

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON
TECNOLOGÍA MIKROTIK PARA EL I.S.P. JJSISTEMAS EN EL
CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA MORONA SANTIAGO”**

AUTOR:

SUQUI CARCHIPULLA KLEVER MAURICIO

DIRECTOR:

ING. MARCO CARPIO.

CUENCA – ECUADOR

DECLARACIÓN

Yo, Klever Mauricio Suqui Carchipulla, por medio del presente texto declaro bajo juramento que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad mía; que no han sido previamente presentados por ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Cuenca 3 de Agosto del 2010

Klever M. Suqui C.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Klever Mauricio Suqui Carchipulla bajo mi supervisión.

**Ing. Marco Carpio
DIRECTOR DE PROYECTO**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco...

...primeramente a Dios por brindarme su bendición en los momentos buenos y malos de mi vida.

...a mi familia, en especial a mi Papá y Mamá que gracias a su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional, me dieron la oportunidad de salir adelante.

... a mis amigos Gustavo, Pablo, Noé y Patricio quienes con sus enseñanzas me permitieron crecer personal y profesionalmente.

Klever M. Suqui C.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo....

...a mis padres Luz María Carchipulla y Ángel Efraín Suqui por enseñarme que no existen barreras imposibles de cruzar cuando se desea conseguir un objetivo.

... a Gustavo y a Pablo, que me permitieron ser parte de su vida personal y profesional, y por su puesto a su labor enfocada siempre al beneficio de la sociedad más necesitada.

...a mis amigos de toda la vida Xavier, Christian, Iván, William, y Wilmer con quienes compartí los más gratos momentos de mi vida.

Klever M. Suqui C.

CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS

1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
	1.1.1 RADIOFRECUENCIA.	2
	1.1.2 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.	2
	1.1.3 POLARIZACIÓN.....	2
	1.1.3.1 Tipos de Polarización.	3
	1.1.3.2 Usos de la Polarización.	3
	1.1.4 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS ONDAS DE RADIO.	4
	1.1.4.1 Reflexión Y Refracción De Ondas.....	4
	1.1.4.1.1 Reflexión y Transmisión.....	5
	1.1.4.1.2 Refracción.....	5
	1.1.4.1.3 Dispersión.....	6
	1.1.4.1.4 Difracción.....	6
	1.1.5 INTERFERENCIA DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS..	7
	1.1.6 ESPECTRO DE FRECUENCIAS.	8
	1.1.6.1 Transmisión y Recepción.	9
	1.1.7 USOS DE LA RADIOFRECUENCIA.....	9
1.2	CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE ENLACES.	10
	1.2.1 PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.....	10
	1.2.2 SISTEMAS DE RADIOTRANSMISORES INALÁMBRICAS.....	11
	1.2.3 LÍNEA DE VISTA DIRECTA.	12
	1.2.3.1 La Zona de Fresnel.	12
	1.2.3.2 Energía.....	13
	1.2.3.2.1 Cálculo en dBs.	14

1.2.4 VENTAJAS DE UN ENLACE INALÁMBRICO.	15
1.2.5 ESTRUCTURA DE UN RADIO ENLACE.	16
1.2.6 CONCEPTOS DE DISEÑO.....	17
1.2.7 TIPOS DE ENLACES INALAMBRICOS.....	18
1.2.7.1 Enlaces Punto – Punto (Equipos Mikrotik).....	18
1.2.7.2 Enlaces Punto – Multipunto (Equipos Mikrotik).	19
1.2.7.3 Conexión De Rejilla O Malla.....	20
1.2.7.4 Distribución De Acceso Inalámbrico (HotSpot).....	20
1.2.8 SISTEMAS DE MICROONDAS.	21
1.2.9 RADIOCOMUNICACIONES POR SATÉLITE.	21
1.3 EQUIPOS (CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS).	22
1.3.1 ROUTERS INALÁMBRICOS MIKROTIK.	23
1.3.1.1 Routerboard 433AH Mikrotik.....	23
1.3.1.2 RouterBOARD 411/411A MIKROTIK.	26
1.3.2 POE POWER 24V- 0.83A 20W FOR MIKROTIK.....	27
1.3.3 MINIPCI CARD.	28
1.3.3.1. MiniPCI R52H.	28
1.3.4 PIGTAILS.	29
1.3.4.1 Recomendaciones Para la construcción de un Pigtail. .	30
1.3.5 ANTENAS.	30
1.3.5.1 Antena - Hyperlink Wireless 32 DB 5.1 TO 5.8 GHZ MODEL HG5158DP-32D.	34
1.3.5.2 Antena Grilla HYPERLINK HG5827G 27 dBi 5.8 GHZ.	34
1.4 FUNCIONAMIENTO EQUIPOS.	36
1.4.1 TRANSITORIOS E INTERFERENCIAS.	36
1.4.2 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS.	37
1.4.3 FUNCIONAMIENTO TRANSMISOR.	38

1.4.4 FUNCIONAMIENTO RECEPTOR.....	38
1.5 EQUIPOS DE ENERGÍA DE SOPORTE.	39
1.5.1 INFORMACIÓN PRÁCTICA.	39
1.5.2 TIPOS DE UPS.	39
1.5.3 COMPONENTES TÍPICOS DE LOS UPS.	40
1.5.4 APC BACK-UPS RS 1500VA LCD 120V.	42
1.6 FUNCIONAMIENTO SOFTWARE (CONFIGURACIÓN EQUIPOS MIKROTIK).	42
1.6.1 SOFTWARE ROUTEROS.	43
1.6.1.1 Winbox.....	43
1.6.1.1.1 Opciones Winbox.	44
1.6.1.1.2 Winbox Características Router.	45
1.6.2 MIKROTIK ROUTEROS – ENLACES PUNTO- PUNTO....	47
1.6.2.1 Configuración AP.	47
1.6.2.2 Configuración Estación.	49
1.6.2.3 Configuración Bridge.	50
1.7 FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARES.....	51
1.7.1 RADIO MOBILE 10.....	51
1.7.2 SIMULACIÓN DE UN ENLACE USANDO RADIO MOBILE.	52
1.7.2.1 Estableciendo cada Unit	54
1.7.2.2 The network Properties.	55
1.7.2.2.1 Parameters.....	55
1.7.2.2.2 Topología.	56
1.7.2.2.3 Membership.....	57
1.7.2.2.4 System.	57
1.7.2.3 Radio Link.....	58
1.7.2.3.1 RMPATH.....	59

1.7.2.3.2 Notepad.....	60
1.7.2.3.3 Google Earth.....	60
1.8 ANÁLISIS FINANCIERO (COSTO BENEFICIO).....	61
1.8.1 DESCRIPCIÓN EQUIPOS TRANZEO TR-5PLUS	61
1.8.2 DESCRIPCIÓN EQUIPOS MOTOROLA CANOPY 5700BHRF20DD.	62
1.8.3 DESCRIPCIÓN EQUIPOS MIKROTIK.....	64
1.8.4 TABLA DE RESUMEN	65
1.8.5 PRESUPUESTO.....	66
1.9 RECONOCIENDO DE SECTORES INTERMEDIOS DEL ENLACE PRINCIPAL.....	70

CAPITULO 2: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 INTRODUCCION.....	71
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED.....	72
2.2.1 COMPONENTES DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES	73
2.2.2 ARQUITECTURA DE UNA RED.....	73
2.2.2.1 Redes Comutadas.	73
2.2.2.2 Redes de Difusión.....	75
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES	76
2.2.4 CANALES.	78
2.2.4.1 Canales Guiados.....	78
2.2.4.2 Canales No Guiados.....	79
2.2.5 NODOS.....	79
2.2.6 COMUNICACIÓN EN RED.	81

2.2.6.1 Protocolos.....	82
2.2.6.1.1 Protocolo TCP/IP.....	83
2.2.6.1.2 Direcciones IP.....	84
2.2.6.1.3 Clases de Redes	86
2.2.7 RED AMAPUNGO - GUALAQUIZA.....	87
2.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INTERMEDIOS DE LA RED....	88
2.3.1 CERRO AMAPUNGO.....	88
2.3.2 CERRO HUALLIL.	89
2.3.3 CERRO CHURUCO.	89
2.3.4 CERRO GUAYUSAL.	90
2.3.5 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LA RED.	91
2.4 DISEÑO DE LOS ENLACES.....	91
2.4.1 ENLACE AMAPUNGO – HUALLIL.	92
2.4.2 ENLACE HUALLIL – CHURUCO.....	93
2.4.3 CHURUCO-GUAYUSAL.....	94
2.4.4 MARCO LEGAL.....	95
2.4.4.1 Entidades Reguladoras del Estado.....	95
2.4.4.2 Requisitos Legales para la Legalización de los Nodos..	96
2.4.4.2.1 Formularios para Legalización de los Enlaces	96
2.5 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR.....	97
2.5.1 ANTENAS PARABÓLICAS.....	98
2.5.2 PIGTAIL.	99
2.5.2.1 Construcción De Un Pigtail.....	100
2.5.3 EQUIPOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN.	103
2.5.4 CABLE UTP, STP Y FTP.....	104
2.5.4.1 Cable De Par Trenzado No Apantallado (Utp, Unshielded Twisted Pair).....	104

2.5.4.2 Cable De Par Trenzado Apantallados (Stp, Kshielded Twisted Pair).....	105
2.5.4.3 Cable De Par Trenzado Con Pantalla Global (Ftp, Foiled Twisted Pair).	105
2.5.5 CONECTORES RJ49.	105
2.5.6 SOPORTES.....	107
2.5.7 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	107
2.5.7.1 Las Cajas Herméticas.....	108
2.5.7.2 Armarios Metálicos.	108
2.6 CÁLCULO DE LOS ENLACES.....	109
2.6.1 CÁLCULO ENLACE AMAPUNGO-HUALLIL.....	109
2.6.2 CÁLCULO ENLACE HUALLIL – CHURUCO.....	114
2.6.3 CÁLCULO ENLACE CHURUCO – GUAYUSAL.....	118
2.7 SIMULACIÓN DE LOS ENLACES.	122
2.7.1 SIMULACIÓN ENLACE AMAPUNGO-HUALLIL.	122
2.7.2 SIMULACIÓN ENLACE HUALLIL – CHURUCO.....	123
2.7.3 SIMULACIÓN ENLACE CHURUCO – GUAYUSAL.	124
2.8 ANÁLISIS DEL BENEFICIO DE LA INSTALACIÓN.	126
2.8.1 BENEFICIO PARA LA COMUNIDAD.	127
2.9 MONTAJE DE LOS EQUIPOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS.	128
2.9.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN TORRES DE TELECOMUNICACIONES.	128
2.9.2 INSTALACIÓN: PELIGROS QUE SE DEBEN CONSIDERAR.	130
2.9.3 INSTALACIÓN DE LA RED AMAPUNGO- GUAYUSAL.	131
2.9.3.1 Instalación Amapungo.....	136
2.9.3.2 Instalación Huallil.....	137

2.9.3.3 Instalación Churuco.	138
2.9.3.4 Instalación Guayusal.	139
2.10 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS.....	140
2.10.1 RED AMAPUNGO-GUAYUSAL	140
2.10.1.1 Equipo Amapungo.....	140
2.10.1.2 Equipo Huallil	146
2.10.1.3 Equipo Churuco.....	151
2.10.1.4 Equipo Guayusal.....	157
2.10.2 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ENLACES.	161
2.10.2.1 Comprobación del enlace Amapungo – Huallil.	162
2.10.2.2 Comprobación del enlace Huallil – Churuco.	162
2.10.2.3 Comprobación del enlace Churuco – Guayusal.....	163
2.11 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS (USUARIOS FINALES)...	164
2.11.1 CONFIGURACIÓN NANOSTATION PARA USUARIOS FINALES.....	164
2.11.2 CONFIGURACIÓN PARA CONTROL Y MONITOREO DE ANCHO DE BANDA PARA CLIENTES DE UN ISP.....	169
2.11.3 QUEUES.....	171
2.11.3.1 Simple Queues.	171
2.11.3.2 Queues Tree.....	173

CAPITULO 3: VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS FINALES

3.1 INTRODUCCIÓN.....	175
3.2 CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LOS EQUIPOS.	176
3.2.1 AJUSTE COMPONENTES.....	176

3.2.1.1 Problemas con las Antenas y Pigtails.....	177
3.2.1.2 Inconvenientes Frecuencia y Potencia de Transmisión.	
178	
3.2.2 INCONVENIENTES CON LAS ALTERNATIVAS EN LA CONFIGURACIÓN.....	179
3.2.2.1 WDS (Wireless Distribution System).....	180
3.2.2.2 Enlace Inalámbrico con bridge Transparente usando WDS.	181
3.2.2.3 Configuración en el Access Point.	181
3.2.2.4 Configuración en la Estación.....	184
3.2.3 MEJORANDO EL DESEMPEÑO DEL ENLACE: NSTREME.	185
3.3 APLICACIONES PARA CORROBORAR EL FUNCIONAMIENTO DE UN ENLACE	187
3.3.1 EL PING.....	187
3.3.2 TRACEROUTE.....	189
3.3.3 BANDWIDTH TEST.....	190
3.3.4 FORMAS DE INGRESAR AL EQUIPO MIKROTIK.	192
3.3.4.1 Acceso Vía Winbox.....	193
3.3.4.2 Acceso Vía Webbox.	194
3.3.4.3 Acceso Vía SSH.	195
3.3.4.4 Acceso Vía Telnet.....	197
3.3.4.5 Problemas de Seguridad y SSH.	197
3.4 ANÁLISIS DE TRÁFICO.	199
3.5 AFINAMIENTO DEL SISTEMA.....	202

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

4.1	CONCLUSIONES	204
4.2	RECOMENDACIONES	207
4.3	BIBLIOGRAFÍA	208

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Tipos de Polarización [21]	3
Figura 2. Los rayos incidente y reflejado se encuentran en el mismo plano, que es perpendicular al de incidencia, y forman un mismo ángulo con la normal en el punto de incidencia.	5
Figura 3. Los rayos incidente y refractado están situados en un mismo plano, que es perpendicular al de la superficie de separación entre los medios. Los ángulos que determinan la dirección de propagación guardan entre sí una relación regida por la ley de Snell.	6
Figura 4. Difracción a través de una ranura pequeña.	7
Figura 5. Interferencia de ondas: constructiva (izquierda) y destructiva (derecha). [22]	8
Figura 6. Esta división del ESPECTRO DE FRECUENCIAS fue establecida por el Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio (CCIR) en el año 1953. [23]	8
Figura 7. Longitud de onda, amplitud, y frecuencia.	8
Figura 8. Propagación de las ondas sobre la superficie terrestre [24]	10
Figura 9. La zona de Fresnel es bloqueada parcialmente en este enlace, aunque la línea visual (color Azul) no está obstruida.	13
Figura 10. Enlace Punto – Punto	18
Figura 11. Enlace Punto Multipunto	19
Figura 12. Conexión Malla.	20
Figura 13. RouterBOARD 433AH MIKROTIK	25
Figura 14. RouterBOARD 411A MIKROTIK	27
Figura 15. POE Power 20W para Mikrotik	27
Figura 16. MiniPCI card R52H	28
Figura 17. Patrón de radiación de una antena omnidireccional D-Link ANT24-0800	31
Figura 18. Patrón de radiación de una antena direccional	31
Figura 19. Antena Hypelink HG5158DP-32D – Especificaciones Técnicas	34
Figura 20. Antena Grilla Hypelink HG5827G– Especificaciones Técnicas	35
Figura 21. Conexión 24V con baterías de 6V (izquierda) y de 12V (derecha) ...	40
Figura 22. Conexión 12V	41

Figura 23. Conexión serie 48 V.	41
Figura 24. Características APC BACK-UPS RS 1500VA LCD 120V.	42
Figura 25. El sistema operativo RouterOS	43
Figura 26. Ventana Winbox Loader.	44
Figura 27. Ventana Winbox botón de identificación de Mainboard.	44
Figura 28. Ventana Winbox opción tools.	45
Figura 29. Ventana del Entorno de Trabajo.	46
Figura 30. Enlace Punto – Punto propuesto para el enlace Amapungo- Huallil.	47
Figura 31. Configuración AP.	48
Figura 32. Configuración Estación	49
Figura 33. Mapa Mundial – Radio Mobile.	51
Figura 34. Radio Mobile Animación 3D.	52
Figura 35. Ventana para iniciar la configuración de la RED en Radio Mobile. .	52
Figura 36. Parámetros de la RED	53
Figura 37. Ventana para Exportar un determinado mapa.	53
Figura 38. Ventana para Exportar un determinado mapa.	53
Figura 39. Mapa exportado del Internet	54
Figura 40. Ventana para ingresar los parámetros de un Nodo.	54
Figura 41. Nodo de un Enlace.	55
Figura 42. Propiedades de la red (Parameters)	56
Figura 43. Propiedades de la red (Topología)	57
Figura 44. Propiedades de la red (Membership)	57
Figura 45. Propiedades de la red (System)	58
Figura 46. Perfil de Enlace.	58
Figura 47. Ventana para elegir el tipo de export path	59
Figura 48. Export RMPATH	59
Figura 49. Export Notepad	60
Figura 50. Export Google Earth	60
Figura 51. Equipo de radio difusión Tranzeo.	61
Figura 52. Proforma con equipos Tranzeo.	62
Figura 53. Equipo de radio difusión Motorola Canopy	63
Figura 54. Proforma con equipos Motorola Canopy.	63
Figura 55. Proforma con equipos Mikrotik	65

Figura 56. Red conmutada. Enlace dedicado(a) y enlace compartido (b)	74
Figura 57. Conmutación de paquetes.	74
Figura 58. Conmutación de circuitos.	74
Figura 59. Red de Anillo	75
Figura 60. Conexión Proveedor Usuario	76
Figura 61. Red local, red urbana, red metropolitana.	77
Figura 62. Red Nacional.	77
Figura 63. Canal no guiado: Radio - Enlace	79
Figura 64. Formato típico de un paquete.	80
Figura 65. Esquema Red Clase A	86
Figura 66. Esquema Red Clase B	86
Figura 67. Esquema Red Clase C	87
Figura 68. Cerro Amapungo (Google Earth)	88
Figura 69. Cerro Huallil (Google Earth)	89
Figura 70. Cerro Churuco (Google Earth)	90
Figura 71. Cerro Guayusal (Google Earth)	90
Figura 72. Diagrama Esquemático de la Infraestructura	91
Figura 73. Esquema del Enlace Amapungo - Huallil	92
Figura 74. Esquema del Enlace Huallil-Churuco	93
Figura 75. Esquema del Enlace Huallil-Churuco	94
Figura 76. Diagrama de Radiación Antena de Plato	99
Figura 77. Diagrama de radiación de la antena Grilla.	99
Figura 78. Pigtail UFL (a) y Pigtail N-Macho a N-Macho (b)	100
Figura 79. Esquema básico de un Pigtail	100
Figura 80. Conector N-Macho	101
Figura 81. Cable RG8-U (Catálogo Cables Coaxiales)	102
Figura 82. Preparado del Cable RG8-U para el conector.	102
Figura 83. Componentes necesarios de un nodo para la transmisión y la recepción.	104
Figura 84. Configuración Cable Directo (Izquierda) - Configuración Cable Cruzado (Derecha.)[26]	106
Figura 85. Conector RJ49	106
Figura 86. Soporte utilizado durante la implementación del enlace	107
Figura 87. DSE HI-BOX modelo Nice Box DS-000-1015.	108

Figura 88. Instalación del Mainboard sobre la caja hermética.	108
Figura 89. Armarios Metálicos. (http://www.rhona.cl/prontus_catalogo)	109
Figura 90. Enlace entre AMAPUNGO y HUALLIL.	109
Figura 91. Acimut Geográfico del enlace Amapungo-Huallil.	112
Figura 92. Enlace entre HUALLIL y CHURUCO	114
Figura 93. Acimut Geográfico del enlace Huallil-Churuco.	116
Figura 94. Enlace entre CHURUCO-GUAYUSAL	118
Figura 95. Acimut Geográfico del enlace Churuco –Guayusal.	121
Figura 96. Simulación Enlace Amapungo-Huallil.	122
Figura 97. Simulación Enlace Amapungo-Huallil (RMP Export).	123
Figura 98. Simulación Enlace Amapungo-Huallil (Google Earth Export).	123
Figura 99. Simulación Enlace Huallil-Churuco.	123
Figura 100. Simulación Enlace Huallil-Churuco (RMP Export).	124
Figura 101. Simulación Enlace Huallil-Churuco (Google Earth Export).	124
Figura 102. Simulación Enlace Churuco-Guayusal.	124
Figura 103. Simulación Enlace Churuco-Guayusal (RMP Export).	125
Figura 104. Simulación Enlace Churuco-Guayusal (Google Earth Export).	125
Figura 105. Punto de anclaje de la línea de Vida. [13]	129
Figura 106. Sistema de Riel. [13]	129
Figura 107. Plataforma de Descanso (a), Plataforma de Trabajo (b). [13]	130
Figura 108. Routerboard 411AH asignado al Cerro Amapungo.	132
Figura 109. Antena de Plato de 32 dBis.	133
Figura 110. Antena de Grilla de 27 dBis.	134
Figura 111. Fotos Instalación Amapungo (1).	136
Figura 112. Fotos Instalación Amapungo (2).	136
Figura 113. Fotos Instalación Huallil (1).	137
Figura 114. Fotos Instalación Huallil (2).	137
Figura 115. Fotos Instalación Churuco (1).	138
Figura 116. Fotos Instalación Churuco (2).	138
Figura 117. Fotos Instalación Churuco (3).	139
Figura 118. Fotos Instalación Guayusal (3).	139
Figura 119. Equipo en Amapungo.	141
Figura 120. Configuración del Bridge Nodo Amapungo.	142
Figura 121. Configuración de las direcciones IP (Nodo Amapungo)-	142

Figura 122. Configuración del Gateway (Nodo Amapungo).	142
Figura 123. Configuración del Security Profile (Nodo Amapungo).	143
Figura 124. Configuración de la Interfaz Inalámbrica (Nodo Amapungo).....	143
Figura 125. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Amapungo).	144
Figura 126. Parámetros Nstream en un AP (Nodo Amapungo).	145
Figura 127. Parámetros SNMP (Nodo Amapungo).	146
Figura 128. Ingreso Vía SSH al equipo del Huallil.	146
Figura 129. Configuración del Bridge (Nodo Huallil).	147
Figura 130. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Huallil)....	148
Figura 131. Configuración del Security Profile (Nodo Huallil).	148
Figura 132. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Huallil).	149
Figura 133. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Huallil).	149
Figura 134. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Huallil).	150
Figura 135. Parámetros Nstream en una Estación y en un AP (Nodo Huallil). .	151
Figura 136. Parámetros SNMP (Nodo Huallil).	151
Figura 137. Ingreso Vía SSH al equipo del Churuco.	152
Figura 138. Configuración del Bridge (Nodo Churuco).	152
Figura 139. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Churuco). .	153
Figura 140. Configuración del Security Profile (Nodo Churuco).	153
Figura 141. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Churuco). ..	154
Figura 142. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Churuco). ...	154
Figura 143. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Churuco).	155
Figura 144. Parámetros Nstream en una Estación y en un AP (Nodo Churuco). ..	156
Figura 145. Parámetros SNMP (Nodo Churuco).	156
Figura 146. Ingreso Vía SSH al equipo del Guayusal.	157
Figura 147. Configuración del Bridge (Nodo Guayusal).	158
Figura 148. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Guayusal). 158	
Figura 149. Configuración del Security Profile (Nodo Guayusal).	158
Figura 150. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Guayusal). ..	159
Figura 151. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Guayusal). ..	159
Figura 152. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Guayusal).	160

Figura 153. Parámetros Nstream en una Estación (Nodo Guayusal).	161
Figura 154. Parámetros SNMP (Nodo Nodo Guayusal).	161
Figura 155. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.	162
Figura 156. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Amapungo – Huallil. ..	162
Figura 157. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.	163
Figura 158. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Huallil – Churuco.	163
Figura 159. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.....	163
Figura 160. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Churuco-Guayusal.	164
Figura 161. NanoStation5 (Catálogo).	165
Figura 162. Ventana Main, Nano Station.	165
Figura 163. Ventana Link Setup, NanoStation.	166
Figura 164. Ventana Network, Nano Station.	166
Figura 165. Ventana Advanced, NanoStation.	167
Figura 166. Ventana Services, NanoStation.	167
Figura 167. Configuración System del NanoStation.	168
Figura 168. NAT de un RED.	169
Figura 169. Asignación de las Ips a una interfaz.	170
Figura 170. Equipos Registrados (Clientes).	170
Figura 171. Creación de un Simple Queues (Para monitoreo y control de un cliente).	172
Figura 172. Lista de Simple Queues (Clientes por ancho de banda).	172
Figura 173. Mangle (Marcado de paquetes).....	173
Figura 174. Creación de un Queues Tree (Prioridades para el acceso al Internet)...	174
Figura 175. Lista de Prioridades - Queues Tree (Reglas de Subida Marco Azul y Reglas de Bajada Marco rojo).	174
Figura 176. Cuadro de equipos Registrados en un nodo.	177
Figura 177. Lista de frecuencias en el Canal de 5.8 GHz.	178
Figura 178. Configuración Manual de la Frecuencia del la MiniPCI.	179
Figura 179. Configuración Bridge Transparente.	181

Figura 180. Configuración Bridge Transparente asignación de la interfaces que pertenecerán al bridge.	182
Figura 181. Configuración de la interfaz inalámbrica.	182
Figura 182. Configuración del modo WDS.	183
Figura 183. Asignación de una dirección IP al Bridge.	183
Figura 184. Asignación de los puertos que estarán unidos al Bridge.	184
Figura 185. Configuración de la interfaz inalámbrica (Estación).	184
Figura 186. Comprobación del registro de los equipos.	185
Figura 187. Configuración del Nstream.	186
Figura 188. Bandwidth Test.	186
Figura 189. PING.	188
Figura 190. Ping hacia el equipo desde Amapungo hacia el Huallil.	189
Figura 191. Traceroute.	190
Figura 192. Ventana configuración Bandwidth test.	191
Figura 193. Bandwidth test hacia el equipo del Huallil desde Amapungo.	192
Figura 194. Winbox.	193
Figura 195. Webbox (Ingreso por Http).	194
Figura 196. Entorno de configuración en Webbox (Interfaz inalámbrica).	194
Figura 197. Entorno de configuración en Webbox (Interfaces).	195
Figura 198. SSH.	196
Figura 199. Ingreso por Telnet.	198
Figura 200. Ingreso por SSH (Gráficos de Tráfico).	199
Figura 201. Ingreso por SSH (Gráficos de Tráfico por Interfaz).	200
Figura 202. Gráficos de Tráfico (consumo diario).	200
Figura 203. Gráficos de Tráfico (consumo semanal).	201
Figura 204. Gráficos de Tráfico (consumo mensual).	201
Figura 205. Gráficos de Tráfico (consumo anual).	201
Figura 206. Rango de frecuencias disponibles para la interfaz inalámbrica.	202

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Escala del espectro electromagnético ordenada en función de las longitudes de onda	2
Tabla 2. Pérdidas de en dB/m según el tipo de cable [25]	30
Tabla 3. Tabla de comparación de Equipos	65
Tabla 4. Presupuesto (detalle gastos materiales).....	67
Tabla 5. Presupuesto (detalle gastos mano de obra)	68
Tabla 6. Presupuesto (detalle gastos personales)	69
Tabla 7. Tipos de Canales Guiados y Taza de Transmisión	78
Tabla 8. Modelo TCP/IP	83

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Debido al fácil acceso en la actualidad de la tecnología, se propone la opción de trabajar en la reestructuración de redes ya presentes, mediante equipos nuevos que brinden garantía de servicio, seguridad en la conexión y eficiencia, sí bien es cierto existe gran disponibilidad de equipos que permiten la implementación de este tipo de redes, estos generalmente se limitan a cierto rango de frecuencia, potencia, distancia, razón por la cual la propuesta se enfoca en la implementación de una red con tecnología MIKROTIK para futuros estudios comparativos con redes actuales. Sin embargo antes de iniciar con la elección de los equipos a implementar, es vital importancia, definir claramente que tipo de información es la que se desea tratar por dicho enlace, cuantos nodos serán necesarios y su ubicación para que la información llegue a su destino sin dificultad, y que tipo de enlace es el más adecuado entre cada nodo.

En el presente capítulo se redactará, los diferentes tipos de enlaces, los equipos Mikrotik ha utilizar en la conexión, su software y respectiva configuración, las medidas de seguridad y los equipos de respaldo para su protección. Para garantizar el correcto funcionamiento del enlace, y la ubicación de cada uno de los puntos que lo conforman, es necesario simularlo previamente, para ello utilizaremos el software conocido como RADIO MOBILE, que al igual como se describieron cada uno de los equipos y su alcance, se lo hará con cada aplicación de dicho software.

Finalmente se realizará una comparación con otros equipos que permiten establecer el mismo tipo de enlace, para poder demostrar la calidad y capacidad de los equipos a instalar, garantizando en la futura implementación los mayores beneficios y servicios, tanto para el proveedor como directamente a la comunidad.

1.1.1 RADIOFRECUENCIA.

El término radiofrecuencia, conocido también como espectro de radiofrecuencia o RF, hace referencia a un rango energético del espectro electromagnético que trabaja entre los 3Hz y 300GHz. Para conseguir la transmisión de una onda electromagnética es necesario de aplicar una corriente alterna originado en un generador hacia una antena.

1.1.2 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

La forma de propagación de las ondas electromagnéticas se genera por la aceleración de una carga eléctrica. Estas viajan a una velocidad cercana a los 300.000 km/s, sin embargo cuando esta viaja a través de la materia las velocidades que alcanza son mucho menores; a mayor densidad menor velocidad.

La radiación electromagnética se propaga por el universo como ondas interactivas de campos eléctricos y magnéticos; y se puede ordenar en un espectro que va desde ondas de frecuencias elevadas hasta ondas con frecuencia muy bajas.

Ondas	Radio AM	Onda Corta	Radio FM	Microondas	Infrarrojos	Ultravioleta	Rayos x	Rayos Gamma
λ(cm)	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	3	10^{-3}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}

Tabla 1. Escala del espectro electromagnético ordenada en función de las longitudes de onda.

1.1.3 POLARIZACIÓN.

Es aquel fenómeno que se produce cuando el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización. Este plano puede definirse por dos vectores, uno de ellos paralelo a la dirección de propagación de la onda y otro perpendicular a esa misma dirección el mismo que indica la dirección del campo eléctrico.

1.1.3.1 Tipos de Polarización.

Como se describió anteriormente la polarización está definida por la trayectoria que describe el campo eléctrico o magnético sobre un plano, en función de esto la polarización se clasifica en: polarización lineal, circular, elíptica. En el siguiente gráfico se ilustra de mejor manera dicha clasificación, en donde el campo eléctrico está representado por el color azul, los componentes X, Y por el color rojo y verde, el eje vertical representa el tiempo, y el color púrpura es la trayectoria que describe el vector en el plano. (Figura.1)

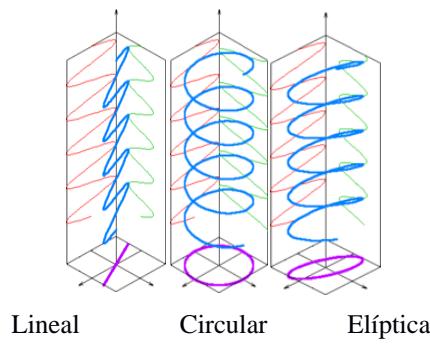


Figura 1. Tipos de Polarización [21]

1.1.3.2 Usos de la Polarización.

Cada vez que se realiza un radioenlace, necesitamos el uso de antenas para conseguir un mayor alcance para la señal a emitir, sin embargo en el momento de instalarlas nos encontramos con la posibilidad de elegir entre una polarización horizontal o vertical, la diferencia está prácticamente que cuando se alinea verticalmente (el trozo de alambre recto), los electrones sólo se mueven de arriba a abajo, no hacia los lados (porque no hay lugar hacia donde moverse) y por consiguiente los campos eléctricos sólo apuntan hacia arriba o hacia abajo verticalmente. El campo que abandona el alambre y viaja como una onda tiene una polarización estrictamente lineal (y en este caso vertical). Por otra parte la polarización horizontal tendremos un movimiento de los electrones de izquierda a derecha, por lo tanto el campo que abandona el alambre viaja como una onda con polarización lineal horizontal.

Cabe señalar que cuando se alinean dos antenas, así consigamos los mejores niveles de señal, y si estas no se encuentran polarizadas correctamente, no podremos transmitir información por el enlace.

1.1.4 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS ONDAS DE RADIO.

El comportamiento de las ondas dependerá del medio de transmisión, del tipo de información que se deseé enviar, y de los equipos a utilizar. En resumen las características principales de las ondas de radio son:

- La distancia que pueden llegar a recorrer, ya que dependerá de la potencia del equipo transmisor.
- La cantidad de información que se podrá transmitir, esto dependerá de la cantidad de ondas que puedan entrar en un periodo de un segundo (frecuencia). Cuanto más rápida sea la oscilación o ciclo de la onda, mayor cantidad de información puede transportar,
- Cuando más corta sea la onda más alta será su frecuencia.
- Las ondas con longitudes de onda más larga tienden a viajar más lejos que las que tienen longitudes de onda más cortas.
- Las ondas más largas rodean los obstáculos. La distancia que una onda puede viajar depende de la relación entre la longitud de onda de la misma y el tamaño de los obstáculos en su camino de propagación.

1.1.4.1 Reflexión Y Refracción De Ondas.

Si bien es cierto las ondas electromagnéticas pueden viajar en el vacío, pero por lo general estas se propagan por un medio que puede ser elástico u homogéneo. Cuando las ondas viajan a través de un medio inicial, su trayectoria se ve afectada, produciéndose así los efectos conocidos como reflexión, refracción y dispersión de ondas.

1.1.4.1.1 Reflexión y Transmisión.

Cuando una onda viaja, y esta se encuentra con otro tipo de superficie la mayor parte de la onda incidente se refleja sobre dicha superficie se conoce como reflexión. La reflexión puede ser de dos tipos: **especular** cuando la superficie de incidencia es lisa (el ángulo de incidencia es igual al reflejado), y **difusa** cuando la superficie de incidencia tiene imperfecciones. La reflexión y transmisión de perturbaciones oscilatorias es común tanto a las ondas mecánicas como a la luz y ondas electromagnéticas.

Las dos leyes que resumen el fenómeno de la reflexión con respecto al medio de separación son:

1. Cada rayo de la onda incidente y el rayo correspondiente de la onda reflejada están contenidos en un mismo plano, que es perpendicular a la superficie de separación entre los dos medios en el punto de incidencia.
2. El ángulo que forman el rayo incidente y el rayo reflejado con la recta perpendicular a la frontera son iguales. Estos ángulos se conocen, respectivamente, como **ángulo de incidencia** y **ángulo de reflexión** (Figura 2).

Es decir:

$$\alpha_i = \alpha_r$$

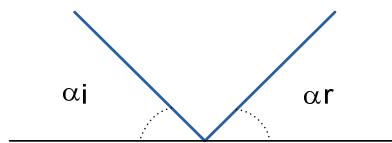


Figura 2. Los rayos incidente y reflejado se encuentran en el mismo plano, que es perpendicular al de incidencia, y forman un mismo ángulo con la normal en el punto de incidencia.

1.1.4.1.2 Refracción.

Durante la transmisión de una onda cuando esta se encuentra con un segundo medio, parte de la onda se refleja, y resto es absorbida por el segundo medio (onda refractada), a este fenómeno se conoce con el nombre de refracción, resumiendo tenemos que la refracción se rige por dos leyes principales:

1. Cada rayo de la onda incidente y el rayo correspondiente de la onda refractada forman un plano que es perpendicular a la superficie de separación entre los medios en el punto de incidencia.
2. El ángulo que forma el rayo refractado con la normal, llamado ángulo de refracción, está relacionado con el ángulo de incidencia por una fórmula denominada **ley de Snell**, (1580-1626). Expresada matemáticamente (Figura. 3), esta ley indica que:

$$n_1 \operatorname{sen} \alpha_i = n_2 \operatorname{sen} \alpha_r$$

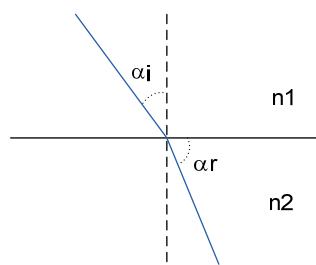


Figura 3. Los rayos incidente y refractado están situados en un mismo plano, que es perpendicular al de la superficie de separación entre los medios. Los ángulos que determinan la dirección de propagación guardan entre sí una relación regida por la ley de Snell.

1.1.4.1.3 Dispersión.

La velocidad de la luz en un medio dado depende de la longitud de onda. De este modo, al incidir sobre una superficie de separación con un mismo ángulo de incidencia, se refracta con un ángulo de refracción diferente para cada longitud de onda (y, por tanto, para cada frecuencia, que determina el color). Así, si se hace incidir un haz de luz blanca sobre una superficie de separación, cada color de la luz se refracta con un ángulo diferente, para formar un efecto de arco iris. Este fenómeno se denomina **dispersión** de la luz.

1.1.4.1.4 Difracción.

Difracción es el comportamiento de las ondas cuando al incidir en un objeto dan la impresión de doblarse. Es el efecto de “ondas doblando las esquinas”.

Imagine una onda en el agua viajando en un frente de onda plano, tal como una ola llegándose a una playa oceánica. Ahora ponemos en su camino una barrera sólida, como una cerca de madera, para bloquearla. Luego practicamos una estrecha rendija en esa pared, como una pequeña puerta. Desde esta abertura va a comenzar una onda circular, y por supuesto va a alcanzar puntos que están en una línea directa detrás de esa abertura, pero también a ambos lados de ella. Si miramos este frente de onda, y pudiera ser también una onda electromagnética, como un haz de luz, sería difícil explicar cómo logra alcanzar puntos que están ocultos por una barrera. Este fenómeno se puede apreciar mejor en la figura 5

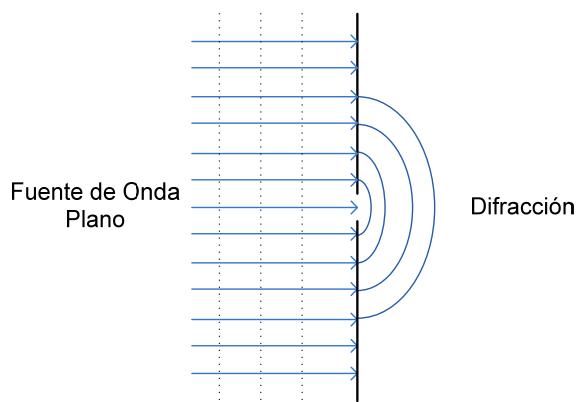


Figura 4. Difracción a través de una ranura pequeña.

Se debe tener en cuenta que en la difracción se genera una pérdida de potencia, la potencia de la onda difractada es significativamente menor que el frente de onda que la provoca. Pero en algunas aplicaciones muy específicas, se puede aprovechar el efecto de difracción para rodear obstáculos.

1.1.5 INTERFERENCIA DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

“Es fenómeno se produce cuando dos ondas de la misma frecuencia avanzan más o menos en la misma dirección y tienen una diferencia de fase que permanece constante en el transcurso del tiempo, pueden combinarse de tal manera que su energía no se distribuye uniformemente en el espacio, sino que es máxima en ciertos puntos y mínima en otros.”¹¹ Figura. 5

¹ http://soko.com.ar/Fisica/Onda_electromagnetica.htm

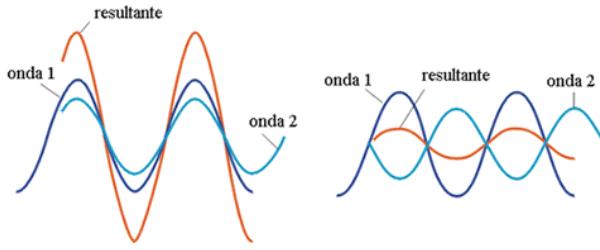


Figura 5. Interferencia de ondas: constructiva (izquierda) y destructiva (derecha). [22]

1.1.6 ESPECTRO DE FRECUENCIAS.

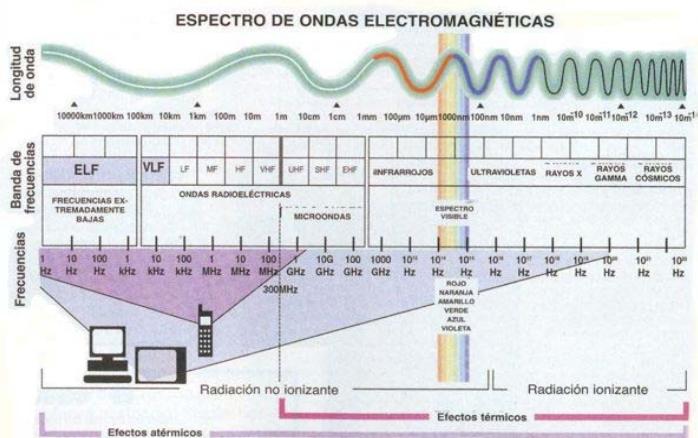


Figura 6. Esta división del ESPECTRO DE FRECUENCIAS fue establecida por el Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio (CCIR) en el año 1953. [23]

Los múltiples sistemas radio eléctricos existentes en nuestro medio operan sobre un único rango de frecuencias, y para poder tener acceso a él es necesario obtener un permiso previo, a la entidad encargada de administrar el espectro en cada país. Los sistemas radioeléctricos actuales pueden soportar varias interfaces permitiendo incorporar diferentes equipos de radioenlaces a una red ya instada. La información de un sistema de radioenlaces se difunde desde un transmisor hacia un receptor por medio de una frecuencia fija. Figura. 7

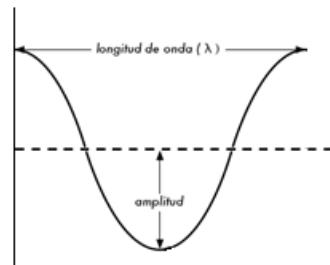


Figura 7. Longitud de onda, amplitud, y frecuencia.

1.1.6.1 Transmisión y Recepción.

Para conseguir la propagación de las ondas electromagnéticas, se sigue todo un proceso que inicia en el emisor cuya función es la de producir una onda portadora, en donde características son modificadas dependiendo del tipo de señal a transmitir, una vez que se ha propagado la onda a través de una frecuencia fija, el receptor capta la onda y la demodula con el fin de obtener así la señal original.

En el sistema de modulación de amplitud (AM), la señal (de baja frecuencia) se superpone a la amplitud de ondas hertzianas portadora (de alta frecuencia). En el sistema de modulación de frecuencia (FM), la amplitud de la onda portadora se mantiene constante, pero la frecuencia varía según la cadencia de las señales moduladoras. Este sistema permite eliminar parásitos e interferencias, y reproduce el sonido con mayor fidelidad.

1.1.7 USOS DE LA RADIOFRECUENCIA.

Originalmente los sistemas de radiofrecuencia se utilizaron para la comunicación naval, hoy en día, este término abarca muchas más aplicaciones entre las cuales se incluye las redes inalámbricas, comunicaciones móviles de todo tipo, y la radiodifusión.

A continuación describiremos más detalladamente en que aplicaciones se usa los sistemas de radio frecuencia.

➤ Audio

- Transmisión voz y servicios interactivos con el sistema de radio digital
- Servicios civiles y militares en alta frecuencia (HF) en la banda de Onda Corta, para comunicación con barcos en alta mar y con poblaciones o instalaciones aisladas y a muy largas distancias.
- Sistemas telefónicos celulares digitales para uso cerrado (policía, defensa, ambulancias, etc.) Distinto de los servicios públicos de telefonía móvil.

- Telefonía
- Vídeo
- Navegación
- Servicios de emergencia
- Transmisión de datos por radio digital

1.2 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE ENLACES.

Una vez conocido como se propaga las ondas en nuestro medio, debemos tener en cuenta algunas características con respecto a un enlace inalámbrico, desde que es, como funciona, y hasta los factores que debemos considerar para establecer un enlace.

1.2.1 PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.

La propagación a través del espacio dependerá de la superficie de la tierra, su forma y su constitución (mar, tierra cultivada, desierto, etc.), y la atmósfera, tanto la troposfera como la ionosfera. Figura. 8

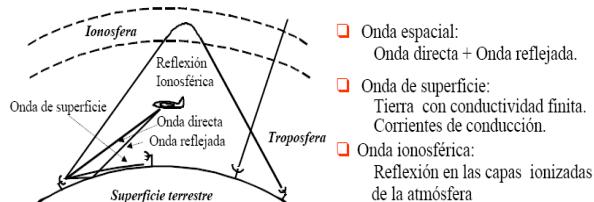


Figura 8. Propagación de las ondas sobre la superficie terrestre [24]

Cuando la señal se transmite esta viaja en todas direcciones, aunque la energía sigue la curvatura de la tierra, es decir que la propagación está relacionada directamente con la banda de frecuencia en la que se trabaja.

- En frecuencias inferiores a 30KHz, existe un mecanismo de propagación por guía-ondas tierra ionosfera.
- En frecuencias desde 10KHz y hasta 3 MHz el principal mecanismo de propagación utilizado es la onda de superficie.
- En frecuencias por encima de 3 MHz (1 MHz) y hasta unos 30 MHz el mecanismo fundamentalmente utilizado es la onda ionosférica.

- Por reflexión ionosférica se consiguen enlaces de hasta 4000 Km en un solo salto, y más por múltiples reflexiones ionosfera tierra (mar).
- En frecuencias por encima de unos 30 MHz, el principal mecanismo es la onda espacial.
- Debido a la curvatura de la superficie terrestre, a partir del horizonte el mecanismo posible de propagación son las ondas difractadas, que a estas frecuencias tienen alcances muy pequeños.
- A partir de 40 o 50 MHz la ionosfera no refleja las ondas electromagnéticas por lo que puede utilizarse para comunicaciones extraterrestres.

1.2.2 SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES INALÁMBRICAS.

La comunicación inalámbrica inicio con la postulación de las ondas electromagnéticas por James Cleck Maxwell (1860), la demostración de la existencia de estas ondas fueron confirmadas por Heinrich Rudolf Hertz (1880), y con la invención del telégrafo inalámbrico por Guglielmo Marconi. Pero no fue sino hasta el año de 1896 en donde se concedió la primera patente de comunicaciones inalámbricas a Guglielmo Marconi en el Reino Unido. Desde aquel momento, entonces el número de desarrollos en el campo de las comunicaciones inalámbricas tomaron ese sitio.

La comunicación inalámbrica fue un suceso novedoso y muy importante ya que este permitió cruzar barreras a la que las conexiones guiadas nos mantenían atadas, especialmente por las distancias que se podía conseguir con estas.

Un enlace inalámbrico es aquel que no necesita de un medio guiado para la transmisión de información, este presenta grandes ventajas frente a la conexión por cable, ya que su instalación puede llegar a lugares geográficos imposible para una red cableada, con la facilidad de transportar datos y voz.

En la actualidad las redes inalámbricas ofrecen igual o hasta mejor confiabilidad, calidad y velocidad en comparación con algunas conexiones de Internet vía satélite; estos enlaces se realizan desde un punto donde exista la posibilidad de contratar un acceso a Internet hasta el punto donde sea necesaria dicha conexión.

1.2.3 LÍNEA DE VISTA DIRECTA.

El término línea vista, a menudo abreviada como LOS (por su sigla en inglés, Line of Sight), es fácil de comprender cuando se habla acerca de la luz visible, si podemos ver un punto B desde un punto A donde estamos, tenemos línea de vista directa.

La línea visual que necesitamos para tener una conexión inalámbrica óptima desde un punto A hasta otro B, es más que simplemente una línea delgada e la que su forma es más bien la de un cigarro, un elipsoide. Su ancho puede ser descrito por medio del concepto de zonas de Fresnel.

1.2.3.1 La Zona de Fresnel.

La teoría exacta de las zonas de Fresnel es algo complicada. Sin embargo el concepto es fácilmente entendible, se sabe por el principio de Huygens que por cada punto de un frente de onda comienzan nuevas ondas circulares, por ende se sabe que los haces de microondas se ensanchan. También que las ondas de una frecuencia pueden interferir unas con otras. La teoría de zona de Fresnel simplemente examina a la línea desde A hasta B y luego al espacio alrededor de esa línea que contribuye a lo que está llegando al punto B. Algunas ondas viajan directamente desde A hasta B, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas. Consecuentemente, su camino es más largo, introduciendo un desplazamiento de fase entre los rayos directos e indirectos. Siempre que el desplazamiento de fase es de una longitud de onda completa, se obtiene una interferencia constructiva, las señales se suman óptimamente. Tomando este enfoque, y haciendo los cálculos, se encuentra con que hay zonas anulares alrededor de la línea directa de A hacia B que contribuyen a que la señal llegue al punto B. Tenga en cuenta que existen muchas zonas de Fresnel, pero a nosotros nos interesa principalmente la zona 1. Si ésta fuera bloqueada por un obstáculo, por ejemplo un árbol o un edificio, la señal que llegue al destino lejano será atenuada. Entonces, cuando planeamos enlaces inalámbricos, debemos asegurarnos de que esta zona va a estar libre de obstáculos. En la práctica en redes inalámbricas nos conformamos con que al menos el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre. Figura. 10

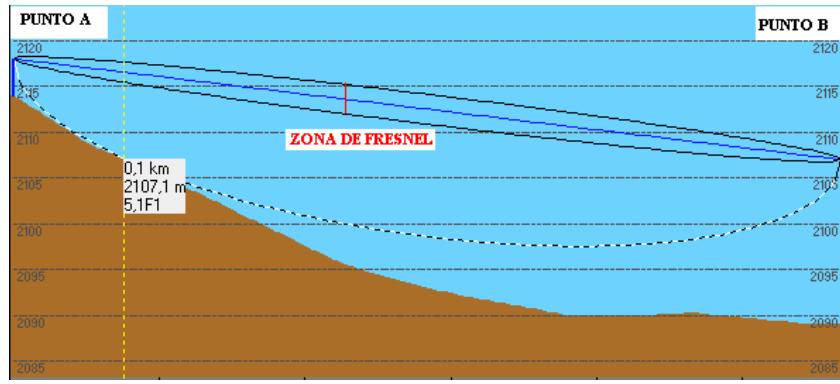


Figura 9. La zona de Fresnel es bloqueada parcialmente en este enlace, aunque la línea visual (color Azul) no está obstruida.

La siguiente ecuación es la fórmula para calcular la primera zona de Fresnel:

$$r = 17.31 * \text{sqrt}((d1 * d2) / (f * d))$$

Donde r es el radio de la primera zona en metros, $d1$ y $d2$ son las distancias desde el obstáculo a los extremos del enlace en metros, d es la distancia total del enlace en metros, y f es la frecuencia en MHz. Note que esta fórmula calcula el radio de la zona. Para calcular la altura sobre el terreno, debe sustraerse este resultado de una línea trazada directamente entre la cima de las dos torres.

1.2.3.2 Energía.

La potencia P es clave para lograr que los enlaces inalámbricos funcionen, se necesita cierto mínimo de potencia para que el receptor le dé sentido a la señal. Ahora vamos a discutir brevemente cómo se define y calcula la potencia P . El campo eléctrico se mide en V/m (diferencia de potencial por metro), la potencia contenida en él es proporcional al campo eléctrico al cuadrado, expresado en la ecuación.

$$P \approx E^2$$

En la práctica, medimos la potencia por medio de algún tipo de receptor, por ejemplo una antena y un voltímetro, un medidor de potencia, un osciloscopio, o inclusive una tarjeta inalámbrica y una computadora portátil. La potencia es proporcional al cuadrado del voltaje de la señal.

1.2.3.2.1 Cálculo en dBs.

La técnica sin duda más importante para calcular la potencia es por decibeles (dB). No hay física nueva en esto, es solamente un método conveniente que hace que los cálculos sean muy simples.

El decibel es una unidad sin dimensión, esto es, define la relación entre dos medidas de potencia. Se define como en la ecuación.

$$dB = 10 * \log(P1 / P0)$$

Donde P1 y P0 pueden ser de los dos valores cualesquiera que queremos comparar. Típicamente, en nuestro caso, se tratará de potencia.

Aquí hay algunos valores utilizados comúnmente que es importante recordar:

+3 dB = doble potencia

-3 dB = potencia media

+10 dB = orden de magnitud (10 veces la potencia)

-10 dB = un décimo de potencia

Además de los dBs a dimensionales, hay cierto número de definiciones relacionadas que están basadas en una referencia P0 fija. Los más relevantes para nosotros son:

dBm relativo a P0 = 1 mW

dBi relativo a una antena isotrópica ideal

Una antena isotrópica es una antena hipotética que distribuye uniformemente la potencia en todas direcciones. La antena que más se aproxima a este concepto es el dipolo, pero una antena isotrópica perfecta no puede ser construida en la realidad. El modelo isotrópico es útil para describir la ganancia de potencia relativa de una antena real.

1.2.4 VENTAJAS DE UN ENLACE INALÁMBRICO.

A continuación daremos a conocer algunas ventajas de este tipo de redes permitiendo comprender cuál es su alcance real.

- Accesibilidad: en la actualidad existen equipos que permiten enlazar zonas geográficas imposibles de llegar con una red cableada, o que simplemente resultaría costoso; permitiendo a un usuario final tener acceso a esta red, siempre y cuando se encuentre dentro del área de cobertura, lugar en donde se encuentran los equipos de difusión.
- Movilidad: especialmente para los usuarios que disponen de una línea celular, permitiéndoles acceder a la red, cuando este en movimiento y desde cualquier lugar siempre y cuando este en un lugar en donde haya cobertura.
- Productividad: El poder tener acceso a la información nos permite disminuir la brecha digital existente en algunos sectores. El Internet en la actualidad es una herramienta fundamental en cada negocio, porque esta no solo permite establecer una comunicación, sino que también la mayoría de transacciones se las hace a través del internet.
- Fácil Instalación: El hecho de no utilizar un medio guiado, la instalación se la puede realizar en un tiempo más corto, y por ende resultará más rentable.
- Escalabilidad: A medida que una empresa crece, necesita también ampliar su cobertura, como es el caso de los I.S.P. que generalmente su área de cobertura no se ve limitado, y conforme crecen pueden expandirse a otros sectores, con solo establecer el nuevo punto de enlace para poder llegar con el servicio al usuario que lo necesite.

- Seguridad: Las instalaciones inalámbricas son fáciles de monitorear, y por ende poseen seguridades sólidas, permitiendo únicamente al personal capacitado, poder acceder a estas.
- Costos: Con una red inalámbrica puede reducir los costes, ya que se eliminan o se reducen los costes de cableado durante los traslados configuraciones o expansiones.

1.2.5 ESTRUCTURA DE UN RADIO ENLACE.

Un radio enlace está constituido por estaciones terminales y repetidoras intermedias, con equipos transceptores, antenas y elementos de supervisión y reserva.

Además de las estaciones repetidoras, existen las estaciones nodales donde se demodula la señal y de la baja a banda base y en ocasiones se extraen o se insertan canales. Al tramo terminal estación nodal se lo denomina sección de conmutación y es una entidad de control, protección y supervisión.

En cuanto a los repetidores se los puede clasificar en activos o pasivos.

- **Activos:** En ellos se recibe la señal en la frecuencia de portadora y se la baja a una frecuencia intermedia (FI) para amplificarla y retransmitirla en la frecuencia de salida. No hay demodulación y son transceptores.
- **Pasivos:** Se comportan como espejos que reflejan la señal y se los puede dividir en pasivos convencionales, que son una pantalla reflectora y los pasivos back-back, que están constituidos por dos antenas espalda a espalda. Se los utiliza en ciertos casos para salvar obstáculos aislados y de corta distancia.

Los enlaces son estructuralmente sistemas en serie, de tal manera que si uno falla se pierde la comunicación a través de la red. Por ello se le exige los equipos en cada nodo posean una alta disponibilidad y confiabilidad. Esto también implica que utilicen sistemas de supervisión y control de alto rendimiento para detectar fácilmente una falla en el sistema.

1.2.6 CONCEPTOS DE DISEÑO.

Como se mencionó anteriormente la forma de garantizar el correcto funcionamiento del enlace es necesario que entre dos puntos a conectar exista línea de vista directa, es decir que entre el enlace exista una altura libre de obstáculos para la adecuada propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región. Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

El diseño de un radio enlace se puede resumir en los siguientes pasos:

- Definir el modo de transmisión, es decir en condiciones de visibilidad directa, este puede ser punto a punto o transmisión omnidireccional.
- Tener en cuenta los diferentes factores que pueden degradar nuestra señal como por ejemplo el ruido.
- El alcance deseado dependerá especialmente de la potencia de los equipos a transmitir.
- Tener en cuenta bajo qué condiciones se producirá las pérdidas o atenuación de la señal.

Una vez analizado la parte técnica, para la implementación del enlace debemos considerar:

- Elección del sitio de instalación.
- Relevamiento del perfil del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- Cálculo completo del radio enlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.
- Prueba posterior a la instalación del radio enlace, y su posterior puesta en servicio con tráfico real.

1.2.7 TIPOS DE ENLACES INALAMBRICOS.

Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de llegar con un servicio, en este caso el Internet a lugares de difícil acceso donde no existen otras posibilidades de servicios de telecomunicaciones. Con esto podemos citar algunas de las conexiones y configuraciones más usuales dentro de los enlaces inalámbricos, aunque existen infinidades de configuraciones, así como de posibilidades, dependiendo de las que el cliente necesite.

1.2.7.1 Enlaces Punto – Punto (Equipos Mikrotik).

Las **redes punto a punto** son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos. En una red punto a punto, los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí. Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- **Simplex.**- La transacción sólo se efectúa en un solo sentido.
- **Half-dúplex.**- La transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir solo uno puede transmitir en un momento dado, no pudiendo transmitir los dos al mismo tiempo.
- **Full-Dúplex.**- La transacción se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente.

Cuando la velocidad de los enlaces Semi-dúplex y Dúplex es la misma en ambos sentidos, se dice que es un enlace simétrico, en caso contrario se dice que es un enlace asimétrico. Figura.10

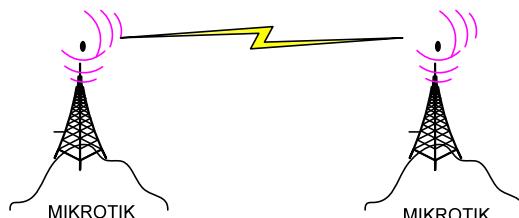


Figura 10. Enlace Punto – Punto

Los enlaces punto - punto pueden conseguir un mayor alcance utilizando antenas de grilla o plato tanto en el receptor como en el transmisor; permitiendo expandir a una red de forma fácil y rápida. La velocidad de transferencia conseguida con estos tipos de enlaces tiene un promedio 10Mbytes, sin ninguna dificultad.

1.2.7.2 Enlaces Punto – Multipunto (Equipos Mikrotik).

El enlace punto a multipunto es la versión del punto a punto para la conexión rápida y fiable de más de dos instalaciones. Para reducir costes, este sistema consta de una instalación central dotada de una antena multidireccional, a la que apuntan las antenas direccionales del resto de centros. Esto nos da una capacidad igual a la del punto a punto, pero extensible hasta a 16 centros. Figura.11

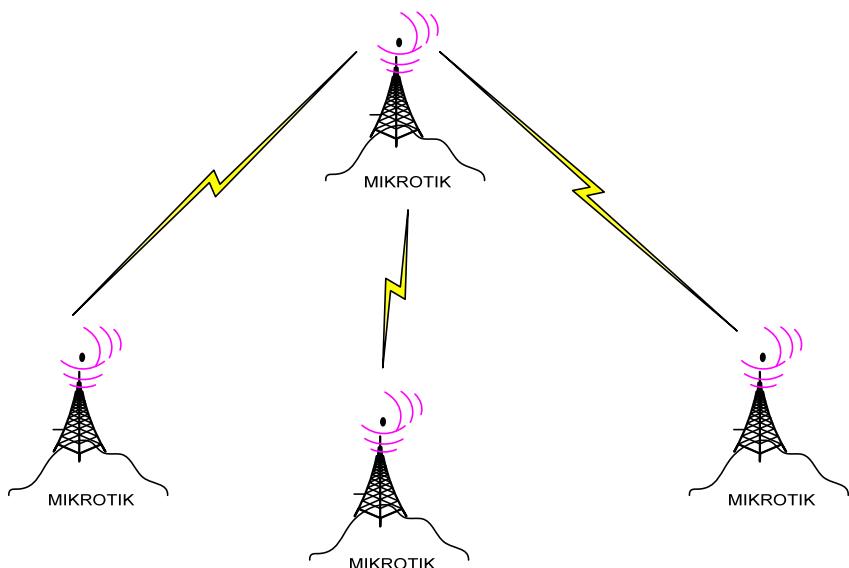


Figura 11. Enlace Punto Multipunto

- Algunas de las aplicaciones de este tipo de redes nos permiten:
- Mantener una constante comunicación con las diferentes sucursales de una empresa, permitiéndome compartir base de datos, acceso, etc.
- Implementar redes de voz sobre IP, permitiéndome reducir costos de llamadas entre sucursales.
- Venta de acceso a Internet (I.S.P.).
- Monitoreo a través de cámaras de vigilancia.

1.2.7.3 Conexión De Rejilla O Malla.

La siguiente configuración es una consecuencia de las dos anteriores usada especialmente en redes inalámbricas privadas. Es configuración conocida como rejilla o malla en donde cada punto o nodo puede trasmisir a cualquier otro que esté disponible o accesible. Esta configuración es muy flexible ya que permite un nodo trasmisir a otro vía cualquier otro nodo.

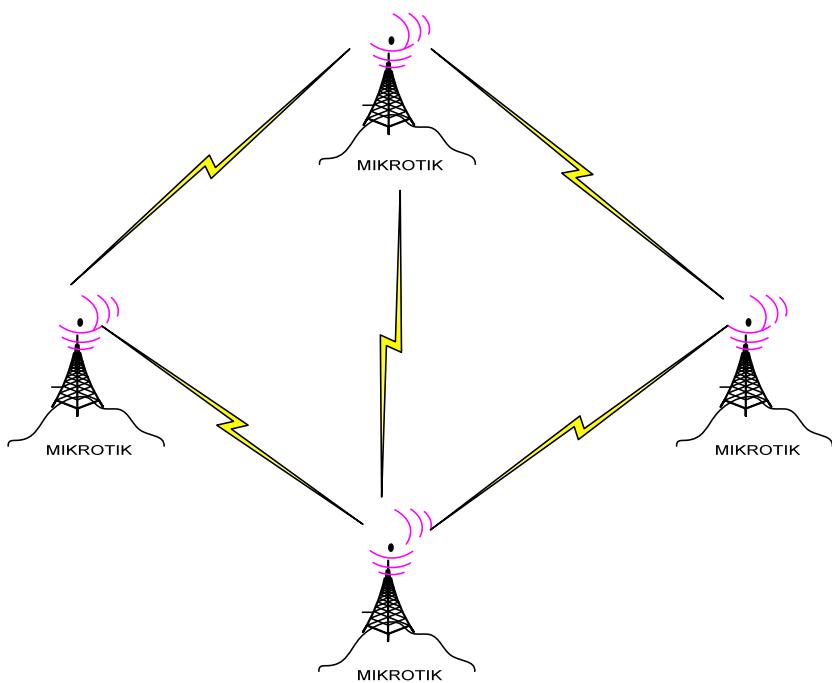


Figura 12. Conexión Malla.

