

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA NUEVA RED DE COMUNICACIONES
DE VOZ DE LA POLICIA NACIONAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”.**

ESCOBAR MENDEZ VERONICA YOLANDA

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2010

CERTTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA NUEVA RED DE COMUNICACIONES DE VOZ DE LA POLICIA NACIONAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”**, ha sido desarrollado en su totalidad por la Srta. Escobar Méndez Verónica Yolanda.

Ing. Rodrigo Silva

Ing. Darwin Aguilar

RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO

El presente proyecto de Grado contiene el estudio, análisis y diseño de ingeniería para la ampliación del sistema troncalizado de comunicaciones SmartZone 4.1 de la Policía Nacional del Ecuador en la Provincia de Pichincha.

La ampliación del sistema de comunicaciones troncalizado consiste en aumentar 5 sitios de repetición estratégicamente ubicados de tal manera que, se pueda ampliar el área geográfica de cobertura dentro de la provincia. Estos sitios de repetición son Mitaloma, Monteserrín, La Viudita, Yamboya y Cerro de Osos y deben integrarse a los sitios de repetición existentes en el sistema con similares características.

En la parte inicial de este documento se realizó un análisis del estado actual del sistema de comunicaciones en la provincia de Pichincha y un survey de exploración en los nuevos sitios de repetición. Para facilitar el estudio de ingeniería, diseño e implementación el proyecto se divide en módulos técnicos. Estos módulos son cobertura, análisis de tráfico, sistema de energía, equipos repetidores, sistema irradiación de radiofrecuencia, enlaces de radio – microonda, multiplexación, sistema de protección y puesta a tierra.

Se finaliza realizando la implementación de los nuevos sitios de repetición y realizando pruebas siguiendo un protocolo de pruebas del fabricante Motorola Inc.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres por entender el sacrificio del deber cumplido y ser los precursores e incentivadores de mi superación personal del día a día. A mis hermanas por sus consejos y apoyo incondicional, gracias a la motivación de una de ellas, estoy culminando la carrera de Ingeniería Electrónica, y finalmente a todas las personas que directa e indirectamente dieron su tiempo, compartieron conocimientos, momentos de alegría, tristeza, sobre todo a Dios guía infinita de mi vida.

Verónica Escobar M.

AGRADECIMIENTO

- A Oficina Comercial Raymond Wells por el apoyo recibido al patrocinar el presente, como proyecto de Tesis.

- Al Sr. Raymond Wells, al Sr. Ing. Mark Wells y al Sr. Ing John Well, por acogerme en su empresa y permitir ser parte de ella, por las consideraciones recibidas y los permisos obtenidos, mismos que de no ser por ellos, no se hubiera podido concluir con este propósito, al Sr. Ing. Roberto Ortega por el cumulo importante de conocimientos emitidos y al Sr. Ing. Fernando Gavilanes por ser la guía fundamental y dar la directriz en el desarrollo de este proyecto.

- Al departamento de Ingeniería y Ventas, al departamento Técnico y de Servicio de Oficina Comercial Raymond Wells por la colaboración permanente en el manejo de información y medios tecnológico.

- A la Escuela Politécnica de Ejército y por su intermedio a todos los señores Docentes, los mismos que a lo largo de la carrera universitaria dieron los conocimientos necesarios para formar en mí, una profesional integra.

- Al Sr. Ing. Rodrigo Silva y al Sr. Ing. Darwin Aguilar quienes como Director y Codirector de Tesis respectivamente, dieron el lineamiento y criterio necesario para la elaboración del presente proyecto.

- Finalmente, un agradecimiento especial al Sr. Ing. Luis Lara por el apoyo en los momentos cruciales, por los consejos oportunos y por la constante preocupación, que hicieron posible terminar mi carrera universitaria con éxito.

PRÓLOGO

La Policía Nacional posee un sistema de radiocomunicaciones móviles troncalizado a nivel nacional que está basado en el protocolo SmartZone versión 4.1, cuyo rango de operación está en los 800 MHz, del fabricante Motorola Inc. Este sistema cumple con el estándar APCO 16. Existen varias Provincias que cuentan con sitios de repetición que cubren una extensa área geográfica de nuestro país, sin embargo, hay lugares que no son cubiertos por este sistema, por tanto se requiere cubrir.

El punto de inicio de la ampliación de cobertura del sistema de radiocomunicaciones es la Provincia de Pichincha con 5 nuevos sitios de repetición. Oficina Comercial Raymond Wells (Distribuidor Autorizado de Motorola Inc. en el país) es la empresa que ejecutará el proyecto de ampliación del sistema troncalizado SmartZone 4.1.

El presente proyecto describe el diseño y la implementación de la ampliación de la red troncalizada de la Policía Nacional en Pichincha con cinco (5) nuevos sitios de repetición, los cuales deben ser integrados a la red del sistema existente como una actualización. Los sitios escogidos se encuentran ubicados en lugares estratégicos para mitigar los problemas de falta de cobertura dentro de la Provincia de Pichincha, estos son: Mitaloma, Monteserrín, Cerro de Osos, La Viudita y Yamboya.

En los cinco nuevos sitios se implementará la infraestructura física que consta de caseta de equipos de comunicación, torre auto soportada, caseta para generador eléctrico, sistema de puesta a tierra para protección de los equipos, así como el equipamiento electrónico y eléctrico necesarios tales como el subsistema de repetidoras (canales de repetición) con su respectivo sistema de irradiación de radiofrecuencia de transmisión y recepción, sistema de energía eléctrica, sistema de protecciones. Se realizará además la conectividad de estos cinco sitios, los cuales serán denominados como sitios de repetición remotos, con el sitio principal que se encuentra ubicado dentro

de las instalaciones de la Dirección Nacional de Comunicaciones de la Policía Nacional (DNC) en Quito, que es donde se encuentra el equipo necesario para integrarlos a la red de comunicaciones troncalizada actual. La conectividad de estos sitios se realiza utilizando enlaces de radio-microonda. Las zonas que la Policía Nacional pretende cubrir con su sistema de comunicaciones desde los sitios de repetición respectivos se describen a continuación:

El sitio de repetición que se ubicará en la montaña de Mitaloma, situada en San Juan de Calderón al noreste de la ciudad de Quito, cubrirá sitios como la Mitad del Mundo, Guayllabamba, Panamericana Norte Vía Cayambe y Cayambe.

Monteserrín es otro nuevo sitio de repetición, a 3 Km de Cayambe en un barrio llamado Monteserrín en el Noreste de la Provincia de Pichincha está dirigido a cubrir las zonas de Tumbaco, el Quinche, el sector del nuevo Aeropuerto (Tababela).

La Viudita, sitio de repetición ubicado en Aloag en el Sur suroeste de Quito, cubrirá los sectores del sur de Quito, Cutuglahua, Tambillo, Machachi, un tramo de la carretera Quito - Santo Domingo.

Yamboya, sitio de repetición ubicado en Tandapi en el Oeste suroeste de la Provincia de Pichincha, será diseñado para cubrir los sectores de Tandapi, y una extensa área de la Carretera Quito – Santo Domingo.

Cerro de Osos, sitio de repetición ubicado en el noroeste de la Provincia de Pichincha, en la carretera Calacalí - La Independencia, cubrirá Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, Nanegalito, entre los principales sectores.

Los enlaces de radio-microonda nuevos, los cuales se unen a la infraestructura antigua son: Enlace Bombolí – Cerro de Osos, Enlace Yamboya – La Viudita, Enlace La Viudita – Puengasí, Enlace Puengasí – Mitaloma y Enlace Mitaloma – Monteserrín.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.2 ARQUITECTURA ACTUAL DE LA RED.....	5
 CAPITULO 2.....	 14
2.1 TECNOLOGÍA.....	14
2.1.1 Tipos de comunicación.....	14
o Simplex.....	14
o Semiduplex.....	15
o Fulduplex.....	15
2.1.2 Sistemas de Comunicaciones Convencionales.....	16
2.1.3 Sistemas de Comunicaciones Troncalizadas.....	18
2.1.4 Sistemas Troncalizado SmartZone.....	23
o Proceso de una llamada básica.....	23
o Configuración Básica del sistema SmartZone y sus componentes.....	29
o Controlador de Zona MCZ3000.....	30
o Conmutador de Audio.....	35
o Sistema de gestión y manejo de zona.....	37
o Servidores.....	38
o Banco de Canales – Multiplexor.....	42
o Servidor Terminal.....	45
o Equipos Multiplexores.....	44
o Sistema integrado de Area Extendida.....	46
2.2 ASPECTOS DE REGULACIÓN.....	46
2.2.1 Reglamento de sistemas troncalizados.....	51
o Información técnica y operativa.....	52
o Autorización de uso de frecuencia.....	52
2.2.2 Operaciones sin concesión.....	56
o Exoneración de Requisitos.....	56
o Instalación y Operación.....	56
o Derechos y obligaciones.....	58
o De Las Infracciones Y Sanciones.....	60
 CAPITULO 3.....	 60
3.1 DISEÑO DE LA RED.....	60
3.1.1 Sitio Remoto.....	60
o Cobertura.....	64
o Análisis de Trafico.....	67
o Sistema de Energía.....	70
o Equipos repetidores.....	76
o Sistema de Irradiación de Radiofrecuencia.....	84
o Enlaces de radio-microonda.....	91
o Multiplexación.....	112
o Sistema de protección y puesta a tierra.....	125
3.1.2 Sitio Principal.....	135
3.2 SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	136
3.2.1 Características y Prestaciones del sistema SmartZone.....	136
o Registro Automática de Unidades.....	137
o Desregistro Automática de Unidades.....	138
o Indicación de la Intensidad de la Señal y Selección Automática del sitio.....	139
o Transferencia Automática de Llamada.....	140
o Asignación Dinámica de Sitio.....	141
o Exclusión del Sitio Ocupado.....	141
o Asignación del Sitio Crítico.....	142
o Acceso de Usuario Crítico (opcional).....	142
o Sitio Preferido.....	143
o Troncalización por Mensaje o por Transmisión por Grupo.....	143
o Localización de Usuario (Sitio).....	144
o Indicación de Emergencia en Unidades.....	144
o Indicación de Troncalización Local en Unidades.....	144
o Acceso Rápido del Despachador.....	144

3.2.2	<i>Capacidades de llamadas del sistema</i>	145
o	Llamada de Grupo (Talkgroup Call).....	145
o	Llamada Multi – Grupo.....	146
o	Llamada Privada.....	146
o	Llamada de Alerta.....	147
o	Llamada y Alarma de Emergencia.....	148
CAPITULO 4	.....	150
4.1	DETERMINACIÓN DE ESPACIO DE EQUIPOS POR SITIO.....	150
4.1.1	<i>Equipos electrónicos en racks</i>	150
4.1.2	<i>Sistema de baterías en racks</i>	151
4.2	ESPECIFICACIÓN DE ESTRUCTURA FÍSICA POR SITIO.....	153
4.2.1	<i>Estructura Shelter de comunicaciones</i>	153
4.2.2	<i>Estructura Torre</i>	155
o	Estructura portante principal (Torre).....	155
o	Escalerillas porta-cables.....	157
o	Escaleras Personales.....	157
o	Plataforma, sistema de tierras y soporte de antenas.....	158
o	Pernos de anclaje principal.....	159
o	Fundición de torre.....	159
o	Soldadura.....	161
o	Galvanizado y acabados.....	161
o	Cargas verticales.....	162
o	Cargas horizontales.....	162
o	Carga de antenas.....	162
o	Normas a ser aplicadas.....	163
4.2.3	<i>Infraestructura total</i>	163
CAPITULO 5	.....	144
5.1	Sitio Maestro.....	144
5.1.1	<i>Interacción de las bases de batos de los servidores y controlador de Zona</i>	144
o	Base de datos a nivel del sistema.....	145
5.1.2	<i>Conjunto de programas de administración</i>	150
o	Aplicaciones a nivel de Sistema.....	172
o	Aplicaciones a nivel de Zona.....	172
5.1.3	<i>Programa Administrador de la configuración de la zona</i>	173
5.1.4	<i>Programa Administrador de la configuración de usuarios</i>	187
CAPITULO 6	.....	189
6.1	INSTALACIÓN.....	189
6.1.1	<i>Mitaloma</i>	189
6.1.2	<i>Monteserrín</i>	197
6.1.3	<i>La Viudita</i>	200
6.1.4	<i>Yamboya</i>	204
6.1.5	<i>Cerro de Osos</i>	206
6.1.6	<i>Bombolí</i>	209
6.1.7	<i>Puengasí</i>	210
6.2	PRUEBAS.....	211
6.2.1	<i>Sitio de Repetición</i>	211
o	Pruebas y mediciones de energía en equipos.....	212
o	Prueba de conmutación al banco de baterías.....	213
o	Prueba de carga del banco de baterías.....	214
o	Pruebas Enlace Microonda.....	214
o	Pruebas Troncalización de Sitio.....	219
CONCLUSIONES	.....	238
RECOMENDACIONES	.....	239
ANEXOS	.....	240
ANEXO A. NORMATIVA TECNICA	.....	241
ANEXO B. CATALOGOS DE LOS EQUIPOS	.....	247
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	.....	274

INDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Número de Microondas en Prov. Pichincha.....	3
Tabla. 1.2. Número de Microondas Nuevas en Prov. Pichincha.....	5
Tabla. 1.3. Número de Sitios en Prov. Pichincha.....	6
Tabla. 1.4. Número de Canales en Prov. Pichincha.....	6
Tabla. 1.5. Número de Canales por sitio de Repetición.....	6
Tabla. 1.6. Número de Grupos de Conversación por Provincia.....	7
Tabla. 1.7. Número de Identificaciones de Radios por Provincia.....	7
Tabla. 1.8. Descripción de Equipos en el Sitio Principal.....	11
Tabla. 1.9. Descripción de Equipos en Sitios de Repetición.....	13
Tabla. 3.1. Parámetros considerados para calculo de Tráfico.....	67
Tabla. 3.2. Número de canales requeridos por sitio de repetición.....	69
Tabla. 3.3. Parámetros considerados para el cálculo.....	72
Tabla. 3.4. Consumo de las cargas eléctricas de corriente directa.....	73
Tabla. 3.5. Consumo de las cargas eléctricas de corriente alterna.....	74
Tabla. 3.6. Listado de equipos del sistema de energía.....	75
Tabla. 3.7. Conexiones de los equipos repetidores.....	78
Tabla. 3.8. Conexiones entre MW y Banco de Canales.....	79
Tabla. 3.9. Direcciones IP de los equipos repetidores.....	82
Tabla. 3.10. Frecuencias asignadas para los canales de los sitios de repetición.....	83
Tabla. 3.11. Listado de equipos para conexión de repetidores.....	84
Tabla.3.12. Listado de equipos y accesorios del sistema de irradiación de RF de transmisión.....	87
Tabla.3.13. Listado de equipos y accesorios del sistema de irradiación de RF de recepción.....	91
Tabla. 3.14. Resultados enlace La Viudita – Yamboya.....	95
Tabla. 3.15. Resultados enlace Monteserrín – Mitaloma.....	98
Tabla. 3.16. Resultados enlace Cerro de Osos-Bombolí.....	101
Tabla. 3.17. Resultados enlace Puengasí-La Viudita.....	104
Tabla. 3.18. Resultado enlace Mitaloma-Puengasí.....	107
Tabla.3.19. Listado de equipos y accesorios del sistema de microonda.....	111
Tabla. 3.20. Canalización sitio Monteserrín.....	114
Tabla. 3.21. Canalización sitio Yamboya.....	115
Tabla. 3.22. Canalización sitio Cerro de Osos.....	115
Tabla.3.23. Canalización de La Viudita.....	117
Tabla. 3.24. Canalización de Mitaloma.....	117
Tabla.3.25. Canalización de Bombolí.....	118
Tabla. 3.26. Canalización TeNSr 00B en el sitio principal.....	121
Tabla. 3.27. Canalización TeNSr 00 en el sitio principal.....	122
Tabla. 3.28. Conexiones de los diferentes cable utilizados para la multiplexación.....	124
Tabla.3.29. Listado de equipos y accesorios del sistema de multiplexación.....	125
Tabla. 3.30. Listado de equipos y accesorios del sistema de multiplexación.....	135
Tabla. 5.1. Interacción entre los servidores en el sitio principal.....	171
Tabla. 6.1 Mediciones de rectificadores.....	212
Tabla.6.2. Medición de corriente en los equipos repetidores.....	213
Tabla. 6.3 Mediciones de voltaje de descarga del banco de baterías.....	213
Tabla. 6.4 Mediciones de corriente de carga del banco de baterías.....	214
Tabla. 6.5. Niveles de Recepción y transmisión en Enlaces de Microonda Parte 1.....	218
Tabla. 6.6. Niveles de Recepción y transmisión en Enlaces de Microonda Parte 2.....	218
Tabla. 6.7. Prueba de BER en enlaces Parte 1.....	219
Tabla. 6.8. Prueba de BER en enlaces Parte 2.....	219
Tabla. 6.9. Prueba en el transmisor del repetidor de Mitaloma.....	221
Tabla. 6.10. Prueba en el transmisor del repetidor de Monteserrín.....	222
Tabla. 6.11. Prueba en el transmisor del repetidor de La Viudita.....	223
Tabla. 6.12. Prueba en el transmisor del repetidor de Yamboya.....	224
Tabla. 6.13. Prueba en el transmisor del repetidor de Cerro de Osos.....	225
Tabla. 6.14. Pruebas en el receptor del repetidor de Mitaloma.....	229
Tabla. 6.15. Pruebas en el receptor del repetidor de Monteserrín.....	229
Tabla. 6.16. Pruebas en el receptor del repetidor de La Viudita.....	230
Tabla. 6.17. Pruebas en el receptor del repetidor de Yamboya.....	230
Tabla. 6.18. Pruebas en el receptor del repetidor de Cerro de Osos.....	231
Tabla. 6.19. Pruebas en combinador Mitaloma.....	233
Tabla. 6.20. Pruebas en combinador Monteserrín.....	233

Tabla. 6.21. Pruebas en combinador La Viudita.....	233
Tabla. 6.22. Pruebas en combinador Yamboya.....	234
Tabla. 6.23. Pruebas en combinador Cerro de Osos.....	234
Tabla. 6.24. Pruebas en combinador Sitios de Repetición.....	235

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Topología del Sistema Nuevos Sitios Troncalizados Prov. Pichincha.....	4
Figura. 1.2. Móvil/Base Motorola Astro XTL 1500.....	8
Figura. 1.3. Portátil Motorola Astro XTS 1500.....	8
Figura. 1.4. Diagrama de bloques del Sitio Principal del Sistema SmartZone de la Policía Nacional.....	10
Figura. 1.5. Diagrama General Sistema Troncalizado Policía Nacional Del Ecuador.....	12
Figura. 2.1. Comunicación Simplex.....	15
Figura. 2.2. Equipo repetidor full – dúplex.....	16
Figura. 2.3. Equipos repetidores enlazados.....	17
Figura. 2.4. Canal Convencional con varios grupos de conversación.....	20
Figura. 2.5. Acceso de usuarios a un sitio de repetición troncalizado.....	20
Figura. 2.6. Esquema de un sitio de repetición troncalizado.....	21
Figura. 2.7. Proceso de llamada: pasos 1 y 2.....	24
Figura. 2.8. Proceso de llamada: pasos 3 y 4.....	25
Figura. 2.9. Proceso de llamada: paso 5.....	25
Figura. 2.10. Proceso de llamada: paso 6.....	26
Figura. 2.11. Proceso de llamada: pasos 7 y 8.....	27
Figura. 2.12. Proceso de llamada: paso 9.....	27
Figura. 2.13. Proceso de llamada: paso 10.....	28
Figura. 2.14. Configuración del Sistema Troncalizado SmartZone.....	29
Figura. 2.15. Controlador de Zona MCZ3000 con sus equipos de soporte.....	31
Figura. 2.16. Controlador de zona MZC 3000 en configuración redundante.....	32
Figura. 2.17. Vista posterior del Controlador MCZ 3000.....	34
Figura. 2.18. Cable de conexión de la tarjeta sincrónica.....	35
Figura. 2.19. Conmutador de Audio (AEB)	36
Figura. 2.20. Sistema de gestión y manejo de zona.....	38
Figura. 2.21. Chasis con servidores a nivel de zona.....	39
Figura. 2.22. Chasis con servidores a nivel de sistema.....	41
Figura. 2.23. Vista frontal del banco de canales.....	44
Figura. 2.24. Vista posterior del banco de canales.....	45
Figura. 2.25. Proceso una llamada en Área extendida.....	48
Figura. 3.1. Diagrama de bloques de los módulos en el Sitio de Repetición	63
Figura. 3.2. Comunicación radio portátil Y radio móvil	64
Figura. 3.3. Cobertura desde cinco sitios de repetición hacia radio portátil	66
Figura. 3.4. Cobertura desde cinco sitios de repetición hacia radio móvil.....	66
Figura. 3.5. Diagrama unifilar eléctrico con cargas de corriente directa.....	71
Figura. 3.6. Diagrama unifilar eléctrico con cargas de corriente alterna.....	74
Figura. 3.7. Descripción de la conexión de equipos repetidores en el sitio de repetición.....	77
Figura. 3.8. Canal de repetición Quantar.....	80
Figura. 3.9. Estructura de la dirección IP de los equipos repetidores.....	82
Figura. 3.10. Sistema de Irradiación de RF para Transmisión.....	85
Figura. 3.11. Sistema de Irradiación de Recepción de RF.....	88
Figura. 3.12. Separación entre antenas de Recepción y Transmisión.....	91
Figura. 3.13. Sistema de Microondas cinco nuevos sitios.....	92
Figura. 3.14. Cerro La Viudita.....	93
Figura. 3.15. Cerro Yamboya.....	94
Figura. 3.16. Enlace La Viudita – Yamboya.....	94
Figura. 3.17. Enlace La Viudita – Yamboya.....	95
Figura. 3.18. Cerro Mitaloma.....	96
Figura. 3.19. Cerro Monteserrín.....	97
Figura. 3.20. Enlace Mitaloma – Monteserrín.....	97
Figura. 3.21. Enlace Mitaloma – Monteserrín.....	98
Figura. 3.22. Cerro Bombolí.....	99
Figura. 3.23. Cerro de Osos.....	100
Figura. 3.24. Enlace Bomboli – Cerro de Osos.....	101
Figura. 3.25. Sector Puengasí.....	102
Figura. 3.26. Cerro La Viudita.....	103
Figura. 3.27. Enlace Puengasí – La Viudita.....	103
Figura. 3.28. Enlace Puengasí – La Viudita.....	104
Figura. 3.29. Sector Puengasí.....	105
Figura. 3.30. Cerro Mitaloma.....	106
Figura. 3.31. Enlace Puengasí – Mitaloma.....	106
Figura. 3.32. Enlace Puengasí – Mitaloma.....	107
Figura. 3.33. Unidad de Procesamiento de Señal del sistema de microonda Harris.....	108

Figura. 3.34. Asignación de las direcciones IP en los equipos de enlace de microonda.....	110
Figura. 3.35. Unidad de Radio Frecuencia del sistema de microonda Harris.....	111
Figura. 3.36. Asignación de señales al Banco de Canales – Configuración en Monteserrín, Yamboya y Cerro de Osos.....	112
Figura. 3.37. Asignación de señales al Banco de Canales – Configuración en Mitaloma – La Viudita y Bombolí.....	116
Figura. 3.38. Canalización del sistema de comunicaciones SmarZone de la Policía Nacional.....	119
Figura. 3.39. Interconexión de señales de Enlace de Sitio entre TeNSr y Controladores de Zona.....	120
Figura. 3.40. Conexión de los Bancos de Canales y el Conmutador de audio en el Sitio Principal.....	123
Figura. 3.41. Vista superior del sistema de tierras interno.....	128
Figura. 3.42. Sistema de tierras exterior.....	130
Figura. 3.43. Sistema de tierra, Torre con pararrayos.....	131
Figura. 3.44. Sistema de tierra de cable de transmisión y halo de tierra.....	133
Figura. 4.1. Distribución de equipos en cada rack (Sitio de Repetición)	150
Figura. 4.2. Rack para montaje de baterías.....	152
Figura. 4.3. Distribución de equipos dentro del shelter de comunicaciones.....	152
Figura. 4.4. Shelter de comunicaciones metálico.....	153
Figura. 4.5. Vista Frontal de Shelter de Comunicaciones.....	154
Figura. 4.6. Vista Lateral de shelter de Comunicaciones.....	154
Figura. 4.7. Vista Inferior de Shelter de Comunicaciones.....	155
Figura. 4.8. Estructura Torre.....	156
Figura. 4.9. Detalle B, Escalera para cables de sistema de RF y sistema de Tierra.....	157
Figura. 4.10. Detalle D, Escalera Externa.....	158
Figura. 4.11. Plataforma de descanso.....	158
Figura. 4.12. Detalle del Sistema de Tierras.....	159
Figura. 4.13. Detalle de cimentación de la torre.....	160
Figura. 4.14. Cimentación tipo zapata.....	160
Figura. 4.15. Infraestructura Total (Shelter de telecomunicaciones, torre, caseta de generador eléctrico)	164
Figura. 5.1. Actualización de un registro en la base de datos de Zona.....	167
Figura. 5.2. Flujo de información de la base de datos del servidor del ZSS.....	168
Figura. 5.3. Flujo de información entre el ATR y Controlador de Zona.....	169
Figura. 5.4. Flujo de información entre los servidores del sitio principal.....	170
Figura. 5.5. Ventana con el conjunto de programas PRNM.....	172
Figura. 5.6. Ventana del conjunto de programas Motorola PRNM.....	174
Figura. 5.7. Ventana con las aplicaciones a nivel de zona.....	175
Figura. 5.8. Ventana del programa “Zone Configuration Manager”	176
Figura. 5.9. Ventana con los sitios de repetición IR.....	176
Figura. 5.10. Ventana para añadir nuevos sitios de repetición IR.....	177
Figura. 5.11. Ventana con los parámetros básicos de los nuevos sitios de repetición IR.....	177
Figura. 5.12. Ventana de configuración de los nuevos sitios de repetición IR.....	178
Figura. 5.13. Ventana de los canales programados en los sitios de repetición.....	179
Figura. 5.14. Ventana añadir nuevos canales en los sitios de repetición.....	179
Figura. 5.15. Ventana con los parámetros básicos de los nuevos canales.....	180
Figura. 5.16. Ventana con los parámetros de configuración de los nuevos canales.....	181
Figura. 5.17. Ventana con los puertos de las tarjetas seriales del controlador de zona.....	181
Figura. 5.18. Ventana para habilitar nuevos puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona.....	182
Figura. 5.19. Ventana para programar los parámetros básicos de los puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona.....	182
Figura. 5.20. Ventana para programar la configuración de los puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona.....	183
Figura. 5.21. Información de las tarjetas declaradas del AEB declaradas en el ZDS.....	184
Figura. 5.22. Información de los enlaces E1 de cada tarjeta AMB.....	184
Figura. 5.23. Ventana con los Slots de tiempo de las tarjetas AMB.....	185
Figura. 5.24. Ventana para añadir nuevos Slots de tiempo en las tarjetas AMB.....	185
Figura. 5.25. Ventana con los parámetros básicos del slot de tiempo.....	186
Figura. 5.26. Ventana con los parámetros de configuración de los slots de tiempo.....	187
Figura. 5.27. Ventana de inicio del programa PRNM.....	188
Figura. 5.28. Ventana del programa UCM.....	188
Figura. 6.1. Sistema de Energía: Controlador, LVD, Panel de Breakers.....	190
Figura. 6.2. Sistema de Repetidores y Combiadores.....	190
Figura. 6.3. Sistema de Microonda: Mitaloma - Puengasí, Mitaloma - Monteserrín. Sistema de Multiplexación: Tenser.....	191
Figura. 6.4. Supresor de Transientes, Panel de Breaker AC.....	191
Figura. 6.5. Combinador, Repetidor parte posterior.....	192

