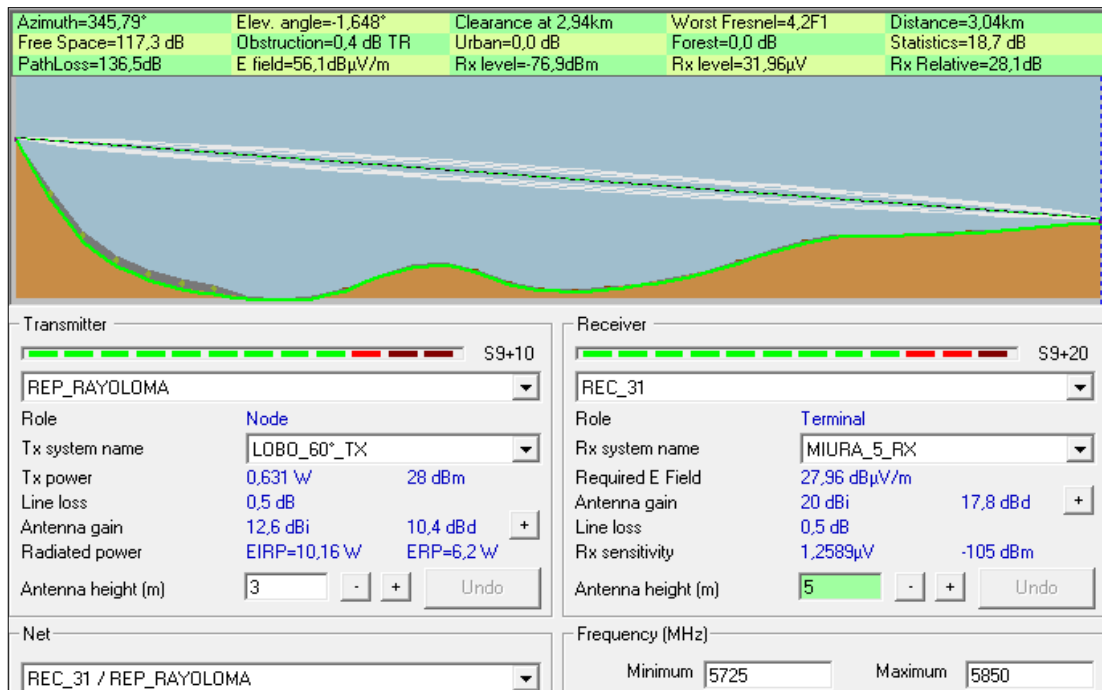


Figura 3.177 Perfil del enlace Reconector 31 (*Radio Mobile*).

Como resultado la distancia del enlace es de 3.04km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -76.9dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 28.1dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.171, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.

### 3.3.2.3.7 Reconector 32.

En la figura 3.170 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y dos.

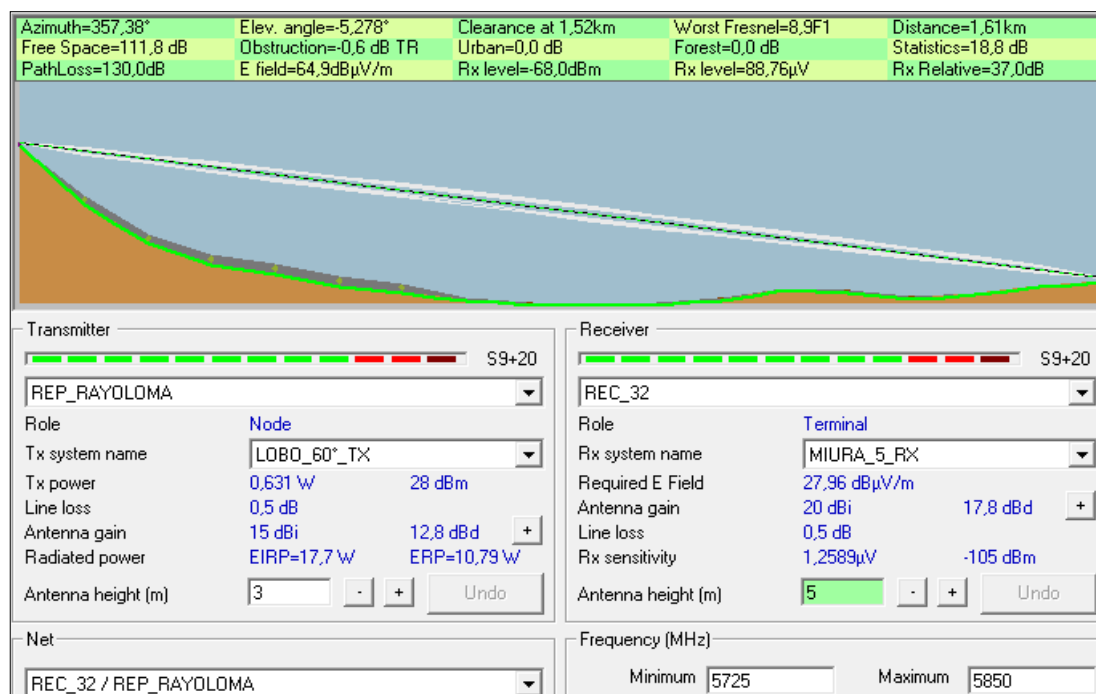


Figura 3.178 Perfil del enlace Reconector 32 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 1.61km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -68dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 37dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.171, se visualiza el enlace sectorial en *Radio Mobile*, donde se observara que el enlace es efectivo pudiendo visualizar la cobertura de la antena.



### 3.3.2.3.8 Reconector 34.

En la figura 3.171 se muestra la simulación del enlace mediante *Radio Mobile* para el reconector número treinta y cuatro.

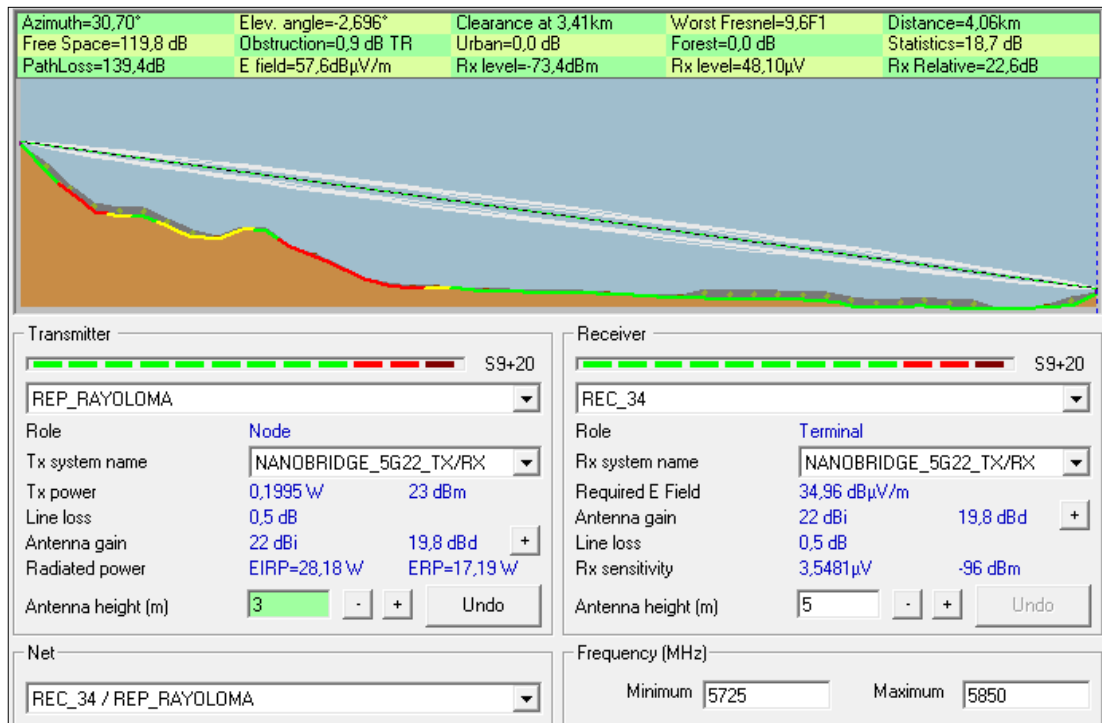


Figura 3.179 Perfil del enlace Reconector 34 (*Radio Mobile*).

La distancia del enlace es de 4.06km, existe un buen despeje para la primera zona de Fresnel, mayor al 60%. El nivel de recepción es de -74.3dBm y el valor de la señal relativa de recepción a la que se encuentra el enlace es de 22.6dB.

El enlace mediante *Radio Mobile* es efectivo y fiable en su totalidad. Gracias a la ayuda de *Google Earth*, que nos muestra una mejor perspectiva, se pudo constatar que el reconector presenta óptimas condiciones al no tener edificios cerca. Por lo tanto, para este enlace no se dan recomendaciones.

En la imagen 3.172, se visualizan los enlaces sectoriales en *Radio Mobile*, donde se observara que todos los enlaces anteriormente diseñados para Guaguazhumi son efectivos pudiendo visualizarlos con la cobertura de la antena.