1.2.7.4 Distribución De Acceso Inalámbrico (HotSpot).

La distribución HotSpot, no es un tipo de enlace, sino más bien parte de uno. El HotSpot consiste en puntos de conexión en zonas públicas o privadas como aeropuertos, parques, institutos educativos, restaurantes, etc., permitiendo que el usuario que disponga de un equipo WIFI acceda al internet Banda ancha. Los HOTSPOTS permiten que el acceso inalámbrico sea una realidad mucho más compleja y extensible que el Internet que hoy conocemos. No se trata solo de estar en un lugar físicamente y poder conectarte a la Red sin el cable, es mucho más. El concepto nos lleva a que Internet, mi oficina, mi empresa, va conmigo, por lo que podemos arriesgar a pensar en una incursión similar a la del móvil.

1.2.8 SISTEMAS DE MICROONDAS.

El control de tráfico aéreo, navegación marina, control de misiles, aviación, telecomunicaciones, son algunas de las aplicaciones de las microondas, en la actualidad las frecuencias de microondas son utilizadas cada vez más en telecomunicaciones, cuando se utilizan **antenas repetidoras**, necesarias a lo largo de un camino o trayecto de comunicación.

Las microondas comprenden frecuencias que trabajan en el rango de los 10^9 a 10^{12} Hertz, que corresponden a longitudes de onda que van de los 30 cm. (centímetros) a 0.3 mm. (Milímetros). Estas longitudes de onda son del mismo orden de magnitud que las dimensiones de los circuitos empleados en su generación.

La transmisión en un sistema de microondas se utiliza para cubrir distancias mayores, el receptor recibe la señal enviada por un transmisor en una frecuencia inicial, la convierte a sus propiedades eléctricas y la retransmite a otra estación de microonda, en algunos casos puede hacerlo en cambiando de frecuencia para retransmitir.

1.2.9 RADIOCOMUNICACIONES POR SATÉLITE.

Podemos definir a la comunicación por satélite como: "un repetidor radioeléctrico ubicado en el espacio, recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra". Un satélite ofrece grandes ventajas con respecto a otros sistemas, entre los más importantes está mayor potencia de transmisión y cubrir mayor área de cobertura.

La transmisión por satélite se ha utilizado comúnmente en nuestro medio, para comunicaciones de larga distancia, y comunicaciones internacionales transatlánticas. Pero el elevado costo que implica el disponer de una estación terrestre, equipos electrónicos para la conexión satelital, ocasionan que el usuario opte por otro medio de comunicación como la microonda, fibra ópticas, radioenlaces, etc., cuyos costos de instalación son mucho menores cada día, mientras que los costos para un enlace satelital se mantienen siempre elevados.

Con los sistemas por satélite se dispone de gran cantidad de ancho de banda puesto que el espectro de frecuencias puede asignarse a una base de acceso fijo o bajo demanda. Puesto que la señal se debe transmitir al satélite situado a 22300 millas, el costo de alquiler de un canal no es sensible a la distancia, por lo que las ventajas que presentan los satélites en el momento de transmisión, pesan más que los inconvenientes que ocasionan.

Con respecto a las desventajas, cabe citar el elevadísimo costo inicial, el cual solo podría ser afrontado mediante la gestión de un crédito internacional; en opinión considero que no constituye obstáculo insalvable, sino que el principal inconveniente estaría dado en la necesidad de tomar una decisión política a través de la cual, se superen intereses sectoriales y contradictorios en lo que atañe a este tema que nos ocupa, y se implemente definitivamente el sistema teniendo en miras fundamentalmente el bien de toda la comunidad..

1.3 EQUIPOS (CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS).

En el enlace propuesto para el cantón Gualaquiza se incluyen varios nodos conectados por medio de enlaces punto-punto desde la provincia del Azuay hasta conseguir llegar con el servicio a dicho cantón. Para lo cual se ha optado por usar equipos Mikrotik, en cada nodo; ya que estos presentan los siguientes beneficios:

- Son económicos con respecto a equipos Motorola, Tranzeo, equipos que no poseen múltiples opciones como los RouterBOARD Mikrotik.
- Se pueden obtener velocidades de hasta 108Mbps en una transmisión inalámbrica.
- Se pueden conseguir distancias de conexión hasta de 70 kilómetros (con antenas externas) sin repetidoras.
- El Mainboard incluye un software pre-instalado que permite:
 - Soporte para IP - NAT, Routing, DHCP server, DHCP client
 - Seguridad - firewall y VPN.
 - Queues Tree, Queues Simple.
 - Control de ancho de banda, Proxy, contabilidad, HotSpot.
 - Telnet, SSH.

- Instalación rápida y simple para la estación base y clientes.
- Fácil control y Monitoreo
- Acceso a Internet confiable y constante durante las 24 hs del día.

1.3.1 ROUTERS INALÁMBRICOS MIKROTIK.

Los Equipos inalámbricos Mikrotik provee varios productos interesantes, entre estos están: el sistema operativo RouterOs y distintas tarjetas madre (motherboards) con el sistema operativo RouterOs pre instalado. Estas tarjetas son mini CPU que proveen avanzadas prestaciones, entre ellas conectividad inalámbrica usando tarjetas miniPCI Atheros, control de ancho de banda, QoS, control de usuarios y mucho más.

En el mercado existe una gran variedad de Mainboard RouterBOARD con características distintas en función de aplicación que se le deseé dar. Las especificaciones técnicas dependerán del modelo, en nuestro estudio nos concentraremos en Mainboard RouterBOARD 433AH y RouterBOARD 411 que son los que se utilizarán para la implementación.

1.3.1.1 Routerboard 433AH Mikrotik.

Antes de iniciar con la instalación de cualquier equipo es importante conocer las características técnicas de un equipo y las prestaciones de este las mismas que se mencionarán a continuación.

Memoria Interna: El equipo RB433AH utiliza una memoria propia de 128 MB DDR SDRAM (que permite la transferencia de datos por dos canales distintos simultáneamente en un mismo ciclo de reloj).

Dispositivo de almacenamiento NAND: Las tarjetas están equipadas con 64MB de memoria NAND (un chip semiconductor que guarda información incluso si se desconecta de una fuente de energía) no volátil.

MiniPCI Slots: El mainboard tiene disponible tres ranuras MiniPCI Tipo IIIA con 3.3V, compatible con MiniPCI Tipo IIIB tarjetas estándar. Pueden funcionar también con tarjetas Ubiquity de alta potencia siempre y cuando se mantenga dentro del rango de la temperatura ambiente y de refrigeración adecuada de las miniPCI.

Puertos Ethernet de Ingreso y salida: La tarjeta consta de tres puertos Ethernet de entrada/salida, que pueden utilizar un cable recto o cable cruzado para conectar a la red con otros dispositivos los mismos que presentan las siguientes características:

- **Puerto LAN 1(Power over Ethernet):** Conocido como la interfaz primaria LAN 1compatible con pasivos. Ya que este puerto funciona como Power over Ethernet este soporta una entrada de voltaje de 10 a 28VDC. Generalmente es recomendable el uso de mayor tensión para garantizar mayor eficiencia en un cable de distancia larga, ya puede llegar a existir perdidas de energía en mismos por dicho recorrido.
- **Puerto LAN 2:** Conocido como la interfaz segunda LAN 2 compatible con pasivos. Este puerto no soporta el Power over Ethernet.
- **Puerto LAN 3:** Conocido como la interfaz tercera LAN 3 compatible con pasivos. Este puerto no soporta el Power over Ethernet.

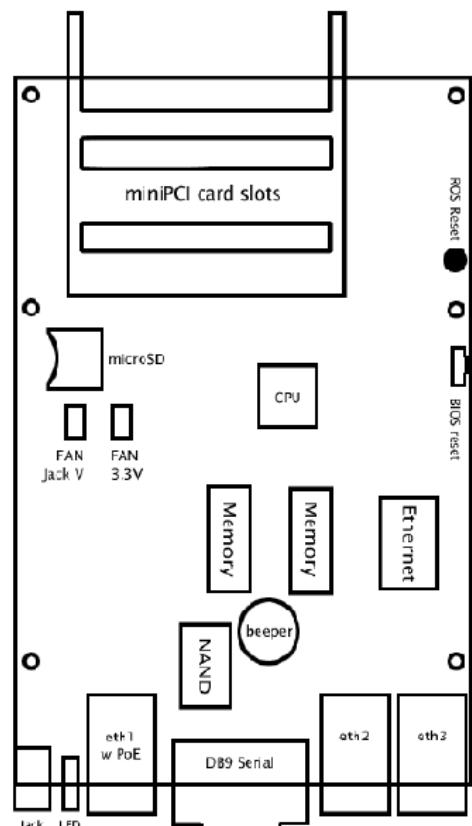
Puerto Serie DB9: El DB9 estándar RS232C macho puerto serie asíncrono puede ser utilizado para la configuración inicial o para conectar otro dispositivo RS232 de serie. El pin 3(TxD) del puerto genera un voltaje de -5V cuando este está inactivo.

Conectores para Ventiladores: Se pueden conectar hasta dos ventiladores en RouterBOARD, pero funcionará uno a la vez, con el mismo voltaje de alimentación de la tarjeta. Posee una salida con sensor de rotación y comutación automática del ventilador

Indicadores LEDs.

LED de alimentación: se enciende cuando se alimenta de la tarjeta.

LED de usuario: puede ser programado a elección del usuario. Se enciende de forma predeterminada cuando la tarjeta se inicia, a continuación, se gira apaga cuando se ejecuta el gestor de arranque del núcleo.

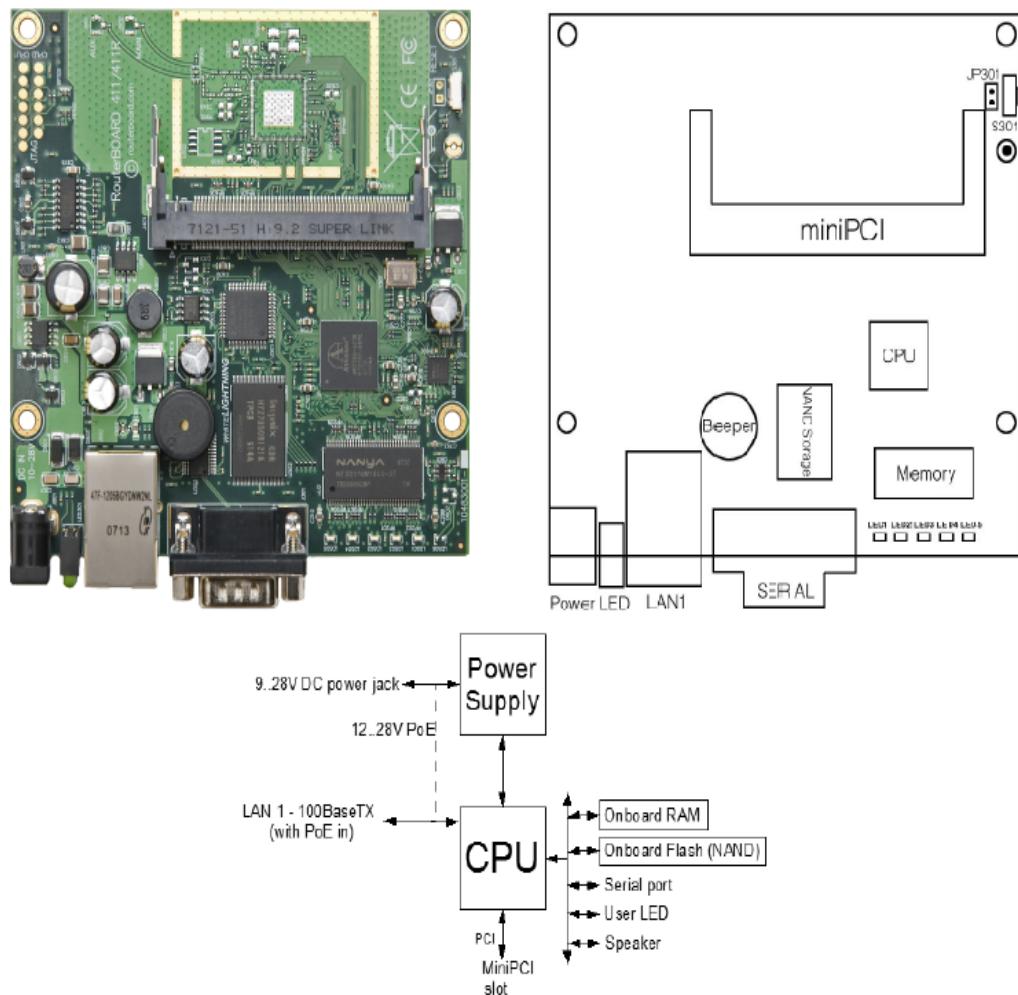


CPU	Atheros AR7161 680MHz network processor
Memory	128MB DDR SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip and microSD
Ethernet	Three 10/100 Mbit/s Ethernet ports with Auto-MDI/X
miniPCI	Three MiniPCI Type IIIA/IIIB slots
Extras	Reset switch, Beeper
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	Power over Ethernet: 10..28V DC (except power over datalines). Power jack: 10..28V DC. Voltage monitor.
Dimensions	10.5 cm x 15 cm, 137 grams
Power consumption	~3W without extension cards, maximum - 25 W, 16W output to cards
Operating System	MikroTik RouterOS v3, Level5 license

Figura 13. RouterBOARD 433AH MIKROTIK

1.3.1.2 RouterBOARD 411/411A MIKROTIK.

El corazón de RB411 es la nueva Atheros CPU, lo que hace que este pequeño dispositivo muy rápido. Las pruebas muestran que es hasta tres veces más poderoso que el modelo anterior. En comparación con RB411, la RB411A añade más memoria y una licencia de Nivel4. RB411 / A incluye RouterOS – sistema operativo, que a su vez, este sistema de gran alcance en un sofisticado router / firewall o un administrador de ancho de banda. Un pequeño dispositivo - con todo el poder de RouterOS. Las características del RB411A son muy similares a las de la tarjeta RB433AH, por lo que la descripción más detallada se la realizará en las especificaciones de la RB433AH en el siguiente ítem.



CPU	Atheros AR7130 300MHz network processor
Memory	32/64MB DDR SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip
Ethernet	One 10/100 Mbit/s Fast Ethernet port with Auto-MDI/X
miniPCI	One MiniPCI Type IIIA/IIIB slot
Extras	Reset switch, Beeper
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	Power over Ethernet: 10..28V DC (except power over datalines). Power jack: 10..28V DC
Dimensions	10.5 cm x 10.5 cm (4.13 in x 4.13 in) Weight: 82 g (2.9 oz)
Power consumption	~3W without extension cards, maximum – 12 W
Operating System	MikroTik RouterOS v3, Level3 license (RB411A: Level4)

Figura 14. RouterBOARD 411A MIKROTIK

1.3.2 POE POWER 24V- 0.83A 20W FOR MIKROTIK.

Un PoE es un dispositivo que permite suministrar energía eléctrica a un equipo por medio de un cable Ethernet. Este tipo de conexión es de gran ventaja, especialmente cuando los equipos utilizados en radio enlaces se encuentran en infraestructuras de difícil acceso para el uso de tomas. Este dispositivo alimenta a la mayoría de los RouterBOARD, que soportan una tensión de entrada de 24V.



Figura 15. POE Power 20W para Mikrotik

1.3.3 MINIPCI CARD.

Las MiniPCI card son tarjetas Wireless, necesarias para establecer un enlace ya sea punto-punto, ó punto-multipunto. Al conectar las tarjetas wireless en las respectivas ranuras del mainboard RB433AH o RB411A, tenemos a nuestra disposición un equipo que está en la capacidad de establecer un enlace con otro de iguales características físicas.

Antes de instalar una de estas tarjetas debemos tener en consideración cual es el alcance de las mismas, y para qué tipo de enlace las vamos a utilizar. Ya que estas varían en función de la potencia, y de la marca. En nuestro caso hemos elegido la MiniPCI card R52H marca Mikrotik de 350mW.

1.3.3.1. MiniPCI R52H.

Las MiniPCI R52H son tarjetas compatibles con los Estándares 802.11a, 802.11b and 802.11g. Operan en rango de frecuencias de 2,4 y 5,8 GHz, soportan el protocolo NStreme propio de Mikrotik y además con la antena adecuada puede alcanzar distancias mayores gracias a su potencia de salida (300mW).



Figura 16. MiniPCI card R52H

Especificaciones Técnicas.

Media Access: CSMA/CA with ACK architecture 32-bit MAC.

Seguridad: Hardware-based 64/128 bit WEP, TKIP and AES-CCM encryption, WPA, WPA2, 802.1 xs.

Modulación: 802.11b+g: DSSS, OFDM for data rate >30Mbps 802.11a: OFDM

Host Interface: Mini-PCI form factor; Mini-PCI Version 1.0 type 3B, únicamente para mainboard fabricados después del 2004

Conectores: Posee dos conectores U.fl, (main y aux), generalmente en donde se conecta el pigatail es en el conector main.

Wi-Fi: WECA Compliant

Voltaje/Potencia: 3.3V +/- 10% DC; 800mA max (600mA typ.)

Frecuencias de trabajo:

802.11b/g 2.192 – 2.507 (5 MHz step); 2.224 – 2.539 (5MHz step)

802.11a 4.920 – 6.100 (5 MHz step)

Transfer Data Rate:

802.11b:11,5.5,2,1 Mbps, auto-fallback

802.11g(Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback

802.11g (Turbo mode):108,96,72,48,36,24,18,12 Mbps, auto-fallback

802.11a (Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback

802.11a (Turbo mode):108,96,72,48,36,24,18,12 Mbps, auto-fallback

Output Power / Receive Sensitivity*:

IEEE 802.11a: 24dBm / -90dBm @ 6Mbps

19dBm / -70dBm @ 54Mbps

IEEE 802.11b: 25dBm / -92dBm @ 1Mbps

25dBm / -87dBm @ 11Mbps

IEEE 802.11g: 25dBm / -90dBm @ 6Mbps

20dBm / -70dBm @ 54Mbps

1.3.4 PIGTAILS.

Un Pigtail o latiguillo es cable que posee en cada extremo un conector que me permitirá conectar un dispositivos wireless (punto de acceso, tarjeta PCMCIA, tarjeta PCIs, etc.) a una antena wireless.

1.3.4.1 Recomendaciones Para la construcción de un Pigtail.

Las pérdidas por atenuación de la señal en un cable dependen de varios factores, como por ejemplo. Si el núcleo del cable es flexible/de hilos, de la distancia del cable, si tiene o no recubrimiento, del material conductor, aislante, etc.

En la construcción de un Pigtail se deberá elegir un cable lo más corto posible y realizado con el cable de mayor calidad que se disponga. Dependiendo del conector que tenga la antena que vamos a utilizar y del dispositivo al que pensemos conectarla tendremos que optar entre los diversos tipos de Pigtail.

TIPO DE CABLE	DIÁMETRO EXTERNO (mm)	PÉRDIDAS(dB/m)	IMPEDANCIA
RG8	10,29	0,39	50
RG59	6,15	0,51	75
RG142/RG400	4,95	0,59	50
RG58C	4,95	0,9	50
RG174	2,8	1,39	50
RG188	1,26	1,26	50
RG316	1,28	1,28	50

Tabla 2. Pérdidas de en dB/m según el tipo de cable [25]

1.3.5 ANTENAS.

Una antena es un elemento que forma parte importante en un enlace, especialmente cuando este tiene que alcanzar una distancia considerable o cubrir un área determinada. La función principal de una antena es la de emitir y recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Básicamente podemos clasificar las antenas dos tipos: aquellas que deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (radioenlaces punto-multipunto) y las que deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (radioenlaces punto-punto).

El funcionamiento de una antena está definido por los siguientes parámetros:

Patrón de radiación: no es más que una gráfica en donde se representa las características de radiación de la antena en función de su azimut y elevación. Por su patrón de radiación se pueden clasificar las antenas por la directividad de la antena (antena isotrópica, antena directiva, antena bidireccional, antena omnidireccional,...)

A continuación podemos observar como radia una antena omnidireccional dipolo. La figura que describe es un toroide, donde en el eje del toroide es la antena omnidireccional.

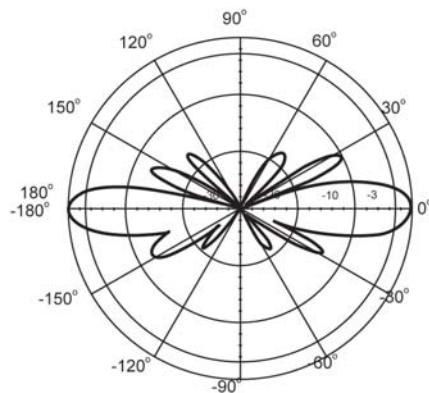


Figura 17. Patrón de radiación de una antena omnidireccional D-Link ANT24-0800

Por otro lado tenemos el diagrama de radiación de una antena direccional, se ve que no es perfecto, no es un rayo ni nada parecido.

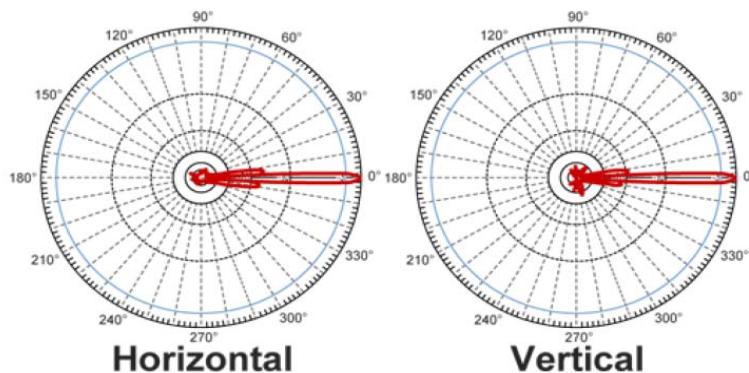


Figura 18. Patrón de radiación de una antena direccional

Los parámetros más importantes del diagrama de radiación son:

- Dirección de apuntamiento: Es la de máxima radiación. Directividad y Ganancia.
- Lóbulo principal: Es el margen angular en torno a la dirección de máxima radiación.
- Lóbulos secundarios: Son el resto de máximos relativos, de valor inferior al principal.
- Ancho de haz: Es el margen angular de direcciones en las que el diagrama de radiación de un haz toma el valor de la mitad del máximo. Es decir, la dirección en la que la - potencia radiada es 3 dB menos.
- Relación de lóbulo principal a secundario (SLL): Es el cociente en dB entre el valor máximo del lóbulo principal y el valor máximo del lóbulo secundario.
- Relación delante-atrás (FBR): Es el cociente en dB entre el valor de máxima radiación y el de la misma dirección y sentido opuesto.

Directividad. La Directividad (D) no es más que la relación entre la intensidad de radiación de una antena en la dirección del máximo y la intensidad de radiación de una antena isotrópica que radia con la misma potencia total.

$$D = U(\max) / U(iso) \text{ [dBi.]}$$

Ganancia (G): Es un factor que indica en donde existe la mayor concentración de radiación de una antena.

$$G = 10 \log [4\pi * U(\max) / P(in)] \text{ [dB]}$$

Eficiencia: Es la Relación entre la potencia radiada y la potencia entregada a la antena.

$$e = P(r) / P(in) = G / D$$

Impedancia de entrada: Es la impedancia de la antena en sus terminales.

$$Z = \frac{V}{I}$$

Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada. La impedancia es un número complejo. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la Reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas.

Anchura de haz: Esta relacionado con el diagrama de radiación. Ya que es angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima (-3dB).

Polarización: La polarización electromagnética es aquella que determinada la dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo.

Relación Delante/Atrás:

Este parámetro se define como la relación existente entre la máxima potencia radiada en una dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta a esta.

Resistencia de radiación: Cuando se le suministra potencia a una antena, parte de ella se irradia y otra parte, se convierte en calor disipándose. La resistencia de radiación es igual a la relación de la potencia radiada por la antena al cuadrado de la corriente en su punto de alimentación.

$$Rr = \frac{P}{i^2}$$

Siendo:

Rr= Resistencia de radiación (Ohms)

P = Potencia radiada por la antena (Watts)

i = Corriente de la antena en el punto de alimentación (Amperes)

Se podría obtener la eficiencia de una antena, dada que es la relación de la potencia radiada y la potencia disipada.

1.3.5.1 Antena - Hyperlink Wireless 32 DB 5.1 TO 5.8 GHZ MODEL HG5158DP-32D.

Las antenas HYPERLINK WIRELESS 32 dB 5.1 to 5.8 GHz model HG5158DP-32D son antenas de alto rendimiento que incluyen una amplia selección de antenas direccionales parabólicas, las antenas de la red reflector, antenas de parche, las antenas de plato, antenas Yagi cerrados, antenas de panel. (Fig. 5). Este tipo de antenas son ampliamente usadas para cubrir una mayor distancia especialmente cuando se tiene un enlace punto-punto mayor a los 30 Km.

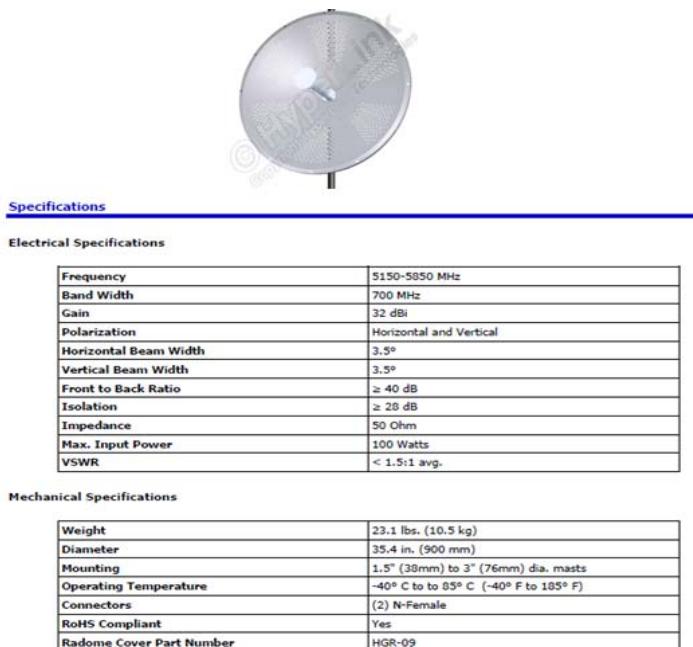


Figura 19. Antena Hypelink HG5158DP-32D – Especificaciones Técnicas

1.3.5.2 Antena Grilla HYPERLINK HG5827G 27 dBi 5.8 GHZ.

La Antena Grilla Hyperlink HG5827G es ideal para los de largo alcance, altamente direccional de 5.8GHz ISM y aplicaciones de banda UNII. Estas antenas son ideales para los sistemas de punto a punto, punto a multipunto y puentes inalámbricos. Su diseño compacto hace que sea casi invisible en la mayoría de las instalaciones, y puede ser instalado, ya sea para la polarización vertical u horizontal.

Esta antena se suministra con inclinación de 60 grados y giro kit de montaje del mástil. Esto permite la instalación en diversos grados de inclinación para un fácil alineamiento. Se puede ajustar hacia arriba o hacia abajo de 0 ° a 60 °. (Figura. 21)



Specifications

Frequency	5725-5850 MHz
Gain	27 dBi
Polarization	Horizontal or Vertical
Horizontal Beam Width	6°
Vertical Beam Width	9°
Front to Back Ratio	25 dB
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Weight	5.3 lbs. (2.4 kg)
Grid Dimensions	15.7 x 23.6 inches (400 x 600 mm)
Mounting	2 in. (50.8 mm) diameter mast max.
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Lightning Protection	DC Ground
Connector	N-Female
RoHS Compliant	Yes

Figura 20. Antena Grilla Hypelink HG5827G– Especificaciones Técnicas

Aplicaciones

- Retransmite internet sin línea telefónica (donde no llega la red Telefónica).
- Interconecta sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas (Wireless LAN).
- Telefonía por IP (VOIP).
- Vigilancia y monitoreo remoto, cámaras IP.
- Proveer servicios de internet inalámbrico (ISP inalámbrico).

Ventajas

- Opera en todo tipo de clima
- Ideal para aplicaciones punto a punto
- Construcción de acero soldada con autógena
- Fácil de armar, diseño compacto
- Compatible con todas las marcas de Access Point 802.11b , 802.11g

1.4 FUNCIONAMIENTO EQUIPOS.

A continuación describiremos el funcionamiento de cada uno de los componentes que forman parte de la estación base. Dado que necesitamos comunicar dos nodos, la configuración en los equipos en cada nodo es diferente. El Mainboard Mikrotik permite a una misma tarjeta trabajar con varias configuraciones simultáneamente: como AP, como estación o cliente, como servidor, etc.

Antes de iniciar con una explicación configuración de los equipos explicaremos algunas de las medidas de seguridad que hay que tener en consideración antes de iniciar el funcionamiento de los equipos.

1.4.1 TRANSITORIOS E INTERFERENCIAS.

Los transitorios e interferencia, siempre ha sido un serio problema en equipos electrónicos ya que la mayoría de estos están conformados por chips sensibles, para ello se tienen que tomar algunas medidas de seguridad como la puesta a tierra.

Transitorios. Los transitorios son ocasionados especialmente en los puestos de interconexión de datos, y los de control de bajo voltaje, originados generalmente por.

- Descargas atmosféricas.
- Interrupción de cargas inductivas.
- Descargas electrostáticas.

Que no son más que voltajes de una magnitud de decenas de voltios a varios miles de voltios y, con duración de unas decenas de nanosegundos a unas centenas de microsegundos. La forma de eliminar los transitorios es conectando los componentes al sistema de tierra.

1.4.2 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS.

Para la puesta a tierra de nuestros equipos podemos utilizar los siguientes métodos para la puesta a tierra de manera que podamos proteger nuestros equipos de las interferencias antes mencionadas. Existen cuatro métodos para la puesta a tierra de nuestros equipos electrónicos: el convencional, el esquema de tierra aislada, el esquema de tierra aislada total y el esquema de malla de referencia.

- **Esquema convencional.** En este esquema no se incluye el uso de los contactos de tierra aislada. Utilizado comúnmente en las viviendas.
- **Esquema de tierra aislada.** En este esquema la puesta a tierra del equipo es separada de la puesta a tierra de las canalizaciones, así cualquier corriente parásita no afecta a los equipos conectados.
- **Esquema de tierra aislada total.** Consiste en conectar todas las computadoras, aparatos e instrumentos a tierra usando una configuración de estrella a partir de un solo punto físico, el cual es un cabezal o placa de conexión. Este esquema es ampliamente utilizado en los transmisores de comunicaciones (radiodifusión, sitios celulares, etc.), donde es posible tener un mismo punto de puesta a tierra para todos los equipos y para todas las pantallas de los cables.
- **Esquema de malla de Referencia.** Consiste en conectar cada componente un piso mediante trenzas, y que al ofrecer un plano de referencia de tierra, baja la impedancia a tierra en todas las frecuencias. Es preciso señalar que la trayectoria que siga el cable para la puesta es muy importante ya que siempre es recomendable separarlos por cada equipo conectado a tierra.

1.4.3 FUNCIONAMIENTO TRANSMISOR.

Un transmisor forma parte fundamental en un enlace ya que es que se encarga codificar señales ópticas, mecánicas o eléctricas, las amplifica, finalmente las emite como ondas electromagnéticas a través de una antena. Para que nuestro equipo Mikrotik, funcione como transmisor de una señal este tiene que: disponer de la información a transmitir, y ser configurado como un Access Point (AP).

Ya que la información a transmitir por el enlace es para un ISP se necesita disponer del servicio de última milla, brindado por una empresa portadora, la misma que a través de sus router nos proporcionaran un rango de IP públicas y privadas para que el usuario final disponga de este servicio. Una vez proporcionado el servicio por la empresa portadora, se procederá realizar la interfaz con el equipo que transmitirá la información en este caso a nuestro RouterBOARD, que realizará el proceso correspondiente para generar las señales eléctricas en recibir ondas electromagnéticas y propagarlas hacia el espacio libre.

1.4.4 FUNCIONAMIENTO RECEPTOR.

Un receptor es el dispositivo encargado de recuperar las diferentes señales enviadas por transmisor, convertirlas para que cumplan su propósito o simplemente para volver a ser retransmitidas al espacio libre por medio de otro transmisor. La tecnología Mikrotik permite que el mismo mainboard con dos diferentes tarjetas Wireless funcionar como receptor y como transmisor a la vez, sin la necesidad de realizar una conexión física.

1.5 EQUIPOS DE ENERGÍA DE SOPORTE.

1.5.1 INFORMACIÓN PRÁCTICA.

Tener un equipo de soporte de energía a disposición en una estación base es de vital importancia ya que en caso apagones, caídas de tensión y disturbios en las líneas de alta tensión, podemos garantizar el funcionamiento de nuestros equipos de transmisión. Las pérdidas de datos y tiempos improductivos hasta reparaciones y ajustes especializados a equipos sofisticados que utilizan cooperativas, empresas financieras, medicas, transmisión de datos, telecomunicaciones, etc.; con lleva a pérdidas económicas que pueden llegar a ser considerables al no tener un respaldo en un corte energético.

Frente a este problema surgen las Fuentes de Poder Ininterrumpida (UPS, No-Break) cuya función es la mantener la energía eléctrica el mayor tiempo posible a la entrada de los equipos asegurando el perfecto funcionamiento de los mismos y evitando la reducción en la eficiencia de una empresa. Un UPS es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica.

1.5.2 TIPOS DE UPS.

SPS (standby power systems) u off-line: un UPS off-line se caracteriza porque su inversor se mantiene apagado o en espera hasta que sea realmente necesario. Un SPS se encarga de monitorear la entrada de energía, cambiando a la batería apenas detecta problemas en el suministro eléctrico. Ese pequeño cambio de origen de la energía puede tomar algunos milisegundos. Es uno de los más económicos ya está integrado por muy pocos componentes.

UPS on-line: un UPS on-line, A diferencia de los UPS off-line, en este tipo de equipos los inversores forman parte de la línea de energía, es decir están siempre activos. El UPS on-line tiene una variante llamada by-pass. Esta tecnología es la más cara de todas pero es la que ofrece el mayor nivel de protección.

1.5.3 COMPONENTES TÍPICOS DE LOS UPS.

1.5.3.1 Rectificador: Es el que rectifica la corriente alterna de entrada, de manera que genere corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Dentro de un circuito, el rectificador permite el paso de corriente en una dirección, bloqueando el flujo de corriente si viene en dirección contraria.

1.5.3.2 Batería: la batería es uno de los componentes más importantes en un UPS, ya en una interrupción de energía se encarga de suministrar la energía. Su capacidad, que se mide en Amperes Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación). El tiempo de recarga de las baterías varía de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

Una **batería** está integrada por placas de Plomo y Antimonio sumergidas en **un electrolito**. Cada celda genera 2.0 volts si es una batería de 6 celdas, entonces es de 12 volts.

Esquemas de cableados para sistemas con baterías de 2, 6 y 12 Voltios para obtener 12, 24 y 48 Voltios.

En las siguientes imágenes se podrá observar algunas configuraciones para la conexión de baterías, y así conseguir el voltaje deseado.

Conexiones para Bancos de Baterías en Serie (24V)

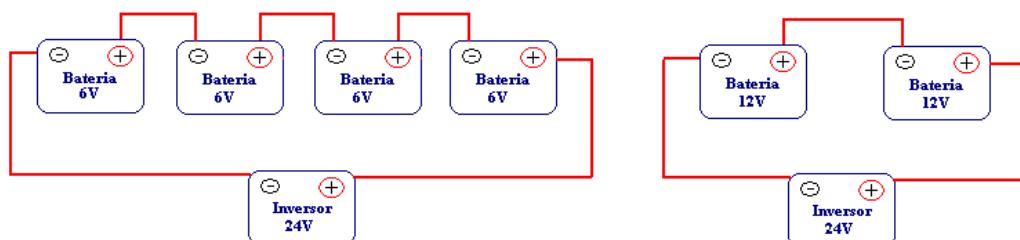


Figura 21. Conexión 24V con baterías de 6V (izquierda) y de 12V (derecha)

Conexiones para Bancos de Baterías en Paralelo (12V)

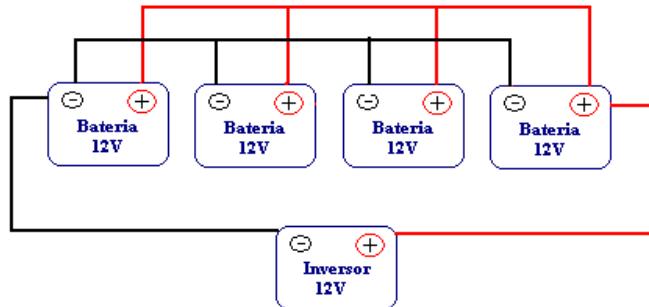


Figura 22. Conexión 12V

Conexiones para Bancos de Baterías en Serie-Paralelo (48V).

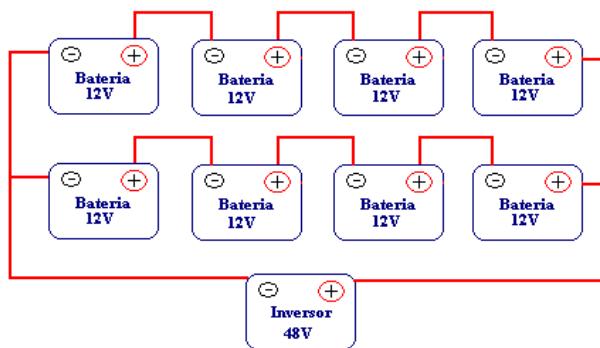


Figura 23. Conexión serie 48 V.

1.5.3.3 Inversor: es aquel que transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

1.5.3.4 Comutador (By-Pass): de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

En la actualidad existen equipos de respaldo de excelente calidad, que nos permitirán mantener nuestro servicio sin ninguna complicación, es por eso que antes de iniciar un proyecto, debe considerarse el crecimiento y la disponibilidad de respaldo a largo plazo para la elección adecuada de nuestro respaldo de energía.

Para el respaldo de energía de nuestro enlace consideramos que el siguiente equipo cubre con los requerimientos necesarios para un correcto funcionamiento.

1.5.4 APC BACK-UPS RS 1500VA LCD 120V.

Cada técnico utiliza un tipo específico de UPS, como encargados del enlace recomendados utilizar el UPS de la figura, ya que su desempeño ha sido aceptable en situaciones similares.



Output	Input
Output Power Capacity	865 Watts / 1500 VA
Max Configurable Power	865 Watts / 1500 VA
Nominal Output Voltage	120V
Output Frequency (sync to mains)	60 Hz
Crest Factor	3 : 1
Waveform Type	Stepped approximation to a sinewave
Output Connections	(2) NEMA 5-15R (Surge Protection) (6) NEMA 5-15R (Battery Backup)
	Nominal Input Voltage Input Frequency Input Connections Cord Length Input voltage range for main operations Maximum Input Current Input Breaker Capacity
	120V 60 Hz +/- 3 Hz NEMA 5-15P 1.83 meters 88 - 139V 12A 15A

Figura 24. Características APC BACK-UPS RS 1500VA LCD 120V.

1.6 FUNCIONAMIENTO SOFTWARE (CONFIGURACIÓN EQUIPOS MIKROTIK).

A continuación describiremos la configuración de los equipos a instalar, sin embargo no nos limitaremos únicamente a esto también describiremos cada uno de los ítems así como también algunos conceptos que nos ayudaran a una mejor comprensión y del porque de dicha configuración.

1.6.1 SOFTWARE ROUTEROS.

El software routeros viene pre instalado en el mainboard el mismo que podemos acceder por medio de un software conocido como Winbox que nos servirá de interfaz entre las diferentes configuraciones de nuestro RouterBOARD y el usuario.

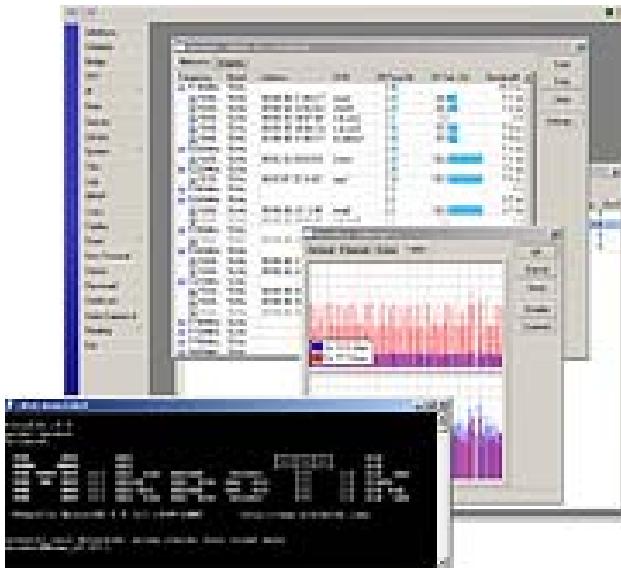


Figura 25. El sistema operativo RouterOS

El Mikrotik RouterOS es un sistema operativo basado en el Kernel de Linux y es muy estable, la facilidad de acceso a las múltiples configuraciones dependerá del tipo de licencia a la que tengamos acceso con nuestro RouterBOARD. La licencia que este establecida en nuestro mainboard no tiene fecha de expiración, pero si un tiempo de duración en la que se podrá tener acceso a una nueva actualización.

1.6.1.1 Winbox.

Winbox es un programa ejecutable en Windows y en Linux, que me permite acceder a las múltiples configuraciones de mi mainboard desde mi PC por medio de un entorno amigable. Es un software liviano que se lo puede descargar de la página <http://www.mikrotik.com/download.html> en la sección Tools / Utilities y el ítem **Winbox configuration tool**, una vez descargado dicho programa simplemente lo ejecutamos con un solo click.

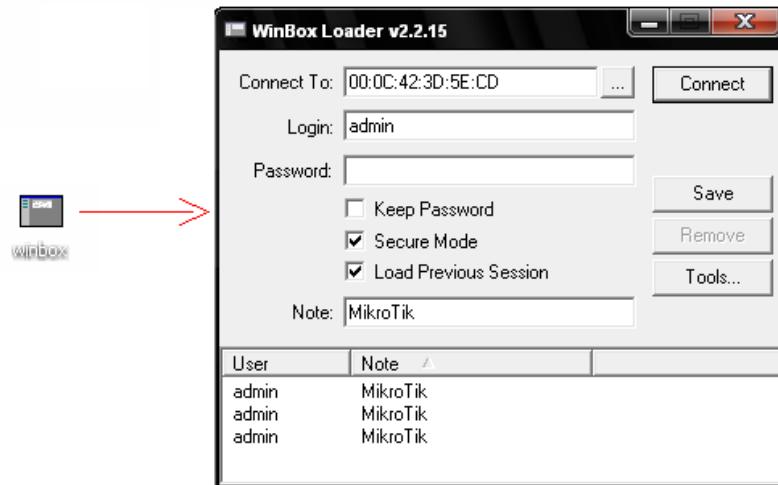


Figura 26. Ventana Winbox Loader.

1.6.1.1.1 Opciones Winbox.

: Identifica el mainboard al que deseo ingresar.

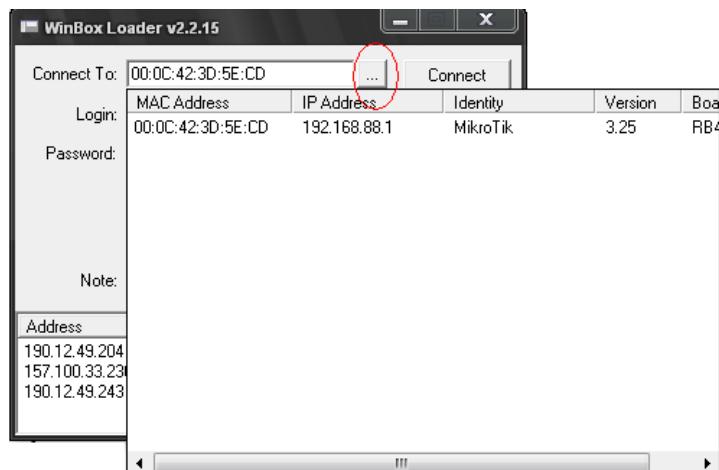


Figura 27. Ventana Winbox botón de identificación de Mainboard.

: Inicia sesión en el router por la dirección IP especificada o la dirección MAC, nombre de usuario y contraseña.

: Guarda sesiones iniciadas anteriormente, permitiéndome acceder de forma rápida a ellas con un doble click.

- Remove**: Elimina una sesión seleccionada.
- Tools...**: Elimina todos los artículos de la lista, borra la caché en el disco local, las direcciones de las importaciones o las exportaciones de archivo WBX a WBX archivo.

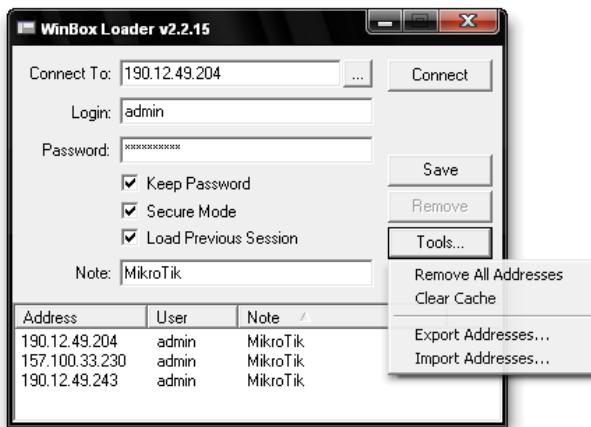


Figura 28. Ventana Winbox opción tools.

Keep Password: Permite recordar la contraseña de un equipo, usado generalmente cuando se administran múltiples equipos.

Secure Mode: proporciona privacidad e integridad de datos entre WinBox y RouterOS por medio de TLS (Transport Layer Security) de protocolo.

Load Previous Session: Permite cargar una sesión antes iniciada.

1.6.1.2 Winbox Características Router.

Una vez seleccionado el mainboard en el cual deseamos trabajar en la ventana de Winbox, tendremos acceso a la consola con las múltiples características de nuestro mainboard. La consola de Winbox utiliza el puerto TCP 8291.

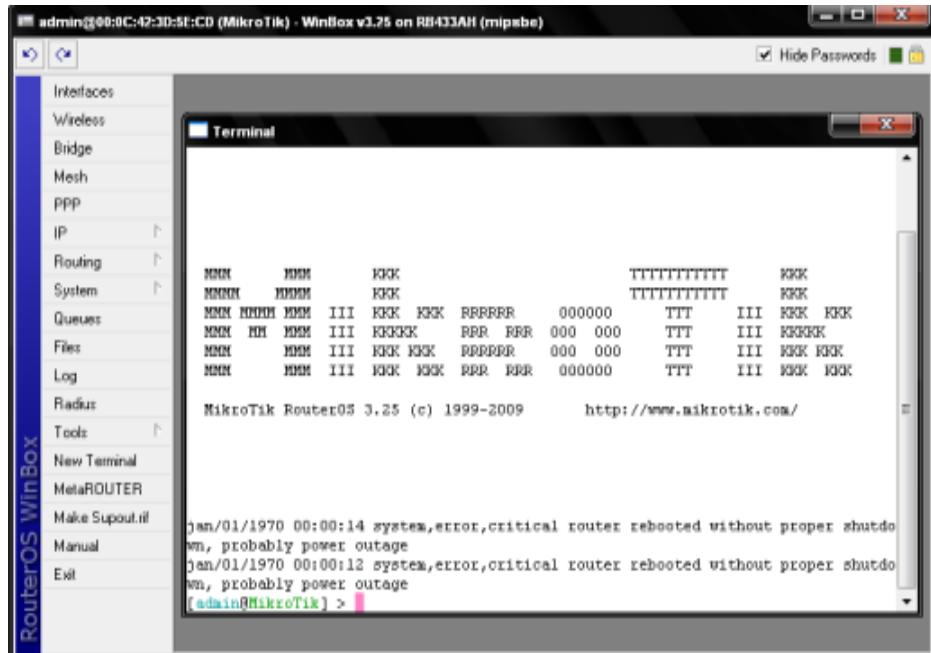


Figura 29. Ventana del Entorno de Trabajo.

Conforme avancemos con las diferentes configuraciones nos encontraremos con algunas funciones comunes de los diferentes menús de nuestro Router, que a su vez permitirán el acceso a otras configuraciones específicas de los menús de la consola, a los que se puede acceder únicamente con un click.

: Agrega una nueva entrada

: Elimina una entrada existente

: Habilita un Ítem

: Deshabilita un Ítem

: Crea o edita un comentario

: Actualiza una ventana

: Deshacer

: Rehacer una acción

: Salir de la Consola de Winbox

1.6.2 MIKROTIK ROUTEROS – ENLACES PUNTO- PUNTO.

Para establecer la comunicación en un enlace inalámbrico punto – puntos generalmente la topología que se utiliza es la de AP – Station. Este tipo de configuración se lo hace en el modo de operación de cada mainboard que forma parte del enlace.

Antes de iniciar con la configuración respectiva de cada equipo es importante señalar que existen algunos parámetros que se deben tomar en consideración para garantizar la conexión del enlace; entre estos parámetros se encuentra: el SSID de la red, seguridad WEP, la banda de operación y la frecuencia de trabajo (Únicamente en el AP, ya que la estación trabajará en la frecuencia del AP al que se conecte.)

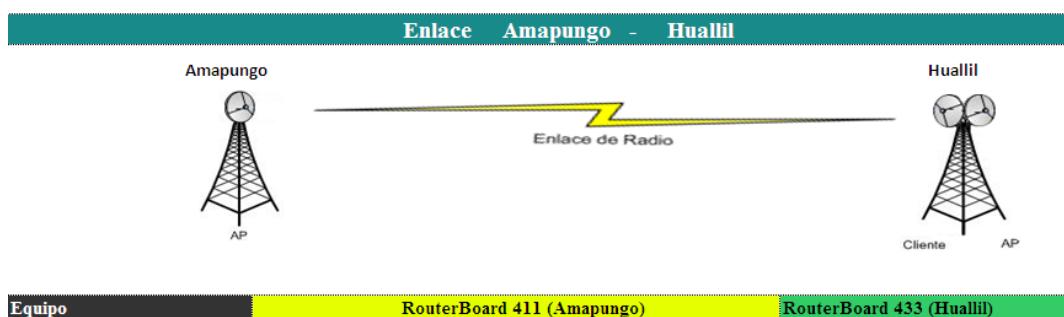


Figura 30. Enlace Punto – Punto propuesto para el enlace Amapungo- Huallil.

1.6.2.1 Configuración AP.

Una vez inicializada nuestra consola de Winbox, accedemos al menú **Interfaces**, el mismo que nos presentara la ventana **Interface List** que me presentará los diferentes puertos Ethernet e inalámbricos de los que disponemos.

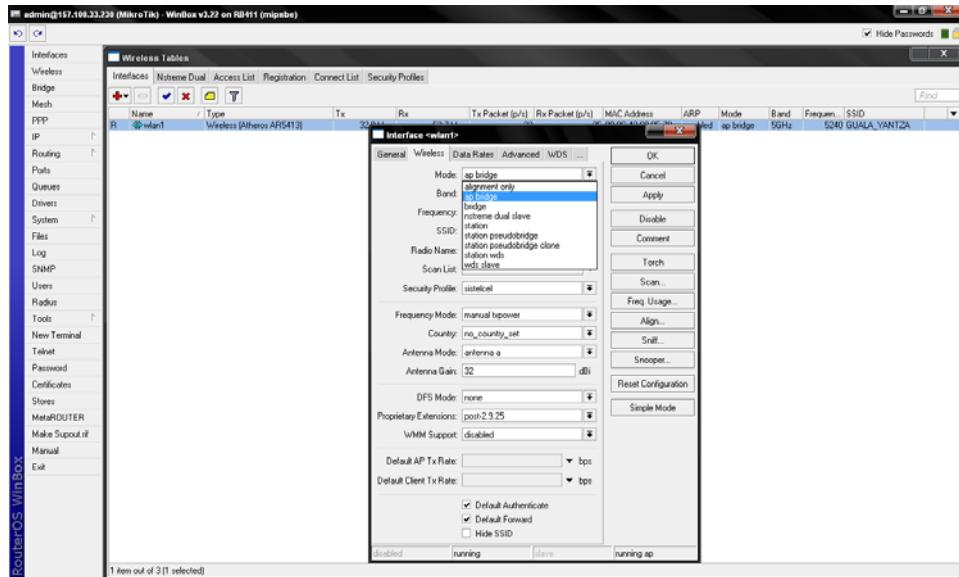


Figura 31. Configuración AP.

Ya que la configuración es inalámbrica procedemos a la configuración de nuestra tarjeta wlan1 en el **Menú Wireless <wlan1>** A continuación describiremos únicamente los parámetros más importantes a configurar para un enlace AP.

General

Name: Permite cambiar el nombre de la interface en la que os encontramos.

Type: Muestra el tipo de chip que utiliza la mini PCI.

MTU (unidad máxima de transferencia): Expresa el tamaño en byte de la unidad de datos más grande que puede enviarse usando un Protocolo de Internet.

Wireless

Mode: Designa el modo de funcionamiento de la interfaz en este caso AP Bridge.

Band: hace referencia al rango de frecuencia sobre el cual se va a trabajar.

Frecuencia: Especifica el canal permanente sobre el cual se va a tratar la información.

SSID: es un código incluido en todos los paquetes que se tratan por una red inalámbrica, para identificarlos como parte de la misma.

Security Profile: Es un código Hexadecimal creado con el fin de evitar que usuarios sin una autorización formen parte de la red.

Antena Mode: Ya que las tarjetas miniPCI disponen para dos conectores, en el momento que este se conecta en el principal (main), colocamos como antena a, si por el contrario decidimos conectar al otro puerto (aux), el modo será antena b.

Antena Gain: Ganancia de la antena externa que estemos utilizando (en dBi).

Tx-Power: En la opción de potencia podremos controlar la potencia de salida de las miniPCI, (en dBm).

1.6.2.2 Configuración Estación.

La configuración de nuestra estación es mucho más sencilla ya que como estación tendremos que configurar únicamente los siguientes parámetros:

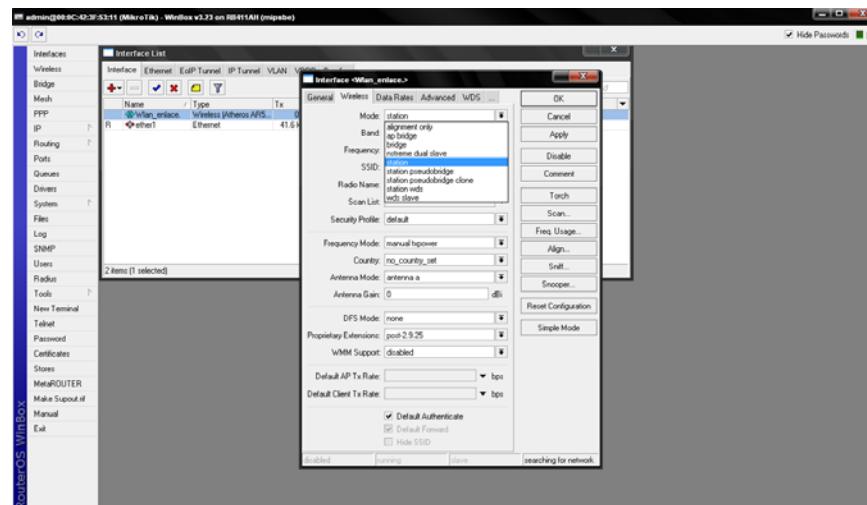


Figura 32. Configuración Estación

General

Name: Permite cambiar el nombre de la interface en la que os encontramos.

Type: Muestra el tipo de chip que utiliza la mini PCI.

MTU (unidad máxima de transferencia): Expresa el tamaño en byte de la unidad de datos más grande que puede enviarse usando un Protocolo de Internet.

Wireless

Mode: Designa el modo de funcionamiento de la interfaz en este caso AP Bridge.

Band: hace referencia al rango de frecuencia sobre el cual se va a trabajar.

Frecuencia: Especifica el canal permanente sobre el cual se va a tratar información dado por el AP al que se conecta.

SSID: Ya que la estación pertenecerá a la misma red del AP, esta tendrá que utilizar el mismo SSID.

Security Profile: Al igual que con el SSID, la estación debe tener la misma seguridad para comunicar los dos equipos.

Antena Mode: Ya que las tarjetas miniPCI disponen para dos conectores, en el momento que este se conecta en el principal (main), colocamos como antena a, si por el contrario decidimos conectar al otro puerto (aux), el modo será la antena b.

Antena Gain: Ganancia de la antena externa que estamos utilizando (en dBi).

Tx-Power: En la opción de potencia podremos controlar la potencia de salida de las miniPCI, (en dBi).

1.6.2.3 Configuración Bridge.

El crear un bridge me permitirá comunicar dos o más interfaces dentro de una misma tarjeta; para ello seguimos los siguientes pasos:

- Escogemos el menú Bridge
- Click en el ícono .
- Escogemos el nombre del puente.
- Y en el menú PORT ingresamos los puertos que deseamos comunicar.

1.6.2.4 Configuración IP.

Las IP (Internet Protocol) son muy importantes en cada uno de los enlaces ya que por medio de ellas se establecerá la comunicación en el enlace.

- Para asignar una dirección IP a una interfaz tenemos que.
- Escoger el menú IP>Address
- Click en el ícono .
- Se Asigna la IP a la interfaz que necesitemos.

1.7 FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARES.

1.7.1 RADIO MOBILE 10.

Radio Mobile es un software que permite la simulación de radio propagación, de esta manera podemos acercarnos un poco más al comportamiento real de un sistema de radio, también nos permite simular los radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones.

El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y está basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice.

Radio Mobile utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3-D y animaciones de vuelo. Los datos de elevación se pueden obtener de diversas fuentes, entre ellas del proyecto de la NASA Shuttle Terrain Radar Mapping Misión (SRTM) que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m).

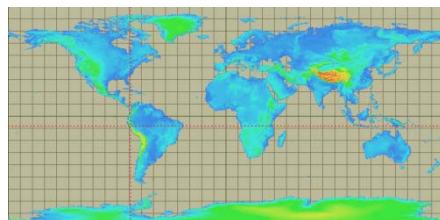


Figura 33. Mapa Mundial – Radio Mobile.

El software también ofrece vistas 3D, vistas estereoscópicas y animación, como se muestra en la siguiente figura.

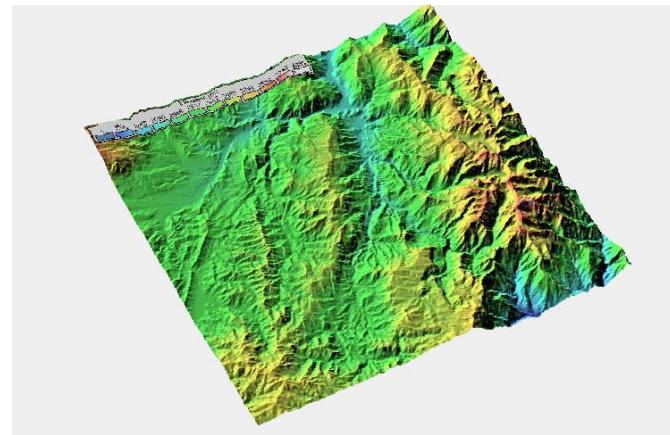


Figura 34. Radio Mobile Animación 3D.

1.7.2 SIMULACIÓN DE UN ENLACE USANDO RADIO MOBILE.

A continuación describiremos cada uno de los pasos necesarios para simular un enlace a su vez definiremos algunos conceptos para una mejor comprensión en el manejo del software.

- **Network:** es un grupo de unidades radio que operan en el mismo rango de frecuencias bajo las mismas condiciones climatológicas y condiciones de terreno. Para crear una red del menú principal escogemos: File > Create new networks. Acepte borrar de memoria la información almacenada de la red anterior.

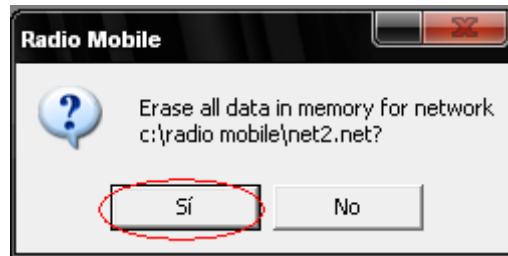


Figura 35. Ventana para iniciar la configuración de la RED en Radio Mobile.

A continuación aceptamos los parámetros de la red por defecto para nuestra red y listo hemos creado nuestra red.

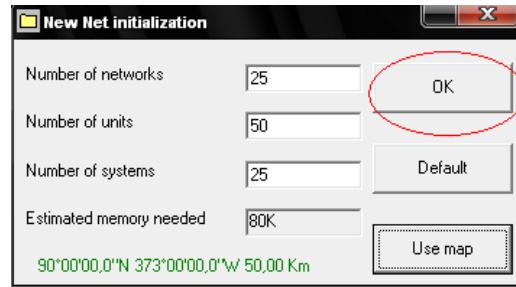


Figura 36. Parámetros de la RED

Una vez creado el archivo .net (network). Procedemos a extraer el mapa correspondiente a las coordenadas que necesitemos. Para extraer el mapa correcto requerimos de los puntos en los cuales se llevará a cabo el análisis del enlace.

Para poder escoger un nuevo mapa del menú principal escogemos: File > Map properties

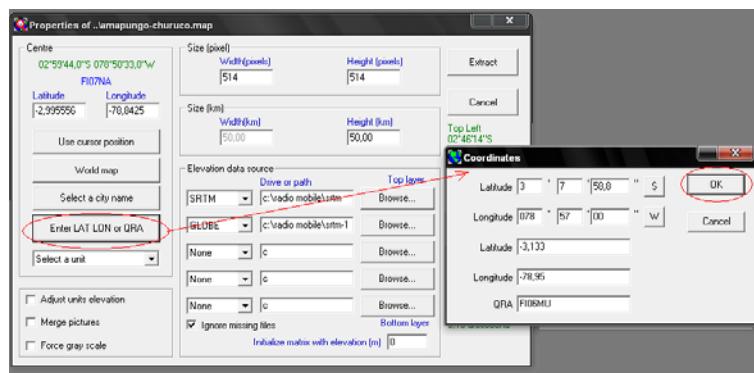


Figura 37. Ventana para Exportar un determinado mapa.

Cuando ingresamos las coordenadas correspondientes escogemos la opción Extract y esperamos que el mapa se inicialice.

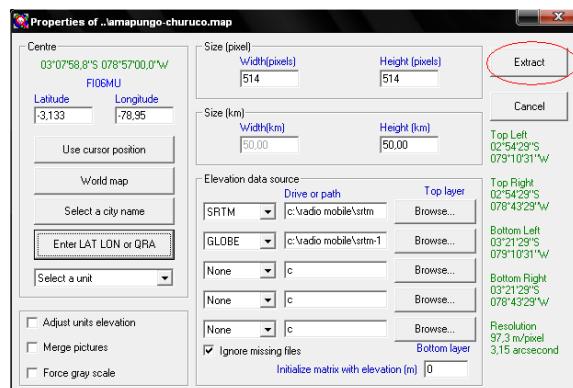


Figura 38. Ventana para Exportar un determinado mapa.