Figura. 6.6. Multiacoplador 16 canales.....	192
Figura. 6.7. Banco de Baterías.....	193
Figura. 6.8. Aire Acondicionado.....	193
Figura. 6.9. Torre Autosoportada.....	194
Figura. 6.10. Antena de transmisión de radio frecuencia.....	194
Figura. 6.11. Antena Parabólica, enlace Mitaloma – Monteserrín.....	195
Figura. 6.12. Antena Parabólica, enlace Mitaloma – Puengasí.....	195
Figura. 6.13. Generador eléctrico.....	195
Figura. 6.14. Infraestructura completa: torre, shelter, caseta generador, antenas.....	196
Figura. 6.15. Escalera de Acceso a la torre.....	196
Figura. 6.16. Sistema de Energía.....	197
Figura. 6.17. Sistema de repetición, combinadores.....	197
Figura. 6.18. Vista posterior de Repetidores y Sistema de Energía.....	198
Figura. 6.19. Sistema de Baterías.....	198
Figura. 6.20. Torre Autosoportada de 45 metros.....	199
Figura. 6.21. Antena Parabólica, Enlace Monteserrín – Mitaloma.....	199
Figura. 6.22. Generador Eléctrico.....	200
Figura. 6.23. Sistema de Multiplexación.....	200
Figura. 6.24. Sistema de Microonda. Enlaces: La Viudita – Yamboya, La Viudita – Puengasí.....	201
Figura. 6.25. Sistema de Repetición.....	201
Figura. 6.26. Vista Posterior, Sistema de Repetición y Sistema de Energía.....	202
Figura. 6.27. Protector de Transientes y Panel de Breakers AC.....	202
Figura. 6.28. Torre Autosoportada.....	203
Figura. 6.29. Antena Parabólica.....	203
Figura. 6.30. Preamplificador de Audio.....	204
Figura. 6.31. Sistema de Energía, Sistema de Repetición, Combinadores.....	204
Figura. 6.32. Sistema de Multiplexación, Sistema de Microonda.....	205
Figura. 6.33. Torre Autosoportada de 42 metros.....	205
Figura. 6.34. Acometida Eléctrica AC.....	206
Figura. 6.35. Sistema de Energía.....	206
Figura. 6.36. Sistema de Repetición.....	207
Figura. 6.37. Breaker de protección para conexión de banco de baterías.....	207
Figura. 6.38. Torre Antena Parabólica, enlace Cerro de Osos – Bombolí y Preamplificador.....	208
Figura. 6.39. Torre Autosoportada de 45 metros.....	208
Figura. 6.40. Medidor de Bifásico de Energía de la Red Comercial.....	209
Figura. 6.41. Generador Bifásico de 20 KVA.....	209
Figura. 6.42. Antena Parabólica, enlace Bombolí – Cerro de Osos.....	209
Figura. 6.43. Sistema de Microonda, enlace Bombolí – Cerro de Osos.....	210
Figura. 6.44. Sistema de Microonda, enlace: Puengasí – La Viudita, Puengasí – Mitaloma.....	210
Figura. 6.45. Antena Parabólica. Enlace Puengasí – La Viudita.....	211
Figura. 6.46. Antena Parabólica. Enlace Puengasí – Mitaloma.....	211
Figura. 6.47. Web Browser. Enlace Mitaloma – Monteserrín.....	215
Figura. 6.48. Web Browser. Enlace Mitaloma – Puengasí.....	216
Figura. 6.49. Web browser. Enlace La Viudita – Yamboya.....	216
Figura. 6.50. Web Browser. Enlace La Viudita – Puengasí.....	217
Figura. 6.51. Web Browser. Enlace Cerro Osos – Bombolí.....	217
Figura. 6.52. Conexión de equipos para prueba de transmisión.....	220
Figura. 6.53. Pantalla de Analizador de espectros. Linealidad de desviación de transmisión.....	227
Figura. 6.54. Conexión de equipos para prueba de recepción.....	227
Figura. 6.55. Conexión de equipos para calibración de combinador.....	232
Figura. 6.56. Conexión de equipos para medir potencia.....	235

GLOSARIO

AEB	<i>Ambassador Electronic Bank</i>
AMB	<i>Ambassador</i>
ZCM	<i>Zone Configuration Manager</i>
UCS	<i>User Configuration Server</i>
SSS	Servidor de Estadísticas de Sistema
PTT	<i>Push To Talk</i>
DIU	<i>Unidades de Interface Digital.</i>
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i>
CPU	<i>Control Process Unit</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
CEPT	Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones
SRU	<i>SubRate Unit</i>
ADPCM	<i>Adaptive Differential pulse Code Modulation</i>
IF	<i>Interface Card</i>
RAM	<i>Random-access memory</i>
TVSS	<i>Supresor de sobretensiones transitorias</i>
MOV	<i>Metal Oxide Varistor</i>
DPL	<i>Digital Private Line</i>
SAD	<i>Silicon Avalanche Supressor</i>
RSSI	Indicador de resistencia de señal recibida
UCM	<i>User Configuration Manager</i>
VSWR	<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

La Policía Nacional posee un sistema de radiocomunicaciones móviles troncalizado a nivel nacional que está basado en el protocolo SmartZone versión 4.1, cuyo rango de operación está en los 800 MHz, del fabricante Motorola Inc. Este sistema cumple con el estándar APCO 16. Existen varias Provincias que cuentan con sitios de repetición que cubren una extensa área geográfica de nuestro país, sin embargo, hay lugares que no son cubiertos por este sistema, por tanto se requiere cubrirlos.

El punto de inicio de la ampliación de cobertura del sistema de radiocomunicaciones es la Provincia de Pichincha con 5 nuevos sitios de repetición. Oficina Comercial Raymond Wells (Distribuidor Autorizado de Motorola Inc. en el país) es la empresa que ejecutará el proyecto de ampliación del sistema troncalizado SmartZone 4.1.

El presente proyecto describe el diseño y la implementación de la ampliación de la red troncalizada de la Policía Nacional en Pichincha con cinco (5) nuevos sitios de repetición, los cuales se integrarán y funcionarán sobre la infraestructura ya existente, los sitios de repetición se implementarán con equipos del fabricante Motorola ya que tienen el sistema SmartZone tiene protocolos propios y no existe la posibilidad de cambiar de marcas. Además que se piensa en la estandarización de la infraestructura, para facilitar el

mantenimiento y soporte técnico. Los sitios escogidos se encuentran ubicados en lugares estratégicos para mitigar los problemas de falta de cobertura dentro de la Provincia de Pichincha, estos son: Mitaloma, Monteserrín, Cerro de Osos, La Viudita y Yamboya.

En los cinco nuevos sitios se implementará la infraestructura física que consta de caseta de equipos de comunicación, torre auto soportada, caseta para generador eléctrico, sistema de puesta a tierra para protección de los equipos, así como el equipamiento electrónico y eléctrico necesarios tales como el subsistema de repetidoras (canales de repetición) con su respectivo sistema de irradiación de radiofrecuencia de transmisión y recepción, sistema de energía eléctrica, sistema de protecciones. Se realizará además la conectividad de estos cinco sitios, los cuales serán denominados como sitios de repetición remotos, con el sitio principal que se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Dirección Nacional de Comunicaciones de la Policía Nacional (DNC) en Quito, que es donde se encuentra el equipo necesario para integrarlos a la red de comunicaciones troncalizada actual. La conectividad de estos sitios se realiza utilizando enlaces de radio-microonda.

Las zonas que la Policía Nacional pretende cubrir con su sistema de comunicaciones desde los sitios de repetición respectivos se describen a continuación:

El sitio de repetición que se ubicará en la montaña de Mitaloma, situada en San Juan de Calderón al noreste de la ciudad de Quito, cubrirá sitios como la Mitad del Mundo, Guayllabamba, Panamericana Norte Vía Cayambe y Cayambe.

Monteserrín es otro nuevo sitio de repetición, a 3 Km de Cayambe en un barrio llamado Monteserrín en el Noreste de la Provincia de Pichincha está dirigido a cubrir las zonas de Tumbaco, el Quinche, el sector del nuevo Aeropuerto (Tababela).

La Viudita, sitio de repetición ubicado en Aloag en el Sur suroeste de Quito, cubrirá los sectores del sur de Quito, Cutuglahua, Tambillo, Machachi, un tramo de la carretera Quito - Santo Domingo.

Yamboya, sitio de repetición ubicado en Tandapi en el Oeste suroeste de la Provincia de Pichincha, será diseñado para cubrir los sectores de Tandapi, y una extensa área de la Carretera Quito – Santo Domingo.

Cerro de Osos, sitio de repetición ubicado en el noroeste de la Provincia de Pichincha, en la carretera Calacalí - La Independencia, cubrirá Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, Nanegalito, entre los principales sectores.

Los enlaces de radio-microonda necesarios para conectar los sitios de repetición mencionados con el sitio principal son los siguientes:

Enlace Bomboli – Cerro de Osos

Enlace Yamboya – La Viudita

Enlace La Viudita – Puengasí

Enlace Puengasí – Mitaloma

Enlace Mitaloma – Monteserrín

La Tabla. 1.1 muestra un resumen del número de equipos utilizados para los enlaces de radio-microondas por sitio que se necesitarán para poner en funcionamiento los nuevos sitios de repetición de la Provincia de Pichincha:

Tabla. 1.1. Número de Microondas en Prov. Pichincha

SITIO	NÚMERO DE MICROONDAS
PUENGASI	2
LA VIUDITA	2
YAMBOYA	1
MITALOMA	2
MONTESERRIN	1
CERRO DE OSOS	1

La Policía Nacional posee ya un sistema de enlaces de radio-microonda que es utilizado para la comunicación de los sitios remotos, que están ya en funcionamiento, con el sitio principal. Algunos de estos enlaces serán utilizados para comunicar a los sitios nuevos en la Provincia de Pichincha. Tal es el caso del sitio Puengasí el cual es el último salto que utilizamos para llevar la información hasta el sitio principal (DNC).

La Figura. 1.1. se muestra la topología del sistema de los nuevos sitios troncalizados del sistema de comunicaciones de la Policía Nacional para la Provincia de Pichincha con el número de canales respectivos, los radios enlaces existentes y los nuevos a ser implementados.

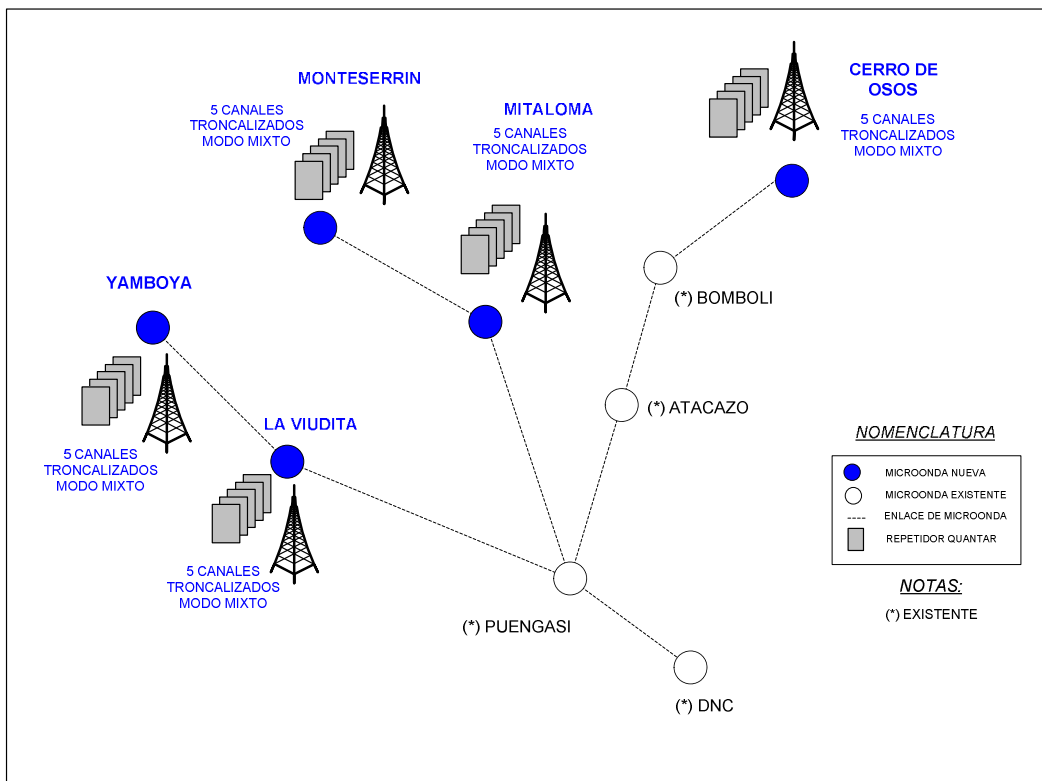


Figura. 1.1. Topología del Sistema Nuevos Sitios Troncalizados Prov. Pichincha

La información requerida por el sitio principal del sitio Monteserrín llega a Mitaloma a través del radio enlace de microonda existente entre los dos sitios, a su vez, la información de los dos sitios llegará a Puengasí por medio del enlace Mitaloma – Puengasí y de allí al sitio principal ubicado en la DNC según

muestra la figura. La información de Yamboya llegará a la Viudita y desde allí a Puengasí, para luego ser enviada al sitio principal. La información del sitio de repetición ubicado en Cerro de Osos llegará al sitio principal por medio de los enlaces de radio microonda Cerro de Osos - Bombolí, pasando por Atacazo y Puengasí. A los 88 canales existentes, los cuales están distribuidos en diferentes sitios de repetición que conforman el sistema de comunicaciones troncalizado a nivel nacional se añadirá un total de 25 canales distribuidos en los cinco nuevos sitios de repetición. La distribución del número de canales requeridos en cada sitio de repetición nuevo se muestra en la Tabla. 1.2.

Tabla. 1.2. Número de Microondas en Prov. Pichincha

SITIO	NÚMERO DE CANALES
LA VIUDITA	5
YAMBOYA	5
MITALOMA	5
MONTESERRIN	5
CERRO DE OSOS	5

En los sitios de repetición el audio generado por los radio suscriptores es recibido por los canales de repetición y reenviado al sitio principal donde se encuentra ubicado un equipo que es un conmutador de audios, que se encarga de redireccionar los audios hasta su destino final. La información del estado de los equipos repetidores, así como el requerimiento de uso del sistema por parte de los suscriptores es enviado hacia el sitio principal donde se encuentra un equipo controlador de zona, que es el que registra la actividad de los sitios remotos y maneja la actividad del conmutador de audio. Una explicación más detallada del funcionamiento del sitio principal se será realizada en el capítulo 2.

1.2 ARQUITECTURA ACTUAL DE LA RED.

El sistema de comunicaciones troncalizado de la Policía Nacional tiene instalados 13 sitios de repetición, distribuidos de acuerdo a lo que muestra la Tabla. 1.3. y el número de canales distribuidos por provincia se describe en la

Tabla. 1.4. El número de canales por sitio de repetición distribuidos por provincia a nivel nacional están descritos en la Tabla. 1.5.

Tabla. 1.3. Número de Sitios en Prov. Pichincha

PROVINCIA	NÚMERO DE SITIOS
PICHINCHA	2
GUAYAS	3
MANABI	5
SANTO DOMINGO	1
CAÑAR	1
AZUAY	1

Tabla. 1.4. Número de Canales en Prov. Pichincha

PROVINCIA	NÚMERO DE CANALES
PICHINCHA	28
GUAYAS	20
MANABI	25
SANTO DOMINGO	5
CAÑAR	5
AZUAY	5

Tabla. 1.5. Número de Canales por sitio de Repetición

PROVINCIA	SITIOS DE REPETICION	NÚMERO DE CANALES
PICHINCHA	CONDORCOCHA	12
PICHINCHA	PUENGASÍ	16
GUAYAS	CERRO GONZALES	5
GUAYAS	CERRO COCHABAMBA	5
GUAYAS	CERRO AZUL	10
MANABI	CUARTEL MANTA	5
MANABI	CERRO GLOBO	5
MANABI	CERRO DE HOJAS	5
MANABI	LOMA DE VIENTOS	5
MANABI	LA MONA	5
SANTO DOMINGO	BOMBOLÍ	5
CAÑAR	BUERAN	5
AZUAY	GUAGUALZHUMI	5

Los usuarios del sistema de comunicaciones trabajan dentro de grupos de conversación. Un grupo de conversación es un conjunto de usuarios que realizan actividades afines, así por ejemplo el grupo de tránsito, operaciones

especiales, etc. Los grupos de conversación existentes en el sistema troncalizado a nivel nacional son 160 y se muestran en la Tabla. 1.6.

Tabla. 1.6. Número de Grupos de Conversación por Provincia

PROVINCIA	GRUPOS DE CONVERSACIÓN
PICHINCHA	45
GUAYAS	35
MANABI	25
SANTO DOMINGO	20
CAÑAR	20
AZUAY	15

Cada usuario es un equipo de radiocomunicación que posee una única identificación, la cual está registrada y le permite trabajar dentro del sistema. A nivel nacional la Policía Nacional tiene asignadas 11917 identificaciones de radio repartidas en 160 grupos de conversación. Por provincia, las identificaciones de radio se muestran en la Tabla.1.7.

Tabla. 1.7. Número de Identificaciones de Radios por Provincia

PROVINCIA	IDENTIFICACIONES DE RADIO
PICHINCHA	5449
GUAYAS	1349
MANABI	3479
SANTO DOMINGO	349
CAÑAR	537
AZUAY	754

Los resultados presentados en la tabla muestran la necesidad de ampliar el número de canales y sitios de repetición en la Provincia de Pichincha. Ya que existe la creciente necesidad de la Policía Nacional de adquirir equipos de radio para que los miembros de su institución puedan comunicarse dentro del sistema troncalizado, por cuestiones de seguridad interna y dentro del plan seguridad ciudadana.

Los equipos de radio existentes en la actualidad en el sistema nacional son 3879, en su totalidad son marca Motorola, cuyos modelos son MCS 2000 y de la línea XTS para portátiles y XTL para móviles. Entre ellos hay 3 clases de radios con los que la policía cuenta, radios bases, radios móviles y radios portátiles.

Los radios portátiles son equipos de radio comunicación de mano que se utilizan de forma portable, tienen batería recargable para su funcionamiento. Los radios móviles y las bases son del mismo modelo con la diferencia que los radios que se usan como bases son equipos fijos que necesitan de una fuente de poder para alimentar sus circuitos por lo general estos equipos se instalan en UPC's (Unidad de Policía Comunitaria) o similares con una antena exterior instalada en un mástil, a diferencia de los radios móviles son aquellos que se montan en vehículos y toman su energía de la batería de los autos y la antena se instala en el techo o cofre del vehículo. Los modelos de los radios se muestran en la Figura. 1.2. y Figura. 1.3.



Figura. 1.2. Móvil/Base Motorola Astro XTL 1500



Figura. 1.3. Portátil Motorola Astro XTS 1500

La actividad de los sitios de repetición se coordinan por medio del equipamiento ubicado en el sitio principal que se encuentra dentro de las instalaciones de la Dirección Nacional de Comunicaciones de la Policía Nacional (DNC), ubicada en Quito, en el sector de la Gasca, de ahí la necesidad de enlazar los sitios de repetición utilizando los enlaces de microonda. Dos de los equipos más importantes en el sitio principal son el conmutador de audios (AEB – Ambassador Electronics Bank) el cual une el audio entre sitios de repetición, y el Controlador de Zona que es el que maneja la actividad del conmutador de audios y de todos los usuarios de radio dentro del sistema de comunicaciones.

La Figura. 1.4. muestra la Infraestructura del sitio principal del sistema de comunicaciones de la policía nacional en un diagrama de bloques. Entre los equipos instalados tenemos las consolas de despacho que obtienen el audio del conmutador de audios a través del llamado Banco Electrónico Central (CEB). Los equipos multiplexores trabajan en conjunto con los enlaces de radio microonda para traer y llevar las señales de los sitios de repetición.

Una descripción más detallada de los equipos que componen el sitio principal del sistema SmartZone se realizará en el Capítulo 2.

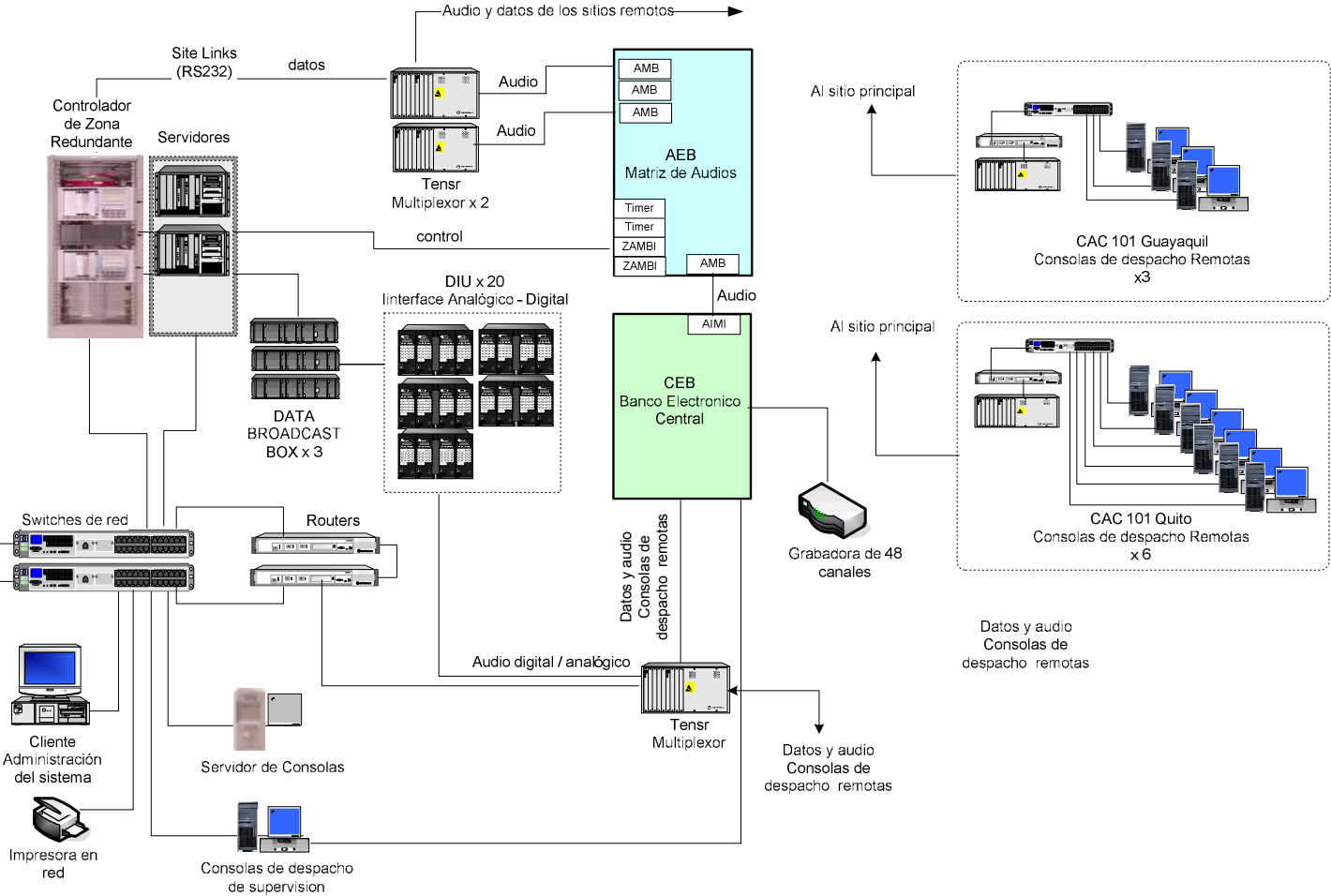


Figura. 1.4. Diagrama de bloques del Sitio Principal del Sistema SmartZone de la Policía Nacional

El sistema de radiocomunicación SmartZone 4.1 es de densidad variable, esto significa que el número de canales de repetición (canales de voz) por sitio de repetición no necesariamente debe ser el mismo, sino que puede variar de acuerdo al número de usuarios. Así, el sistema troncalizado de la Policía Nacional tiene 88 canales de repetición a nivel nacional, distribuidos como se pudo observar en la Tabla. 1.4. Los nuevos sitios de repetición tendrán cinco canales de voz cada uno.

Los equipos que se encuentran instalados al momento en el sitio principal del sistema de comunicaciones de la Policía Nacional se detallan a continuación:

Tabla. 1.8. Descripción de Equipos en el Sitio Principal

EQUIPOS	TOTAL DE EQUIPOS EN EL SISTEMA
Zone Controller	2
AEB	1
Multiplexores	3
DIU's	20
Microondas	3
Router	2
Swichs	2
Servidores	5
CEB	1
Grabadora	1

La Figura. 1.3., muestra la infraestructura actual del sistema troncalizado a nivel nacional. La topología actual del sistema de microondas, los canales en cada sitio y la manera como llegan los audios de los diferentes sitios remotos al Sitio Principal. Todos los enlaces microonda existentes y a ser implementado tiene una capacidad de 16 E1's.