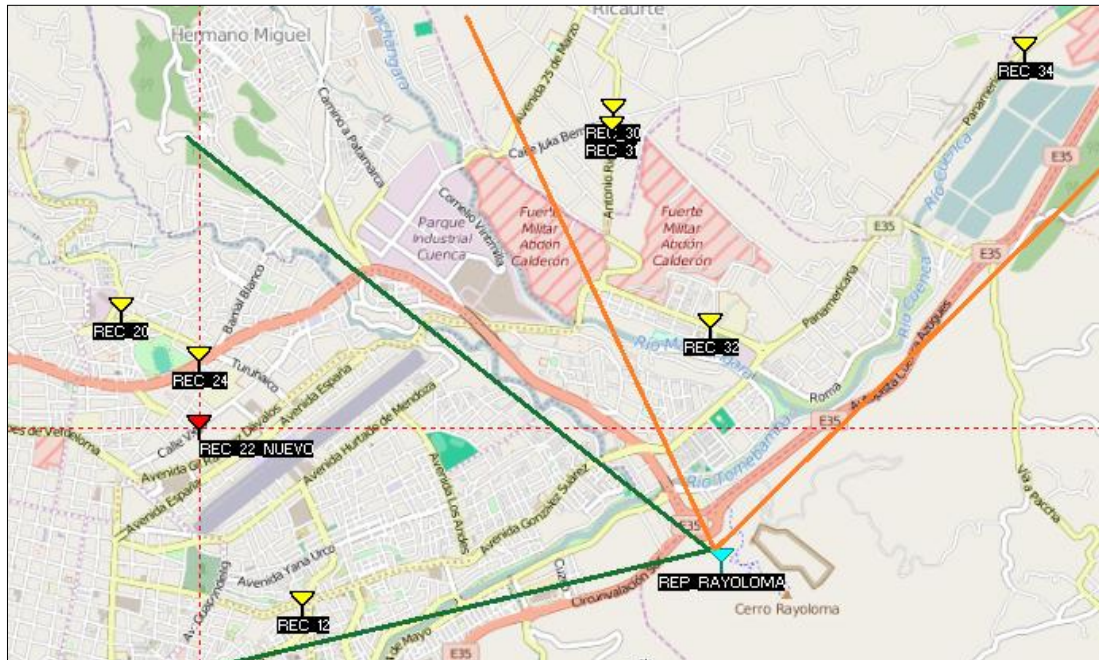


Figura 3.180 Enlaces sectoriales Rayoloma (*Radio Mobile*).

### 3.5 Conclusiones.

Los enlaces radioeléctricos presentados en este capítulo pasaron por un proceso de diseño desde enlaces simples hasta los enlaces más difíciles. Con diseños simples nos referimos a los enlaces punto a punto, ya que simplemente constan de una antena en el repetidor y retransmisor; prácticamente lo que más se debe tomar en cuenta son los parámetros a considerar como la señal de recepción, la zona de Fresnel y la existencia de una línea de vista.

Los enlaces de mayor dificultad se hicieron presentes de dos maneras, la primera es acerca de los enlaces que no disponían de una línea de vista directa, por lo tanto la mejor opción para estos casos, fue realizar la proyección de un salto o nodo nuevo para

circunvalar el obstáculo, generando así el diseño de dos enlaces. Y finalmente la segunda se hizo presente en los repetidores que contenían mas enlaces de lo permitido por cuestiones de espacio físico y por posibles interferencias, para ello, se dio solución a esta complejidad con la simulación de antenas sectoriales, en donde se logro calcular el ángulo azimut para apuntar las diferentes antenas sectoriales a una zona que contenga diferente re conectadores, y a su vez, con eso lograr que varios re conectadores se enlacen a una sola antena sectorial del repetidor. Obviamente, los parámetros se vuelven más complejos al configurar, pero el resultado final de los enlaces fue el óptimo.

## CAPÍTULO 4

### TABLAS DE RESUMEN RADIOELÉCTRICO.

#### 4.1 Introducción.

Los resultados finales que se exponen como resúmenes y tablas, siempre serán de vital importancia en cualquier proyecto. Los resultados mediante tablas deben llevar precisamente datos reales ya que toda esta información es imprescindible para el proyecto, con la finalidad de tener en claro todo lo que se va a llevar a cabo. Las tablas que presentan este proyecto serán cortos, pero muy claros y concisos, a la misma vez abarcarán la información necesaria sobre todo lo visto anteriormente.

#### 4.3 Vista general de los radioenlaces.

El mapa de los radioenlaces tiene el propósito de exponer a todos los repetidores y reconectores enlazados entre sí. La finalidad de estos mapas es simplemente obtener una vista más amplia en cuanto a los enlaces ubicados en Azuay, Cañar y Morona Santiago. Por lo tanto, en este ítem, se expondrán los enlaces mediante *Radio Mobile*.

Los enlaces que se observan a continuación en la figura 4.1, son los que están diseñados para los reconectores. Como se puede observar, los enlaces representan una línea verde desde el repetidor al reconector. Las viñetas de color rojo son los reconectores que se proponen cambiar de posición para obtener un mejor enlace.

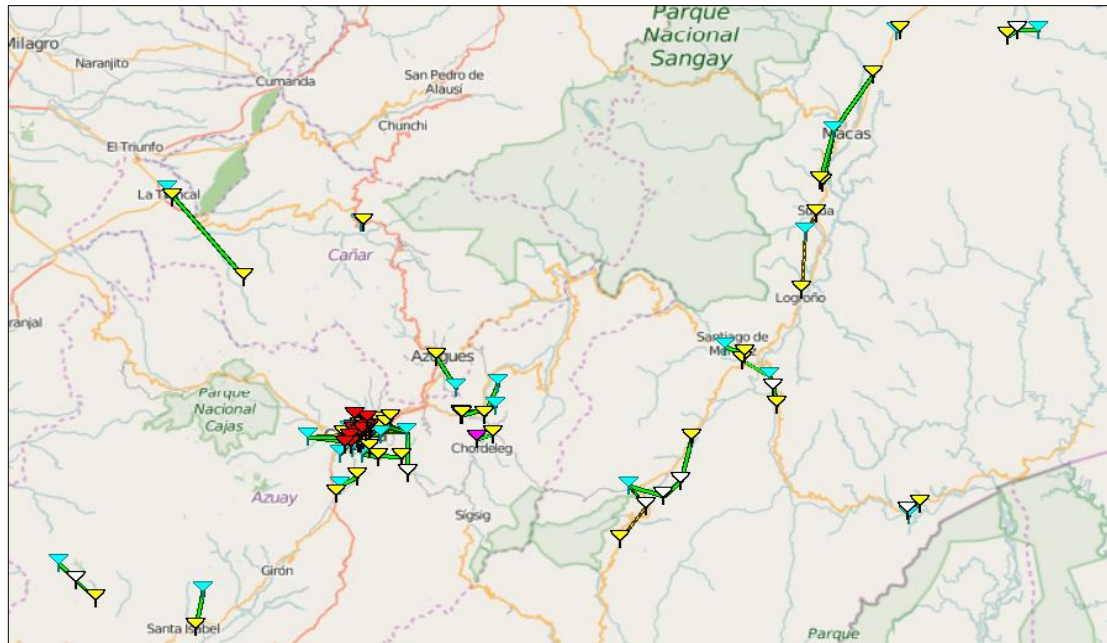


Figura 4.1 Mapa general de enlaces en Azuay Cañar y Morona Santiago (*Radio Mobile*).

Como se puede observar en la figura anterior, el mayor número de re conectadores se concentran en el casco urbano de Cuenca, por lo tanto no se puede tener una buena visibilidad de los enlaces en esa zona. A continuación en la imagen 4.2, se muestra un acercamiento en dicha zona para una mejor visibilidad de los enlaces.

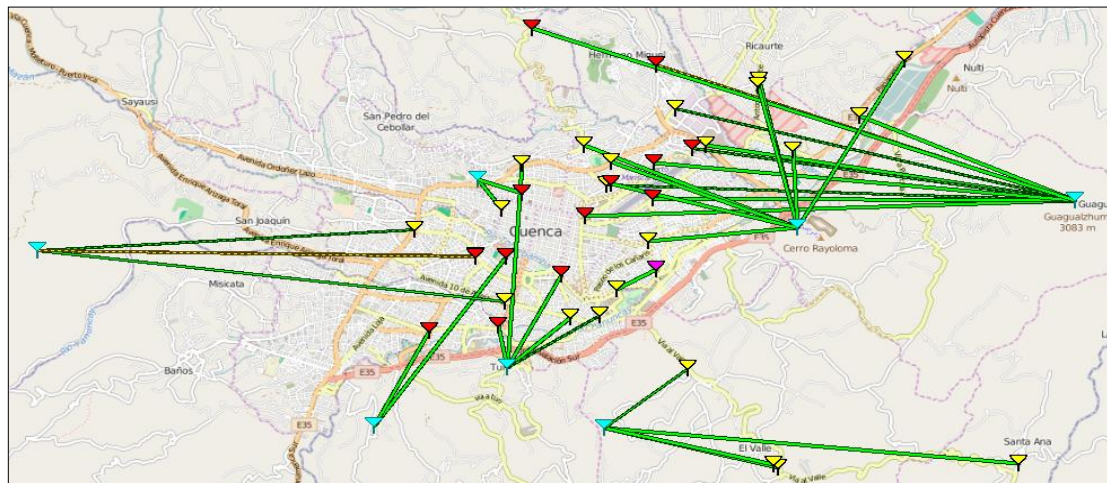


Figura 4.2 Mapa general de enlaces concentrados en Cuenca (*Radio Mobile*).

#### 4.4 Resumen general de los radioenlaces.

El registro de los radioenlaces será mediante tablas, las cuales abarcan información de parámetros concisos acerca de los equipos y en su mayoría de aspectos físicos de los enlaces. A continuación se exponen dos ítems que reunirán la información necesaria de los enlaces y saltos.