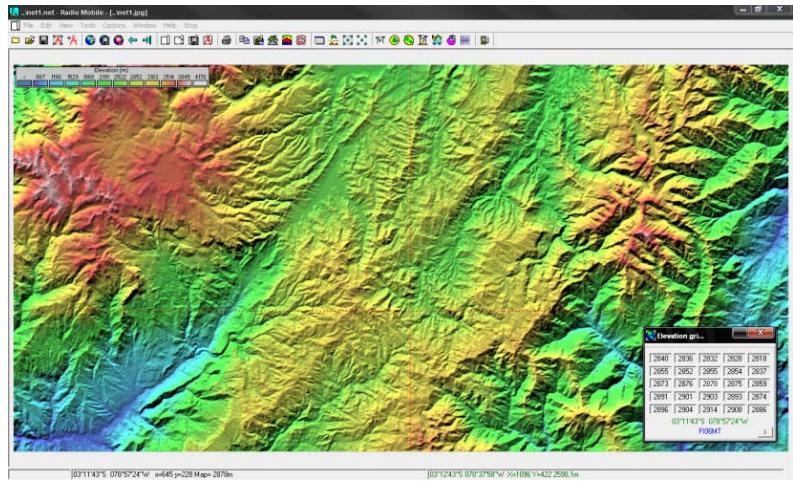


Figura 39. Mapa exportado del Internet

1.7.2.1 Estableciendo cada Unit: Es una unidad radio física con su posición geográfica y especificaciones de un tipo de sistema entre los definidos. Para establecer una nueva unidad procedemos con un click en el ícono



A continuación obtendremos el menú en el que definiremos el nombre de nuestras estaciones a enlazar y sus respectivas coordenadas.

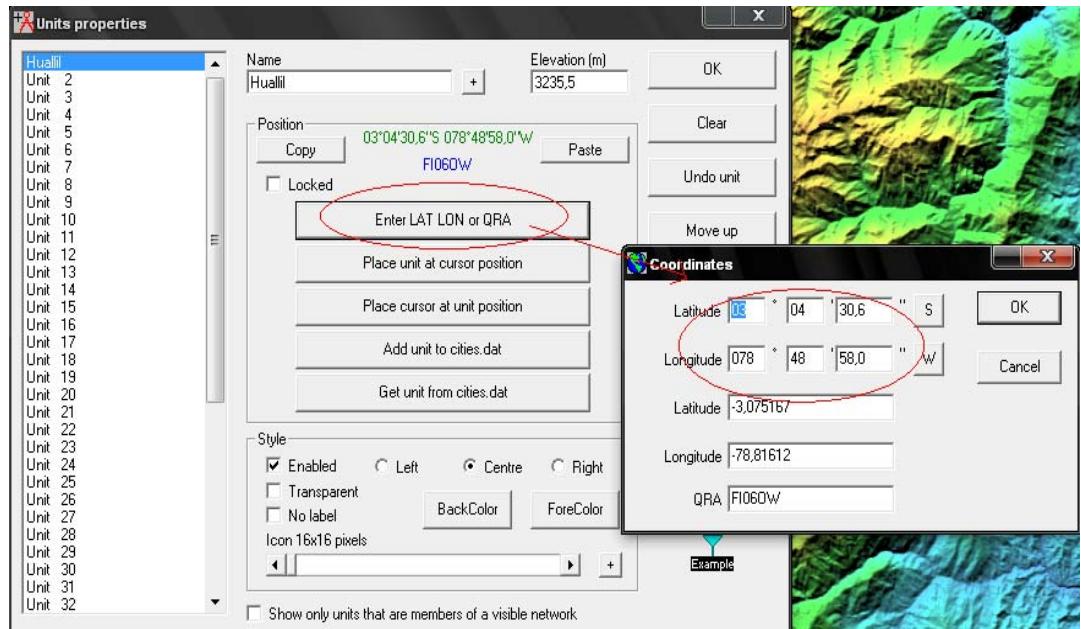


Figura 40. Ventana para ingresar los parámetros de un Nodo.

Una vez definido nuestras dos estaciones, se establecerá en el mapa los puntos para el análisis.

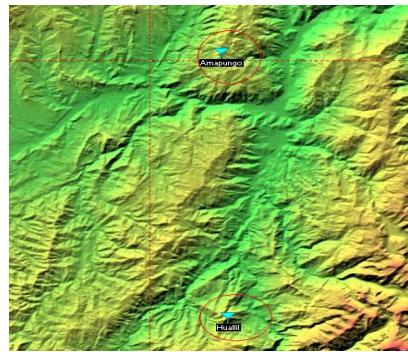


Figura 41. Nodo de un Enlace.

1.7.2.2 The network Properties. Antes de establecer el enlace debemos definir las propiedades de la red. Para ingresar al **network Properties** damos un click en el icono de la figura.



1.7.2.2.1 Parameters.

Net name: Es el nombre de la red.

Frecuencia: Es el rango de frecuencias en el que trabajaremos (mínimo -máximo)

Polarización: en función de los equipos a utilizar esta puede ser vertical u horizontal

Refractividad: son valores que dependen de la superficie, conductividad del suelo y permitividad relativa del suelo. Si no disponemos de estos valores, es recomendable utilizar los que vienen por defecto.

Modo de variabilidad:

El modo Accidental se utiliza para evaluar interferencias.

El modo Broadcast es para unidades estacionarias

Mobile para comunicaciones móviles.

En el modo Spot el programa hace un único intento para enviar un mensaje en la simulación.

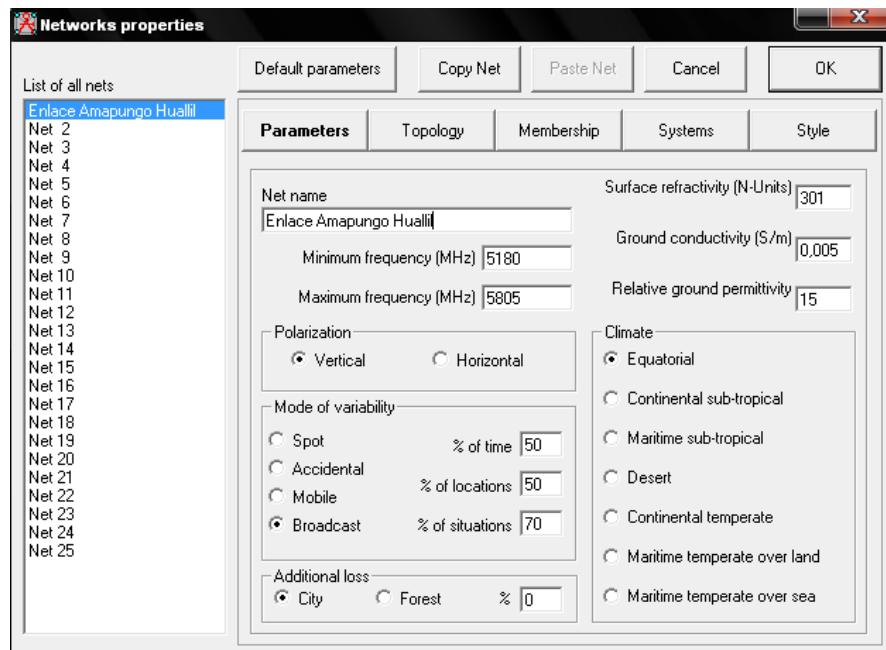


Figura 42. Propiedades de la red (Parameters)

1.7.2.2.2 Topología.

No es más que la relación espacial entre los diferentes elementos gráficos. Se aceptarán los valores por defecto asignados por el programa.

- Voice net (Command/Subordinate/Redbroadcast). Utilice esta opción cuando sea necesario comunicar las unidades de mando con las unidades subordinadas pero no las unidades subordinadas entre sí.
- Data net, star topology (Master/slave). Utilice esta opción para redes de datos en las que las unidades “maestro” se comunican con las unidades “esclavo” pero no hay enlaces entre las unidades “esclavo”.
- Data net, cluster. Utilice esta opción para redes de datos con nodos que pueden retransmitir datagramas (rebroadcast).
- La casilla Visible se utiliza para mostrar u ocultar la red en el dibujo del mapa.

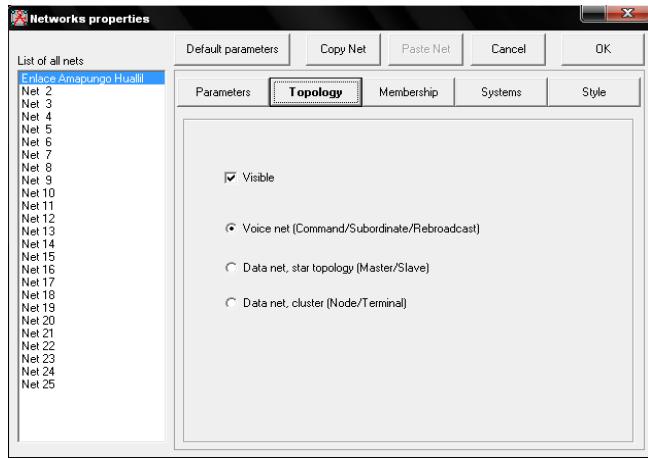


Figura 43. Propiedades de la red (Topología)

1.7.2.2.3 Membership.

Definición de qué unidades radio físicas emplazadas pertenecen a una red (network), cuáles son sus especificaciones (system) y cuál es su rol en la topología de la red.

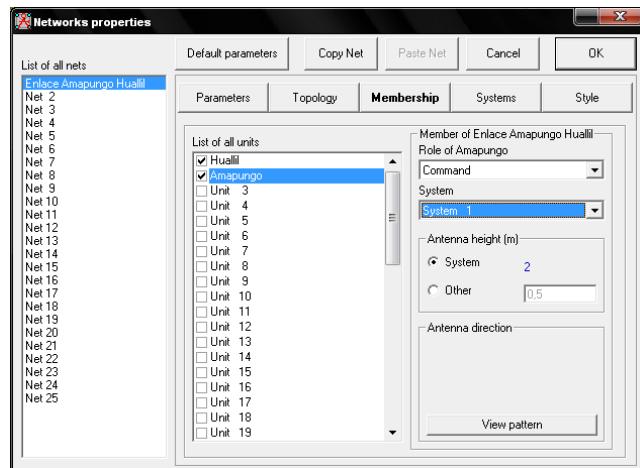


Figura 44. Propiedades de la red (Membership)

1.7.2.2.4 System.

En el menú system se especifica la funcional de un sistema que incluye parámetros de antena (potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdidas del circuito de antena, diagrama de radiación y ganancia), pérdidas del cable y altura de la antena sobre el suelo.

El programa puede almacenar especificaciones de sistemas asociados a un archivo Networks (*.net). Estas configuraciones o systems se almacenan en el archivo radiosys.dat que incluye dos sistemas predefinidos denominados UHF y VHF.

En la figura 49 se visualiza la ventana de sistemas

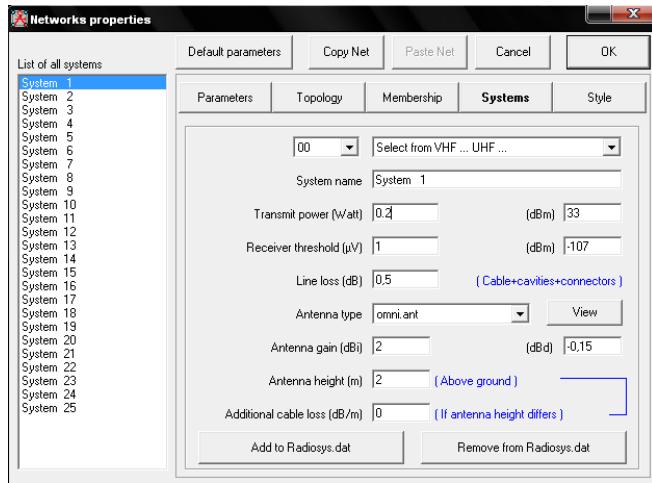


Figura 45. Propiedades de la red (System)

Finalmente pulsamos el botón OK para establecer las configuraciones realizadas.

1.7.2.3 Radio Link.

Finalmente podremos observar la factibilidad del enlace si procedemos a con un click al icono.

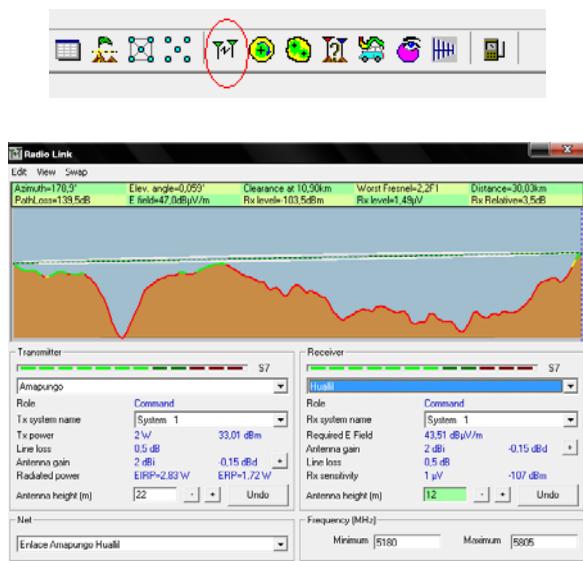


Figura 46. Perfil de Enlace.

Una de las novedades de Radio Mobile es facilidad de exportar archivos. Esto lo podemos hacer en la ventana de Radio Link en la opción Edit > Export to.

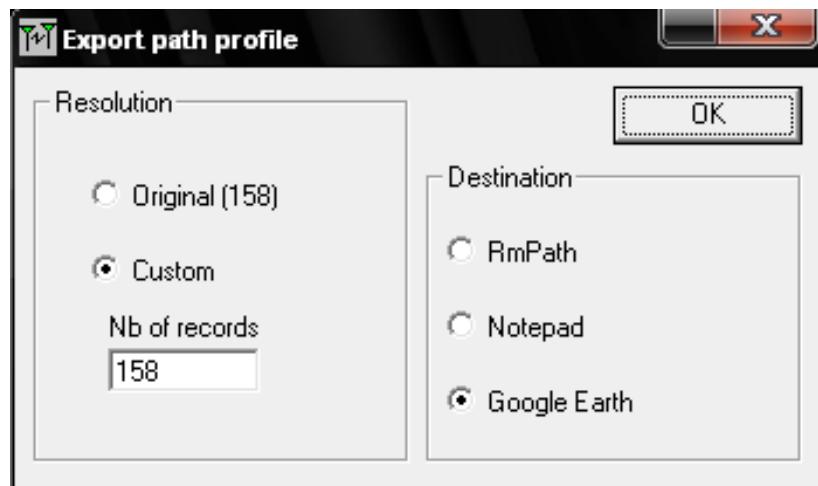


Figura 47. Ventana para elegir el tipo de export path

Dentro de las opciones de Export tenemos Destination el mismo que podemos elegir.

1.7.2.3.1 RMPATH.

Esta opción me permitirá desplazarme a través de todo el perfil del enlace y obtener su respectiva altura a una distancia determinada.

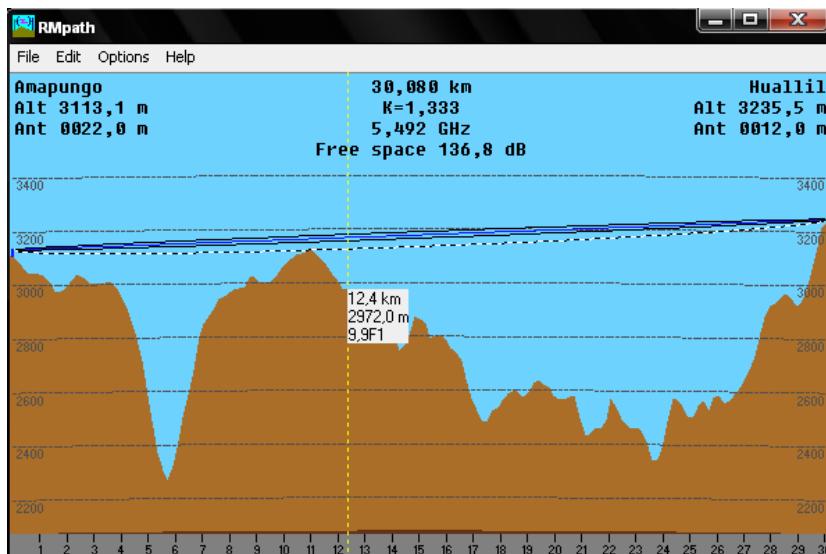


Figura 48. Export RMPATH

1.7.2.3.2 Notepad.

Esta opción me permitirá obtener datos específicos del perfil en un archivo de bloc de Notas.

Distance(km)	Elevation(m)	Color(0-15)	Height(m)	PathLoss(dB)	Latitude(*)	Longitude(*)	Xmap	Ymap	RadioBeamElev.	
0000, 0000	3113, 1	0	0	000.0	-02, 805000	-078, 821114	0589, 0	0436, 6	3135, 1	0022, 0
0000, 1904	3088, 5	0	0	000.0	-02, 806710	-078, 821082	0589, 0	0434, 1	3135, 5	0047, 7
0000, 3808	3063, 5	0	0	000.0	-02, 808720	-078, 820950	0589, 0	0432, 6	3136, 8	0058, 4
0000, 5711	3045, 4	0	0	000.0	-02, 810150	-078, 820109	0589, 1	0429, 4	3136, 2	0009, 8
0000, 7615	3043, 3	0	0	000.0	-02, 811840	-078, 820987	0589, 2	0427, 1	3136, 6	0093, 3
0000, 9519	3043, 4	0	0	000.0	-02, 813550	-078, 820955	0589, 2	0424, 7	3137, 0	0093, 6
1nnnn, 1423	3038, 8	0	0	000.0	-02, 815260	-078, 820924	0589, 3	0422, 3	3137, 4	0007, 1

Figura 49. Export Notepad

1.7.2.3.3 Google Earth.

El nuevo y mejorado **Radio Mobile** ofrece la opción de exportar nuestro enlace a google Earth. Una vez establecido el enlace podemos exportarlo mapa de Google Earth permitiéndonos así tener una mejor perspectiva del enlace.

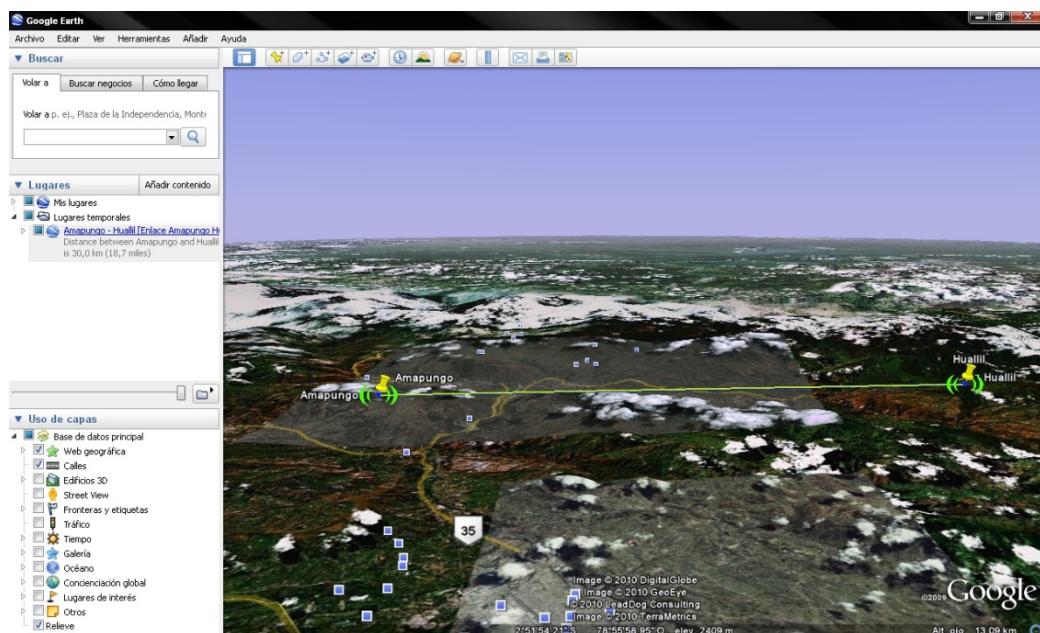


Figura 50. Export Google Earth

1.8 ANÁLISIS FINANCIERO (COSTO BENEFICIO).

El análisis financiero es parte fundamental del proyecto, ya que esto nos permitirá demostrar las que tan rentable resulta utilizar los equipos Mikrotik, frente a otros equipos con la capacidad de realizar las mismas funciones. Antes de iniciar haremos una breve descripción de dos de los equipos más utilizados para este tipo de aplicación existentes en el mercado. Ya que el análisis económico se logra estudiando profundamente las diferentes posibilidades de las disponemos para brindar un servicio proseguiremos a comparar tanto las características, capacidades, y por su puesto los precios de los diferentes equipos existentes en el mercado.

1.8.1 DESCRIPCIÓN EQUIPOS TRANZEO TR-5PLUS.

Los equipos de la Serie TR-5Plus de Tranzeo es una de las nuevas adiciones a la línea de productos de Tranzeo. Un equipo Tranzeo TR-5plus en la banda 5.8 GHz, puede ser configurado como Punto de Acceso, Punto a Punto o como puente.



Figura 51. Equipo de radio difusión Tranzeo.

Las características principales de este equipo son:

- WiFi Protected Access (WPA)
- WEP
- LED
- Salida RF de 23 dBm
- Puertos Diales de Ethernet

- Apoyo de Protocolo Túnel (VPN, PPTP, RSA, etc)
- Sistema de Distribución Inalámbrico (WDS)
- Seguridad (WEP, WPA, Autenticación MAC)
- Alertas de Status (en modalidad de Punto de Acceso)
- Alertas de Alineación (en modalidad CPE)
- Enrutador de Cliente NAT con QoS (Calidad de Servicio).
- Consumo máximo de 7 W
- Frecuencias en la banda de 5.8Ghz
- Modelos con antenas incorporadas y antenas externas.
- Logra enlaces de 64Km con antena externa de 32dBi

Proforma Lista de Materiales - Equipos Tranzeo

DETALLE GASTOS MATERIALES								
Equipos y Materiales	Unidad	Cerro Amapungo	Cerro Huallil	Cerro Churuco	Cerro Guayusal	Total	P. Unitario (\$)	P. Total(\$)
ANTENA EN 5,8 GHZ DISH PARABOLICA DE 32,5 DBI	u.	1	1	1	1	4	548,4	2193,6
ANTENA GRILLA EN 5,8GHZ DE 27DBI	u.	0	1	1	0	2	108,25	216,5
TRANZEO TR-5Plus	u.	1	2	2	1	6	750	4500
PIGTAIL N MACHO A N MACHO	u.	1	2	2	1	6	24,64	147,84
POE	u.	1	2	2	1	6	41,46	248,76
FUENTE DE 24V	u.	1	1	1	1	4	27,57	110,28
Cable STP cat 5	m.	25	25	25	25	100	1,55	155
Soporte de Antena o Brazo	u.	1	1	1	1	4	76,48	305,92
Correas Plástica ajustable 20 cm.	u.	20	20	20	20	80	0,05	4
Conector RJ-45 metalico	u.	2	2	2	2	8	1,45	11,6
Cinta Autofondente 3M	m.	0,6	0,6	0,6	0,6	2,4	5,74	13,776
Cinta Aislante 3M	u.	1	1	1	1	4	0,71	2,84
								Sub total 7910,116
								IVA 12% 949,21392
								Total Materiales 8859,32992

Figura 52. Proforma con equipos Tranzeo.

1.8.2 DESCRIPCIÓN EQUIPOS MOTOROLA CANOPY 5700BHRF20DD.

La compañía Motorola ofrece una amplia gama de equipos entre los cuales esta Canopy el cual es utilizado especialmente por los proveedores de la Internet (datos, voz y video), aplicaciones de protección (sistemas de cámaras), redes de comunicación urbana. Para que este tipo de equipos puedan alcanzar un mayor alcance estos necesitan de un reflector, y al igual que cualquier otro equipo Wireless necesita tambien de un POE.



Figura 53. Equipo de radio difusión Motorola Canopy

- WiFi Protected Access (WPA)
- WEP
- Salida RF de 23 dBm
- Alertas de Status (en modalidad de Punto de Acceso)
- Consumo máximo de 8,2 W
- Frecuencias en la banda de 5725-5850 MHz
- Logra enlaces de 56Km
- Ancho de Canal 20 MHz
- Throughput 14MHz.ç
- Interface: 10/100 Base T, half/full duplex. Rate auto negotiated (802.3 compliant)
- Usando: IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP.

Proforma Lista de Materiales - Equipos Motorola Canopy 5700BHRF20DD

DETALLE GASTOS MATERIALES								
Equipos y Materiales	Unidad	Cerro Amapungo	Cerro Huallil	Cerro Churuco	Cerro Guayusal	Total	P. Unitario (\$)	P. Total(\$)
Motorola Canopy 5.7 GHz 20 Mbps Backhaul Unit with Reflector	u.	1	2	2	1	6	1974,7	11848,2
POE	u.	1	2	2	1	6	41,46	248,76
FUENTE DE 24V	u.	1	1	1	1	4	27,57	110,28
Cable STP cat.5	m.	25	50	50	25	150	1,55	232,5
Soporte de Antena o Brazo	u.	1	1	1	1	4	76,48	305,92
Correas Plástica ajustable 20 cm.	u.	20	20	20	20	80	0,05	4
Conector RJ-45 metalico	u.	2	2	2	2	8	1,45	11,6
Cinta Autofondente 3M	m.	0,6	0,6	0,6	0,6	2,4	5,74	13,776
Cinta Aislante 3M	u.	1	1	1	1	4	0,71	2,84
							Sub total	12777,876
							IVA 12%	1533,34512
							Total Materiales	14311,2211

Figura 54. Proforma con equipos Motorola Canopy.

1.8.3 DESCRIPCIÓN EQUIPOS MIKROTIK.

Como ya se menciono anteriormente los Equipos inalámbricos Mikrotik provee varios productos interesantes, por ejemplo el sistema operativo RouterOs y distintas tarjetas madre (motherboards), las mini PCI que son tarjetas compatibles con los Estándares 802.11a, 802.11b and 802.11g. y operan en rangos de frecuencias de 2,4 y 5,8 GHz, en conjunto forman un robusto sistema capaz de garantizar un servicio con la mejor calidad posible.

Características Mikrotik

- Administración grafica y remota
- Scriptping
- HotSpot
- VLAN
- Tunneling L2TP PPPTP PPPOE
- Bandwidth Manager
- Proxy
- Bridging
- Historial de trafico por cliente
- DHCP client/server
- Enlaces Inalámbricos
- Cache Web
- Control de ancho de banda
- Identificación y priorización de tráfico
- Balanceo de conexiones WAN
- Firewall NAT
- PPPoE server
- Seguridad wireless
- Enlaces punto a punto
- Servidor de VPN
- Control de prioridad P2P
- Tareas por horarios

Proforma Lista de Materiales - Mikrotik

DETALLE GASTOS MATERIALES								
Equipos y Materiales	Unidad	Cerro Amapungo	Cerro Huallil	Cerro Churuco	Cerro Guayusal	Total	P. Unitario (\$)	P. Total(\$)
ANTENA EN 5.8 GHZ DISH PARABOLIC	U.	1	1	1	1	4	548,4	2193,6
ANTENA GRILLA EN 5.8GHZ DE 27DBI	U.	0	1	0	0	2	108,25	216,5
ROUTERBOARD 433AH CON 3SLOT PA	U.	0	1	1	1	3	224,94	674,82
ROUTERBOARD 411AH CON UN SLOT	U.	1	0	0	0	1	157,06	157,06
MINI PCI ADAPTER	U.	1	2	2	2	7	179,2	1254,4
PIGTAIL MMCX	U.	1	2	2	2	7	24,64	172,48
PIGTAIL N MACHO A N MACHO	U.	1	2	2	2	7	24,64	172,48
POE	U.	1	1	1	1	4	41,46	165,84
FUENTE DE 24V	U.	1	1	1	1	4	27,57	110,28
CAJA IMPERMEABLE	U.	1	1	1	1	4	80	320
Cable STP cat.5	m.	25	25	25	25	100	1,55	155
Soporte de Antena o Brazo	U.	1	1	1	1	4	76,48	305,92
Poli tubo de 1/2"	U.	0	0	0	0	0	0,3	0
Correas Plástica ajustable 20 cm.	U.	20	20	20	20	80	0,05	4
Conector RJ-45 metal/ico	U.	2	2	2	2	8	1,45	11,6
Cinta Autofondente 3M	m.	0,6	0,6	0,6	0,6	2,4	5,74	13,776
Cinta Aislante 3M	U.	1	1	1	1	4	0,71	2,84
							Sub total	5930,596
							IVA 12%	711,67152
							Total Materiales	6642,26752

Figura 55. Proforma con equipos Mikrotik

1.8.4 TABLA DE RESUMEN

EQUIPOS	MIKROTIK	TRANZEO TR-5Plus	Motorola Canopy 5700BHRF20DD
CARACTERÍSTICAS			
Standard	Turbo, 802.11a, 802.11b and 802.11g IN ONE	802.11a	xxxxxx
Rango de Frecuencia	2400 MHz to 5805 MHz Dependrá de la antena a conectar	5170 MHz to 5805 MHz	5725 MHz to 5850 MHz
Tipo de Comunicación	Half-Duplex / Full-Duplex	Half-Duplex	10/100 Base T, half/full duplex. Rate auto negotiated (802.3 compliant)
Transmit Power	hasta 27 dbm	hasta 23 dbm	hasta 23 dbm
Sensitividad	-90dBm (dependerá de la miniPCI)	-76dBm @ 54Mbps	-3dB @ 10 Mbps, -10dB @ 20 Mbps
Typical Aggregate Useful Throughput	54Mbps (dependerá de la miniPCI)	32Mbps	20 Mbps
Polarización	Horizontal or Vertical	Horizontal or Vertical	Vertical
Administración			
Medio de Administración	WinBox para Windows y Linux (Ejecutable con Wine)	Windows Utility, Web-Based Management, SNMP	Windows Utility
Configuración Remota	HTTP, TELNET, FTP, SNMP,	HTTP, FTP, SNMP,	HTTP, TELNET, FTP, SNMP Version 2c
Protocolo	TCP/IP	TCP/IP	TCP/IP
Seguridad	Hardware-based 64/128 bit WEP, TKIP and AES-CCM encryption, WPA, WPA2, 802.1x	(WEP, WPA, Mac Authentication)	40 bits and 128 bits WEP encryption, Media Access Control address filter (MAC), WPA
Alcance	70km con antena externa	50 km con antena externa	50 km con reflector
Conectores Ethernet	3 conectores 10/100 base T (Water Tight RJ-45)	2 conectores 10/100 base T (Water Tight RJ-45)	1 conectores 10/100 base T (Water Tight RJ-45)
Temperatura de Operación	-30C to +60C	-65°C to +60°C	-40° C to +55° C (-40° F to +131° F)
APLICACIONES			
Access point	sí	sí	sí
Cliente (CPE)	sí	sí	sí
Monitoreo y Control	sí	sí	sí
configuración AP-Estación Y Difusión al mismo tiempo en el mismo equipo	sí	no	no
Desarrollo de servidores	sí	no	no
Control de ancho de Banda Clientes Servidor	sí	no	no
Redes Hotspot	sí	no	no
Redes VLANs	sí	no	no

Tabla 3. Tabla de comparación de Equipos.

Analizando la tabla de comparación podemos observar claramente las diferentes ventajas que presenta nuestro equipo tanto en sus características así como el costo de los equipos que conlleva a la instalación. En cuanto a su instalación la dificultad instalando cualquiera de los equipos antes descritos, todos requieren el mismo cuidado, tanto en la parte eléctrica como en su instalación.

En cuanto a costos es notable la diferencia entre los diferentes equipos para la instalación del enlace, si bien es cierto los equipos Mikrotik requiere más componentes para una implementación (Mini PCI- Mainboard- Pigtail), el costo sigue siendo aun menor que las propuestas antes planteadas.

1.8.5 PRESUPUESTO.

El presupuesto que se tiene previsto para todo el enlace se basa en los cálculos anticipados, teniendo en consideración los precios reales de los materiales, mano de obra, imprevistos y otros. Este presupuesto se va a considerar a futuro para que los planes trazados en la implementación del mismo nos permitan obtener máxima utilidad proyectada bajo los siguientes objetivos:

- La coordinación de todas las actividades.
- Asegurar la liquidez financiera.
- Establecer un control para conocer si los planes son llevados a cabo y determinar la dirección que se lleva con relación a los objetivos establecidos.

Para la presentación del proyecto de implementación se prevé de manera general los siguientes gastos que si bien se ha tratado de cubrir la mayoría de aspectos, pueden surgir algunos imprevistos, ya sea en el caso de instalación física de los equipos como en la programación de los mismos, imprevistos que se han considerado especialmente en los gastos de mano de obra y gastos personales, que no es más que un porcentaje que varía entre el 1 y 3 % de los gastos considerados en las tablas correspondientes. Cabe recalcar que el financiamiento vendrá directamente del beneficiario, el Sr. Johnny Jácome.

En las siguientes tablas se describe el Presupuesto, segmentado en tres partes: gastos materiales, mano de obra y gastos personales, en este último se encuentra el costo total del proyecto.

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO (DETALLE GASTOS MATERIALES)

DETALLE GASTOS MATERIALES								
Equipos y Materiales	Unidad	Cerro Amapungo	Cerro Huallil	Cerro Churuco	Cerro Guayusal	Total	P. Unitario (\$)	P. Total(\$)
ANTENA EN 5,8 GHZ DISH PARABOLICA DE 32,5 DBI	u.	1	1	1	2	5	548,4	2742
ANTENA GRILLA EN 5,8GHZ DE 27DBI	u.	0	1	1	0	2	108,25	216,5
ROUTERBOARD 433AH CON 3SLOT PARA MINIPCI	u.	0	1	1	1	3	224,94	674,82
ROUTERBOARD 411AH CON UN SLOT PARA MINIPCI	u.	1	0	0	0	1	157,06	157,06
MINI PCI ADAPTER	u.	1	2	2	2	7	179,2	1254,4
PIGTAIL MMCX	u.	1	2	2	2	7	24,64	172,48
PIGTAIL N MACHO A N MACHO	u.	1	2	2	2	7	24,64	172,48
POE	u.	1	1	1	1	4	41,46	165,84
FUENTE DE 24V	u.	1	1	1	1	4	27,57	110,28
CAJA IMPERMEABLE	u.	1	1	1	1	4	80	320
Cable STP cat 5	m.	25	25	25	25	100	1,55	155
Soporte de Antena o Brazo	u.	1	1	1	1	4	76,48	305,92
Politubo de 1/2"	u.	0	0	0	0	0	0,3	0
Correas Plástica ajustable 20 cm.	u.	20	20	20	20	80	0,05	4
Conector RJ-45 metalico	u.	2	2	2	2	8	1,45	11,6
Cinta Autofondente 3M	m.	0,6	0,6	0,6	0,6	2,4	5,74	13,776
Cinta Aislante 3M	u.	1	1	1	1	4	0,71	2,84
							Sub total	6478,996
							IVA 12%	777,47952
							Total Materiales	7256,47552

Tabla 4. Presupuesto (detalle gastos materiales)

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO
PRESUPUESTO (DETALLE GASTOS MANO DE OBRA)

DETALLE GASTOS MANO DE OBRA								
Equipos y Materiales	Unidad	Cerro Amapungo	Cerro Huallil	Cerro Churuco	Cerro Guayusal	Total	P. Unitario (\$)	P. Total (\$)
Mano de Obra								
Montaje de Brazo, Antena y Apuntamiento								
Montaje de equipo inalámbrico								
Tendido y sujeción de polítubo de 1/2"								
Tendido de Cable UTP	u.	1	1	1	1	4	447,66	1790,64
Conexión y crimpado de conector RJ-45								
Montaje de POE								
Conexión de puesta a tierra								
Configuración de Nodo								
Dirección Técnica y Administración								
Estudio para legalización de enlaces	u.	1	1	1	1	4	52,14	208,56
Ingeniería y Dirección Técnica	u.	1	1	1	1	4	53,7192	214,8768
Administrativos indirectos	u.	1	1	1	1	4	35,8128	143,2512
Imprevistos y Varios	u.	1	1	1	1	4	44,766	179,064
							Sub total	2536,392
							IVA 12%	304,36704
							Total Mano de Obra	2840,75904

Tabla 5. Presupuesto (detalle gastos mano de obra)

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO
PRESUPUESTO (DETALLE GASTOS PERSONALES)

DETALLE GASTOS PERSONALES					
	Descripción	Unidad	Consumo Total	P. Unitario (\$)	P. Total(\$)
Gastos Universidad					
Derecho de Matrícula para presentar tema de Tesis	-	u.	1	190	190
Derecho de Para presentar tema de Tesis	-	u.	1	150	150
Hojas Valoradas	-	u.	6	0,5	3
Gastos Investigación - Desarrollo					
Transporte (Bus)	Consumo Diario = \$0,50	mes.	4	10	40
Movilización para el reconocimiento e implementación. (2 Viajes). Cuenca - Guayaquil (200 km)	Combustible para Vehículo Mazda 2200 2 Gal por cada 35km Ya que usaremos un vehículo, tenemos que tener en cuenta otros gastos como: llantas, lubricantes, mantenimiento, etc.	Galon. (Combustible Extra) u.	46 1	1,309128 50	60,219888 50
Alimentación	Reconocimiento de los Puntos Intermedios del Enlace. Tres comidas por cada dia. (\$ 2 por cada comida)	día	3	6	18
	Implementación del Enlace. Tres comidas por cada dia. (\$ 2 por cada comida)	día	5	6	30
Hospedaje	Precio por noche \$8 a \$10	noches	8	9	72
Copias	Se prevé usar una amplia gama de libros disponibles en la Biblioteca.	u.	500	0,02	10
Carpetas	-	u.	4	0,15	0,6
Consumo Internet	Para el consumo de Internet he considerado un promedio de 5 horas a	mes.	5	0,8	4
Anillados	-	u.	3	2	6
Impresiones	En este gasto se incluye impresiones del Anteproyecto, y del trabajo final de tesis.	u.	300	0,2	60
Imprevistos	En este rubro he considerado un porcentaje del 2,5% de la suma total de los gastos anteriores.	u	1	17,3454972	17,3454972
				Sub total	711,1653852
				IVA 12%	85,33984622
				Total Gastos Pe	796,5052314

Costo Total del Proyecto (\$)	10894
-------------------------------	--------------

Tabla 6. Presupuesto (detalle gastos personales)

1.9 RECONOCIENDO DE SECTORES INTERMEDIOS DEL ENLACE PRINCIPAL.

Dado que el enlace es de magnitud considerable este no constará con dos nodos únicamente, por lo que para lograr llegar con la información a nuestro destino necesitaremos de varios nodos intermedios que nos ayudaran a repetir la señal hasta que llegue a su destino sin ninguna dificultad.

Para hacer más fácil la selección de los sectores, se ha observado sectores en donde existe la mayor concentración de equipos de telecomunicaciones, es por eso que entre los sectores intermedios que para el enlace que se han tomado en consideración para este enlace son: el cerro Huallil y el cerro Churuco. El primero de ellos nos permitirá la comunicación con el cerro Amapungo que es que se establecerá como nodo principal, el segundo enlazara el nodo de Huallil y el nodo final en el cantón Gualaquiza (Guayusal). Como características adicionales de los sectores podemos mencionar que su clima es relativamente frio, húmedo por lo que cuando se lleve a cabo la instalación es preciso tomar las debidas seguridades en el momento de instalar los equipos y que estos estarán funcionando las 24 horas del día los 365 días de la semana. En un inicio la selección de los lugares se la realizó sin ningún sustento teórico o análisis previo, por lo que se procedió a la visita de los sectores con el fin de tomar los datos necesarios para un análisis más profundo y así establecer de manera más definida los lugares exactos para el establecimiento de nodo que formará parte de la red. Los equipos que se utilizaron para la inspección de los sectores son el GPS que nos permitió tomar las coordenadas de los puntos en donde se planea instalar los equipos, y nuestra LAPTOP en la cual está instalado el Radio Mobile que nos permitirá hacer una simulación rápida la misma que nos dirá a conocer si entre los puntos a enlazar existe línea de vista directa, condición necesaria para establecer un enlace.

Ya que esta sección trata únicamente de un reconocimiento de los sectores intermedios, la decisión final en donde se definirá, descartará o se incluirán nuevos nodos, se la hará en el siguiente capítulo en donde se incluyen simulaciones de los enlaces y su cálculo matemático respectivo.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 INTRODUCCION.

Inicialmente en el cantón Gualaquiza un proveedor prestaba el servicio de Internet al ISP mediante un enlace satelital, sin embargo este decide cancelar el servicio, especialmente por la rentabilidad que este servicio no le brindaba. Frente a esta situación el dueño del ISP opta por una nueva forma de llegar con el servicio, para evitar el descontento con los usuarios finales, siendo la comunicación por radio enlace la mejor solución. Por lo tanto se procedió a realizar las respectivas gestiones tanto técnicas como legales para proceder con la implementación.

En los últimos años el Internet ha formado parte importante para el desarrollo de la comunidad razón por la cual es necesaria la pronta implementación del enlace. Antes de ello se deberá considerar los siguientes puntos: Descripción general de toda la red, y de cada uno de los segmentos que conforman, esto nos ayudará especialmente para controlar de mejor manera cada uno de los nodos que conforman la red, ubicación de los puntos intermedios, ya que el servicio de última milla se dispondrá en la provincia del Azuay, necesitamos de varios saltos para llegar al punto final de la red ubicado en el cantón Gualaquiza, es por ello que debemos escoger la ruta correcta para el enlace de modo que no genere ninguna interferencia en la señal, para ello se tomará los datos (latitud, longitud, altura de la torre) correspondiente al los sectores intermedio, para de esta manera proceder con el diseño de la red, en cual se detallarán los requisitos para la legalización de los puntos que conforman la red así como también para tener un mayor conocimientos abordaremos también que condiciones debe tener un dueño de un ISP, posterior a esto se describirá los equipos y el material necesario para la instalación de cada uno de ellos.

Antes de realizar cualquier instalación recalcamos que es importancia realizar el cálculo previo así como su respectiva simulación, eso nos ayudará a completar de manera correcta los formularios para la legalización de los nodos, para así proceder con la instalación y evitar cualquier tipo de inconveniente con la entidad que regula

los enlaces. Finalizada la etapa de la instalación se analizará cuales fueron los principales inconvenientes en cada uno de ellos tanto en la parte técnica como en la configuración de los equipos y la solución que se dio a los problemas suscitados.

Ya que el objetivo es llegar con un servicio de última milla al cerro Guayusal, para que cada usuario del cantón Gualajiza tenga acceso a este servicio se deberá realizar un último enlaces hacia el domicilio del dueño del ISP en este cantón en donde la infraestructura para el control y monitoreo de los clientes finales está ya instalada. Sin embargo se presentará una nueva propuesta usando los mismos equipos Mikrotik para el control y monitoreo de cada cliente del sector, con la finalidad de abaratar costos con mayor eficiencia y calidad de servicio.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED.

Un sistema de telecomunicaciones está conformado por una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios el servicio final para el cual fue diseñado, que puede ser para datos, telefonía, televisión, etc. Dicho de otro modo **una red de telecomunicaciones es una red de enlaces y nodos organizados para garantizar el transporte de la información hasta los usuarios finales** que dispondrán de este servicio para sus propios beneficios; para ello estos requerirán de un equipo terminal (en nuestro caso para un Nano Station 5 para capturar la señal de Internet). La descripción de una red para brindar un servicio permitirá tener una idea general del trayecto que seguirá la información hasta llegar al usuario final de forma que tengamos un mejor control y monitoreo de la información.

2.2.1 COMPONENTES DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

En esta sección describiremos las redes con las que disponemos para ofrecer un servicio de telecomunicaciones, los equipos terminales así como también los que

permiten el enlace de la red. En general se puede afirmar que una red de telecomunicaciones consiste en las siguientes componentes:

- a) Los nodos los cuales se procesan la información que llega a cada uno de ellos, y
- b) Los enlaces o canales que conectan cada uno de los nodos entre sí y a través de los cuales se envía la información desde y hacia otros nodos.

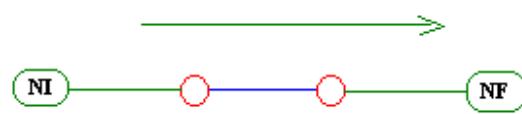
2.2.2 ARQUITECTURA DE UNA RED.

La arquitectura de una red es una forma organizada de los diferentes protocolos que la integran para coordinar las diferentes tareas, y así conseguir una interconexión. Esto es benéfico tanto para los usuarios de la red como para los proveedores de un servicio. Desde el punto de vista de su arquitectura y de la manera en que transportan la información, las redes de telecomunicaciones pueden ser clasificadas en:

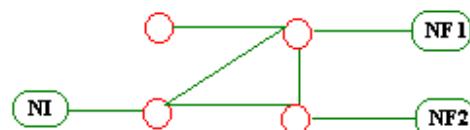
- Redes Comutadas.
- Redes de Difusión.

2.2.2.1 Redes Comutadas.

Las redes comutadas están compuestas por nodos que se comunican de forma sucesiva, es decir la información que se transmite desde un nodo inicial y por un canal x sigue al siguiente nodo es procesada y se retransmite por un canal disponible para seguir con el siguiente nodo en caso existir, y así sucesivamente .



(a)



(b)

Figura 56. Red conmutada. Enlace dedicado(a) y enlace compartido (b)

En las redes conmutadas existen dos tipos de conmutación: conmutación de paquetes, que consiste en dividir un mensaje en pequeños paquetes independientes con la respectiva información de control, que viajarán por los diferentes nodos de la red hasta llegar a su destino en donde por medio de la información de control se reestructurará el mensaje inicial y conmutación de circuitos.

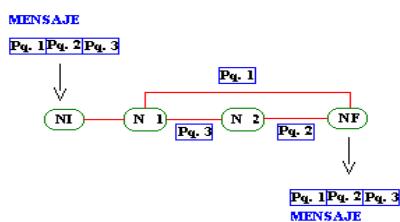


Figura 57. Conmutación de paquetes.

Por otra parte, en la conmutación de circuitos se busca y reserva una trayectoria entre los usuarios, se establece la comunicación y se mantiene esta trayectoria durante todo el tiempo que se esté transmitiendo información

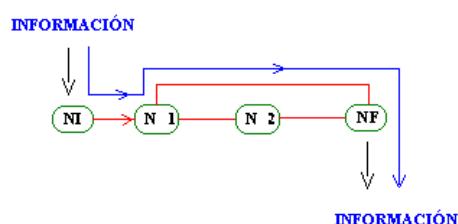


Figura 58. Conmutación de circuitos.

2.2.2.2 Redes de Difusión.

Las redes de difusión son ampliamente usadas por algunos proveedores de Internet ya que estas disponen de un canal al cual se conectan cada uno de los clientes para acceder al servicio de Internet, pero solamente extraen del canal los mensajes en los

que identifican su dirección como destinatarios. Aunque el ejemplo típico lo constituyen los sistemas que usan canales de radio, no necesariamente tienen que ser las transmisiones vía radio, ya que la difusión puede realizarse por medio de canales metálicos, tales como cables coaxiales. A continuación observaremos algunos ejemplos de este tipo de redes. Lo que sí puede afirmarse es que típicamente las redes de difusión tienen sólo un nodo (el transmisor) que inyecta la información en un canal al cual están conectados los usuarios.

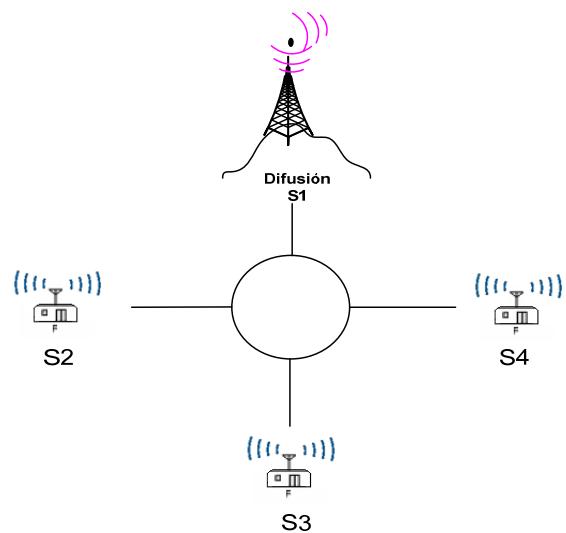


Figura 59. Red de Anillo

En la red de un proveedor de Internet cada usuario que desee el servicio necesitará de un equipo terminal, que únicamente le servirá para acceder al servicio y no para intercambiar la información con otros usuarios.

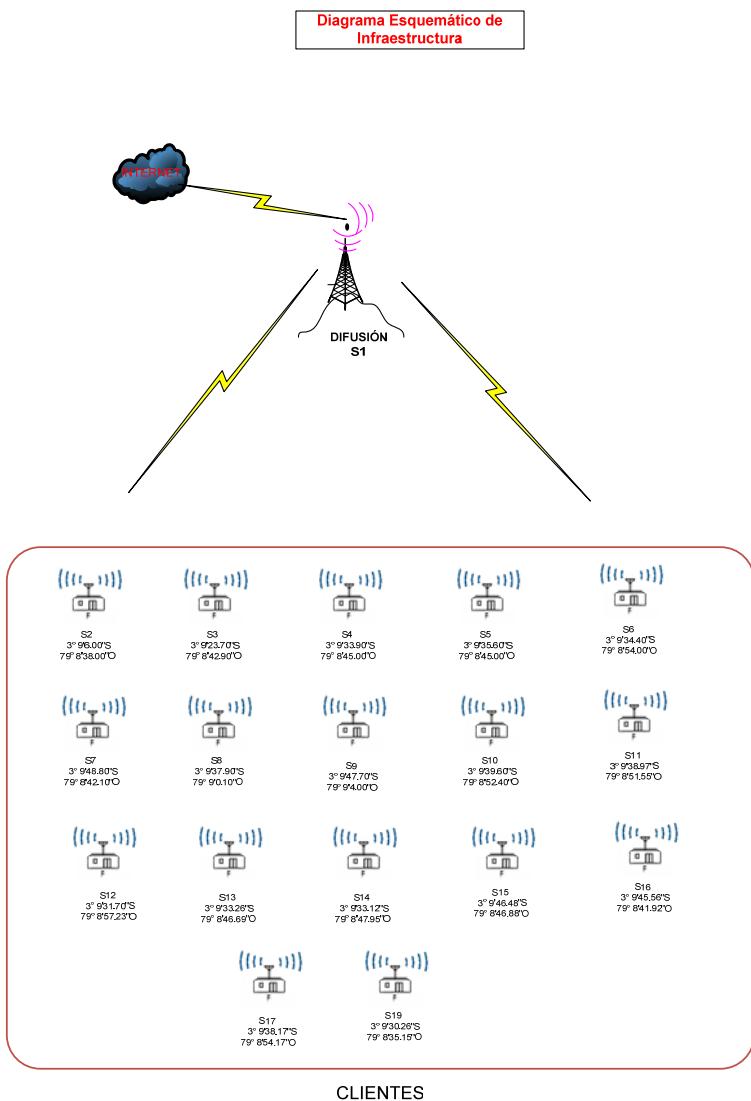


Figura 60. Conexión Proveedor Usuario

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES.

El objetivo principal de una red de telecomunicaciones es la de brindar un determinado servicio a un usuario final. Por lo que la red puede clasificarse en red pública, cuando el servicio que se brinda es asequible para el público en general (red telefónica), o en una red privada en donde se instala y opera una red de forma personal, evitando el acceso de terceras personas (base de datos de una empresa).

La cobertura geográfica es una de las características más importantes de una red, ya que esta limita el área de conexión para un usuario por lo que en función de la cobertura las redes pueden ser locales (Redes LAN), que enlazan computadoras instaladas en un mismo edificio o una sola oficina, redes urbanas que brindan un servicio mucho más amplio, como televisión, telefonía, etc.; redes metropolitanas que cubren a toda la población de una ciudad y redes que enlazan redes metropolitanas o redes urbanas formando redes nacionales, y redes que enlazan las redes nacionales, las cuales constituyen una red global de telecomunicaciones .



Figura 61. Red local, red urbana, red metropolitana.

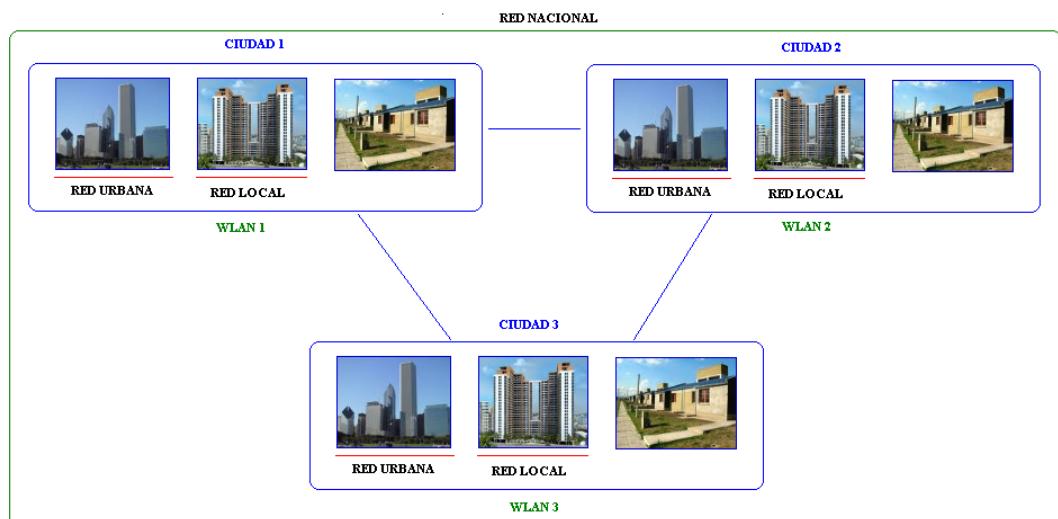


Figura 62. Red Nacional.

2.2.4 CANALES.

Como ya ha sido mencionado, las componentes de una red que hacen posible la comunicación son el conjunto de nodos y de canales. El canal es el medio físico a través del cual viaja la información de un punto a otro. Las características de un canal son de importancia para una comunicación efectiva, ya que de ellas depende en gran medida la calidad de las señales recibidas en el destino o en los nodos intermedios en una ruta. Los canales se pueden clasificar en dos clases:

2.2.4.1 Canales Guiados.

Son medios físicos por donde viaja la información desde la fuente hasta el destino, por ejemplo: cables de cobre, cables coaxiales y fibras ópticas, y por los cuales se pueden ser transmitidas las siguientes tasas:

cable de cobre (par trenzado)	hasta 4 Mbps (4 millones de bits por segundo)
cable coaxial	hasta 500 Mbps (500 millones de bits por segundo)
fibra óptica	hasta 2000 Mbps (2 000 millones de bits por segundo; o bien 2 "giga" bps: 2 Gbps)

Tabla 7. Tipos de Canales Guiados y Taza de Transmisión

Los medios guiados son los más utilizados en nuestro medio especialmente por su bajo costo. El principal limitante para este tipo de redes es que su atenuación aumenta en función de la distancia del conector, dependiendo de la aplicación, y se deberá colocar repetidores para evitar la pérdida de la señal.

2.2.4.2 Canales No Guiados.

Son aquellos que difunden una señal por el espacio es decir sin una guía como por ejemplo los canales de radio, que incluyen microondas y enlaces satelitales. Los radio-enlaces son utilizados actualmente para cubrir sectores en donde los medios guiados no pueden llegar por la dificultad geográfica.

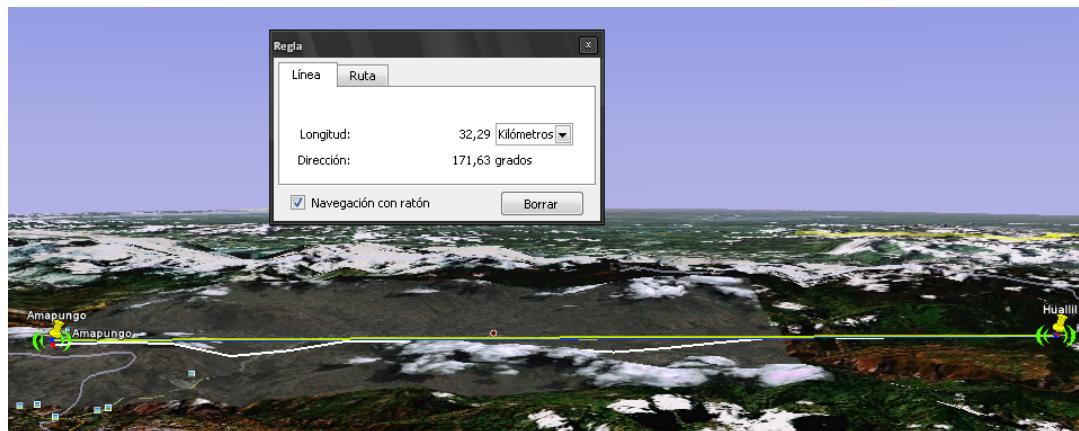


Figura 63. Canal no guiado: Radio - Enlace

2.2.5 NODOS.

Los nodos son parte fundamental de una red de telecomunicaciones, un nodo está conformado por un conjunto de equipos encargados de realizar el procesamiento que requiere cada una de las señales receptoras para retransmitirlas nuevamente a través de toda la red de un radioenlace. En la actualidad los equipos que forman parte de la red de telecomunicaciones son de tipo digital que realizan las siguientes funciones:

Establecimiento y verificación de un protocolo. Todo proceso que se realiza en un nodo de la red está sujeto a normas o reglas de modo que garantizan la comunicación entre ello, a este conjunto de reglas y normas se conoce como protocolos de comunicación y se ejecutan en los nodos para garantizar transmisiones exitosas entre sí, utilizando para ello los canales que los enlazan.

Transmisión. Un nodo es el encargado de adaptar la información a transmitir en un canal de manera que se garantice el transporte de la información a través de la red.

Interface. En esta función el nodo se encarga de proporcionar al canal las señales que serán transmitidas, de acuerdo con el medio de que está formado el canal. Esto es, si el canal es de radio, las señales deberán ser electromagnéticas a la salida del nodo, independientemente de la forma que hayan tenido a su entrada y también de que el procesamiento en el nodo haya sido por medio de señales eléctricas.

Recuperación. Debido a múltiples factores algunas veces se produce una interrupción en la transmisión de información, el sistema debe estar en la posibilidad de recuperar la información perdida con el fin de garantizar que la información llegue completa a su destino.

Formateo. En una red se pueden utilizar varios protocolos para la interconexión de la red, es por eso que cuando se transmite un mensaje este tiene un formato definido para todos los nodos de la red para trabajar de una mejor manera; esto se conoce con el nombre de formateo.

Señal inicio	Dirección	Control	Información	Detección de errores	Fin
--------------	-----------	---------	-------------	----------------------	-----

Figura 64. Formato típico de un paquete.

Enrutamiento. Cada vez que se envía información, en esta se incluye el destino así como también desde donde proviene, por lo que cada nodo se encargará de transmitir la información en función de la ruta asignada previamente para garantizar que llegue a su destino rápidamente. Este proceso se denomina enrutamiento a través de la red.

Repetición. Existen protocolos que entre sus reglas tienen una previsión por medio de la cual el nodo receptor detecta si ha habido algún error en la transmisión. Esto permite al nodo destino solicitar al nodo previo que retransmita el mensaje hasta que llegue sin errores y el nodo receptor pueda, a su vez, retransmitirlo al siguiente nodo.

Direccionamiento. Un nodo requiere la capacidad de identificar direcciones para poder hacer llegar un mensaje a su destino, principalmente cuando el usuario final está conectado a otra red de telecomunicaciones.

Control de Flujo. Todo canal de comunicaciones tiene una cierta capacidad de manejar mensajes, y cuando el canal está saturado ya no se deben enviar más mensajes por medio de ese canal, hasta que los mensajes previamente enviados hayan sido entregados a sus destinos.

Es preciso señalar que las funciones antes descritas se utilizaran dependiendo de la complejidad de la red, del número de usuarios, del servicio que se va a prestar; no es necesario que una red que esté integrada únicamente por dos nodos disponga de todas las funciones descritas anteriormente, pero si las más importantes.

2.2.6 COMUNICACIÓN EN RED.

La comunicación a través de una red se puede llevar a cabo en dos diferentes categorías a nivel de la capa física que está conformada por todos los elementos que integran un equipo para comunicarse con el resto de equipos que conforman la red (tarjetas, routers, cables, antenas, etc.), y a nivel de la *capa lógica*. La comunicación a través de la capa física se rige por normas sencillas que en conjunto me permitirán construir los denominados *protocolos*, que son normas de comunicación más complejas (mejor conocidas como de *alto nivel*), capaces de proporcionar servicios que resultan útiles.

La razón más importante (quizá la única) sobre por qué existe diferenciación entre la capa física y la lógica es sencilla: cuando existe una división entre ambas, es posible utilizar un número casi infinito de protocolos distintos, lo que facilita la actualización y migración entre distintas tecnologías.

2.2.6.1 Protocolos.

Un **protocolo** es un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red en pocas palabras define cómo se deben comunicar los equipos, es decir, el formato y la secuencia de datos que van a intercambiar.

Dependiendo de cómo se espera que sea la comunicación esta utilizará un protocolo como por ejemplo el protocolo FTP se especializa en el intercambio de archivos; otros pueden utilizarse simplemente para administrar el estado de la transmisión y los errores ICMP. En Internet, los protocolos utilizados pertenecen a una sucesión de protocolos o a un conjunto de protocolos relacionados entre sí. Este conjunto de protocolos se denomina **TCP/IP**.

Los protocolos se clasifican en dos categorías según el nivel de control de datos requerido:

- **Protocolos orientados a conexión:** estos protocolos controlan la transmisión de datos durante una comunicación. En tal esquema, el equipo receptor envía acuses de recepción durante la comunicación, por lo cual el equipo remitente es responsable de la validez de los datos que está enviando. Los datos se envían entonces como flujo de datos. TCP es un protocolo orientado a conexión;
- **protocolos no orientados a conexión:** éste es un método de comunicación en el cual el equipo remitente envía datos sin avisarle al equipo receptor, y éste recibe los datos sin enviar una notificación de recepción al remitente. Los datos se envían entonces como bloques (datagramas). UDP es un protocolo no orientado a conexión.

2.2.6.1.1 Protocolo TCP/IP.

Es un protocolo que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP / IP proviene de dos protocolos importantes de la familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). Los protocolos que se eligieron para permitir que el Internet sea una Red de redes es TCP/IP, el mismo que trabaja a un nivel superior de forma transparente en cualquier tipo de red y a un nivel inferior de los programas de aplicación (páginas WEB, correo electrónico, etc.) particulares de cada sistema operativo. A continuación se presenta el siguiente modelo de referencia del protocolo de TCP/IP.

Capa de aplicación (HTTP, SMTP, FTP, TELNET...)
Capa de transporte (UDP, TCP)
Capa de red (IP)
Capa de acceso a la red (Ethernet, Token Ring...)
Capa física (cable coaxial, par trenzado...)

Tabla 8. Modelo TCP/IP

Capa Física. Es el medio por el cual se transmite la información, este puede ser guiado o no guiado.

Capa de Acceso a la Red. Es la que determina cómo y cuando se trasmite o recibe la información envía por las estaciones.

Las dos capas anteriores quedan a un nivel inferior del protocolo TCP/IP, es decir, no forman parte de este protocolo.

Capa Red. Esta capa define la forma en que un mensaje se transmite a través de distintos tipos de redes hasta llegar a su destino. Conformado principalmente por el protocolo IP sin embargo existen a este nivel protocolos como el ARP, ICMP e IGMP. Esta capa proporciona el direccionamiento IP y determina la ruta óptima a través de los encaminadores (*routers*) que debe seguir un paquete desde el origen al destino.

Capa de Transporte. Conformada por los protocolos TCP (*Protocolo de Control de Transmisión*) que garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitiera, y UDP (**User Datagram Protocol**) que proporciona una sencilla interfaz entre la capa de red y la capa de aplicación.

Capa de aplicación. Una vez que se establece la conexión entre los puntos se procederá a transmitir información por lo que en esta capa nos proporcionará los distintos servicios de Internet como son páginas Web, FTP, TELNET, etc.