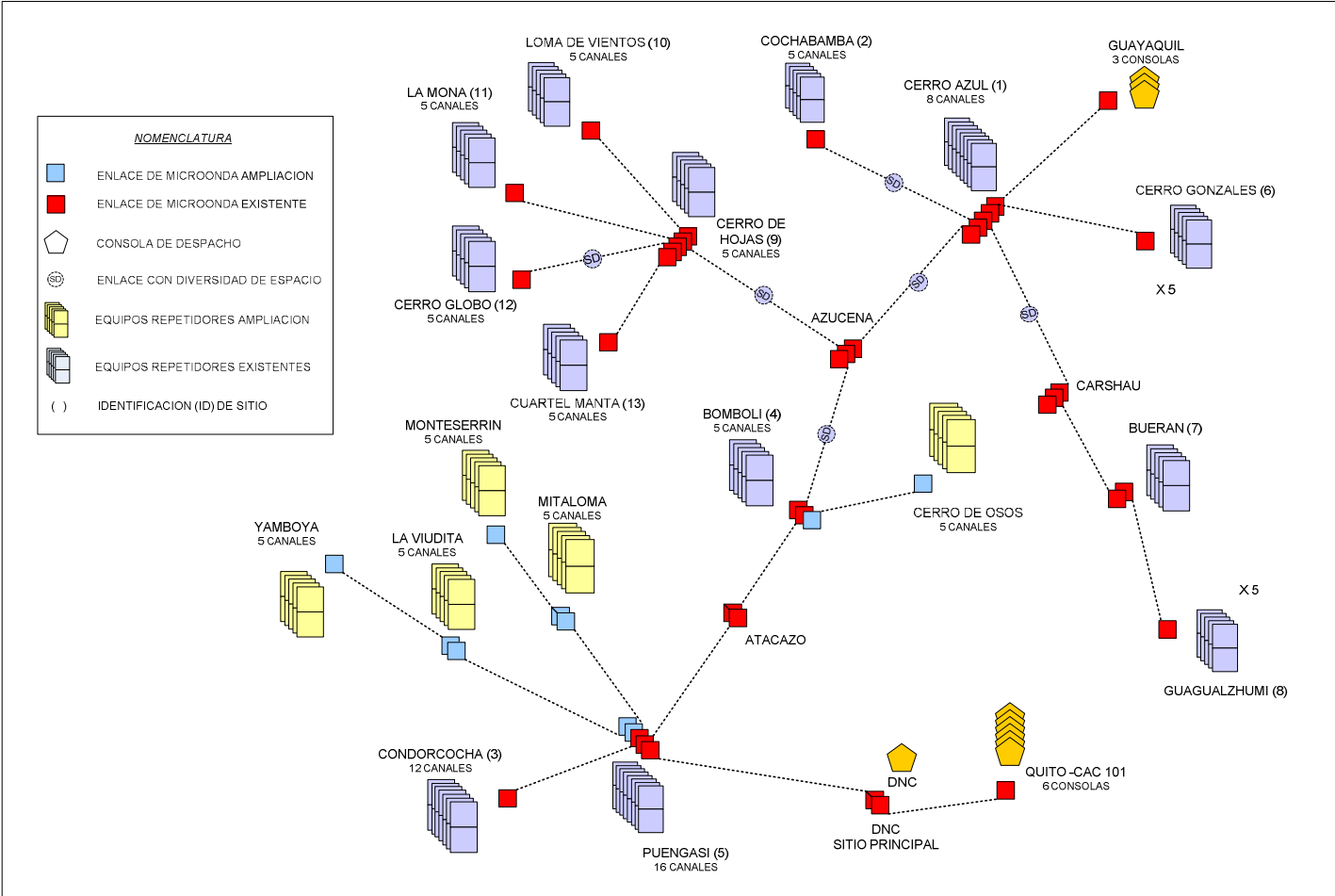


Figura. 1.5. Diagrama General Sistema Troncalizado Policía Nacional Del Ecuador

Los equipos que se encuentran instalados al momento en los 13 sitios de repetición del sistema nacional Troncalizado se detallan en la Tabla. 1.10.

Tabla. 1.9. Descripción de Equipos en Sitios de Repetición

EQUIPOS	MARCA	TOTAL DE EQUIPOS EN EL SISTEMA
Rectificadores	Power One	13
Controladores	Power One	13
Multiacopladores	RFC	13
Repetidores	Quantar	88
Multiplexores	Motorola	13
Convertidores	Newmar	13
Microondas	Harris	45
Aire Acodicionado	Liebert	13
Baterias	Concorde	104
Generador	Broadcrown	13

En el presente trabajo se describirá el equipamiento necesario para la implementación de los cinco nuevos de repetición así como lo necesario para integrarlos al sistema de comunicaciones existente SmartZone 4.1.

CAPITULO 2

SISTEMA TRONCALIZADO

2.1 TECNOLOGÍA

2.1.1 Tipos de Comunicación

Los sistemas de radiocomunicación utilizan cualquiera de los tres tipos de comunicación: simplex, semi-duplex, y fullduplex. El tipo de comunicación utilizada depende básicamente del número de usuarios, alcance requerido y del tipo de equipamiento que se encuentra disponible. A continuación se describe estos tres tipos de comunicación.

- Simplex

Simplex es el tipo más básico de radiocomunicación. La comunicación simplex consiste de unidades de radio operando sobre una sola frecuencia. Debido a que todas las unidades transmiten y reciben en la misma frecuencia, los usuarios no pueden hablar y escuchar simultáneamente. El modo simplex implica la transmisión en una sola dirección al mismo tiempo.

La desventaja principal de este tipo de comunicación es su alcance limitado debido a la distancia o a la topografía del terreno donde se utilizan los equipos de radio. Si existe una distancia muy grande entre los usuarios, no habrá comunicación. Para que exista comunicación entre dos usuarios la mayor parte de la zona de Fresnel debe estar despejada, es decir no debe existir obstáculos, tales como edificios, montañas, etc., de por medio entre ellos. En algunos casos, si bien los obstáculos no impiden la comunicación entre los equipos de radio, la

comunicación viene acompañada por ruido. Cuando alguno de los usuarios pierde contacto con los otros ya sea por que se encuentra a una distancia muy grande o por la existencia de un obstáculo, se dice que ese usuario se encuentra “fuera de alcance”. Como se puede observa en la Figura. 2.1.

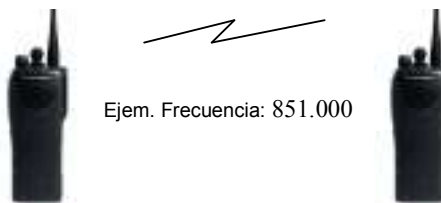


Figura. 2.1. Comunicación Simplex

Un sistema de radiocomunicación simplex trabaja bien cuando hay solamente pocos usuarios y están localizados en forma cercana. Cuando se añaden usuarios adicionales al sistema, la competencia por utilizar la única frecuencia disponible puede dificultar el envío o recepción de mensajes.

Los usuarios que están utilizando este tipo de comunicación conforman lo que se denomina “grupo de conversación”, es decir todos los usuarios reciben el mismo mensaje generado por uno de los usuarios.

- Semiduplex

La comunicación semiduplex utiliza dos frecuencias. El sistema puede recibir y transmitir, pero no al mismo tiempo. En un sistema semiduplex, los transmisores operan en una frecuencia y los receptores en otra. Este arreglo permite un control por parte del despachador del sistema. Los equipos usuarios no se pueden escuchar o hablar entre ellos, el equipo de radio que tiene la función de despachador es la única persona que puede escuchar el tráfico.

- Full - Duplex

Full-duplex es un formato que usa dos frecuencias, como se muestra en la Figura. 2.2, una para transmitir y una segunda para recibir. Cuando un equipo

repetidor recibe una señal desde una unidad de radio actúa como un relevo y retransmite la señal. La operación del

repetidor es llamada full – duplex porque puede recibir y transmitir al mismo tiempo.

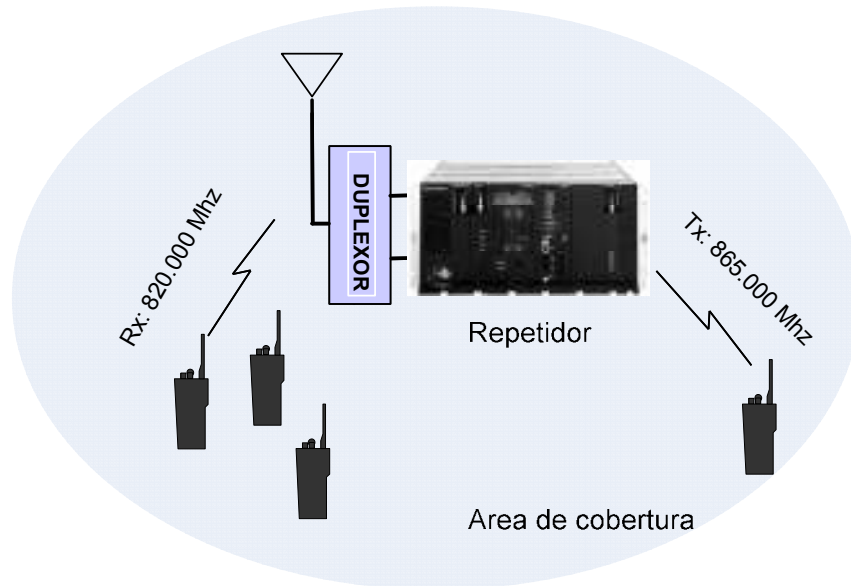


Figura. 2.2. Equipo repetidor full - duplex

2.1.2 Sistemas de Comunicaciones Convencionales

En los sistemas de radiocomunicaciones convencionales, los usuarios comparten un canal común de radiofrecuencia y compiten por lo que se llama tiempo aire, es decir deben esperar para que el canal se desocupe para utilizarlo. Además, los usuarios no solo escuchan las conversaciones de otros usuarios sino que deben monitorear otras conversaciones antes de que puedan hacer llamadas.

Los sistemas convencionales tienen como parte central un equipo repetidor trabaja con un par de frecuencias. Este equipo debe ser ubicado en un lugar estratégico para que la señal de radiofrecuencia de los radio usuarios puedan alcanzarlo fácilmente, por tanto, generalmente el equipo se ubica en un lugar

elevado como una montaña. En este caso la zona de Fresnel entre el equipo repetidor y los radios estará despejada en un área geográfica amplia. Esta área geográfica se denomina área de cobertura.

Un ejemplo de este tipo de sistema es el que se ilustra en la Figura. 2.1. En el caso de que se requiera ampliar el área de cobertura del sistema se deben incrementar el número de equipos repetidores los cuales deben ser instalados en lugares elevados de acuerdo al área geográfica de interés a ser cubierta. Los equipos repetidores deben ser enlazados a través de enlaces de radio frecuencia. Esto se muestra en la siguiente Figura. 2.3.

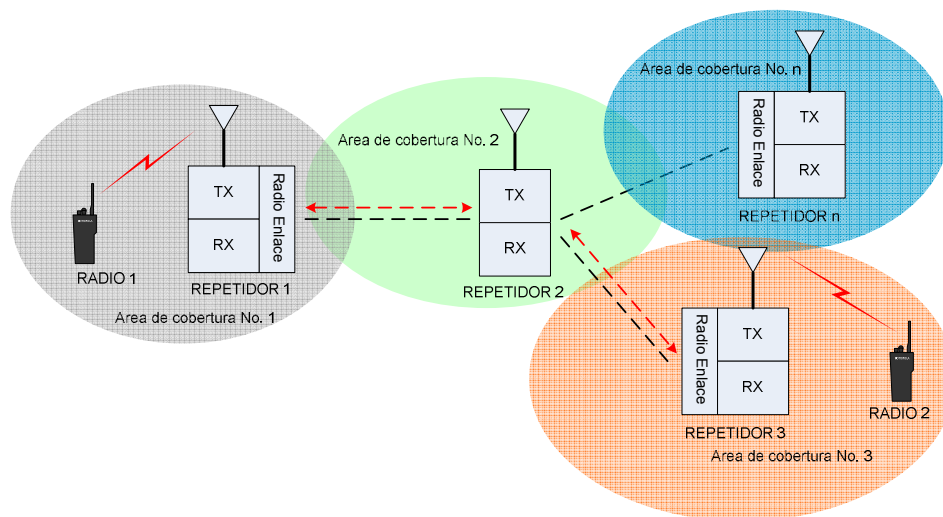


Figura. 2.3. Equipos repetidores enlazados

Para iniciar la comunicación el usuario de Radio 1 transmite pulsando el botón de PTT (Push To Talk), su señal es recibida por el equipo Repetidor 1 y retransmitida dentro del Área de cobertura No. 1, a su vez, la señal viaja hasta el repetidor 2 y a través de este hasta el Repetidor 3 en donde la señal será transmitida por este dentro del área de cobertura no. 3 para todos los usuarios, así el Radio usuario 2 que se encuentra dentro de esta área de influencia recibe la señal emitida por el Usuario de radio 1 y puede escuchar la conversación.

Se debe notar que este es un solo canal de extremo a extremo, por lo tanto para que un usuario de radio pueda acceder al sistema desde cual punto dentro de cualquier área de cobertura de los equipos repetidores, debe en primer lugar monitorear el sistema, si es que otro usuario lo está utilizando debe esperar a que termine la conversación para poder iniciar cualquier comunicación.

Este sistema trabaja bien si la cantidad de radio usuarios es pequeña, ya que el tiempo de espera para utilizar el sistema no es muy grande. Cuando la cantidad de demanda de usuarios en el sistema se incrementa, canales adicionales deben ser instalados con nuevos pares de frecuencias. Estas frecuencias asignadas a nuevos canales podrían no coincidir con el rango de frecuencia de operación e incluso podrían estar en otra banda de frecuencia de acuerdo a lo que se encuentre disponible en el espectro radioeléctrico, lo cual nos enfrenta a un primer problema.

Otro problema que acarrea el tener un solo canal de repetición convencional es la falta de privacidad. Los usuarios de ciertos grupos de trabajo escuchan conversaciones de otros que no tiene afinidad.

Estos problemas pueden ser solucionados utilizando un sistema troncalizado.

2.1.3 Sistemas de Comunicaciones Troncalizados

La técnica de troncalización está basada en el principio que al compartir un número reducido de canales de comunicación entre un gran número de usuarios es posible proveer un grado de servicio aceptable a estos usuarios; esto, debido a que la probabilidad de que todos éstos usuarios intenten el acceso a los canales de comunicación al mismo tiempo, es muy pequeña.

Las compañías de teléfonos fueron las primeras en aplicar el concepto de troncalización, al asignar enlaces troncales entre centrales telefónicas para conectar los abonados telefónicos de ambas centrales. Al terminar la

conversación, la línea troncal queda disponible para otro enlace entre las centrales telefónicas.

Debido a la eficiencia inherente del concepto de troncalización, éste se aplicó a los sistemas de radio frecuencia, permitiendo de esta manera la utilización eficiente de los canales de radio frecuencia (RF).

El tiempo de espera para obtener acceso al sistema disminuye así, mediante la distribución proporcional del tráfico entre los canales disponibles.

En sistemas troncalizados estos principios se pueden aplicar fácilmente si consideramos que:

- a. Normalmente el suscriptor sólo requiere el servicio de un canal de voz por cortos períodos de tiempo.
- b. La probabilidad de que todos o la mayoría de los suscriptores requieran el uso del canal de voz al mismo tiempo es muy baja.

La troncalización es una forma eficiente en que una gran cantidad de usuarios comparten un número determinado de canales. En sistemas convencionales los radio usuarios son asignados a un canal particular para su uso cuando se comunican dentro de grupo de conversación (un grupo con usuarios que tiene actividades afines), mientras esto sucede otros grupos de conversación deberán esperar a que el canal se desocupe, esto se muestra en la Figura. 2.4.

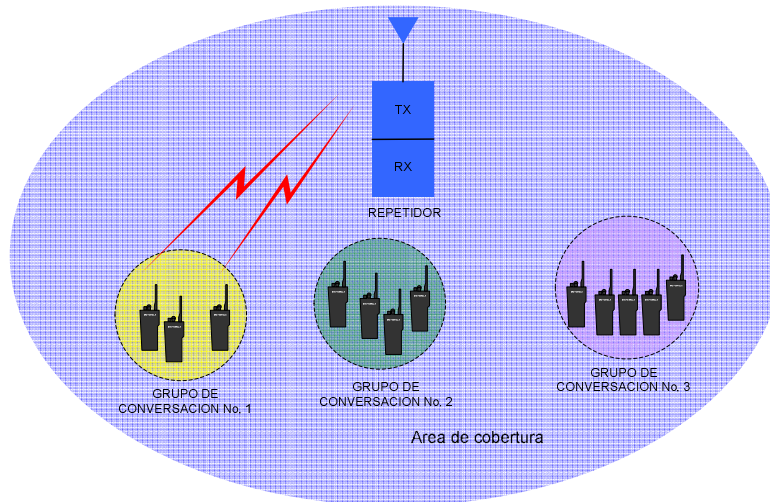


Figura. 2.4. Canal Convencional con varios grupos de conversación

En el caso de los sistemas troncalizados, existen varios canales disponibles que son compartidos por varios grupos de conversación de usuarios. Si uno de los canales está siendo utilizado por un grupo determinado, otro canal estará disponible para un segundo grupo. Una vez que el grupo de conversación deja de utilizar el canal, este podrá ser dispuesto para que otro grupo de conversación lo utilice.

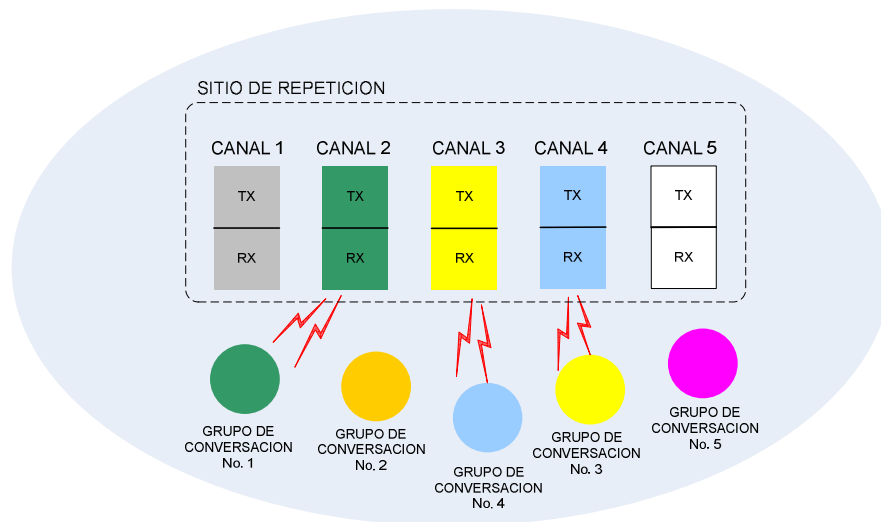


Figura. 2.5. Acceso de usuarios a un sitio de repetición troncalizado

Como se muestra en la Figura. 2.5, varias conversaciones de diferentes usuarios en los grupos de conversación pueden tener lugar simultáneamente con total privacidad entre grupos. Al grupo de conversación No. 1 se ha asignado el canal 2, mientras que al grupo de conversación No. 3 se le ha asignado el canal 4. Una vez que las conversaciones hayan terminado, los canales quedaran disponibles para que un usuario de cualquier grupo de conversación

Un esquema de un sitio de repetición troncalizado se muestra en la Figura. 2.6.

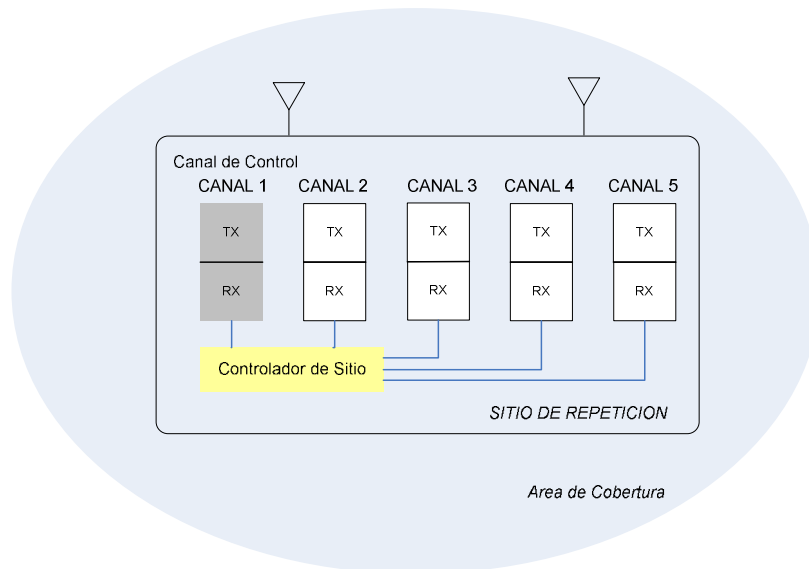


Figura. 2.6. Esquema de un sitio de repetición troncalizado

La asignación de canales disponibles es realizada por un equipo denominado **controlador de sitio**, el cual tiene una conexión física con todos los canales de repetición. El controlador de sitio es un computador que procesa señales de entrada y salida, asigna repetidores como canales de voz, monitorea y mantiene el orden del sistema. Las funciones principales del controlador de sitio son las siguientes:

- Mantener una base de datos que contiene las identificaciones de cada uno de los equipos de radio dentro del sistema (ID de radio) y de cada grupo de conversación en el cual el radio se encuentra afiliado.
- Revisar los privilegios de las llamadas, por ejemplo una llamada de emergencia tiene prioridad sobre una llamada de grupo
- Mantener la lista de espera. Cuando no hay canales disponibles, los usuarios son registrados en una lista en espera de que se desocupe un canal. Los usuarios obtendrán el canal disponible en el mismo orden en que se registran.
- Seleccionar y asignar los canales de voz.

El **canal de control** es un repetidor en cada sitio que tiene como función la transmisión y recepción de los datos de tráfico requeridos para monitorear y controlar la operación del sistema. Los equipos de radio están en constante comunicación con el canal de control (cuando no están activamente envueltos en una llamada).

En un sistema troncalizado, el controlador de sitio realiza la asignación de canales. El controlador de sitio utiliza al canal de control para comunicarse con los radios en el sistema para recibir los requerimientos de llamadas y enviar la asignación de canal a los radios en el campo. Ya que el sitio de repetición tiene uno de sus canales asignado como canal de control, los otros canales son usados como **canales de voz**. Cuando la llamada se completa, el radio regresa a monitorear el canal de control

Un radio utiliza el canal de control para enviar su solicitud de llamada (preguntando al controlador de sitio la asignación de un canal de voz) o para recibir una asignación de llamada (hay una llamada de su grupo de conversación en un canal de voz determinado). Un radio monitorea siempre el canal de control, excepto cuando ha sido asignado a una llamada en un canal de voz.

Para realizar una llamada en un sistema troncalizado, un radio usuario presiona el botón de transmisión (PTT – Push to talk) en el radio. El requerimiento

de llamada es enviada al controlador de sitio a través del canal de control. El controlador asigna un canal de voz a los usuarios del grupo de conversación y envía un mensaje de asignación usando el canal de control indicándoles a todos los radios en el grupo de conversación que se cambien a un canal de voz en particular. Todos los radios activos en ese grupo de conversación se cambian automáticamente (sin intervención del usuario) al canal de voz asignado. El radio usuario que inició la llamada comienza a hablar, esta transmisión es recibida por el repetidor en el sitio de repetición y es retransmitida en el canal asignado. Los equipos pertenecientes al grupo de conversación reciben la señal de audio, y los radio usuarios escuchan el audio en sus radios.

2.1.4 Sistema Troncalizado SmartZone

Antes de realizar una descripción completa del sistema de comunicaciones troncalizado SmartZone se describirá el proceso de una llamada de grupo con la finalidad de entender la función de los componentes en el sitio de repetición.

- Proceso de una Llamada Básica

El proceso de una llamada en el sistema SmartZone, requiere de una determinada señalización que se lleva a cabo conforme a un protocolo de comunicación entre el Controlador de sitio y los equipos suscriptores involucrados en una conversación. Es necesario recalcar que este proceso es totalmente transparente usuario del suscriptor, y que éste sólo necesita oprimir su botón de transmisión (PTT – Press To Talk) para que la secuencia de señalización ocurra automáticamente sin intervención adicional por parte del suscriptor. La secuencia del proceso de comunicación se muestra en las siguientes figuras de acuerdo los pasos seguidos:

1. El radio usuario presiona el botón para hablar (PTT). El radio envía una señal de datos en forma de una palabra de señalización (ISW – Inbound Signalling Word) sobre el canal de control. La ISW contiene la Identificación de radio y una indicación del tipo de llamada en curso. La ISW constituye un pedido de asignación de canal de voz para la llamada.

2. El canal de control reenvía la ISW hacia el controlador de sitio. El controlador de sitio envía a su vez este requerimiento al controlador maestro, el cual busca y verifica en su base de datos que la Identificación de la unidad este registrada y si puede realizar o no el tipo de llamada requerida. Ver Figura. 2.7.

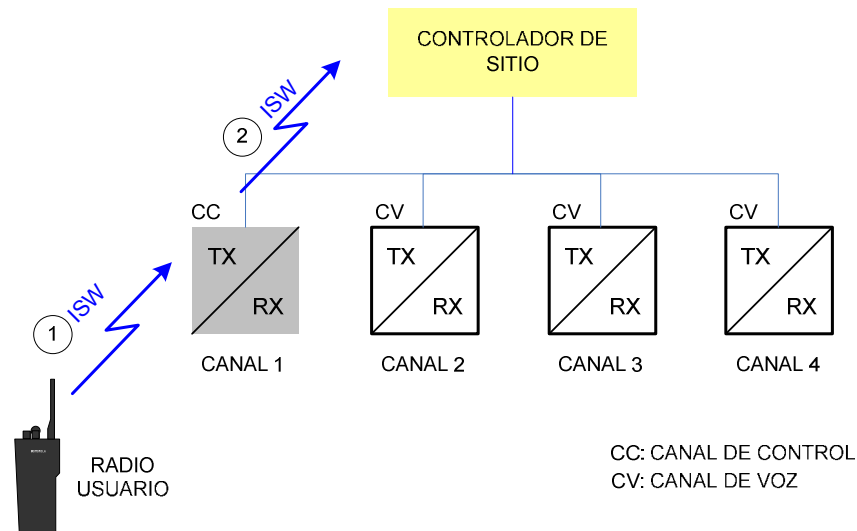


Figura. 2.7. Proceso de llamada: pasos 1 y 2

3. El Controlador procesa la ISW y asigna uno de los repetidores a los usuarios del grupo al cual pertenece el equipo que inicio la llamada. El controlador envía entonces una palabra de señalización (OSW- Outbound Signalling Word) al canal de control. La OSW contiene la información del grupo de conversación para la llamada, la asignación del canal de voz, y las Identificaciones de los radios que estarán involucrados en esta conversación.

4. Todos los radios, los cuales están monitoreando el canal de control reciben la palabra de señalización OSW transmitida y examinan la Identificación del grupo contenido en la OSW. Ver Figura. 2.8.

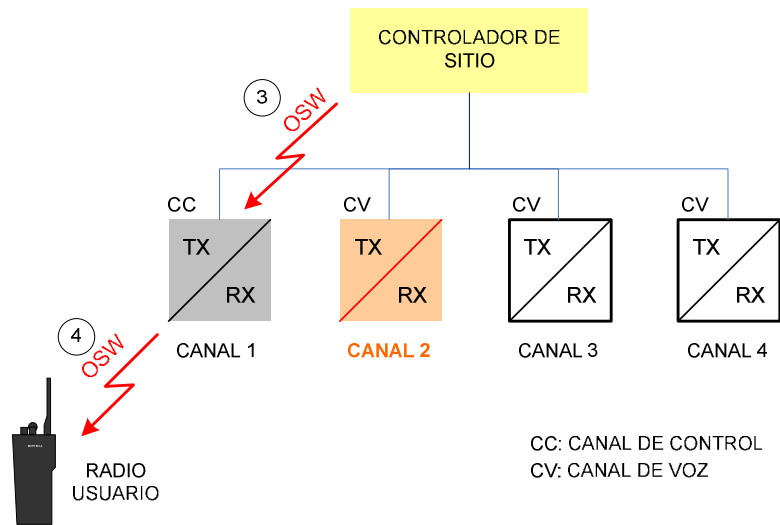


Figura. 2.8. Proceso de llamada: pasos 3 y 4

5. Todos los radios afiliados al grupo de conversación asociado con la identificación del grupo de conversación en la OSW conmutan a la frecuencia del canal de voz asignado. Ver Figura. 2.9.