##### 4.4.1 Tabla general de los radioenlaces con registro de equipos.

La tabla que se observa a continuación, abarca toda la información necesaria del proyecto. Por lo tanto es muy claro visualizar que aquí se encuentra información precisa de: el numero de reconectador, marca del reconectador, repetidor al que se enlaza el reconectador, distancia total del vano, antena para el repetidor, altura a la que se debe colocar la antena del repetidor, antena para el reconectador, altura a la que se debe colocar la antena del reconectador, y finalmente como dato adicional, se muestra la frecuencia a la que se debe trabajar en los radioenlaces.

Tabla 4.1 Tabla de información general de radioenlaces.

PROYECTO RECONECTADORES							
Frecuencia de trabajo: 5725 - 5850 MHz							
Reconectador	Marca	Repetidor	Distancia	Sistema 1 (REP)	Altura (REP)	Sistema 2 (REC)	Altura (REC)
REC_1	RICON-0103-0104 (2)	REP_CANAL2	0.76 km	NANOSTATION_M5_TX/RX	4 mts	NANOSTATION_M5_TX/RX	5 mts
REC_2	RIMED-0104 (1)	REP_CANAL2	0.90 km	NANOSTATION_M5_TX/RX	4 mts	NANOSTATION_M5_TX/RX	5 mts
REC_3	RICON-0204-0201 (1)	REP_TURI	2.20 km	LOBO1_60°_TX_WIFI_1	6 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_4	RIMED-0205 (1)	REP_GUZHO	4.33 km	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts
REC_5	RIMAN 0321 (1)	REP_EL VALLE	3.44 km	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts
REC_6	RIMED-0321 (2)	REP_EL VALLE	8.00 km	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts
REC_7	RIMED-0321 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	9.04 km	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	9 mts	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts
REC_8	RICON-0321-0824 (1)	REP_EL VALLE	3.35 km	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	6 mts	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts
REC_9	RIMED-0323 (1)	REP_TURI	1.60 km	LOBO1_60°_TX_WIFI_1	6 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_10	RIMED-0324 (1)	EDIFICIO MATRIZ	0,86 km	NANOSTATION_M5_TX/RX	35 mts	NANOSTATION_M5_TX/RX	5 mts

REC_11	RICON-0323-0324 (1)	REP_TURI	2.08 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	6 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_12	RIMED-0325 (2)	REP_RAYOLOMA	2.87 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_13	RICON-0325-0424 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	9.43 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	14 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_14	RIMED-0325 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	8.11 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	5.5 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_15	RICON-0325-0422 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	7.43 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	5.5 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_16	RIMED-0421 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	7.92 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	5.5 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_17	RIMED-0422 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	8.13 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	5.5 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_18	RIMED-0422 (2)	REP_GUAGUAZHUMI	7.19 km	LOBO2_60°_TX_W IFI_1	16 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_19	RIMED-0423 (1)	REP_TURI	4.24 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	6 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_20	RIMED-0423 (2)	REP_RAYOLOMA	4.44 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_21	RIMED-0424 (2)	REP_GUAGUAZHUMI	9.00 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	5.5 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_22	RIMED-0422-0424 (1)	REP_RAYOLOMA	3.68 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_23	RICON-0424-0325 (3)	REP_GUAGUAZHUMI	9.43 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	14 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_24	RIMED-0424 (1)	REP_RAYOLOMA	3.82 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_1	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_25	RICON-0424-0325 (2)	REP_GUAGUAZHUMI	9.43 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	14 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_26	RIMED-0427 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	8.53 km	LOBO2_60°_TX_W IFI_1	16 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_27	RIMED-0522 (1)	REP_BARABON	7.25 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	25 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_28	RICON 0821-0522 (1)	REP_BARABON	8.42 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	10 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_29	RIMED-0423-0523 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	11.04 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	10 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_30	RIMED 0721 (2)	REP_RAYOLOMA	3.15 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_31	RIMED-0721 (1)	REP_RAYOLOMA	3.04 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_32	RICON-0721-0722 (1)	REP_RAYOLOMA	1.61 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_33	RIMED-0722 (1)	REP_GUAGUAZHUMI	4.50 km	LOBO2_60°_TX_W IFI_1	16 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_34	RIMED-0722 (2)	REP_RAYOLOMA	4.06 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	3 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_35	RIMED-0821 (2)	REP_BARABON	9.04 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	30 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_36	RIMED-0821 (1)	REP_TURI	0.88 km	LOBO1_60°_TX_W IFI_2	6 mts	MIURA_5_RX	5 mts
REC_37	RICON 0522-0821 (2)	REP_BARABON	8.42 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	17 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_38	RIMED-0822 (1)	REP_GUZH0	2.24 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	6 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts



REC_39	RIMED-0823 (1)	REP_TARQUI	4.24 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	6 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_40	RICON-0823- 0521	REP_TARQUI	1.83 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	6 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_41	RIMED-0824 (1)	REP_EL VALLE	2.04 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	3 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_42	RIMED-1224 (1)	REP_YUQUIN	7.24 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	19 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_43	RICON-1222- 1224 (1)	REP_YUQUIN	7.25 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	19 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_44	RIMED-1222 (1)	REP_YUQUIN	7.33 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	17 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_45	RICON-1522- 1222 (1)	REP_YUQUIN	6.90 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	16 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_46	RICON-1223- 0921 (1)	REP_SR. PUNGO	7.91 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	17 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_47	RIMED-1421 (1)	REP_TOPAL	7.99 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	6 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_48	RIMED-1424 (1)	REP_NARIGUIÑA MILITA	10.69 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	6 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_49	RICON-1522- 1523 (1)	REP_MARAS	7.63 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_50	RIMED-1523 (1)	REP_S/E 15	3.21 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	9 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_51	RIMED1523 (2)	REP_MARAS	7.63 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_52	RICON-1222- 1523 (1)	REP_MARAS	7.63 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	5 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_53	RIMED-1821 (1)	REP_MIRADOR TRONCAL	24.47 km	ROCKET_M5_TX/ RX_PARAB	9 mts	ROCKET_M5_TX /RX_PARAB	5 mts
REC_54	RICON-1822- 1823 (1)	REP_ALTARURCO	0.63 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	10 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_55	RIMED-2122 (1)	REP_KILAMO	11.57 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	11 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_56	RIMED-2122 (2)	REP_KILAMO	11.38 km	ROCKET_M5_TX/ RX_PARAB	10 mts	ROCKET_M5_TX /RX_PARAB	5 mts
REC_57	RICON-2122- 2122 (1)	REP_SAN LUIS MIRADOR	4.66 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	20 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_58	RIMED-2113 (1)	REP_KILAMO	14.51 km	ROCKET_M5_TX/ RX_PARAB	8 mts	ROCKET_M5_TX /RX_PARAB	5 mts
REC_59	RIMED-2113 (2)	REP_TRE MARIAS	0.91 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	20 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_60	RIMED-2113 (3)	REP_WISUI	6.55 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	9 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_61	RIMED-2211 (2)	REP_CUTUCU	6.41 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	18 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_62	RIMED-2211 (3)	REP_JAIME ROLDOS TIW	3.81 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	3 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts
REC_63	RIMED-2211 (1)	REP_SAN LUIS MIRADOR	12.62 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	16 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts
REC_64	RIMED-2212 (1)	REP_CUTUCU	6.59 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	22 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_65	RIMED-2212 (2)	REP_CHUPIANZA	4.24 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	8 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_66	RIMED 2311 (1)	REP_CERRO BOSCO	21.63 km	NANOBRIDGE_5G 25_TX/RX	10 mts	NANOBRIDGE_5 G25_TX/RX	5 mts



REC_67	RIMED-2312 (1)	REP_CERRO BOSCO	14.33 km	NANOBRIDGE_5G 22_TX/RX	10 mts	NANOBRIDGE_5 G22_TX/RX	5 mts
REC_68	RIMED-5012 (1)	REP_MIRADOR TRONCAL	1.82 km	NANOSTATION_ M5_TX/RX	12 mts	NANOSTATION_ M5_TX/RX	5 mts

Otro aspecto importante que cabe recalcar de la tabla general anteriormente vista, es sobre los nodos nuevos o saltos. Los saltos están sombreados con color gris, es importante diferenciarlos ya que estos implican tener su propia altura para las antenas, y el tipo de antena que se vaya a usar. Es por eso que en el siguiente ítem se da la información necesaria sobre los saltos.

#### 4.4.2 Tabla de información respecto a los saltos.

En la siguiente tabla, se muestra la información respecto a los saltos que se plantean instalar para algunos enlaces, y que de alguna u otra manera se mostraron complicados al momento de diseñarlos. La información que se muestra en la tabla consiste en: el número de reconecador, repetidor, nombre del salto, tipo de antena a usarse, altura de la antena en el salto y ubicación exacta por latitud y longitud del salto.

Tabla 4.2 Información general de nodos nuevos o saltos.