2.2.6.1.2 Direcciones IP.

Cada host que forma parte de una red necesita ser identificado por lo que es necesario el uso de un identificador, funciones que cumplen las direcciones IP. Dentro de una red a cada Host se le asigna una IP la misma que no puede repetirse con el fin de evitar un conflicto en la red. En el caso de Internet, no puede haber dos equipos con 2 direcciones IP públicas iguales. Pero sí podríamos tener dos equipos con la misma dirección IP siempre y cuando estos pertenezcan a redes independientes.

Las direcciones IP se clasifican en:

- **Direcciones IP públicas.** Son visibles en todo el Internet. Un equipo con una IP pública es accesible desde cualquier otro conectado a Internet
- **Direcciones IP privadas.** Son visibles únicamente por otros hosts de su propia red o de otras redes privadas interconectadas por routers. Los ordenadores con direcciones IP privadas pueden salir a Internet por medio de un router (o proxy) que tenga una IP pública. Sin embargo, desde Internet no se puede acceder a ordenadores con direcciones IP privadas.

A su vez, las direcciones IP pueden ser:

- **Direcciones IP estáticas (fijas).** Cada vez que un equipo con una IP estática acceda a una red, lo hará siempre con la misma dirección IP. Las direcciones IP públicas estáticas son las que utilizan para tener acceso a los servidores de Internet las mismas que deben ser contratadas para su uso.
- **Direcciones IP dinámicas.** Cada vez que un equipo con una IP dinámica acceda a una red, lo hará siempre con la misma dirección IP diferente. Las direcciones IP públicas dinámicas son las que se utilizan en las conexiones a Internet mediante un módem. Los proveedores de Internet utilizan direcciones IP dinámicas debido a que tienen más clientes que direcciones IP (es muy improbable que todos se conecten a la vez).

Las direcciones IP están formadas por 4 bytes (32 bits). Se suelen representar de la forma a.b.c.d donde cada una de estas letras es un número comprendido entre el 0 y el 255.

Las direcciones IP también se pueden representar en hexadecimal, desde la 00.00.00.00 hasta la FF.FF.FF.FF o en binario, desde la 00000000.00000000.00000000.00000000 hasta la 11111111.11111111.11111111.11111111.

Las tres direcciones siguientes representan a la misma máquina

(Decimal)-----128.10.2.30
(Hexadecimal)-----80.0A.02.1E
(Binario)-----10000000.00001010.00000010.00011110

Las direcciones IP no se encuentran aisladas en Internet, sino que pertenecen siempre a alguna red. Todas las máquinas conectadas a una misma red se caracterizan en que los primeros bits de sus direcciones son iguales. De esta forma, las direcciones se dividen conceptualmente en dos partes: el identificador de red y el identificador de host.

2.2.6.1.3 Clases de Redes

Dependiendo del número de hosts que se necesiten para cada red, las direcciones de Internet se han dividido en las clases primarias A, B y C. La clase D está formada por direcciones que identifican no a un host, sino a un grupo de ellos. Las direcciones de clase E no se pueden utilizar (están reservadas).

Clase A

En una dirección IP de clase A, el primer byte representa la red. El bit más importante (el primer bit a la izquierda) está en cero, lo que significa que hay 2^7 (00000000 a 01111111) posibilidades de red, que son 128 posibilidades, por lo tanto las redes disponibles de clase A son, redes que van desde **1.0.0.0** a **126.0.0.0**.



Figura 65. Esquema Red Clase A

Clase B

En una dirección IP de clase B, los primeros dos bytes representan la red. Los primeros dos bits son 1 y 0; esto significa que existen 2^{14} (10 000000 00000000 a 10 111111 11111111) posibilidades de red, es decir, 16.384 redes posibles. Por lo tanto, redes van de **128.0.0.0** a **191.255.0.0**. Los dos bytes de la izquierda representan los equipos de la red. La red puede entonces contener una cantidad de equipos equivalente a: Por lo tanto, la red puede contener una cantidad de equipos igual a:

$$2^{16}-2^1 = 65.534 \text{ equipos.}$$

En binario, una dirección IP de clase B luce así:



Figura 66. Esquema Red Clase B

Clase C

En una dirección IP de clase C, los primeros tres bytes representan la red. Los primeros tres bits son 1,1 y 0; esto significa que hay 2^{21} posibilidades de red, por lo tanto, redes que van desde **192.0.0.0** a **223.255.255.0**.



Figura 67. Esquema Red Clase C

2.2.7 RED AMAPUNGO - GUALAQUIZA.

La Red Amapungo – Gualaquiza está conformada por cuatro nodos cada uno de ellos consta de una infraestructura en donde se colocaran los equipos encargados de la transmisión y recepción de la señal. En el sector de Amapungo se prevé instalar el nodo principal en donde una empresa con licencia de portador, en este caso MEGADATOS nos proporcionará el servicio de última milla, para ellos nos proporcionará un rango de Ips públicas y un rango de Ips privadas.

En cada nodo se utilizará un solo equipo, el mismo que se encargará de la recepción de la señal, procesamiento, del enrutamiento y de la difusión de la señal por un canal que este libre. Los Canales que se utilizarán para interconexión de los nodos no se asignaran hasta el momento de la instalación, que es allí en donde con el mismo equipo se realizará un escaneo de los canales disponibles para la transmisión de la información. La misma que utilizará un medio no guiado ya que se trata de un radioenlace punto-punto con un tipo de red commutada.

Para organizar nuestra red se tiene previsto utilizar una IP pública en el nodo principal de manera que facilite el acceso desde cualquier lugar en donde dispongamos de Internet; en los siguientes nodos cada equipo utilizará una IP privada su acceso se lo realizará siempre y cuando ingresemos primero al equipo del nodo principal.

2.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INTERMEDIOS DE LA RED.

La correcta elección de los sectores para cada nodo es de vital importancia para establecer un enlace, en el anteproyecto se presento ya un diagrama con los sectores seleccionados para cada nodo, a continuación haremos una breve descripción de cada lugar elegido, así como también de la infraestructura seleccionada para colocar cada uno de los equipos.

2.3.1 CERRO AMAPUNGO.

Este cerro es vital importancia para todos los nodos ya que en este lugar se entregara el servicio de última milla por la Empresa Megadatos. La infraestructura en la que se tiene previsto instalar los equipos es una torre Autosoprtada y pertenece a dicha empresa, las coordenadas correspondientes al sector son latitud $2^{\circ}48'18"S$, y longitud $78^{\circ}49'16"W$ y se encuentra a aproximadamente 3090 m.s.n.m.



Figura 68. Cerro Amapungo (Google Earth)

2.3.2 CERRO HUALLIL.

Este punto se encuentra en cantón Sigsig sus coordenadas exactas son: latitud $3^{\circ}4'30,6''$ S y longitud $78^{\circ}48'58''$ W ubicado a aproximadamente unos 3231 m.s.n.m. La infraestructura en la que se tiene previsto instalar los equipos es una torre Autosostenida y pertenece a la empresa Sigsignet.



Figura 69. Cerro Huallil (Google Earth)

2.3.3 CERRO CHURUCO.

Este punto se encuentra en la frontera de la provincia del Azuay sus coordenadas exactas son: Latitud $3^{\circ}10'59,4''$ S y longitud $78^{\circ}47'0,4''$ W ubicado a aproximadamente unos 3598 m.s.n.m. La infraestructura en la que se tiene previsto instalar los equipos es una torre Autosostenida de la cual es propietario el Sr. Johnny Jácome quien en vista de la necesidad de establecer un nodo en este sector, decidió construir la infraestructura, ya que dicho punto es importante porque su altura me permitirá enlazar con el nodo final establecido en el cantón Gualاقiza.



Figura 70. Cerro Churuco (Google Earth)

2.3.4 CERRO GUAYUSAL.

Este punto se encuentra en la frontera en cantón Gualaquiza – Provincia Morona Santiago, este punto se eligió como último nodo para la conexión sus coordenadas exactas son: Latitud 3°23'51" S y longitud 78°33'34,6" W ubicado a aproximadamente unos 1243 m.s.n.m. La infraestructura en la que se tiene previsto instalar los equipos es una torre Autosoprtada de la cual es propietario Radio Zamora a quienes se les arrendará un espacio en dicha torre.

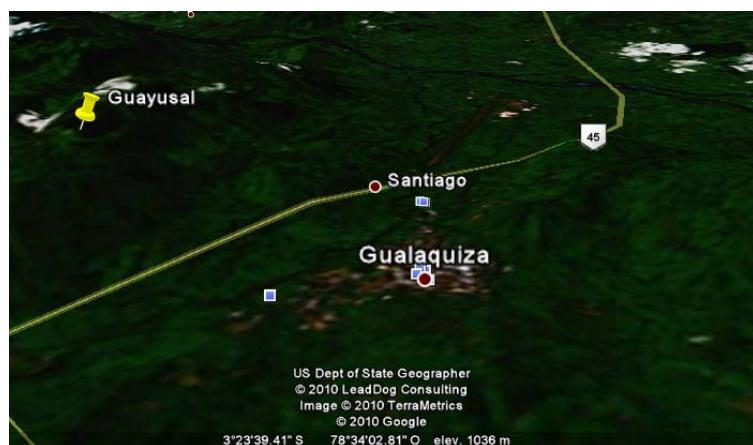


Figura 71. Cerro Guayusal (Google Earth)

2.3.5 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LA RED.

A continuación se presentara un esquema de la infraestructura necesaria para la posible conexión de todo el enlace que irá desde la provincia del Azuay hacia los proveedores ubicados en Gualaquiza y Yantzaza, cada uno los enlaces se llevará a cabo con tecnología MIKROTIK. (Figura 74).

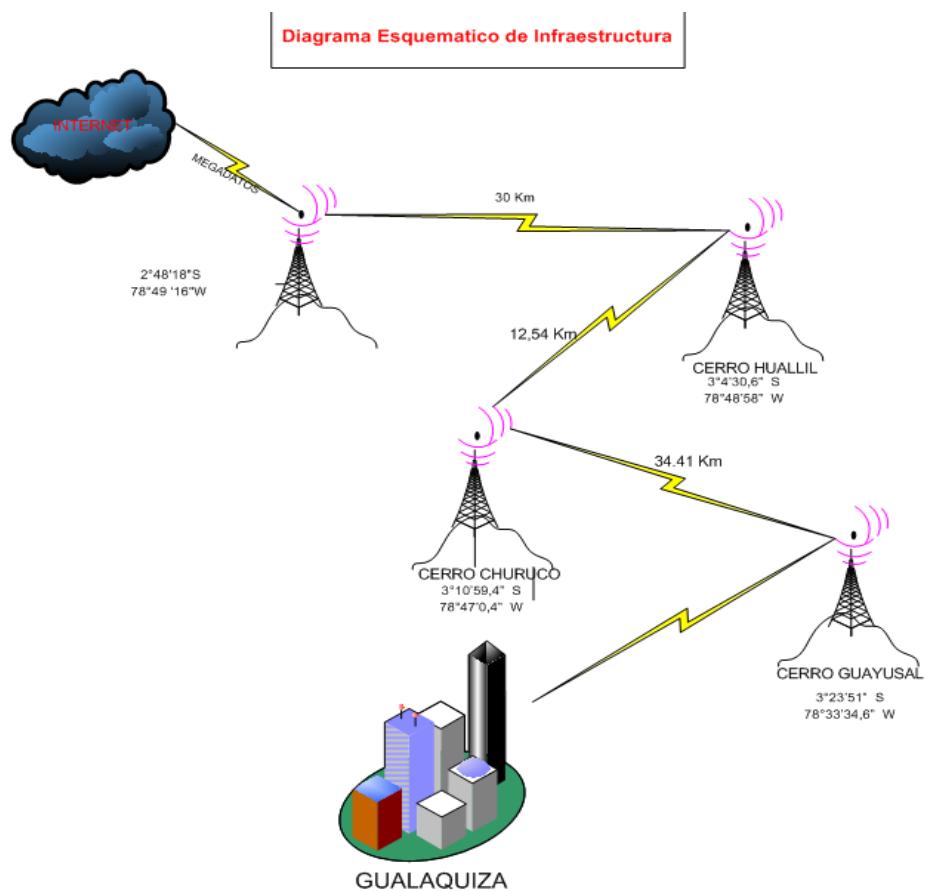


Figura 72. Diagrama Esquemático de la Infraestructura

2.4 DISEÑO DE LOS ENLACES.

En esta sección describiremos cada uno los enlaces que se establecerán entre los diferentes puntos escogidos en el capítulo uno.

2.4.1 ENLACE AMAPUNGO – HUALLIL.

Este enlace se conformará por los nodos ubicados en el cerro Amapungo y en el cerro Huallil, en el primero se utilizará un RouterBOARD que recibirá la señal desde el equipo de MEGADATOS S.A por una interface Ethernet para posteriormente difundirla vía Radio, en este equipo se realizará un puente entre la interface LAN y WAN de que se permita el flujo de tráfico hacia el siguiente nodo de la red.

Al igual que en el sector de Amapungo, en el Huallil también se utilizará un RouterBOARD el mismo que receptará la señal con ayuda de una antena externa, este equipo me permitirá una vez receptada la señal retransmitirla por una interface diferente con simplemente una configuración de Bridge en el mismo equipo.

La distancia entre estos nodos es de aproximadamente 30 km por lo que para conseguir establecer el enlace será necesario el uso de antenas externas de Plato con ganancia de 32dBi.

El canal por el cual se trasmitirá la información se seleccionará luego de un escaneo previo del espectro con el fin de evitar cualquier tipo de interferencia con los canales usados por el resto equipos ubicados en el sector

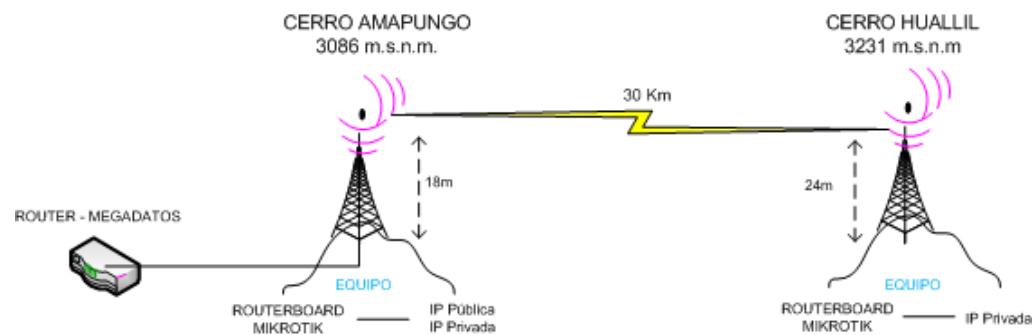


Figura 73. Esquema del Enlace Amapungo - Huallil

2.4.2 ENLACE HUALLIL – CHURUCO.

Los nodos que conforman este enlace, tanto el Huallil como el Churuco se consideraran únicamente como repetidores, si bien es cierto se utiliza también los mismos equipos que el nodo principal la señal proveniente de Amapungo a través de un bridge en el Huallil pasará directamente hacia el Churuco. Cuando la señal se retransmita nuevamente del Huallil se deberá realizar un escaneo previo para la elección del canal más adecuado para el envío de la información.

A cada nodo de este enlace también se le asignará una IP privada, con el fin de un futuro control de los equipos que se ubicaran los respectivos nodos. Es preciso señalar que el equipo ubicado en cada nodo tiene la capacidad de operar tanto como un AP o una Estación, esto dependerá de cuantas interfaces estén instaladas en el Mainboard.

La distancia entre estos nodos es de aproximadamente 12.5 km por lo que para cubrir esta distancia será necesario el uso de antenas externas de Grilla con ganancia de 27dBi.

El canal por el cual se trasmisitirá la información se seleccionará luego de un escaneo previo del espectro con el fin de evitar cualquier tipo de interferencia con los canales usados por el resto equipos ubicados en el sector

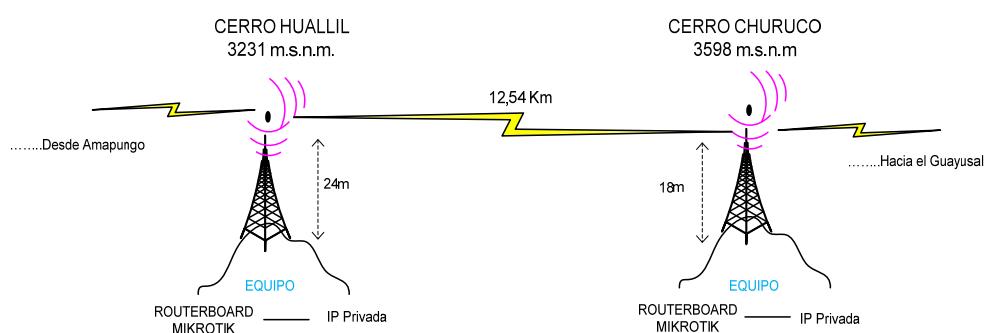


Figura 74. Esquema del Enlace Huallil-Churuco

2.4.3 CHURUCO-GUAYUSAL.

Este es el enlace final que conforma la red, integrada por los nodos del cerro Churuco y del cerro Guayusal al igual que el enlace anterior a este también se considera únicamente como repetidores, ya si bien es cierto cada uno de ellos utiliza también los mismos equipos de los nodos anteriores, cuando la señal proveniente de Huallil a través de un bridge en el Churuco pasará directamente hacia el Guayusal. Cuando la señal se retransmita nuevamente del Churuco se deberá realizar un escaneo previo para la elección del canal más adecuado para el envío de la información hacia el Guayusal.

A cada nodo de este enlace también se le asignará una IP privada, con el fin de un futuro control de los equipos que se ubicaran los respectivos nodos. Es preciso señalar que el equipo ubicado en cada nodo tiene la capacidad de operar tanto como un AP o una Estación, esto dependerá de cuantas interfaces estén instaladas en el Mainboard.

La distancia entre estos nodos es de aproximadamente 34,41 km por lo que para cubrir esta distancia será necesario el uso de antenas externas de Plato con ganancia de 32 dBi.

El canal por el cual se trasmitirá la información se seleccionará luego de un escaneo previo del espectro con el fin de evitar cualquier tipo de interferencia con los canales usados por el resto equipos ubicados en el sector.

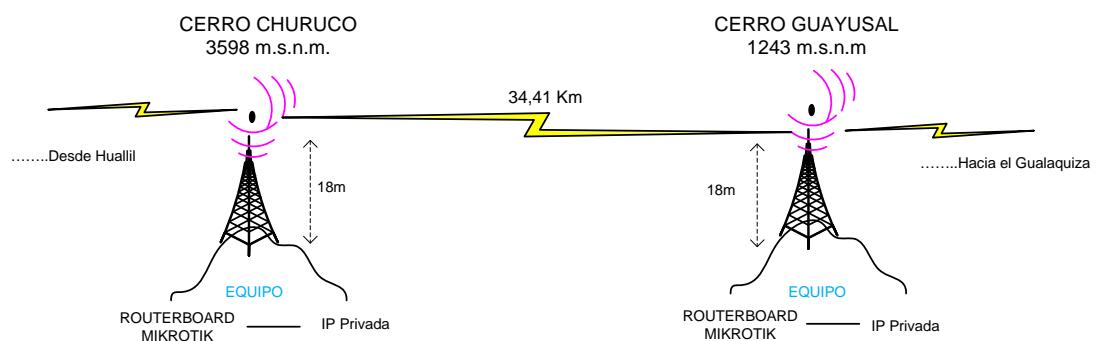


Figura 75. Esquema del Enlace Huallil-Churuco

2.4.4 MARCO LEGAL.

Hoy en día existe un gran número de personas interesadas en el uso del espectro radioeléctrico, especialmente los proveedores de servicio Internet (I.S.P), sin embargo en nuestro medio existen lugares en donde resulta difícil la instalación de los equipos transmisores y difusores ya que para conseguir ponerlos en funcionamiento se requiere un permiso previo.

En la actualidad el Internet se ha convertido en una herramienta de trabajo indispensable en la mayoría de negocios, empresas y profesionales por lo que las redes diseñadas para brindar este servicio a los diferentes cantones de nuestro país cada vez ayuda a disminuir la brecha digital a la estamos sometidos. Lo más destacado es el servicio de Internet, y por lo que este ha tenido gran auge es porque es un servicio eficaz, barato y confiables.

Como ya se menciono, el mismo hecho de existir bastante interés por brindar el servicio de Internet se requiere que existan empresas reguladoras que monitorean, controlen o permitan el uso del espectro radioeléctrico para este servicio.

2.4.4.1 Entidades Reguladoras del Estado.

El manejo de la regulación y control de las telecomunicaciones por parte del estado debe ser óptimo para que garantice en balance del mercado en las telecomunicaciones para las dos partes (prestadores de servicio y consumidores finales).

Los organismos de regulación, ejecución y control en nuestro país están conformados por:

- Concejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL).
- Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), regula y administra las telecomunicaciones.
- Secretaría nacional de telecomunicaciones (SENATEL), realiza la ejecución de las políticas de las telecomunicaciones.
- Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL).

El “Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones del Ecuador” en un afán de impulsar la generalización del uso de Internet en el país, establece entre otras metas: Elaborar y ejecutar un plan macro para la masificación del Servicio de Internet, que incluya a todos los operadores de servicios de telecomunicaciones, valor agregado y cibercafés para disminuir la brecha digital existente, a través de la universalización del uso del Internet y de las tecnologías de información y comunicación.

2.4.4.2 Requisitos Legales para la Legalización de los Nodos.

En nuestro caso el señor Johnny Jácome posee ya una licencia de SVA, lo que le permite vender este servicio sin ningún inconveniente con las empresas reguladoras del estado. Dada esta situación en la que se suspendió el contrato con la empresa que le brindaba el servicio de ultima milla vía satélite, se necesitaba de manera urgente suplir esta necesidad con un nuevo proveedor para el servicio de última milla, pero que no se disponía en el sector, por lo tanto se decidió contratar el servicio en la provincia de Azuay con la empresa MEGADATOS S. A. y llevarlo vía radio por los nodos descritos en la sección anterior. Una vez contratado el servicio y definido los nodos estos se tienen que legalizar para la puesta en funcionamiento, es preciso señalar que la empresa que brinda el servicio de ultima milla es la encargada de hacerlo, sin embargo los formularios que se deben completar para este trámite estarán a nuestro cargo, y que se llenarán un vez realizado el cálculo respectivo de cada enlace y la selección de los equipos que se colocarán en cada nodo.

2.4.4.2.1 Formularios para Legalización de los Enlaces

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones ha establecido los formularios necesarios para el trámite correspondiente a la concesión, renovación o modificación de una concesión de frecuencias; así como para la concesión y renovación de credenciales para radioaficionados y sistemas de banda ciudadana; de la misma forma para el registro de sistemas de modulación digital de banda ancha, estos están organizados de la siguiente forma:

A continuación se describirán únicamente los formularios que son necesarios para la legalización de los enlaces que se realizarán.

- Formulario RC-1A (Formulario para información legal).
- Formulario RC-1B (Formulario para información legal Modulación Digital de Banda Ancha).
- Formulario RC-2A (Formulario para la información de la estructura del sistema de radiocomunicaciones).
- Formulario RC-3A (Formulario para información de antenas).
- Formulario RC-3B (Formularios para patrones de radiación de antenas).
- Formulario RC-4A (Formulario para información de equipamiento).
- Formulario RC-9A (Formulario para sistema de modulación digital de banda ancha enlace punto a punto).
- Formulario RC-14A (Formulario para el esquema del sistema de radiocomunicaciones)
- Formulario RC-15A (Formulario para estudio técnico de emisiones de RNI).
-

En anexo I se muestra el certificado de homologación de los equipos que son utilizados para los enlaces y la difusión.

En anexo II se mostraran los formularios ya completos que se entregaran a la empresa encargada de legalizar los enlaces (Megadatos S.A.).

2.5 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR.

En el momento en el que se decide por la implementación de una red inalámbrica, es necesario determinar cómo y qué productos se utilizarán para garantizar un servicio eficiente y de máxima calidad. Sin embargo esto dependerá de la selección adecuada de los componentes que serán los que soporten las aplicaciones deseadas y necesarias, movilidad, rangos de frecuencia, seguridad y otras características de la red.

Por esta razón que el uso adecuado de los equipos harán la diferencia al momento de establecer un enlace ya que cada nodo no está compuesto únicamente del equipo que recibe, procesa y transmite la información, sino mas bien es un conjunto en el cual se incluyen las equipos de respaldo de energía, seguridades en los equipo de radio, antenas externas en caso de utilizarse, etc.

En la sección **1.3** se hizo una descripción de los equipos que se utilizaran en todo el trayecto, por lo que a continuación se hará una breve descripción de los equipos y el por qué de su utilización en un determinen cada nodo. A final de la descripción, y de misma manera en la que se presento en la proforma en el anteproyecto de tesis se presentará una tabla de los equipos que se utilizarán en cada sector.

2.5.1 ANTENAS PARABÓLICAS.

Como sabemos la principal función de una antena es la de recibir y trasmitir ondas electromagnéticas, por lo que los modelos parabólicos concentran la energía en un punto focal, obteniendo así su característica de transmisión y recepción unidireccional según sea su aplicación. Este tipo de antenas se clasifican por su construcción en Sólidas o de Malla. Para nuestro enlaces se planea el uso de los modelas ya que la distancia de algunos de los enlaces son considerables y no están disponibles en mercado antenas de grilla de 32dBi, por lo que se usaran las antenas solidas de plato.

Antenas Sólidas. Las antenas solidas son más ideales para establecer un enlace entre dos puntos, debido la forma en la que radia (ver diagrama de radiación Figura 78), pero son molestas debido al peso y carga del fuerte viento. La razón por la que se escogió trabajar con estas antenas, fue por la distancia entre los nodos (enlace Amapungo-Huallil; enlace Churuco Guayusal), que se necesitaba una antena con una ganancia de 32dbi, ganancia no disponible en una antena de grilla.

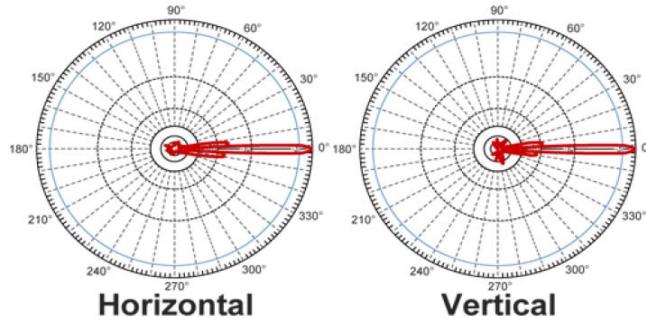


Figura 76. Diagrama de Radiación Antena de Plato

Antenas de Malla. La antena de Malla conocidas como antenas de grilla, son una variación de la antena parabólica, su diferencia fundamental radica en que aunque su contorno es parabólico, el reflector no es un plato, sino un arreglo de varillas horizontales y perpendiculares. Para el enlace Huallil-Churuco se utilizo una antena de grilla ya que su distancia es de apenas 12,5 km y esta se puede enlazar una antena de 27 dBi.

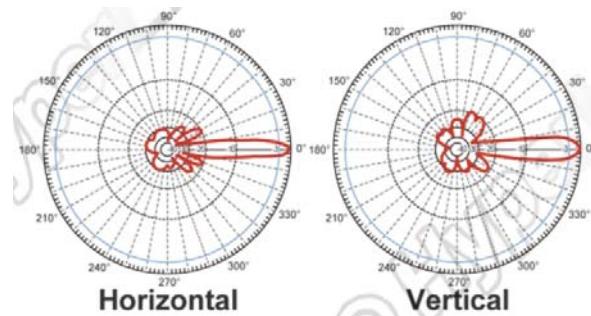


Figura 77. Diagrama de radiación de la antena Grilla.

2.5.2 PIGTAIL.

Los pigtails son parte fundamental en nuestros equipos de transmisión-recepción ya que son interfaz entre el dispositivo de radio-enlace y la antena. Para nuestro enlace se utilizaron dos tipos de pigtails: el pigtail UFL (para miniPCI) a N-hembra de aproximadamente unos 15cm, por lo que se necesito de un segundo pigtail N-macho a N-macho, que nos permitirá completar la interfaz entre el dispositivo y la antena.

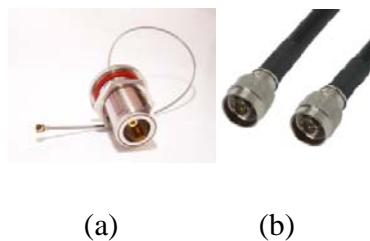


Figura 78. Pigtail UFL (a) y Pigtail N-Macho a N-Macho (b)

Cuando se necesite de un pigtail se puede optar por comprarlos o por fabricarlos, en nuestro caso se optó por su compra para así garantizar el mejor funcionamiento de nuestros enlaces, sin embargo se a continuación se describirán los pasos que se deben seguir para su construcción.

2.5.2.1 Construcción De Un Pigtail.

Cuando necesitemos abaratar costos, existe la posibilidad de construir algunos de los componentes que necesitemos, como es el caso de los Pigtails. Antes de iniciar con su construcción debemos tener en cuenta que componentes lo integran; pero fundamentalmente dependerá del conector en el dispositivo de radio-enlace y de la antena que se utilizará. Por lo que un pigtail está constituido por:

- Conector A (C-A)
- Cable Coaxial (C.C.)
- Conector B (C-B)

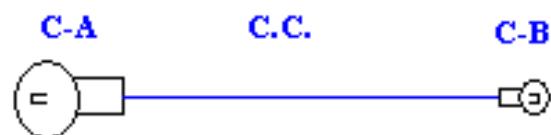


Figura 79. Esquema básico de un Pigtail

Para su construcción seguiremos los pasos:

- a. **Identificar el Conector.** La utilización de los conectores parece muy sencilla, pero todo se complica por el hecho de que no existe una regulación que especifique como deben ser los conectores. Esto trae consigo que existan muchos modelos distintos de conectores. El hecho se complica aún más si tenemos en cuenta que el tipo de conector de la antena suele ser distinto del conector de las tarjetas inalámbricas. Por ello antes de iniciar con la construcción es necesario identificar qué tipo de conector encajará en el dispositivo y en la antena. El conector que necesitamos para nuestro pigtail en ambos extremos es el conector tipo N macho.

Conectores tipo N.

Es el conector más habitual en las antenas de 2.4 GHz (estándar 802.11b/g), y 5Ghz (estándar 802.11a). Este conector trabaja perfectamente con frecuencias de hasta 10GHz. Es un conector de tipo rosca. Estos conectores tienen un tamaño apreciable y, a veces se confunden con los conectores UHF. La gran diferencia es que estos últimos (los UHF) no son validos para frecuencia de 2.4GHz. Es muy raro y inusual encontrarse tarjetas y punto de acceso con este tipo de conectores, al contrario que en las antenas. Es muy fácil de trabajar con él. Y muy útil para el montaje propio de antenas caseras, sobre todo el de tipo chasis para ensamblarlo en el cuerpo de la antena, y su alojamiento para soldar un trozo de cobre grueso que habitualmente se usa para montar la parte activa más importante de la antena. Tanto dispositivos de radio-enlace, como las antenas vienen con diferentes tipos de conectores. Afortunadamente estos se pueden encontrar en el mercado con gran facilidad.



Figura 80. Conejor N-Macho

b. Elegir El Cable Coaxial Correcto. La elección del cable correcto hará la diferencia a la hora de establecer el enlace. Para comprar el cable, hay que asegurarse que sea óptimo para la frecuencia en la que deseamos trabajar. Un cable puede ser muy apropiado para ser utilizado en aplicaciones de televisión y video y no ser adecuado para radio-enlaces. Elegir el cable adecuado es casi tan importante como elegir la antena adecuada. Todos los cables introducen perdidas, pero unos introducen mas perdidas que otro. (ver tabla 2 sección 1.3.4.1). Entre todos los cables existentes en el mercado hemos considerado que el cable que se ajusta a nuestras necesidades es el RG8.

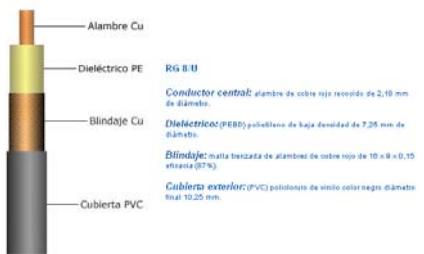


Figura 81. Cable RG8-U (Catálogo Cables Coaxiales)

c. Preparar los Materiales. Una vez realizada la elección de los conectores y del cable necesitaremos preparar el cable, para ello se debe realizar un corte en ambos extremos del cable coaxial de modo que quede al descubierto el alambre de cobre, el mismo que se lo soldará a la punta conductora del conector N-macho.



Figura 82. Preparado del Cable RG8-U para el conector.

d. Finalmente después de haber soldados las puntas al cable, se procederá a enroscar el conector de modo que quede totalmente asegurado y listo para usarse.

2.5.3 EQUIPOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN.

Los equipos de transmisión y recepción son parte fundamental en cada nodo por ellos son los que decodifican la señal, la procesan, la vuelven a codificar para ser nuevamente enviados. Los equipos que hemos seleccionado tanto para la transmisión como para la recepción, son los Routerboard Mikrotik. Los Equipos Mikrotik son mainboard multifuncionales, muy parecidos a la estructura de un mainboard de una PC. En la actualidad existe una gran variedad de equipos de esta marca (Anexo III), sin embargo los equipos que se han seleccionado para la implementación son los Routerboard 433AH y 411A ya que estos modelos cumplen con los requerimientos en cuanto a Hardware se refiere.

Ya que los nodos que se van a enlazar están separadas una distancia considerable es preciso señalar que los Mainboard Mikrotik no funcionan por si solos cuando se trata de implementar un radioenlace, estos necesitan de un hardware adicional para la propagación de las señales de radio, es ahí en donde entra en funcionamiento las miniPCI, que en nuestro caso utilizaremos los modelos **R52H** que pueden ser en la marca Mikrotik o Ubiquity, este componente requiere de un pigtail con Conector UFL (Mini-PCI) y Conector N-Hembra, un nuevo pigtail tipo N-macho a N- macho, para el uso con antena externa lo que nos permitirá aumentar el alcance de los equipos.

Los modelos Routerboard 433AH y 411A utilizan el mismo software, y ambos vienen con una licencia de fábrica, su principal diferencia se encuentra básica en el Hardware, ya que en el Modelo 433AH posee más interfaces en parte inalámbrica (3 slots WLAN), y en la parte Ethernet (3 LAN), mientras en el modelo 411A posee únicamente un slot para la parte inalámbrica y uno para la parte de Ethernet.

A continuación se ilustra de mejor manera conjunto componentes que integran la parte recepción y transmisión.

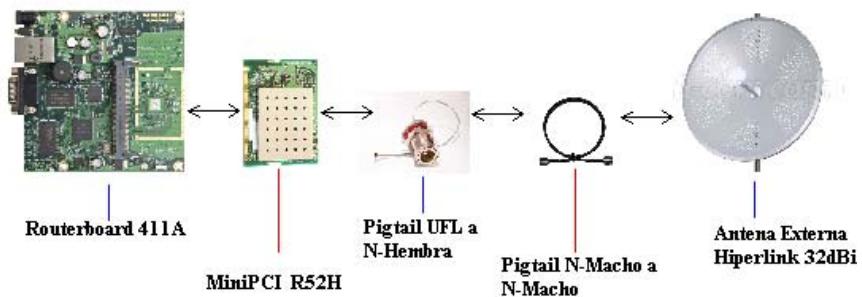


Figura 83. Componentes necesarios de un nodo para la transmisión y la recepción.

2.5.4 CABLE UTP, STP Y FTP.

Este tipo de cables son de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común, consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm aproximado. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8,...hasta 300 pares).

Actualmente se han convertido en un estándar, de hecho en el ámbito de las redes LAN, como medio de transmisión en las redes de acceso a usuarios (típicamente cables de 2 ó 4 pares trenzados).

Básicamente se utilizan se utilizan los siguientes tipos de cable pares trenzados:

2.5.4.1 Cable De Par Trenzado No Apantallado (Utp, Unshielded Twisted Pair).

Cable de pares trenzados más simple y empleado, sin ningún tipo de apantalla adicional y con una impedancia característica de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45. Es uno de los más utilizados por su costo accesibilidad y fácil instalación, sin embargo a altas velocidades puede resultar vulnerable a las interferencias electromagnéticas del medio ambiente.

2.5.4.2 Cable De Par Trenzado Apantallados (Stp, Kshielded Twisted Pair).

En este caso, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 OHMIOS.

El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. La pantalla del STP para que sea más eficaz requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con el STP se suele utilizar conectores RJ49.

2.5.4.3 Cable De Par Trenzado Con Pantalla Global (Ftp, Foiled Twisted Pair).

En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una apantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 OHMIOS y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además puede utilizar los mismos conectores RJ45. Tiene un precio intermedio entre el UTP y STP.

2.5.5 CONECTORES RJ49.

La **RJ-49** es una interfaz física comúnmente usada para conectar cable de tipo STP, parecido al conector RJ45, con la diferencia que el RJ49 posee un revestimiento de metal, utilizado para hacer tierra los equipos de transmisión ubicados en lo alto torre. RJ es un acrónimo inglés de Registered Jack que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

Una aplicación común es su uso en cables de red Ethernet, donde suelen usarse 8 pines (4 pares). En la figura 86 se puede observar la conexión entre el conector y el cable multipar.

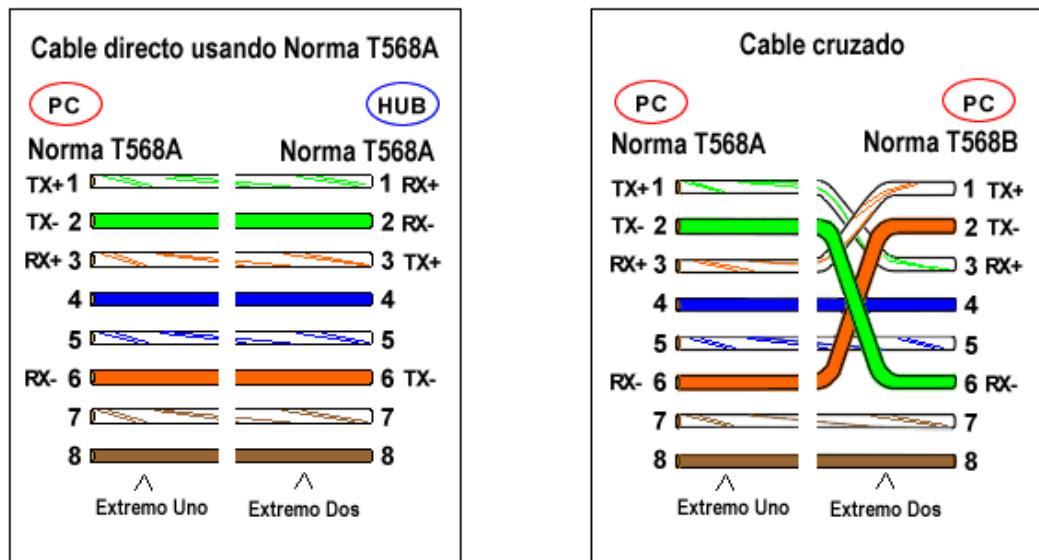


Figura 84. Configuración Cable Directo (Izquierda) - Configuración Cable Cruzado (Derecha.)[26]

Los conectores RJ49 siguen un estándar a la hora de hacer las conexiones. Los dos extremos del cable (STP CATEGORIA 5) llevarán un conector RJ49 con los colores en el orden indicado en la figura 86. El conector metálico facilitará la puesta a tierra de nuestro Routerboard, permitiendo la continuidad del dispositivo a través de todo el cable de tierra del STP, permitiéndome aterrizar todos los de nuestro nodo a un solo punto.



Figura 85. Conector RJ49

2.5.6 SOPORTES.

Cuando se realiza la instalación de las antenas a menudo nos encontramos con la dificultad de encontrar un espacio en la torre, o la herrajería de las mismas no se ajusta con facilidad, por lo que ha preparado un soporte que se acople con facilidad a la torre, en el cual se instalarán las antenas de modo me permita una fácil manipulación especialmente a la hora de calibrar las mismas. El modelo que se ha preparado es realmente sencillo y su forma se ilustra en la siguiente foto.



Figura 86. Soporte utilizado durante la implementación del enlace

2.5.7 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS.

Todo componente que forma parte de un radioenlace generalmente funcionará en lugares de temperaturas ambiente extremas, por lo que es fundamental proteger nuestros equipos. Hay que considerar que los equipos de transmisión-recepción se ubicarán en la parte superior de la infraestructura y los equipos que controlen la parte eléctrica en la parte inferior, por lo que se necesitará dos tipos de armarios o cajas para su protección. La solución más adecuada es el uso de **Cajas Herméticas** para los equipos de radio-difusión y armarios metálicos para la parte eléctrica ya que estos nos brindarán la seguridad necesaria para el equipo y la comodidad para el usuario cuando necesite dar mantenimiento.

2.5.7.1 Las Cajas Herméticas.

Todo equipo que va a trabajar en lugares en la varias de temperatura son constantes es necesario protegerlos para ello haremos uso de los cajas herméticas, diseñadas de tal manera que evitan especialmente el ingreso de humedad. A continuación veremos el modelo de caja utilizada, y como se la preparó para ser instalada en la torre.



Figura 87. DSE HI-BOX modelo Nice Box DS-000-1015.



Figura 88. Instalación del Mainboard sobre la caja hermética.

2.5.7.2 Armarios Metálicos.

Los armarios modulares auto-soportantes construidos en planchas y perfiles de acero brindan la protección necesaria para la parte eléctrica de nuestro nodo, permitiendo que no exista ningún inconveniente en la alimentación eléctrica de nuestros equipos de transmisión. Cada nodo posee un parte eléctrica y por lo tanto un armario que lo protegerá. Estos no se utilizaron en todo los nodos, más bien en aquellos en donde fue necesario como el Cerro Huallil y el Cerro Churuco.



Figura 89. Armarios Metálicos. (http://www.rhona.cl/prontus_catalogo)

2.6 CÁLCULO DE LOS ENLACES.

A continuación se presentará el cálculo de cada uno de los enlaces que integran Amapungo - Guayusal. Este nos permitirá tener una garantizar que se establecerá los diferentes enlaces, para permitir que la información llegue de forma segura a su destino final.

2.6.1 CÁLCULO ENLACE AMAPUNGO-HUALLIL

Para los cálculos, se considerara en primer lugar el enlace entre el nodo principal y el nodo intermedio como sigue a continuación:

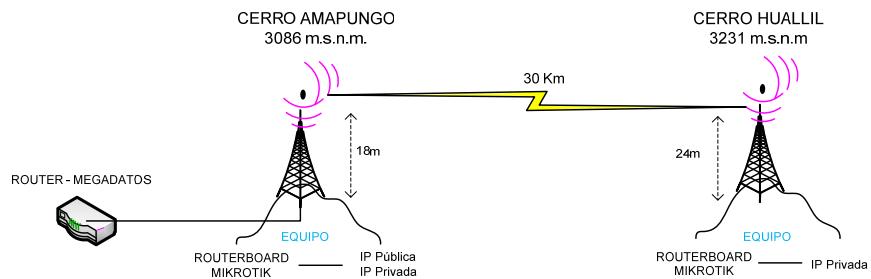


Figura 90. Enlace entre AMAPUNGO y HUALLIL.

Las ganancias de las antenas que se usaron Amapungo y Huallil son de 32 dBi, entonces para obtener la distancia del enlace se usara los datos proporcionados por el GPS tanto de latitud, longitud y altura.

La ecuación (1), servirá para obtener la distancia horizontal entre las coordenadas de AccessRam y Nero.

$$d = 111.18 \cos^{-1} [\sin(xt) * \sin(xr) + \cos(xt) * \cos(xr) * \cos(yr - yt)] \quad (1)$$

De donde:

$$xt = 2^\circ 48' 18'' \quad S = -2.805$$

$$yt = 78^\circ 49' 16'' \quad W = -78.8211$$

$$xr = 3^\circ 4' 30,6'' \quad S = -3.07517$$

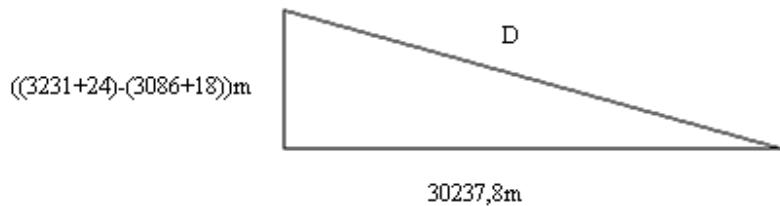
$$yr = 78^\circ 48' 58'' \quad W = -78.8161$$

Reemplazando en la ecuación (1) y resolviendo tenemos que:

$$\begin{aligned} d &= 111.18 \cos^{-1} [\sin(-2.805) * \sin(-3.07517) + \cos(-2.805) \\ &\quad * \cos(-3.07517) * \cos(-78.8161 + 78.8211)] \end{aligned}$$

$$d = 30,2378 \text{ km}$$

Con esta distancia y las alturas de cada estación obtenemos el siguiente triangulo rectángulo, en donde resolviendo la ecuación (2) de Pitágoras encontramos la distancia real D del enlace.



Por lo tanto la distancia real entre Nero y el AccessRam es:

$$D^2 = a^2 + d^2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{a^2 + d^2} \\ D &= \sqrt{(151)^2 + (30,237 \times 10^3)^2} \\ D &= 30238 \text{ m} \end{aligned}$$

El Acimut Geográfico, nos indica el ángulo que las antenas deben tener para tener línea de vista. Para su cálculo están las formulas (3) y (4)

- a_{tr} = acimut transmisor – receptor
- a_{rt} = acimut receptor - transmisor

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right] \quad (3)$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right] \quad (4)$$

De donde la distancia D en grados es igual a $D[\text{km}] / 111.18$.

El acimut geográfico en grados Este con relación al Norte es:

$$\begin{aligned} a_{tr} \text{ y } (360 - a_{tr}), &\text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \geq 0 \\ (360 - a_{tr}), &\text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \leq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

En la ecuación (5), Y son las Longitudes. Entonces de la ecuación (3) se tiene que.

$$\begin{aligned} a_{tr} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right] \\ a_{tr} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.07517) - \cos(0,2719)\sin(-2.805)}{\sin(0,2719)\cos(-2.805)} \right] \\ a_{tr} &= 173.534 \end{aligned}$$

De la ecuación (5) se sabe entonces que el acimut transmisor-receptor es:

$$(Y_r - Y_t) = -78,8161 + 78,8211 = -0,005$$

$$a_{tr} = (360 - a_{tr})$$

$$a_{tr} = 360 - 173,534$$

$$a_{tr} = 186,466^\circ E$$

Y de la ecuación (4), el acimut receptor-transmisor es:

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-2.805) - \cos(0,2719)\sin(-3.07517)}{\sin(0,2719)\cos(-3.07517)} \right]$$

$$a_{rt} = 6,4675^\circ E$$

Entonces el acimut geográfico es como se muestra en la figura 91

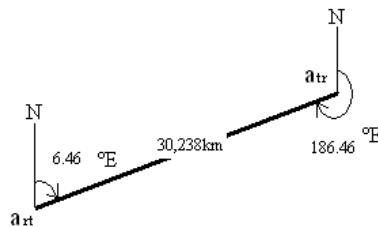


Figura 91. Acimut Geográfico del enlace Amapungo-Huallil.

La formula (6), es con la que a continuación se obtendrá el PIRE del mismo enlace, es decir AccessRam-Nero.

$$PIRE = Pt(dBW) + G(dBi) - Loss \quad (6)$$

Como se puede observar en la figura 93, en la torre del Tx, se tiene una altura de la torre de 18m, con una potencia de transmisión de 0.2W, y una atenuación en el cable de 0,22dB/m, entonces de la ecuación (6) el pire es.

$$PIRE = 10\log(0,2) + 32 - 20(0,22)$$

$$PIRE = 20,61 dBW$$

En el cálculo del pire, la distancia del cable desde la base de la torre hacia el router es de 5m, por lo que en el cálculo se toma una distancia total de 20m incluyendo la altura de la torre que se muestra en la figura 90.

En la ecuación (7), se indica la fórmula para obtener el cálculo de la potencia recibida en el receptor.

$$Pr(dBW) = PIRE + G_{Rx} - Lb - L_{Rx} \quad (7)$$

De donde L_{Rx} son las pérdidas en el cable el mismo que tiene una longitud total de 15m, ya que desde la base de la torre al switch existe 3m de distancia, las pérdidas en el espacio libre Lb se obtiene a partir de la ecuación (12).

$$Lb(dB) = 92,45 + 20\log f(GHz) + 20\log d(km) \quad (8)$$

Entonces de la ecuación (8) se tiene que:

$$\begin{aligned} Lb(dB) &= 92,45 + 20\log(5,8) + 20\log(30,238) \\ Lb &= 137,33dB \end{aligned}$$

Y reemplazando en la ecuación (7):

$$\begin{aligned} Pr(dBW) &= 20,61 + 32 - 137,33 - 18(0.22) \\ Pr &= -88,68dBW \end{aligned}$$

En la sección de simulación se observa el análisis realizado con ayuda del Software Radio Mobile, del primer enlace de radio entre Amapungo y Huallil, en donde se pueden apreciar los valores de ganancias de las antenas así como las perdidas en conectores y cables, los mismos que se compararan con los resultados obtenidos en los cálculos.

2.6.2 CÁLCULO ENLACE HUALLIL – CHURUCO.

Para este cálculo consideraremos los dos nodos intermedios como se muestra a continuación:

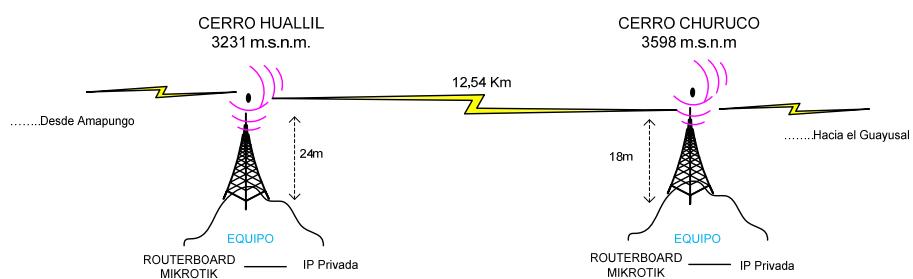


Figura 92. Enlace entre HUALLIL y CHURUCO

Las ganancias de las antenas que se usaron Amapungo y Huallil son de 27 dBi, entonces para obtener la distancia del enlace se usara los datos proporcionados por el GPS tanto de latitud, longitud y altura.

La ecuación (1), servirá para obtener la distancia horizontal entre las coordenadas de Huallil y el Churuco.

$$d = 111.18 \cos^{-1} [\sin(xt) * \sin(xr) + \cos(xt) * \cos(xr) * \cos(yr - yt)] \quad (5)$$

De donde:

$$xt = 3^{\circ}4'30,6'' \quad S = -3.07517$$

$$yt = 78^{\circ}48'58'' \quad W = -78.8161$$

$$xr = 3^{\circ}10'59,4'' \quad S = -3.18317$$

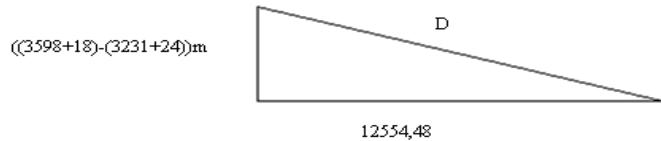
$$yr = 78^{\circ}47'00,4'' \quad W = -78.7834$$

Reemplazando en la ecuación (1) y resolviendo tenemos que:

$$\begin{aligned} d &= 111.18 \cos^{-1} [\sin(-3,075) * \sin(-3.1831) + \cos(-3,075) * \cos(-3.1831) \\ &\quad * \cos(-78.7834 + 78.8161)] \end{aligned}$$

$$d = 12.5548 \text{ km}$$

Con esta distancia y las alturas de cada estación obtenemos el siguiente triángulo rectángulo, en donde resolviendo la ecuación (2) de Pitágoras encontramos la distancia real D del enlace.



Por lo tanto la distancia real entre Huallil y el Churuco es:

$$D^2 = a^2 + d^2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{a^2 + d^2} \\ D &= \sqrt{(361,21)^2 + (12,5548 \times 10^3)^2} \\ D &= 12560 \text{ m} \end{aligned}$$

El Acimut Geográfico, nos indica el ángulo que las antenas deben tener para tener línea de vista. Para su cálculo están las formulas (3) y (4)

- a_{tr} = acimut transmisor – receptor
- a_{rt} = acimut receptor - transmisor

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right] \quad (3)$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right] \quad (4)$$

De donde la distancia D en grados es igual a $D[\text{km}] / 111.18$.

El acimut geográfico en grados Este con relación al Norte es:

$$\begin{aligned} a_{tr} \text{ y } (360 - a_{tr}), \text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \geq 0 \\ (360 - a_{tr}), \text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \leq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

En la ecuación (5), Y son las Longitudes. Entonces de la ecuación (3) se tiene que.

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.1831) - \cos(0,11297) \sin(-3.075)}{\sin(0,11297) \cos(-3.075)} \right]$$

$$a_{tr} = 163.116$$

De la ecuación (5) se sabe entonces que el acimut transmisor-receptor es:

$$(Y_r - Y_t) = -78,7834 + 78,8161 = -0,0327$$

$$a_{tr} = (360 - a_{tr})$$

$$a_{tr} = 360 - 163.116$$

$$a_{tr} = 196.884^\circ E$$

Y de la ecuación (4), el acimut receptor-transmisor es:

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.075) - \cos(0,1129) \sin(-3.1831)}{\sin(0,1129) \cos(-3.1831)} \right]$$

$$a_{rt} = 16,8856^\circ E$$

Entonces el acimut geográfico es como se muestra en la figura 93

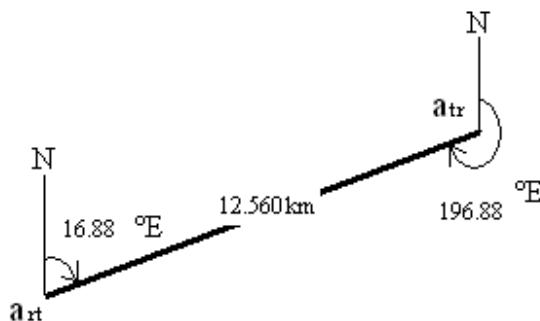


Figura 93. Acimut Geográfico del enlace Huallil-Churuco.

La formula (6), es con la que a continuación se obtendrá el PIRE del mismo enlace, es decir Huallil-Churuco.

$$PIRE = Pt(dBW) + G(dBi) - Loss \quad (6)$$

Como se puede observar en la Fig 95, en la torre del Tx, se tiene una altura de la torre de 24m, con una potencia de transmisión de 0.2W, y una atenuación en el cable de 0,22dB/m, entonces de la ecuación (6) el pire es.

$$\begin{aligned} PIRE &= 10\log(0,2) + 27 - 25(0,22) \\ PIRE &= 14.5103dBW \end{aligned}$$

En el cálculo del pire, la distancia del cable desde la base de la torre hacia el router es de 5m, por lo que en el cálculo se toma una distancia total de 25m incluyendo la altura de la torre que se muestra en la fig. 92.

En la ecuación (7), se indica la fórmula para obtener el cálculo de la potencia recibida en el receptor.

$$Pr(dBW) = PIRE + G_{Rx} - Lb - L_{Rx} \quad (7)$$

De donde L_{Rx} son las pérdidas en el cable el mismo que tiene una longitud total de 15m, ya que desde la base de la torre al switch existe 3m de distancia, las pérdidas en el espacio libre Lb se obtiene a partir de la ecuación (12).

$$Lb(dB) = 92,45 + 20\log f(GHz) + 20\log d(km) \quad (8)$$

Entonces de la ecuación (8) se tiene que:

$$\begin{aligned} Lb(dB) &= 92,45 + 20\log(5,8) + 20\log(12,560) \\ Lb &= 129.698dB \end{aligned}$$

Y reemplazando en la ecuación (7):

$$\begin{aligned} Pr(dBW) &= 14.5103 + 27 - 129.698 - 24(0.22) \\ Pr &= -93.46dBW \end{aligned}$$

En la sección de simulación se observa el análisis realizado con ayuda del Software Radio Mobile, del primer enlace de radio entre Huallil-Churuco, en donde se pueden apreciar los valores de ganancias de las antenas así como las perdidas en conectores y cables, los mismos que se compararan con los resultados obtenidos en los cálculos.

2.6.3 CÁLCULO ENLACE CHURUCO – GUAYUSAL.

Para este cálculo consideraremos el nodo intermedio Churuco y el nodo final de la red Guayusal como se muestra a continuación:

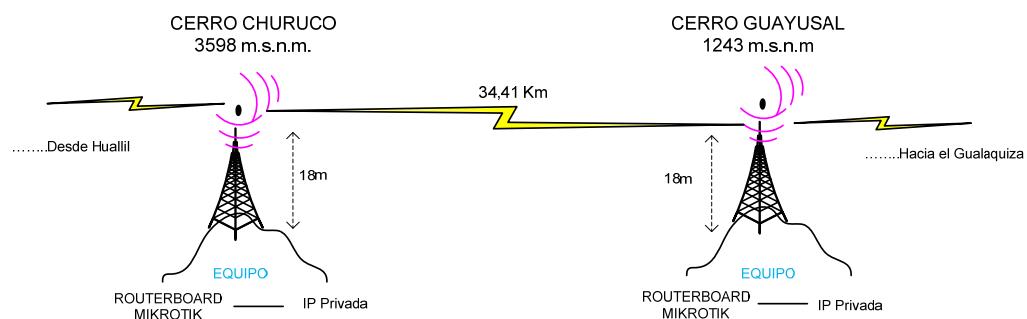


Figura 94. Enlace entre CHURUCO-GUAYUSAL

Las ganancias de las antenas que se usaron Amapungo y Huallil son de 32 dBi, entonces para obtener la distancia del enlace se usara los datos proporcionados por el GPS tanto de latitud, longitud y altura.

La ecuación (1), servirá para obtener la distancia horizontal entre las coordenadas de Huallil y el Churuco.

$$d = 111.18 \cos^{-1} [\sin(xt) * \sin(xr) + \cos(xt) * \cos(xr) * \cos(yr - yt)] \quad (5)$$

De donde:

$$xt = 3^{\circ}10'59,4'' S = -3.18317$$

$$yt = 78^{\circ}47'00,4'' W = -78.7834$$

$$xr = 3^{\circ}23'51'' S = -3.3975$$

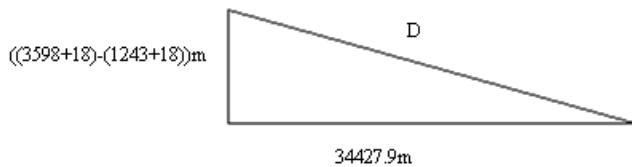
$$yr = 78^{\circ}33'34,6'' W = -78.5596$$

Reemplazando en la ecuación (1) y resolviendo tenemos que:

$$d = 111.18 \cos^{-1} [\sin(-3,1831) * \sin(-3.3975) + \cos(-3,1831) * \cos(-3.3975) * \cos(-78.5596 + 78.7834)]$$

$$d = 34.42 \text{ km}$$

Con esta distancia y las alturas de cada estación obtenemos el siguiente triángulo rectángulo, en donde resolviendo la ecuación (2) de Pitágoras encontramos la distancia real D del enlace.



Por lo tanto la distancia real entre el Churuco y el Guayusal es:

$$D^2 = a^2 + d^2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{a^2 + d^2} \\ D &= \sqrt{(361,21)^2 + (12,5548 \times 10^3)^2} \\ D &= 34508,3 \text{ m} \end{aligned}$$

El Acimut Geográfico, nos indica el ángulo que las antenas deben tener para tener línea de vista. Para su cálculo están las formulas (3) y (4)

- $a_{tr} = \text{acimut transmisor - receptor}$
- $a_{rt} = \text{acimut receptor - transmisor}$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right] \quad (3)$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right] \quad (4)$$

De donde la distancia D en grados es igual a $D[\text{km}]/111.18$.

El acimut geográfico en grados Este con relación al Norte es:

$$\begin{aligned} a_{tr} \text{ y } (360 - a_{tr}), & \text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \geq 0 \\ (360 - a_{tr}), & \text{ si } \sin(Y_r - Y_t) \leq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

En la ecuación (5), Y son las Longitudes. Entonces de la ecuación (3) se tiene que.

$$\begin{aligned} a_{tr} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_r - \cos D \sin X_t}{\sin D \cos X_t} \right] \\ a_{tr} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.3975) - \cos(0,3103)\sin(-3.1831)}{\sin(0,3103)\cos(-3.1831)} \right] \\ a_{tr} &= 133.711 \end{aligned}$$

De la ecuación (5) se sabe entonces que el acimut transmisor-receptor es:

$$\begin{aligned} (Y_r - Y_t) &= -78,7834 + 78,8161 = -0,2238 \\ a_{tr} &= (360 - a_{tr}) \\ a_{tr} &= 360 - 163.116 \\ a_{tr} &= 226.289^\circ E \end{aligned}$$

Y de la ecuación (4), el acimut receptor-transmisor es:

$$\begin{aligned} a_{rt} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin X_t - \cos D \sin X_r}{\sin D \cos X_r} \right] \\ a_{rt} &= \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.1831) - \cos(0,3103)\sin(-3.3975)}{\sin(0,3103)\cos(-3.3975)} \right] \\ a_{rt} &= 46,3016^\circ E \end{aligned}$$

Entonces el acimut geográfico es como se muestra en la figura 95

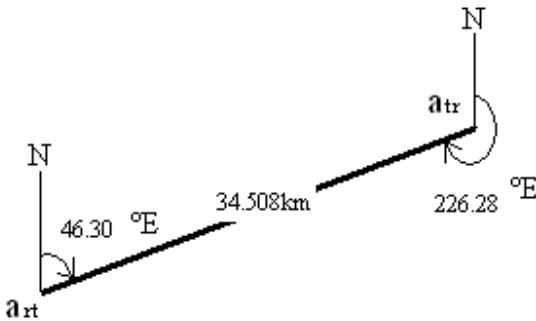


Figura 95. Acimut Geográfico del enlace Churuco –Guayusal.

La formula (6), es con la que a continuación se obtendrá el PIRE del mismo enlace, es decir Huallil-Churuco.

$$PIRE = Pt(dBW) + G(dBi) - Loss \quad (6)$$

Como se puede observar en la Fig 97 , en la torre del Tx, se tiene una altura de la torre de 24m, con una potencia de transmisión de 0.2W, y una atenuación en el cable de 0,22dB/m, entonces de la ecuación (6) el pire es.

$$\begin{aligned} PIRE &= 10\log(0,2) + 32 - 20(0,22) \\ PIRE &= 20.61dBW \end{aligned}$$

En el cálculo del pire, la distancia del cable desde la base de la torre hacia el router es de 5m, por lo que en el cálculo se toma una distancia total de 20m incluyendo la altura de la torre que se muestra en la figura 94.

En la ecuación (7), se indica la fórmula para obtener el cálculo de la potencia recibida en el receptor.

$$Pr(dBW) = PIRE + G_{Rx} - Lb - L_{Rx} \quad (7)$$

De donde L_{Rx} son las pérdidas en el cable el mismo que tiene una longitud total de 15m, ya que desde la base de la torre al switch existe 3m de distancia, las pérdidas en el espacio libre Lb se obtiene a partir de la ecuación (12).

$$Lb(dB) = 92,45 + 20\log f(GHz) + 20\log d(km) \quad (8)$$

Entonces de la ecuación (8) se tiene que:

$$Lb(dB) = 92,45 + 20\log(5,8) + 20\log(34.508)$$

$$Lb = 138.477dB$$

Y reemplazando en la ecuación (7):

$$Pr(dBW) = 20.61 + 32 - 138.477 - 18(0.22)$$

$$Pr = -89.827dBW$$

En la sección de simulación se observa el análisis realizado con ayuda del Software Radio Mobile, del primer enlace de radio entre Churuco-Guayusal, en donde se pueden apreciar los valores de ganancias de las antenas así como las perdidas en conectores y cables, los mismos que se compararan con los resultados obtenidos en los cálculos.