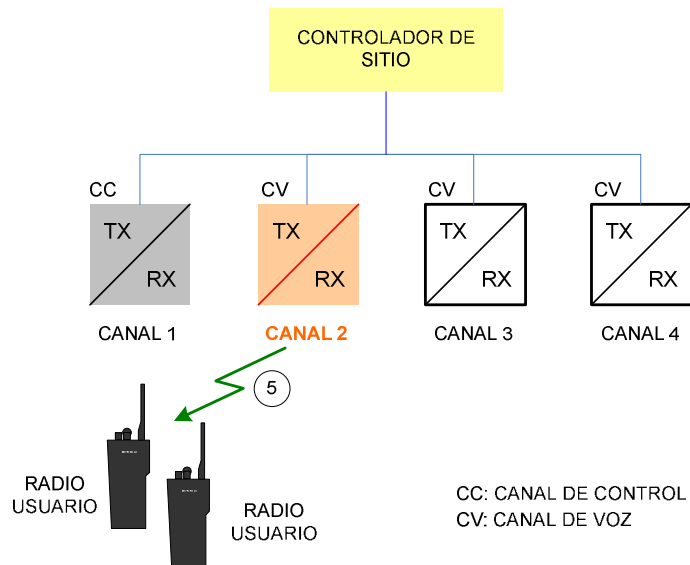


Figura. 2.9. Proceso de llamada: paso 5

6. El controlador envía una palabra de señal de baja velocidad (LSHS), a veces llamada palabra de conexión, por el canal de voz asignado. Todos los radios que han conmutado al canal de voz reciben la LSHS. Esta señal habilita el parlante de los equipos de radio para permitirles recibir la transmisión entrante. Ver Figura. 2.10.

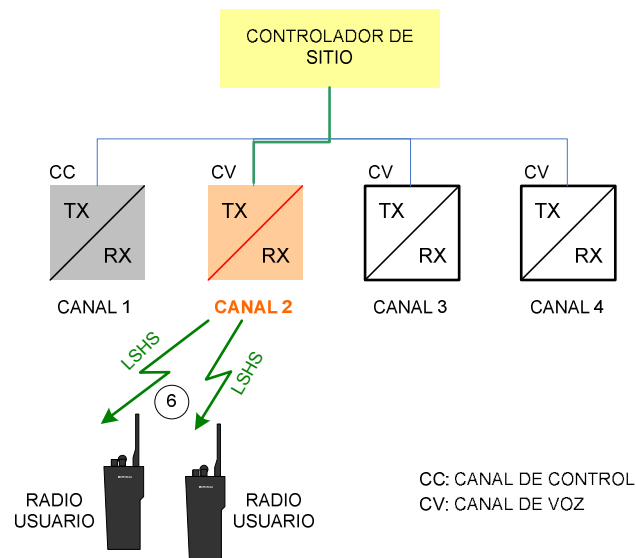


Figura. 2.10. Proceso de llamada: paso 6

7. El radio que inicio la llamada trasmite audio de voz y un tono de conexión sub audible. El tono de conexión es usado para informar al controlador la actividad del canal de voz.

8. El controlador continúa enviando la señal LSHS en el canal asignado de voz durante la duración de la transmisión. Esto es usado para mantener a los equipos de radio que están recibiendo en el canal de voz y con su receptor abierto. Ver Figura. 2.11.

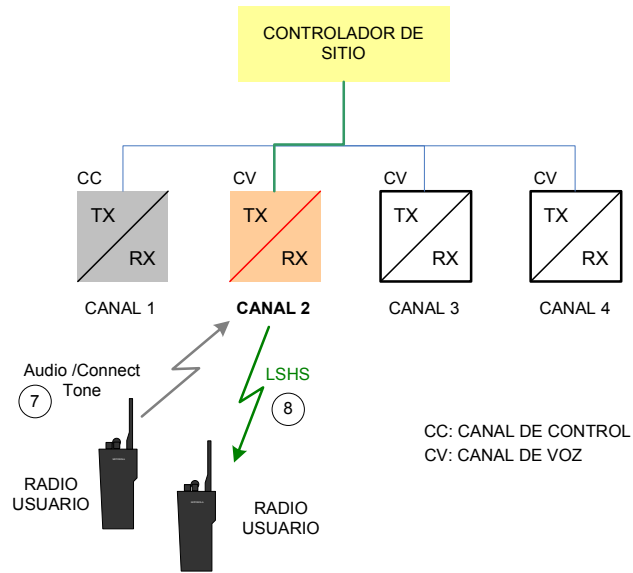


Figura. 2.11. Proceso de llamada: pasos 7 y 8

9. Cuando el radio usuario libera el botón de transmisión, el radio transmite un tono de desconexión, el cual indica que la transmisión ha terminado. Figura. 2.12.

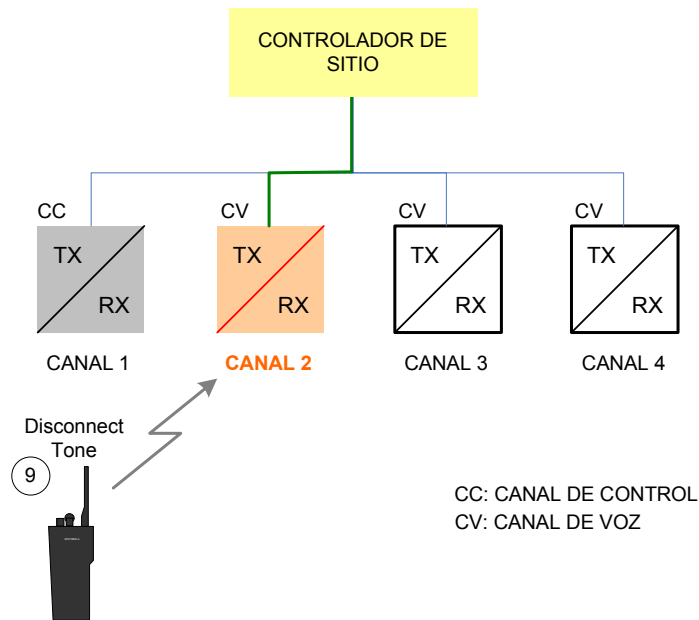


Figura. 2.12. Proceso de llamada: paso 9

10. Cuando la llamada se ha completado, los radios en el grupo de conversación conmutan a la frecuencia del canal de control. El canal de voz previamente asignado queda disponible para otras llamadas. Ver Figura. 2.13.

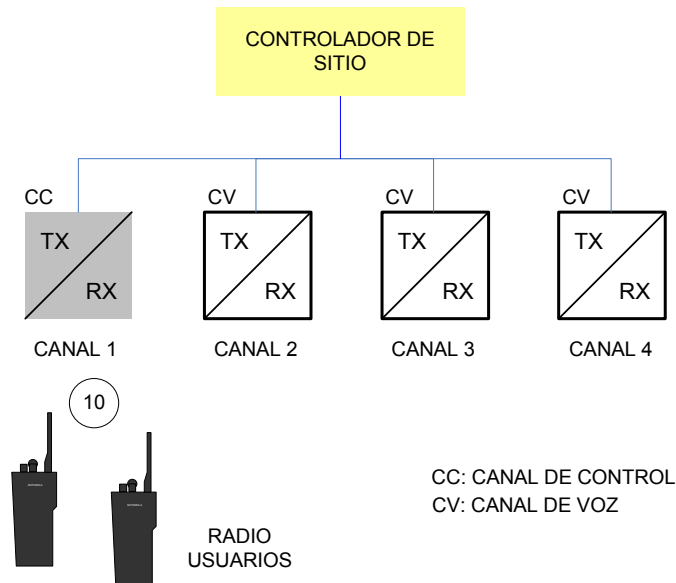


Figura. 2.13. Proceso de llamada: paso 10

Mientras una llamada está en progreso, cualquier radio en otro grupo de conversación puede también iniciar una llamada, y se le asignará un canal de voz disponible en la misma manera descrita.

Adicionalmente, el controlador continúa transmitiendo la palabra OSW a través del canal de control que contiene la asignación de canal de voz para todas las llamadas activas. La información es utilizada por cualquier radio que se encienda en ese momento, o entre en el área de cobertura del sitio, después de que la llamada está en progreso.

En el caso de una llamada en área extendida, es decir, un radio usuario está afiliado a un sitio de repetición y el otro radio usuario se encuentra a un sitio de repetición distinto, el proceso de la llamada es similar. La diferencia radica en que el controlador de sitio debe comunicarse con el controlador de zona para determinar los canales a ser utilizados en los dos sitios.

○ Configuración Básica del sistema SmartZone y sus Componentes

La configuración básica de un sistema SMARTZONE y sus componentes se presenta en la Figura. 2.14.

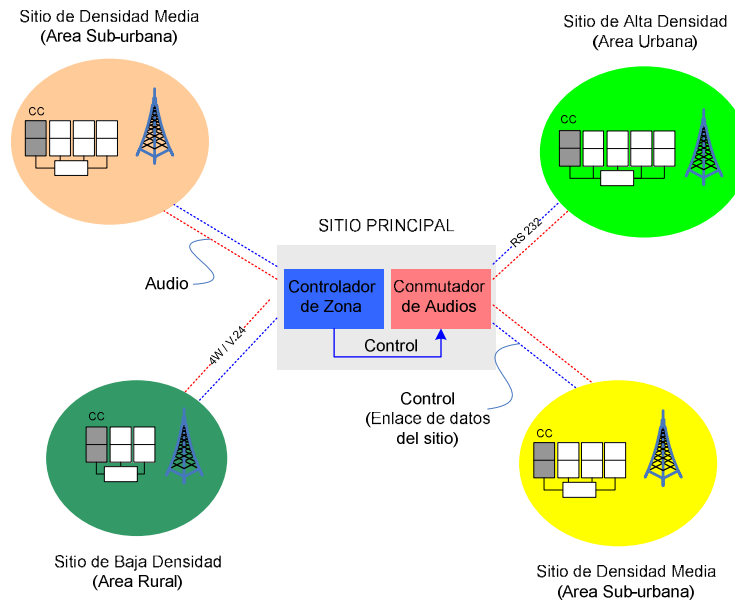


Figura. 2.14. Configuración del Sistema Troncalizado SmartZone

El sistema SmartZone es un sistema troncalizado multi sitio, es decir varios sitios pueden trabajar coordinadamente debido a que un **controlador de zona** se encarga de este trabajo. El conjunto de sitios de repetición, controlador de zona y sus equipos de soporte es lo que se denomina **zona**.

Como se explicó ya anteriormente, el controlador de sitio tiene como función la asignación de canales en el sitio de repetición entre otras tareas. En el caso del sistema SmartZone, existe un controlador de zona, el cual tiene similares funciones que un controlador de sitio. Este controlador de zona se comunica con cada uno de los controladores de sitios para determinar que canal de voz debe ser asignado en cada sitio de repetición. El controlador de zona se encuentra ubicado en el sitio principal. La señal con la cual el Controlador de Zona maneja los controladores de sitio se denomina "**Enlace de datos del sitio**". En caso de esta señal no es enviada al controlador de zona desde por el controlador de sitio,

ya sea por falla en el enlace o cualquier otra circunstancia, el sitio de repetición trabaja en forma troncalizada pero localmente y entra a un modo de trabajo denominado “**troncalización de sitio**”, es decir el sistema trabaja solo con los radios que estaban afiliados a este sitio cuando se produjo el problema.

El inconveniente de que el sitio pase a modo de troncalización de sitio, es que algunos de los radios de un grupo de conversación determinado podrían estar afiliados a un sitio de repetición diferente, por tanto no podría haber comunicación entre ellos. Solo se comunicarán entre si los radios que estén afiliados en un mismo sitio de repetición.

Ya que el audio de cualquiera de los canales de voz de un sitio de repetición debe escucharse en cualquiera de los otros sitios donde haya equipos suscriptores del mismo grupo de conversación afiliados (registrados dentro del sistema), la señal de audio analógica y digital de todos los canales de los sitios se concentran en el sitio principal en un equipo llamado **Conmutador de Audios** (AEB – Ambassador Electronics Bank), cuya función es unir el audio que proviene de un canal de voz de un sitio determinado y pasarlo a otro canal de voz de otro sitio de repetición. La matriz de audio está controlada por el controlador de zona, que es el que determina los canales a utilizarse en cada sitio de acuerdo al registro de suscriptores que tiene en su base de datos.

Una descripción breve de los equipos principales del sistema SmartZone se presenta a continuación. Estos equipos serán analizados detalladamente más adelante en el documento.

- Controlador de Zona MCZ3000

El Controlador Maestro es una sofisticada computadora de multi-tareas (multi-task) a cargo del procesamiento de llamadas y el control total del sistema SmartZone. El Controlador Maestro ofertado es un modelo totalmente tolerante a fallas, diseñado para proveer servicio continuo. Además, el Controlador Maestro es fácil de manejar y de mantener.

El controlador de zona utilizado en la versión del sistema troncalizado SmartZone es la 4.1, el modelo de controlador es el MCZ 3000, el cual está construido con un chasis CompactPCI que es un computador de grado industrial, es decir está diseñado para trabajo continuo. Este controlador es responsable del proceso de llamas, manejo de los caminos de audio, control de la infraestructura de la zona y provisión de los servicios a los suscriptores y operadores de consola. El MCZ 3000 dirige y controla la mayor parte de los componentes en la zona. Los equipos más críticos que soportan la operación del MCZ3000 en el sitio principal se muestran en la siguiente Figura. 2.15.

- Controlador de zona MCZ 3000
- Switch Ethernet
- Conmutador de Audio (AEB – Ambassador Electronics Bank)
- Equipos multiplexores
- Modulo de conmutación redundante (RSOM – Redundancy Switchover Module)
- Administrador de Gestión del sistema
- Sistema de gestión y manejo de zona

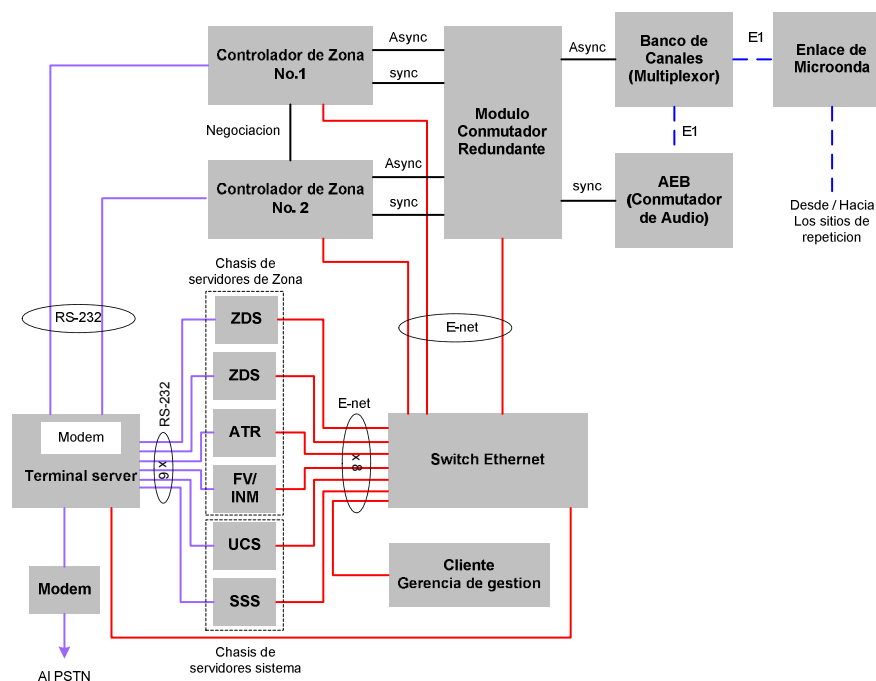


Figura. 2.15. Controlador de Zona MCZ3000 con sus equipos de soporte

La versión del controlador MCZ 3000 instalado tiene una configuración redundante que consiste de dos controladores que están cableados en paralelo y conectados en red a través de un modulo de conmutación redundante (RSOM). Este switch RSOM es utilizado para conmutar los recursos del sistema entre los controladores de zona. Con esta redundancia se asegura que el sistema este siempre disponible. Aunque los dos controladores están energizados y habilitados, solo uno de ellos funciona y está conectado a los sitios de repetición, conmutador de audio, es decir uno está activo y el otro se encuentra en modo de espera (standby). En cualquier caso, los dos controladores están conectados al sistema de Administración y gestión. El controlador incluye hardware para almacenamiento de datos, control de las actividades de la zona, y comunicación con los recursos de la zona. Figura. 2.16.



Figura. 2.16. Controlador de zona MZC 3000 en configuración redundante

Cada controlador de zona soporta lo siguiente:

- Enlaces de datos asincrónicos. Con capacidad de hasta 70 puertos para señales asincrónicas ubicados en tarjetas seriales. A estos puertos

deben ser conectados las señales de “enlace de sitio” provenientes de los sitios de repetición remotos. Estas señales de control son de tipo asincrónico. Cada tarjeta serial puede tener 14 puertos asincrónicos y cada controlador tiene capacidad de hasta cinco tarjetas seriales. Se debe notar que en cada tarjeta el puerto P13 se debe instalar un lazo de retorno (loopback) que sirve como señal para verificar el estado de la tarjeta.

- Dos puertos redundantes sincrónicos de datos de 256 kbps para conexión al Conmutador de Audio. La tarjeta asincrónica que posee el controlador tiene un solo puerto que se divide en cuatro líneas utilizando un cable propietario. Dos de estas líneas se conectan al equipo conmutador de audio (AEB), una de ellas es redundante, la tercera está conectada a un lazo de retorno (loopback) para monitorear su estado y la cuarta no se utiliza. A través de este puerto el controlador de zona dirige la actividad del conmutador de audio.

- Hasta cuatro conexiones 100Base-T Ethernet. Para esto el controlador de zona posee una tarjeta Ethernet que tiene 8 puertos. Una serie de leds muestran la actividad de los puertos. Estos puertos podrían ser utilizados para conectar al controlador de zona con otros controladores de zona y formar un sistema interzonas. En el presente proyecto estos puertos no serán utilizados

Las tarjetas mencionadas se muestran en la Figura. 2.17. que muestra al controlador de Zona visto desde su parte posterior que es donde se realizan las conexiones.

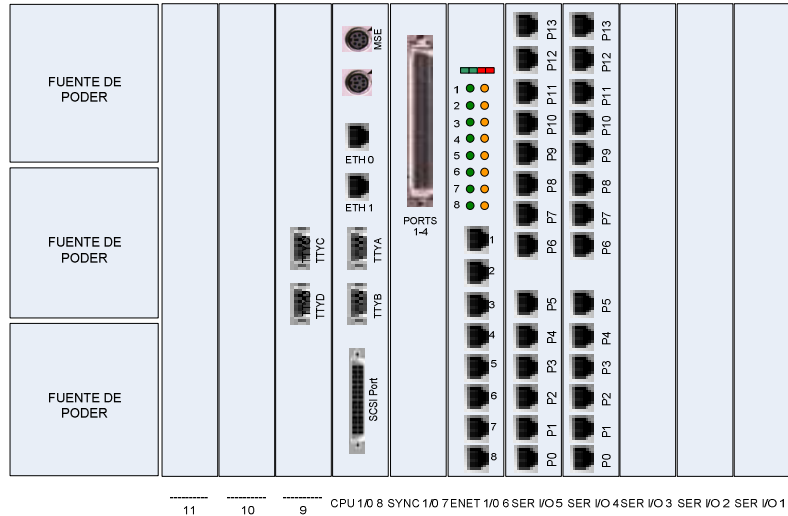


Figura. 2.17. Vista posterior del Controlador MCZ 3000

El controlador de zona posee una tarjeta de Procesamiento Central (CPU) y maneja todas las operaciones del controlador y provee el procesamiento y control de las aplicaciones del controlador dentro de la zona. La tarjeta CPU tiene un procesador tipo Sun®SPARC®Engine CP1500 de 440 Mhz de velocidad con una memoria de 512 MB. Esta tarjeta tiene incorporados dos puertos Ethernet, cuatro puertos seriales y una serie de LEDs para información del estado de la tarjeta. La tarjeta CPU se comunica con otras tarjetas a través de una tarjeta madre y a dispositivos exteriores a través de un puerto de interface SCSI. Uno de los puertos Ethernet es utilizado para conectar al controlador de zona a la red LAN y por ende a los servidores de datos y al cliente que maneja las aplicaciones del sistema.

Adicionalmente, el controlador de zona tiene una tarjeta de Alarma que tiene varios propósitos, aunque el propósito primario es indicar situaciones de alarma en el controlador. Tres tipos de alarma se pueden mostrar: crítica, mayor y menor. La alarma crítica nos indica que existe una falla de energía en alguno de los reguladores que alimentan las tarjetas del controlador. Una alarma mayor nos indica que la tarjeta CPU no tiene comunicación. Una alarma menor nos indica que hay algún otro problema con el software o hardware del controlador. Estas alarmas son mostradas con LEDs.

Cualquier componente dañado puede ser reemplazado sin tener que apagar el controlador o interrumpir su operación en lo más mínimo.

Se debe notar que el Controlador de SmartZone fue diseñado específicamente para controlar el sistema troncalizado y por lo tanto es sumamente eficiente y confiable. Figura. 2.18.



Figura. 2.18. Cable de conexión de la tarjeta sincrónica

- Conmutador de Audio (AEB – *Ambassador Electronic Bank*)

El conmutador de audio es el componente del sistema encargado de establecer los enlaces de audio de área extendida apropiados entre los distintos repetidores (en distintos sitios) necesarios para realizar una llamada. El conmutador de audio utiliza técnicas de conmutación digital para proveer un audio de alta calidad. Las líneas de audio de las repetidoras de área extendida están conectadas a este equipo. El conmutador de audio también cuenta con un alto nivel de redundancia para asegurar su operación continua.

El conmutador de Audio se conecta al Banco de canales (Multiplexor), al equipo de interface con las consolas de despacho y al controlador de zona.

El conmutador de audio tiene tres tipos de tarjetas:

- Ambassador (AMB). Esta tarjeta puede manejar dos enlaces Ambassador que pueden ser de tipo E1 o T1.

- Tarjeta de reloj (System Timer). Esta tarjeta provee el sincronismo para el audio. La frecuencia del oscilador interno es de 2.048 Mhz. Existen dos tarjetas instaladas en el AEB para mantener la redundancia del sistema. Una de las tarjetas esta en modo activo mientras que la otra se encuentra en modo de espera.
- Tarjeta de interface con el controlador de zona (ZAMBI – Zone Controller Ambassador Board Interface). El controlador de zona maneja al conmutador de audio por medio de esta tarjeta.

En la Figura. 2.19 el conmutador de audio (AEB) típico se muestra a continuación.

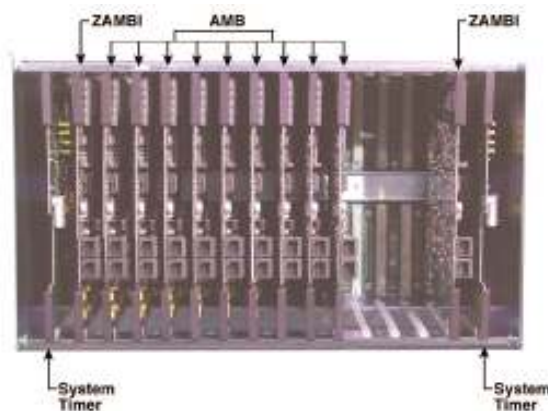


Figura. 2.19. Conmutador de Audio (AEB)

Estas tarjetas están instaladas en una carcasa y están interconectadas entre sí con buses en una tarjeta ubicada en la parte posterior. La interconexión de audio es provista por 32 de estos buses. Cada bus de audio está dedicado a un enlace Ambassador en el sistema y lleva todo el audio recibido por ese interface. En los buses de audio se utiliza Multiplexación por División de Tiempo. Cada bus es dividido en tramas y cada trama es dividida 32 espacios (slots de tiempo). Dentro de cada slot se encuentra una muestra digital de la fuente del audio del sistema. Ya que tenemos 32 buses disponibles para cada tarjeta Ambassador en el Conmutador de audio, cada tarjetas es capaz de seleccionar cualquier fuente de audio requerida y enrutarla directamente o combinarla otras fuentes para luego

reenrutarla a un canal de audio del banco de canales (Multiplexor) de alguno de sus enlaces.

La tarjeta Ambassador (AMB) tiene capacidad de manejar dos enlaces independientes full-duplex que en este sistema son de tipo E1, que tiene 32 canales en formato TDM. Por tanto cada enlace Ambassador podría manejar 32 audios provenientes de los canales de voz de los sitios remotos troncalizados y cada tarjeta podría manejar 64 audios en total, sin embargo dos de los slots de tiempo se utilizan para señalización y sincronismo, por tanto la capacidad real de la tarjeta AMB es de 60 slots de tiempo. La tarjeta AMB soporta además la comunicación con otras tarjetas AMB y con las tarjetas ZAMBI.

El audio digital recibidos del banco de canales llegan a la tarjeta AMB en un stream serial de bits. El circuito de interface del enlace recobra el reloj y la información de la trama del enlace y sincroniza el audio con el reloj del sistema antes de ser enviado a un canal determinado.

La tarjeta de Interface con el controlador de zona (ZAMBI) provee el interface entre el controlador de zona y el AEB. La tarjeta ZAMBI se conecta con la tarjeta sincrónica del controlador de zona. Los dos equipos deben estar conectados a una distancia no mayor de 30 metros. Por redundancia, dos tarjetas ZAMBI son instaladas en el AEB. El tipo de interface que utilizan es RS-422.

- Sistema de gestión y manejo de zona

El sistema de gestión puede ser visto como un juego de aplicaciones de programas o herramientas a ser utilizados para manejar la versión 4.1 del SmartZone. El proceso de aplicaciones y colección de datos y almacenamiento están distribuidos en varios servidores y un cliente para el gerenciamiento de la red conectados a la LAN. Estos servidores son de grado industrial, de alto desempeño, diseñados para manejar tareas de procesamiento de datos en tiempo real. La siguiente Figura. 2.20., muestra un diagrama con los componentes del sistema de gestión y manejo de la zona.