INFORMACION DE SALTOS						
Reconecador	Repetidor	Salto	Sistema (salto)	Altura	Latitud (S)	Longitud (O)
REC_7	REP_GUAGUAZHUMI	SALTO/REC_7-REP_GUA	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts	02° 58' 16,6"	078° 54' 32,8"
REC_48	REP_NARIHUINA MILITARES	SALTO/REC_48-REP_NMI	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts	03° 10' 54,0"	079° 30' 35,8"
REC_60	REP_WISUI	SALTO/REC_60-REP_WIS	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts	02° 06' 15,1"	077° 48' 25,6"
REC_61	REP_CUTUCU	SALTO/REC_61-REP_CUT	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	11 mts	02° 48' 15,7"	078° 14' 52,1"
REC_62	REP_JAIME ROLDOS TIWINTZA	SALTO/REC_62-REP_JRT	NANOSTATION_M5_TX/RX	7 mts	03° 02' 40,5"	078° 00' 15,4"
REC_66	REP_CERRO BOSCO	SALTO1/REC_66-REP_CB	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts	03° 00' 56,5"	078° 26' 51,6"
		SALTO2/REC_66-REP_CB	NANOBRIDGE_5G25_TX/RX	5 mts	02° 59' 16,1"	078° 24' 57,7"
REC_67	REP_CERRO BOSCO	SALTO/REC_67-REP_CEB	NANOBRIDGE_5G22_TX/RX	5 mts	03° 02' 08,7"	078° 28' 43,1"

#### **4.5 Conclusiones.**

Las tablas de resultados son muy importantes para llegar a entender el cómo está estructurado cada radioenlace diseñado. Es por eso que las tablas de este capítulo, exponen simplemente lo más esencial, como: el nombre del repetidor al que se enlaza cada retransmisor, que enlaces se encuentran con saltos, las ubicaciones exactas de dichos saltos, las alturas de las antenas para los repetidores, retransmisores y los saltos; y principalmente, las antenas que se usan para cada enlace, porque como sabemos, existen enlaces punto-punto y punto-multipunto.

## **CAPÍTULO 5**

### **PRESUPUESTO DEL PROYECTO.**

#### **5.1 Introducción.**

En todo proyecto, es necesario tener en cuenta un cálculo de presupuesto para saber cuánto podría costar el proyecto. Para el cálculo de un proyecto, es importante saber diferenciar entre costo de materiales y costo por mano de obra, ya que se diferencia especialmente por cuestiones de administración y de inventarios para la obra. En este proyecto, el cálculo de todos estos valores se los sustenta mediante tablas, así mismo algunos de estos valores, fueron tomados como valores referenciales, pero en su mayoría todo el proyecto se conforma de un cálculo completamente nuevo para poder obtener un valor total real del presupuesto.

#### **5.2 Cálculo de presupuesto para equipos y materiales.**

El primer ítem que se presenta como el cálculo de presupuesto para materiales, y tiene un proceso específico. Primeramente, los equipos y materiales a tener en cuenta para el proyecto, son generalmente escogidos de acuerdo a la plataforma en la cual CENTROSUR se maneja. También es necesario poder separar al proyecto por zonas, lo mas optimo posible es separar reconectores y repetidores que se encuentran en Azuay, Cañar y Morona Santiago, así como los saltos. La separación por zonas es de vital importancia para llevar un registro o inventario de acuerdo a un porcentaje, dicho porcentaje será respecto a cuantos equipos necesito en cada zona, por lo tanto se obtiene que el 80% de los materiales serán usaos en Azuay, el 5% será usado en Cañar, y el 15% será usado en Morona Santiago. En la tabla 5.1 se puede observar la primera parte para el presupuesto que es el conteo por zonas de equipos y materiales.













Con el conteo de materiales separados por zonas, podremos seguir con el proyecto para calcular el presupuesto de todos los materiales necesarios. En la tabla 5.3, se puede observar que se encuentra un desglose completo de todos los materiales en los repetidores y reconvertidores que se encuentran separados por zonas. Los saltos se encontraran como una sola columna.

Es muy importante tomar en cuenta los precios o costos unitarios de cada material, ya que a estos se los multiplicará por el número total que se necesita en todo el proyecto. El precio o costo unitario de algunos materiales básicos, fueron otorgados por parte de CENTROSUR como referencia de otros proyectos. Los materiales de altos costos, que son equipos electrónicos, son importados, y el precio o costo fue consultado mediante páginas de internet, una de ellas es *Amazon*.

En los materiales que se consiguen desde el exterior, hay que tomar en cuenta el cálculo de impuestos por importación de equipos electrónicos. Esta información se la consigue a través de la página Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. La página de Aduanas claramente especifica los impuestos que se deben calcular por estos materiales, dichos impuestos son expuestos en la tabla 5.2 con sus debidos porcentajes.

Tabla 5.2 Impuestos de materiales importados.

IMPUESTO	PORCENTAJE
ISD (SALIDA DE DIVISAS)	5% del VUR
SALVAGUARDIA	De 5% al 45%
CIF (COSTO + FLETE + SEGURO)	VUR + \$1,50 x C/Kg del material + 2% de (costo + flete)
AD-VALOREM (ARANCEL COBRADO DE LAS MERCANCIAS)	20% de CIF
FODINFA (FONDO DE DESARROLLO PARA LA INFANCIA)	0.5% de CIF
ICE (IMUESTO A LOS CONSUMOS ESPECIALES)	No compete para este proyecto
IVA (IMPUESTO AL VALOR AGREGADO)	12% de CIF+ADV+FODINFA+ICE

En la siguiente tabla se puede observar que los materiales con impuestos calculados son: punto de acceso lobo 954ts 2x600mw, radio nano bridge 5g22, radio nano bridge 5g25, radio base rocket m5 air max, ubiquiti nanostation m5, radio miura osb five plus, antena parabolica ubiquiti 60cm, antena sectorial 60°, látigos cable assembly n-male to n-male, switch hp v1910 16g, powerline corinex av200 adaptador ev 110v, multitomas para rack, banco de baterias de 3 unidades (35ah), supresor de picos multitomas para rack; y ups 1kva con tarjeta de red. Teniendo como resultado que el valor total de los equipos es de \$140.078,29.

Tabla 5.3 Presupuesto de materiales.

PRECIO DE EQUIPOS Y HERRMIANETAS												
ITEM	MATERIAL	AZUAY		CAÑAR		MORONA SANTIAGO		SALTOS	TOTAL EQUIPOS	VALOR UNITARIO REAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL + IMPUESTOS
		REP	REC	REP	REC	REP	REC					
1	PUNTO DE ACCESO LOBO 954TS 2X600MW	4	0	0	0	0	0	0	4	\$ 1.877,00	\$ 7.508,00	\$ 10.717,46
2	RADIO NANO BRIDGE 5G22	11	11	0	0	5	5	8	40	\$ 169,00	\$ 6.760,00	\$ 9.800,69
3	RADIO NANO BRIDGE 5G25	8	8	1	1	3	3	6	30	\$ 188,00	\$ 5.640,00	\$ 8.188,46
4	RADIO BASE ROCKET M5 AIR MAX	0	0	1	1	2	2	0	6	\$ 269,00	\$ 1.614,00	\$ 2.308,71
5	UBIQUITI NANOSTATION M5	6	6	2	2	3	3	2	24	\$ 167,00	\$ 4.008,00	\$ 5.737,60
6	RADIO MIURA OSB FIVE PLUS	0	21	0	0	0	0	0	21	\$ 543,00	\$ 11.403,00	\$ 16.293,45
7	ANTENA PARABOLICA UBIQUITI 60cm	0	0	1	1	2	2	0	6	\$ 334,00	\$ 2.004,00	\$ 2.980,31
8	ANTENA SECTORIAL 60°	6	0	0	0	0	0	0	6	\$ 482,00	\$ 2.892,00	\$ 4.185,17
9	LATIGOS CABLE ASSEMBLY, N-MALE TO N-MALE (2M)	6	0	1	1	2	2	0	12	\$ 56,00	\$ 672,00	\$ 978,49
10	HERRAJE FIJO PARA SOPORTE DE ANTENA EN POSTES (A.P.)	0	0	0	1	0	2	0	3	\$ 73,00	\$ 219,00	\$ 219,00
11	HERRAJE FIJO PARA SOPORTE DE ANTENA EN TORRES (A.P.)	10	0	1	0	2	0	0	13	\$ 85,00	\$ 1.105,00	\$ 1.105,00
12	HERRAJE MOVIL PARA SOPORTE DE ANTENA EN POSTE (P-P)	0	25	0	4	0	13	16	58	\$ 43,00	\$ 2.494,00	\$ 2.494,00
13	HERRAJE MOVIL PARA SOPORTE DE ANTENA EN TORRE (P-P)	25	0	4	0	13	0	0	42	\$ 55,00	\$ 2.310,00	\$ 2.310,00
14	HERRAJE MOVIL PARA SUSCRIPTORES EN POSTE DE 1 1/2"	0	21	0	0	0	0	0	21	\$ 38,00	\$ 798,00	\$ 798,00
15	POSTES 11M FIBRA	0	0	0	0	0	0	8	8	\$ 427,00	\$ 3.416,00	\$ 3.416,00
16	RACK DE EXTERIORES 60X60X45 + BANDEJA	0	3	0	0	0	0	8	11	\$ 1.786,00	\$ 19.646,00	\$ 19.646,00
17	SOPORTE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M (HERRAJE)	0	6	0	0	0	0	16	22	\$ 31,00	\$ 682,00	\$ 682,00