2.7 SIMULACIÓN DE LOS ENLACES.

Después de realizar el cálculo correspondiente para establecer un enlace, y comprobar si este es factible o no; siempre es necesario encontrar la forma de acercarnos más a un enlace real. Es por eso que la simulación nos acerca aun mas a la realidad de un enlace, ya en el podemos manipular los diferentes parámetros que intervienen en una red de manera más sencilla que en un cálculo. A continuación presentaremos las simulaciones de los enlaces para ello utilizaremos el programa RADIO MOBILE, cuyo funcionamiento se describió en la sección 1.7.1

2.7.1 SIMULACIÓN ENLACE AMAPUNGO-HUALLIL.

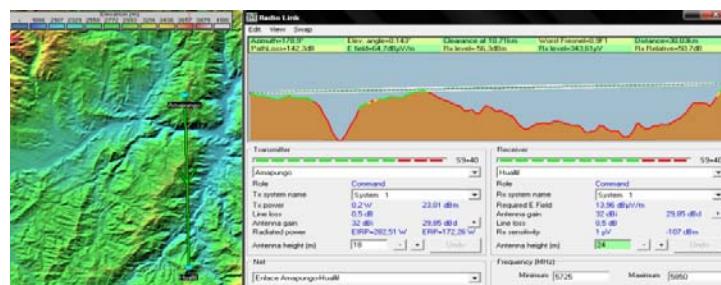


Figura 96. Simulación Enlace Amapungo-Huallil.

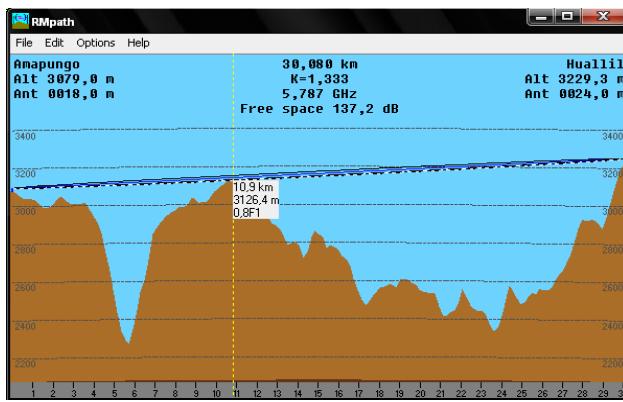


Figura 97. Simulación Enlace Amapungo-Huallil (RMP Export).

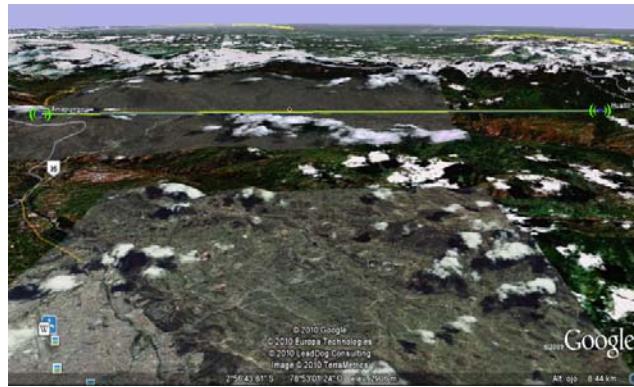


Figura 98. Simulación Enlace Amapungo-Huallil (Google Earth Export).

2.7.2 SIMULACIÓN ENLACE HUALLIL – CHURUCO.

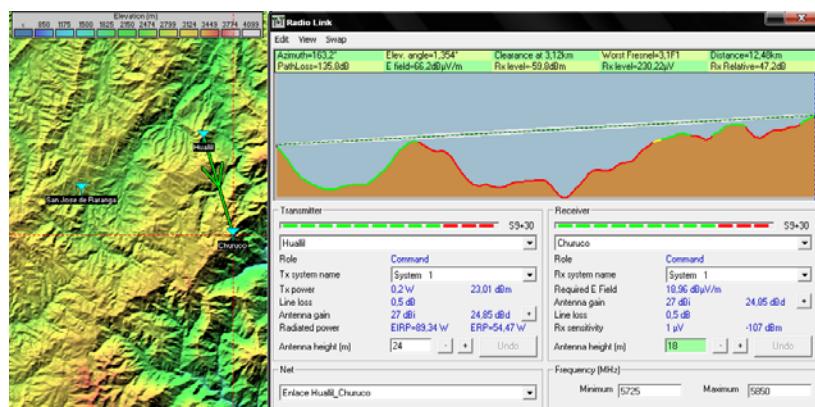


Figura 99. Simulación Enlace Huallil-Churuco.

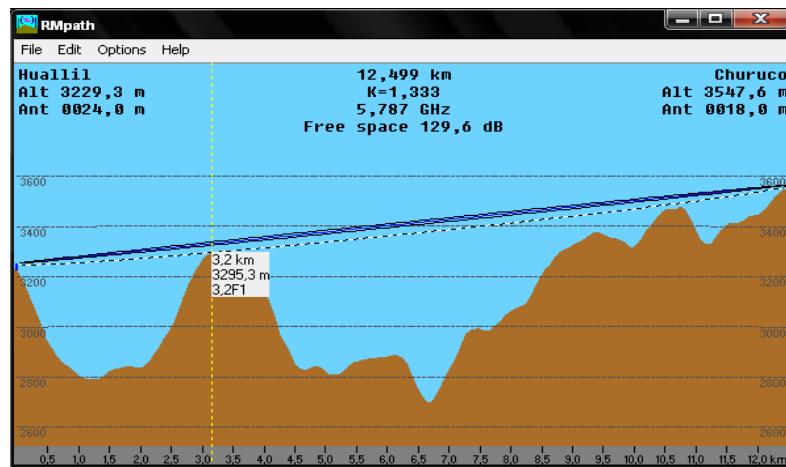


Figura 100. Simulación Enlace Huallil-Churuco (RMP Export).

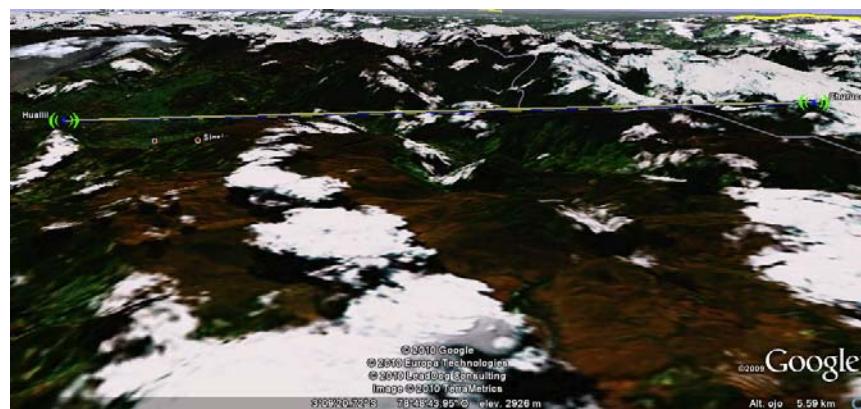


Figura 101. Simulación Enlace Huallil-Churuco (Google Earth Export).

2.7.3 SIMULACIÓN ENLACE CHURUCO – GUAYUSAL.

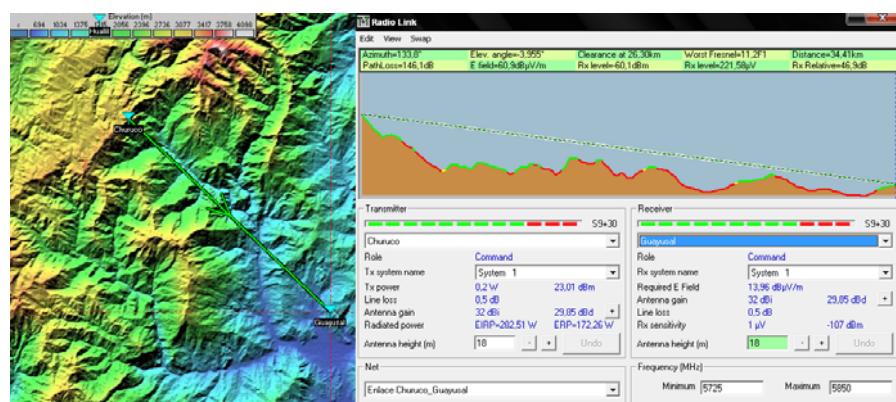


Figura 102. Simulación Enlace Churuco-Guayusal.



Figura 103. Simulación Enlace Churuco-Guayusal (RMP Export).

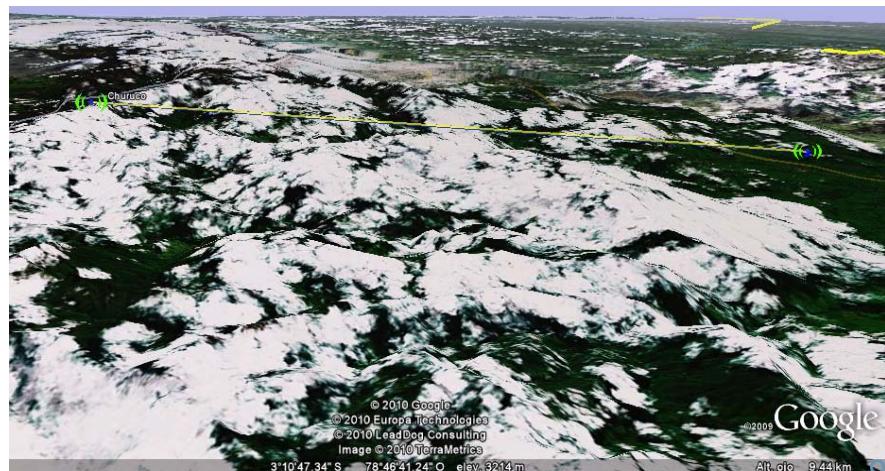


Figura 104. Simulación Enlace Churuco-Guayusal (Google Earth Export).

Una vez finalizada las simulaciones y en conjunto con los cálculos se puede concluir que los diferentes enlaces que integran la red total son factible y por ende se puede iniciar con la implementación de la red, después de completar con los formularios correspondientes a la legalización de los nodos.

2.8 ANÁLISIS DEL BENEFICIO DE LA INSTALACIÓN.

La tecnología de la que disponen hoy en día las telecomunicaciones, permiten que un radio-enlace pueda trasmitir cualquier tipo de información de manera flexible y segura, sin la necesidad de un medio guiado para hacerlo. La instalación resulta sencilla y se puede llegar a sectores en donde la implementación de una red cableada resultaría complicada y demasiada costosa.

En cuanto a los enlaces Punto-Punto y Punto-Multipunto su facilidad de interconexión y configuración resultan sencillas en comparación a los sistemas cableados. Ya que en poco tiempo se puede instalar y reconfigurar una red para expandir esta aun más o simplemente para reubicarla. Cuando se realiza una cambio de sectores para un enlace, los equipos que de desmontan no sufren ningún tipo de daño y mucho menos su configuración, por lo que para su nueva instalación simplemente se necesita direccionar de nuevo las antenas y colocar los equipos sin ningún cambio en su configuración, para establecer el enlace nuevamente, igual manera para expandir una red inalámbrica se requiere de un direccionamiento y configurar los equipos de radioenlace. En ambas situaciones el costo, tiempo, y su facilidad presentan gran ventaja en comparación con los sistemas guiados.

En el enlace Amapungo-Guayusal los nodos intermedios que conforman esta red (Churuco- Huallil) disponen en sus equipos de un slot para una interfaz inalámbrica lo que nos permitirá establecer un enlace con un con otro nodo cubriendo así otros sectores con el servicio de Internet. Como en el caso del nodo que se encuentra en el Churuco se puede instalar una miniPCI y una antena externa para cubrir el sector de Chiguinda y Bermejos. La instalación de esta red no se limita a las ventajas antes descritas, si no también me permitirá tener:

- Amplia cobertura. Cuando se deseé brindar el servicio se lo puede hacer inalámbricamente colocando una antena sectorial, que en función de los grados de la antena cubriremos un determinado sector. La Facilidad que ofrecen los Mikrotik es que me permitirán difundir en 2.4GHz y 5.8Ghz con diferentes MiniPCI pero con el mismo Mainboard.

- Fácil acceso a la red local para el constante monitoreo y control. El monitoreo de la red es fundamental en todo enlace. Por lo que los equipos Mikrotik brinda varias alternativas para el monitoreo, entre las opciones para el acceso al equipo se encuentra Http, Winbox, telnet, ssh. Cuando se utiliza un equipo Mikrotik para transmitir, y como un administrador de clientes al mismo tiempo es necesario prioridades en el equipo, esto lo describiremos de mejor manera en el siguiente capítulo.

Como vemos la ventajas que presentará este enlace son bastante significativas tanto para el dueño del enlace, como también para cada usuario final.

2.8.1 BENEFICIO PARA LA COMUNIDAD.

Los medios de comunicación y en especial el Internet son parte fundamental en toda sociedad, estos nos permite mantenernos actualizados con los diferentes sucesos tecnológicos, sociales y económicos que se suceden en mundo.

Hoy en día no existe barreras para el Internet, sectores en el Ecuador que hace 5 años no disponían de este servicio, como Saraguro, Paute, Sigsig, Gualaceo hoy gracias a los enlaces inalámbricos pueden acceder a un **INTENET BANDA ANCHA**, con la seguridad de un servicio confiable, estable y accesible para el usuario final.

Si bien el **I.S.P. JJSISTEMAS** brindaba ya el servicio Internet usuarios finales del cantón Gualaquiza con un proveedor de última milla Satelital, la suspensión intempestiva del servicio por parte de los proveedores de última milla, requería de la pronta implementación del radio-enlace para volver a restablecer el servicio. El servicio de Internet que el ISP JJSISTEMAS brinda no solo benefician a los usuarios domésticos que usan el Internet como una herramienta para el estudio y simplificación de las tareas de una manera muy veloz, sino también para las empresas que les permite de una manera más sencilla controlar su economía y su personal.

En el Ecuador el Internet más que un entretenimiento y/o un lugar de consultas este ha llegado a ser un herramienta de trabajo para un sin número de empresas, sin el Internet no hubiera bancos que acreditaran dinero en el momento ó empresas que controlen sus finanzas, el Internet cada vez disminuye la brecha digital para permitir a muchos sectores tener salida al mundo con un solo link.

2.9 MONTAJE DE LOS EQUIPOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS.

Una vez seleccionados equipos adecuados para cada nodo, procederemos a realizar su instalación, para ello y como en todo trabajo debemos tener en cuenta los riesgos que conlleva colocar los equipos en una torre. Como personal que forma parte en la instalación la seguridad debe ser nuestra prioridad, por lo que antes de iniciar con la descripción de la instalación, describiremos cuales son los riesgos que se pueden presentar, y como solucionarlos para llevar a cabo una instalación segura.

2.9.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN TORRES DE TELECOMUNICACIONES.

Para la instalación o el mantenimiento de cualquier tipo de equipos que se coloque sobre una torre se deben tomar las debidas precauciones para evitar cualquier riesgo en la seguridad personal. Los elementos que tenemos que considerar antes de subir a una torre son la línea de vida, correas, plataformas de descanso (Cuando la torre es demasiada alta), barandas líneas horizontales.

Línea de vida. Es un elemento de seguridad que permite trabajar en las alturas esta debe asegurarse a la escalerilla de la torre, garantizando así la seguridad del operario en todo momento, desde el ascenso hasta el descenso. La razón de evitar su uso es que a veces la estructura o la escalerilla no brindan el soporte necesario para el anclaje de la línea de vida. Hay que tener en cuenta que el sistema de línea de vida que se utiliza para la instalación en las torres es de tipo vertical, por lo que se tiene que tener en consideración los siguientes puntos:

El tipo de contorno sobre el cual se trabajara, este puede ser un poste, una escalera, etc. Esto nos ayudara a colocar adecuadamente los anclajes, ya que la fuerza de una caída no sobre pasa los 6kN, pero debería soportar hasta el doble de esta fuerza

Evitar que la constante oscilación del cable por la acción armónica del viento golpee o se enrede en la estructura por ello los puntos de anclaje deben colocarse en puntos estratégicos.



Figura 105. Punto de anclaje de la línea de Vida. [13]

Sistemas de riel. Los sistemas de riel es otro tipo de sistema utilizado para el trabajo en una torre, sistema de riel fijo a la estructura de la torre por el cual transita verticalmente utiliza un sistema de freno que siempre permanece activado, y no requiere para la absorción de energía, su mantenimiento es fácil aunque un poco costoso.



Figura 106. Sistema de Riel. [13]

Plataformas. Existen dos tipos de plataformas de trabajo y de descanso, generalmente las plataformas son utilizadas en torres auto soportadas de alturas superiores a los 40m. Su utilización es indispensable ya que las plataformas de descanso permitirán descansar al operario durante el ascenso con el fin de evitar esforzar al organismo, y las de trabajo brindarán la comodidad suficiente para permitir instalar los equipos.



(a)

(b)

Figura 107. Plataforma de Descanso (a), Plataforma de Trabajo (b). [13]

2.9.2 INSTALACIÓN: PELIGROS QUE SE DEBEN CONSIDERAR.

Para poder tomar las debidas seguridades en el momento de realizar un trabajo en una torre de telecomunicaciones, necesitamos conocer cuáles son los riesgos que se pueden presentar. El panorama de riesgos en el trabajo en torres de telecomunicaciones es amplio, en él se deben contemplar las condiciones de la estructura; las condiciones ambientales, las condiciones del trabajador, de sus equipos, de los puntos de anclaje y del tipo de trabajo a desarrollar.

Condiciones de la Estructura. Una torre mal diseñada puede poner en riesgo la vida del operario por lo que se debe revisar independientemente del tipo de torre si esta posee lo siguiente:

- Los puntos de anclaje sean seguros de modo que permitan la correcta sujeción de la línea de vida del operario.
- Que su escalera este debidamente sujetada, confirmar que los puntos de anclaje estén atornillados evitando que esta se deslice. Las varillas horizontales deben ser redondas corrugadas, y los espacios entre peldaños deben ser iguales.

Condiciones ambientales adversas. Como condiciones ambientales adversas entenderemos todos aquellos eventos, elementos o situaciones no controlados por el hombre que directamente. Las condiciones climáticas pueden cambiar repentinamente, de modo que es una condición no son controlables por los operarios, generando dificultad cuando estos se encuentra instalando un equipo.

Ubicación Geográfica de la Torre. Generalmente los nodos se encuentran en lugares geográficos con condiciones un tanto desfavorables. El clima al que muchos trabajadores de esta rama se enfrentan son condiciones que varían constantemente. Temperaturas demasiado altas generan en el trabajador pérdida de líquidos, y temperaturas bajas generan una pérdida de energía mucho mayor, por lo que el operario debe estar preparado para enfrentar ambas situaciones de modo que su trabajo se lo más eficiente posible.

Finalizando con las recomendaciones antes descritas procederemos a relatar cómo se realizó la instalación en cada uno de los nodos que integran la red.

2.9.3 INSTALACIÓN DE LA RED AMAPUNGO- GUAYUSAL.

La red Amapungo está compuesta por tres enlaces, los cuales se instalaron se configuraron y de modo que su funcionamiento si inicio uno a la vez.

El proceso de instalación que se llevo a cabo para la red se planeó previamente, con el fin de seguir el mismo procedimiento en cada uno de los nodos, con la diferencia en los equipos. Cuando se realizó la reunión se coordinó que la instalación en los dos nodos se realizará paralelamente con el fin de realizar el apuntamiento respectivo una vez finalizada la instalación.

Como los equipos ya se seleccionaron con anterioridad detallaremos a continuación que se procedimiento para llevar a cabo la instalación en los nodos.

1. Preparar el Equipo. El equipo Mikrotik antes de ser instalado fue previamente preparado en su respectiva caja hermética, para evitar que este mainboard sufra cualquier daño por las condiciones que se pueden presentar en el sector, especialmente las que se relacionan con el clima.

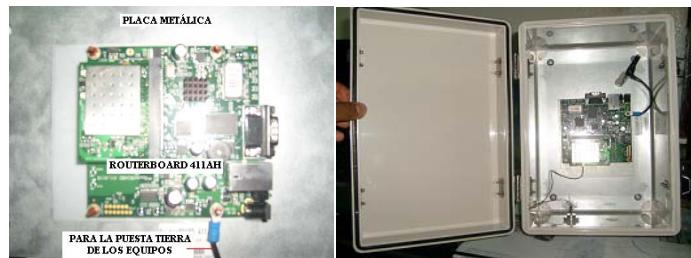


Figura 108. Routerboard 411AH asignado al Cerro Amapungo.

2. Preparar la Antena. Al igual que el Routerboard, la antena también se preparó con anticipación, armando la estructura que se sujetará a la torre. Cuando ajustemos la antena, dependiendo del enlace utilizaremos la de plato o la de grilla, por lo que en cada caso su instalación será diferente como veremos a continuación:

Ajustando una antena de plato. Para ajustar una antena de plato debemos seguir los siguientes pasos.

- Juntar el ensamblaje de montaje del poste al plato. Instale el equipo de ajuste de la inclinación hacia el tope como se muestra.
- Ajustar los tornillos de ajuste de inclinación en el lado correcto del reborde de la antena como se muestra para que trabaje correctamente.
- Colocar la abrazadera estabilizadora en el poste debajo de donde la antena será montada. Esta abrazadera ayuda a estabilizar la antena durante la instalación y también ayuda el soporte vertical durante su uso.

- Juntar el montaje de la antena al poste usando los dos U-Bolts.
- Colocar el alimentador de la antena, dependiendo de nuestras necesidades podemos utilizar una polarización vertical u horizontal, en nuestro caso utilizaremos una polarización vertical por lo que debemos colocar la alimentación con el tornillo negro mirando hacia arriba o abajo.



Figura 109. Antena de Plato de 32 dBis.

Ajustando una antena de plato. Para ajustar una antena de plato debemos seguir los siguientes pasos.

- Juntar el ensamblaje de montaje del poste al plato. La herrajería de este tipo de antenas es simple por lo que su instalación no es muy demorada.
- Ajustar los tornillos de ajuste de inclinación en el lado correcto del reborde de la antena como se muestra para que trabaje correctamente.
- Colocar la abrazadera estabilizadora en el poste.
- Juntar el montaje de la antena al poste usando U.
- Colocar el alimentador de la antena, dependiendo de nuestras necesidades podemos utilizar una polarización vertical u horizontal, en nuestro caso utilizaremos una polarización vertical por lo que debemos colocar la alimentación con el tornillo negro mirando hacia arriba o abajo.



Figura 110. Antena de Grilla de 27 dBis.

3. Preparar las Herramientas. Una vez que llegamos al sector designado y antes de iniciar con el ascenso a la torre se preparó el material necesario para la instalación de la antena de plato, o la de grilla según el enlace que estemos implementando. Entre los materiales que se prepararon están:

- La soga que le permitirá subir cada uno de los equipos que se colocarán en la torre hasta el lugar designado.
- Las llaves de tuercas para ajustar los herrajes de la antena.
- El alambre galvanizado para sujetar la caja hermética a la torre,
- La pinza, alicate, playo.
- La cinta aislante y la cinta auto-fundente para sellar cada uno de los lugares propensos a la humedad.

4. Seguridad del Personal. Listos los equipos, nos preparamos con las debidas seguridades para ascender a la torre, en nuestro caso utilizamos las correas de seguridad. Para la instalación en cada nodo se designaron dos personas, la primera ascenderá, hasta el lugar seleccionado, para así asegurar la soga que permitirá subir cada uno de los equipos enviados por una segunda persona en la parte inferior de la torre.

- 5. Seleccionar el lugar adecuado para los Equipos.** Antes de colocar los equipos debemos seleccionar un lugar en la torre para los equipos, evitando que impida la manipulación del resto de equipos ubicados en la estructura. Una vez con los equipos en el lugar designado en la torre se ajustarán de manera que podamos manipularlos hasta decidir su posición final.
- 6. Colocar la Antena.** Como mencionamos con anterioridad lo primero que se ajustó fue la antena. En algunos casos necesitaremos de soportes adicionales para colocar las antenas, generalmente cuando la torre no dispone de un espacio adicional para más equipos. Cuando instalamos el plato de la antena en el momento de ajustar el alimentador de la antena debemos considerar que tipo de polarización estamos utilizando, en nuestro caso todos los enlaces utilizarán una polarización vertical.
- 7. Colocar el Equipo.** Ajustada la antena es el momento de asegurar la caja hermética que contiene nuestro mainboard de modo que permita conectar fácilmente el pigtail que va hacia y que se coloque. Se colocaron la caja hermética de tal forma que permita ajustar fácilmente el pigtail que va desde la caja hacia la antena, y que permita trabajar cómodamente cuando el equipo requiera mantenimiento
- 8. Colocar los Pigtails y Sellar los Lugares propensos a la Humedad.** Instalados la antena y el equipo se procedió a conectarlos mediante un pigtail N-macho a N-macho para posteriormente sellar la unión del conector entre la antena y el pigtail para evitar el ingreso de humedad.

A continuación se muestran las diferentes fotos que se recopilaron durante la instalación como prueba de la instalación de la red Amapungo-Guayusal.

2.9.3.1 Instalación Amapungo.

La instalación de los equipos se la realizó en la torre de la propia empresa que entregaba el servicio de última milla MEGADATOS S.A. A continuación describiremos los equipos que se utilizaron en este nodo:

- Una antena de Plato Hyperlink de 32dBi
- Un Routerboard Mikrotik 411A con una mini PCI R52
- Pigtail para mini PCI (UFL)
- Pigtail N-macho a N-Macho



Figura 111. Fotos Instalación Amapungo (1).



Figura 112. Fotos Instalación Amapungo (2).

2.9.3.2 Instalación Huallil

Los equipos que se utilizaron en este nodo son:

- Una antena de Plato Hyperlink de 32dBi (Recepción)
- Una antena de Grilla de 27dBi (transmisión)
- Un Routerboard Mikrotik 433AH con dos mini PCI R52
- Dos Pigtail para mini PCI (UFL).
- 2 Pigtail N-macho a N-Macho



Figura 113. Fotos Instalación Huallil (1).

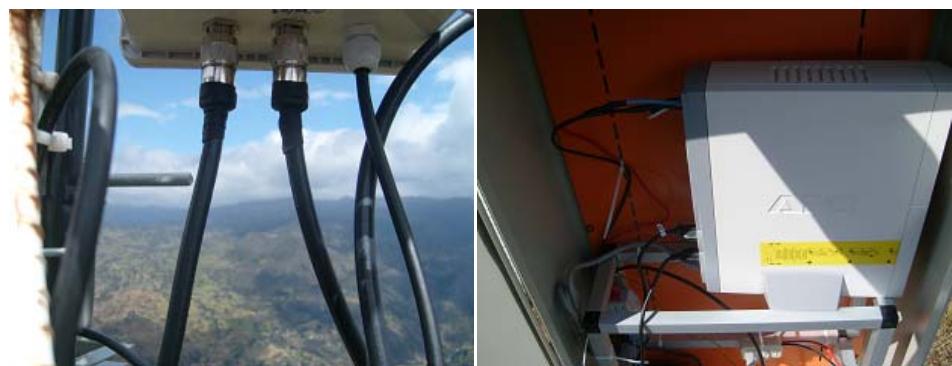


Figura 114. Fotos Instalación Huallil (2).

2.9.3.3 Instalación Churuco.

Los equipos que se utilizaron en este nodo son:

- Una antena de Plato Hyperlink de 32dBi (Transmisión)
- Una antena de Grilla de 27dBi (Recepción)
- Un Routerboard Mikrotik 433AH con dos mini PCI R52
- Dos Pigtail para mini PCI (UFL).
- 2 Pigtail N-macho a N-Macho



Figura 115. Fotos Instalación Churuco (1).



Figura 116. Fotos Instalación Churuco (2).



Figura 117. Fotos Instalación Churuco (3).

2.9.3.4 Instalación Guayusal.

Los equipos que se utilizaron en este nodo son:

- Una antena de Plato Hyperlink de 32dBi (Recepción)
- Una antena de Grilla de 27dBi (Transmisión)
- Un Routerboard Mikrotik 433AH con dos mini PCI R52
- Dos Pigtail para mini PCI (UFL).
- 2 Pigtail N-macho a N-Macho



Figura 118. Fotos Instalación Guayusal (3).

Finalizada la instalación se procederá a configurar cada uno de los nodo con el fin de establecer el enlace con el nodo correspondiente, dicha configuración finalizará cuando se tenga un buen nivel de señal entre nodo y nodo.

2.10 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS.

Toda red de telecomunicaciones inicia su funcionamiento después de haber realizado su respectiva configuración entre los dos nodos que conforman el enlace de manera que podamos comunicarlos entre sí. Cuando una red está conformada por varios nodos y por ende más enlaces, es necesario realizar las pruebas correspondientes en cada nodo final del enlace para proseguir con el siguiente; ya que si las pruebas se las realiza cuando se haya finalizado todos los enlaces, resultará más difícil identificar el lugar en donde se encuentra el problema.

Cada nodo se configurará de una manera diferente, esto dependerá de del canal que se utilizará, de las Ips, de la cantidad de interfaces, y del SSID por lo que a continuación detallaremos la configuración que quedó presente en los equipos de cada nodo para establecer el enlace correspondiente que los integran.

2.10.1 RED AMAPUNGO-GUAYUSAL

Como ya se describió anteriormente el tipo de enlace que usaremos es el de Punto-Punto, por lo que en cada enlace un nodo cumplirá la función de AP y el otro actuará de estación.

En la sección 1.6 ya se describió como realizar una configuración AP- Estación por lo que más adelante detallaremos únicamente cuales fueron los parámetros que se definieron en cada equipo para su puesta en funcionamiento.

2.10.1.1 Equipo Amapungo.

Ya que con este nodo inicia la red es preciso, realizar las pruebas correspondientes para comprobar que el servicio Internet, está disponible a la salida del Router de Megadatos S.A., con el Ancho de Banda Correspondiente en nuestro caso serán 2M.

Para hacer las Pruebas Iniciales del servicio seguimos los siguientes pasos:

- Conectamos nuestra PC a la salida de su Router CISCO, de Megadatos.
- Colocamos una IP Pública, los DNS, y el Gateway en nuestra computadora para comprobar el servicio.
- Finalmente Navegamos y en la página de Alestra comprobamos que se nos entregue el ancho de banda correspondientes.

La configuración que este equipo utilizará es una configuración de AP hacia el cerro Huallil.

En el siguiente gráfico podemos observar en la parte superior de la ventana la IP pública de la que dispone el equipo como el modelo de Routerboard que utilizamos (433AH).

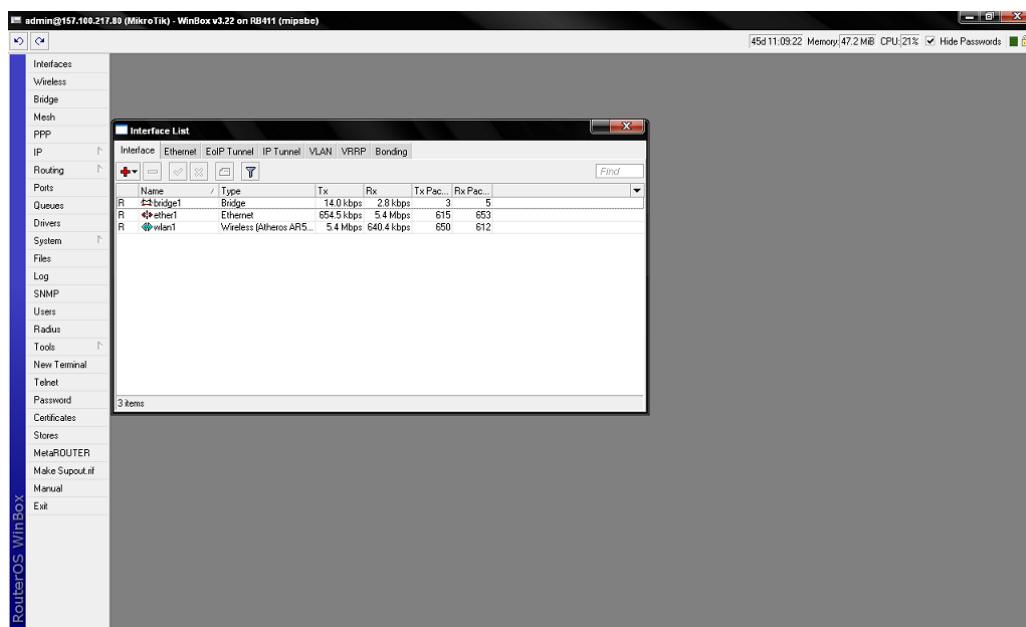
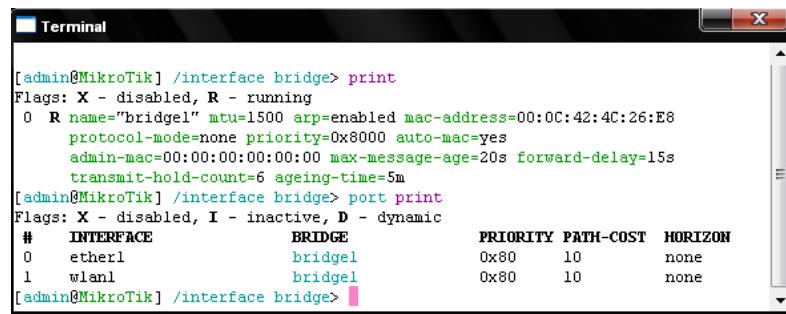


Figura 119. Equipo en Amapungo.

Para iniciar el funcionamiento del enlace es recomendable seguir el siguiente procedimiento:

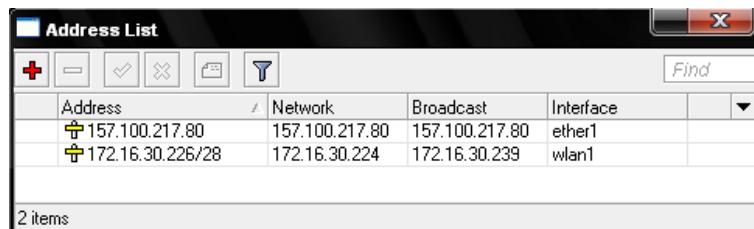
Configuración del Bridge. Esta configuración permitirá el flujo de tráfico desde la interfaz Eth1 conectado al Router de MEGADATOS hacia la tarjeta inalámbrica Wlan1.



```
[admin@MikroTik] /interface bridge> print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="bridge1" mtu=1500 arp=enabled mac-address=00:0C:42:4C:26:E8
    protocol-mode=none priority=0x8000 auto-mac=yes
    admin-mac=00:00:00:00:00:00 max-message-age=20s forward-delay=15s
    transmit-hold-count=6 ageing-time=5m
[admin@MikroTik] /interface bridge> port print
Flags: X - disabled, I - inactive, D - dynamic
# INTERFACE BRIDGE PRIORITY PATH-COST HORIZON
0 ether1 bridge1 0x80 10 none
1 wlan1 bridge1 0x80 10 none
[admin@MikroTik] /interface bridge>
```

Figura 120. Configuración del Bridge Nodo Amapungo.

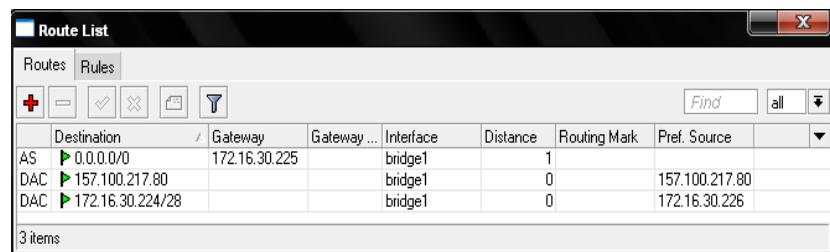
Configuración de la direcciones IP y de la ruta. Las direcciones IP permitirán al equipo formar parte de la red, y encaso de utilizar una IP pública nos permitirá acceder a las configuraciones el equipo de forma directa, lo que no sucede si usamos una IP privada que permitirá un acceso por SSH y desde un equipo que tenga una IP pública. La Ruta en donde se coloca el Gateway permitirá interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación.



Address	Network	Broadcast	Interface
157.100.217.80	157.100.217.80	157.100.217.80	ether1
172.16.30.226/28	172.16.30.224	172.16.30.239	wlan1

2 items

Figura 121. Configuración de las direcciones IP (Nodo Amapungo)-

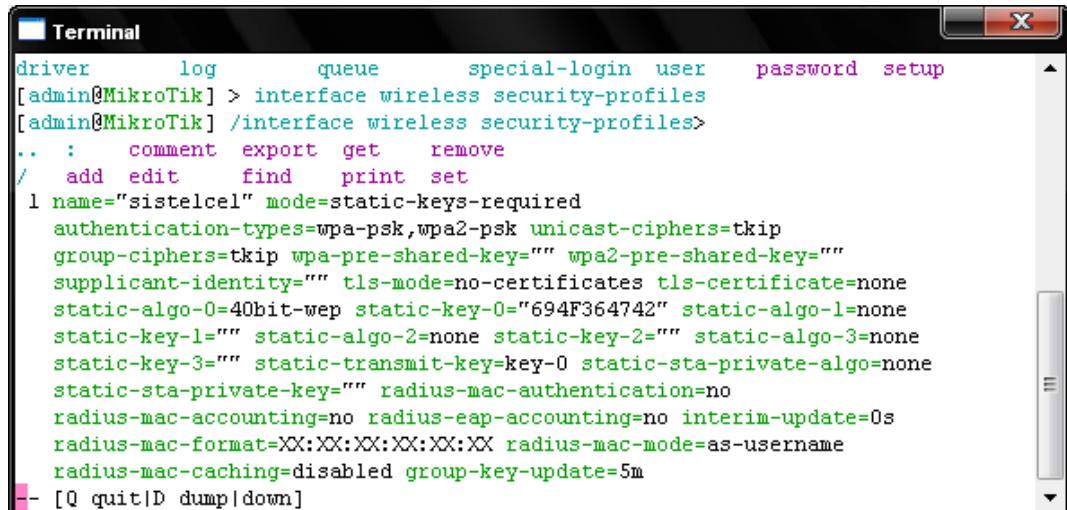


Destination	Gateway	Gateway...	Interface	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS ▶ 0.0.0/0	172.16.30.225		bridge1	1		
DAC ▶ 157.100.217.80			bridge1	0	157.100.217.80	
DAC ▶ 172.16.30.224/28			bridge1	0	172.16.30.226	

3 items

Figura 122. Configuración del Gateway (Nodo Amapungo).

The security Profiles. Esta seguridad es sumamente necesaria para evitar que cualquier persona intercepte nuestra comunicación y que tenga acceso a nuestro flujo de información. Por esto, es recomendable la encriptación de la transmisión para emitir en un entorno seguro. En nuestro caso el security profile que se utilizo para toda la red utiliza el nombre de sistelcel con una clave de 40bits seguridad tipo wep.



```

Terminal
driver      log      queue      special-login user      password setup
[admin@MikroTik] > interface wireless security-profiles
[admin@MikroTik] /interface wireless security-profiles>
... : comment export get remove
/ add edit find print set
1 name="sistelcel" mode=static-keys-required
    authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk unicast-ciphers=tkip
    group-ciphers=tkip wpa-pre-shared-key="" wpa2-pre-shared-key=""
    supplicant-identity="" tls-mode=no-certificates tls-certificate=none
    static-algo-0=40bit-wep static-key-0="694F364742" static-algo-1=none
    static-key-1="" static-algo-2=none static-key-2="" static-algo-3=none
    static-key-3="" static-transmit-key=key-0 static-sta-private-algo=none
    static-sta-private-key="" radius-mac-authentication=no
    radius-mac-accounting=no radius-eap-accounting=no interim-update=0s
    radius-mac-format=XX:XX:XX:XX:XX:XX radius-mac-mode=as-username
    radius-mac-caching=disabled group-key-update=5m
[Q quit|D dump|down]

```

Figura 123. Configuración del Security Profile (Nodo Amapungo).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica. Como el equipo está integrado por una sola tarjeta inalámbrica, será esta la que se configure como AP.

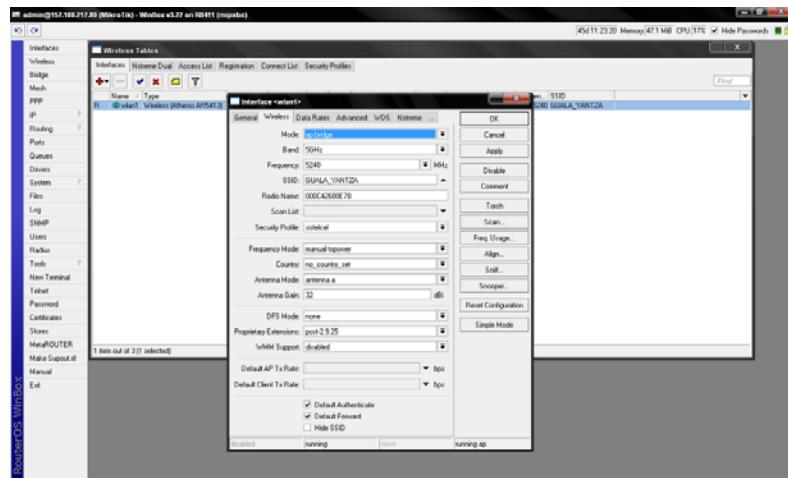


Figura 124. Configuración de la Interfaz Inalámbrica (Nodo Amapungo).

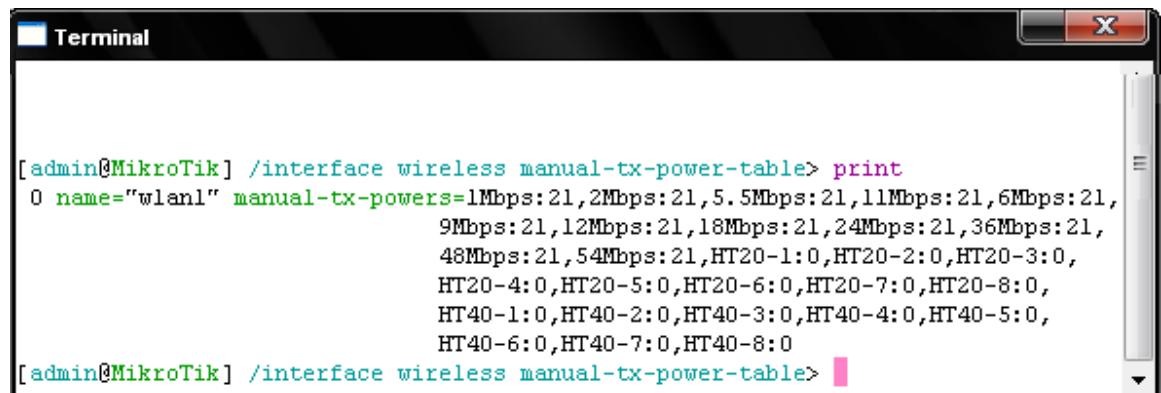
Como se vemos en esta interfaz se encuentran la mayoría de parámetros que harán posible establecer un enlace, parámetros como:

La Frecuencia por la cual se transmitirá la información, por lo que hemos utilizado la 5240MHz disponible en el sector de Amapungo.

El SSID (Service Set IDentifier) GUALA_YANTZA cuyo nombre se utilizará solamente para el enlace Amapungo-Huallil. **El SSID** es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica para identificarlos como parte de esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres alfanuméricos. Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID.

La Ganancia de la Antena. Este parámetro dependerá de la antena externa que estemos utilizando en este caso utilizaremos una de plato de 32dBi.

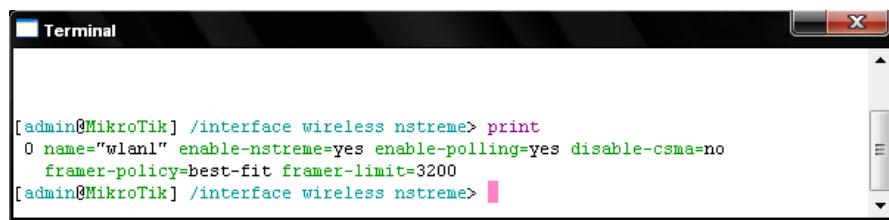
Potencia TX. Se expresa en dBm. Las diferentes casillas que me permiten modificar este parámetro tienen un rango de 0 a 30dBm. La potencia TX a menudo depende de la tasa de transmisión. La potencia TX de un dispositivo dado debe ser especificada en los manuales provistos por el fabricante, pero algunas veces puede ser difícil de encontrar.



```
[admin@MikroTik] /interface wireless manual-tx-power-table> print
0 name="wlan1" manual-tx-powers=1Mbps:21,2Mbps:21,5.5Mbps:21,11Mbps:21,6Mbps:21,
9Mbps:21,12Mbps:21,18Mbps:21,24Mbps:21,36Mbps:21,
48Mbps:21,54Mbps:21,HT20-1:0,HT20-2:0,HT20-3:0,
HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,HT20-7:0,HT20-8:0,
HT40-1:0,HT40-2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,
HT40-6:0,HT40-7:0,HT40-8:0
[admin@MikroTik] /interface wireless manual-tx-power-table>
```

Figura 125. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Amapungo).

NStreme que es un protocolo que propio de Mikrotik funciona con pares de placas wireless, una para trasmitir (TX) y otra para recibir (RX) simultáneamente, es decir full-dúplex. Este sistema es usado para hacer enlaces punto a punto. Unos de los beneficios que tiene Nstream es que no tiene límite de distancia, tiene un bajo nivel de encabezamiento en el protocolo lo que permite altos niveles de transferencia. No tiene degradación de la velocidad en enlaces de larga distancia. Es un protocolo dinámico que se ajusta dependiendo del tipo de tráfico y de los recursos de hardware.



A screenshot of a terminal window titled "Terminal". The window shows a command-line interface with the following text:

```
[admin@MikroTik] /interface wireless nstreme> print
0 name="wlans1" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no
    framer-policy=best-fit framer-limit=3200
[admin@MikroTik] /interface wireless nstreme>
```

Figura 126. Parámetros Nstream en un AP (Nodo Amapungo).

Configuración SNMP. La Empresa que brinda el servicio solicita configurar el parámetro SNMP (**Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP**) que es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. SNMP permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento.

Los paquetes utilizados para enviar consultas y respuestas SNMP poseen el siguiente formato:



- Versión: Número de versión de protocolo que se está utilizando (por ejemplo 1 para SNMPv1);
- Comunidad: Nombre o palabra clave que se usa para la autenticación. Generalmente existe una comunidad de lectura llamada "public" y una comunidad de escritura llamada "private";
- SNMP PDU: Contenido de la unidad de datos del protocolo, el que depende de la operación que se ejecute.

```

[admin@MikroTik] /snmp> ..
[admin@MikroTik] > snmp community print
# NAME                                ADDRESS      SECURITY   READ-ACCESS
0 public                               0.0.0.0/0    none        yes
1 gualajiza                            172.16.30.224/28  none        yes
[admin@MikroTik] > snmp print
    enabled: yes
    contact: "sistelcel@server"
    location: "amapungo"
    engine-id: ""
    engine-boots: 744
    time-window: 15
    trap-sink: 0.0.0.0
    trap-community: (unknown)
    trap-version: 1
[admin@MikroTik] >

```

Figura 127. Parámetros SNMP (Nodo Amapungo).

2.10.1.2 Equipo Huallil.

El equipo en el cerro Huallil trabajará como una estación para recibir la señal del Cerro Amapungo y como AP para difundir hacia el cerro Churuco. Pero en este enlace nos centraremos en la configuración estación. De la misma manera como se procedió en Amapungo iniciaremos viendo las características del router que usamos y de las interfaces de las cuales disponemos en el mismo.

Dado que las configuraciones ya les realizaron el día de la implementación y para obtener acceso a esta información ingresaremos al equipo en el cerro Huallil desde el Equipo en Amapungo vía SSH (Secure SHell), para ello en el menú principal de la ventana de routers escogemos la opción TELNET -> SSH-> usuario posterior a esto tendremos acceso a una ventana tipo terminal en el cual ingresaremos la contraseña correspondiente al equipo y listo tenemos acceso a cada una de sus configuraciones.



Figura 128. Ingreso Vía SSH al equipo del Huallil.

Una vez en el equipo podemos modificar o eliminar una configuración en el equipo utilizando los comandos adecuados, pero por el momento simplemente observaremos cuales son las configuraciones que quedaron establecidas en este nodo.

Configuración del Bridge. Configuración importante en este nodo ya que permitirá enlazar internamente tarjeta inalámbrica Wlan2 (Estación) que se enlaza con Amapungo con la WLAN1 (AP) que se enlazará al cerro Churuco.

A screenshot of a Windows Command Prompt window titled "SSH admin@172.16.30.228". The window displays several command-line entries from a MikroTik router. The commands shown are: "interface bridge print", "interface bridge port print", and "interface wireless print". These commands output detailed configuration parameters for the bridge and wireless interfaces.

```
[admin@MikroTik] > interface bridge print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="bridge_huallil" mtu=1500 arp=proxy-arp
    mac-address=00:0C:42:60:0C:0C protocol-mode=none priority=0x8000
    auto-mac=yes admin-mac=00:00:00:00:00:00 max-message-age=20s
    forward-delay=15s transmit-hold-count=6 ageing-time=5m
[admin@MikroTik] > interface bridge port print
Flags: X - disabled, I - inactive, D - dynamic
#   INTERFACE          BRIDGE          PRIORITY PATH-COST HORIZON
0 I  ether1            bridge_huallil  0x80      10      none
1   wlan2              bridge_huallil  0x80      10      none
2   wlan1              bridge_huallil  0x80      10      none
[admin@MikroTik] > interface wireless print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="wlan2" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:0C arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=station-pseudobridge
    ssid="GUALA_YANTZA" frequency=5260 band=5ghz scan-list=default
    antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=None
    wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes
    default-ap-tx-limit=0 default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no
    security-profile=sistelcel compression=no
1 R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:35 arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=ap-bridge ssid="GUALL_CHUR"
    frequency=5320 band=5ghz scan-list=default antenna-mode=ant-a
    wds-mode=disabled wds-default-bridge=None wds-ignore-ssid=no
    default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel
    compression=no
[admin@MikroTik] >
```

Figura 129. Configuración del Bridge (Nodo Huallil).

Configuración de la direcciones IP y de la ruta. La IP en este equipo se la coloco en el Bridge con el fin de optimizar el uso de las Ips. privadas de las cuales disponemos.

```

SSH admin@172.16.30.228
[admin@MikroTik] /ip address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS           NETWORK          BROADCAST      INTERFACE
0 172.16.30.228/28 172.16.30.224 172.16.30.239 bridge_huallil
[admin@MikroTik] /ip address>
.. : comment edit export get remove
/ add disable enable find print set
[admin@MikroTik] /ip route>
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY-STATE GATEWAY          DISTANCE INTERFACE
0 A S 0.0.0.0/0    reachable     172.16.30.225
1 ADC 172.16.30.224/28 172.16.30.228
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY-STATE GATEWAY          DISTANCE INTERFACE
0 A S 0.0.0.0/0    reachable     172.16.30.225
1 ADC 172.16.30.224/28 172.16.30.228
[admin@MikroTik] /ip route>

```

Figura 130. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Huallil).

The Security Profiles.

```

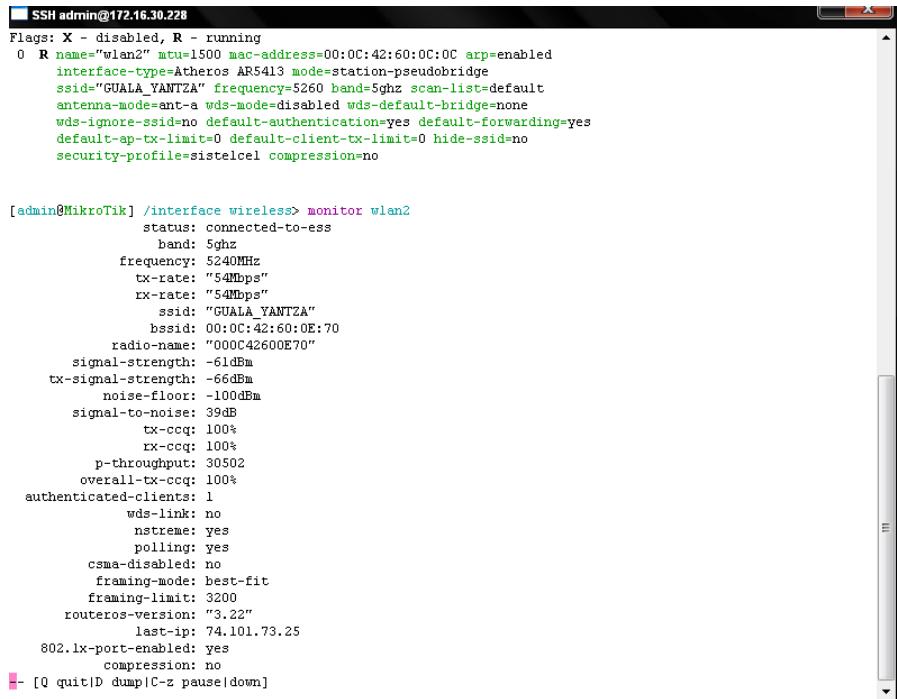
SSH admin@172.16.30.228
[admin@MikroTik] > interface wireless security-profiles print

1 name="sistelcel" mode=static-keys-required
authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk unicast-ciphers=tkip group-ciphers=tkip
wpa-pre-shared-key="" wpa2-pre-shared-key="" supplicant-identity=""
tls-mode=no-certificates tls-certificate=none static-algo-0=40bit-wep
static-key-0="694f364742" static-algo-1=none static-key-1=""
static-algo-2=none static-key-2="" static-algo-3=none static-key-3=""
static-transmit-key=key-0 static-sta-private-algo=none
static-sta-private-key="" radius-mac-authentication=no
radius-mac-accounting=no radius-eap-accounting=no interim-update=0s
radius-mac-format=XX:XX:XX:XX:XX:XX radius-mac-mode=as-username
radius-mac-caching=disabled group-key-update=5m
[admin@MikroTik] >

```

Figura 131. Configuración del Security Profile (Nodo Huallil).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica Estación. La tarjeta que hemos seleccionado como estación es la Wlan2.

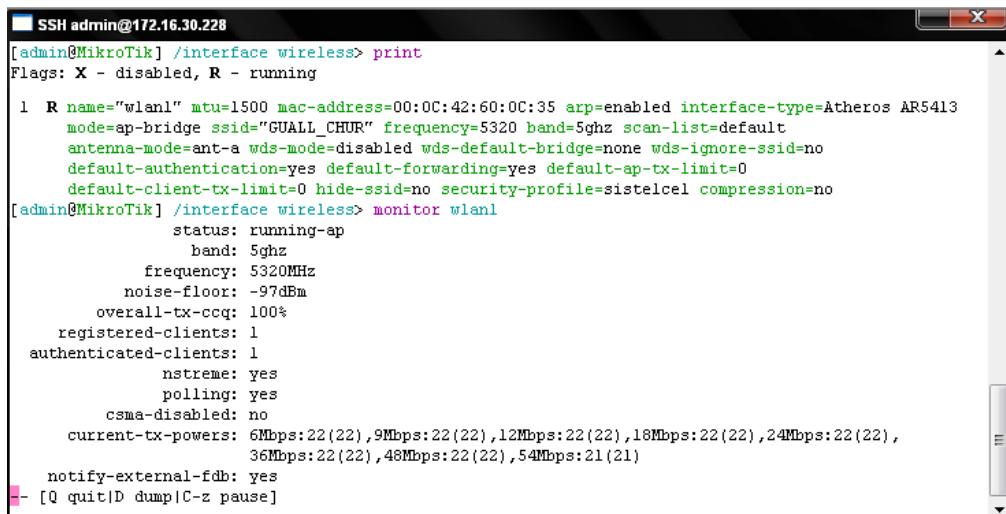


```
SSH admin@172.16.30.228
Flags: X - disabled, R - running
0  R name="wlan2" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:0C arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=station-pseudobridge
    ssid="GUALA_YANTZA" frequency=5260 band=5ghz scan-list=default
    antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none
    wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes
    default-ap-tx-limit=0 default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no
    security-profile=sistelcel compression=no

[admin@MikroTik] /interface wireless> monitor wlan2
    status: connected-to-ess
        band: 5ghz
        frequency: 5240MHz
        tx-rate: "54Mbps"
        rx-rate: "54Mbps"
        ssid: "GUALA_YANTZA"
        bssid: 00:0C:42:60:0E:70
        radio-name: "000C42600E70"
        signal-strength: -61dBm
        tx-signal-strength: -66dBm
        noise-floor: -100dBm
        signal-to-noise: 39dB
        tx-ccq: 100%
        rx-ccq: 100%
        p-throughput: 30502
        overall-tx-ccq: 100%
        authenticated-clients: 1
            wds-link: no
            nstreme: yes
            polling: yes
            csma-disabled: no
            framing-mode: best-fit
            framing-limit: 3200
            routeros-version: "3.22"
            last-ip: 74.101.73.25
        802.1x-port-enabled: yes
            compression: no
    [- [Q quit|D dump|C-z pause|down]
```

Figura 132. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Huallil).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica AP. La tarjeta seleccionada para el AP en este nodo es la Wlan1.



```
SSH admin@172.16.30.228
Flags: X - disabled, R - running
1  R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:35 arp=enabled interface-type=Atheros AR5413
    mode=ap-bridge ssid="GUALA_CHUR" frequency=5320 band=5ghz scan-list=default
    antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none wds-ignore-ssid=no
    default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel compression=no

[admin@MikroTik] /interface wireless> monitor wlan1
    status: running-ap
        band: 5ghz
        frequency: 5320MHz
        noise-floor: -97dBm
        overall-tx-ccq: 100%
        registered-clients: 1
        authenticated-clients: 1
            nstreme: yes
            polling: yes
            csma-disabled: no
            current-tx-powers: 6Mbps:22(22),9Mbps:22(22),12Mbps:22(22),16Mbps:22(22),24Mbps:22(22),
                36Mbps:22(22),48Mbps:22(22),54Mbps:21(21)
            notify-external-fdb: yes
    [- [Q quit|D dump|C-z pause]
```

Figura 133. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Huallil).

Como se vemos en esta interfaz se encuentran la mayoría de parámetros que harán posible establecer un enlace, parámetros como:

La Frecuencia.

La tarjeta inalámbrica Wlan2 desempeñara la función de Estación, por lo que el parámetro que se encuentre en esta casilla no tendrá ningún efecto.

En la tarjeta inalámbrica Wlan1, la frecuencia que se encontró disponible para este AP es la de 5320MHz.

El SSID (Service Set Identifier).

El SSID GUALA_YANTZA se utilizará solamente para el enlace Amapungo-Huallil, para el nuevo AP se utilizará el SSID GUALL_CHU.

La Ganancia de la Antena. Este parámetro dependerá de la antena externa que estemos utilizando en este caso utilizaremos una de plato de 32dBi para enlazarnos con Amapungo y de 27dBi para el enlazarnos con el nodo de Churuco

Potencia TX.

```
SSH admin@172.16.30.228
framer-limit=3200
[admin@mikrotik] /interface wireless> manual-tx-power-table print
0 name="wlan2" manual-tx-powers=1Mbps:21,2Mbps:21,5.5Mbps:21,11Mbps:21,6Mbps:21,9Mbps:21,12Mbps:21,
18Mbps:21,2.5Mbps:21,3Mbps:21,48Mbps:21,54Mbps:21,HT20-1:0,HT20-2:0,
HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,HT20-7:0,HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-
2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,HT40-7:0,HT40-8:0
1 name="wlan1" manual-tx-powers=1Mbps:22,2Mbps:22,5.5Mbps:22,11Mbps:22,6Mbps:22,9Mbps:22,12Mbps:22,
18Mbps:22,2.5Mbps:22,3Mbps:22,48Mbps:22,54Mbps:22,HT20-1:0,HT20-2:0,
HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,HT20-7:0,HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-
2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,HT40-7:0,HT40-8:0
[admin@mikrotik] /interface wireless>
```

Figura 134. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Huallil).

NStreme que es un protocolo que propio de Mikrotik funciona con pares de placas wireless, una para trasmitir (TX) y otra para recibir (RX) simultáneamente, es decir full-dúplex. Este sistema es usado para hacer enlaces punto a punto. Unos de los beneficios que tiene Nstream es que no tiene límite de distancia, tiene un bajo nivel de encabezamiento en el protocolo lo que permite altos niveles de transferencia. No tiene degradación de la velocidad en enlaces de larga distancia. Es un protocolo dinámico que se ajusta dependiendo del tipo de tráfico y de los recursos de hardware.

```

SSH admin@172.16.30.228
[admin@MikroTik] /interface wireless> nstreme print
0 name="wlan2" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no framer-policy=none
framer-limit=3200
1 name="wlan1" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no framer-policy=best-fit
framer-limit=3200
[admin@MikroTik] /interface wireless>

```

Figura 135. Parámetros Nstream en una Estación y en un AP (Nodo Huallil).

Configuración SNMP.

```

SSH admin@172.16.30.228
[admin@MikroTik] /interface> ...
[admin@MikroTik] > snmp community print
# NAME                                ADDRESS      SECURITY   READ-ACCESS
0 public          0.0.0.0/0    none        yes
1 gualauiza      172.16.30.224/28  none        yes
[admin@MikroTik] > snmp print
    enabled: yes
    contact: "sistelcel@server"
    location: "Huallill"
    engine-id: ""
    engine-boots: 309
    time-window: 15
    trap-sink: 0.0.0.0
    trap-community: (unknown)
[admin@MikroTik] > [0 quit|D dump|down]

```

Figura 136. Parámetros SNMP (Nodo Huallil).

2.10.1.3 Equipo Churuco

El equipo en el cerro churuco trabajará de la misma manera como el que se encuentra en el cerro Huallil, una tarjeta trabajará como estación para recibir la señal del Cerro Huallil y la otra como AP para difundir hacia el cerro Guayusal.

Para tener acceso al Equipo de Churuco debemos ingresar a este por SSH. Una vez en el equipo podemos modificar o eliminar una configuración en el equipo utilizando los comandos adecuados, pero por el momento simplemente observaremos cuales son las configuraciones que quedaron establecidas en este nodo.