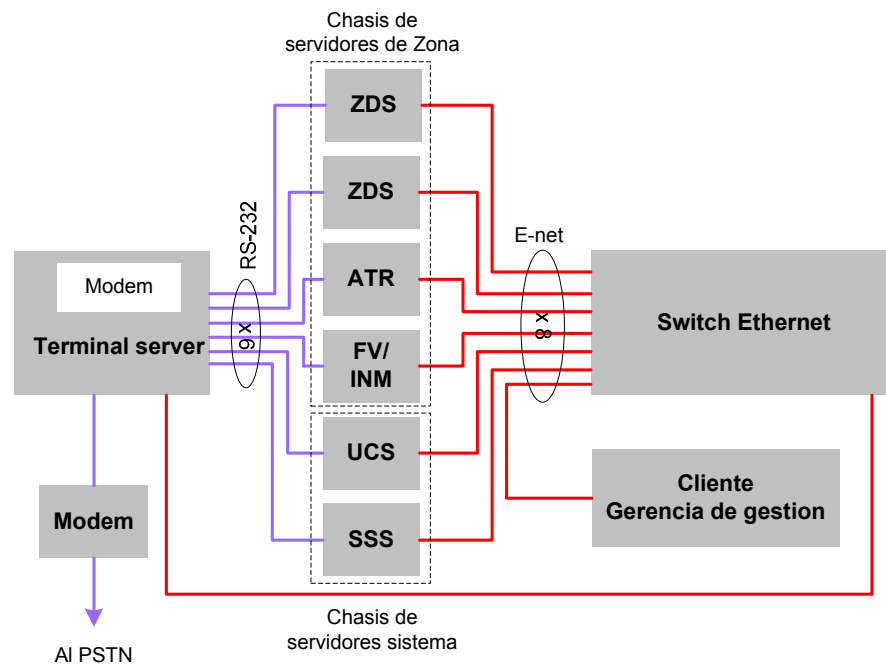


Figura. 2.20. Sistema de gestión y manejo de zona

El cliente que realiza la gerencia de la gestión es un computador corriendo el sistema operativo Windows XP Profesional y es usado por los usuarios para configurar y controlar la operación del sistema. La información de los usuarios, y las funciones de control avanzadas tales como: PTT ID, Reagrupación Dinámica e Inhibición Selectiva de Unidades son manejadas por este terminal. Se puede también modificar la infraestructura del sistema, por ejemplo aumentar o quitar sitios de repetición, canales, etc. El equipo de control de zona SmartZone, además de ser sumamente poderoso, es fácil de usar ya que utiliza una interfaz gráfica tipo GUI (Graphical User Interface).

- Servidores

En esta sección se describirá los servidores utilizados a nivel de zona y a nivel de sistema. Los servidores a nivel de sistema son utilizados con servidores de varias zonas; en esta caso utilizamos solo una zona por tanto tenemos un solo chasis con servidores de zona

- Servidores a nivel de Zona

Esta sección describe los siguientes servidores a nivel de zona, Figura. 2.21:

- ❖ Servidor de Base de datos de Zona (ZDS – Zone Database Server)
- ❖ Enrutador de Trafico en el Aire (ATR - Air Traffic Router)
- ❖ Servidor de Estadísticas de Zona (ZSS – Zone Statistics Server)
- ❖ Servidor de Visión total (FV – Full Vision Server)

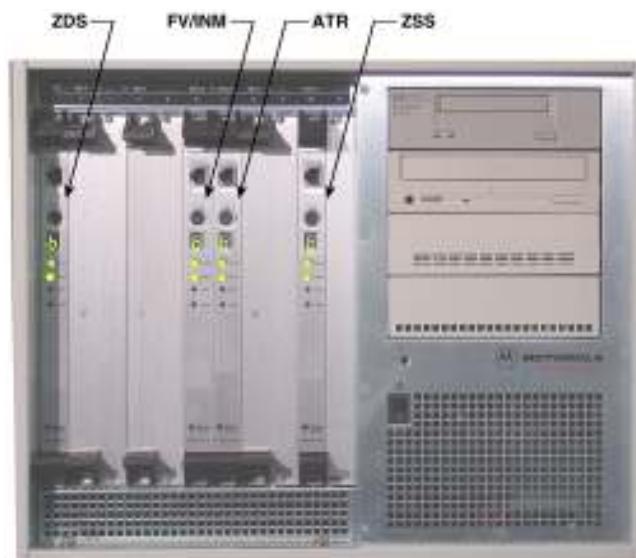


Figura. 2.21. Chasis con servidores a nivel de zona

- ❖ Servidor de Base de Datos de Zona (ZDS)

Este servidor tiene la información de la infraestructura del sistema SmartZone como son:

- Sitios de repetición remotos
- Canales existentes en cada sitio
- Información de la conexión entre Multiplexores y AEB
- Convertidores digitales – analógicos (DIU)

Este servidor realiza varias tareas incluyendo lo siguiente:

- Maneja la configuración de la base de datos
- Administra las licencias de las aplicaciones
- Autentica a los administradores de la red

El programa de aplicación instalado en el cliente que maneja este servidor es el *Zone Configuration Manager (Gerente de la configuración de Zona)*. Con este programa se pueden añadir o borrar los elementos de la zona. Este programa será utilizado para aumentar los cinco sitios con sus respectivos canales.

❖ Enrutador de tráfico en el aire (ATR)

Este servidor procesa las transacciones de llamadas y enruta la información usada por las aplicaciones Zone Watch y RCM (Radio Control Manager). Estas aplicaciones en el sistema puede deshabilitar o habilitar equipos de radio utilizando comandos enviados por el aire. Puede además realizar reagrupamiento dinámico.

❖ Servidor de Estadísticas de Zona

Este servidor almacena los datos de las estadísticas necesarias para manejar reportes históricos a nivel de Zona. Estadísticas tales como el número de llamadas, PTTs, colas de espera acumulados en intervalos de tiempo. Los datos pueden ser acumulados por horas y retenidos hasta 10 días o pueden ser acumuladas por meses y retenidas por un año. El programa de aplicación que maneja esta base de datos se denomina *Historical Reports* (reportes históricos) el cual nos permite llenar formas predeterminadas de las estadísticas mencionadas de acuerdo a los intervalos de tiempo requeridos por el usuario.

❖ Servidor de Visión Total (Full Vision INM)

Este es un servidor con interface de usuario grafico basado en Windows para monitoreo de la salud de los dispositivos del sistema. Este servidor nos permite ver la información de alarmas en una variedad de formatos: en forma de mapas, registros que pueden tener filtros, representaciones graficas de la información de alarmas, en forma de reportes.

Este servidor abarca la información de los servidores a nivel de zona y a nivel de sistema y permite monitorear objetos como servidores, controladores de zona o sitios de repetición.

- Servidores a nivel de Sistema

Estos servidores poseen bases de datos correspondientes a varias zonas, es decir, si un sistema de comunicaciones estuviera compuesto por varias zonas un controlador de zona sería necesario con sus respectivos servidores por cada zona que conforme el sistema, mientras que solo los dos servidores de sistema se hacen necesarios para guardar la base de datos de todo el sistema. En la versión SmartZone 4.1 tenemos dos servidores:

- ❖ Servidor de Configuración de usuarios (UCS – User Configuration Server).
- ❖ Servidor de Estadísticas del Sistema (SSS – System Statistics Server).

Estos servidores se encuentran instalados en un chasis separado de los servidores de zona. Estos se muestran en la Figura. 2.22.

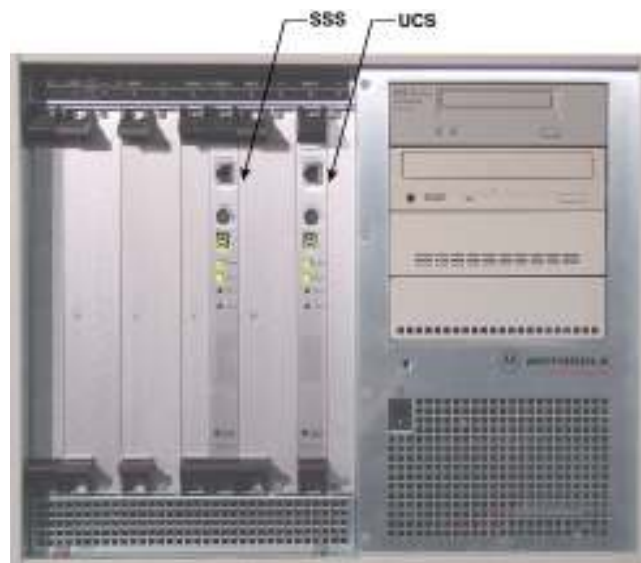


Figura. 2.22. Chasis con servidores a nivel de sistema

❖ Servidor de Configuración de Usuarios (UCS)

Este servidor provee almacenamiento de base de datos y procesamiento final requeridos por la mayor parte de funciones del sistema. Entre estas están el registro de todos los radio usuarios en el sistema basados en su identificación única, registro de los grupos de conversación basados también en su identificación única, y servicios para distribuir automáticamente estos registros en los Servidores de Base de Datos de todas la zonas ZDS. Solamente un UCS se requiere en la versión 4.1. El UCS es accesible por usuarios autorizados desde el cliente de Gerencia de Gestión.

El programa de aplicación que maneja la información de este servidor es el *User Configuration Server*, con el cual podemos añadir o borrar radio usuarios y grupos del sistema. Podemos además definir el acceso de radio usuarios o grupos solo a determinados sitios de repetición, así como definir propiedades o características individuales ya sea para radio usuarios o grupos tales como capacidad de realizar llamadas selectivas, de emergencia, etc.

❖ Servidor de Estadísticas de Sistema (SSS)

Este es un servidor opcional y tiene los datos para manejar estadísticas necesarias para realizar reportes históricos. Este servidor es requerido solamente cuando tenemos varias zonas en un sistema, en el caso presente en el cual tenemos solo un servidor de zona no es necesario. Este servidor lleva estadísticas como número de llamadas, PTT, colas de espera en intervalos de tiempo de horas, días, meses has un año.

○ Banco de canales (Multiplexor)

Un banco de canales es un multiplexor con entradas señales de entrada que en este caso son audio y control y que puede ser usado para proveer el enlace físico entres los sitios de repetición remoto y los equipos en el sitio principal. El banco de canales es usado además para realizar el interface entre AEB (Conmutador de Audio) y otros componentes del sitio principal como DIU (Unidades de Interface Digital).

El banco de canales es llamado también TeNSer (Telecommunications Network Server) y provee servicios de multiplexación, conexión cruzada, inserción de slots en puntos medios del enlace (drop – insert) y extracción de información de los slots (drop –out). Las entradas de audio desde los equipos repetidores o desde el conmutador de audio son digitalizadas y colocadas dentro de una línea de formato E1 usando Multiplexación por División de Tiempo (TDM). El banco de canales utiliza E1's para enviar audio desde el sitio remoto al sitio principal y viceversa.

En el sitio de repetición el banco de canales realiza las siguientes funciones:

- Codifica/decodifica señales de datos y audio de los canales de voz en E1s en formato PCM (Pulse Code Modulation).
- Multiplexa/demultiplexa las señales de datos y audio de los canales de voz en E1's enviados hacia el sitio principal.

En el sitio principal el banco de canales realiza las siguientes funciones:

- Realiza la conexión cruzada (cross-connects) de los slots del E1 con el audio que proviene de los sitios remotos y con los slots del E1 que envía audio al Conmutador de Audio (AEB).
- Extrae la información de las señales “Enlace de sitio” (Site link) de los slots del E1 y enruta estos datos al controlador de zona.
- Codifica/decodifica el audio de los DIU en formato PCM.

El banco de canales tiene las siguientes tarjetas:

Tarjeta de control CPU (Control Process Unit).- Esta tarjeta controla las operaciones del equipo. Una tarjeta CPU se requiere por equipo, sin embargo una tarjeta redundante pueden ser instalada.

Tarjeta WAN.- Estas tarjetas manejan el flujo de datos a través de la red y son los puntos de terminación E1 y generan o reciben sincronismo. Un módulo

CEPT es utilizado para conexión de una línea de formato E1 a 2.048 Mbps. Cada tarjeta WAN puede manejar dos módulos CEPT, por tanto maneja 2 E1's. Hasta cuatro tarjetas WAN pueden ser instaladas en el banco de canales y por tanto la capacidad de manejo es de 8 líneas E1.

La Figura. 2.23. muestra la parte frontal del banco de canales se muestra a continuación:

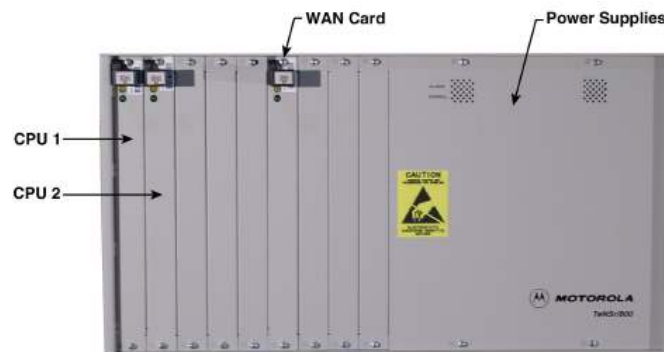


Figura. 2.23. Vista frontal del banco de canales

Tarjeta SRU (Subrate Unit).- Esta tarjeta le permite conectar equipos que transmiten datos a baja y media velocidad (2.4 – 38.4 kbps). La tarjeta SRU es usada para transportar la línea de “enlace de sitio” hasta el sitio principal, esta señal se transmite a 9.6 Kbps y es asincrónica. De igual manera el audio digital de los canales de repetición también son conectados a los puertos de esta tarjeta. Esta tarjeta posee 10 puertos.

Tarjeta de 4 hilos (4-Wire).- Esta tarjeta es usada para realizar el interface de circuitos de voz analógica a la línea E1. Para poder acomodar la señal analógica en el formato E1 la tarjeta utiliza la modulación PCM, con esto se obtienen señales digitales de 64 Kbps. Esta tarjeta posee 8 puertos.

Tarjeta ADPCM (Adaptive Differential pulse code modulation).- Esta tarjeta es utilizada en sistema que tienen modulación analógica y digital (modo mixto) para comprimir el audio PCM de 64 kbps a 40 Kbps y el audio digital de 24 kbps

en un solo slot. Con este proceso se logra reducir la cantidad de slots utilizados y por lo tanto de E1's.

Tarjeta de Interface (Interface Card).- Esta tarjeta controla muchas funciones críticas del equipo. Esta provee los interfaces a dispositivos externos, tiene la terminación de las líneas E1 y posee una memoria RAM no volátil donde se guarda la programación (configuración) del equipo.

Estas tarjetas se pueden visualizar en la parte posterior del banco de canales como se muestra en la Figura.2.24.

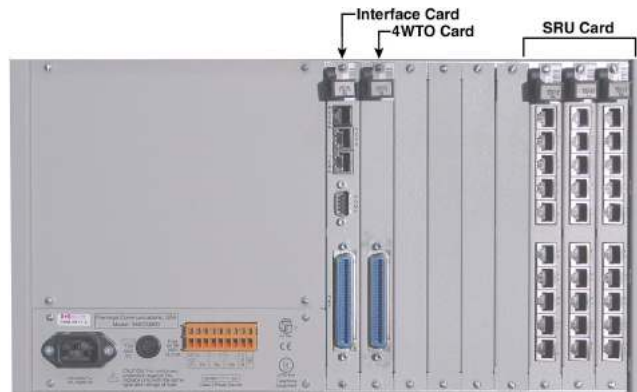


Figura. 2.24. Vista posterior del banco de canales

- Servidor Terminal

Este servidor es utilizado para acceder remotamente a los equipos que conforman el sitio principal. El terminal Server está conformado por varios modems que tienen entradas RS232 y una salida que debe conectarse a un MODEM telefónico. Por tanto, utilizando una línea telefónica se puede gestionar o revisar los diferentes equipos.

En los sitios de repetición remotos encontramos dos componentes importantes:

- Equipos Multiplexores (Banco de Canales).
- Repetidoras Inteligentes.

- Equipos Multiplexores.

Los equipos multiplexores tienen la misma descripción que lo explicado en el controlador de Zona y son los encargados de multiplexar las distintas señales en el sitio remoto y llevarlas al sitio principal en formato E1.

- Repetidoras Inteligentes

El sistema SmartZone puede utilizar repetidoras troncalizadas IntelliRepeater en cada sitio remoto. En el sistema SmartZone descrito en este documento, los sitios de repetición utilizan Repetidoras Troncalizadas Inteligentes.

Cada una de estas repetidoras cuenta con un módulo de control interno capaz de operar como el controlador de sitio remoto. Las repetidoras inteligentes (IntelliRepeaters) no requieren un controlador de sitio troncalizado externo. Esto significa que cada sitio tiene N-1 niveles de redundancia (N siendo el número total de IntelliRepeaters en ese sitio) con respecto al controlador troncalizado. Se debe notar que la redundancia ofrecida por el IntelliRepeater es completa y no se pierden en absoluto las capacidades o características operacionales cuando la función de control pasa de un IntelliRepeater a otro.

- Sistema Integrado de Área Extendida

SmartZone es una generación de sistemas troncalizados que cumple con las necesidades de comunicaciones para áreas geográficas extensas tales como provincias, regiones y países en su totalidad. Además de ser sumamente flexible y confiable, el sistema SmartZone provee las siguientes características avanzadas:

SmartZone puede cubrir áreas geográficas extremadamente extensas. Una zona de SmartZone podría llegar a tener hasta cuarenta y ocho (48) sitios de repetición diferentes y cada sitio podría ser equipado con un máximo de veinte y ocho (28) repetidores troncalizados.

SmartZone provee uso eficiente de los canales de voz. La utilización eficiente de los canales de voz se debe a la característica de asignación

Dinámica de Sitio. La Asignación Dinámica permite que los canales de voz sean activados solamente en los sitios de repetición donde se encuentran los miembros del grupo que participan en la llamada. Esta asignación ocurre automáticamente sin intervención humana y permite que los usuarios se desplacen por el área de cobertura sin tener que saber la ubicación del resto de los miembros de su grupo.

SmartZone permite equipar los sitios de repetición con el número mínimo de repetidoras necesarias para manejar el tráfico de ese sitio en específico. Cada sitio de repetición puede tener un número diferente de repetidoras lo cual convierte a SmartZone en la solución perfecta para sistemas de densidad variable. Aquellas áreas de operación de poco tráfico pueden ser cubiertas con tecnología troncalizada a un costo muy efectivo.

SmartZone tiene la capacidad para proveer prestaciones y características nuevas que pueden acelerar el proceso de llamadas y maximizar el rendimiento del sistema. Algunas de estas características, las cuales serán descritas más adelante en este documento, incluyen: Exclusión del Sitio Ocupado, Asignación del Sitio Crítico, Acceso de Usuario Crítico y Sitio Preferido.

SmartZone provee un sistema de gerencia integrado altamente sofisticado, útil y fácil de usar que permite la gerencia y configuración del sistema, gerencia de estadísticas, gerencia de fallas y gerencia de seguridad.

El sistema consta de sitios de repetición que utilizan Repetidoras Inteligentes. Una repetidora inteligente tiene la capacidad de proveer troncalización en ese sitio de repetición sin la necesidad de utilizar controladores externos. Las repetidoras inteligentes proveen respaldo la una a la otra, lo cual resulta en un alto grado de confiabilidad y tolerancia a fallas. Estas Repetidoras Inteligentes tienen la capacidad completa de operar como controladores remotos del sitio en que se encuentran, y

permiten llevar a cabo todas las funciones que ejecuta normalmente un controlador remoto dedicado de sitio.

- Proceso de llamada en Área Extendida

La Figura. 2.25, a continuación presenta una descripción sobre el proceso de una llamada a través de un sistema SmartZone. Considere el siguiente ejemplo, donde existen tres (3) sitios de repetición, cuatro (4) móviles (A, B, C, y D) y dos (2) grupos de conversación (TG1 y TG2). Los móviles A, C, y D pertenecen al grupo TG1, mientras el móvil B está operando en TG2. Los móviles A y D se encuentran en el Sitio 1, móvil B se encuentra el Sitio 2 y el móvil C se encuentra en el Sitio 3.

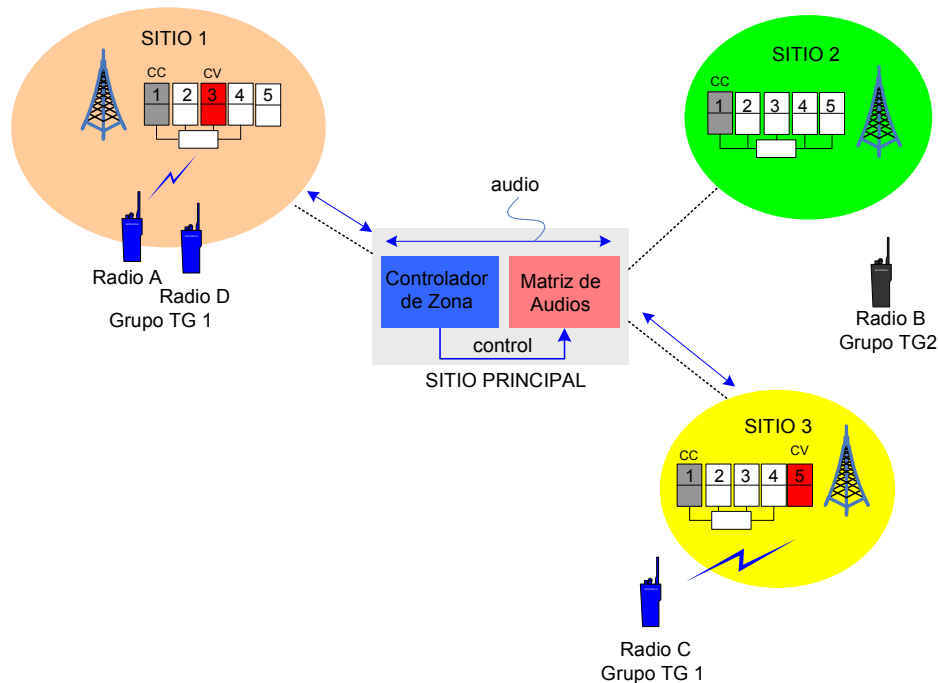


Figura. 2.25. Proceso una llamada en Área extendida

1. Registro de Unidades. El móvil A en el Sitio 1 enciende su radio. El radio comienza a monitorear el canal de control. El radio envía su señal de afiliación (ISW) con la información de grupo y el ID del radio al Controlador Maestro a través del canal de control. Lo mismo ocurre con las otras unidades móviles cuando encienden sus radios en los otros sitios de repetición. El Controlador

Maestro recibe toda la información sobre el móvil, en términos de identificación del radio, a qué grupo pertenece y el sitio de repetición donde se encuentra y almacena toda esta información en una base de datos que es continuamente actualizada. En este ejemplo el Controlador Maestro ahora sabe donde se encuentran todos los miembros de los grupos TG1 y TG2.

2. Pedido de Llamada. El móvil A oprime el botón de transmisión (PTT) de su radio. El radio transmite automáticamente una transmisión digital (ISW) que se dirige hacia el Controlador Maestro, a través del canal de control. La transmisión ISW contiene la identificación del sistema, la identificación del suscriptor que solicitó el canal de voz, la identificación del grupo al cual pertenece, el tipo de llamada que solicita, y hacia quién se dirige. Esta información es enviada del Sitio 1 al Controlador Maestro.

3. Establecimiento de la Llamada. El Controlador Maestro recibe la información del móvil A para una llamada de grupo con el grupo TG1. El Controlador Maestro entonces revisa la información de afiliación de grupo y de afiliación de sitio de repetición para determinar donde están localizados todos los miembros del grupo TG1.

El Controlador Maestro basado en su información almacenada asigna un canal de voz en cada sitio donde están localizados los miembros del grupo TG1. En este caso un canal de voz es asignado en el Sitio 1 (canal de voz 3) y otro en el Sitio 3 (canal de voz 5). En el sitio 2 no se asigna un canal de voz pues no se encuentran miembros del grupo TG1 en ese sitio. Establecimiento del Conmutador de Audio. El Controlador Maestro envía información al Conmutador de Audio sobre cuales sitios de repetición y canales necesitan recibir audio del Sitio 1. En este caso, el audio del Sitio necesita ser transmitido a los Sitios 1 y 3 en los canales de voz asignados para la conversación del TG1. Si existieran consolas de despacho conectadas al sistema, el audio también sería transmitido a aquellas posiciones con módulos de control del TG1.

Asignación del Canal de Voz. El Controlador Maestro asigna los canales de voz en los Sitios 1 y 3 al enviar una palabra de datos (OSW). Las asignaciones de los canales de transmisión y recepción son enviadas a los móviles a través del canal de control. Móvil A comienza a transmitir en su canal asignado en el Sitio 1 mientras el móvil D escucha al Sitio y móvil C escucha al canal asignado en el Sitio 3.

4. Transmisión del Audio. El audio del Móvil A del Sitio 1 es enviado al Conmutador de Audio. El móvil C y el móvil D reciben el audio distribuido del Conmutador de Audio para escuchar la transmisión del móvil A.

5. Final de la Conversación. Una vez que termina la conversación, todas las unidades en ese grupo se sintonizan de nuevo automáticamente al canal de control de los sitios de repetición respectivos. El canal de voz queda libre para ser asignado a cualquier otra unidad que lo solicite.

El tiempo que transcurre desde que el suscriptor oprime su botón de transmisión (PTT) hasta que se le asigna un canal de voz es menos de 500 milisegundos. Este tiempo de acceso es independiente de la ubicación de los miembros del grupo, la configuración de la unidad suscriptora o del tipo de llamada (grupo, consola o individual).

2.2. ASPECTOS DE REGULACIÓN

Las normas y los reglamentos que rige la regulación de las telecomunicaciones están basadas en la Ley Especial de telecomunicaciones reformada, en el artículo 1 establece que el servicio de telefonía móvil automática, en el que está incluido los Sistemas Troncalizados, podrá ser prestado a través de las operadoras en las condiciones que la ley y los respectivos reglamentos lo establezcan; que mediante resolución No. ST-94-028, se expide el Reglamento para la Explotación de los Sistemas Troncalizados, el mismo que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 426; además la resolución No. ST-94-029, se expide la Norma Técnica y Plan de Distribución de Frecuencias para los Sistemas

Troncalizados, es necesario contar con un nuevo Reglamento y Norma Técnica para los Sistemas Troncalizados, acorde con las nuevas disposiciones legales y técnicas para satisfacer las necesidades de comunicaciones en el país.

La Ley Especial de Telecomunicaciones reformada en concordancia con el artículo 41 del Reglamento General, resuelve expedir el REGLAMENTO Y NORMA TÉCNICA PARA LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS.

2.2.1 Reglamento de sistemas troncalizados

El Régimen Legal contempla la instalación, operación y explotación de Sistemas Troncalizados contenida en la Ley Especial de Telecomunicaciones, Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones, Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias. El reglamento y norma técnica son expedidos por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

El Tipo de Tráfico para operar Sistemas Troncalizados es fundamentalmente para transmisión y recepción de tráfico de despacho.

Se establece la libre y leal competencia entre los Concesionarios de Sistemas Troncalizados. Para la operación de Sistemas Troncalizados se requiere de la concesión del servicio, otorgado por la SNT, previa autorización del CONATEL. Las concesiones se legalizarán mediante contrato elevado a escritura pública, que será suscrito por el Secretario y el Concesionario.