18	SWITCH HP V1910 16G	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 947,00	\$ 10.417,00	\$ 14.928,95
19	CABLE DE DATOS FTP 8 HILOS BLINDADO CAT5E (METROS)	398	942	65	28	217	91	128	<b>1869</b>	\$ 0,80	\$ 1.495,20	\$ 1.495,20
20	CABLE DE ACERO #6 PARA GUIA FTP (METROS)	0	582	0	0	0	0	0	<b>582</b>	\$ 0,97	\$ 564,54	\$ 564,54
21	CONECTOR RJ45 CATEGORIA 5E ROSETO BLINDADO	58	194	8	16	26	52	32	<b>386</b>	\$ 0,90	\$ 347,40	\$ 347,40
22	PATCH CORDS ETH 1m DE FABRICA	42	92	9	8	24	26	32	<b>233</b>	\$ 9,50	\$ 2.213,50	\$ 2.213,50
23	VARILLA COPPERWELD 5/8" X 1.8M	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 17,00	\$ 187,00	\$ 187,00
24	CONDUCTOR DE Cu #8 AWG	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 1,75	\$ 19,25	\$ 19,25
25	SOLDADURA CADWELL	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 4,15	\$ 45,65	\$ 45,65
26	POWERLINE CORINEX AV200 ADAPTADOR EV 110V	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 195,23	\$ 2.147,53	\$ 3.070,01
28	MULTITOMA PARA RACK 19"	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 168,60	\$ 1.854,60	\$ 2.691,19
29	BANCO DE BATERIAS DE 3 UNIDADES (35AH)	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 235,00	\$ 2.585,00	\$ 4.028,45
30	SUPRESOR PICOS MULTITOMAS PARA RACK	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 21,75	\$ 239,25	\$ 386,74
31	UPS 1 KVA CON TARJETA DE RED	0	3	0	0	0	0	8	<b>11</b>	\$ 1.158,00	\$ 12.738,00	\$ 18.240,07
											<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>	<b>\$ 140.078,29</b>

### 5.3 Cálculo de costo por mano de obra.

Para el cálculo de la mano de obra se debe tener en cuenta que todos los cálculos son respecto a costos por hora, dichos valores se los debe calcular mediante precios unitarios. Así mismo se todas las manos de obra son divididas en la zona de Azuay, Cañar y Morona Santiago con la finalidad de poder diferenciar las horas de trabajo para cada zona, ya que no todos tendrán los mismos rendimientos de transporte, así como el tiempo que se demoran en la instalación y puesta en operación. A continuación en la tabla 5.4, empezaremos con el conteo de la mano de obra que se debe tener en las zonas de Azuay, Cañar y Morona Santiago, así como los saltos.

Tabla 5.4 Conteo de mano de obra.

MANO DE OBRA						
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBICO EN POSTE	INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBICO EN POSTE (RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)	INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBICO EN TORRE	TRANSPORTE Y PLANTADO DE POSTE 11M FIBRA	INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE REPETIDOR EN POSTE (2 EQUIPOS INALAMBICOS, RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)		
CON ADMINISTRACION DE INFORMACIÓN / DOCUMENTOS Y TRANSPORTE						
RECONECTADORES AZUAY						
REC_1	1					
REC_2	1					
REC_3	1					
REC_4	1					
REC_5	1					
REC_6	1					
REC_7	1					
REC_8	1					
REC_9	1					
REC_10	1					
REC_11	1					
REC_12	1					
REC_13_23_25		1				

REC_14	1				
REC_15	1				
REC_16	1				
REC_17	1				
REC_18	1				
REC_19	1				
REC_20	1				
REC_21	1				
REC_22	1				
REC_24	1				
REC_26	1				
REC_27	1				
REC_28	1				
REC_29	1				
REC_30	1				
REC_31	1				
REC_32	1				
REC_33	1				
REC_34	1				
REC_35	1				
REC_36	1				
REC_37	1				
REC_38	1				
REC_39	1				
REC_40	1				
REC_41	1				
REC_42_43		1			
REC_44	1				
REC_45	1				
REC_47	1				
REC_48	1				
REC_49_51_52		1			
REC_50	1				
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>RECONECTADORES CAÑAR</b>					
REC_46	1				
REC_53	1				
REC_54	1				
REC_68	1				
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>RECONECTADORES MORONA SANTIAGO</b>					

REC_56	1				
REC_55	1				
REC_57	1				
REC_58	1				
REC_59	1				
REC_60	1				
REC_61	1				
REC_62	1				
REC_63	1				
REC_64	1				
REC_65	1				
REC_66	1				
REC_67	1				
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>REPETIORES AZUAY</b>					
REP_CANAL2			1		
REP_TURI			1		
REP_EL VALLE			1		
REP_GUAGUAZHUMI			1		
EDIFICIO MATRIZ			1		
REP_RAYOLOMA			1		
REP_BARABON			1		
REP_GUZHO			1		
REP_TARQUI			1		
REP_YUQUIN			1		
REP_TOPAL			1		
REP_NARIGUINA MILITARES			1		
REP_MARAS			1		
REP_S/E 15			1		
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>REPETIORES CAÑAR</b>					
REP_SR. PUNGO			1		
REP_MIRADOR TRONCAL			1		
REP_ALTARURCO			1		
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>REPETIORES MORONA SANTIAGO</b>					
REP_KILAMO			1		
REP_SAN LUIS MIRADOR			1		
REP_TRES MARIAS			1		
REP_WISUI			1		
REP_CUTUCU			1		

REP_JAIME ROLDOS TIWINTZA			1		
REP_CHUPIANZA			1		
REP_CERRO BOSCO			1		
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SALTOS AZUAY</b>					
SALTO/REC_7-REP_GUAGUAZH				1	1
SALTO/REC_48-REP_NAR MILI				1	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>SALTOS MORONA SANTIAGO</b>					
SALTO/REC_60-REP_WISUI				1	1
SALTO/REC_61-REP_CUTUCU				1	1
SALTO/REC_62-REP_JAI ROL TI				1	1
SALTO1/REC_66-REP_CERRO B				1	1
SALTO2/REC_66-REP_CERRO B				1	1
SALTO/REC_67-REP_CERRO B				1	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Con el conteo de mano de obra, se logra obtener el valor numérico de instalaciones totales en cada zona para poder calcular el presupuesto del costo de la mano de obra. Hay que tener en cuenta que para poder calcular una mano de obra se siguió un serie de pasos previos como: calcular el salario real hora de mercado del trabajador, el costo total por hora de la camioneta y grúa, los costos por hora de equipos y herramientas, los materiales que hace uso el contratista y el costo de cada uno de ellos para que sea reconocido por Centrosur, y finalmente, los precios unitarios que son los valores más importantes a pagar por cada mano de obra.

Debemos tomar en cuenta que los precios unitarios varían en sus costos debido a cada zona, ya que en algunos, se hace uso de más materiales que en otros lugares. La diferencia de valores entre costos unitarios, también se ve reflejada por el cálculo del rendimiento de horas de trabajo del personal, incluso del transporte a utilizar ya que difieren en el tiempo que se necesita para llegar a un lugar específico.



A continuación en la tabla 5.5, se expone el presupuesto total para la mano de obra que se encuentra separada por zonas. Cabe recalcar que los cálculos previos para obtener el costo de mano de obra se pueden encontrar en los Anexos 1, 2, 3, 4 y 5. Cada uno de estos cálculos fue realizado con un procedimiento lógico y asistido de valores monetarios reales para llegar a obtener un presupuesto final de \$12.150,80.

Tabla 5.5 Presupuesto mano de obra

MANO DE OBRA CALIFICADA	ZONA	TOTAL	P.U.	TOTAL
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE	AZUAY	43	\$ 71,58	\$ 3.077,89
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE (RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)	AZUAY	3	\$ 172,35	\$ 517,04
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE	AZUAY	14	\$ 77,83	\$ 1.089,65
TRANSPORTE Y PLANTADO DE POSTE 11M FIBRA	AZUAY	2	\$ 279,18	\$ 558,36
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE REPETIDOR EN POSTE (2 EQUIPOS INALAMBRICOS, RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)	AZUAY	2	\$ 158,13	\$ 316,25
<b>SUBTOTAL AZUAY</b>				<b>\$ 5.559,19</b>
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE	CAÑAR	4	\$ 78,53	\$ 314,13
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE	CAÑAR	3	\$ 81,80	\$ 245,41
<b>SUBTOTAL CAÑAR</b>				<b>\$ 559,53</b>
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE	MORONA SANTIAGO	13	\$ 109,07	\$ 1.417,92
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE	MORONA SANTIAGO	8	\$ 113,68	\$ 909,43
TRANSPORTE Y PLANTADO DE POSTE 11M FIBRA	MORONA SANTIAGO	6	\$ 354,51	\$ 2.127,04
INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE REPETIDOR EN POSTE (2 EQUIPOS INALAMBRICOS, RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)	MORONA SANTIAGO	6	\$ 262,95	\$ 1.577,68
<b>SUBTOTAL MORONA SANTIAGO</b>				<b>\$ 6.032,07</b>
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 12.150,80</b>

#### 5.4 Presupuesto total del proyecto.

Después de todos los cálculos anteriormente vistos, el presupuesto del proyecto debe ser calculado mediante la suma del subtotal de materiales y el subtotal de la mano de obra. A continuación en la tabla 5.6 se expone el valor total para la ejecución del proyecto que es de \$152.229,08.

Tabla 5.6 Presupuesto total del proyecto.

REFERENCIA	VALOR
SUBTOTAL DE MATERIALES	\$ 140.078,29
SUBTOTAL MANO DE OBRA	\$ 12.150,80
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>	<b>\$ 152.229,08</b>

#### 5.5 Conclusiones.

El capítulo cinco fue compuesto de dos cálculos muy importantes, uno de ellos es el cálculo de presupuesto de materiales. Los materiales principales son los electrónicos como: antenas, puntos de acceso, *switchs*, etc. Ya que, para estos tipos de materiales, se un cálculo precio respecto a su costo en EEUU y a su vez aplicando a su precio todos los impuestos que la Aduana de Ecuador da a conocer para las importaciones, obteniendo un valor dentro de una rango aceptable para el presupuesto de Centrosur.