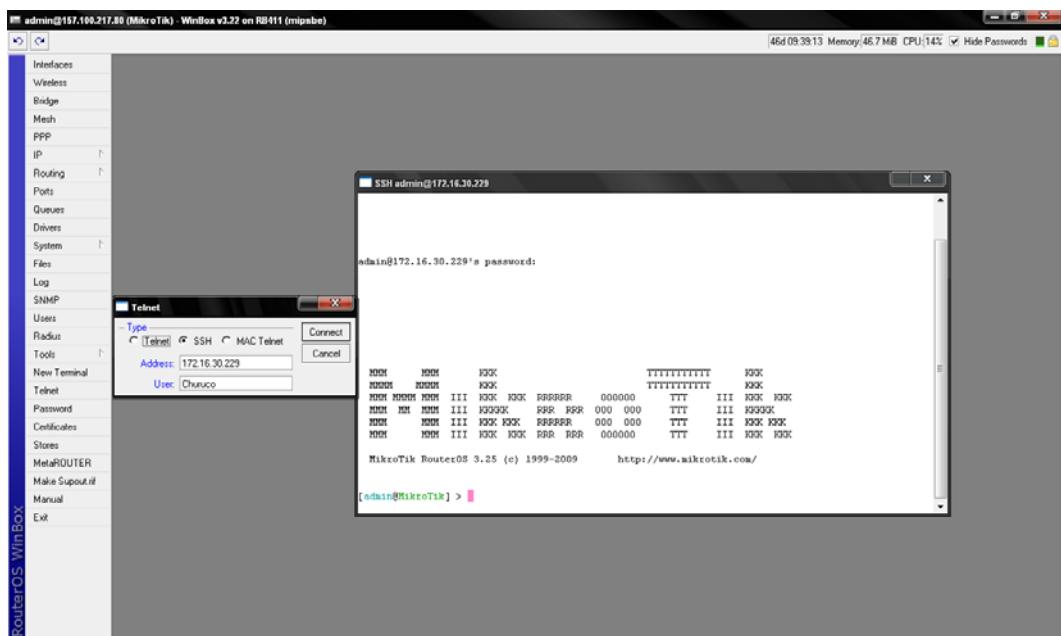


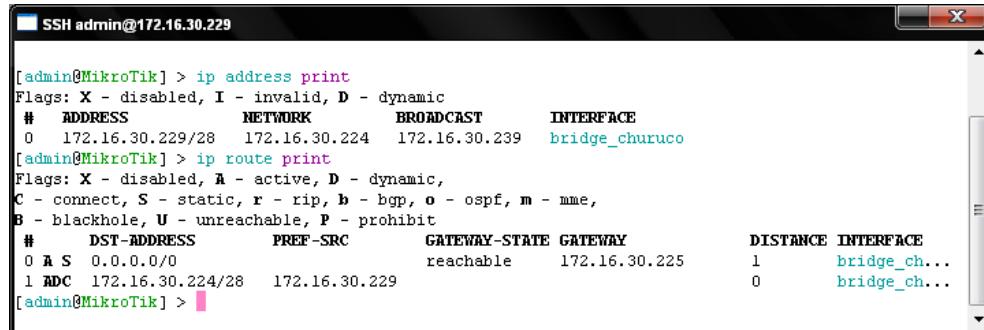
Figura 137. Ingreso Vía SSH al equipo del Churuco.

Configuración del Bridge. Este Bridge permitirá enlazar internamente tarjeta inalámbrica Wlan1 (Estación) que se enlaza con Huallil con la WLAN2 (AP) que se enlazará al cerro Guayusal.

```
SSH admin@172.16.30.229
[admin@MikroTik] > interface bridge print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="bridge_churuco" mtu=1500 arp=enabled mac-address=00:0C:42:60:0C:3D protocol-mode=none
    priority=0x8000 auto-mac=yes admin-mac=00:00:00:00:00:00 max-message-age=20s
    forward-delay=15s transmit-hold-count=6 ageing-time=5m
[admin@MikroTik] > interface bridge port print
Flags: X - disabled, I - inactive, D - dynamic
# INTERFACE BRIDGE PRIORITY PATH-COST HORIZON
0 I ether1 bridge_churuco 0x80 10 none
1 wlan1 bridge_churuco 0x80 10 none
2 wlan2 bridge_churuco 0x80 10 none
[admin@MikroTik] > interface wireless print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:3D arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=station-pseudobridge ssid="GUALL_CHUR" frequency=5320
    band=5ghz scan-list=default antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none
    wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel compression=no
1 R name="wlan2" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0E:EF arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=ap-bridge ssid="CHURU_GUAYU" frequency=5240 band=5ghz
    scan-list=default antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none
    wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel compression=no
[admin@MikroTik] >
```

Figura 138. Configuración del Bridge (Nodo Churuco).

Configuración de la direcciones IP y de la ruta. La IP en este equipo se la coloco en el Bridge con el fin de optimizar el uso de las Ips. Privadas de las cuales disponemos.



```
SSH admin@172.16.30.229

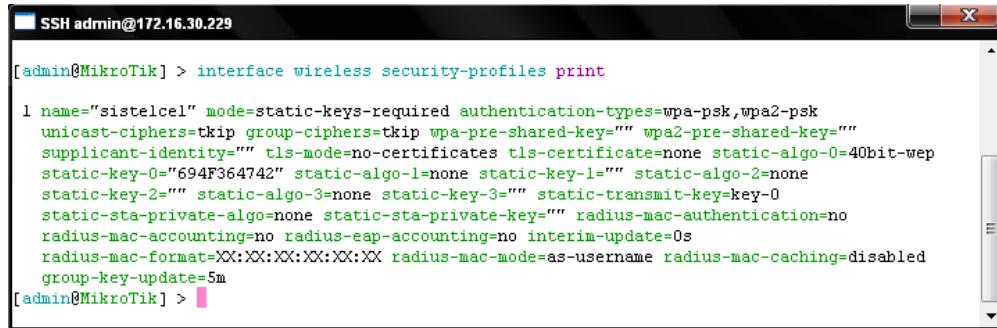
[admin@MikroTik] > ip address print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS           NETWORK          BROADCAST        INTERFACE
0 172.16.30.229/28 172.16.30.224 172.16.30.239  bridge_churuco

[admin@MikroTik] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS      PREF-SRC        GATEWAY-STATE GATEWAY          DISTANCE INTERFACE
0 A S 0.0.0.0/0    reachable       172.16.30.225   1          bridge_ch...
1 ADC 172.16.30.224/28 172.16.30.229   0          bridge_ch...

[admin@MikroTik] >
```

Figura 139. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Churuco).

The Security Profiles.



```
SSH admin@172.16.30.229

[admin@MikroTik] > interface wireless security-profiles print
1 name="sistelcel" mode=static-keys-required authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk
unicast-ciphers=tkip group-ciphers=tkip wpa-pre-shared-key="" wpa2-pre-shared-key=""
supplicant-identity="" tls-mode=no-certificates tls-certificate=None static-algo-0=40bit-wep
static-key-0="694F364742" static-algo-1=None static-key-1="" static-algo-2=None
static-key-2="" static-algo-3=None static-key-3="" static-transmit-key=key-0
static-sta-private-algo=None static-sta-private-key="" radius-mac-authentication=no
radius-mac-accounting=no radius-eap-accounting=no interim-update=0s
radius-mac-format=XX:XX:XX:XX:XX:XX radius-mac-mode=as-username radius-mac-caching=disabled
group-key-update=5m
[admin@MikroTik] >
```

Figura 140. Configuración del Security Profile (Nodo Churuco).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica Estación. La tarjeta que hemos seleccionado como estación es la Wlan1.

```

SSH admin@172.16.30.229
[admin@MikroTik] > interface wireless print
Flags: X - disabled, R - running
0  R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0C:3D arp=enabled
    interface-type=Atheros AR5413 mode=station-pseudobridge ssid="GUALL_CHUR" frequency=5320
    band=5ghz scan-list=default antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none
    wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel compression=no

[admin@MikroTik] > interface wireless monitor wlan1
    status: connected-to-ess
    band: 5ghz
    frequency: 5320MHz
    tx-rate: "54Mbps"
    rx-rate: "54Mbps"
    ssid: "GUALL_CHUR"
    bssid: 00:0C:42:60:0C:35
    radio-name: "000C42600C35"
    signal-strength: -57dBm
    tx-signal-strength: -55dBm
    noise-floor: -99dBm
    signal-to-noise: 42dB
    tx-ccq: 99%
    rx-ccq: 100%
    p-throughput: 30442
    overall-tx-ccq: 99%
    authenticated-clients: 1
        wds-link: no
        nstreme: yes
        polling: yes
        csma-disabled: no
        framing-mode: best-fit
        framing-limit: 3200
    routeros-version: "3.25"
-- [Q quit|D dump|C-z pause|down]

```

Figura 141. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Churuco).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica AP. La tarjeta seleccionada para el AP en este nodo es la Wlan2.

```

SSH admin@172.16.30.229
[admin@MikroTik] > interface wireless print
Flags: X - disabled, R - running
1  R name="wlan2" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0E:EF arp=enabled interface-type=Atheros AR5
    mode=ap-bridge ssid="CHURU_GUAYU" frequency=5240 band=5ghz scan-list=default
    antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled wds-default-bridge=none wds-ignore-ssid=no
    default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
    default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=sistelcel compression=no

[admin@MikroTik] > interface wireless monitor wlan2
    status: running-ap
    band: 5ghz
    frequency: 5240MHz
    noise-floor: -98dBm
    overall-tx-ccq: 89%
    registered-clients: 1
    authenticated-clients: 1
        nstreme: yes
        polling: yes
        csma-disabled: no
    current-tx-powers: 6Mbps:25(25),9Mbps:25(25),12Mbps:25(25),18Mbps:25(25),24Mbps:25(25),
                      36Mbps:24(24),48Mbps:22(22),54Mbps:21(21)
    notify-external-fdb: yes
-- [Q quit|D dump|C-z pause]

```

Figura 142. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Churuco).

Como se vemos en esta interfaz se encuentran la mayoría de parámetros que harán posible establecer un enlace, parámetros como:

La Frecuencia.

La tarjeta inalámbrica Wlan2 desempeñara la función de Estación, por lo que el parámetro que se encuentre en esta casilla no tendrá ningún efecto.

En la tarjeta inalámbrica Wlan1, la frecuencia que se encontró disponible para este AP es la de 5240MHz.

El SSID (Service Set IDentifier).

El SSID GUALL_CHU se utilizará solamente para el enlace Amapungo-Huallil, para el nuevo AP se utilizará el SSID CHURU_GUAYU.

La Ganancia de la Antena. Este parámetro dependerá de la antena externa que estemos utilizando en este caso utilizaremos una de grilla de 27 para enlazarnos con el nodo Huallil y de 32dBi para el enlazarnos con el nodo de Guayusal.

Potencia TX.



The screenshot shows an SSH session titled "SSH admin@172.16.30.229". The command entered is "interface wireless manual-tx-power-table print". The output displays two entries for wireless interfaces:

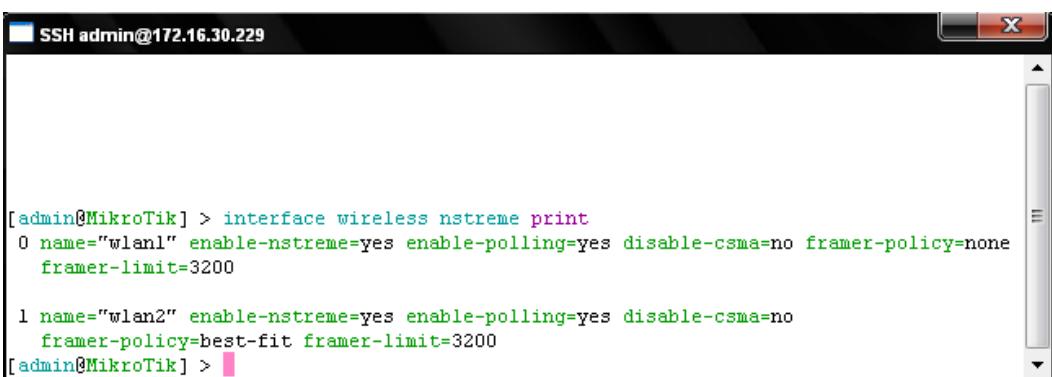
```
[admin@mikrotik] > interface wireless manual-tx-power-table print
0 name="wlan1" manual-tx-powers=1Mbps:22,2Mbps:22,5.5Mbps:22,11Mbps:22,6Mbps:22,9Mbps:22,
12Mbps:22,18Mbps:22,24Mbps:22,36Mbps:22,48Mbps:22,54Mbps:22,
HT20-1:0,HT20-2:0,HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,HT20-7:0,
HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,
HT40-7:0,HT40-8:0

1 name="wlan2" manual-tx-powers=1Mbps:25,2Mbps:25,5.5Mbps:25,11Mbps:25,6Mbps:25,9Mbps:25,
12Mbps:25,18Mbps:25,24Mbps:25,36Mbps:25,48Mbps:25,54Mbps:25,
HT20-1:0,HT20-2:0,HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,HT20-7:0,
HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,
HT40-7:0,HT40-8:0

[admin@mikrotik] >
```

Figura 143. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Churuco).

NStreme que es un protocolo que propio de Mikrotik funciona con pares de placas wireless, una para trasmitir (TX) y otra para recibir (RX) simultáneamente, es decir full-dúplex. Este sistema es usado para hacer enlaces punto a punto. Unos de los beneficios que tiene Nstream es que no tiene límite de distancia, tiene un bajo nivel de encabezamiento en el protocolo lo que permite altos niveles de transferencia. No tiene degradación de la velocidad en enlaces de larga distancia. Es un protocolo dinámico que se ajusta dependiendo del tipo de tráfico y de los recursos de hardware.



```

SSH admin@172.16.30.229
[admin@MikroTik] > interface wireless nstreme print
0 name="wlan1" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no framer-policy=none
    framer-limit=3200

1 name="wlan2" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no
    framer-policy=best-fit framer-limit=3200
[admin@MikroTik] >

```

Figura 144. Parámetros Nstream en una Estación y en un AP (Nodo Churuco).

Configuración SNMP.



```

SSH admin@172.16.30.229
[admin@MikroTik] > snmp community print
# NAME                                ADDRESS      SECURITY   READ-ACCESS
0 public                               0.0.0.0/0    none        yes
1 gualaguiza                          172.16.30.224/28  none        yes

[admin@MikroTik] > snmp print
    enabled: yes
    contact: "sistelcel@server"
    location: "churuco"
    engine-id: ""
    engine-boots: 97
    time-window: 15
    trap-sink: 0.0.0.0
    trap-community: (unknown)
    trap-version: 1
[admin@MikroTik] >

```

Figura 145. Parámetros SNMP (Nodo Churuco).

2.10.1.4 Equipo Guayusal.

El equipo en el cerro Guayusal trabajará de la misma manera como el que se encuentra en el cerro Huallil o churuco, una tarjeta trabajará como estación para recibir la señal del Cerro Churuco y la otra como AP para difundir hacia el nodo final ubicado en la casa del Sr Johnny Jácome, y desde el cual se difundirá para que los usuarios finales tengan acceso al servicio de internet

Para tener acceso al Equipo de Guayusal debemos ingresar a este por SSH. Una vez en el equipo podemos modificar o eliminar una configuración en el equipo utilizando los comandos adecuados, pero por el momento simplemente observaremos cuales son las configuraciones que quedaron establecidas en este nodo.

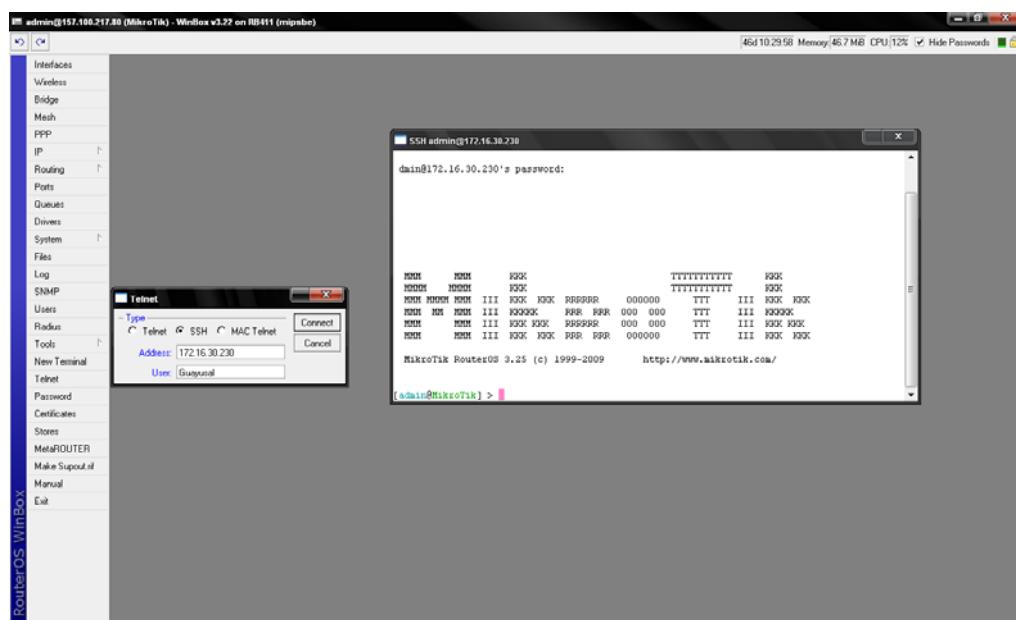


Figura 146. Ingreso Vía SSH al equipo del Guayusal.

Configuración del Bridge. Este Bridge permitirá enlazar internamente tarjeta inalámbrica Wlan1 (Estación) que se enlaza con Huallil con la WLAN2 (AP) que se enlazará al cerro Guayusal.

```

SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > interface bridge print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="bridge_guayuzal" mtu=1500 arp=enabled mac-address=00:0C:42:60:0E:6E
    protocol-mode=none priority=0x8000 auto-mac=yes admin-mac=00:00:00:00:00:00
    max-message-age=20s forward-delay=15s transmit-hold-count=6 ageing-time=5m
[admin@MikroTik] > interface bridge port print
Flags: X - disabled, I - inactive, D - dynamic
#  INTERFACE          BRIDGE          PRIORITY PATH-COST HORIZON
0 I ether1           bridge_guayuzal 0x80      10      none
1 wlan3             bridge_guayuzal 0x80      10      none
2 wlan2             bridge_guayuzal 0x80      10      none
3 wlan1             bridge_guayuzal 0x80      10      none
[admin@MikroTik] >

```

Figura 147. Configuración del Bridge (Nodo Guayusal).

Configuración de la direcciones IP y de la ruta. La IP en este equipo se la coloco en el Bridge con el fin de optimizar el uso de las Ips. Privadas de las cuales disponemos.

```

SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > ip address print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS          NETWORK          BROADCAST          INTERFACE
0  172.16.30.230/28  172.16.30.224  172.16.30.239  bridge_guayuzal
[admin@MikroTik] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#  DST-ADDRESS      PREF-SRC          GATEWAY-STATE GATEWAY          DISTANCE INTERFACE
0  A S 0.0.0.0/0          reachable        172.16.30.225          1          bridge_guayuzal
1  ADC 172.16.30.224/28   172.16.30.230          0          bridge_guayuzal
[admin@MikroTik] >

```

Figura 148. Configuración de las direcciones IP y Gateway (Nodo Guayusal).

The Security Profiles.

```

SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > interface wireless security-profiles print
1 name="sistema" mode=static-keys-required authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk unicast-ciphers=tkip
group-ciphers=tkip wpa-pre-shared-key="" wpa2-pre-shared-key="" supplicant-identity=""
tls-mode=no-certificates tls-certificate=none static-algo-0=40bit-wep static-key-0="694F364742"
static-algo-1=none static-key-1="" static-algo-2=none static-key-2="" static-algo-3=none static-key-3=""
static-transmit-key=key-0 static-sta-private-algo=none static-sta-private-key=""
radius-mac-authentication=no radius-mac-accounting=no radius-eap-accounting=no interim-update=0s
radius-mac-format=XX:XX:XX:XX:XX radius-mac-mode=as-username radius-mac-caching=disabled
group-key-update=5m
[admin@MikroTik] >

```

Figura 149. Configuración del Security Profile (Nodo Guayusal).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica Estación. La tarjeta que hemos seleccionado como estación es la Wlan3.

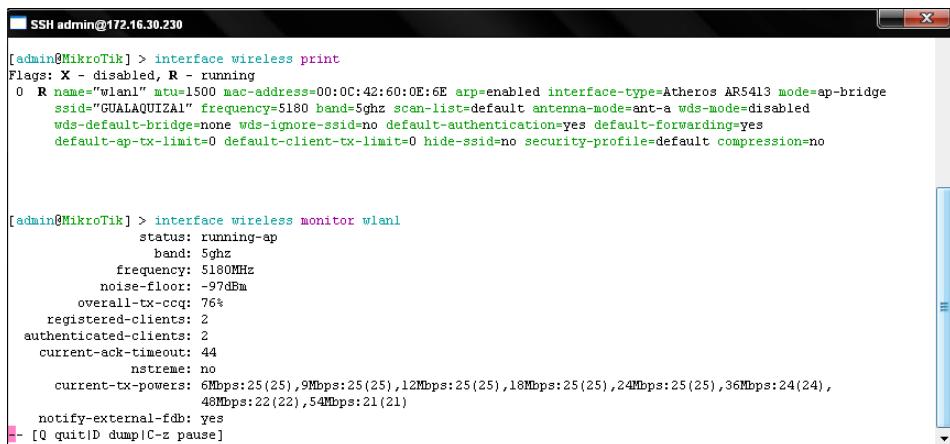


```
SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > interface wireless monitor wlan3
    status: connected-to-ess
    band: 5ghz
    frequency: 5240MHz
    tx-rate: "54Mbps"
    rx-rate: "48Mbps"
    ssid: "CHURU_GUAYU"
    bssid: 00:0C:42:60:0E:EF
    radio-name: "000C42600EEF"
    signal-strength: -55dBm
    tx-signal-strength: -63dBm
    noise-floor: -101dBm
    signal-to-noise: 46dB
    tx-ccq: 94%
    rx-ccq: 72%
    p-throughput: 28628
    overall-tx-ccq: 94%
    authenticated-clients: 1
        wds-link: no
        nstreme: yes
        polling: yes
        csma-disabled: no
        framing-mode: best-fit
        framing-limit: 3200
        routeros-version: "3.25"
        last-ip: 74.101.73.25
    802.1x-port-enabled: yes
    compression: no
    current-tx-powers: 6Mbps:25(25),9Mbps:25(25),12Mbps:25(25),16Mbps:25(25),24Mbps:25(25),36Mbps:24(24),
    48Mbps:22(22),54Mbps:21(21)
    notify-external-fdb: no
-- [0 quit|D dump|C-z pause]
```

Figura 150. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-Station (Nodo Guayusal).

Configuración de la Interfaz Inalámbrica AP. La tarjeta seleccionada para el AP en este nodo es la Wlan1.



```
SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > interface wireless print
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:0C:42:60:0E:6E arp=enabled interface-type=Atheros AR5413 mode=ap-bridge
ssid="GUALAQUIZAI" frequency=5180 band=5ghz scan-list-default antenna-mode=ant-a wds-mode=disabled
wds-default-bridge=none wds-ignore-ssid=no default-authentication=yes default-forwarding=yes
default-ap-tx-limit=0 default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=default compression=no

[admin@MikroTik] > interface wireless monitor wlan1
    status: running-ap
    band: 5ghz
    frequency: 5180MHz
    noise-floor: -97dBm
    overall-tx-ccq: 76%
    registered-clients: 2
    authenticated-clients: 2
    current-ack-timeout: 44
    nstreme: no
    current-tx-powers: 6Mbps:25(25),9Mbps:25(25),12Mbps:25(25),16Mbps:25(25),24Mbps:25(25),36Mbps:24(24),
    48Mbps:22(22),54Mbps:21(21)
    notify-external-fdb: yes
-- [0 quit|D dump|C-z pause]
```

Figura 151. Configuración de la Interfaz Inalámbrica-AP (Nodo Guayusal).

Como se vemos en esta interfaz se encuentran la mayoría de parámetros que harán posible establecer un enlace, parámetros como:

La Frecuencia.

La tarjeta inalámbrica Wlan2 desempeñara la función de Estación, por lo que el parámetro que se encuentre en esta casilla no tendrá ningún efecto.

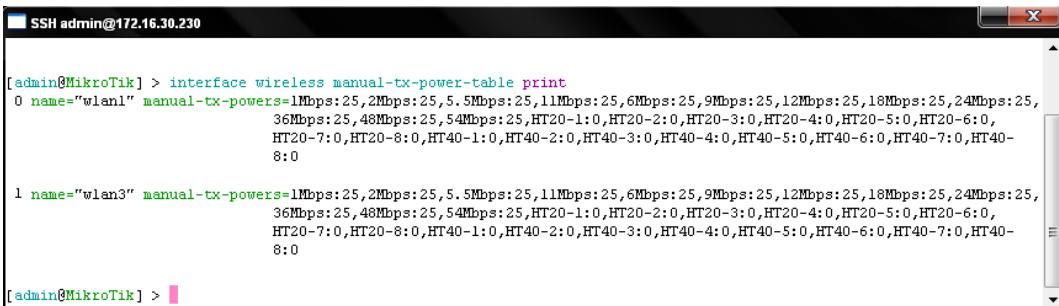
En la tarjeta inalámbrica Wlan1, la frecuencia que se encontró disponible para este AP es la de 5240MHz.

El SSID (Service Set Identifier).

El SSID GUALL_CHU se utilizará solamente para el enlace Amapungo-Huallil, para el nuevo AP se utilizará el SSID GUALAQUIZA 1

La Ganancia de la Antena. Este parámetro dependerá de la antena externa que estemos utilizando en este caso utilizaremos una de grilla de 32 para enlazarnos con el nodo Churuco y de 27dBi para el enlazarnos con el nodo final en la casa del Sr Johnny Jácome.

Potencia TX.



```
[admin@mikrotik] > interface wireless manual-tx-power-table print
0 name="wlan1" manual-tx-powers=1Mbps:25,2Mbps:25,5.5Mbps:25,11Mbps:25,6Mbps:25,9Mbps:25,12Mbps:25,18Mbps:25,24Mbps:25,
    36Mbps:25,48Mbps:25,54Mbps:25,HT20-1:0,HT20-2:0,HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,
    HT20-7:0,HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,HT40-7:0,HT40-
    8:0

1 name="wlan3" manual-tx-powers=1Mbps:25,2Mbps:25,5.5Mbps:25,11Mbps:25,6Mbps:25,9Mbps:25,12Mbps:25,18Mbps:25,24Mbps:25,
    36Mbps:25,48Mbps:25,54Mbps:25,HT20-1:0,HT20-2:0,HT20-3:0,HT20-4:0,HT20-5:0,HT20-6:0,
    HT20-7:0,HT20-8:0,HT40-1:0,HT40-2:0,HT40-3:0,HT40-4:0,HT40-5:0,HT40-6:0,HT40-7:0,HT40-
    8:0

[admin@mikrotik] >
```

Figura 152. Potencia de Equipo Transmisor (Nodo Guayusal).

NStreme. La configuración del Nstream se la realiza únicamente en la tarjeta que se enlaza al cerro Churuco ya que en el enlace final no utiliza un equipo Mikrotik, por lo tanto no puede usar el protocolo Nstream.

```

SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > interface wireless nstreme print
0 name="wlan1" enable-nstreme=no enable-polling=no disable-csma=no framer-policy=none framer-limit=3200
1 name="wlan3" enable-nstreme=yes enable-polling=yes disable-csma=no framer-policy=none framer-limit=3200
[admin@MikroTik] >

```

Figura 153. Parámetros Nstream en una Estación (Nodo Guayusal).

Configuración SNMP.

```

SSH admin@172.16.30.230

[admin@MikroTik] > snmp community print
# NAME                               ADDRESS      SECURITY   READ-ACCESS
0 public                            0.0.0.0/0    none        yes
1 gualaquiza                        172.16.30.224/28  none        yes
[admin@MikroTik] > snmp print
    enabled: yes
    contact: "sistelcel@server"
    location: "guayusal"
    engine-id: ""
    engine-boots: 151
    time-window: 15
    trap-sink: 0.0.0.0
    trap-community: (unknown)
    trap-version: 1
[admin@MikroTik] >

```

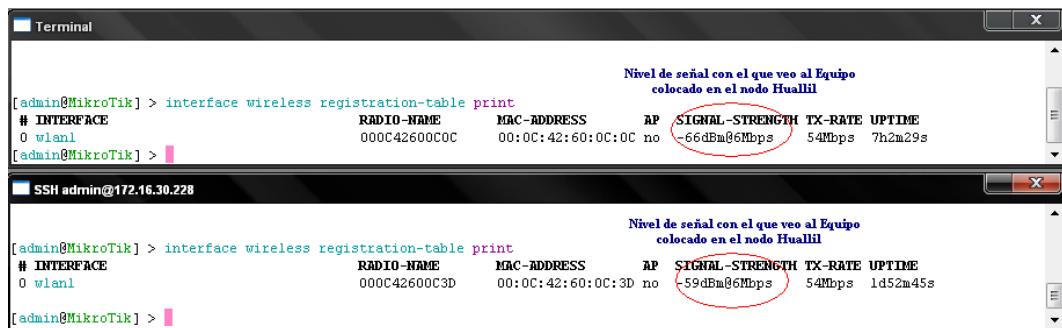
Figura 154. Parámetros SNMP (Nodo Nodo Guayusal).

2.10.2 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ENLACES.

Cuando las configuraciones están listas, es hora de iniciar afinamiento de las antenas con el fin de tener la mejor señal posible, para ello realiza necesitaremos de dos personas en cada nodo, la primera se encargara de direccionar correctamente la antena para mejorar la señal, y la segunda se encargará de corroborar esto en el equipo. Este procedimiento se lo realizó en cada enlace obteniendo los siguientes resultados:

2.10.2.1 Comprobación del enlace Amapungo – Huallil.

Para observar cuales fueron los niveles de señal con los que se estableció procedemos a ingresar en cada interface wireless en la sección REGISTRATION LIST, además observaremos el pin correspondiente de un nodo a otro.

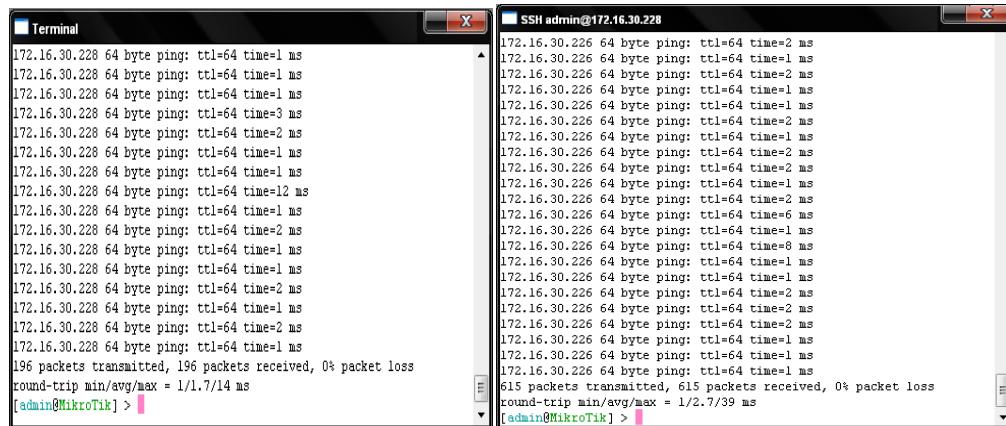


The screenshot shows two terminal windows side-by-side. Both windows have a title bar 'Terminal' and 'SSH admin@172.16.30.228'. The left window displays the command 'interface wireless registration-table print' with the output:

# INTERFACE	RADIO-NAME	MAC-ADDRESS	AP	SIGNAL-STRENGTH	TX-RATE	UPTIME
0 wlan1	000C42600C0C	00:0C:42:60:0C:0C	no	-66dBm@6Mbps	54Mbps	7h2m29s

The right window also displays the same command and output, with the 'SIGNAL-STRENGTH' column circled in red.

Figura 155. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.



The screenshot shows two terminal windows side-by-side. Both windows have a title bar 'Terminal' and 'SSH admin@172.16.30.228'. The left window shows a ping session with the command 'ping 172.16.30.228'. The right window shows a ping session with the command 'ping 172.16.30.226'. Both windows show multiple ping responses with varying times and signal strengths.

Figura 156. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Amapungo – Huallil.

2.10.2.2 Comprobación del enlace Huallil – Churuco.

Para observar cuales fueron los niveles de señal con los que se estableció procedemos a ingresar en cada interface wireless en la sección REGISTRATION LIST, además observaremos el pin correspondiente de un nodo a otro.

```

SSH admin@172.16.30.228
[Nadmin@MikroTik] > interface wireless registration-table print
# INTERFACE          RADIO-NAME      MAC-ADDRESS      AP   SIGNAL-STRENGTH TX-RATE UPTIME
1 wlan2             000C42600E70  00:0C:42:60:0E:70 yes -61dBm@6Mbps  54Mbps 7h25m52s
[Nadmin@MikroTik] >

SSH admin@172.16.30.229
[Nadmin@MikroTik] > interface wireless registration-table print
# INTERFACE          RADIO-NAME      MAC-ADDRESS      AP   SIGNAL-STRENGTH TX-RATE UPTIME
1 wlan1             000C42600C35  00:0C:42:60:0C:35 yes -57dBm@6Mbps  54Mbps 1d1h14m20s
[Nadmin@MikroTik] >

```

Figura 157. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.

```

SSH admin@172.16.30.228
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=2 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
250 packets transmitted, 250 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1/1.4/11 ms
[Nadmin@MikroTik] >

SSH admin@172.16.30.229
172.16.30.228 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.228 64 byte ping: ttl=64 time=2 ms
172.16.30.228 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
188 packets transmitted, 188 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1/1.5/12 ms
[Nadmin@MikroTik] >

```

Figura 158. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Huallil – Churuco.

2.10.2.3 Comprobación del enlace Churuco – Guayusal.

Para observar cuales fueron los niveles de señal con los que se estableció procedemos a ingresar en cada interface wireless en la sección REGISTRATION LIST, además observaremos el pin correspondiente de un nodo a otro.

```

SSH admin@172.16.30.228
[Nadmin@MikroTik] > interface wireless registration-table print
# INTERFACE          RADIO-NAME      MAC-ADDRESS      AP   SIGNAL-STRENGTH TX-RATE UPTIME
0 wlan2             000C42600EA0  00:0C:42:60:0E:AO no -60dBm@6Mbps  48Mbps 5w5d6h45m21s
[Nadmin@MikroTik] > Nivel de señal don el que veo al equipo en el nodo Guayusal

SSH admin@172.16.30.230
[Nadmin@MikroTik] > interface wireless registration-table print
# INTERFACE          RADIO-NAME      MAC-ADDRESS      AP   SIGNAL-STRENGTH TX-RATE UPTIME
0 wlan3             000C42600EEF  00:0C:42:60:0E:EF yes -54dBm@6Mbps  48Mbps 5w5d6h50m55s
[Nadmin@MikroTik] > Nivel de señal don el que veo al equipo en el nodo Churuco

```

Figura 159. Niveles de señal con las que se ven los equipos que conforman el enlace.

```

SSH admin@172.16.30.229
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=2 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=3 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=4 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=2 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=9 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=3 ms
172.16.30.230 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
77 packets transmitted, 77 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1/2.6/13 ms
[admin@MikroTik] >

SSH admin@172.16.30.230
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=2 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=1 ms
172.16.30.229 64 byte ping: ttl=64 time=3 ms
39 packets transmitted, 39 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1/1.4/8 ms
[admin@MikroTik] >

```

Figura 160. Ping Entre Equipos que Integran el Enlace Churuco-Guayusal.

Todo enlace finaliza después de establecer los mejores niveles de señal, es ahí cuando se realizan los ajustes finales en el equipo, y en el nodo final se realizan las descargas correspondientes para corroborar el ancho de banda correspondiente.

2.11 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS (USUARIOS FINALES).

Realizada la implementación hasta el lugar en donde se difunde la señal, los usuarios finales podrán tener acceso al servicio siempre que dispongan del equipo adecuado, con la configuración realizada por el proveedor del ISP. En los siguientes gráficos se muestra la configuración de los equipos que utiliza cada usuario para tener acceso al servicio.

2.11.1 CONFIGURACIÓN NANOSTATION PARA USUARIOS FINALES.

Los NanoStation son equipos de avanzada arquitectura de radio, y tecnología de firmware altamente investigado y desarrollado; permitiendo así la estabilidad en transferencia de datos, y capacidad de desempeño que rivaliza aún con redes WiMax de última generación. La ventaja de los NanoStation es que permite el uso de una antena externa encasado que la antena de difusión se encuentre a una distancia considerable.

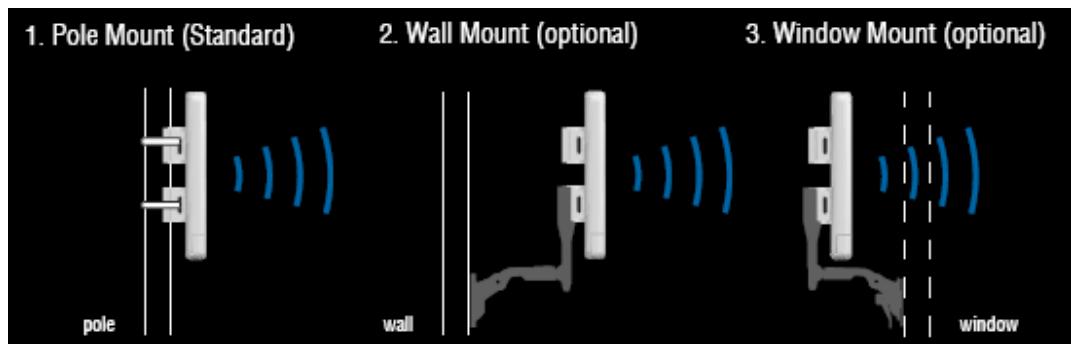


Figura 161. NanoStation5 (Catálogo).

Luego de ver la instalación del equipo NanoStation a los usuarios se procederá a mostrar la configuración del NanoStation del usuario.

En la siguiente figura se muestra la pantalla principal y las estadísticas de toda la configuración.

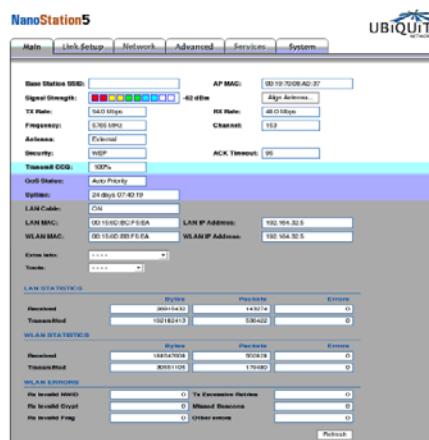


Figura 162. Ventana Main, Nano Station.

En la figura 163 se muestra la configuración de Link Setup, como se puede apreciar está configurado como Station y se está utilizando la seguridad WEB ya que en el equipo de difusión se está utilizando esta misma seguridad.

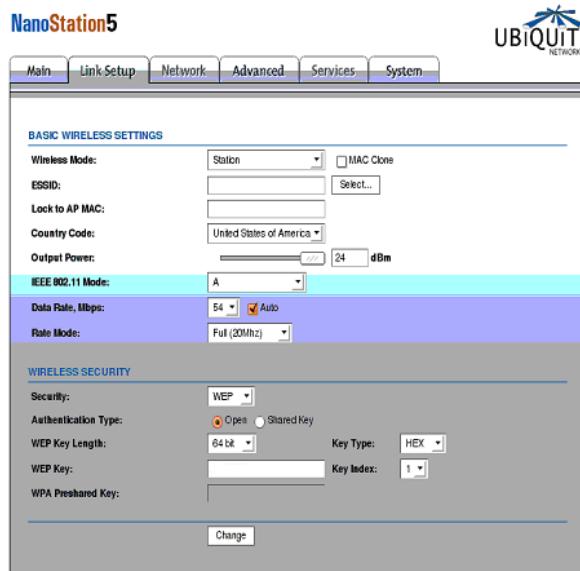


Figura 163. Ventana Link Setup, NanoStation.

En la figura 164 se aprecia la configuración de la red, en esta para. Cuando se coloca una IP de nuestra red en el equipo, a esta IP se le realizará el control de ancho de banda en nuestro servidor, y el equipo se lo puede configurar como bridge o como Router cualquiera de las dos configuraciones es válida, pero debemos considerar que en modo router es preciso utilizar la configuración por DHCP, y activar la casilla de NAT, con el fin de crear una red diferente para el usuario.



Figura 164. Ventana Network, Nano Station.

En la figura 165 se presenta la configuración Advanced, donde se puede configurar la distancia del enlace, la configuración de la antena en caso de utilizar una externa, etc.

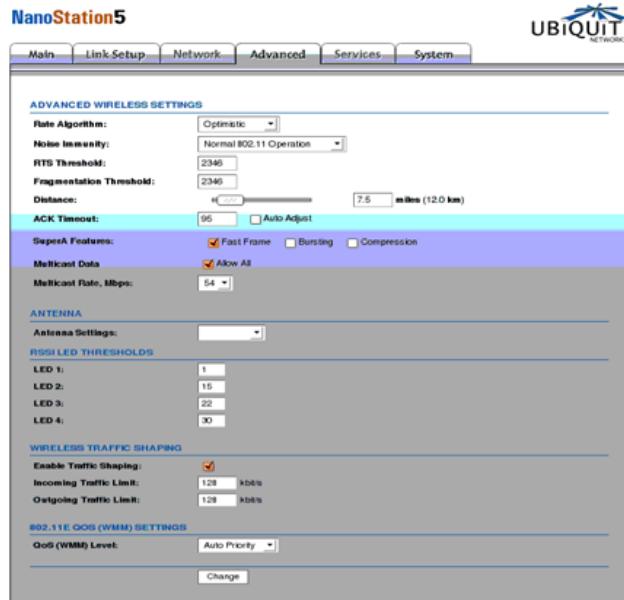


Figura 165. Ventana Advanced, NanoStation.

En la figura 166 se visualiza los diferentes servicios que presenta el equipo NanoStation pero en nuestro caso no lo estamos utilizando.

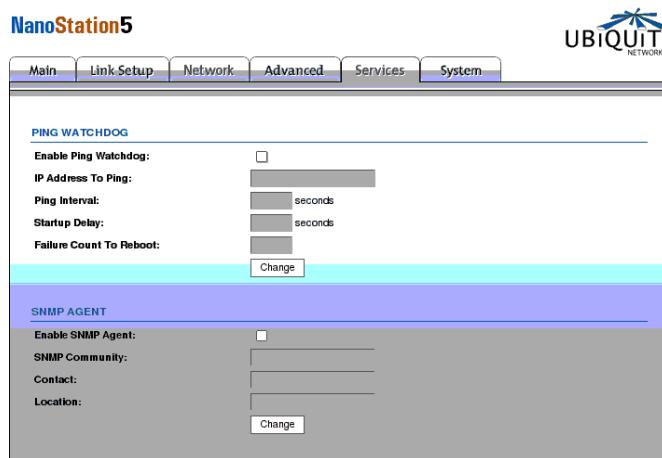


Figura 166. Ventana Services, NanoStation.

En la figura 167 se presenta una pantalla donde se puede cambiar de firmware, claves de acceso al equipo.



Figura 167. Configuración System del NanoStation.

Generalmente el control de ancho de banda para los usuarios se los hace con la ayuda de un servidor que asigna una ancho de banda determinado según las necesidades del cliente. Además del control de ancho de Banda las funciones del servidor permiten:

Seguridad: Un acceso más seguro evita que alguien ingrese a nuestra red sin permiso.

Estabilidad: Un servidor no debe colgarse, en caso de colapsar un servidor todos los clientes quedarían sin servicio.

Simplicidad: La interfaz para que el operario pueda controlar a los diferentes cliente. Debe ser lo más sencilla posible con el fin de evitar una mala configuración para el cliente.

Por varios años se han utilizado servidores LINUX para la configuración de servidores por ser uno de los sistemas más estables, para el control y monitoreo del servicio en un ISP. En esta sección se propone realizar el control, monitoreo del tráfico que consumen cada uno de los clientes con la ayuda del mismo equipo que difunde en nuestro caso nuestro RouterBOARD MIKROTIK.

2.11.2 CONFIGURACIÓN PARA CONTROL Y MONITOREO DE ANCHO DE BANDA PARA CLIENTES DE UN ISP.

Cuando se realiza el control y monitoreo de cada uno de los clientes es necesario aislar la red, es decir para difundir el servicio se lo tiene que hacer con una red diferente a la que se usa para establecer los enlaces, para ello haremos uso de opción de NAT (**Network Address Translation**) cuya función principal es la intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles. Para la configuración del NAT en el Routerboard debemos escoger en el menú principal del Routerboard la opción IP>>Firewall>>NAT y realizar la configuración que se puede observar en el siguiente gráfico.

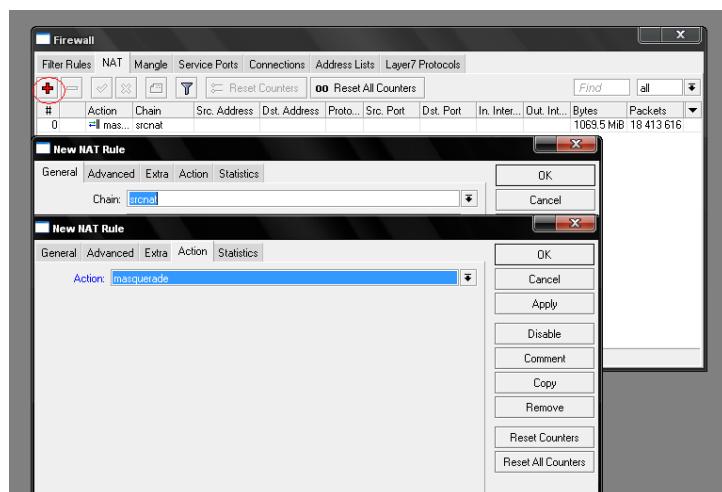


Figura 168. NAT de un RED.

Creado el NAT es necesario definir la red con la que los clientes tendrán acceso al servicio y colocarla por la interfaz por la cual se va a difundir.

Address List

Address	Network	Broadcast	Interface
172.16.30.1	172.16.	172.16.	bridge
190.12.1	190.12.	190.12.	ether1
192.164.32.25	192.164.32.0	192.164.32.255	wlan2

IP PRIVADA
IP PÚBLICA
RED DE DIFUSIÓN

3 items

Figura 169. Asignación de las Ips a una interfaz.

Cuando los equipos de usuarios acceden a la red podemos observarlos en la lista de equipos registrados, opción wireless>>registration.

Wireless Tables

Radio Name / MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal Strengt...	Tx/Rx Rate
0000C4226... 00:0C:42:26:56:DB	wlan1...	03:49:17	no	no	0.000	-70	54Mbps/3...
0000C4226... 00:0C:42:26:56:DC	wlan1...	14d 02:0...	no	no	0.010	-65	48Mbps/3...
Comercial ... 00:15:6D:EC:E1:2C	wlan2...	1d 06:29:...	no	no	5.400	-85	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:B9:F9:A2	wlan2...	42d 02:0...	no	no	0.020	-81	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:BD:78:FA	wlan2...	42d 01:1...	no	no	5.410	-85	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:D6:DE:3C	wlan2...	37d 19:5...	no	no	5.390	-86	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:BB:F5:EA	wlan2...	22d 00:5...	no	no	5.400	-74	54Mbps/1...
UBNT 00:15:6D:EC:E0:2D	wlan2...	19d 01:3...	no	no	5.400	-81	36Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:D2:CD:CE	wlan2...	14d 00:0...	no	no	5.400	-83	36Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:EC:DD:BF	wlan2...	3d 08:38:...	no	no	5.400	-86	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:EC:E1:4B	wlan2...	1d 05:55:...	no	no	0.040	-91	9Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:E8:98:93	wlan2...	1d 01:14:...	no	no	2.780	-80	48Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:FC:8C:08	wlan2...	23:30:06	no	no	5.400	-84	24Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:BB:F5:AE	wlan2...	05:13:41	no	no	5.400	-86	36Mbps/6...
UBNT 00:15:6D:D6:DF:C9	wlan2...	03:16:26	no	no	5.400	-83	36Mbps/6...

EQUIPOS QUE TIENEN ACCESO AL SERVICIO

15 items

Figura 170. Equipos Registrados (Clientes).

2.11.3 QUEUES.

Para el control y monitoreo del tráfico que consume cada usuario utilizaremos la ayuda de la opción QUEUES. En resumen no son más que una forma de organizar a cada cliente de nuestra red permitiéndonos controlar las siguientes opciones:

- Límite para determinadas direcciones IP, subredes, protocolos, puertos y otros.
- Límite peer-to-peer de tráfico.
- Prioridad a determinados flujos de paquetes sobre los demás.
- Configurar ráfagas de tráfico para la navegación web más rápida.
- Se aplican diferentes límites basado en el tiempo.
- Cuota de tráfico disponibles entre los usuarios por igual, o dependiendo de la carga del canal.

Existen dos tipos de QUEUES

SIMPLE QUEUES.- diseñado para facilitar la configuración de simple, las tareas diarias de cola (como subir solo cliente / descarga de limitación, limitación del tráfico p2p, etc.)

QUEUE TREE.- realizar tareas avanzadas de cola (como la política de fijación de prioridades mundiales, las limitaciones de grupos de usuarios). Requiere marcados los flujos de paquetes desde / ip instalación de mangle firewall

2.11.3.1 Simple Queues.

Para el control de ancho de banda utilizaremos únicamente el **SIMPLE QUEUE** para ello configuraremos lo siguiente.

- Abrimos la opción queues >>simple queues en el icono +.
- Colocamos el nombre QUEUE.
- Colocamos la IP del usuario al que vamos a controlar.
- Colocamos el límite de Ancho de Banda según los requerimientos del usuario.
- Aceptamos las configuraciones con el botón aplicar.

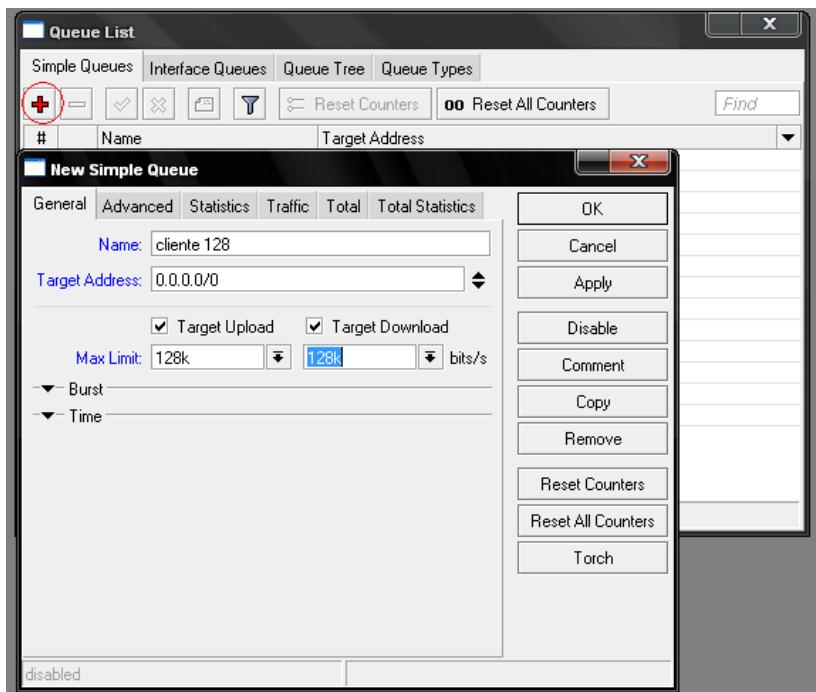


Figura 171. Creación de un Simple Queue (Para monitoreo y control de un cliente).

En la figura 173 se puede observar los clientes pueden compartir un ancho de banda establecido esto dependerá del servicio que ellos contrataron, además podemos observar que el QUEUE de marca con tres colores, rojo para informar un tráfico total, amarillo para un tráfico medio, y verde cuando existe un consumo mínimo.

#	Name	Target Address	Rx Max Limit	Tx Max Limit	Packet ...
0	clientes_104_8:1	192.164.32.1, 192.164.32.9, 192.164.32.3, 192.164.32.8	128k	128k	
1	colegios_128_4:1	192.164.32.113, 192.164.32.104	160k	160k	
2	cliente_256_4_1	192.164.32.14, 192.164.32.11	256k	256k	
3	cliente_128_8_1	192.164.32.10, 192.164.32.106, 192.164.32.117	128k	128k	
4	clientes_192_4_1	192.164.32.102, 192.164.32.105	160k	160k	
5	g_m	192.164.32.18, 192.164.32.19	160k	160k	
6	Clientes_160	192.164.32.7	256k	256k	

7 items 21.0 KiB queued 15 packets queued

Figura 172. Lista de Simple Queues (Clientes por ancho de banda).

2.11.3.2 Queues Tree.

Como ya se menciono anteriormente esta opción permitirá realizar tareas avanzadas dentro de nuestro equipo, principalmente la de ofrecer prioridades el tráfico de la información especialmente para la conexión compartida a Internet entre los usuarios en cada interfaz. Antes de ello debemos crear los MANGLES necesarios que permitirán marcar los paquetes IP con marcas especiales. Estas marcas son utilizadas por diversas otras instalaciones router para identificar los paquetes. Ejemplo: los Queues Tree y el NAT identifican un paquete en función de su marca y procesarla en consecuencia. Las marcas sólo existen mangle en el router, no se transmiten a través de la red.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	Bytes	Packets
0	:/ Marcar Paquete www IN									46.3 GiB	39 959 429
1	:/ Marcar Paquete www OUT									3689.3 MiB	28 658 048
2	:/ Marcar P2P IN									235.6 MiB	949 939
3	:/ Marcar P2P OUT									235.5 MiB	949 373
4	:/ Marca ICMP IN									68.9 MiB	1 120 881
5	:/ Marca ICMP OUT									128.3 MiB	1 702 320
6	:/ Marca Telnet SSH 22-23 IN									6.6 KiB	81
7	:/ Marca Telnet SSH 22-23 OUT									6.8 KiB	109
8	:/ Marca POP IN									12.5 KiB	259
9	:/ Marca POP OUT									9.4 KiB	201
10	:/ Marca WINBOX IN									5.1 KiB	31
11	:/ Marca WINBOX OUT									5.2 KiB	28
12	:/ Marca FTP IN									516.5 KiB	6 191
13	:/ Marca FTP OUT									244.8 KiB	4 734
14	:/ Marcar Paquete www IN									18.3 KiB	97
15	:/ Marcar Paquete www OUT									8.3 KiB	167

Figura 173. Mangle (Marcado de paquetes).

Una vez marcados los paquetes necesarios en el Mangle debemos asignar cada paquete al Queues Tree, para ello debemos crear una regla tanto para los link de subida así como para los de bajada asignándoles el ancho de banda, y la prioridad necesaria a cada regla.

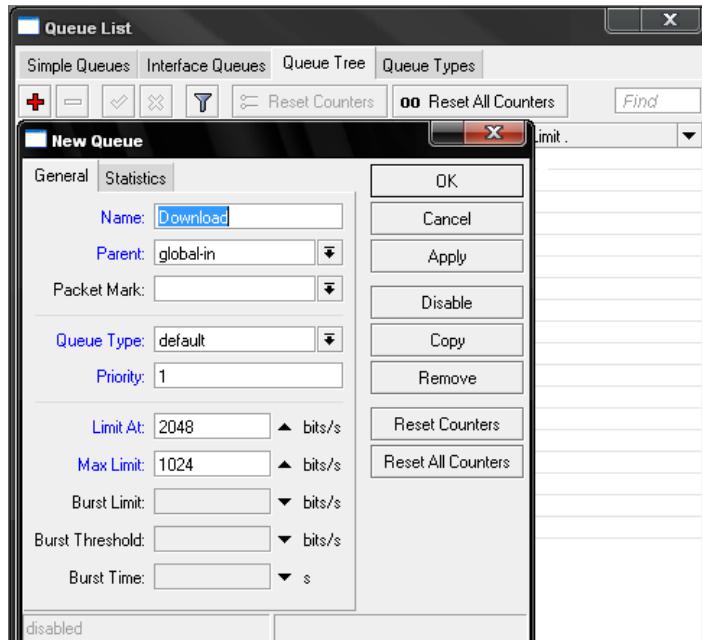


Figura 174. Creación de un Queues Tree (Prioridades para el acceso al Internet).

Name	/ Parent	Packet Mark	Limit At (b/s)	Max Limit (b/s)	Avg. Rate	Queued Bytes	Bytes	Packets
Download	global-in		2048	3072k	244.3 kbps	0 B	46.6 GB	42 048 ...
DNS_in	Download	DNS_in	256k	256k	0 bps	0 B	10.3 KB	97
FTP_in	Download	FTP_in	256k	512k	0 bps	0 B	516.5 ...	6 191
ICMP_in	Download	ICMP_in	64k	64k	112 bps	0 B	68.6 MB	114 8...
P2P_in	Download	P2P_in	128k	256k	0 bps	0 B	235.5 ...	949 152
POP_in	Download	POP_in	256k	600k	0 bps	0 B	12.5 KB	259
TEL_in	Download	TEL_in	128k	128k	0 bps	0 B	6.6 KB	81
WINBOX_in	Download	WINBOX_in	1024k	1024k	0 bps	0 B	5.1 KB	31
www_in	Download	www_in	2048k	3072k	244.2 kbps	0 B	46.3 GB	39 977 ...
Upload	global-out		2048k	3072k	4.6 kbps	0 B	4053.4 ...	31 323 ...
DNS_out	Upload	DNS_out	256k	256k	0 bps	0 B	8.3 KB	167
FTP_out	Upload	FTP_out	256k	600k	0 bps	0 B	244.8 ...	4 734
ICMP_out	Upload	ICMP_out	64k	64k	112 bps	0 B	128.3 ...	1 702 6...
P2P_out	Upload	P2P_out	64k	128k	0 bps	0 B	234.5 ...	946 689
POP_out	Upload	POP_out	128k	256k	0 bps	0 B	9.4 KB	201
TEL_out	Upload	TEL_out	64k	64k	0 bps	0 B	6.6 KB	109
WINBOX_out	Upload	WINBOX_out	1024k	1024k	0 bps	0 B	0 B	0
www_out	Upload	www_out	2048k	3072k	4.5 kbps	0 B	3690.2 ...	28 668 ...

Figura 175. Lista de Prioridades - Queues Tree (Reglas de Subida Marco Azul y Reglas de Bajada Marco rojo).

CAPÍTULO 3: VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS FINALES.

3.1 INTRODUCCIÓN.

A medida que las aplicaciones de red evolucionan, los requisitos también crecen. Una de las prácticas más recomendadas en una red de telecomunicaciones, consiste en verificar la conectividad de los enlaces y la disponibilidad de la red cada cierto tiempo con el fin de garantizar a los usuarios finales el mejor servicio posible, además ayudará para la activación de un servicio nuevo, para la actualización de la infraestructura de red, los traslados e incorporaciones o la resolución de problemas de conectividad.

Cuando un sistema no trabaja con los parámetros óptimos generalmente este se encuentra limitado en varios aspectos, relacionados especialmente con la cantidad de tráfico que puedan circular por los equipos, el tiempo de petición entre un equipo y otro, la potencia del de transmisión del equipo, entre otros. La obligación de un técnico que se encarga de la instalación y de la configuración de los equipos es de realizar los ajustes que sean necesarios para que los equipos funcionen con el mejor desempeño posible.

En la red de telecomunicaciones la configuración de un parámetro en los equipos de transmisión puede hacer una gran diferencia, por lo que en este capítulo se abordarán puntos importantes relacionados con la calibración y puesta a punto de los equipos así como también las configuraciones menos recomendadas para un enlace. Con cada cambio es importante realizar las respectivas pruebas de funcionamiento que permitirán corroborar el correcto funcionamiento del enlace. Pero no solo los parámetros de configuración son los únicos que intervienen en el desempeño de un enlace, la parte de Hardware es también muy importante ya que esta determinará el alcance que pueda llegar a tener nuestra red, una falla en los pigtails, en las antenas pueden ocasionar una degradación en la señal y por ende perdida en la información y retardos de tiempo.

Los inconvenientes que se presentaron y las soluciones que se dieron para la red Amapungo-Guayusal se detallaran en el siguiente capítulo para evitar que los futuros lectores cometan los mismos errores, permitiéndoles desarrollar un trabajo de manera rápida, con la certeza de un correcto funcionamiento.

3.2 CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LOS EQUIPOS.

Todo equipo que forma parte de un enlace permite la modificación de sus parámetros con el fin de mejorar la calidad y la capacidad de los mismo, los equipos Mikrotik no son la excepción permiten modificar varias características que mejoran la señal, o la seguridad la misma, sin embargo debemos considerar que si bien algunos parámetros mejoran una característica pueden disminuir el rendimiento de otra por lo que las configuraciones que utilicemos dependerán de las necesidades de dueño del enlace.

Los parámetros que generalmente ayudan a mejorar el desempeño de un enlace, son la potencia de transmisión, la taza de transferencia, el WDS (Wireless Distribution System), el NStreme (parámetro propio de Mikrotik), cada uno de ellos se describirá de manera que ayuden a comprender como modifican el desempeño de nuestra red.

3.2.1 AJUSTE COMPONENTES.

Terminada la implementación de una red wireless inicialmente nos conformamos con establecer el enlace, pero después de cada implementación siempre es necesario mantener un continuo monitoreo de la red en caso de presentarse cualquier inconveniente ya sea de tipo físico o un ajuste en su configuración.

A medida que se mantiene el funcionamiento de una red, es preciso considerar algunos aspectos cuando supervisamos cada uno de los enlaces que integran una red especialmente cuando pretendemos aumentar el alcance y cobertura de nuestras instalaciones, y he aquí donde nos podemos encontrar algunos obstáculos fáciles de solucionar siempre y cuando relacionemos de manera adecuada algunos parámetros con los diferentes problemas que se pueden suscitar, como por ejemplo un cambio

drástico en los niveles de señal ya establecidos, o cuando existen demasiadas pérdidas en las peticiones hacia páginas por parte del usuario, lo primero que se debe verificar en estos casos son los componentes físicos que permiten la transmisión de la información.

3.2.1.1 Problemas con las Antenas y Pigtails.

Debido a que los nodos se encuentran en sectores donde las condiciones climáticas cambian constantemente pueden suscitarse problemas con las antenas o con los pigtails. Usualmente cuando sucede esto se refleja en los niveles de señal con los que se enlaza a otro nodo. Para tener una idea más general nos ayudaremos de los siguientes gráficos en donde podemos observar los equipos que se registran en un nodo y los niveles de señal que tenemos con este, para ello nos dirigimos en el menú de Routeros: wireless>> registration en esta ventana podemos observar el nombre, la MAC Address, el nivel de señal, la taza de transferencia entre otras de las características del equipo con el cual se enlaza.

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	WDS	Last Activit.	Signal Strength	Tx/Rx Rate
000C42600C0C	00:0C:42:60:0C:0C	wlan1	12d 17:3...	no	no	0.000	-65	48Mbps/54Mbps

Name	Type	Tx	Rx	Tx Pac.	Rx Pac.	MAC Address	ARP	Mode	Band	Frequen.	SSID
R wlan1	Wireless (Atheros AR5...	2.8 Mbps	387.9 kbps	425	373	00:0C:42:60:0E:70	enabled	ap bri...	5GHz	5240	GUALA...

Figura 176. Cuadro de equipos Registrados en un nodo.

El nivel de señal que observo en un equipo me dice como este ve al equipo que se encuentra en nodo opuesto, por lo tanto si existen una variación en este parámetro el problema se encuentra generalmente en el nodo opuesto. Cuando el nivel de señal varía drásticamente y existen demasiadas pérdidas de paquetes cuando se hace un ping entre un enlace y otro, el problema se encuentra relacionado con los siguientes componentes:

- La antena: Cuando esta no se encuentra debidamente ajustada por acción del viento puede cambiar su dirección y por ende varía los niveles de señal con los que se establecieron inicialmente.
- El pigtail: Uno de los elementos más importantes ya que es la interfaz entre el equipo y la antena, en este componente se pueden presentar fallas relacionadas con un mal sellado entre los conectores permitiendo el ingreso de humedad y generando pérdidas en la transmisión de la información, otro de los problemas que se pueden presentar en el pigtail es la mala elección de el cable en caso de construirlo ya que como se vio en las secciones anteriores existen cables coaxiales con mas perdidas que otros.