La policía nacional es una entidad de seguridad pública, ellos no requieren cumplir todo los trámites de concesión de frecuencia.

Los requisitos que debe presentar son:

- Información Técnica y Operativa
- Autorización de uso de frecuencia

- Información Técnica y Operativa

Memoria técnica del sistema, elaborada y suscrita por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, en el que se indicará entre otros los siguientes aspectos:

- Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema.
- El proyecto técnico, identificando el área de cobertura, la capacidad de abonados del sistema, el plazo de puesta en operación del sistema, características de los equipos a instalar, etc.
- Análisis económico de factibilidad para la implementación del sistema.
- Procedimientos de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar.
- Descripción del sistema de facturación y atención al cliente que se propone instalar.
- Descripción de los procedimientos que propone, para facilitar el control técnico que la SUPTEL debe realizar.

Estos requisitos deberán ser presentados para la operación inicial del sistema. En caso de requerir sistemas auxiliares como enlaces radioeléctricos, la autorización de las frecuencias necesarias para la operación de estos sistemas, las solicitará siguiendo el trámite regular, conforme a los respectivos reglamentos y normas vigentes.

- Autorización de uso de frecuencia

❖ La Autorización

Es un acto jurídico mediante el cual la SNT por delegación del CONATEL suscribe un contrato de autorización de uso de frecuencias para que la persona natural o jurídica opere Sistemas de Radiocomunicaciones.

❖ Las Personas Autorizadas

Podrán celebrar contratos de autorización de uso de frecuencias para operar Sistemas Troncalizados, las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que tengan capacidad jurídica para hacerlo, expresen su consentimiento y cumplan con los requisitos previstos en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones, Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias, en el presente reglamento y norma técnica, y en los planes y resoluciones expedidos sobre la materia por el CONATEL, previa la suscripción del contrato de concesión.

❖ Grupos de Frecuencias

El CONATEL a través de la SNT podrá autorizar a una misma persona natural o jurídica, la operación de uno o más grupos de frecuencias, los que podrán estar interconectados entre sí.

❖ Solicitud para la Autorización

El Concesionario de Sistemas Troncalizados, previo a la operación y explotación del sistema, debe suscribir el respectivo contrato de autorización de uso de frecuencias con la SNT.

❖ Requisitos para la Autorización

Para obtener la autorización de uso de frecuencias para Sistemas Troncalizados, el solicitante deberá presentar a la SNT los siguientes requisitos:

- a. Solicitud dirigida al Secretario.
- b. Estudio técnico del sistema elaborado en formulario disponible en la SNT y suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE).
- c. Copia certificada de la escritura de constitución y reformas en caso de haberlas. (Para personas jurídicas).
- d. Copia certificada del nombramiento del representante legal debidamente inscrito en el Registro Mercantil. (Para personas jurídicas);

- e. Copia de la cédula de ciudadanía. (Para personas jurídicas, del representante legal).
- f. Copia del certificado de votación del último proceso electoral. (Para personas jurídicas, del representante legal).
- g. Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal conferido por la Superintendencia de Compañías o Superintendencia de Bancos según el caso. (Para personas jurídicas);
- h. Copia del Registro Único de Contribuyentes;
- i. Fe de presentación al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del solicitante. (Para personas jurídicas, del representante legal).
- j. Otros documentos que la SNT solicite por escrito.

❖ Duración del Contrato de Autorización

Los contratos de autorización de uso de frecuencias para los Sistemas Troncalizados tendrán una duración de cinco (5) años, renovables previa solicitud del Concesionario dentro de los noventa (90) días anteriores a su vencimiento. Dichas autorizaciones tendrán garantía de renovación mientras dure la concesión.

❖ Modificaciones del Contrato de Autorización

Cualquier ampliación o modificación que requiera hacer el Concesionario y que afecte al contrato, requerirá de una nueva autorización por parte de la SNT.

❖ Terminación del Contrato

Los contratos de autorización de uso de frecuencias celebrados por la SNT pueden legalmente terminar además de las causales establecidas en el artículo 14 aplicables a los contratos de autorización, por las siguientes causas:

- a. Incumplimiento de los plazos establecidos en el contrato de autorización, respecto a la operación e instalación del sistema;
- b. Mora en el pago a la SNT por más de noventa (90) días, de las obligaciones económicas que le corresponda; y,
- c. Terminación del contrato de concesión.

❖ Terminación Unilateral del Contrato de Autorización

La SNT podrá declarar terminados, anticipada y unilateralmente los contratos de autorización de uso de frecuencias en los siguientes casos:

- a. En caso de incumplimiento del Concesionario de una o más cláusulas contractuales o disposiciones legales, expresamente indicadas en el contrato, previo informe de la SUPTEL;
- b. Mora en el pago a la SNT por más de noventa (90) días, de las obligaciones económicas que le corresponda;
- c. Quiebra o insolvencia del Concesionario;
- d. Traspasar, ceder, arrendar o enajenar total o parcialmente a terceras personas, los derechos establecidos en el contrato, sin previa autorización de la SNT;
- e. Incumplimiento en la instalación dentro del plazo concedido en el contrato;
- f. No utilizar o suspender las operaciones por un período de seis (6) meses consecutivos, sin autorización de la SNT;
- g. Violación comprobada del secreto de las comunicaciones por parte del Concesionario;
- h. Por las causas establecidas en el Reglamento General de Radiocomunicaciones y contrato de autorización; e,
- i. Cuando el interés público lo exija.

❖ Notificación de la Terminación Unilateral del Contrato de Autorización

Antes de proceder a la terminación unilateral, la SNT notificará al Concesionario, con la anticipación prevista en el contrato, sobre su decisión de terminarlo. Junto con la notificación, se remitirán los informes técnico, económico, jurídico, y el informe de la SUPTEL, referentes al cumplimiento de las obligaciones contractuales con la SNT. La notificación señalará específicamente el incumplimiento en que ha incurrido el Concesionario y se advertirá que de no remediarlo en el plazo señalado, se dará por terminado unilateralmente el contrato mediante resolución del CONATEL, lo que será comunicado por escrito.

❖ Requisitos para la Renovación del Contrato de Autorización

Los requisitos, debidamente actualizados, para solicitar la renovación de los contratos de autorización de uso de frecuencias son los mismos que para la autorización inicial.

Las características técnicas del Sistema Troncalizado deberán ser actualizadas en el formulario correspondiente.

2.2.2 Operaciones Sin Concesión

- **Art. 31.-** Autorización.-El solicitante cumplirá con todos los requisitos exigidos para celebrar el contrato de autorización de uso d

- Exoneración de Requisitos

Las FF.AA. y la Policía Nacional no requieren celebrar contratos de concesión para la operación de Sistemas Troncalizados.

- **Art. 30.-** Operación.-Para la operación de los Sistemas Troncalizados sin concesión se requerirá de la autorización del CONATEL mediante e frecuencias. Los valores que cobrará la SNT al beneficiario por la operación de estos sistemas se establecen en el Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias.

- **Art. 32.-** Sanciones.-Los Sistemas Troncalizados que operen bajo estas condiciones, serán para uso exclusivo de la institución beneficiada y en ningún caso podrán ceder o alquilar a terceros, caso contrario serán sancionados de acuerdo a los reglamentos pertinentes.

- Instalación Y Operación

- **Art. 33.-** Instalación y Operación.-Los Sistemas Troncalizados serán instalados y puestos en operación en todas las áreas autorizadas, dentro del plazo de 180 días establecidos en los contratos de concesión y autorización, prorrogables por el mismo período y por una

sola vez, previa solicitud del Concesionario. Si cumplido el plazo, no han iniciado la operación, las frecuencias serán revertidas al Estado.

El Concesionario deberá certificar el inicio de operación del servicio, mediante la firma de un acta de puesta en operación conjuntamente con la SUPTEL, Los funcionarios técnicos que designe la SUPTEL debidamente identificados, tendrán libre acceso a todas las instalaciones del sistema incluyendo a la unidad de control central y su programación.

Nota: El plazo al que se refiere este artículo fue ampliado en 180 días, por una sola vez, por el Art. 1 de la Resolución 170-05-CONATEL-2001, publicada en el Registro Oficial 310 del 20 de abril de 2001. Esta ampliación rige a partir del 4 de abril del 2001.

- **Art. 34.-** Interconexión y Conexión de Redes.- Todos los Concesionarios están en la obligación de permitir la interconexión a otros Concesionarios de redes públicas y conexión de redes privadas que lo soliciten, tal como lo establece el Reglamento de Interconexión y Conexión, y las leyes vigentes.

Los proveedores de servicios de acuerdo a sus requerimientos, deberán solicitar se les incluya en el Plan Nacional de Numeración.

- **Art. 35.-** Interferencias.-El Concesionario será el único responsable por las interferencias radioeléctricas o por daños que puedan causar sus instalaciones a otros Sistemas de Radiocomunicaciones o a terceros, por lo cual está obligado a solucionarlos a su costo y en el tiempo que determine la SUPTEL.
- **Art. 36.-** Servicio de Larga Distancia.-Para proporcionar el servicio de larga distancia nacional o internacional a sus abonados, el Concesionario requerirá de una concesión expresa otorgada por el CONATEL, y podrá realizar la interconexión a la red pública fija de la

empresa que explote el servicio, de acuerdo a lo establecido en las leyes vigentes, o mediante los equipos de su propia red previamente autorizados por el CONATEL.

o Derechos Y Obligaciones

- **Art. 37.-** Derechos del Concesionario.-La persona natural o jurídica que tenga contrato de concesión y autorización de uso de frecuencias para operar Sistemas Troncalizados tiene los siguientes derechos:

- a. Recibir trato equitativo e igualitario en la gestión de concesiones y en el derecho de uso del espectro radioeléctrico;
- b. Solicitar a la SNT, con la firma del representante legal, el incremento o disminución de estaciones y cualquier modificación técnica que requiera; y,
- c. Solicitar a la SUPTEL el monitoreo de las frecuencias que tiene autorizadas y en caso de que exista interferencia solicitar la solución al problema.

- **Art. 38.-** Obligaciones del Concesionario.-La persona natural o jurídica que tenga contrato de concesión y autorización de uso de frecuencias para operar Sistemas Troncalizados tiene las siguientes obligaciones:

- a. Instalar, operar, comercializar y mantener el servicio de Sistemas Troncalizados, conforme a lo establecido en los contratos de concesión y de autorización de uso de frecuencias, en los reglamentos pertinentes y en las normas técnicas vigentes;
- b. Operar los Sistemas Troncalizados en las frecuencias que la SNT le autorice para tal efecto. Las frecuencias asignadas no podrán ser modificadas sin previa autorización de la SNT;
- c. Prestar el servicio en la zona de cobertura autorizada, sin sobrepasar ésta, caso contrario el Concesionario se sujetará a las sanciones correspondientes;

- d. Proporcionar gratuitamente el servicio y asistencia a las instituciones y organizaciones pertinentes en casos de guerra o conmoción interna, así como de emergencia nacional, regional o local declarada por el Presidente de la República, mientras éstos duren;
- e. Establecer y mantener sistemas de medición y control que determinen la calidad del servicio, cuyos registros deben ser confiables y de fácil verificación. Estos sistemas y registros estarán a disposición de la SUPTEL para el control correspondiente;
- f. Prestar todas las facilidades a la SUPTEL para que conjuntamente con un representante del Concesionario, inspeccione y realice las pruebas necesarias para evaluar la precisión y confiabilidad del sistema;
- g. Utilizar tecnologías modernas, con las máximas facilidades y ventajas técnicas que garanticen la optimización del uso del espectro radioeléctrico, la privacidad en las comunicaciones y la calidad del servicio;
- h. Precautelar los intereses de los abonados mediante la asignación de códigos de seguridad a cada una de las estaciones de abonado;
- i. Informar a sus abonados sobre los mecanismos que dispone el sistema para mantener el secreto y la privacidad de las comunicaciones de conformidad con las características del servicio;
- j. Prestar el servicio a las personas que lo soliciten, dentro del área de servicio autorizada, en condiciones equitativas sin establecer discriminaciones;
- k. Celebrar un contrato de prestación de servicios con cada uno de sus abonados, en el que se establezcan las condiciones generales del servicio. Dicho contrato no podrá ser contrario a las disposiciones del presente reglamento y norma técnica y el contrato de concesión;
- l. Instalar y operar los Sistemas Troncalizados en los plazos estipulados en el contrato de autorización;
- m. Presentar y mantener las garantías que se establezcan en los contratos de concesión;
- n. Presentar toda la información financiera, contable y de cualquier otra índole que la SNT considere procedente;
- o. Homologar en la Secretaría los equipos que utilice el sistema;

p. Usar sus estaciones de radiocomunicación debidamente autorizadas por la SNT, conforme los reglamentos y normas técnicas pertinentes;

q. Disponer las medidas necesarias para la operación del Sistema Troncalizado conforme a las normas técnicas y más disposiciones expedidas por el CONATEL;

r. Conectar, programar, dar servicio y activar los equipos terminales de abonado, homologados por la SNT;

s. Notificar a la SUPTEL el listado de radios robados, para evitar la activación de los mismos en otros Sistemas Troncalizados; y,

t. Cumplir las demás obligaciones contempladas en los reglamentos pertinentes.

- **Art. 39.-** Responsabilidad del Concesionario.-Frente a sus abonados el Concesionario será el único responsable por la prestación del servicio. En el caso de que el Concesionario no preste el servicio en los términos y condiciones señalados en el contrato de concesión, el CONATEL dictará las resoluciones pertinentes, y dispondrá a la SUPTEL que proceda a sancionar conforme lo establecen las normas vigentes.

- **Art. 40.-** Carácter Obligatorio de las Normas Técnicas y Operativas.-La aplicación y cumplimiento de las normas técnicas y operativas y de los parámetros específicos autorizados a los Sistemas Troncalizados, tienen el carácter de obligatorio, y su incumplimiento será sancionado conforme a las normas vigentes.

- De Las Infracciones Y Sanciones

- **Art. 45.-** Infracciones y Sanciones.-Las infracciones y sanciones a que diera lugar el incumplimiento de lo establecido en el presente reglamento, son aquellas descritas en las normas vigentes.

- **Art. 46.-** Transacción y Arbitraje.-El CONATEL podrá celebrar convenios transaccionales o recurrir al procedimiento arbitral, para

solucionar o terminar litigios de carácter técnico, económico o legal, derivados de las concesiones o autorizaciones concedidas.

- **Art. 47.-** Controversias.-En las controversias derivadas de los contratos de concesión o autorización celebrados con la SNT, las partes procurarán solucionarlas en la fase administrativa en forma amigable y transaccional, de acuerdo a este reglamento y norma técnica; y en la fase jurisdiccional, de conformidad con las normas vigentes.

CAPITULO 3

PROPUESTA TÉCNICA

3.1 DISEÑO DE RED

La red consiste en equipamiento que debe ser diseñado para el correcto funcionamiento de los sitios de repetición o sitios remotos y el sitio principal.

3.1.1 Sitio de Repetición Remoto

En esta sección se incluye el área geográfica que abarcan cada uno de los sitios de repetición elegidos y un análisis de tráfico para determinar el número de canales requerido en cada sitio. El equipamiento en los sitios remotos va a ser dividido en módulos, los cuales serán descritos y justificados con su respectivo fundamento teórico. Al final de cada módulo se realizará un listado de los equipos a ser instalados. Los módulos son los siguientes:

- Sistema de energía eléctrica
- Equipos Repetidores
- Sistema de Irradiación de Radiofrecuencia
- Enlaces de Radio - Microonda
- Multiplexación
- Sistema de Protección y puesta a tierra

Un diagrama de bloques que muestra estos módulos se muestra en la Figura. 3.1

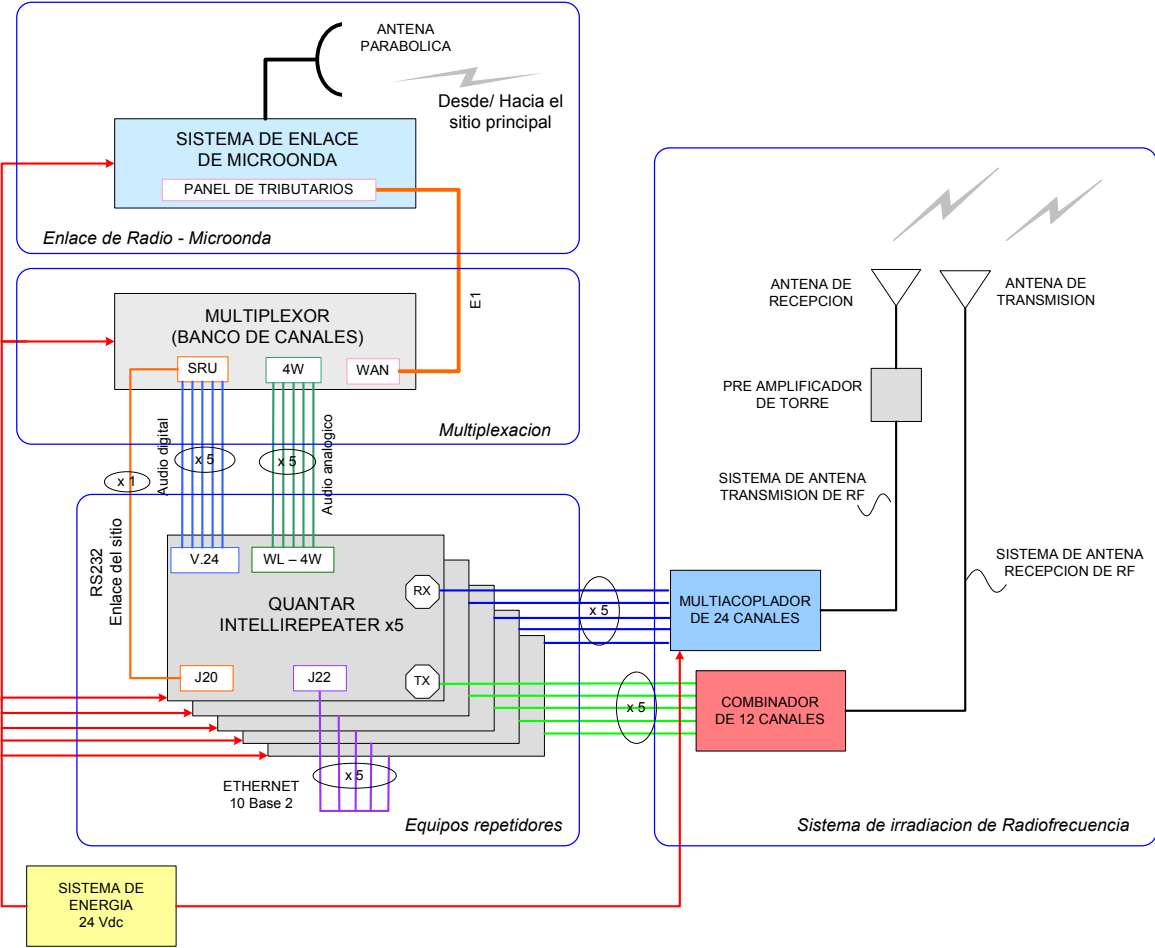


Figura. 3.1. Diagrama de bloques de los módulos en el Sitio de Repetición

- Análisis de Cobertura

Una vez escogidos los sitios de repetición como se muestra en La Figura. 1.1, el acceso al sistema es por usuarios utilizando equipos portátiles o de mano (XTS 1500, XTS 2250), y equipos móviles o vehiculares (XTL 1500, XTL 2250) como se muestra en La Figura. 3.2. La diferencia de estos equipos radica en sus características técnicas como son, potencia de radio frecuencia y antenas. El área geográfica que cubre a los sitios de repetición nuevos se integrará a la cobertura de los sitios de repetición ya existentes (área extendida).

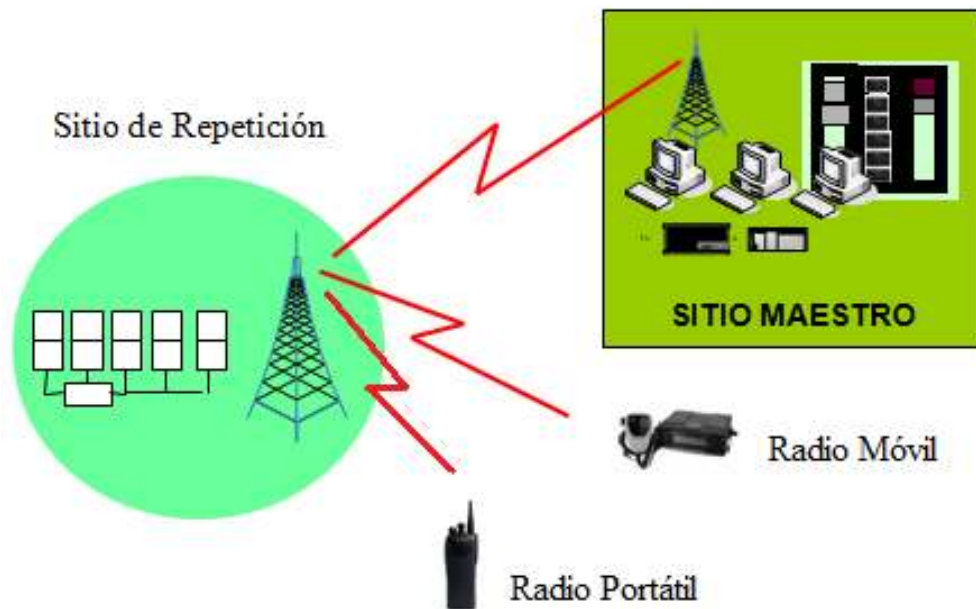


Figura. 3.2. Acceso de suscriptores al Sistema de Comunicaciones

Las consideraciones importantes en el análisis de cobertura son:

- La intensidad de la señal de radio frecuencia enviada por los repetidores, ubicados en los sitios de repetición y la intensidad de señal de respuesta de los equipos suscriptores. La capacidad de transmisión de los equipos suscriptores y de los equipos repetidores depende de la potencia de radio frecuencia y del tipo de antena empleada.

- La frecuencia de operación. El rango de frecuencia asignado para sistemas troncalizados en el país se encuentra en los 800 MHz. El sistema troncalizado de la Policía Nacional tiene asignado un bloque de frecuencias dentro de este rango.
- La ubicación geográfica. Provee la altura del sitio. Desde este punto geográfico se trazan radiales de 0 a 360 grados en un mapa geográfico considerando el relieve del terreno.
- Altura de la torre.

Las herramientas utilizadas para determinar el área de cobertura teórica de los sitios de repetición son el software de cálculo Radio Móvil y el Global Mapper que detalla los puntos de referencia geográficos del área como son ciudades, carreteras, elevaciones, etc. La Figura. 3.3 y La Figura. 3.4 muestran la cobertura de los sitios de repetición donde se visualiza los niveles de intensidad de señal de radio frecuencia plasmados en un tramo de área geográfica. El color rojo indica el mayor nivel de intensidad de frecuencia, mientras el color azul muestra un nivel de señal más bajo que es el umbral de la comunicación entre usuarios. Los niveles intermedios de señal ordenados en intensidad de mayor a menor son naranja, amarillo, verde, celeste.

En las figuras de área de cobertura de los sitios de repetición se muestran como P1 Mitaloma, P2 Monteserrín, P3 La Viudita, P4 Yamboya y P5 Cerro de Osos.

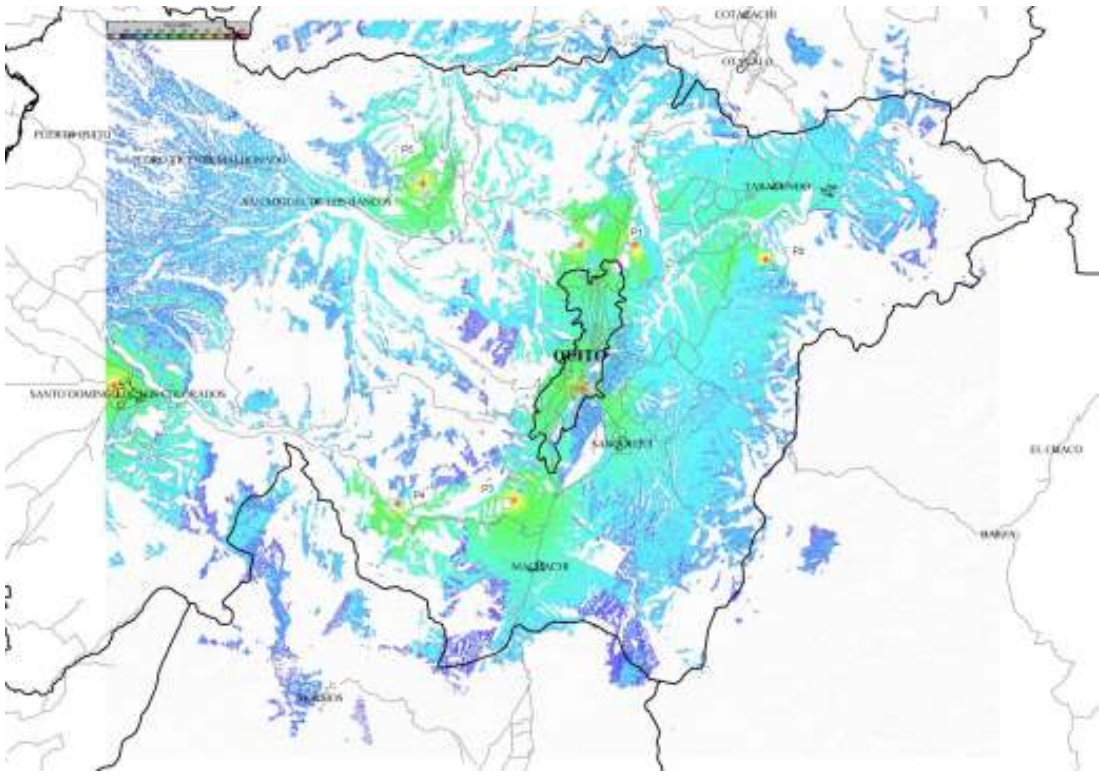


Figura. 3.3. Cobertura desde cinco sitios de repetición hacia radio portátil

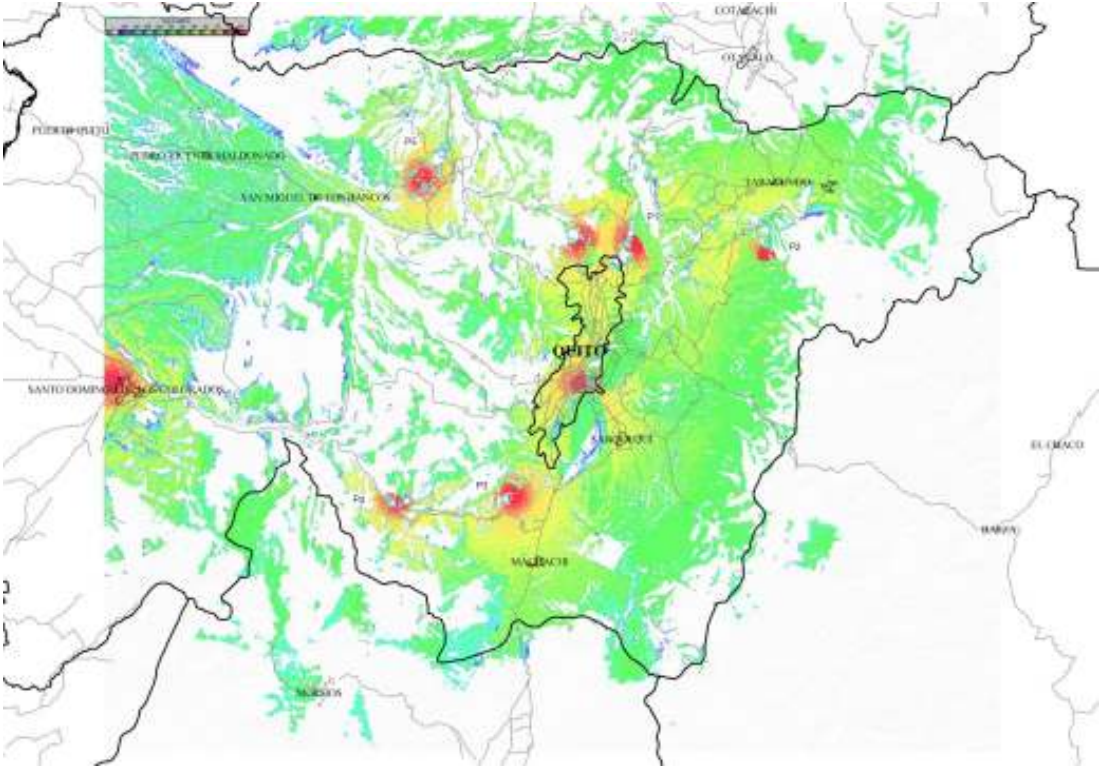


Figura. 3.4. Cobertura desde cinco sitios de repetición hacia radio móvil

- Análisis de Tráfico

El propósito de analizar el tráfico de llamadas es definir el número de repetidores que necesita para cubrir una cierta cantidad de suscriptores. Para el cálculo se utiliza la fórmula de *Erlang C*, esta fórmula deduce la probabilidad de cola de espera, asumiendo que las llamadas fueron bloqueadas y se quedan en el sistema hasta que se puedan atender, esta ecuación se aplica para analizar el tráfico de llamadas de sistemas troncalizados.