El cálculo de la mano de obra se compone de un cálculo más exacto, ya que de esto depende el valor a pagar por hora de trabajo al contratista, en la instalación y puesta en funcionamiento, el valor monetario obtenido para la mano de obra está dentro del presupuesto de Centrosur. La finalidad de estos dos cálculos, fue para poder obtener el valor total de presupuesto del proyecto, en donde se han optimizado recursos tratando de ser lo más realistas posibles en todo los precios y costos calculados, ya que los precios pueden cambiar en cada mes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El sexto capítulo es presentado con la finalidad de dar a conocer las conclusiones finales del presente proyecto, algunas conclusiones se han acarreado desde los capítulos anteriores, pero a continuación se presentan algunas conclusiones que serán útiles para el proyecto.

- Partiendo del primer capítulo, se ha logrado que se conozca aspectos importantes de un diseño radioeléctrico, así como, una breve introducción sobre el *software* a utilizar y sobre todo el funcionamiento de un reconfigurador, ya que se debe tener en claro cómo estos son instalados en los postes, porque toda esta información técnica y teórica sirven para los diseños que se presentan en los capítulos posteriores.
- Se ha obtenido toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto en cuanto a los repetidores, reconfiguradores, agencias, subestaciones y matriz, esto ha sido entregado por parte de CENTROSUR. Al ser información entregada por CENTROSUR, se convierte en información confidencial, es por eso que la identificación de cada reconfigurador y repetidor en las distintas zonas de Azuay, Cañar y Morona Santiago, tienen ubicaciones reales y exactas. La localización y ubicación de cada uno de estos, también sirve para una mayor facilidad de búsqueda y reconocimiento en el mapa del *software* que se usa, en este caso *Radio Mobile*, pero sobre todo es de gran ayuda al obtener representaciones en tablas por latitudes y longitudes. Otro resultado obtenido es el número total de reconfiguradores y repetidores usados, exponiendo que en Azuay se usan 51 reconfiguradores y 14 repetidores, en Cañar se usan 5 reconfiguradores y 3 repetidores; y en Morona Santiago se usan 13 reconfiguradores y 8 repetidores.

- En la simulación de los enlaces se consiguieron óptimos resultados, ya que en cada problema que se presentaba, en algunos enlaces, se dio mínimo una solución posible y real respecto a la ubicación del retransmisor, las soluciones eran cambiarlo de posición al retransmisor o simplemente a la antena. En los diseños, de enlaces más fáciles, se consta de una antena en el repetidor y retransmisor; en donde simplemente se toma en cuenta los parámetros más importantes como: los niveles de recepción (RSSI-Indicador de Fuerza de la Señal Recibida) en el receptor, la zona de Fresnel y la existencia de una línea de vista (LOS). A esto también se toma en cuenta el margen de desvanecimiento y la disponibilidad del enlace, ya que son factores importantes. Estos datos son valores empíricos y no calculados por Radio Mobile.
- Los enlaces complejos se hicieron presentes de dos maneras. La primera es acerca de los enlaces que no disponían de una línea de vista directa, por lo tanto la mejor opción para estos casos, fue realizar la proyección de un salto o nodo nuevo para circunvalar el obstáculo, generando así el diseño de dos enlaces. La segunda se hizo presente en los repetidores que contenían más enlaces de lo permitido por cuestiones de espacio físico y por posibles interferencias, para ello, se dio solución a esta complejidad con la simulación de antenas sectoriales, calculando el ángulo azimut para apuntar dicha antena sectoriales a una determinada zona. Obviamente los parámetros se vuelven más complejos al configurar, pero se obtuvieron óptimos resultados en cada enlace. Todos los enlaces son representados mediante graficas que sustentan todo lo mencionado anteriormente, esto ayuda a definir que absolutamente todos los retransmisores tienen soluciones a problemas y, por lo tanto, todos tienen enlaces eficaces.
- Se ha logrado obtener un sustento fuerte en cuanto a la aproximación con la realidad, ya que los enlaces más complejos no solamente fueron simulados, también fueron analizados mediante ingeniería de campo para comprobar la existencia de una línea de vista desde el retransmisor hasta el repetidor.

- Las tablas de los radioenlaces son el resumen de resultados más importante del diseño de cada enlace, en la tabla se incluye información del rango de la frecuencia a la que se trabaja en todos los enlaces. Pero la información más robusta es donde se enumeran todos los reconfiguradores con información del repetidor al que se enlaza, la altura de la antena en el repetidor y reconfigurador, la distancia del enlace, la marca del reconfigurador y, sobre todo, el tipo de antena que se usa en cada enlace, es decir, la antena que se usa en repetidor y reconfigurador. Los resultados se optimizan al exponer una tabla de información de los saltos o nuevos nodos, la información de dichos saltos principalmente lleva consigo la ubicación exacta por latitud y longitud, el nombre del salto, la altura de las antenas en los saltos y, así mismo, las antenas usadas para cada salto.
- El cálculo de presupuesto usa una tabla dividida por zonas, esto quiere decir que todos los reconfiguradores y repetidores están seccionados para un conteo apropiado. Así mismo, los materiales en los saltos o nodos nuevos, se encuentran agrupados. Todo este seccionamiento o división de materiales por zonas nos permitirá llevar un registro detallado porcentualmente del número de materiales en cada lugar, obteniendo así que el 80% de los materiales serán usados en Azuay, el 5% en Cañar, y el 15% en Morona Santiago.
- Todos los materiales y equipos que se están usando en el proyecto son avalados por Centrosur, ya que son ligados a un sistema de régimen empresarial. Existen equipos electrónicos que en Ecuador no son de fáciles de conseguir, por lo tanto hay que importarlos. Estos equipos fueron calculados con todos los impuestos que el Servicio Nacional de Aduana da a conocer mediante sus leyes, los impuestos a considerar fueron: ISD, SALVAGUARDIA, CIF, AD-VALOREM,

FODINFA, ICE y el IVA. Con todos los valores calculados se obtuvo un presupuesto de \$140.078,29.

- Para los cálculos de la mano de obra, también se considera dividir por zonas: Azuay, Cañar y Morona Santiago. Las divisiones por zonas tienen la finalidad de diferenciar las horas de trabajo para cada zona, ya que no todos tendrán un mismo valor en cuanto al rendimiento. Si hablamos en términos generales, no es lo mismo tener un igual rendimiento por hora de trabajo en Azuay que en Morona Santiago. El resultado monetario obtenido en la mano de obra es de \$12.150,80.
- El presupuesto final del proyecto es de \$152.229,08. Se toma en cuenta que se deben añadir más precios, estos precios son por el pago mensual que se debe hacer para poder utilizar la banda de frecuencia en cada enlace, esta tarifa mensual es dictaminada según la resolución 485-20 de Conatel. Al Trabajar en la banda de 5725–5850 GHz, se puede tener problemas de cruce de datos por ser bandas compartidas, se recomienda por importancia de información, contratar bandas de frecuencia licenciadas.
- Finalmente el proyecto se presenta de una manera sustentable con bases firmes en todo lo que es diseño y análisis de diseño. Así mismo, los cálculos para determinar el presupuesto final del proyecto, dan como resultado que el dinero calculado está dentro de un presupuesto aceptado por CENTROSUR, determinando así, que no existe una desvalorización ni una inflación en el costo total del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ARCOTEL. (2012). *Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones*. Recuperado el Noviembre de 2015, de [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan\\_nacional\\_frecuencias\\_2012.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf)
- CASTRO, A., & FUSARIO, R. (1999). *Teleinformatica para Ingenieros en Sistemas de Informacion II*. Barcelona, ESPAÑA: Reverte.
- DESONGLES CORRALES, J. (2006). *Tecnicos de Soporte Informatico de la Comunidad de Castilla y Leon*. Espana: MADRID.
- ENCALANTE, S. (Agosto de 2013). *Facoel Argentina S.R.L*. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://facoel.com/wp-content/uploads/2013/08/el-reconectador-en-los-sistemas-de-distribucion-electrico.pdf>
- FLICKENGER, R. (2013). *Redes Inalambricas en los Paises en Desarrollo*. Limehouse Book Sprint Team.
- GARCIA, R. J., & MORALES, S. G. (2012). *Instalaciones de radiocomunicaciones*. Madrid, ESPAÑA: Paraninfo.
- Grupo de Radiocomunicacion . (Febrero de 2007). *Tutorial de Radio Mobile*. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/catedras/mediosdetransmision/files/ManualRadioMobile.pdf>
- HERNANDO RABANOS, J. M. (2008). *Transmisió por Radio*. Madrid, ESPAÑA: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- LEHPAMER, H. (2010). *Microwave Transmission Network: planing, desing and deployment*. Chicago, UNITED STATES: McGraw Hill.
- RAMIREZ LUZ, R. (2005). *Sistemas de radiocomunicaciones*. Madrid,ESPAÑA: Paraninfo, S.A.
- TANENBAUM, A. S. (2003). *Redes de Computadoras*. Naucalpan de Juarez, MEXICO: Pearson Education.
- TOMASI, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Naucalpan de Juarez, MEXICO: Pearson Education.
- ZANUY FAÚNDEZ, M. (2001). *Sistemas de comunicaciones*. Barcelona,ESPAÑA: Marcombo.