3.2.1.2 Inconvenientes Frecuencia y Potencia de Transmisión.

Otra razón relacionada con la perdida de paquetes es un enlace generalmente por causa de la mala elección del frecuencia, cuando esto sucede en la interfaz que mantiene conexión con un nodo presenta a su lado izquierdo una la letra R, cuando esta no se mantiene fija el enlace no es estable, para ello la solución más acertada es el cambio de canal en la interfaces del Access Point.

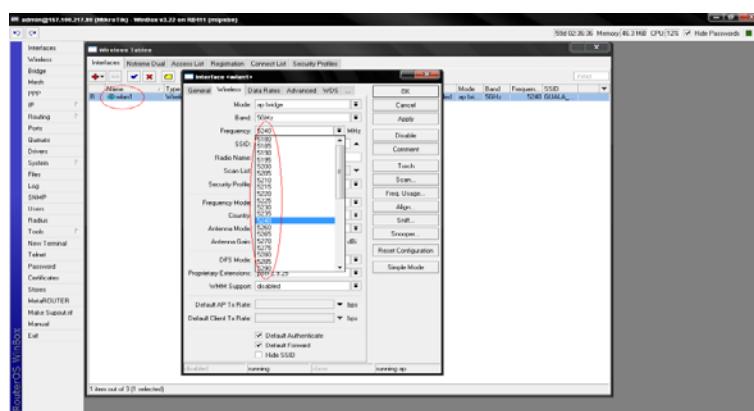


Figura 177. Lista de frecuencias en el Canal de 5.8 GHz.

La potencia de transmisión que se establecen en los equipos debe elegirse en un rango promedio que permita establecer el enlace y que evite generar interferencia con otros equipos que trabajan en el mismo sector en canales adyacentes. Es por esta razón que la SUPTEL establece un máximo de potencia para la transmisión que bordean los 200mW (23-24dbm). Para configurar la potencia de transmisión en los equipos Mikrotik escogemos wireless doble click en la interface WLAN en la sección TX POWER escogemos manual para modificar la potencia según como creamos conveniente.

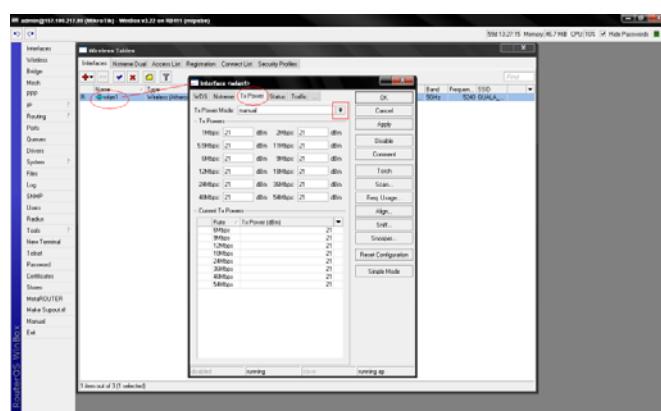


Figura 178. Configuración Manual de la Frecuencia del la MiniPCI.

3.2.2 INCONVENIENTES CON LAS ALTERNATIVAS EN LA CONFIGURACIÓN.

Para realizar un enlace punto-punto siempre existen varias alternativas para conseguir el mismo objetivo, que nos beneficiaran el algunos aspectos pero presentaran inconvenientes en otros, como es el caso de utilizar la configuración WDS que detallaremos en qué consiste esta configuración y las razones por la cual no se utilizo dicha configuración.

3.2.2.1 WDS (Wireless Distribution System).

Conocido como sistema de distribución inalámbrico es un sistema que permite la interconexión inalámbrica de puntos de acceso en una red con la ayuda de un puente entre los puntos de acceso. Cada cliente inalámbrico puede conectarse a los puntos de acceso y a los routers al mismo tiempo. Antes de iniciar una configuración con WDS debemos considerar:

- Que cada punto que integra la red debe utilizar el mismo canal y el mismo nombre de red (SSID), se puede utilizar diferente SSID para forzar al equipo a una conexión específica.
- Asimismo, las direcciones MAC de todos los Access Point que integran el puente deben estar incluidas en la tabla de restricciones WDS de los otros dispositivos que también realicen esa función, ya que los AP con WDS activado difunden las direcciones MAC de los todos los nodos conectados.
- Todos los puntos de acceso deben compartir las claves WEP o WPA si se utilizan.

Una de las ventajas del WDS sobre otras soluciones es que conserva las direcciones MAC de los paquetes de los clientes a través de los distintos puntos de acceso, lo que permite un grada de seguridad para evitar la conexión de equipos que no estén registrados.

La razón por la que no se utilizó este tipo de configuración es que todas las estaciones transmiten en el mismo canal, por lo que cuando se trata de una red integrada por varios enlaces, en los sectores que se encuentran ubicados estos nodos, el canal que se asigna para la red no siempre está disponible en todos los sectores, por lo que se pueden producir demasiadas interferencias poniendo en riesgo la estabilidad del sistema

Además debemos considerar que el WDS es denominado *modo de repetición*, porque puede funcionar a la vez de puente y de punto de acceso, pero es importante puntualizar que en este modo se reduce **la velocidad de transferencia a la mitad de su magnitud** en cada repetición, por lo que no es conveniente este tipo de configuración para nuestro enlace, sin embargo a continuación se presentará como establecer un enlace peer to peer con esta configuración.

3.2.2.2 Enlace Inalámbrico con bridge Transparente usando WDS.

En el enlace un equipo debe actuar como Access Point y el otro como estación. Veamos entonces la configuración que debe realizarse en cada extremo para asegurar la comunicación.

3.2.2.3 Configuración en el Access Point.

Inicialmente creamos la interfaz bridge y le asignamos un nombre. Esto se realiza desde el menú bridge, como se muestra a continuación.

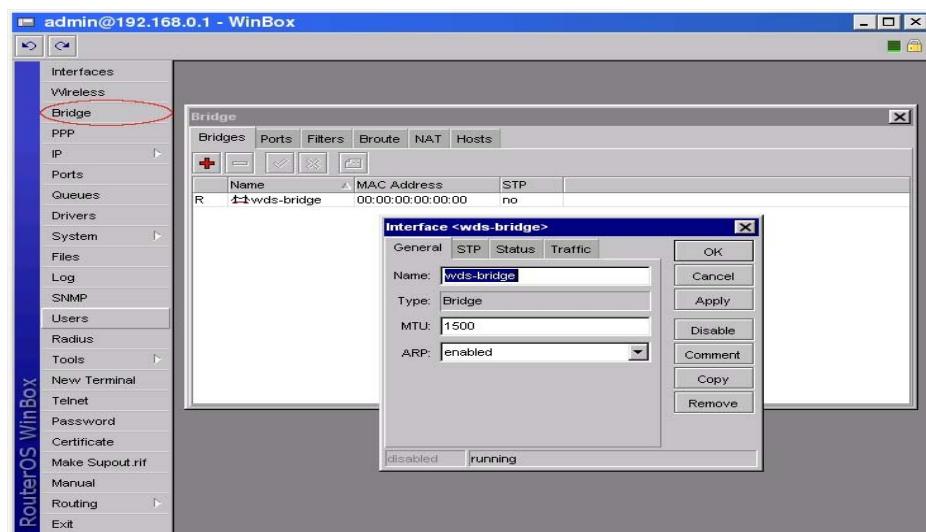


Figura 179. Configuración Bridge Transparente.

Luego agregamos la interfaz que deseemos forme parte de la interfaz al bridge en este caso la ether1:

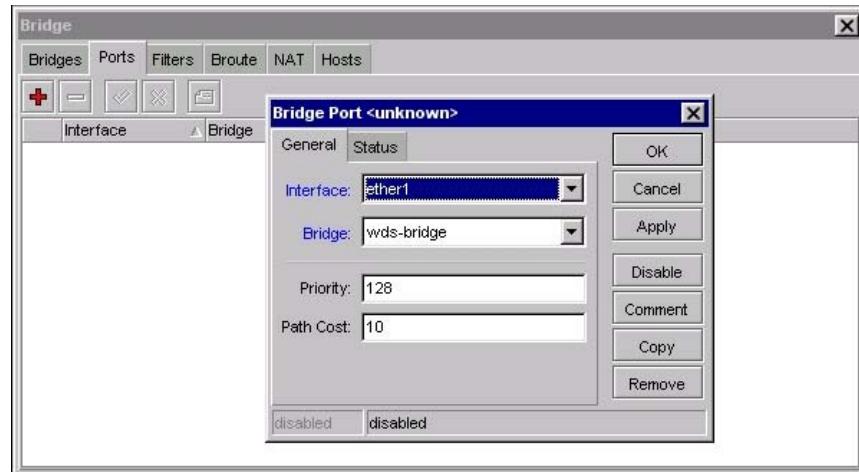


Figura 180. Configuración Bridge Transparente asignación de la interfaces que pertenecerán al bridge.

Ahora, en la sección wireless, procedemos a configurar el radio que se usara en el enlace, en este ejemplo el wlan1.

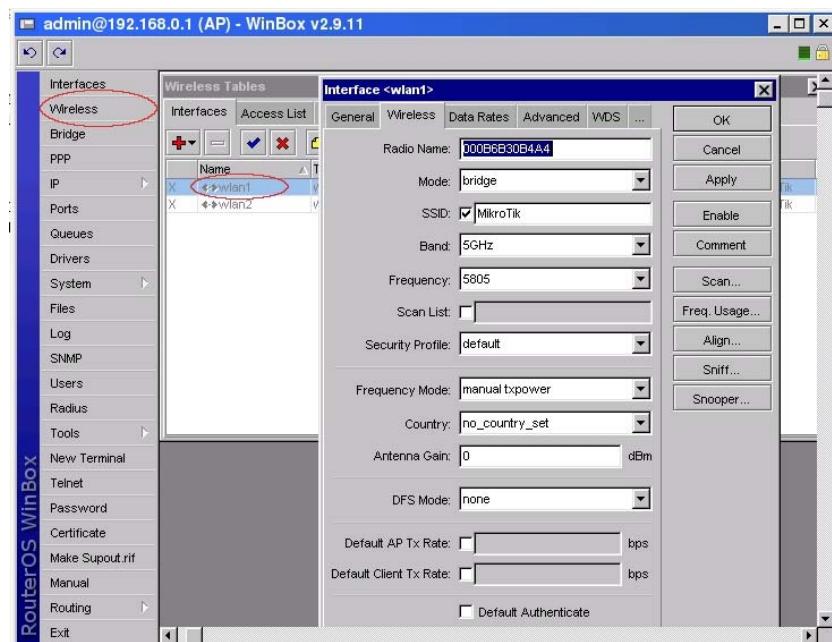


Figura 181. Configuración de la interfaz inalámbrica.

En la pestaña wireless tenemos varios parámetros que configuraremos de la misma manera que en la sección **1.6.2**. En la pestaña WDS debemos configurar modo dinámico y escoger el bridge creado anteriormente

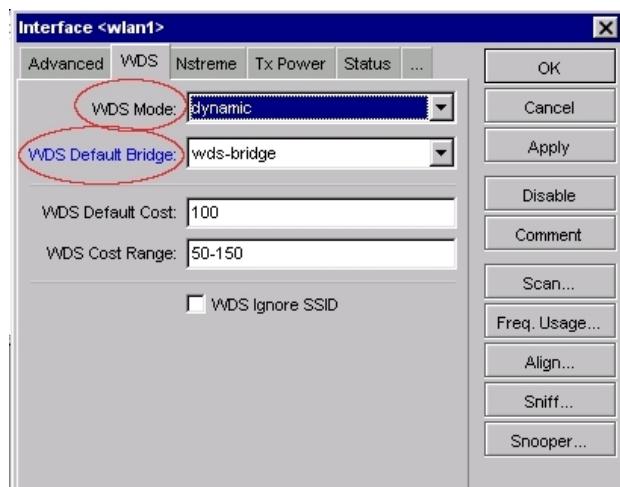


Figura 182. Configuración del modo WDS.

Finalmente si se desea para la administración del equipo se asigna una dirección IP a la interfaz bridge desde el menú IP-Addresses.

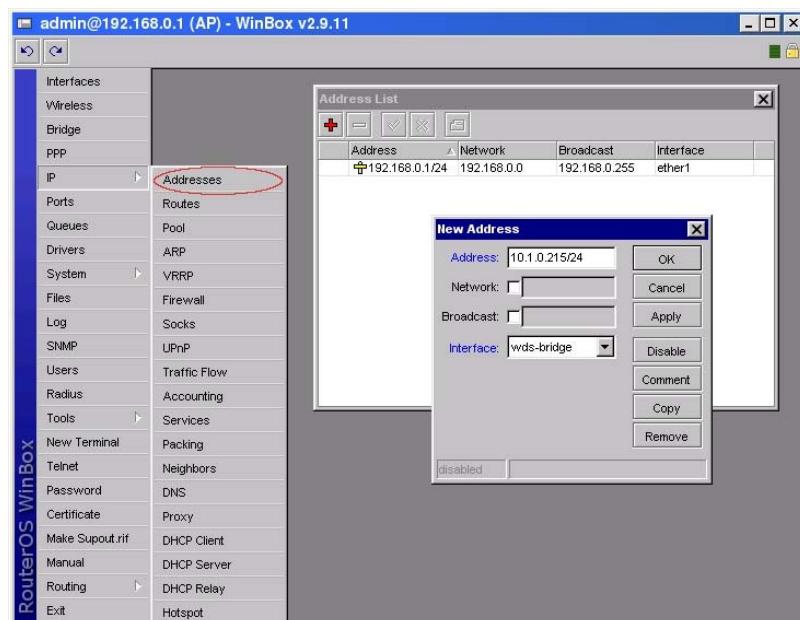


Figura 183. Asignación de una dirección IP al Bridge.

Con esto concluimos la configuración en el lado del Access Point.

3.2.2.4 Configuración en la Estación

En la estación, realizamos el mismo procedimiento en el menú bridge, pero añadimos dos interfaces, la ether1 y la wlan1.

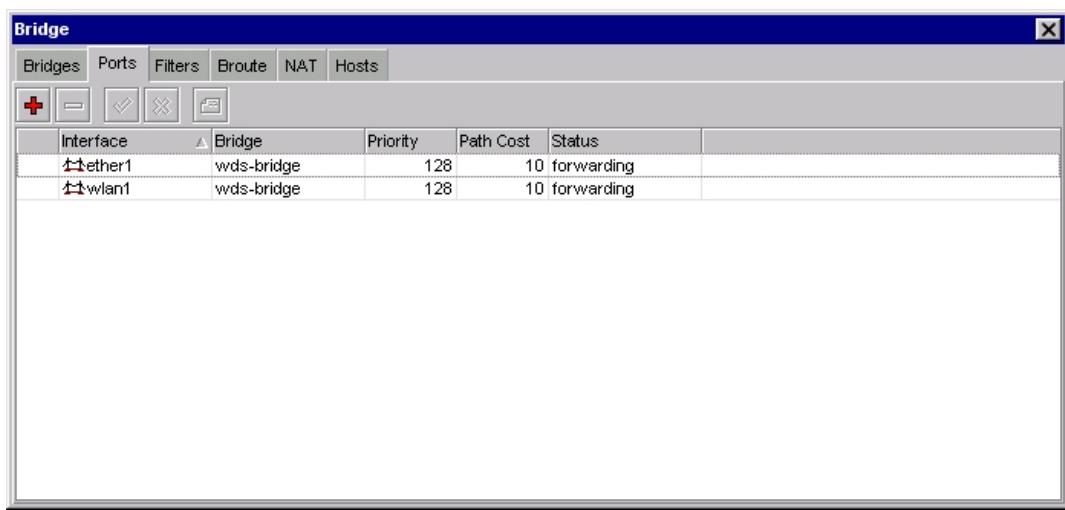


Figura 184. Asignación de los puertos que estarán unidos al Bridge.

En el menú wireless la configuración es similar, con una pequeña diferencia:

En este caso el modo debe ser “Station WDS”.

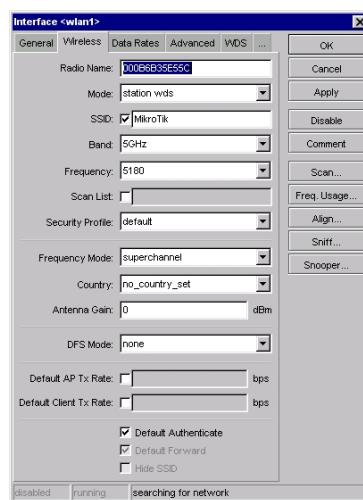


Figura 185. Configuración de la interfaz inalámbrica (Estación).

Y finalmente, de ser necesario, puede agregarse una dirección IP de igual manera que en el caso del AP. Al establecerse el enlace se observara algo semejante a la siguiente figura en ambos extremos en el menú wireless. Nótese la letra “R” a la izquierda de la interfaz, la cual denota que la interfaz está “Running”.

	Name	Type	MTU	MAC Address	Mode	Band	Frequen...	SSID
R	↳ wlan1	Wireless (Ather...)	1500	00:0B:6B:30:B4:A4	bridge	5GHz	5805MHz	MikroTik
DRA	↳ wds1	WDS	1500	00:0B:6B:30:B4:A4				
X	↳ wlan2	Wireless (Ather...)	1500	00:0B:6B:31:52:69	station	5GHz	5180MHz	MikroTik

Figura 186. Comprobación del registro de los equipos.

3.2.3 MEJORANDO EL DESEMPEÑO DEL ENLACE: NSTREME.

Si bien este parámetro ya se describió brevemente en la sección de configuración de los equipos a continuación detallaremos como afecta la activación de este parámetro en la cantidad de tráfico que circula por el enlace. Este protocolo es propio de Mikrotik (no es compatible con otros productos) que mejora el desempeño de los enlaces inalámbricos, pues reduce el tiempo de acceso al medio y reduce el overhead de las tramas aumentando así la velocidad de transmisión.

La configuración de Nstreme en modo ap-bridge y station son similares. Para que el enlace se establezca es necesario que tanto el AP como el cliente tengan habilitado el uso de Nstreme, parámetros como **Enable Polling**, **Framer Policy** y **Framer Limit** son relevantes solo para el Access Point, por lo que no es necesario configurarlos en la estación

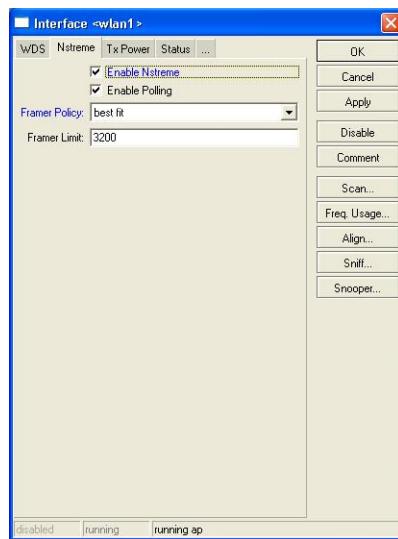


Figura 187. Configuración del Nstream.

Luego de configurado NStreme verifiquemos su rendimiento con un **Bandwidth Test** en relación a una conexión sin Nstreme, la mejora es evidente:

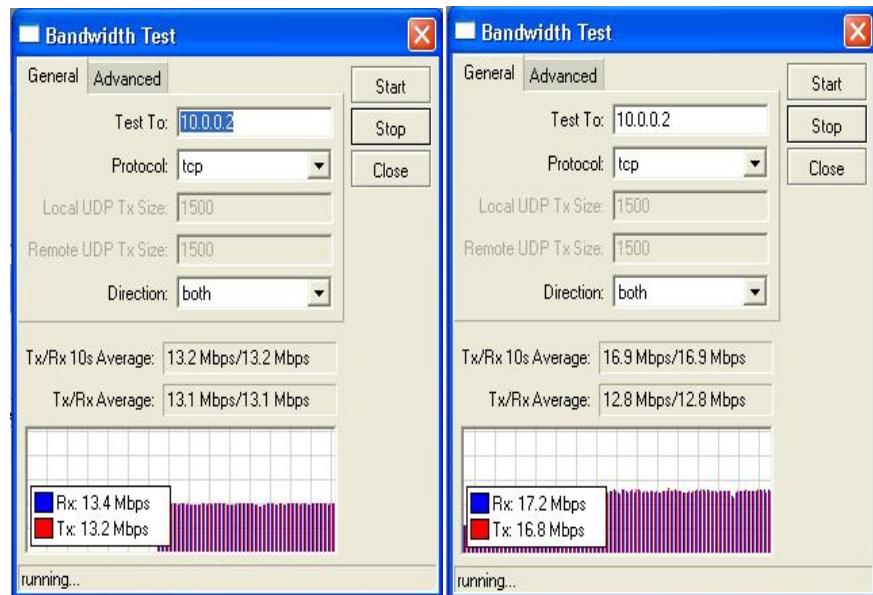


Figura 188. Bandwidth Test.

3.3 APLICACIONES PARA CORROBORAR EL FUNCIONAMIENTO DE UN ENLACE.

La gran mayoría de equipos utilizados para enlaces inalámbricos disponen de aplicaciones que permiten corroborar el establecimiento de un enlace o si este funciona adecuadamente. Las aplicaciones de las cuales dispone el Equipo Mikrotik se describirán a continuación:

3.3.1 EL PING.

Una de las aplicaciones más utilizadas para comprobar el estado de una conexión, el tiempo que le toma a los paquetes en ir y regresar a ese host con los diferentes equipos remotos que integran una red. La aplicación ping trabaja enviando paquetes de solicitud y respuesta de eco ambos definidos por el protocolo ICMP (**Protocolo de Mensajes de Control de Internet**: se usa para enviar mensajes de error, indicando por ejemplo que un servicio determinado no está disponible o que un router o host no puede ser localizado). Es útil para diagnosticar los errores en redes o enrutadores IP.

El comando ping, a pesar de su sencillez, es una eficaz ayuda para la verificación de redes durante su configuración y para la detección de fallos en la misma. Por ejemplo cuando configuramos equipos inalámbricos de un enlace a cada uno se le asigna una dirección IP de una misma red ambos con una misma puerta de enlace, se puede realizar tres tipos de comprobaciones básicas para comprobar un enlace:

- La ejecución del ping a la dirección propia del equipo permite verificar si el conjunto de protocolos TCP/IP está correctamente instalado y en funcionamiento.
- La ejecución del ping a la dirección de cada equipo permitirá comprobar si el medio por el cual está trasmitiendo una señal funciona correctamente.
- La ejecución del *ping a una* puerta de enlace permitirá verificar que la conexión general de la red funciona correctamente.

Para ejecutar la aplicación ping en el ruteadores escogemos su menú principal la opción tools>>ping

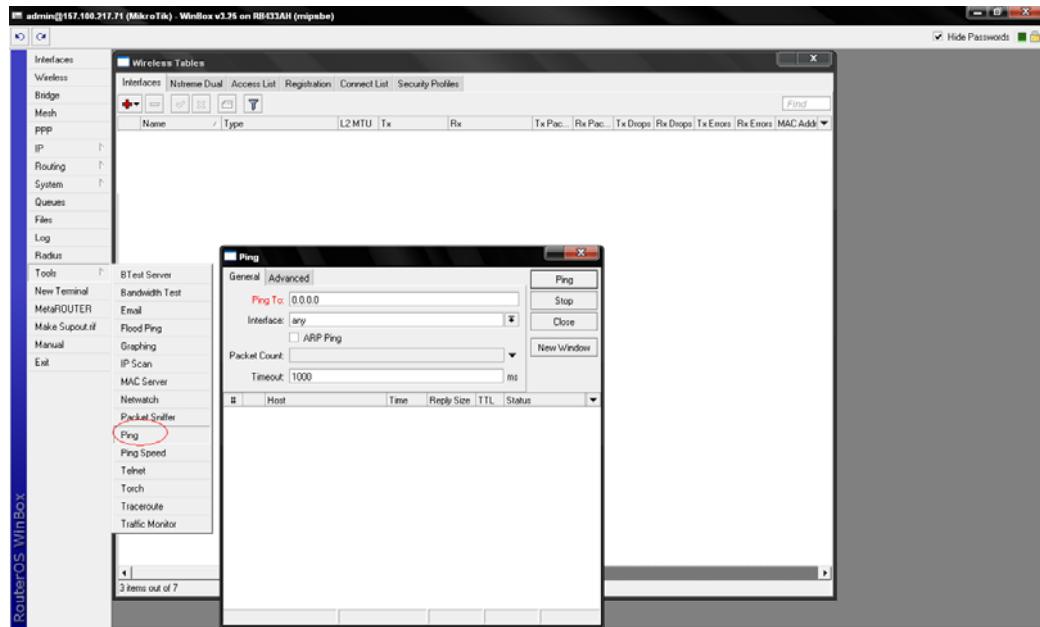


Figura 189. PING.

Antes de ejecutar podemos configura algunos parámetros entre los cuales están:

Interface: en esta opción podemos especificar por cuál de las interfaces deseemos salir para la petición del Ping, necesario cuando se utiliza la aplicación ARP PING.

ARP Ping: La ARP (Address Resolution Protocol) de Microsoft Ping utiliza paquetes ARP para 'ping' un dispositivo de IPv4 en su LAN (subred o segmento de red) y busca respuestas ARP desde el dispositivo. Los dispositivos IPv4 deben responder a los paquetes ARP, incluso si el dispositivo utiliza servidores de seguridad u otros métodos furtivos para ocultar de ICMP o UDP herramientas basadas ping.

Packet Count: (número entero),. Aquí definimos cuantos paquetes ICMP se desean enviar.

Timeout: Define el intervalo entre un paquete y otro.

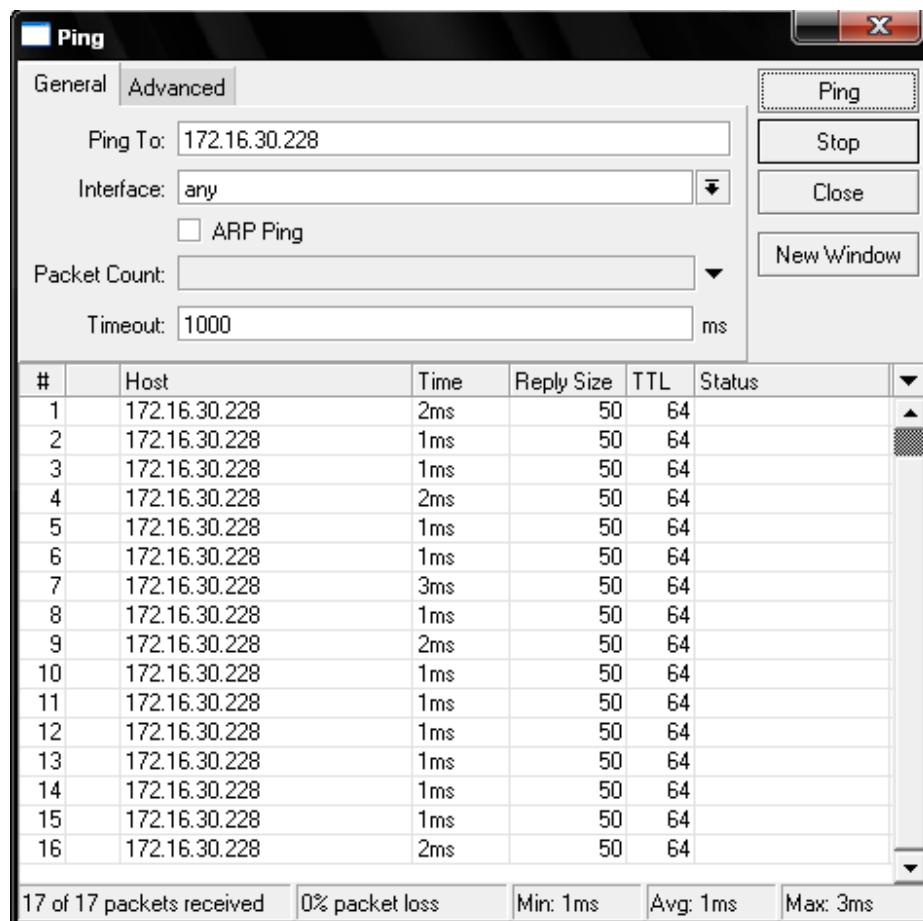


Figura 190. Ping hacia el equipo desde Amapungo hacia el Huallil.

3.3.2 TRACEROUTE.

Otra de las herramientas muy útiles de la cuales dispone este equipo es el TRACEROUTE que nos permitirán seguir la pista de los paquetes que van desde un host (punto de red) a otro. Traceroute muestra el número de saltos a la dirección de cada equipo por el cual ha pasado. La utilidad Traceroute envía paquetes tres veces a cada puerta de enlace por el que pasó por lo que muestra tres valores de tiempo de espera para cada puerta de enlace en ms. Cuando se generé un error en el Traceroute aparecerá un asterisco junto a uno de los tiempos de respuesta.

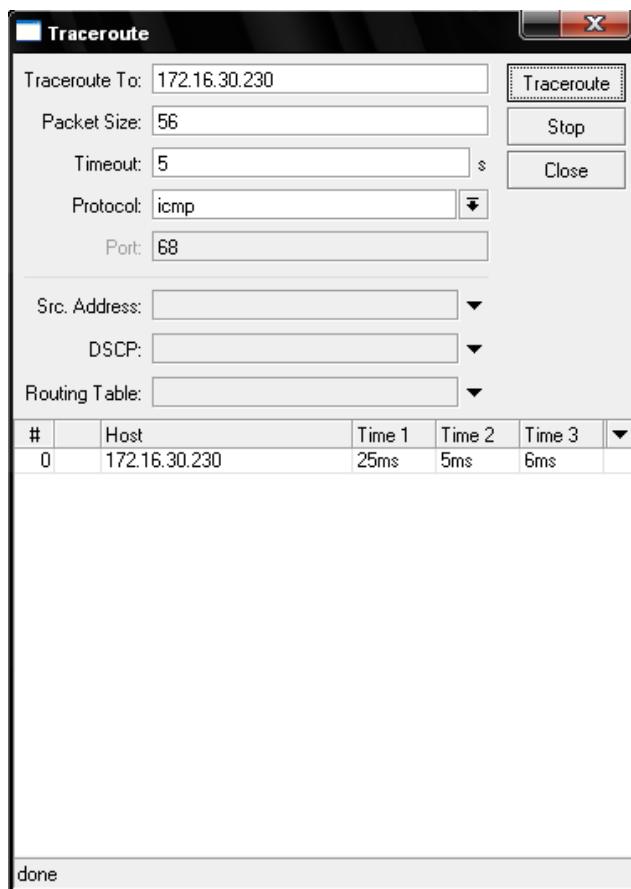


Figura 191. Traceroute.

3.3.3 BANDWIDTH TEST.

El Bandwidth test es una aplicación de Mikrotik que permite al usuario medir la cantidad de tráfico se puede transferir por un enlace o por todo una red. Esta aplicación se utilizo después de configurar de la aplicación Nstreme en donde fue más fácil observar el funcionamiento de esta aplicación.

El Bandwidth test utiliza muchos recursos. Si desea probar el rendimiento real de un router, se debe ejecutar la prueba de ancho de banda, no a través de él desde o hacia ella. Para ello necesita al menos 3 routers conectados en cadena: el ancho de banda del servidor, el router y el cliente de determinado ancho de banda:

Para iniciar esta función escogemos en el menú principal del Winbox la opción tolos>>Bandwidth test que desplegará la siguiente ventana.

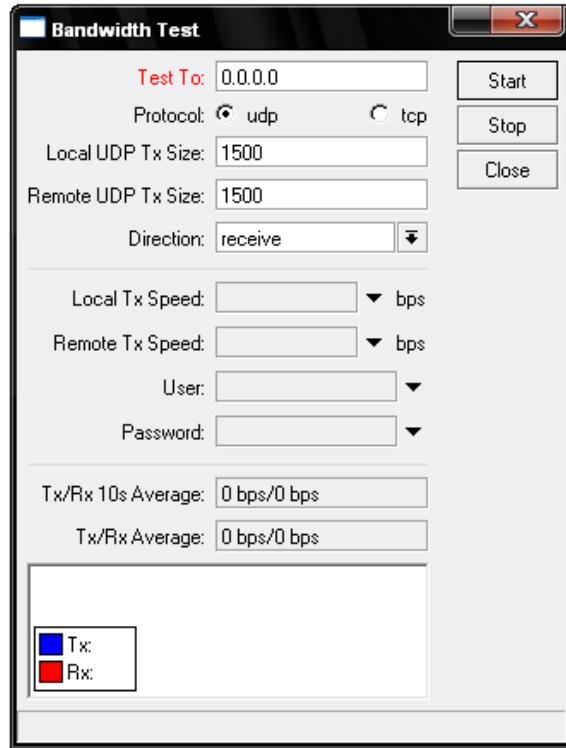


Figura 192. Ventana configuración Bandwidth test.

Una vez en la ventana de control debemos configurar los siguientes parámetros:

Test to: En esta sección colocamos la ip del equipo al cual se le realizará el test.

Protocolo: Podemos escoger entre el protocolo UDP (no orientado a conexión es decir el flujo es unidireccional) o TCP (orientada a la conexión)

Dirección: Generalmente escogemos ambas para designar el tráfico de subida y de bajada.

Local and Remote TX Speed: Limita la velocidad de transferencia, generalmente no se lo limita para poder observar las variaciones del enlace

User: el usuario del equipo con el que voy a conectarme

Password: Contraseña del equipo con el que realizaremos las pruebas

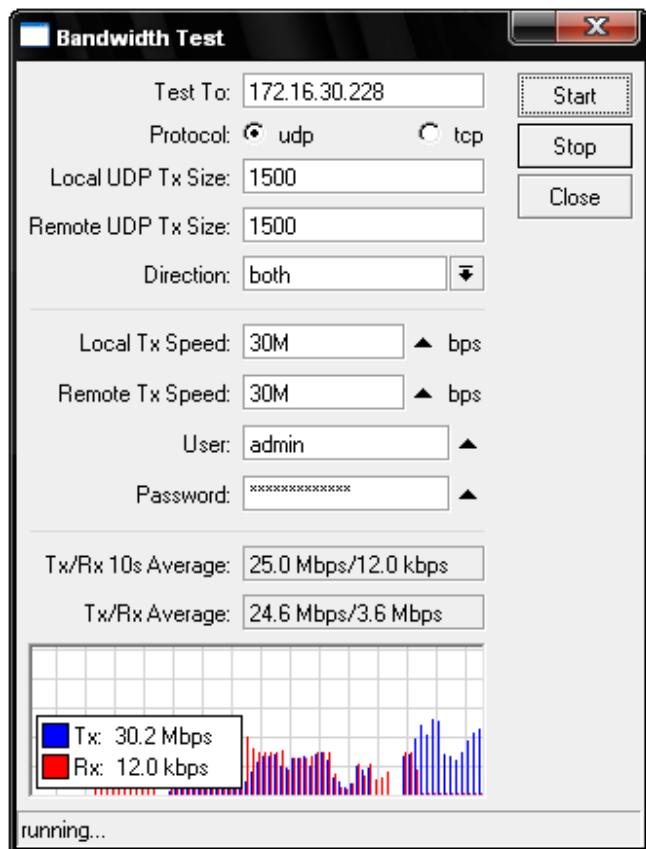


Figura 193. Bandwidth test hacia el equipo del Huallil desde Amapungo.

3.3.4 FORMAS DE INGRESAR AL EQUIPO MIKROTIK.

Para controlar el correcto funcionamiento de nuestros equipos es necesario poder tener acceso a ellos, Los equipos Mikrotik presentan diferentes formas de acceder al mismo las cuales describiremos en las siguientes secciones.

Las facilidades que presenta un equipo para tener acceso a él permitirán realizar cambios en su configuración cuando sea necesario, las diferentes formas de acceder a este equipo son SSH, HTTP, Telnet, etc.

3.3.4.1 Acceso Vía Winbox.

Cuando se tiene acceso al equipo de forma directamente, es decir podemos acceder a él de forma rápida únicamente conectando un cable de red a una de sus interfaces LAN lo único que necesitamos es ejecutar el programa WINBOX para tener acceso a las múltiples configuraciones que este equipo presenta.

Para poder tener acceso a un equipo por Winbox de forma remota tenemos dos opciones:

- La primera es colocar un IP Pública en el equipo de esta forma podremos tener acceso a él desde cualquier parte del mundo por medio de una computadora en la cual tengamos instalado el Winbox.
- La segunda manera es tener acceso a un servidor que pertenezca a la misma red de los equipos Mikrotik, y en el cual este descargado el Winbox.



Figura 194. Winbox.

3.3.4.2 Acceso Vía Webbox.

El Acceso por Webbox no es más que una interfaz web de configuración basada en RouterOS, en el cual disponemos de las características básicas de nuestro router, para los que no estamos familiarizados con esta forma de acceder al equipo puede resultar un poco difícil realizar una configuración de esta forma.

Para poder tener acceso al equipo de esta manera colocar la IP del Equipo en el nuestro buscador hasta que nos aparezca la siguiente pantalla que se muestra en la siguiente figura, en la cual debemos colocar usuario y contraseña del equipo.

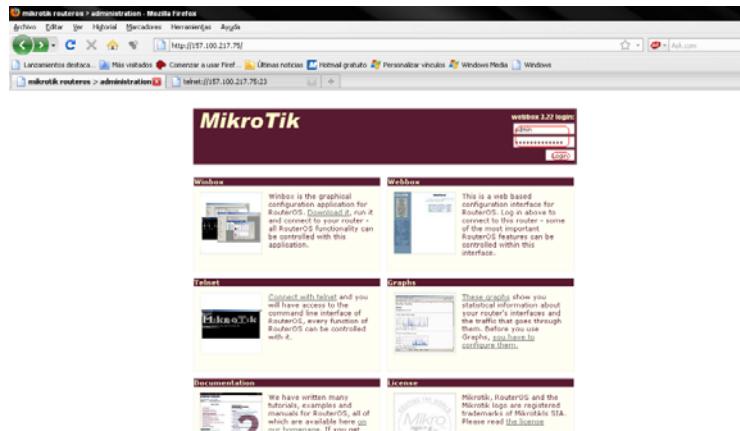


Figura 195. Webbox (Ingreso por Http).



Figura 196. Entorno de configuración en Webbox (Interfaz inalámbrica).

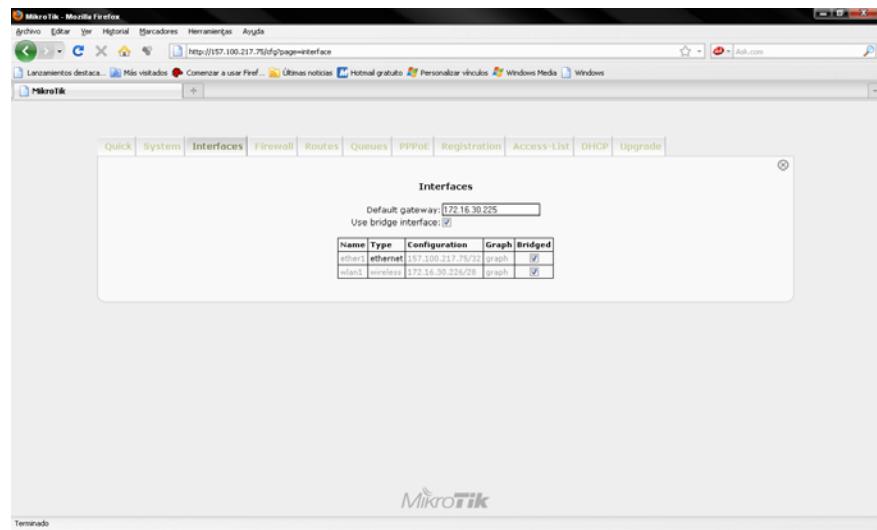


Figura 197. Entorno de configuración en Webbox (Interfaces).

Como se puede observar en los gráficos anteriores tenemos a disposición cada uno los parámetros de nuestro equipo para la configuración del mismo, pero al igual que en Winbox debemos disponer de lo siguiente:

- De una IP Pública en el equipo.
- Tener acceso a un servidor u equipo que pertenezca a la misma red de los equipos Mikrotik.

3.3.4.3 Acceso Vía SSH.

SSH (o Secure SHell) es un protocolo que permite las comunicaciones entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un host remotamente. A diferencia de otros protocolos de tales como FTP o Telnet, SSH encripta (128 bits) la sesión de conexión, haciendo imposible que alguien pueda obtener contraseñas no encriptadas. SSH está diseñado para reemplazar los métodos más viejos y menos seguros para registrarse remotamente en otro sistema a través de la shell de comando, tales como **telnet**.

Ya que el protocolo SSH encripta todo lo que envía y recibe, se puede usar para asegurar protocolos inseguros. El servidor SSH puede convertirse en un conducto para convertir en seguros los protocolos inseguros mediante el uso de una técnica llamada reenvío por puerto, como por ejemplo POP, incrementando la seguridad del sistema en general y de los datos.

La aplicación SSH es una de las aplicaciones mas utilizadas para acceder de forma remota a un equipo. La red Amapungo-Guayusal está integrada por varios nodos, por lo que debemos de optimizar Ips que tenemos a nuestra disposición , para ello utilizaremos únicamente una IP pública en el equipo del primer nodo, y en el resto de equipos utilizar Ips privadas lo que impedirá tener acceso a ellos de forma directa, por lo que necesitaremos primero acceder al equipo que tiene la IP pública, una vez en el equipo escogemos la opción telnet (**TELecommunication NETwork**) en donde podemos escoger tres opciones más, entre las cuales están: telnet, ssh y mac telnet, en nuestro caso utilizaremos la opción SSH, en el cual colocaremos la IP y el usuario del equipo remoto al que deseamos tener acceso, con ello se desplegará una ventana de terminal en el cual no pedirá la contraseña del equipo, una vez ahí podremos tener acceso a toda la configuración, y cualquier cambio necesario se lo hará únicamente utilizando los comandos adecuados, y si el usuario con el que ingresamos nos lo permite.

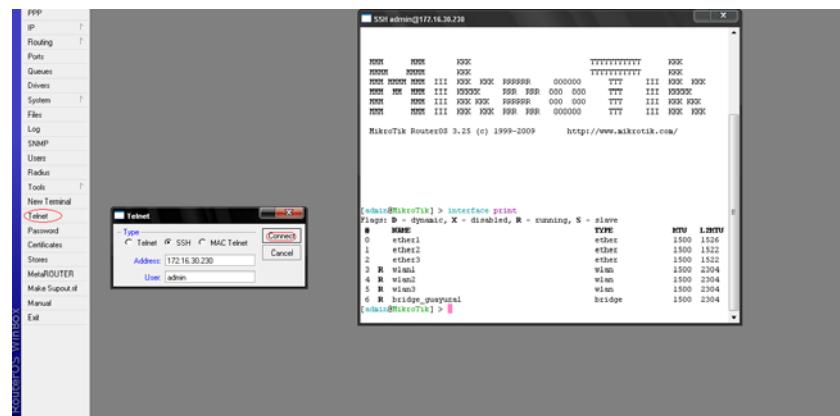


Figura 198. SSH.

3.3.4.4 Acceso Vía Telnet.

Telnet (TELecommunication NETwork), una herramienta que viene incluida en algunos equipos de red, y que al igual que el SSH sirve para acceder mediante una red a otra máquina, para manejarla remotamente.

Funcionamiento

Telnet sólo sirve para acceder en modo terminal, es decir, sin gráficos, pero es una herramienta útil para arreglar fallos a distancia, sin necesidad de estar físicamente en el mismo sitio que la máquina que los tenía. También se usaba para consultar datos a distancia, como datos personales en máquinas accesibles por red.

3.3.4.5 Problemas de Seguridad y SSH.

Su mayor problema es de seguridad, ya que todos los nombres de usuario y contraseñas necesarias para entrar en las máquinas viajan por la red como texto plano (cadenas de texto sin cifrar). Esto facilita que cualquiera que espíe el tráfico de la red pueda obtener los nombres de usuario y contraseñas, permitiéndole acceder a estos equipos. Por esta razón dejó de usarse, casi totalmente, hace unos años, cuando apareció y se popularizó el SSH, que puede describirse como una versión cifrada de **telnet** - actualmente se puede cifrar toda la comunicación del protocolo durante el establecimiento de sesión.

Hay tres razones principales por las que el **telnet** no se recomienda para los sistemas modernos desde el punto de vista de la seguridad:

- Los dominios de uso general del telnet tienen varias vulnerabilidades descubiertas sobre los años, y varias más que podrían aún existir.

- Como mencionamos anteriormente Telnet, por defecto, no cifra ninguno de los datos enviados sobre la conexión (contraseñas inclusive), así que es fácil interferir y grabar las comunicaciones, y utilizar la contraseña más adelante para propósitos maliciosos.
- Telnet carece de un esquema de autentificación que permita asegurar que la comunicación esté siendo realizada entre los dos anfitriones deseados, y no interceptada entre ellos.

La forma de ingresar a un equipo vía Telnet es similar a la forma de ingresar por SSH, después de escoger la opción telnet, colocamos el nombre de usuario y contraseña y listo. Cuando la ventada de terminal que se despliega los comandos que se utilizan son los mismos que en una conexión con SSH.

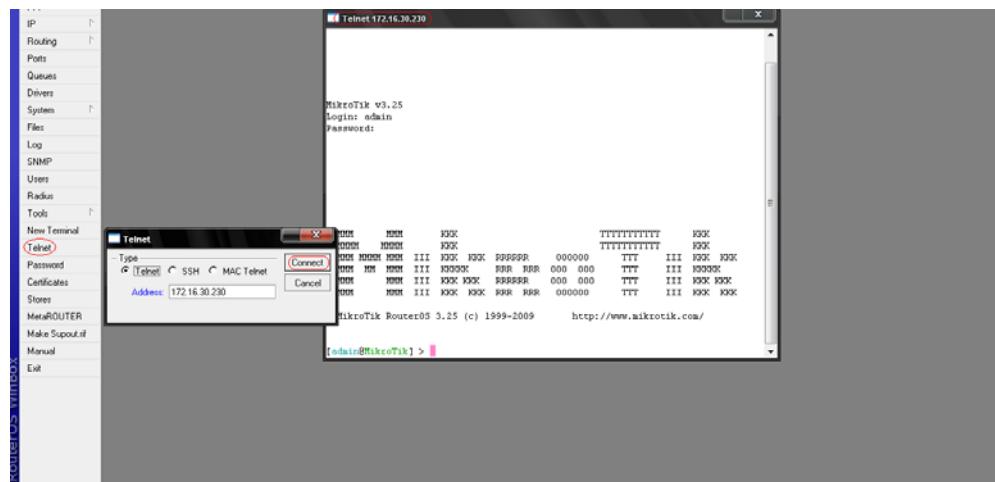


Figura 199. Ingreso por Telnet.

3.4 ANÁLISIS DE TRÁFICO.

En la siguiente sección se hará un pequeño análisis del consumo de tráfico que se genera en la red instalada, un análisis de tráfico es uno de los parámetros que se debe considerar en todo tipo red, ya que nos ayudará en la toma de decisiones tanto para la parte administrativa como para la parte técnica.

En la parte administrativa el consumo de del servicio nos servirá para proyectarnos un aumento en el ancho de banda para los usuarios finales, así como también dar una mejor calidad de servicio, analizando las horas de mayor o menor consumo del servicio.

En la parte técnica este análisis pondrá a los equipos a prueba ya que permitirá observar el desempeño de los equipos del enlace con el máximo tráfico contratado, aquí verificaremos la estabilidad del sistema, de no ser así se deberá buscar nuevas alternativas que garanticen un excelente desempeño en el tráfico de la información.

Para nuestro análisis ingresaremos al equipo [HTTP:// \(WEBBOX\)](http://(WEBBOX)) ya que de esta manera podremos tener acceso de manera más rápida a los gráficos correspondientes para el análisis.

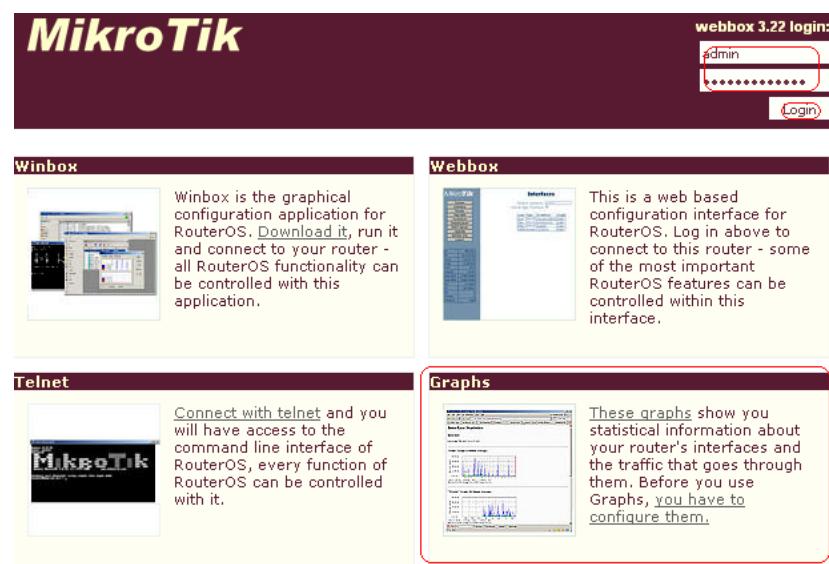


Figura 200. Ingreso por SSH (Gráficos de Tráfico).

Para estudio de los gráficos tenemos dos opciones ingresar al nodo inicial o al nodo final, por lo que hemos escogido la primera opción en el cual tenemos la única interfaz inalámbrica de salida WLAN1.



Traffic and system resource graphing

You have access to 3 interfaces:

[ether1](#)
[wlan1](#) (highlighted in red)
[bridge1](#)

Figura 201. Ingreso por SSH (Gráficos de Tráfico por Interfaz).

A continuación disponemos de los gráficos que nos muestran:

- El consumo Diario.

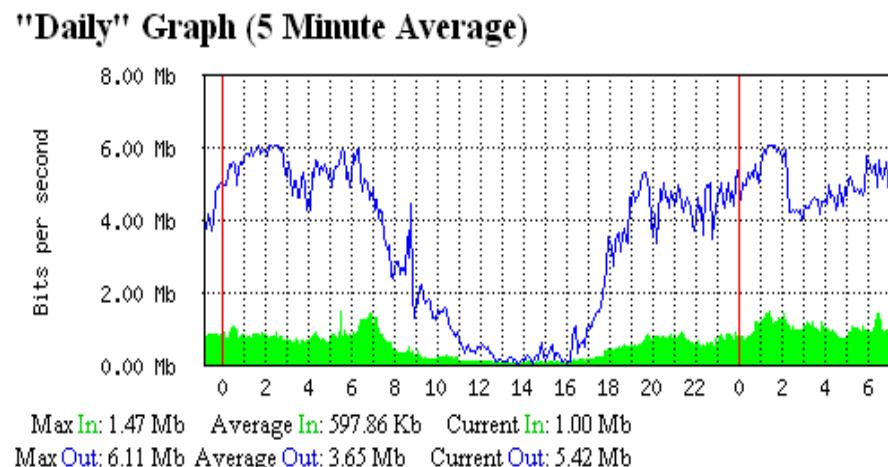


Figura 202. Gráficos de Tráfico (consumo diario).

- El consumo semanal.

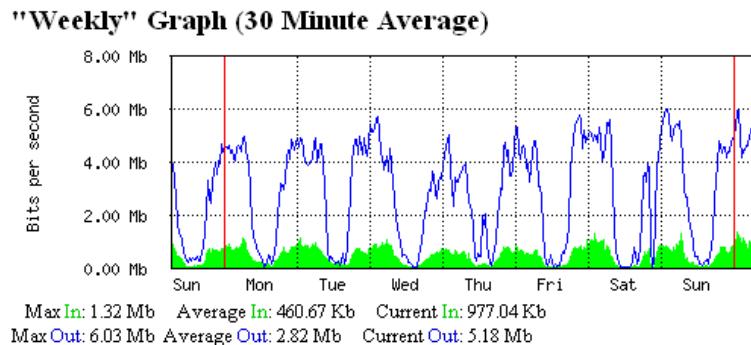


Figura 203. Gráficos de Tráfico (consumo semanal).

- El consumo mensual.

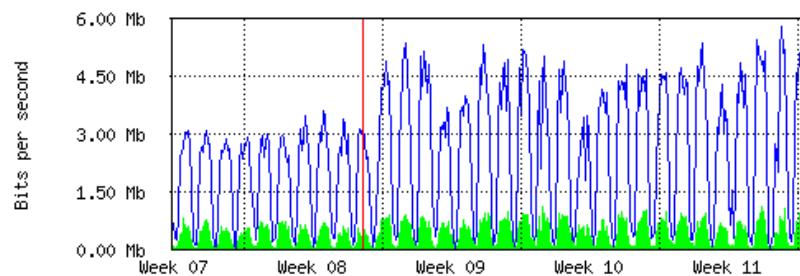


Figura 204. Gráficos de Tráfico (consumo mensual).

- El consumo anual.

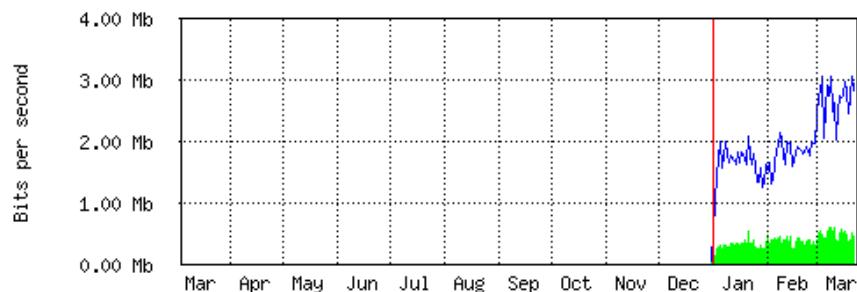


Figura 205. Gráficos de Tráfico (consumo anual).

Las franjas de color azul corresponden al tráfico de baja, mientras el área de color verde hace referencia al tráfico de subida. Como se puede observar en los últimos meses el consumo de tráfico está por los 6M de bajada y 2M de subida.

Dependiendo de las exigencias de los usuarios finales en cuanto a Ancho debanda se optará por contratar dicho servicio con la empresa proveedora del servicio. En cuanto a la capacidad que tienen los equipos para soportar la magnitud de dicho tráfico se ve claramente que no existen cortes o deficiencias por parte de los mismos. Concluyendo que el enlace es factible para soportar un tráfico mayor sin que los enlaces sufran algún desperfecto.

3.5 AFINAMIENTO DEL SISTEMA.

Cuando la implementación de una red finaliza el monitoreo de la red permitirá controlar el funcionamiento de la red, de modo que si llegara a presentarse alguna dificultad esta puede solucionarse con tiempo. Los parámetros que se ajustan y de los cuales depende la estabilidad y seguridad del enlace, son especialmente la frecuencia, el security profile, el Nstream en caso haberlo configurado antes.

Como ya se menciono en repetidas ocasiones para el uso del canal se debe comprobar primero que no esté siendo utilizado por otros equipos colocados en el sector, además debemos verificar si el canal elegido es estable, para observar esto debemos elegir el canal para difusión aceptar y verificar en la ventana de equipos registrados que letra R (Running) permanezca siempre fija.

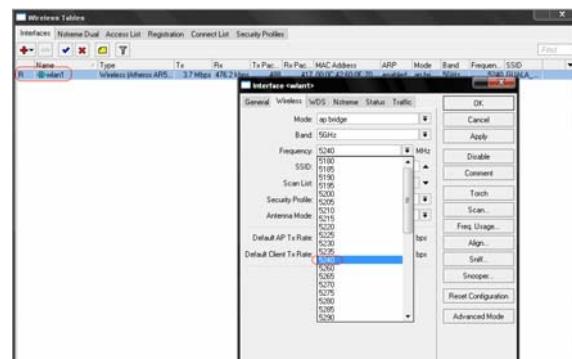


Figura 206. Rango de frecuencias disponibles para la interfaz inalámbrica.

Para cada enlace que se ha establecido se ha elegido una frecuencia diferente para evitar cualquier interferencia; afortunadamente el rango de frecuencias que dispone el canal 5GHz es bastante amplio, y entre las frecuencias más estables y con las cuales se ha comprobado que enlaces permanecen estables son:

- 5180MHZ
- 5200MHZ
- 5240MHZ
- 5260MHZ
- 5280MHZ
- 5300MHZ
- 5320MHZ
- 5745MHZ
- 5765MHZ
- 5785MHZ

En cuanto a seguridad para evitar que cualquier otro tipo de persona ingrese a los equipos se escogió una seguridad tipo WEP de 40 bit HEX, la misma que se considero como segura, por lo tanto no se la cambio.

El Nstream configurado inicialmente en la implementación no se lo configuro posteriormente, porque gracias a este parámetro se consiguió mejorar la cantidad de tráfico que circulará a través de todo el enlace.

Estos son los parámetros que se manipularon para poner a punto el enlace y con los cuales este se ha desempeñado exitosamente.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.

Antes de iniciar con las conclusiones, para definir si el proyecto se lo realizo satisfactoriamente, cumpliendo con todos los objetivos propuestos, es preciso señalar que durante el desarrollo del proyecto, no solo se hizo referencia a la forma en la que utilizábamos los equipos Mikrotik para implementar la red, sino que además se proponen diversas aplicaciones útiles que los equipos pueden prestar para un ISP o para un usuario común.

4.1 CONCLUSIONES.

- Los equipos Mikrotik están disponibles en el mercado desde bastante tiempo atrás, sin embargo en nuestro medio se comenzaron a utilizar hace aproximadamente 2 años, por lo que la información necesarias para configurar uno de estos equipos está al alcance de cualquier persona que necesite de ello, sin embargo estos están sujetos a las necesidades del usuario Mikrotik que lo desarrolle, por lo que para poder obtener un mayor conocimiento y confirmar la veracidad de los manuales, catálogos o guías referentes a este equipo que se encontraron durante el desarrollo del proyecto fue necesario ponerlo en práctica con un Mainboard Mikrotik 433AH. De este modo cualquier duda fue despejada a tiempo de manera que se pudo garantizar y obtener el mayor beneficio con la configuración más adecuada para implementación del proyecto.
- Con las pruebas que se realizaron para asegurarnos de la configuración, en el momento de la implementación y la calibración las dificultades que se presentaron pudieron ser fácilmente resueltas, ya que esto ayudo a identificar fácilmente los problemas que se presentaban en cada nodo.

- El estudio, la implementación y el monitoreo constante del proyecto para el proveedor se ha desempeñado con éxito. Si bien en un principio se presentaron dificultades en los enlaces que integran la red, cada uno de ellos como por ejemplo el uso erróneo del SSID, el uso de canales inestables, el uso de los `pigtail no adecuados, fueron solucionados a tiempo, consiguiendo así llegar con el servicio de Internet al último nodo que integra la red (Guayusal), en el cual se realizaron todas las pruebas correspondientes para garantizar el ancho de banda contratado para este lugar. Finalizada las pruebas se realizó un último enlace que conecta el nodo Guayusal con el torre ubicada en el domicilio del dueño del ISP, en cual se encuentra el servidor utilizado para el control y monitoreo de los clientes del cantón GUALAQUISA y la antena difusora a la cual se enlazaron cada uno de ellos consiguiendo así que cada uno de ellos pueda navegar, de este modo se cumplió con el objetivo de la red Amapungo-Guayusal.
- En el momento que se realizó la implementación, enlace por enlace cada uno integrado por dos nodos, no se prosiguió con el siguiente hasta realizar todas las pruebas que garanticen la llegada del servicio en cada estación, pruebas de rutina que se realizan de rigor que se realizan en todo tipo de enlace, independientemente del equipo que se utilice. Cada una de pruebas que permitieron corroborar la estabilidad del enlace, la máxima taza de transferencia de información, eficiencia y capacidad de cada uno de los equipos, permitiendo dar por finalizada la instalación en cada nodo, de modo que se podía continuar con el siguiente enlace. Es importante señalar que las pruebas deben realizarse tanto en el AP (Access Point) como en la estación, por lo que es de gran ayuda organizar dos grupos de trabajo capacitados, uno para cada nodo, para que sea más ágil una implementación.

- Si bien los Equipos Mikrotik, presentan múltiples aplicaciones, estas se pueden probar únicamente después de una aplicación real, en el proyecto de implementación se puso a prueba algunas de sus características como su entorno amigable fácil de comprender y configurar (WINBOX), su capacidad para la transmisión con el Nstream, el alcance que pueden llegar a tener en cuanto a distancia, sus múltiples configuraciones para conseguir establecer un enlace, la facilidad de acceso a estos para el monitoreo y control, etc. Todas las aplicaciones que estos equipos presentan no pueden llegar a comprobarse en un solo enlace por lo que se ha anexado al proyecto escrito algunas aplicaciones comprobadas que pueden ser muy útiles para el usuario interesado en la Tecnología Mikrotik.
- Para desarrollar el estudio y la implementación de un radio-enlace, este requiere tener en cuenta varios aspectos antes, durante, y después de realizarlo. El aspecto que se tomó en cuenta antes de iniciar un proyecto, es de qué manera se daba el servicio, se analizó también si este era factible o no seguir usando, como no lo era, se estudió la forma de conseguir llegar con el servicio hasta el usuario final; para ello se analizó los diferentes puntos para un radio-enlace y poder determinar qué equipos son los más adecuados para este proyecto. Para determinar los equipos que se van a utilizar se consideró tres aspectos: la calidad, la capacidad y el costo, por lo que los equipos que presentaban estas características son los Mainboard Mikrotik. Una vez configurados e instalados cada uno de los equipos que integran la red, permitieron al ISP JJSISTEMAS restablecer de manera satisfactoria el servicio de Internet a cada uno de sus usuarios. Sin bien el proyecto se lo realizó con éxito, en ese instante, la responsabilidad como personal encargado de la implementación, es la del continuo monitoreo de la red, con el fin de garantizar la estabilidad del sistema. El monitoreo constante que se ha realizado a la red Amapungo-Guayusal durante estos meses demostrado ser una de las redes más estables, tanto así que considero que estos equipos ofrecen la igual o hasta mejor capacidad que algunos equipos de renombre utilizados para radioenlaces.

4.2 RECOMENDACIONES.

En todo proyecto se aprenden cosas nuevas gracias a las dificultades que surgen durante el desarrollo del mismo, A continuación se describen algunas recomendaciones que nos ayudarán a agilitar implementaciones futuras.

- Antes de iniciar con la implementación es necesario desarrollar un estudio que garantice su factibilidad, teniendo en cuenta el proveedor del servicio, hasta los lugares que se utilizaran para establecer los enlaces, ya sin estudio adecuado durante la implementación pueden llegar a surgir problemas difíciles de solucionar.
- Cuando se manipulan equipos con nueva tecnología es preciso comprobar su manipularlos antes de una implementación, esto nos ayudará a garantizar el funcionamiento de una configuración, y facilitar el trabajo durante la implementación del proyecto.
- Cuando se realizan las configuraciones de los equipos para el radio-enlace, uno de los parámetros a los que se debe dar mayor importancia, es el canal por el cual se difundir ya que las interferencias ocasionadas por el uso de un canal ocupado ocasiona que el enlace sea inestable. Para comprobar que un canal está disponible en un sector, es necesario realizar un SCAN de frecuencias, para ellos simplemente debemos iniciar la aplicación que lo permite, disponible en todos los equipos de transmisión inalámbrica.
- Cuando utilizamos antenas para conseguir un mayor alcance debemos cerciorarnos que el Pigtail o latiguillos, este fabricado con un cable que ofrezca la menor cantidad de perdidas, ya que dependiendo del tipo de cable y la longitud del mismo se producirán las pérdidas de paquetes durante la transmisión.
- Cuando se finaliza una implementación, es preciso el continuo monitoreo del proyecto, esto permitirá solucionar rápidamente el problema que se presente en un determinado momento.