- El análisis del tráfico se basa en el modelo Erlang C (las llamadas no atendidas entran a fila de espera).
- El análisis se realiza suponiendo 1 hora de utilización de los equipos suscriptores.
- El número de usuarios que se afilian al sitio de repetición la Viudita son 75 suscriptores.
- El tipo de llamadas que se consideran para el análisis son llamadas de despacho y llamadas privadas.
- El promedio de llamadas de despacho realizadas en una hora es 3,5 llamadas.
- La duración de la llamada de despacho promedio de un suscriptor es 9 segundos.
- El porcentaje de unidades con capacidad de llamada privada es el 3%.
- Número de llamadas privadas promedio, 1 en 1 hora.
- Duración promedio de llamada privada 30 segundos.
- El objetivo de demora del canal es 10 segundos.

Las consideraciones para analizar el tráfico de llamadas son las que se muestran en la Tabla. 3.1.

Tabla. 3.1. Parámetros considerados para cálculo de Tráfico

Duración del intervalo de muestra	3600 s
Número de usuarios	60
Número de llamadas de despacho (en 3600 seg) (p_h)	3,5
Duración media de las llamadas de despacho	9 seg
Porcentaje de unidades con capacidad de llamada privada	3%
Número de llamadas privadas (en 3600 seg) (h)	1
Duración promedio de la llamada privada	30 seg
Objetivo en demora de acceso al canal	7 seg

Una vez q las consideraciones están definidas calculamos las llamadas de despacho por intervalo, llamadas privadas por intervalo y tráfico total generado con las siguientes fórmulas, obteniendo los valores que se muestran.

LLAMADA DE DESPACHO POR INTERVALO

*Número de usuarios * Número de llamadas de despacho* 210 llamadas

LLAMADAS PRIVADAS POR INTERVALO

*Número de usuarios * Porcentaje de unidades con capacidad de llamada privada * Número de llamadas privadas* 1,8 llamadas

TRÁFICO TOTAL GENERADO EN 3600 SEGUNDOS (A)

$$A = \frac{\text{Llamadas de despacho} * h + \text{Llamadas privadas} * p_h}{\text{Duración del intervalo de lamuestra}} \quad 0,54 \text{ Erlangs}$$

La Tabla. 3.2 muestra los resultados del análisis donde se puede observar el número de repetidores requeridos en este caso necesitamos 5 repetidores que cumplen con las consideraciones establecidas en la Tabla. 3.1. Este procedimiento es el mismo para los 5 sitios de repetición, ya que cada uno tiene similares características.

Tabla. 3.2. Número de canales requeridos por sitio de repetición.

N canales	RHO %	C %	P(d=0) %	GOS %	P(d>t) %	d1 seg	d2 seg
1	54%	54%	46,0%	67,6%	32,4%	10,57	19,57
2	27%	11,5%	88,5%	97,7%	2,3%	0,71	6,16
3	18%	1,9%	98,1%	99,9%	0,1%	0,07	3,66
4	13,5%	0,2%	99,1%	100,0%	0,0%	0,01	2,60
5	10,8%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,00	2,02

A continuación se especifican las fórmulas utilizadas en la Tabla. 3.2 donde:

N: Numero de canales requeridos $N \in R$

RHO: Promedio de ocupación del canal utilizado por el agente

$$RHO = \frac{A}{N}$$

Distribución Erlang $C(N, A)$: Probabilidad de que una llamada entre a la cola

$$C(N, A) = \frac{\frac{e^{-A} A^N}{N!}}{\frac{e^{-A} A^N}{N!} + (1 - RHO) \sum_{k=0}^N \frac{e^{-A} A^k}{k!}}$$

P(d=0): Probabilidad de obtener una respuesta inmediata

$$P(d = 0) = 1 - C(N, A)$$

GoS (Grado de servicio): Probabilidad que una llamada tenga que esperar.

$$GoS(N, A) = 1 - C(N, A) * \exp\left\{-(N - A) * \frac{\text{Objetivo de demora de acceso al canal}}{\text{Duración promedio de la llamada de despacho}}\right\}$$

Probabilidad de que el retraso sea mayor que el objetivo

$$P(d > t) = 1 - GOS(N, A)$$

d1: Promedio de rapidez de respuesta

$$d1 = C(N, A) * \frac{h}{N * (1 - RHO)} [s]$$

d2: Tiempo promedio de demora en llamadas demoradas

$$d2 = \frac{h}{N - A} [s]$$

- Sistema de energía eléctrica

Para dimensionar el sistema de energía necesitamos determinar la carga eléctrica en el sitio de repetición. Los equipos en el sitio de repetición son cargas de corriente directa, pero la energía provista para estos equipos proviene de un sistema de rectificadores. Por tanto se debe realizar un cálculo de corriente basado en el consumo de los circuitos de corriente eléctrica o cargas, en primer lugar de DC para finalmente determinar el requerimiento de consumo de corriente AC.

La alimentación eléctrica del sitio de repetición será provista por la corriente obtenida de la red comercial. Se tomara en consideración además, en caso de que exista un corte de esta energía, un banco de baterías.

El sistema de energía es un sistema inteligente de provisión de carga a los equipos, consta de una bandeja con capacidad para 4 rectificadores. En la bandeja, los rectificadores comparten la corriente entregada a las cargas, para esto se utiliza un equipo controlador, el cual además tiene la capacidad de realizar la conmutación al banco de baterías cuando no existe flujo de energía eléctrica de la red comercial mediante un contactor. El controlador posee un display que muestra la corriente entregada por los rectificadores a las cargas y a las baterías. Este sistema posee además un equipo de detección de bajo voltaje (LVD - Low Voltage Disconnect) para las baterías y actúa cuando la alimentación de los equipos ha sido conmutado al banco de baterías con la finalidad de preservar la vida útil de las mismas.

La Figura. 3.5 muestra un diagrama unifilar con el consumo de corrientes directas para determinar la carga eléctrica que soportara el sistema de rectificadores de voltaje y el número de rectificadores requerido para proveer la corriente necesaria. Una vez determinada la corriente de consumo de los equipos determinaremos también el número de baterías requeridas para un determinado objetivo de tiempo de respaldo.

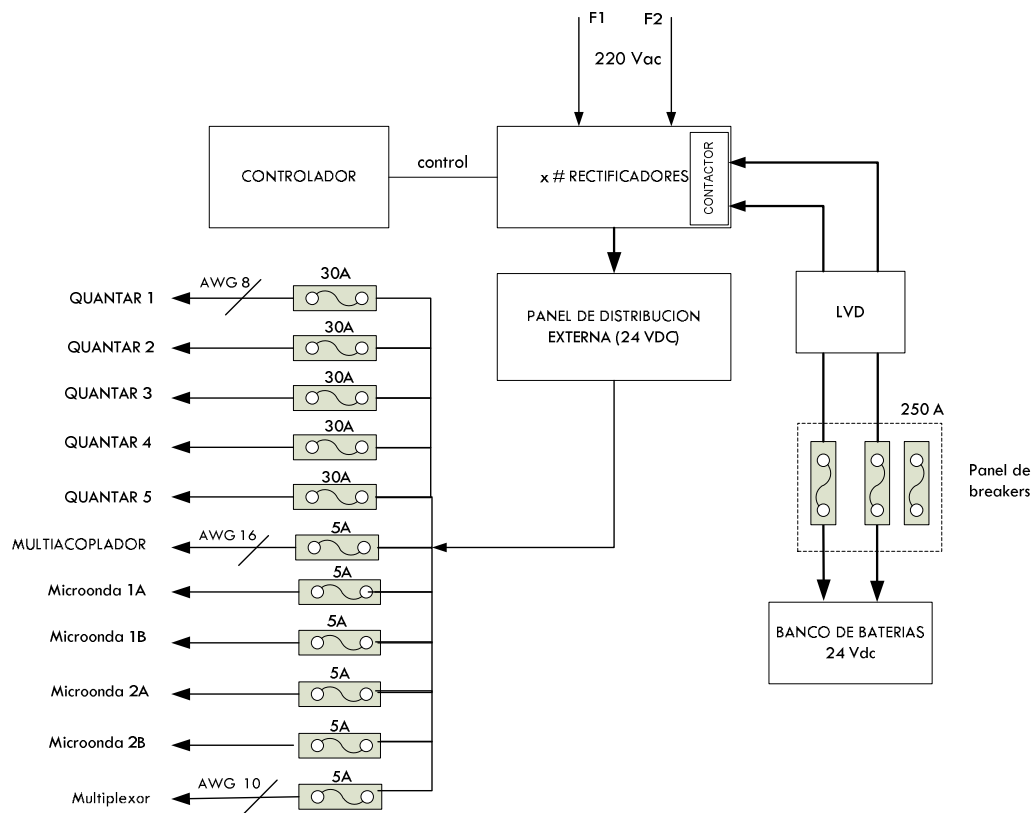


Figura. 3.5. Diagrama unifilar eléctrico con cargas de corriente directa

Para el cálculo de número de rectificadores y baterías requeridos los parámetros a considerar son los siguientes.

1. El objetivo de autonomía, es decir, el tiempo en horas en el cual funcionarían los equipos en el sitio, alimentados solo por el banco de baterías en caso de ausencia de la energía de la red comercial.

2. Los canales de voz (Repetidores) no transmiten todo el tiempo, sino que se debe considerar un promedio de tiempo de transmisión, mientras que el porcentaje restante estarán en modo de espera.
3. El canal de control (Repetidor) transmite permanentemente.
4. El tiempo de recuperación del banco de baterías en horas, es decir el tiempo que las baterías necesitaran ser cargadas para obtener su carga completa.
5. Las baterías que serán utilizadas son de 12 Vdc y 255 A/H nominal. La carga efectiva que se aprovechara de las baterías es un 70% de su capacidad nominal, es decir 178,5 A/H. Se realizaran arreglos de 2 baterías para obtener los 24 Vdc que es el voltaje utilizado por los equipos.
6. Los rectificadores a ser utilizados son de 24 Vdc y proveen 50 A.

La Tabla. 3.3 y Tabla. 3.4 muestran los parámetros considerados para el cálculo y con el de consumo de las cargas se muestran a continuación:

Tabla. 3.3. Parámetros considerados para el cálculo

Porcentaje de repetidoras en transmisión/espera	75% / 25%
Objetivo de autonomía	8 Horas
Recuperación del banco en	8 Horas
Capacidad Baterías de 12 Vdc de 255 A/H al 70%	178,5 A/H
Capacidad de los rectificadores de 24 Vdc	50 A

Tabla. 3.4. Consumo de las cargas eléctricas de corriente directa

EQUIPOS	Cant	CONSUMO		
		Unitario (A)	Total (A)	Consumo (A-H)
			Cant*Unitario	Total*Obj de autonomia
Canal de control	1	20,00	20,00	160,00
Canal de Voz-Transmisión (75% del tiempo)	4	20,00	60,00	480,00
Canal de Voz-Espera (25% del tiempo)	4	2,50	2,50	20,00
Microonda	2	4,00	8,00	64,00
TeNSr	1	2,00	2,00	16,00
Multicoupler	1	0,30	0,30	2,40
			92,80 (A)	742,40 (A)

Con los datos mostrados en las tablas se procede a realizar los cálculos correspondientes para determinar el equipo necesario:

CORRIENTE EN EXCESO PARA RECUPERAR EL BANCO	92,80 (A)
<i>Consumo (A-H)/Recuperación del Banco</i>	
CORRIENTE REQUERIDA DE LOS RECTIFICADORES	185,60 (A)
<i>Corriente en exceso para recuperar el banco + Total (A)</i>	
NUMERO TOTAL DE BATERIAS (en arreglos de 2 bat)	10
<i>(Consumo (A-H) / Capacidad de la batería) x 2</i>	
NUMERO TOTAL DE RECTIFICADORES	4
<i>Corriente requerida de los rectificadores / Capacidad de los rectificadores</i>	
NUMERO DE BANDEJAS DE RECTIFICADORES	1
<i>Número total de rectificadores por bandeja es 4</i>	

Una vez determinado el número de rectificadores se determinara la carga que estos representan para el consumo AC (Figura. 3.6), y en conjunto con los equipos adicionales instalados en el shelter se determinara la carga total de corriente alterna. Para esto utilizamos el diagrama unifilar de carga AC del shelter.

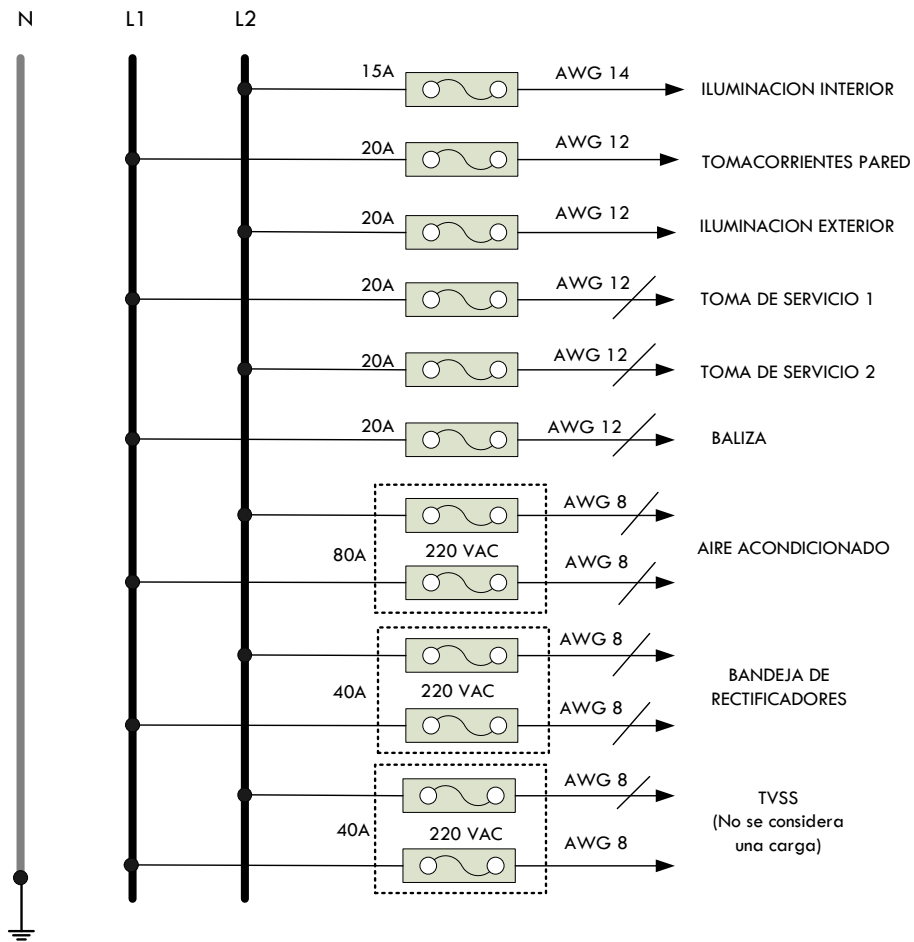


Figura. 3.6. Diagrama unifilar eléctrico con cargas de corriente alterna

Tabla. 3.5. Consumo de las cargas eléctricas de corriente alterna

DESCRIPCION	CANT	CONSUMO UNITARIO (w)	CONSUMO TOTAL (w)
Iluminación interior	2	100	200
Tomacorrientes de pared	2	300	600
Iluminación exterior	1	100	100
Tomacorrientes de servicio	2	350	700
Baliza de señalización para torre	1	100	100
Aire acondicionado	1	2000	2000
Bandeja con cuatro rectificadores	1	4400	4400
		TOTAL	8000

Por los cálculos realizados y mostrados en la Tabla. 3.5 podemos de determinar que el consumo requerido en el shelter es 8 KW. Por tanto la acometida eléctrica debe ser dimensionada para 10KVA, considerando un margen de seguridad.

Esto nos ayuda a dimensionar la capacidad de energía en el shelter. Se debe notar como los rectificadores trabajan con 220 AC, por tanto la acometida eléctrica debe ser Bifásica.

Para respaldo de energía eléctrica del sitio se ha previsto además la instalación de un generador eléctrico que podría ser de 10 VKA, pero para estandarizar con los generadores instalados en el sistema anteriormente será de un mismo fabricante Broadcrown y tiene una capacidad de 25 KVA. Para que este generador entre en servicio cuando no hay energía de la acometida eléctrica comercial se instalara un tablero de transferencia automático. El listado de equipos del sistema de energía se muestra en la Tabla. 3.6:

Tabla. 3.6. Listado de equipos del sistema de energía

DESCRIPCION	CANT
SISTEMA RECTIFICADOR/CARGADOR DE BATERIAS DE 24 VDC	
Shelf para rectificadores XS 1900	1
Rectificador XR1424 (1)	1
Rectificador XR1424 (2)	1
Rectificador XR1424 (3)	1
Rectificador XR1424 (4)	1
Controlador XC1920	1
Low voltage disconnect (desconexion por bajo voltaje) LVD 400-A34-19	1
Barra para retorno a tierra BBA-800	1
Panel de distribución DST-20A	1
Breaker de 30A	7
Breaker de 10 A	6
Rack de montaje de 19" de 7 pies para equipos	1
BANCO DE BATERIAS DE 24 VDC PARA 8 HORAS DE RESPALDO	
Batería Concorde de 255 A de 12 Vdc	10
Rack de montaje para baterías	1
GENERADOR ELECTRICO	
Generador de 25 KVA Broadcrown	1
Tablero de transferencia automático	1

- Equipos Repetidores

El sitio de repetición está compuesto por cinco equipos repetidores, de los cuales cuatro tienen como función el ser canales de voz y el restante actúa como canal de control. El equipo repetidor utilizado es un equipo Marca Motorola, modelo *Quantar Intellirepeater*, el cual está diseñado para trabajar dentro del sistema troncalizado *SmartZone*. Este equipo es llamado Intellirepeater porque tiene incorporado en su modulo de control un “controlador de sitio” que es el que dirige la operación de los equipos repetidores en el sitio. Ya que todos los equipos repetidores tienen esta habilidad de ser controladores de sitio, en caso de falla de uno de los equipos repetidores, cualquiera de los otros puede tomar esta función.

Los equipos forman una red Ethernet 10 base 2, la cual utiliza cable coaxial para su interconexión debido a su inmunidad a la radio frecuencia, por tanto una dirección IP debe ser asignada a cada repetidor. La información del estado de los equipos repetidores y las señales de control hacia y desde el controlador de zona ubicado en el sitio principal se realiza a través de la línea “enlace de sitio” que es una conexión RS232 a la red de repetidores. El equipo repetidor tiene dos puertos para esta conexión, el puerto J22 se utiliza para la red local y el puerto J20 es utilizado para la conexión al multiplexor, la señal podría ser provista por cualquiera de los equipos repetidores. Las señales de audio digital y analógico de cada uno de los canales, así como la línea de “enlace de sitio” deben ser conectados al multiplexor el cual a su vez se conecta al equipo de microonda para llevar estas señales al sitio principal.

Como se explicó en el capítulo 2, las señales de audio analógico del equipo repetidor se conectan a la tarjeta de 4 hilos, mientras que las señales de audio digital deben ser conectadas a la tarjeta SRU del multiplexor. El Multiplexor será programado para que estas señales sean asignadas a los slots de tiempo de un E1. La asignación de slots de tiempo se detallara más adelante en la parte correspondiente a canalización.

El equipo multiplexor se conecta a la microonda a través de su panel de tributarios. En todos los sitios nuevos el tributario de la microonda No. 1 será utilizado para llevar el E1 que entrega el multiplexor con las señales del sitio. Se debe notar que la conexión entre estos dos equipos es a nivel de E1. Ya que el Multiplexor tiene una salida tipo RJ49 que es de 120 ohmios y la microonda tiene un puerto con conectores BNC que trabaja a 75 ohmios, se requiere un adaptador de impedancias de 120/75 ohmios llamado balún para la interconexión de los equipos. Una diagrama con las conexiones de la Quantar se muestra en la Figura.3.7:

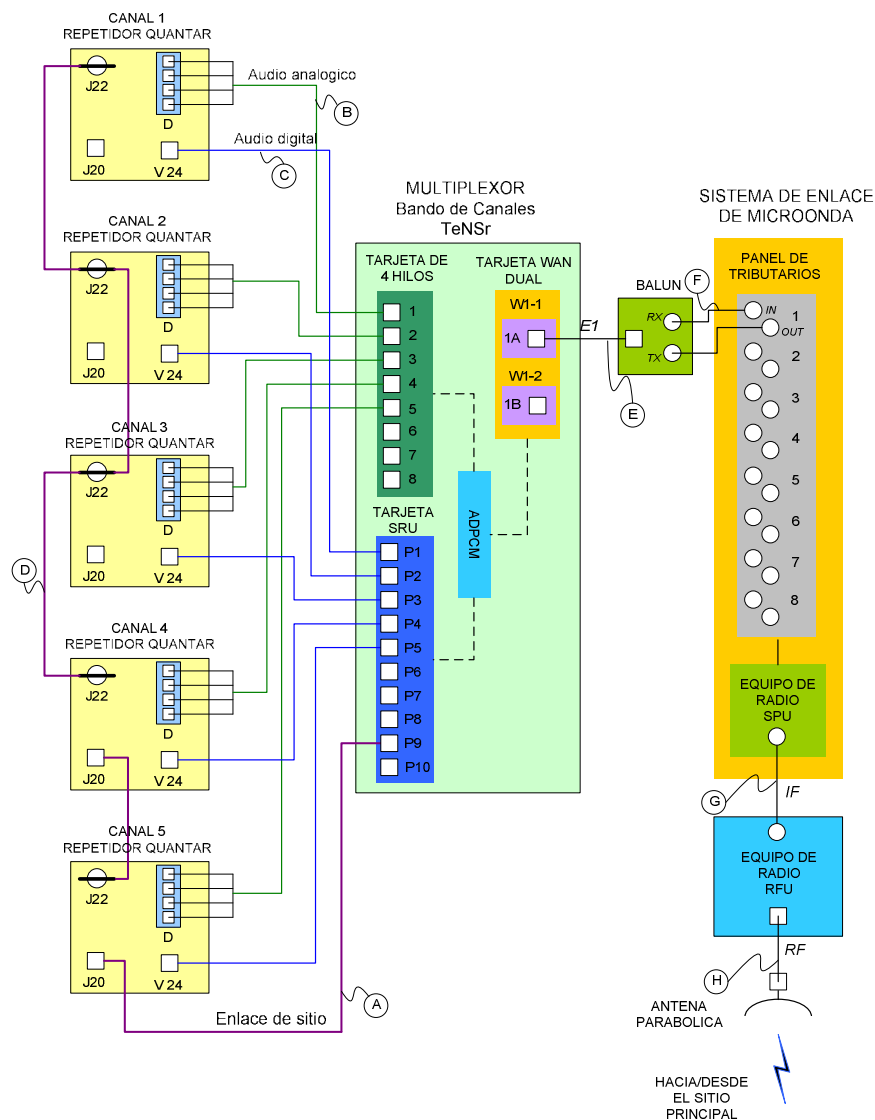


Figura. 3.7. Descripción de la conexión de equipos repetidores en el sitio de repetición

Tabla. 3.7. Conexiones de los equipos repetidores

CABLE A			
Enlace de Sitio			
Quantar		TeNSr	
J20		Puerto SRU	
DB-9 M	Señal	Señal	RJ45
1	DCD	RLSD	2
2	RX	RD	5
3	TX	TD	6
4			
5	GND	GND	4
6 - 1	DSR		
7	RTS	RTS	8
8	CTS	CTS	7
CABLE B			
Audio Analógico			
Tensr		Quantar	
Tarjeta 4W		Tarjeta 4W	
RJ45	Señal	Señal	Terminal Block D
1	RX +	Line 1 +	1
2	RX -	Line 1 -	2
4	TX -	Line 2 +	3
5	TX +	Line 2 -	4
CABLE C			
V.24 Audio Digital			
TeNSr		Quantar	
Puerto SRU		V.24	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
1	RCLK	TCLK	1
2	RLSD	RLSD	2
3	TCLK	RCLK	3
4	GND	GND	4
5	RD	TD	5
6	TD	RD	6
7	CTS	RTS	7
8	RTS	CTS	8
CABLE D			
ETHERNET 10 Base 2 LAN			
Quantar		Quantar	
J22		J22	
BNC	TEFLON RG59 CABLE		BNC

Tabla. 3.8. Conexiones entre MW y Banco de Canales

CABLE E			
Interconexión E1 120Ω			
TeNSer		BALUN	
Tarjeta WAN		RJ45	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
1	Rx-	Tx-	1
2	Rx+	Tx+	2
3	GND	GND	3
4	Tx-	Rx-	4
5	Tx+	Rx+	5
6			6
7			7
8			8
CABLE F			
Señales Rx, Tx 75Ω			
BALUN		Panel de Tributarios	
BNC Macho		BNC Macho	
BNC Hembra	Señal	Señal	BNC Hembra
BNC Tx	CABLE RG 59		BNC OUT
BNC Rx	CABLE RG 59		BNC IN
CABLE G			
Señal IF			
SPU MW		RFU MW	
MODEM		Transreceptor	
N Hembra	Señal	Señal	N Hembra
N MACHO AR	CABLE RG 214U		N MACHO
CABLE H			
Guia de Onda			
RFU MW		Antena Parabólica	
Transreceptor		Conector Ant	
CPR 137G	Señal	Señal	CPR 137 G
CPR 137G	Guia de Onda Flexible		CPR 137 G

La estación repetidora Figura. 3.8 utilizada en el sistema es marca Motorola, modelo Quantar Intellirepeater y está diseñada para trabajar en el sistema troncalizado SmartZone. Esta repetidora tiene la capacidad de trabajar con modulación analógica o digital ASTRO CAI, trabaja en la banda de frecuencia en Transmisión de 851-870 MHz y en Recepción 806-825 MHz. La potencia de salida de RF es de 100 W.