**ANEXOS.**  
**CÁLCULOS PARA MANO DE OBRA.**



**ANEXO 1: Salario real hora de mercado del trabajador.**

Sábados y Domingos=	105,00
Feriatos=	5,00
Vacaciones=	15,00
Otros=	2,00
Total de días=	127,00

Días efectivos trabajados	365 – 127 =	238,00
---------------------------	-------------	--------

Factor de salario real=	Días pagados/Días trabajados=	365/238=	1,533613445
-------------------------	-------------------------------	----------	-------------

SALARIO REAL HORA DE MERCADO DEL TRABAJADOR													
Denominación	Sueldo Mensual	Sueldo Diario	Costo Anual						Factor de carga social	Factor de mayorización	Jornal Real		
			Sueldo unificado	XIII	XIV	IESS	Fondo Reserva	Total			Mensual	Diario	Horario
Ingeniero	\$1.100,00	\$36,67	\$13.200,00	\$1.100,00	\$340,00	\$1.603,80	\$1.100,00	\$17.343,80	1,31	2,01505188	2216,56	73,89	9,24
Electricista	\$420,00	\$14,00	\$5.040,00	\$420,00	\$341,00	\$612,36	\$420,00	\$6.833,36	1,36	2,07931206	873,31	29,11	3,64
Guía (Morona S.)	\$420,00	\$14,00	\$5.040,00	\$420,00	\$342,00	\$612,36	\$420,00	\$6.834,36	1,36	2,07961635	873,44	29,11	3,64
Secretaria	\$420,00	\$14,00	\$5.040,00	\$420,00	\$342,00	\$612,36	\$420,00	\$6.834,36	1,36	2,07961635	873,44	29,11	3,64

## ANEXO 2: Costo total por hora de la camioneta.

Depreciación	
valor vehículo	\$ 27.000,00
valor residual	5400,00
vida útil	952,00
Depreciación/H	22,69

Cálculos seguros	
valor anual seguro	1209,60
días del año	365,00
Depreciación/H	3,31

Mantenimiento	
mantenimiento	7,09

Costos de intereses del capital	
interés medio anual	67386,55
tasa interés activa	0,08
costo	5,98

Costo matricula	
valor matricula	86,20
costo matricula	0,24

Costo tasa solidaria	
tasa solidaria	26,10
costo tasa	0,07

Impuesto verde	
total	0,44

Cica	
Total	0,05

Costo fijo hora	
total	\$ 4,99

Gasolina	
precio gasolina (súper)	2,18
rendimiento km	20
costo	0,109

Aceite	
precio	36
rendimiento km	5000
costo	0,007

Llantas	
precio 4 llantas	720
rendimiento km	35000
costo	0,021

Costo consumo/km	\$ 0,14
------------------	---------

Costo consumo /día	\$ 10,94
--------------------	----------

Costo consumo km/hora	\$ 1,37
-----------------------	---------

<b>Costo total fijo + variado</b>	<b>\$ 6,35</b>
-----------------------------------	----------------

Grúa	
Costo	\$ 70.000,00
Depreciación mes	48
Costo por mes	\$ 1.458,33
<b>Costo por hora</b>	<b>\$ 9,11</b>

### ANEXO 3: Costos por hora de equipos y herramientas.

EQUIPO Y HERRAMIENTA					
ITEM	Descripción	Depreciación meses	Precio	Costo x mes	Costo x hora
1	Escalera Telescópica	24	\$ 900,00	\$ 37,50	\$ 0,23
3	Herramientas menores	24	\$ 200,00	\$ 8,33	\$ 0,05
4	Taladro	24	\$ 400,00	\$ 16,67	\$ 0,10
5	Computadora	24	\$ 1.100,00	\$ 45,83	\$ 0,29
6	Impresora	24	\$ 120,00	\$ 5,00	\$ 0,03
7	Útiles de Oficina	12	\$ 90,00	\$ 7,50	\$ 0,05
8	Mobiliario	36	\$ 1.000,00	\$ 27,78	\$ 0,17
9	Binoculares, cámara de fotos, radios VHF	36	\$ 1.400,00	\$ 38,89	\$ 0,24
10	GPS	36	\$ 2.500,00	\$ 69,44	\$ 0,43
11	Multímetro	36	\$ 200,00	\$ 5,56	\$ 0,03
13	Etiquetadora	36	\$ 300,00	\$ 8,33	\$ 0,05
14	Equipo de campamento y montaña	12	\$ 500,00	\$ 41,67	\$ 0,26
15	Polea	24	\$ 170,00	\$ 7,08	\$ 0,04
16	Pala y pico	24	\$ 60,00	\$ 2,50	\$ 0,02

### ANEXO 4: Costos por hora de materiales a usar el contratista.

MATERIALES y/o SUBCONTRATOS			
ITEM	Descripción	Unidad	Precio
1	Internet	hora	\$0,50
2	Renta del local	hora	\$0,69
3	Telefonía fija	minuto	\$0,07
4	Telefonía móvil	minuto	\$0,10
5	Cable #12	metro	\$0,45
6	Tomacorriente	unidad	\$5,00
7	Piedra	m3	\$77,00

## ANEXO 5: Precios Unitarios.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Descripción: INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE					
Zona: Azuay					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	2,50	\$ 0,59
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,25	\$ 0,03
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara fotos, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 1,76</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/U		Total Costo/U
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 2,54</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento	Total Costo/U
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	2,50	\$ 15,88
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 15,88</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Descripción		Numero	S.R.H	Rendimiento	Total Costo/U
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50	\$ 23,09
Electricista		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00	\$ 7,28

				<b>Subtotal de Obra:</b>	<b>\$ 39,46</b>
				<b>Costo directo Total:</b>	<b>\$ 59,65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		20%			\$ 11,93
				<b>Costo Indirecto Total:</b>	<b>\$ 11,93</b>
				<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>	<b>\$ 71,58</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Descripción:                   INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE (RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)					
Zona:                            Azúay					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/H</b>	<b>Rendimiento (t)</b>	<b>Total Costo/U</b>
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	4,50	\$ 1,05
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	4,00	\$ 0,21
Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,50	\$ 0,05
Computadora	hora	2	\$ 0,29	3,00	\$ 1,72
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara fotos, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Multímetro	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Etiquetadora	hora	2	\$ 0,05	1,00	\$ 0,10
Polea	hora	1	\$ 0,04	4,00	\$ 0,18
				<b>Subtotal de Equipos:</b>	<b>\$ 4,28</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>		<b>Total Costo/U</b>
Internet	hora	2	\$ 0,50		\$ 1,00
Renta del local	hora	2	\$ 0,69		\$ 1,38
Telefonía fija	minuto	15	\$ 0,07		\$ 1,05
Telefonía móvil	minuto	20	\$ 0,10		\$ 2,00

Cable #12	metro	9	\$ 0,45		\$ 4,05
Tomacorriente	unidad	1	\$ 5,00		\$ 5,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 14,48</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,00	\$ 19,06
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 19,06</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Ingeniero		1	\$ 9,24	6,50	\$ 60,03
Electricista		1	\$ 3,64	6,50	\$ 23,65
Secretaria		1	\$ 3,64	4,50	\$ 16,38
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 100,06</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 137,88</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		25%			\$ 34,47
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 34,47</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 172,35</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Descripción: INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE					
Zona: Azuay					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/H</b>	<b>Rendimiento (t)</b>	<b>Total Costo/U</b>
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	2,00	\$ 0,10
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara fotos, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03

					<b>Subtotal de Equipos:</b>	<b>\$ 1,20</b>
<b>Materiales</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>			<b>Total Costo/U</b>
Internet	hora	1	\$ 0,50			\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69			\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07			\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10			\$ 1,00
					<b>Subtotal de Materiales:</b>	<b>\$ 2,54</b>
<b>Transporte</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>		<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,00		\$ 19,06
					<b>Subtotal de Transporte:</b>	<b>\$ 19,06</b>
<b>Mano de Obra</b>						
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>		<b>Total Costo/U</b>
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50		\$ 23,09
Electricista		1	\$ 3,64	2,50		\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00		\$ 7,28
					<b>Subtotal de Obra:</b>	<b>\$ 39,46</b>
					<b>Costo directo Total:</b>	<b>\$ 62,27</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>				
Global		25%				\$ 15,57
					<b>Costo Indirecto Total:</b>	<b>\$ 15,57</b>
					<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>	<b>\$ 77,83</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Descripción:	INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE				
Zona:	Cañar				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/H</b>	<b>Rendimiento (t)</b>	<b>Total Costo/U</b>
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	2,50	\$ 0,59
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05

Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,25	\$ 0,03
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara fotos, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 1,76</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>		<b>Total Costo/U</b>
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 2,54</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,00	\$ 19,06
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 19,06</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50	\$ 23,09
Electricista		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00	\$ 7,28
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 39,46</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 62,83</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		25%			\$ 15,71
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 15,71</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 78,53</b>



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Descripción:                   INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE

Zona:                           Cañar

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y Herramienta**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	2,00	\$ 0,10
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara fotos, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03

**Subtotal de Equipos:           \$ 1,20**

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/U		Total Costo/U
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00

**Subtotal de Materiales:       \$ 2,54**

**Transporte**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento	Total Costo/U
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,50	\$ 22,23

**Subtotal de Transporte:       \$ 22,23**

**Mano de Obra**

Descripción		Numero	S.R.H	Rendimiento	Total Costo/U
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50	\$ 23,09
Electricista		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00	\$ 7,28