- Como recomendación final considero de suma importancia recalcar que ninguna implementación es sencilla, ya que el desarrollo teórico de un proyecto es diferente la parte práctica, porque es en esta parte donde surgen los problemas y las soluciones a estos. La manera y la rapidez con la que se resuelva un determinado problema dependerá mucho la cantidad de información que tengamos a nuestra disposición, con respecto al proyecto.

4.3 BIBLIOGRAFÍA.

- [1] REID, Neil; SEIDE Ron, “802.11(Wi-Fi) , Manual de Redes Inalámbricas”, McGraw-Hill companies, Inc. Mexico 2008.
- [2] ING. MEDINA MARDONES Rafael, “Tutorial Mikrotik Router-Configuraciones Básicas”. Guía #2.
- [3] MIKROTIK, “User's Manual”. Guía RouterBOARD 433 Series, Rev. A (17-Jul-2008).
- [4] ROCHE, Emilio; DI RIENZO, Víctor; PICA, Gustavo; “Implementación de una red para la empresa Royal Tech” UNIVERSIDAD BLAS PASCAL, Ingeniería en Telecomunicaciones.
- [5] REGIS, J. Bates; “Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha”, Serie de Telecomunicaciones, McGraw-Hill/Interamericana de España, Madrid 200.
- [6] BARRETO CORONEL, Pablo Vinicio; PARRA PEREZ, Iván Augusto; “Estudio e implementación de un proveedor de servicio de internet de banda ancha inalámbrico fijo (ISP) para Girón-Cuenca” Cuenca, 2009.
- [7] ING. OCHOA FIGUEROA Edgar Documentos y Apuntes de las materias Comunicaciones III, Comunicaciones IV, MSC.
- [8] HERNANDO RABANOS José, “Transmisión por Radio”, Editorial Ramón Arences.
- [9] MUÑOZ RAZO, Carlos. “Como Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis.” Pearson Educación. México. 1998. Primera Edición.
- [10] GUEVARA TOLEDO, Carlos. “Metodología de la Investigación.” Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca 2002. Primera Edición.
- [11] MENDICOA, Gloria. “Sobre Tesis y Tesinas: lecciones de enseñanza-aprendizaje” / Colección ciencias sociales. Espacio Editorial. Buenos Aires. 2003. Segunda Edición. Págs. 38, 43-46, 67-73, 85,166.
- [12] KUHLMANN Federico, ALONSO Antonio, “Información y Telecomunicaciones” Tomado de

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/informac.htm>.

- [13] Ministerio de la Protección Social, Comisión Nacional de Salud Ocupacional Sector Telecomunicaciones, Asesoría Técnica: Ingeniero OSPINA GONZÁLEZ Mario Fernando, “*Guía De Trabajo Seguro En Torres De Telecomunicaciones*”, tomado de <http://www.manceras.com.co/guiatealtura.pdf>.
- [14] Mikrotik. 2008 “*Manual de referencia Mikrotik*”. Tomado de <http://www.mikrotik.com/testdocs/ros/2.9/>.
- [15] Mikrotik. 2009. “*Wiki Site*” http://wiki.mikrotik.com/wiki/Main_Page.
- [16] “*Antenas Hyperlink – Componentes*”, tomado de <http://www.ds3comunicaciones.com/>.
- [17] “*Cables y Redes Wi-Fi*”, tomado de <http://wifi.cablesyredes.com.ar/index.html>.
- [18] Guía paso a paso Mikrotik, tomado de <http://underlinux.org/wiki/Mikrotik el>
- [19] “*Bridge transparente usando WDS*”, tomado de http://wiki.mikrotik.com/index.php?title=Bridge_Transparente_usando_WDS&action=edit§ion=1.
- [20] “*Internet Service Provider*”, Edición: Junio 2007, Tomado de http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_service_provider.
- [21] “*Polarización Electromagnética*”, tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Polarizaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica.
- [22] “*Interferencia entre Ondas*”, tomado de <http://www.textoscientificos.com/imagenes/quimica/interferencia.gif>
- [23] “*Frecuencias de emisoras de radiodifusión en España y otras de Interés*”, tomado de http://www.proteccioncivil.es/es/DGPCE/Informacion_y_documentacion/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum/vdm020.htm.

- [24] “*Propagación Radioeléctrica*”, tomado de <http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/radiocomunicacion/contenidos/presentaciones/propagacion-07.pdf>.
- [25] “*Pérdida en decibelios por metro de cable coaxial Tabla aproximada según tipo de cable utilizado*”, Tomado de <http://www.todoantenas.cl/perdidas-coaxial.html>.
- [26] WILKINSONPC, “*Cable de red cruzado y directo LAN Ethernet 10bT o 100bTX*”, Fecha: 06 Enero, 2005, tomado de <http://www.wilkinsonpc.com.co/free/articulos/cable-de-red-cruzado-y-recto.html>

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON TECNOLOGÍA MIKROTIK
PARA EL I.S.P. JJSISTEMAS EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA MORONA
SANTIAGO”**

ANEXOS

REALIZADO POR:

Klever Mauricio Suqui Carchipulla.

ANEXO 1

CERTIFICADOS DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS



SUPERINTENDENCIA DE
TELECOMUNICACIONES

INTENDENCIA REGIONAL NORTE

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

No. SUPTEL-2008-000630

La Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo Seis del Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones emitido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones con Resolución 452-29-CONATEL-2007 de 25 de octubre de 2007 y publicado en el Registro N° 213 de 16 de noviembre de 2007 otorga el siguiente CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN, contando para efecto con la solicitud efectuada al Superintendente de Telecomunicaciones, formulada con No. 000630 Oficio S/N de 06 de marzo de 2008 y el informe técnico No. TV7R52-350 de 9 de Mayo de 2008

Las características y especificaciones técnicas del presente Certificado son las siguientes:

CLASE DE TERMINAL: Equipos para sistemas de modulación digital de banda ancha
MARCA: MIKROTIK (SISTEMA DE TRANSMISIÓN DIGITAL)
MÓDULO: R52-350 (2400-2483.5 MHz / 5725-5850 MHz)
ORGANISMO INTERNACIONAL : FCC (Comisión Federal de Telecomunicaciones de los Estados Unidos)
ID ORG. INTERNACIONAL : TV7R52-350

"El terminal se encuentra desbloqueado para ser activado en cualquiera de las operadoras debidamente autorizadas"

"El certificado de Homologación no constituye título habilitante alguno, la explotación de los servicios de telecomunicaciones soportados por este terminal de telecomunicaciones deberá registrarse por los títulos habilitantes correspondientes".

Dado en Quito, a 9 de Mayo de 2008



SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

SE EMITE:

- ORIGINAL : USUARIO
1ra. COPIA: UNIDAD RESPONSABLE
2da. COPIA: DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES
3ra. COPIA: CONTABILIDAD
4ta. COPIA: AUDITORÍA



SUPERINTENDENCIA DE
TELECOMUNICACIONES

INTENDENCIA REGIONAL NORTE

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN
DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

No. SUPTEL-2008-000645

La Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo Seis. del Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones emitido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones con Resolución 452-29-CONATEL-2007 de 25 de octubre de 2007 y publicado en el Registro N° 213 de 16 de noviembre de 2007 otorga el siguiente CERTIFICO DE HOMOLOGACIÓN, contando para efecto con la solicitud efectuada al Superintendente de Telecomunicaciones, formulada con No. Oficio S/N de 03 de abril de 2008 y el informe técnico No. 000645 de 21 de Mayo de 2008

Las características y especificaciones técnicas del presente Certificado son las siguientes:

CLASE DE TERMINAL: Equipos para sistemas de modulación digital de banda ancha
MARCA: MIKROTIKS (SISTEMA DE TRANSMISIÓN DIGITAL)
MODELO: R52 (2400-2483.5 MHz; 5150-5250; MHz 5250-5350 MHz; 5725-5850 MHz)
ORGANISMO INTERNACIONAL : FCC (Comisión Federal de Telecomunicaciones de los Estados Unidos)
ID ORG. INTERNACIONAL : TV7R52

"El terminal se encuentra desbloqueado para ser activado en cualquiera de las operadoras debidamente autorizadas"

"El certificado de Homologación no constituye título habilitante alguno, la explotación de los servicios de telecomunicaciones soportados por este terminal de telecomunicaciones deberá registrarse por los títulos habilitantes correspondientes".

Dado en Quito, a 28 de Mayo de 2008

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

SE EMITE:

- ORIGINAL : USUARIO
- 1ra. COPIA: UNIDAD RESPONSABLE
- 2da. COPIA: DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES
- 3ra. COPIA: CONTABILIDAD
- 4ta. COPIA: AUDITORÍA

ANEXO 2

FORMULARIOS
AMAPUNGO-HUALLIL

**FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS**RC – 3A
Elab.: DGGER
Versión: 021)
Cod. Cont.:**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:	A1	A2
MARCA:	Hyperlink	Hyperlink
MODELO:	HG5158DP-32D	HG5158DP-32D
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5850 MHz	5150-5850 MHz
TIPO:	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish
IMPEDANCIA (ohmios):	50 Ohm	50 Ohm
POLARIZACION:	HORIZONTAL - VERTICAL	HORIZONTAL - VERTICAL
GANANCIA (dBd):	29.85	29.85
DIÁMETRO (m):	0,9m	0,9m
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	358.9°	178.9°
ANGULO DE ELEVACION (°):	-0.354°	0.083°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	18m	24m

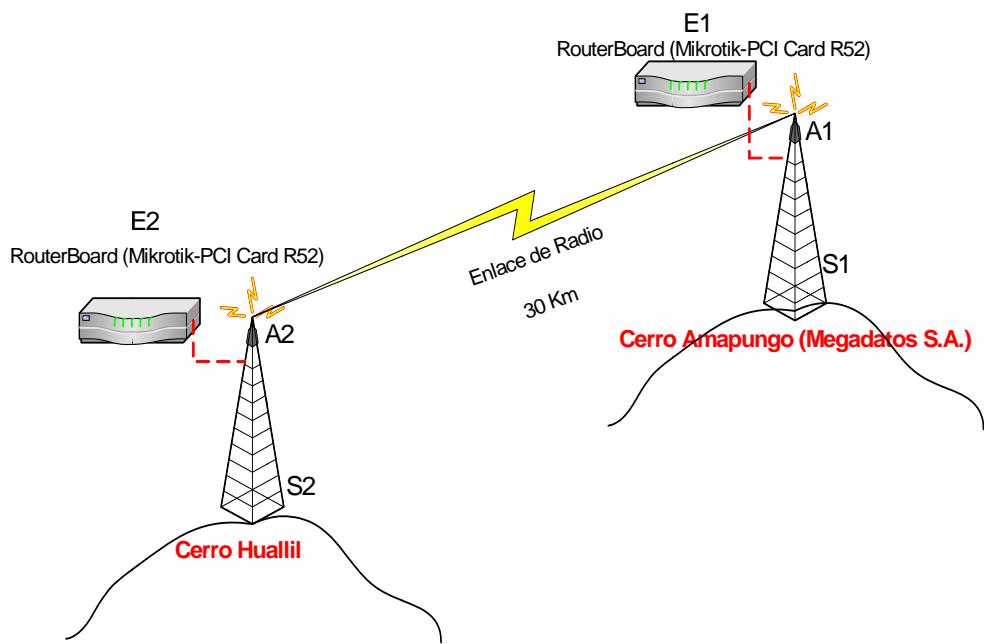
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 5	ANTENA 6
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

NOTA: Se debe adjuntar los patrones de radicación tanto vertical como horizontal por cada marca y modelo de antena utilizada en el sistema de radiocomunicaciones, así como también las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.

1)
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

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

FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

 RC - 1A
 Elab.: DGGER
 Versión: 02

 1)
 Cod.Cont.:

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(C)	<u>CONCESION</u>	<u>RENOVACION</u>	<u>MODIFICACION</u>	FRECUENCIAS <u>TEMPORALES</u>
3) TIPO DE USO DE FRECUENCIAS:	(PR)	USO- <u>PRIV</u>	USO- <u>COM</u>	USO- <u>EXP</u>	USO- <u>RES</u> USO- <u>SOC</u>
4) TIPO DE SISTEMA:	(PR)	<u>PRIVADO</u>	<u>EXPLOTACION</u>		
5) SERVICIO:	(RD)	FM- <u>RDV</u>	FM- <u>SB</u>	FM- <u>RA</u>	F- <u>ER</u> FMS- <u>FS</u> FMS- <u>MS</u> FM- <u>TR</u>

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

6)

PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	Cl:
-------------------	-------------------	----------	-----

 7)
 CARGO:

PERSONA JURIDICA

 8)
 NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

9) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones	RUC: 1791287541001
---	--------------------

10) DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio	
e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543	

11) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
----------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662
---	----------	-------------------------------

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	
		FIRMA

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

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

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	
		FIRMA

 13)
 OBSERVACIONES:

14)

PARA USO DE LA SNT

SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ()	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ()	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ()	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ()
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ()	FE PRESENTACION CC.FF.AA. ()	CERT. NO ADEUDAR SNT ()	CERT. NO ADEUDAR SUPTEL ()



FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

RC - 1B
Elab.: DGGER
Versión: 02

1)
No. Registro:

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD: (G) REGISTRO RENOVACION MODIFICACION

3) TIPO DE SISTEMA: (PR) PRIVADO EXPLOTACION

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

4)

PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	Cl:
-------------------	-------------------	----------	-----

5) CARGO:

PERSONA JURIDICA

6) NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones.	RUC: 1791287541001
---	-----------------------

DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio
---------------------	-------------------	--

e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543
----------------------------------	----------	-------------------------------

CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
----------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662
-----------------------------------	----------	-------------------------------

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA
---	--------	-------

CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

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

Declaro que:

- En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda.
- Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	FIRMA
---------------------------------------	--------	-------

OBSERVACIONES:

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

2) ESTRUCTURA 1

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 3086 m.s.n.m.
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 18 m

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Azuay	Cuenca	Cerro Amapungo	2°48'18"S	78°49'16"W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X) NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
OTROS (Describa):			

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR (X)	BANCO DE BATERIAS (x)	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
TIPO DE RESPALDO			

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS (X)	UPS ()	OTRO: _____
---------------	-------------------------	---------	-------------

 6)
 PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: MEGADATOS S.A.

2) ESTRUCTURA 2

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Soportada con Tensores	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 3231,5 m.s.n.m.
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S2	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 24 m

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Azuay	Cuenca	Cerro Huallil	3°4'30,6" S	78°48'58" W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X) NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
OTROS (Describa):			

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
TIPO DE RESPALDO			

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____
---------------	-----------------------	-----------	-------------

 6)
 PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIGSIGNET (Ing. Marco Carpio)

2) ESTRUCTURA 3

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
OTROS (Describa):			

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
TIPO DE RESPALDO			

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____
---------------	-----------------------	---------	-------------

 6)
 PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

TIPO DE ESTACION:	FIJA	FIJA		
CODIGO DEL EQUIPO:	EMK0001/EMK0004	EMK0001/EMK0004		
MARCA:	MIKROTIK	MIKROTIK		
MODELO:	Mini-PCI Card R52	Mini-PCI Card R52		
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	27MHz	27MHz		
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	20	20		
TIPO DE MODULACION:	64QAM	64QAM		
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	54000	54000		
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,2 W	0.2 W		
RANGO DE OPERACION (MHz):	4920 to 6100 MHz	4920 to 6100 MHz		
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	13dBm/-71dBm	13dBm/-71dBm		
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	*****	*****		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

1) No. Registro:

 2)
CLASE DE SISTEMA

PRIVADO EXPLORACION (E)

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

3)

CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO

No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	TIPO DE OPERACION SECUENCIA DIRECTA ; TDMA; FHSS ; HIBRIDO ; OFDM; OTRAS	DISTANCIA DEL ENLACE (Km)
L1	5725 – 5850 MHZ	(0)	30 Km

 4)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

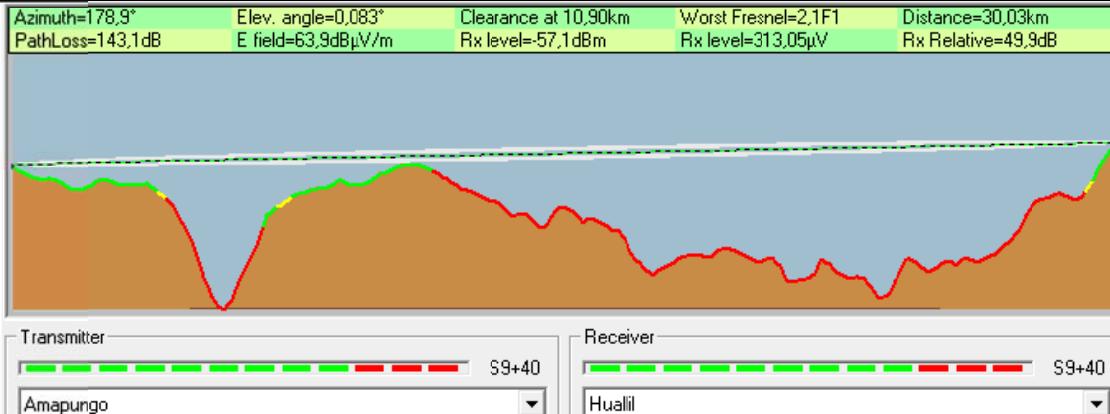
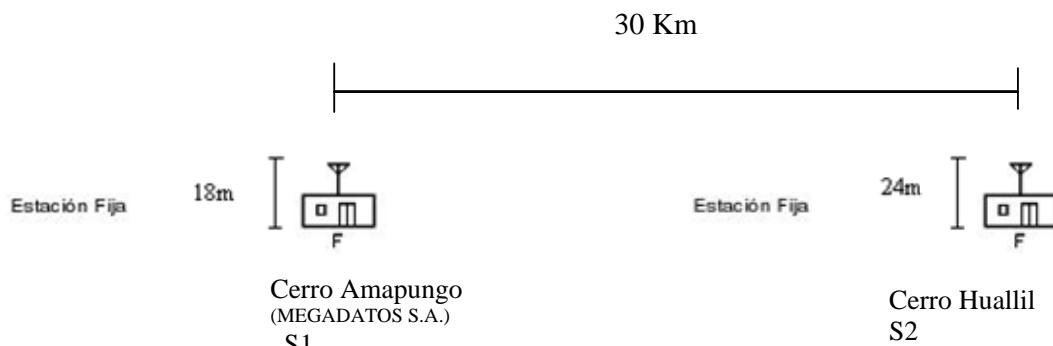
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)	POTENCIA MAXIMA DE SALIDA (mW)	EQUIPO UTILIZADO
F1	A	S1	A1	200mW	EMK0001/EMK0004
F2	A	S2	A2	200mW	EMK0001/EMK0004

 5)
PERFIL TOPOGRAFICO

DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)	3231,5	3026	2509	2902	3071	2957	2865,5	2477,5	2572,1	2462,7	2511,7	2846,7	3231,5

Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace.

NOTA: Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.

 6)
GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO

 7)
ESQUEMA DEL SISTEMA




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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

DIRECCIÓN : Av. Del Estadio, Edificio el estadio

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) ('")	LONGITUD (°) ('")
Azuay	Cuenca	Cerro Amapungo	2°54'28.3"S	79° 0'15.6"W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (MHz)	Slím OCUPACIONAL (W/m ²)	Slím POBLACIONAL (W/m ²)
2000 – 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	18 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		16,62077014
5 m		17,24093965
10 m		19,29378138
20 m		25,92778432
50 m		52,65216045

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0.200 W	32 dBi	291.092 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$		
DISTANCIA	VALOR DE $(\pi * R^2)$	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m	867,425	0,335581751
5 m	933,365	0,311873704
10 m	1168,865	0,24903817
20 m	2110,865	0,137901761
50 m	8704,865	0,033440151

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Bravo	Quezada	Omar Gustavo	01-03-440
e-mail:	CASILLA:		TELEFONO / FAX:
gustavo@sistelaustro.com			07-2806662
DIRECCION:	FECHA:		
Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila		FIRMA	

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

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

NOMBRE:	FECHA:	
		FIRMA

FORMULARIO PARA PATRONES DE RACIACION DE ANTENAS

RC - 3B

Elab.: DGGER

Versión. 01

1) Cod Cont:

2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

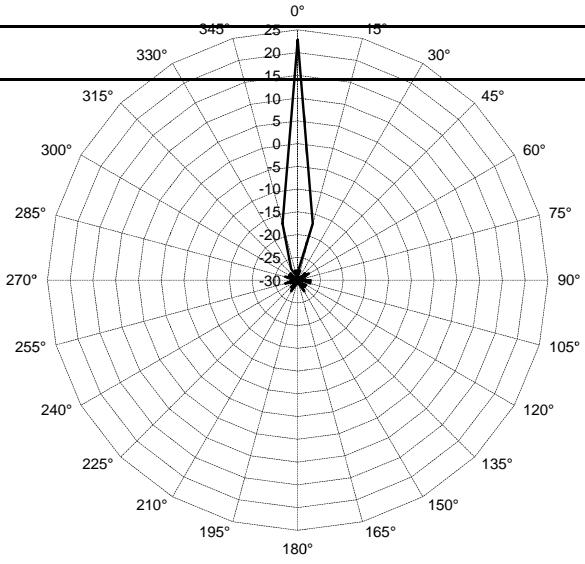
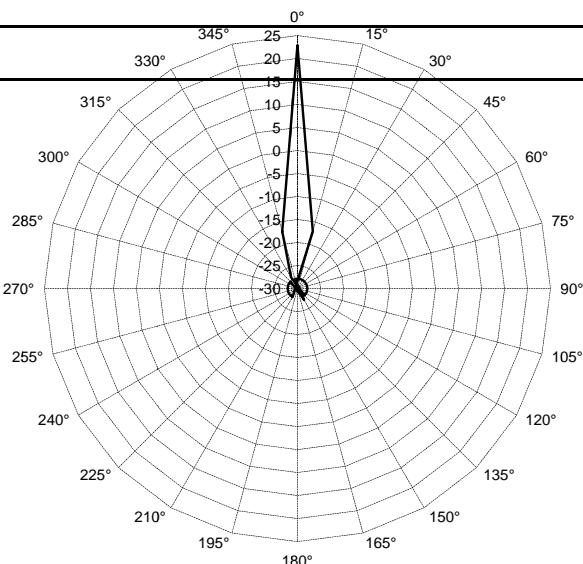
MARCA:	HyperLink	MODELO:	HG5158DP-32D	TIPO:	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish
--------	-----------	---------	---------------------	-------	--

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

RADIAL	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
PLANO																								
HORIZONTAL	22,9	-17	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-27	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-27	-17
VERTICAL	22,9	-17	-32	-32	-27	-32	-27	-27	-32	-32	-27	-32	-32	-27	-32	-32	-27	-32	-32	-27	-32	-27	-27	-17

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

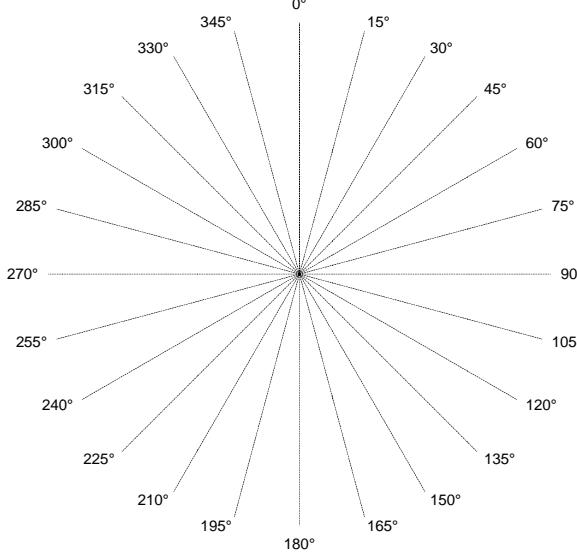
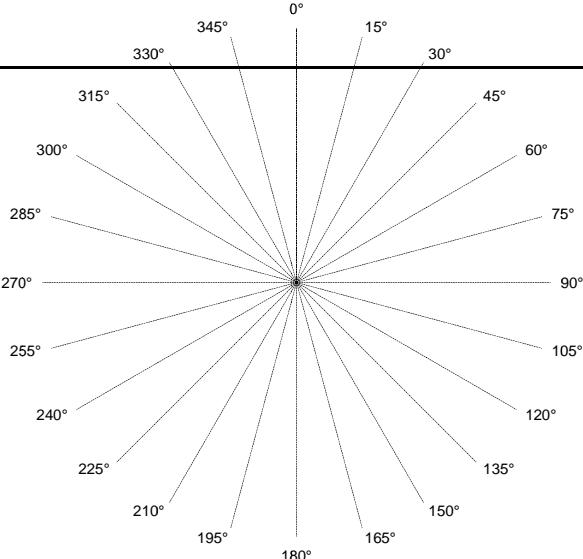
MARCA:		MODELO:		TIPO:	
--------	--	---------	--	-------	--

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

RADIAL	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
PLANO																								
HORIZONTAL																								
VERTICAL																								

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL





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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Megadatos.		
DIRECCIÓN :	Av. Del Estadio, Edificio el estadio		

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Azuay	Cuenca	Cerro Huallil	3°4'30,6" S	78°48'58" W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (Mhz)	S_{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S_{lim} POBLACIONAL (W/m ²)
2000 - 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	24 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		22,588714
5 m		23,04886114
10 m		24,6221445
20 m		30,10398645
50 m		54,8292805

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0,200 W	32dbi	291,092 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

DISTANCIA	$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m		1602,185
5 m		1668,125
10 m		1903,625
20 m		2845,625
50 m		9439,625

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 01-03-440
e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662	
DIRECCION: Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA	

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

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

NOMBRE:

FECHA:

**FORMULARIOS
HUALLIL-CHURUCO**



FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS

RC – 3A
Elab.: DGGER
Versión: 02

1)
Cod. Cont:

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:	A1	A2
MARCA:	Hyperlink	Hyperlink
MODELO:	HG5827G	HG5827G
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5725-5850 MHz	5725-5850 MHz
TIPO:	Die Cast Reflector Grid	Die Cast Reflector Grid
IMPEDANCIA (ohmios):	50 Ohm	50 Ohm
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	24.85	24.85
DIÁMETRO (m):	0,4x0,6 m	0,4x0,6 m
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	343,2°	163,2°
ANGULO DE ELEVACION (°):	-1,38°	1,270°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	24m	18m

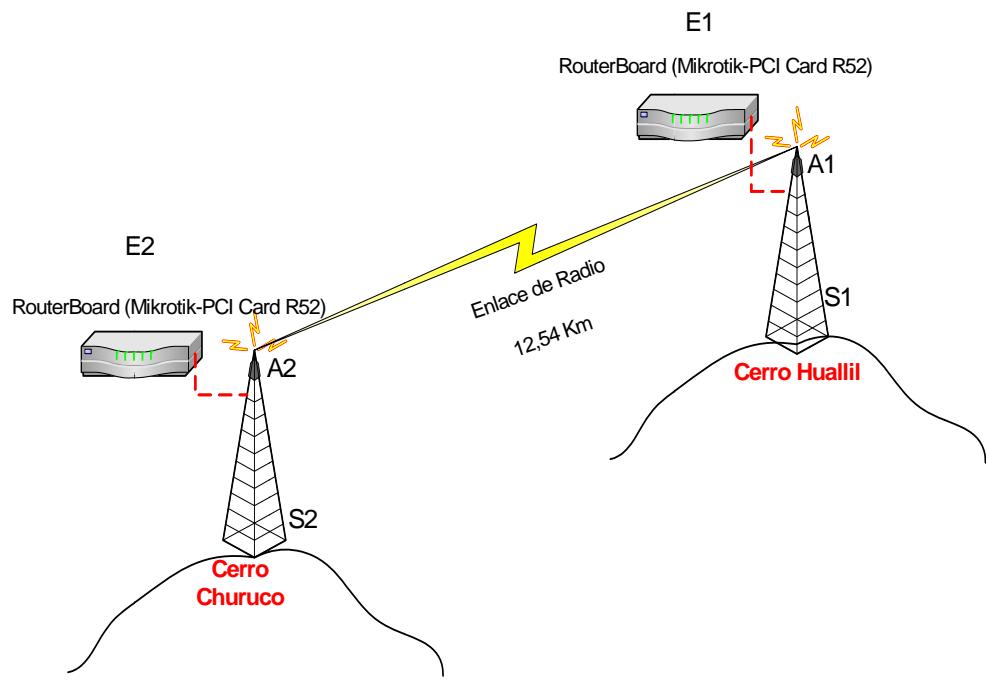
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 5	ANTENA 6
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

NOTA: Se debe adjuntar los patrones de radicación tanto vertical como horizontal por cada marca y modelo de antena utilizada en el sistema de radiocomunicaciones, así como también las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.

1) **ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA**


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

FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

 RC - 1A
 Elab.: DGGER
 Versión: 02

 1)
 Cod.Cont.:

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(C)	<u>CONCESION</u>	<u>RENOVACION</u>	<u>MODIFICACION</u>	FRECUENCIAS <u>TEMPORALES</u>
3) TIPO DE USO DE FRECUENCIAS:	(PR)	USO- <u>PRI</u> V	USO- <u>C</u> OM	USO- <u>E</u> X <u>P</u>	USO- <u>R</u> ES USO- <u>S</u> OC
4) TIPO DE SISTEMA:	(PR)	<u>PRI</u> VADO	<u>EX</u> PLO <u>TACI</u> ON		
5) SERVICIO:	(RD)	FM- <u>R</u> D <u>V</u>	FM- <u>S</u> B	FM- <u>R</u> A	F- <u>E</u> R FMS- <u>F</u> S FMS- <u>M</u> S FM- <u>I</u> R

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

6)

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	CI:
-------------------	-------------------	----------	-----

7)
CARGO:

PERSONA JURIDICA

8)
NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

9) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones	RUC: 1791287541001
---	--------------------

DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio
e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543

11)
CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662	

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA
--	--------	-------

12)
CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

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

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	FIRMA
---------------------------------------	--------	-------

13)
OBSERVACIONES:

14)

PARA USO DE LA SNT

SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ()	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ()	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ()	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ()
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ()	FE PRESENTACION CC.FF.AA. ()	CERT. NO ADEUDAR SNT ()	CERT. NO ADEUDAR SUPTEL ()



FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

RC - 1B
Elab.: DGGER
Versión: 02

1)
No. Registro:

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD: (G) REGISTRO RENOVACION MODIFICACION

3) TIPO DE SISTEMA: (PR) PRIVADO EXPLOTACION

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

4) PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	CI:
-------------------	-------------------	----------	-----

5) CARGO:

PERSONA JURIDICA

6) NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones	RUC: 1791287541001
--	-----------------------

8) DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio
---------------------	-------------------	--

e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543
----------------------------------	----------	-------------------------------

9) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
----------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662
-----------------------------------	----------	-------------------------------

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA
---	--------	-------

10) CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

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

Declaro que:

- En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda.
- Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	FIRMA
---------------------------------------	--------	-------

11) OBSERVACIONES:

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

2) ESTRUCTURA 1

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Soportada con Tensores	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 3290 m.s.n.m
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 24 m

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (" (W)
Azuay	Cuenca	Cerro Hualil	3°4'30,6"S	78°48'58"W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X)	NO ()	PARARRAYOS	SI (X)	NO ()
-----------------	----------	--------	------------	----------	--------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
-----------------------	---------------	-----------------------	---------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____
---------------	-----------------------	-----------	-------------

6)

PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: SIGSIGNET (Ing. Marco Carpio)

2) ESTRUCTURA 2

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Soportada con Tensores	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 3598 m.s.n.m.
--	--

CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S2	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 18 m
--	--

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (" (W)
Morona Santiago	Gualaquiza	Cerro Churuco	3°10'59,4" S	78°47'0,4" W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X)	NO ()	PARARRAYOS	SI (X)	NO ()
-----------------	----------	--------	------------	----------	--------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
-----------------------	---------------	-----------------------	---------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____
---------------	-----------------------	-----------	-------------

6)

PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Sr. Jhony Jácome

2) ESTRUCTURA 3

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
--------------------------------	-------------------------------------

CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):
--------------------------------------	--

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (" (W)

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI ()	NO ()	PARARRAYOS	SI ()	NO ()
-----------------	--------	--------	------------	--------	--------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
---------------------	---------------	-----------------------	-------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO:
---------------	-----------------------	---------	-------

6)

PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

TIPO DE ESTACION:	FIJA	FIJA		
CODIGO DEL EQUIPO:	EMK0001/EMK0004	EMK0001/EMK0004		
MARCA:	MIKROTIK	MIKROTIK		
MODELO:	Mini-PCI Card R52	Mini-PCI Card R52		
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	27MHz	27MHz		
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	20	20		
TIPO DE MODULACION:	64QAM	64QAM		
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	54000	54000		
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,2 W	0.2 W		
RANGO DE OPERACION (MHz):	4920 to 6100 MHz	4920 to 6100 MHz		
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	13dBm/-71dBm	13dBm/-71dBm		
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	*****	*****		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

**FORMULARIO PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA
(ENLACES PUNTO-PUNTO)**

 RC- 9A
 Elab.: DGGER
 Versión: 01

1) No. Registro:

2) CLASE DE SISTEMA

PRIVADO EXPLOTACION (E)

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

3)

CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO

No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	TIPO DE OPERACION SECUENCIA DIRECTA ; TDMA; FHSS ; HIBRIDO : OFDM; OTRAS	DISTANCIA DEL ENLACE (Km)
L2	5725 – 5850 MHZ	(0)	12,54 Km

4) CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A.M.I.E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)	POTENCIA MAXIMA DE SALIDA (mW)	EQUIPO UTILIZADO
F1	A	S1	A1	200mW	EMK0001/EMK0004
F2	A	S2	A2	200mW	EMK0001/EMK0004

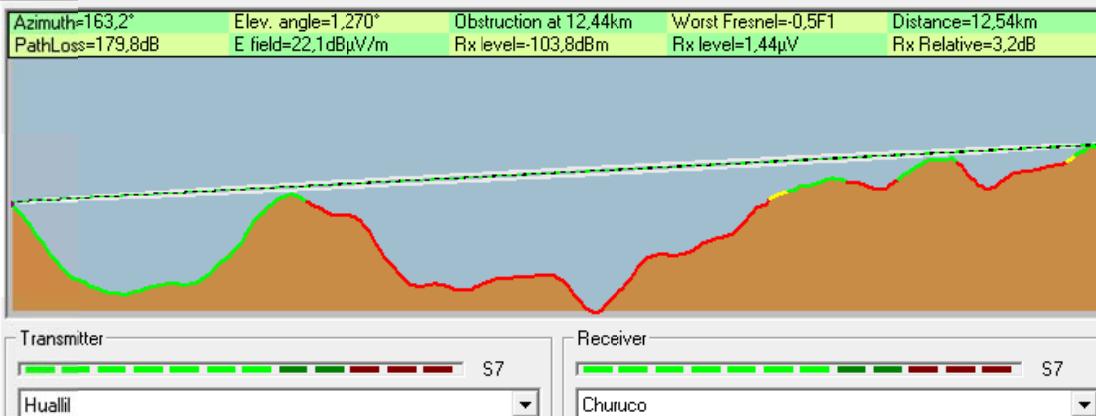
5) PERFIL TOPOGRAFICO

DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)	3290	2793,4	2844,3	3279,6	3017,6	2799,3	2865,7	3000,9	3157,1	3382	3470,1	3416	3598

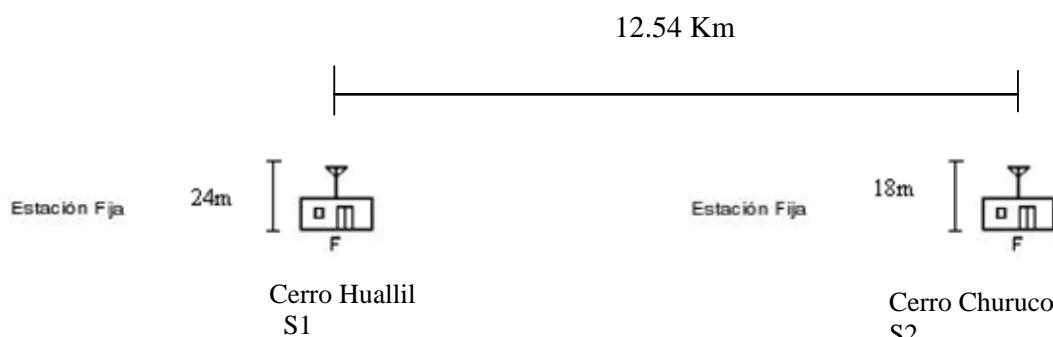
Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace.

NOTA: Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.

6) GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO



7) ESQUEMA DEL SISTEMA





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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

DIRECCIÓN : Av. Del Estadio, Edificio el estadio

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Azuay	Cuenca	Cerro Huallil	3° 4'30,6"S	78° 48'58"W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (Mhz)	S_{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S_{lim} POBLACIONAL (W/m ²)
2000 – 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	24 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		16,62077014
5 m		17,24093965
10 m		19,29378138
20 m		25,92778432
50 m		52,65216045

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0.200 W	27dBi	91.8310752 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

DISTANCIA	$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m	1602,185	0,05731615
5 m	1668,125	0,055050476
10 m	1903,625	0,048240108
20 m	2845,625	0,032270969
50 m	9439,625	0,009728255

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Bravo	Quezada	Omar Gustavo	01-03-440
e-mail: gustavo@sistelauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662	
DIRECCION: Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA	

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

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

NOMBRE:	FECHA:	
		FIRMA

FORMULARIO PARA PATRONES DE RACIACION DE ANTENAS

RC - 3B

Elab.: DGGER

Versión. 01

¹⁾ Cod Cont:

2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

MARCA: HyperLink

MODELO: HG5827G

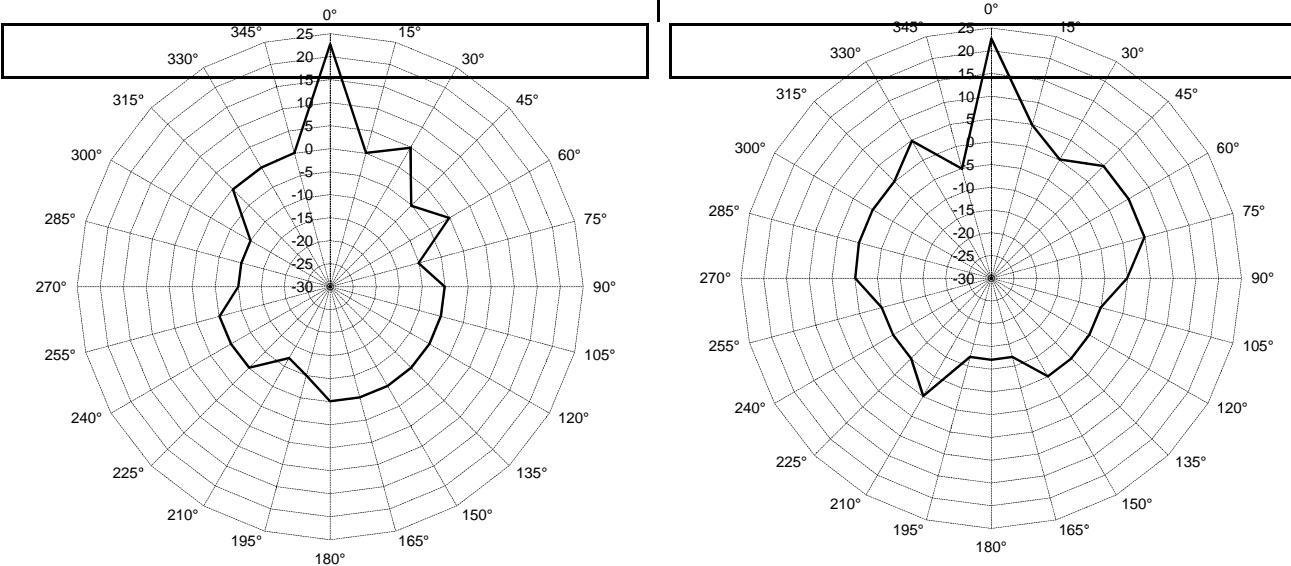
TIPO: Die Cast Reflector Grid

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

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	
HORIZONTAL	22,7	0,1	4,86	-5,1	-0,1	-10	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-10	-12	-5,1	-5,1	-5,1	-10	-10	-10	-0,1	-0,1	0,1
VERTICAL	22,7	4,86	0,14	4,86	4,86	4,86	-0,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-12	-12	-12	-0,1	-5,1	-5,1	-5,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	4,86	-5,1	

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

MARCA:

MODELO:

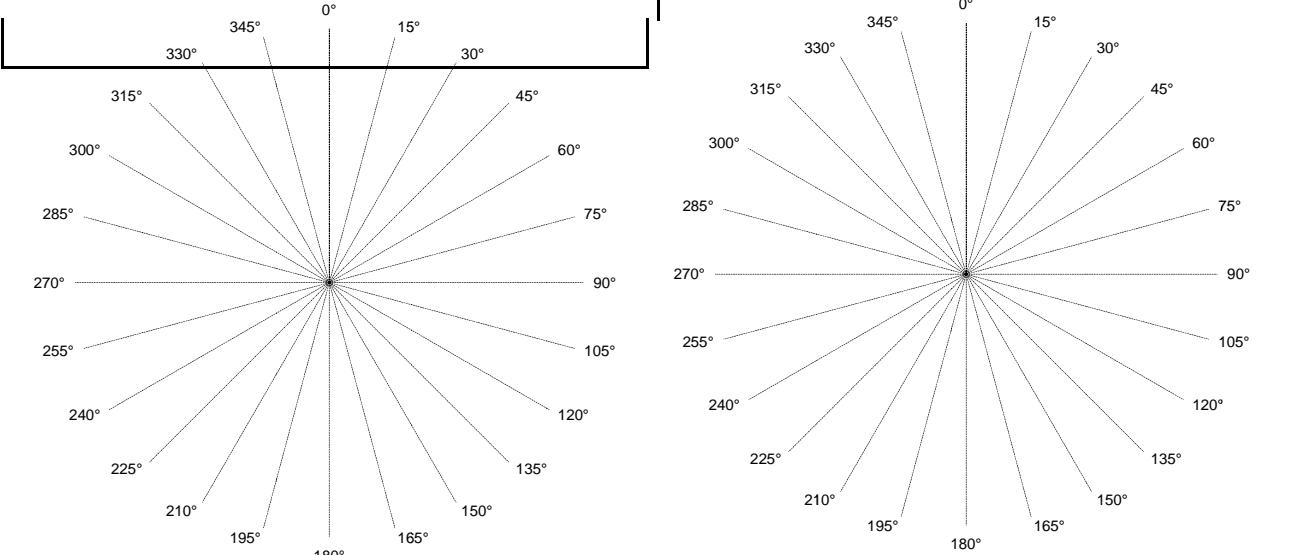
TIPO:

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

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL																								
VERTICAL																								

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL





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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Megadatos.		
DIRECCIÓN :	Av. Del Estadio, Edificio el estadio		

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) ('")	LONGITUD (°) ('")
Azuay	Cuenca	Cerro Churuco	3°10'59,4" S	78°47'0,4" W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (Mhz)	S_{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S_{lim} POBLACIONAL (W/m ²)
2000 - 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	18 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		16,62077014
5 m		17,24093965
10 m		19,29378138
20 m		25,92778432
50 m		52,65216045

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0,200 W	27dbi	91.8310752 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$		
DISTANCIA	VALOR DE $(\pi * R^2)$	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m	867,425	0,1058663
5 m	933,365	0,0983871
10 m	1168,865	0,078564313
20 m	2110,865	0,043504002
50 m	8704,865	0,010549397

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Bravo	Quezada	Omar Gustavo	01-03-440
e-mail: gustavo@sistelaastro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662	
DIRECCION: Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:		
		FIRMA	

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

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

NOMBRE:	FECHA:	
---------	--------	--

CIDMA

**FORMULARIOS
CHURUCO- GUAYUSAL**

**FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS**RC - 3A
Elab.: DGGER
Versión: 021)
Cod. Cont:**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:	A1	A2
MARCA:	Hyperlink	Hyperlink
MODELO:	HG5158DP-32D	HG5158DP-32D
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5850 MHz	5150-5850 MHz
TIPO:	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish
IMPEDANCIA (ohmios):	50 Ohm	50 Ohm
POLARIZACION:	HORIZONTAL - VERTICAL	HORIZONTAL - VERTICAL
GANANCIA (dBd):	29.85	29.85
DIÁMETRO (m):	0,9m	0,9m
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	313,8°	133°
ANGULO DE ELEVACION (°):	3.7°	-4,10°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	18m	18m

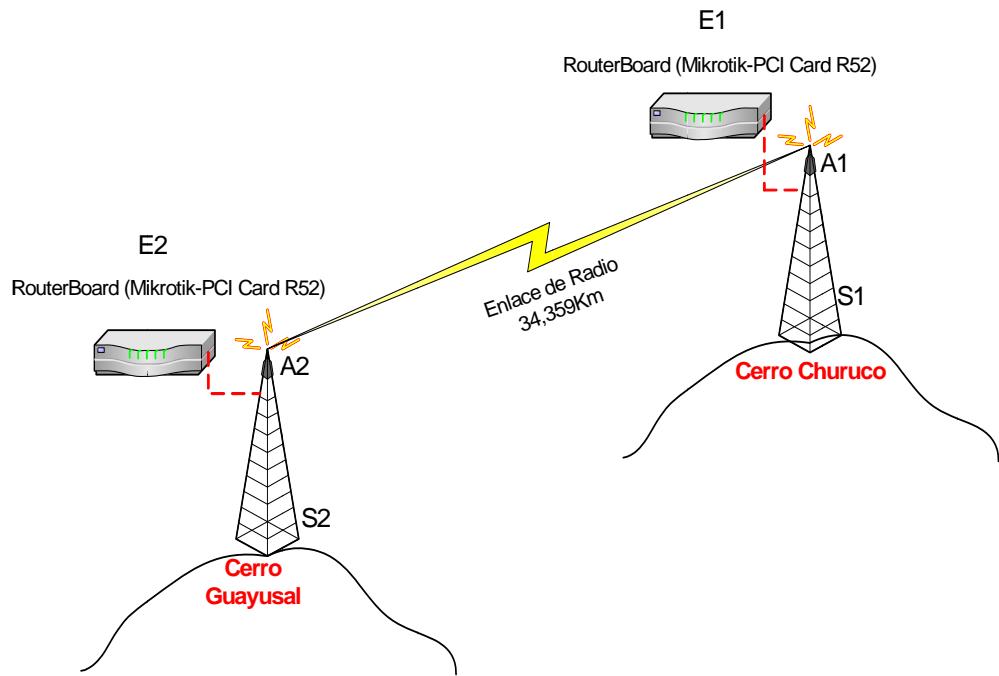
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 5	ANTENA 6
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

NOTA: Se debe adjuntar los patrones de radicación tanto vertical como horizontal por cada marca y modelo de antena utilizada en el sistema de radiocomunicaciones, así como también las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.

1)
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

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

1)
 Cod.Cont.:

FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(C)	<u>C</u> ONCESION	<u>R</u> ENOVACION	<u>M</u> ODIFICACION	FRECUENCIAS <u>T</u> EMPORALES
3) TIPO DE USO DE FRECUENCIAS:	(PR)	USO- <u>P</u> RIV	USO- <u>C</u> OM	USO- <u>E</u> XP	USO- <u>R</u> ES USO- <u>S</u> OC
4) TIPO DE SISTEMA:	(PR)	<u>P</u> RIVADO	<u>E</u> XPLORACION		
5) SERVICIO:	(RD)	FM- <u>R</u> DV	FM- <u>S</u> B	FM- <u>R</u> A	F- <u>E</u> R FMS- <u>F</u> S FMS- <u>M</u> S FM- <u>T</u> R

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

6)

PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	CI:
-------------------	-------------------	----------	-----

7)
CARGO:

PERSONA JURIDICA

8)
NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

9) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones	RUC: 1791287541001
---	--------------------

10)
DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio
e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543

11)
CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
----------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662
---	----------	-------------------------------

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	
		FIRMA

12)
CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

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

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	
		FIRMA

13)
OBSERVACIONES:

14)

PARA USO DE LA SNT

SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ()	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ()	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ()	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ()
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ()	FE PRESENTACION CC.FF.AA. ()	CERT. NO ADEUDAR SNT ()	CERT. NO ADEUDAR SUPTEL ()



FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL

RC - 1B
Elab.: DGGER
Versión: 02

1)
No. Registro:

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD: (G) REGISTRO RENOVACION MODIFICACION

3) TIPO DE SISTEMA: (PR) PRIVADO EXPLOTACION

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

4)

PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	Cl:
-------------------	-------------------	----------	-----

5) CARGO:

PERSONA JURIDICA

6) NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Telecomunicaciones	RUC: 1791287541001
--	-----------------------

DIRECCION

PROVINCIA: Azuay	CIUDAD: Cuenca	DIRECCION: Av. Del Estadio, Edificio el estadio
---------------------	-------------------	--

e-mail: soporte@megadatos.net	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2886543
----------------------------------	----------	-------------------------------

9) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)

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

APELLIDO PATERNO: Bravo	APELLIDO MATERNO: Quezada	NOMBRES: Omar Gustavo	LIC. PROF.: 03-01-440
----------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662
-----------------------------------	----------	-------------------------------

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y NO): Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA
---	--------	-------

10) CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

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

Declaro que:

- En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda.
- Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.

NOMBRE: Bravo Quezada Omar Gustavo	FECHA:	FIRMA
---------------------------------------	--------	-------

11) OBSERVACIONES:

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

2) ESTRUCTURA 1

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Soportada con Tensores	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 3598 m.s.n.m
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 18 m

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (W)
Morona Santiago	Gualaquiza	Cerro Churuco	3°10'59,4"S	78°47'0,4"W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X) NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
-----------------	------------------	------------	------------------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
---------------------	---------------	-----------------------	-------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____
---------------	-----------------------	---------	-------------

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Sr. Johnny Jácome

2) ESTRUCTURA 2

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre Soportada con Tensores	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1243 m.s.n.m.
--	--

CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S2	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 18 m
--	--

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (W)
Morona Santiago	Gualaquiza	Cerro Guayusal	3°23'51" S	78°33'34,6" W

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI (X) NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
-----------------	------------------	------------	------------------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI (X) NO ()
-----------------------	---------------	-----------------------	---------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____
---------------	-----------------------	---------	-------------

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Radio Morona

2) ESTRUCTURA 3

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
--------------------------------	-------------------------------------

CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):
--------------------------------------	--

3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) ('") (S/N)	LONGITUD (W) (°) ('") (W)

4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:

PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
-----------------	------------------	------------	------------------

OTROS (Describa):

5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:

LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
---------------------	---------------	-----------------------	-------------------------------

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO:
---------------	-----------------------	---------	-------

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

TIPO DE ESTACION:	FIJA	FIJA		
CODIGO DEL EQUIPO:	EMK0001/EMK0004	EMK0001/EMK0004		
MARCA:	MIKROTIK	MIKROTIK		
MODELO:	Mini-PCI Card R52	Mini-PCI Card R52		
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	27MHz	27MHz		
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	20	20		
TIPO DE MODULACION:	64QAM	64QAM		
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	54000	54000		
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,2 W	0.2 W		
RANGO DE OPERACION (MHz):	4920 to 6100 MHz	4920 to 6100 MHz		
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	13dBm/-71dBm	13dBm/-71dBm		
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	*****	*****		

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

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

1) No. Registro:

 2)
CLASE DE SISTEMA

PRIVADO EXPLORACION (E)

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

3)

CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO

No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	<i>TIPO DE OPERACION</i> SECUENCIA DIRECTA ; TDMA; FHSS ; HIBRIDO ; OFDM; OTRAS	DISTANCIA DEL ENLACE (Km)
L3	5725 – 5850 MHZ	(0)	34.41 Km

 4)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

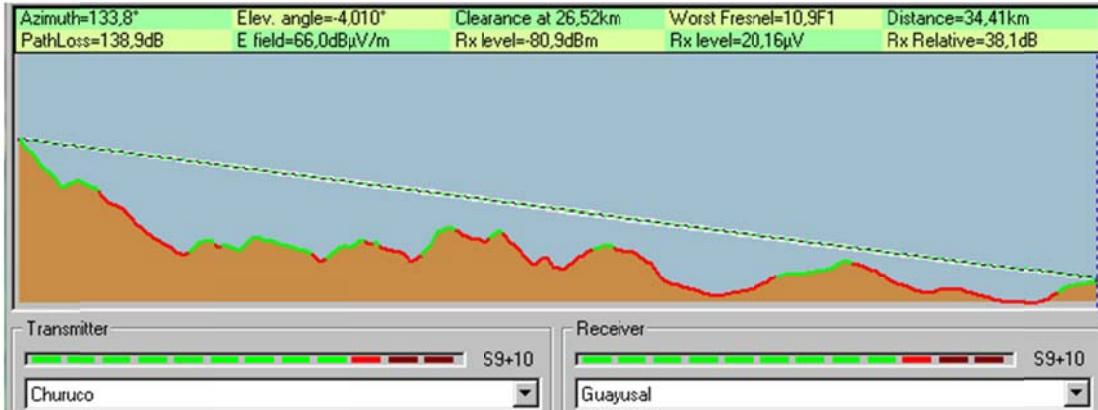
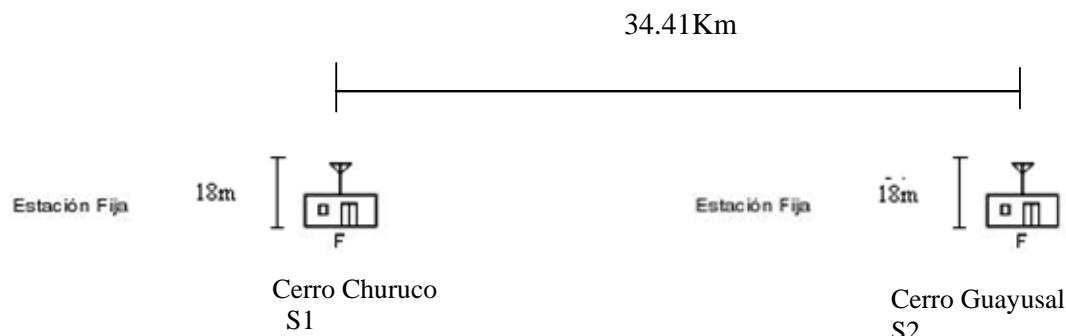
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)	POTENCIA MAXIMA DE SALIDA (mW)	EQUIPO UTILIZADO
F1	A	S1	A1	200mW	EMK0001/EMK0004
F2	A	S2	A2	200mW	EMK0001/EMK0004

 5)
PERFIL TOPOGRAFICO

DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)	3598	2508	1926	1814	1765	2051	1437	1523	1053	1412	1322	916	1243

Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace.

NOTA: Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.

 6)
GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO

 7)
ESQUEMA DEL SISTEMA




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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA: MEGADATOS S.A.

DIRECCIÓN : Av. Del Estadio, Edificio el estadio

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Morona Santiago	Gualاقiza	Cerro Churuco	3°10'59,4"S	78°47'0,4"W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (Mhz)	S_{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S_{lim} POBLACIONAL (W/m ²)
2000 – 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	18 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		16,62077014
5 m		17,24093965
10 m		19,29378138
20 m		25,92778432
50 m		52,65216045

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0.200 W	32 dB	291.092 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

$$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$$

DISTANCIA	VALOR DE $(\pi * R^2)$	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m	867,425	0,335581981
5 m	933,365	0,311873919
10 m	1168,865	0,249038341
20 m	2110,865	0,137901855
50 m	8704,865	0,033440174

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Bravo	Quezada	Omar Gustavo	01-03-440
e-mail: gustavo@sistemauro.com	CASILLA:		TELEFONO / FAX: 07-2806662
DIRECCION: Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:		FIRMA

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

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

NOMBRE:	FECHA:	
		FIRMA



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

RC-15A
RNI-T1

Fecha:

1) USUARIO :

NOMBRE DE LA EMPRESA:	MEGADATOS S.A.		
DIRECCIÓN :	Av. Del Estadio, Edificio el estadio		

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Morona Santiago	Gualajiza	Cerro Guayusal	3°23'51"S	78°33'34,6"W

3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (Mhz)	S_{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S_{lim} POBLACIONAL (W/m ²)
2000 – 300000 MHz	50	10

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) :	18 m	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		16,62077014
5 m		17,24093965
10 m		19,29378138
20 m		25,92778432
50 m		52,65216045

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
0.200 W	32 dBi	291.092 W

6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S_{lim} (W/m ²)
2 m	867,425	0,335581981
5 m	933,365	0,311873919
10 m	1168,865	0,249038341
20 m	2110,865	0,137901855
50 m	8704,865	0,033440174

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

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

APELLIDO PATERO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Bravo	Quezada	Omar Gustavo	01-03-440
e-mail: gustavo@sistelauro.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 07-2806662	
DIRECCION: Av. Yanahurco 17-113 y Clodoveo Dávila	FECHA:	FIRMA	

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

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

NOMBRE:	FECHA:	
		FIRMA

FORMULARIO PARA PATRONES DE RACIACION DE ANTENAS

RC - 3B

Elab.: DGGER

Versión. 01

1) Cod Cont:

2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

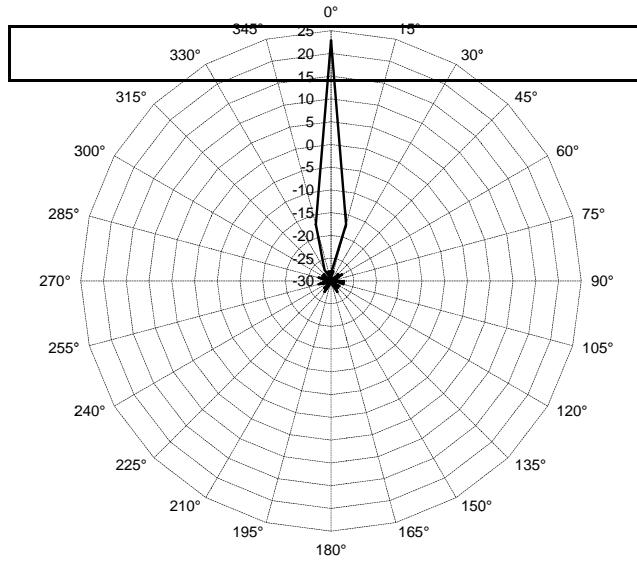
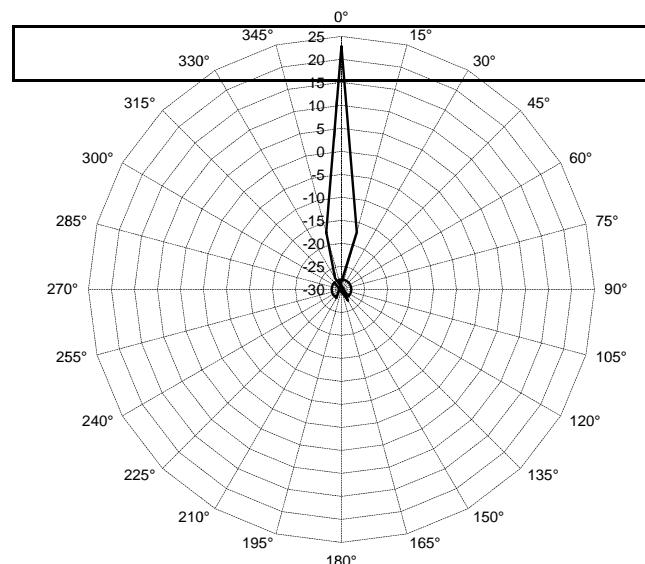
MARCA:	HyperLink	MODELO:	HG5158DP-32D	TIPO:	Broadband Dual Polarized Solid Parabolic Dish
--------	-----------	---------	--------------	-------	---

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

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL	22,9	-17	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-27	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-27	-17
VERTICAL	22,9	-17	-32	-32	-27	-32	-27	-27	-32	-32	-27	-32	-32	-32	-27	-32	-32	-27	-32	-32	-32	-32	-27	-17

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



2)

PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

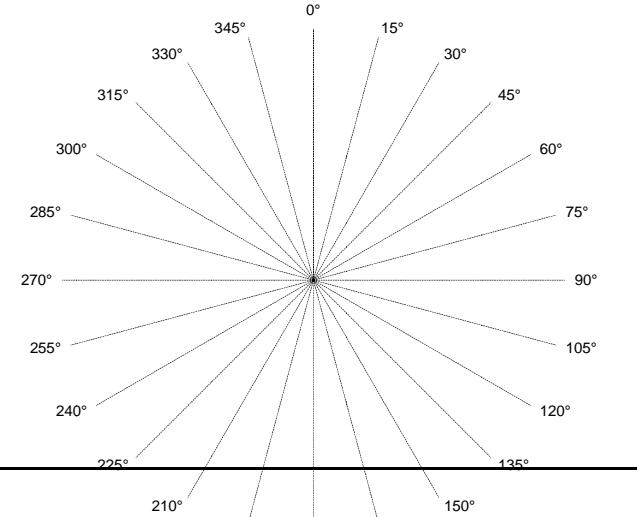
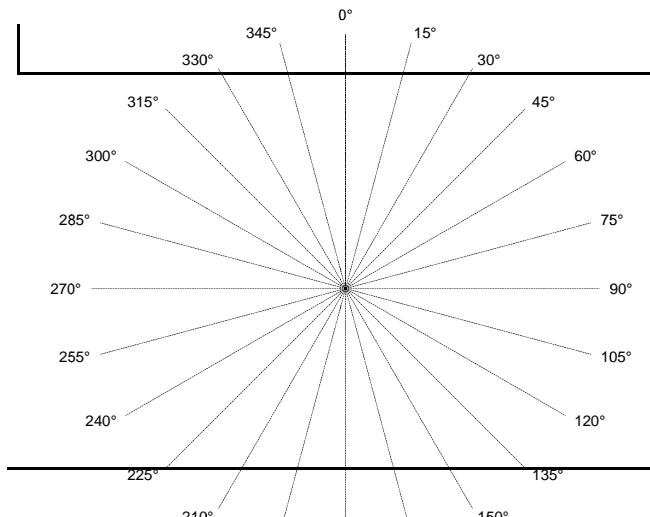
MARCA:		MODELO:		TIPO:	
--------	--	---------	--	-------	--

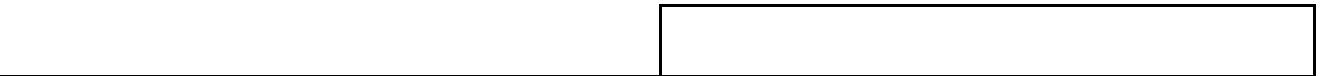
Ingrese los valores de ganancia (dBd) para cada radial.

RADIAL \ PLANO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL																								
VERTICAL																								

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL





ROUTERBOARDS

RB250GS



RB411AH



RB450



RB411



RB411UAHR



RB450G



RB411R



RB433



RB493



RB411AR



RB433AH



RB493AH



RB411U



RB433UAH



RB600A



RB750



RB800



RB1000U



RB750G



RB1000



RB1100



ENCLOSURES

RB411 case



RB450 case



Big outdoor case



RB411U case



RB493 case



Small Outdoor case



RB433U case



RB800 case



Mounting bracket



INTERFACES

RB11



R52Hn



R52nM



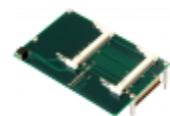
RB11E



R5H



RB/502



RB14



R5nH



RB/604



R52



R2N



RB/816



R52H



R52N



ACCESSORIES

24V power supply



48v power supply



uFL pigtail



5VUSB



PoE Injector



MMCX pigtail



Gigabit PoE injector



24V hi-power supply



uFl antenna