**Subtotal de Obra:               \$ 39,46**

**Costo directo Total:           \$ 65,44**

**COSTOS INDIRECTOS**

Descripción		Porcentaje			
Global		25%			\$ 16,36

<b>Costo Indirecto Total:</b>	<b>\$ 16,36</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>	<b>\$ 81,80</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Descripción: INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN POSTE					
Zona: Morona Santiago					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	2,00	\$ 0,47
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,25	\$ 0,03
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 1,64</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/U		Total Costo/U
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 2,54</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento	Total Costo/U
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	4,00	\$ 25,41
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 25,41</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Descripción		Numero	S.R.H	Rendimiento	Total Costo/U
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50	\$ 23,09

Electricista		2	\$ 3,64	2,50	\$ 18,19
Guía (Morona Santiago)		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00	\$ 7,28
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 57,66</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 87,26</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		25%			\$ 21,81
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 21,81</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 109,07</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Descripción: INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE EQUIPO INALAMBRICO EN TORRE					
Zona: Morona Santiago					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	2,00	\$ 0,10
Computadora	hora	1	\$ 0,29	0,50	\$ 0,14
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara, radios VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Etiquetadora	hora	1	\$ 0,05	0,50	\$ 0,03
Equipo de campamento y montaña	hora	1	\$ 0,26	2,00	\$ 0,52
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 1,72</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/U		Total Costo/U
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 2,54</b>

<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento	Total Costo/U
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	6,00	\$ 38,12
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 38,12</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Descripción		Numero	S.R.H	Rendimiento	Total Costo/U
Ingeniero		1	\$ 9,24	2,50	\$ 23,09
Electricista		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Guía (Morona Santiago)		1	\$ 3,64	2,50	\$ 9,10
Secretaria		1	\$ 3,64	2,00	\$ 7,28
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 48,56</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 90,94</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
Descripción		Porcentaje			
Global		25%			\$ 22,74
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 22,74</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 113,68</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Descripción:	INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE REPETIDOR EN POSTE (2 EQUIPOS INALAMBRICOS, RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)				
Zona:	Saltos Azuay				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	3,00	\$ 0,70
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	2,00	\$ 0,10
Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,50	\$ 0,05
Computadora	hora	2	\$ 0,29	0,50	\$ 0,29
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara, radio VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43

Multimetro	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Etiquetadora	hora	2	\$ 0,05	1,00	\$ 0,10
Equipo de campamento y montaña	hora	1	\$ 0,26	2,00	\$ 0,52
Polea	hora	1	\$ 0,04	1,50	\$ 0,07
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 2,80</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>		<b>Total Costo/U</b>
Internet	hora	2	\$ 0,50		\$ 1,00
Renta del local	hora	2	\$ 0,69		\$ 1,38
Telefonía fija	minuto	10	\$ 0,07		\$ 0,70
Telefonía móvil	minuto	15	\$ 0,10		\$ 1,50
Cable #12	metro	9	\$ 0,45		\$ 4,05
Tomacorriente	unidad	1	\$ 5,00		\$ 5,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 4,58</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,00	\$ 19,06
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 19,06</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Ingeniero		1	\$ 9,24	6,50	\$ 60,03
Electricista		1	\$ 3,64	6,50	\$ 23,65
Secretaria		1	\$ 3,64	4,50	\$ 16,38
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 100,06</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 126,50</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		25%			\$ 31,63
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 31,63</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 158,13</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Descripción: INSTALACION CONFIGURACION Y PUESTA EN OPERACION DE REPETIDOR EN POSTE (2 EQUIPOS INALAMBRICOS, RACK + SWITCH + CPE + MULTITOMA + SUPRESOR PICOS + REGULADOR + UPS + BATERIAS Y PUESTA A TIERRA)

Zona: Saltos Morona San.

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y Herramienta**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/H	Rendimiento (t)	Total Costo/U
Escalera Telescópica	hora	1	\$ 0,23	3,00	\$ 0,70
Herramientas menores	hora	1	\$ 0,05	2,00	\$ 0,10
Taladro	hora	1	\$ 0,10	0,50	\$ 0,05
Computadora	hora	2	\$ 0,29	0,50	\$ 0,29
Impresora	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Útiles de Oficina	hora	1	\$ 0,05	1,00	\$ 0,05
Mobiliario	hora	1	\$ 0,17	1,00	\$ 0,17
Binoculares, cámara, radios VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Multimetro	hora	1	\$ 0,03	1,00	\$ 0,03
Etiquetadora	hora	2	\$ 0,05	1,00	\$ 0,10
Equipo de campamento y montaña	hora	1	\$ 0,26	2,00	\$ 0,52
Polea	hora	1	\$ 0,04	1,50	\$ 0,07
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 2,80</b>

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/U		Total Costo/U
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	2	\$ 0,69		\$ 1,38
Telefonía fija	minuto	15	\$ 0,07		\$ 1,05
Telefonía móvil	minuto	20	\$ 0,10		\$ 2,00
Cable #12	metro	9	\$ 0,45		\$ 4,05
Tomacorriente	unidad	1	\$ 5,00		\$ 5,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 13,98</b>

**Transporte**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento	Total Costo/U
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	6,00	\$ 38,12
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>\$ 38,12</b>

**Mano de Obra**

Descripción		Numero	S.R.H	Rendimiento	Total Costo/U
-------------	--	--------	-------	-------------	---------------

Ingeniero		1	\$ 9,24	6,50	\$ 60,03
Electricista		2	\$ 3,64	6,50	\$ 47,30
Guía (Morona Santiago)		1	\$ 3,64	6,50	\$ 23,66
Secretaria		1	\$ 3,64	4,50	\$ 16,38
<b>Subtotal de Obra:</b>					<b>\$ 147,37</b>
<b>Costo directo Total:</b>					<b>\$ 202,27</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		30%			\$ 60,68
<b>Costo Indirecto Total:</b>					<b>\$ 60,68</b>
<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>					<b>\$ 262,95</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Descripción: TRANSPORTE Y PLANTADO DE POSTE 11M FIBRA					
Zona: Saltos Azuay					
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Equipo y Herramienta</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/H</b>	<b>Rendimiento (t)</b>	<b>Total Costo/U</b>
Binoculares, cámara, radios VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43
Equipo de campamento y montaña	hora	1	\$ 0,26	2,00	\$ 0,52
Pala y pico	hora	2	\$ 0,02	2,00	\$ 0,06
<b>Subtotal de Equipos:</b>					<b>\$ 1,26</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>		<b>Total Costo/U</b>
Internet	hora	1	\$ 0,50		\$ 0,50
Renta del local	hora	1	\$ 0,69		\$ 0,69
Telefonía fija	minuto	5	\$ 0,07		\$ 0,35
Telefonía móvil	minuto	10	\$ 0,10		\$ 1,00
Piedra	m3	1	\$ 77,00		\$ 77,00
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>\$ 79,54</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	3,00	\$ 19,06
Grúa	hora	1	\$ 9,11	3,00	\$ 27,34

					<b>Subtotal de Transporte:</b>	<b>\$ 46,40</b>
<b>Mano de Obra</b>						
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>	
Ingeniero		1	\$ 9,24	4,50	\$ 41,56	
Electricista		3	\$ 3,64	4,50	\$ 49,12	
Secretaria		1	\$ 3,64	1,50	\$ 5,46	
					<b>Subtotal de Obra:</b>	<b>\$ 96,14</b>
					<b>Costo directo Total:</b>	<b>\$ 223,35</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>				
Global		25%			\$ 55,84	
					<b>Costo Indirecto Total:</b>	<b>\$ 55,84</b>
					<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>	<b>\$ 279,18</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Descripción: TRANSPORTE Y PLANTADO DE POSTE 11M FIBRA						
Zona: Saltos Morona San.						
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
<b>Equipo y Herramienta</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/H</b>	<b>Rendimiento (t)</b>	<b>Total Costo/U</b>	
Binoculares, cámara, radios VHF	hora	1	\$ 0,24	1,00	\$ 0,24	
GPS	hora	1	\$ 0,43	1,00	\$ 0,43	
Equipo de campamento y montaña	hora	1	\$ 0,26	2,00	\$ 0,52	
Pala y pico	hora	2	\$ 0,02	2,00	\$ 0,06	
					<b>Subtotal de Equipos:</b>	<b>\$ 1,26</b>
<b>Materiales</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/U</b>		<b>Total Costo/U</b>	
Internet	hora	2	\$ 0,50		\$ 1,00	
Renta del local	hora	2	\$ 0,69		\$ 1,38	
Telefonía fija	minuto	10	\$ 0,07		\$ 0,70	
Telefonía móvil	minuto	15	\$ 0,10		\$ 1,50	
Piedra	m3	1	\$ 77,00		\$ 77,00	
					<b>Subtotal de Materiales:</b>	<b>\$ 81,58</b>



<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Camioneta	hora	1	\$ 6,35	5,00	\$ 31,76
Grúa	hora	1	\$ 9,11	5,00	\$ 45,57
				<b>Subtotal de Transporte:</b>	<b>\$ 77,34</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Numero</b>	<b>S.R.H</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Costo/U</b>
Ingeniero		1	\$ 9,24	4,50	\$ 41,56
Electricista		3	\$ 3,64	4,50	\$ 49,12
Guía (Morona Santiago)		1	\$ 3,64	4,50	\$ 16,38
Secretaria		1	\$ 3,64	1,50	\$ 5,46
				<b>Subtotal de Obra:</b>	<b>\$ 112,52</b>
				<b>Costo directo Total:</b>	<b>\$ 272,70</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Porcentaje</b>			
Global		30%			\$ 81,81
				<b>Costo Indirecto Total:</b>	<b>\$ 81,81</b>
				<b>Precio Unitario Total Calculado:</b>	<b>\$ 354,51</b>