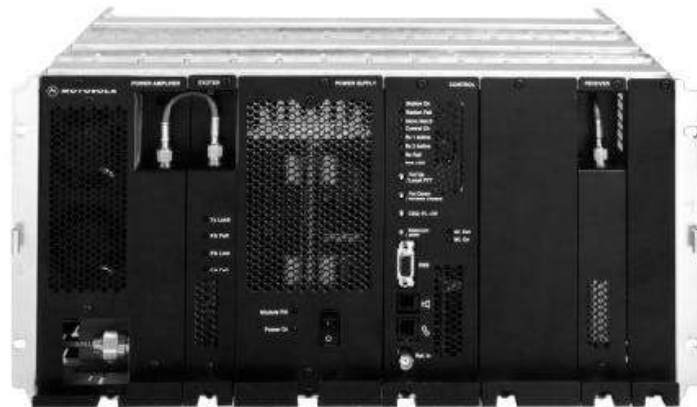


Figura. 3.8. Canal de repetición Quantar

La programación y las pruebas de diagnóstico se realizan a través de un ordenador personal. Este equipo está diseñado para que tenga funcionamiento continuo de ciclo de trabajo, es decir para trabajar en transmisión 24 horas al día, 365 días del año.

Utilizando la tecnología de Motorola flashport, la QUANTAR puede ser actualizada a una versión de operación diferente, por ejemplo, una estación convencional puede migrar a troncalizada fácil y rápidamente. La estación de repetición puede adaptarse y satisfacer las cambiantes necesidades de comunicación de los equipos suscriptores en una manera eficaz.

Una QUANTAR IntelliRepeater elimina la necesidad de un controlador de sitio local además puede funcionar tanto como un canal de voz SmartZone o realizar actividades de procesamiento de llamadas si está funcionando como canal de control.

El ajuste y optimización de los parámetros de Regulación electrónica se realiza por medio de software utilizando los denominados soft pots (potenciómetros por software) mejora el rendimiento del equipo. Parámetros como Sensibilidad a la modulación y la potencia de salida, etc. se pueden ajustar con soft pots.

Entre las ventajas de utilizar este equipo tenemos las siguientes:

- **Operación continua**
La estación está diseñada para un funcionamiento continuo y puede ser operada a plena potencia sin perder especificaciones, por tanto el equipo es confiable para trabajar dentro de sistemas de seguridad pública.
- **Diseño Modular**
La repetidora Quantar está constituida por módulos, los cuales pueden ser fácilmente removidos y reemplazados para actualizaciones de servicio o mantenimiento. Estas unidades reemplazables de campo (FRU Field Replaceable Unit) proporcionan pronta recuperación de las comunicaciones en caso de fallas. Las actualizaciones del sistema se realizan fácilmente mediante la sustitución de módulos específicos y por lo general simplemente carga de un nuevo software.
- **Programación**
La estación de QUANTAR se basa en un diseño de software flexible que permite la programación y la adaptación a través de un ordenador personal y el software apropiado. El software de uso fácil simplifica el proceso de ajuste de características de la estación, minimizando así el tiempo de inactividad de la estación.
- ❖ **Autodiagnóstico**
Durante el encendido y durante el funcionamiento, la estación de QUANTAR inicia automáticamente autodiagnósticos, sin interferir con

las comunicaciones. Las condiciones de la estación se pueden determinar fácilmente viendo la emisión de luz los diodos (LED) en los paneles frontales. Mensajes de alarma de la estación y los resultados de la prueba de autodiagnóstico se registran y se acceden a través del Software de Servicio de Radio.

La Tabla. 3.9 con las direcciones IP de cada repetidor en los distintos sitios de repetición se muestra a continuación:

Tabla. 3.9. Direcciones IP de los equipos repetidores

<i>STIO</i>	<i>CANAL 1</i>	<i>CANAL 2</i>	<i>CANAL 3</i>	<i>CANAL 4</i>	<i>CANAL 5</i>
Mitaloma	10.1.14.1	10.1.14.2	10.1.14.3	10.1.14.4	10.1.14.5
Monteserrín	10.1.18.1	10.1.18.2	10.1.18.3	10.1.18.4	10.1.18.5
La Viudita	10.1.15.1	10.1.15.2	10.1.15.3	10.1.15.4	10.1.15.5
Yamboya	10.1.16.1	10.1.16.2	10.1.16.3	10.1.16.4	10.1.16.5
Cerro de Osos	10.1.17.1	10.1.18.2	10.1.18.3	10.1.18.4	10.1.18.5

Se debe señalar que la dirección IP de los repetidores en los sitios tiene la siguiente estructura, Figura. 3.9:

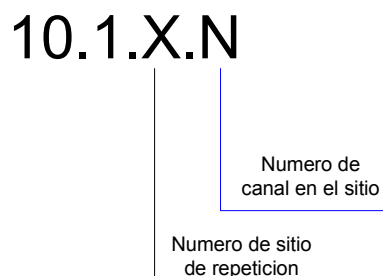


Figura. 3.9. Estructura de la dirección IP de los equipos repetidores

Uno de los parámetros que deben ser programados en los equipos repetidores son las frecuencias de operación, las cuales son asignadas por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones. La separación existe entre la frecuencia de transmisión y la de recepción es de 45 Mhz. Las frecuencias asignadas a los canales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla. 3.10. Frecuencias asignadas para los canales de los sitios de repetición

SITIO	Mitaloma		La Viudita		Yamboya		Cerro de Osos		Monteserrín	
	TX (Mhz)	RX (Mhz)	TX (Mhz)	RX (Mhz)	TX (Mhz)	RX (Mhz)	TX (Mhz)	RX (Mhz)	TX (Mhz)	RX (Mhz)
Canal 1	866.5875	821.5875	866.2875	821.2875	866.4375	821.4375	866.5875	821.5875	866.4375	821.4375
Canal 2	867.1875	822.1875	866.8875	821.8875	867.0375	822.0375	867.1875	822.1875	867.0375	822.0375
Canal 3	867.7875	822.7875	867.4875	822.4875	867.6375	822.6375	867.7875	822.7875	867.6375	822.6375
Canal 4	868.3875	823.3875	868.0875	823.0875	868.2375	823.2375	868.3875	823.3875	868.2375	823.2375
Canal 5	868.9875	823.9875	868.6875	823.6875	868.8375	823.8375	868.9875	823.9875	868.8375	823.8375

Los equipos a ser instalados se muestran en la Tabla. 3.11:

Tabla. 3.11. Listado de equipos para conexión de repetidores

DESCRIPCION	CANT
Repetidora Quantar 1	5
Repetidora Quantar 2	
Repetidora Quantar 3	
Repetidora Quantar 4	
Repetidora Quantar 5	
Opción de trabajo en 800 Mhz y 100 vatios de potencia	5
Opción SMARTZONE Inteligente ASTRO CAI	5
Opción de operación a 24 VDC	
Cable coaxial de conexión ethernet, 10 Base 2	5
Micrófono de prueba	1
Rack de montaje de 19" de 7 pies de altura	1

- Sistema de Irradiación de Radiofrecuencia

El sistema de irradiación de radiofrecuencia se utiliza para irradiar las ondas electromagnéticas generadas por los transmisores de los equipos repetidores y para recibir las señales de radiofrecuencia de los usuarios de radio que llegan al sitio de repetición. El sistema de irradiación de RF está dividido en dos, uno para transmisión y otro para recepción.

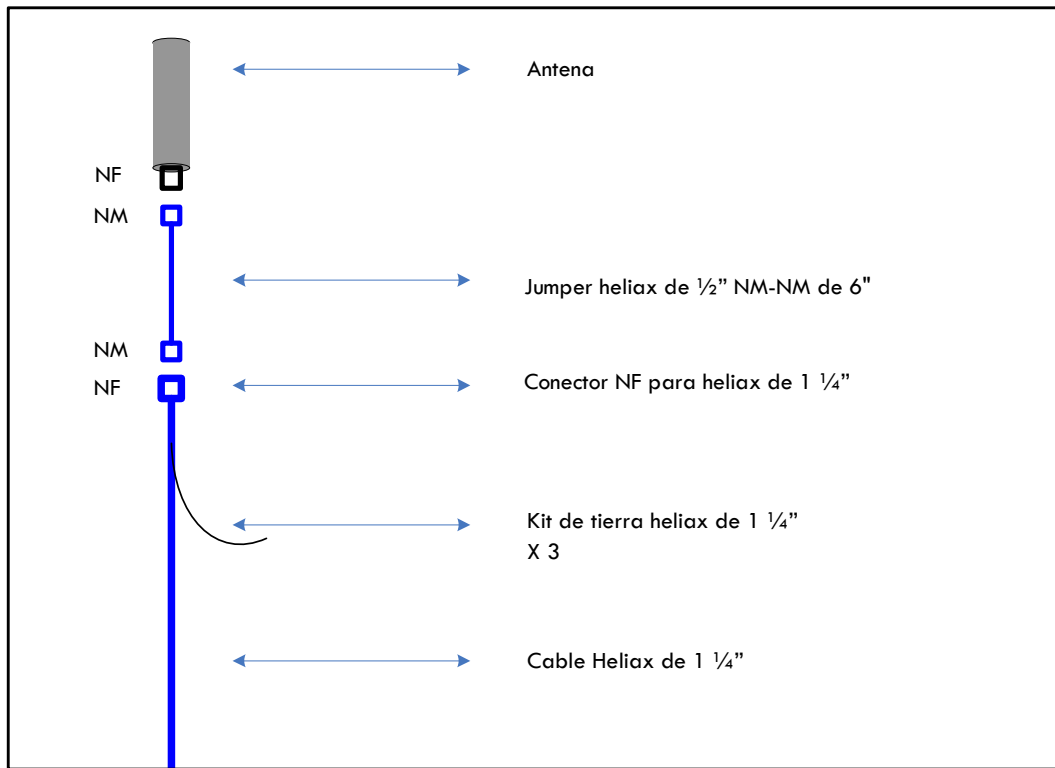
- ❖ Sistema de irradiación de transmisión de Radio Frecuencia

Cada equipo repetidor tiene un transmisor de RF, el cual debería ser conectado a una antena. Debido a la dificultad de instalar una antena por cada transmisor de cada equipo repetidor se utiliza un equipo combinador.

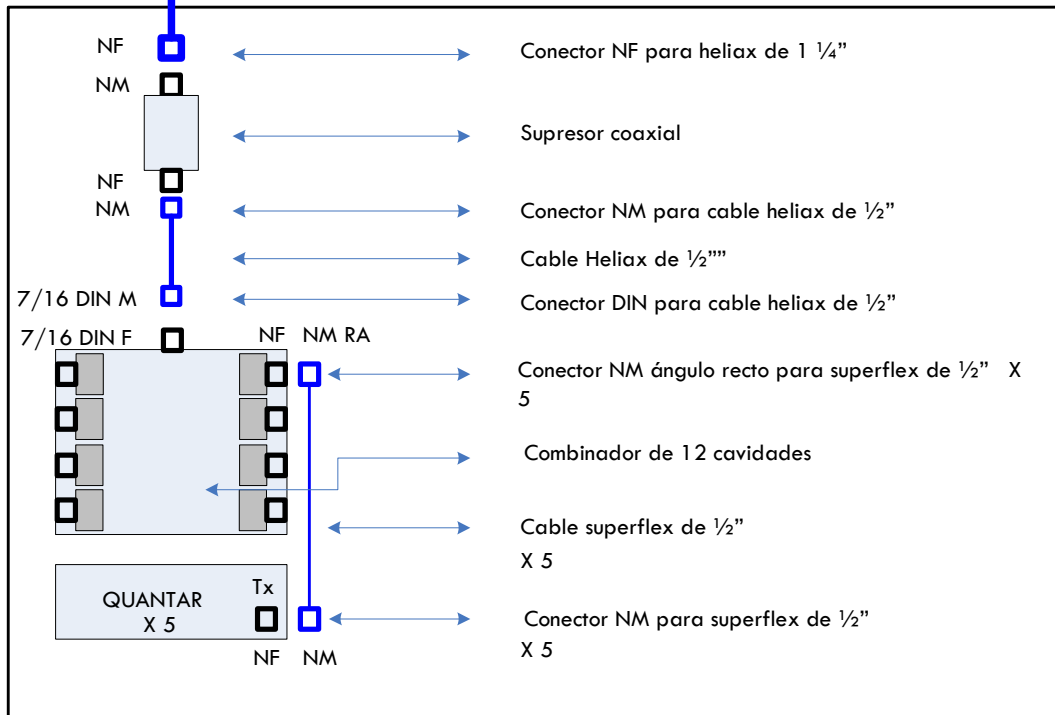
El combinador es un equipo pasivo que posee varias entradas a las cuales se conectan las salidas de los transmisores de los repetidores y se obtiene una sola salida para la conexión de una antena exterior. En este proyecto se ha escogido un combinador de 12 canales, de los cuales se utilizarán 5 y quedarán 7 disponibles para ampliaciones futuras.

La Figura. 3.10 presenta la interconexión de la antena con el combinador, utilizando diferentes tipos de cables y conectores.

Exterior caseta



Pasamuros para pared de 1 1/4"



Interior caseta

Figura. 3.10. Sistema de Irradiación de RF para Transmisión

La antena es de tipo omnidireccional, de ganancia 12 dBi y trabaja en el rango de 800 MHz. El cable utilizado para la bajada de la antena al combinador es un cable coaxial tipo heliax de 1 ¼" con dieléctrico de espuma. Este cable tiene baja pérdida a la frecuencia utilizada, debido a que este es un cable poco flexible, por ende difícil de manejar, se requiere el uso de puentes flexibles en los extremos de este cable. Generalmente el puente flexible es de longitud pequeña compuesto de cable heliax de ½" con sus respectivos conectores.

Se debe considerar que esta línea de transmisión RF puede inducir campos eléctricos sobre los equipos repetidores ubicados en la caseta por tanto se requiere el uso de un supresor de transientes coaxial cuya función es eliminar los picos de corriente generados por el campo eléctrico inducido.

Para conectar los transmisores de los equipos repetidores con el combinador se utiliza cable heliax flexible de ½" con sus respectivos conectores.

Cabe mencionar que existe una pérdida en la potencia a través del equipo combinador debido a la atenuación que este introduce, la cual es especificada por el fabricante y es de 3 dB.

Estas pérdidas que se introducen en este sistema de irradiación son introducidas por el cable y los conectores utilizados y dependen de la longitud, frecuencia y tipo de cable.

Un listado con los equipos y accesorios del sistema de irradiación se muestra en la Tabla. 3.12:

Tabla.3.12. Listado de equipos y accesorios del sistema de irradiación de RF de transmisión

DESCRIPCION	CANT
Antena 806-869 Mhz omnidireccional de 12db	1
Combinador WAV-G 851-869 MHz de 12 canales	1
Cables, adaptadores y conectores. incluye lo siguiente:	1 lote
Puente flexible de 1/2" x 6' N macho – N macho	1
Conector 1-1/4" N hembra	2
Cable heliax de 1-1/4" (metros)	40
Malla de soporte para cable de 1-1/4"	1
Juego de anclajes 1-1/4" cable	1
Juego de tierra para cable 1-1/4"	3
Pasamuros para cable de 1-1/4"	1
Supresor de transientes de RF	1
Conector 1/2" N macho	1
Cable heliax 1/2" (metros)	4
Conector de 1/2" 7-16 Din macho	1
Conector de ángulo recto 1/2" N macho	5
Cable superflex de 1/2" (metros)	24
Conector 1/2" N macho plated	5
Brazo de anclaje para antena en la torre	1

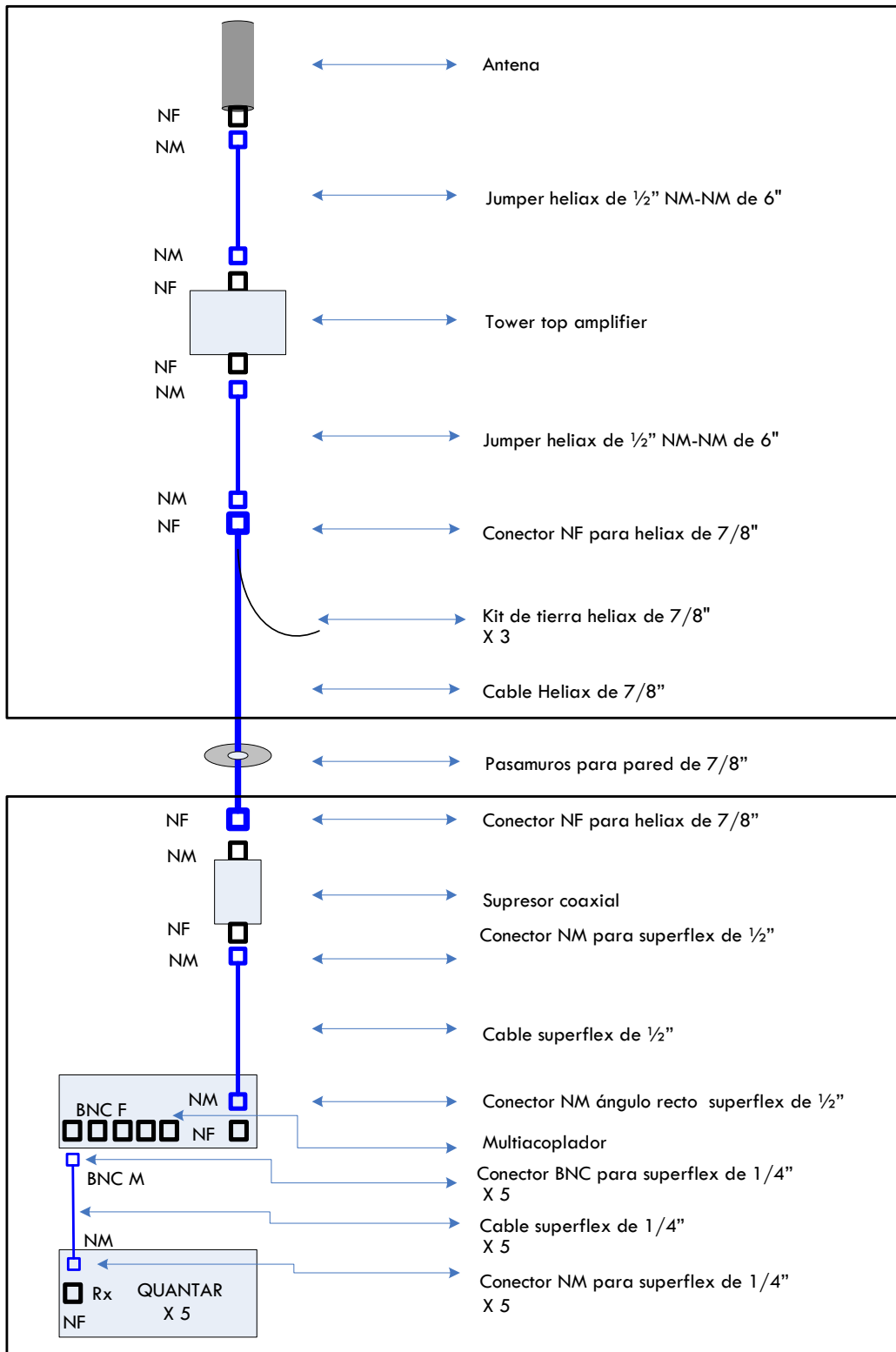
❖ Sistema de irradiación de recepción Radio Frecuencia

Cada equipo repetidor tiene también un receptor de RF, el cual debería ser conectado a una antena. Debido a la dificultad de instalar una antena por cada receptor de cada equipo repetidor se utiliza un equipo llamado multiacoplador.

El multiacoplador es un equipo activo que posee varias entradas a las cuales se conectan las salidas de los receptores de los repetidores y se obtiene una sola salida para la conexión de una antena exterior. En este proyecto se ha escogido un multiacoplador de 24 canales, de los cuales se utilizaran 5 y quedaran 19 disponibles para ampliaciones futuras.

La Figura. 3.11 muestra un diagrama de la interconexión de la antena con el multiacoplador, utilizando diferentes tipos de cables y conectores.

Exterior caseta



Interior caseta

Figura. 3.11. Sistema de Irradiación de Recepción de RF

La antena es de tipo omnidireccional, de ganancia 12 dBi y trabaja en el rango de 800 MHz. Se debe considerar que existe un desbalance entre la potencia irradiada por los repetidores en el sitio de repetición (100 w) y la potencia irradiada por los equipos suscriptores que acceden al sitio (3W). Para tratar de ecualizar al sistema se añade un equipo amplificador de radio frecuencia en la torre al pie de la antena. Este amplificador es un elemento activo, por tanto debe ser energizado con 12 Vdc desde el equipo multiacoplador a través de la línea de transmisión de RF. La amplificación obtenida es de 18 dB. El cable utilizado para la conexión entre la antena y el multiacoplador es de tipo heliax de 7/8 ". Pero debido a la rigidez del cable se hace necesario el uso de puentes flexibles, Los puentes flexibles están compuestos de cable heliax de 1/2" con sus respectivos conectores y tiene longitud pequeña.

Se debe considerar que esta línea de transmisión RF puede inducir campos eléctricos sobre los equipos repetidores ubicados en la caseta por tanto se requiere el uso de un supresor de transientes coaxial cuya función es eliminar los picos de corriente generados por el campo eléctrico inducido. A diferencia del supresor de transientes usado en transmisión, este equipo debe permitir el paso de corriente con el cual el multiacoplador alimenta al amplificador ubicado en la torre.

Los equipos y accesorios para el sistema de irradiación de recepción de radiofrecuencia se muestra en la Tabla. 3.13:

Tabla.3.13. Listado de equipos y accesorios del sistema de irradiación de RF de recepción

DESCRIPCION	CANT
Antena 806-869mhz omnidireccional de 12dB	1
Multiacoplador de 24 canales con preamplificador	1
Cables, adaptadores y conectores. incluye lo siguiente:	1 lote
Puente flexible 1/2" x 6' N macho – N macho	2
Cable heliax de 7/8" (metros)	42
Conector 7/8" N hembra	2
Malla de soporte para cable de 7/8"	1
Juego de tierra para cable 5/8" - 7/8"	3
Pasamuros para cable 7/8"	1
Supresor de transientes de RF- inyector DC	1
Conector 1/2" N macho para cable flexible	1
Cable heliax 1/2" superflex (metros)	4
Conector de angulo recto 1/2" N macho	1
Conector 1/4" BNC macho	5
Cable heliax de 1/4" superflex (metros)	20
Conector 1/4" N macho	5
Juego de anclajes para cable 7/8"	1
Brazo de anclaje para antena en la torre	1

Para conectar los receptores de los equipos repetidores al multiacoplador se utiliza cable heliax flexible de ¼" con sus respectivos conectores.

Existen pérdidas que se introducen en este sistema de irradiación que son introducidas por el cable y los conectores utilizados, estas pérdidas dependen de la longitud, frecuencia y tipo de cable. Los fabricantes especifican estas pérdidas los cuales se especifican en los anexos.

Es importante considerar la ubicación de las antenas de Rx y Tx en la torre. Para evitar la interferencia entre las señales transmitidas y recibidas se aconseja que haya una separación física entre ellas. La separación aconsejada entre ellas es al menos de 3 metros en forma vertical. Esta separación se muestra en la Figura. 3.12.

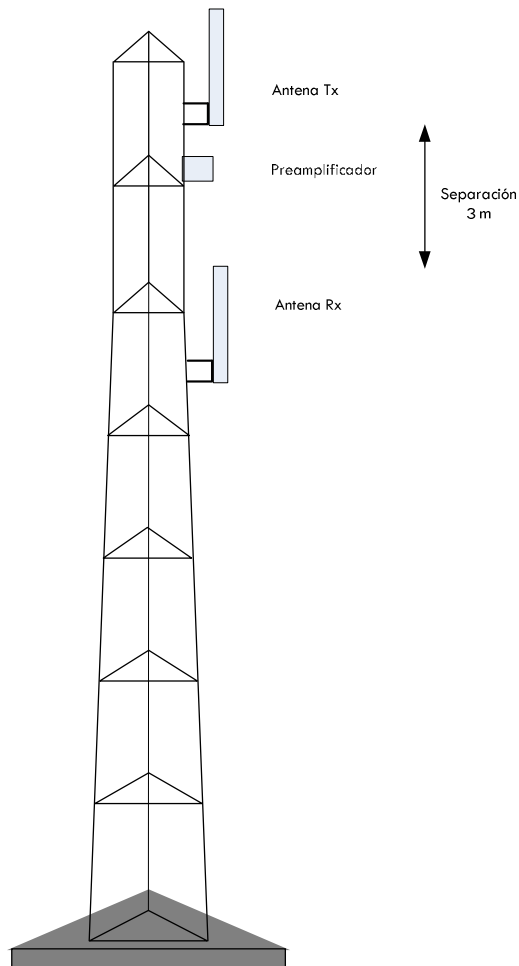


Figura. 3.12. Separación entre antenas de Recepción y Transmisión

○ Enlaces de Radio - Microonda

Para que los sitios de repetición remotos trabajen en área extendida deben ser enlazados al sitio principal del sistema SmartZone. Para esto se utilizarán enlaces de radio microonda. Ya que no todos los sitios tienen línea de vista directa con el sitio principal, se realizarán saltos de microondas nuevos y en algunos casos se utilizarán los enlaces radio microonda existentes. Los enlaces microonda contemplados en el proyecto son:

- Yamboya - La Viudita
- Cerro de Osos – Bombolí

- Monteserrín – Mitaloma
- Mitaloma - Puengasí
- La Viudita - Puengasí

La información que llega del enlace Yamboya – La Viudita al igual que el enlace Monteserrín – Mitaloma, llega a Puengasí (Sitio de repartición existente) desde allí alcanza al sitio maestro. Toda la información proveniente del enlace Cerro de Osos – Bombolí, llega al sitio maestro a través de Bombolí (Sitio de repetición existente). Esta configuración se muestra en la figura siguiente.

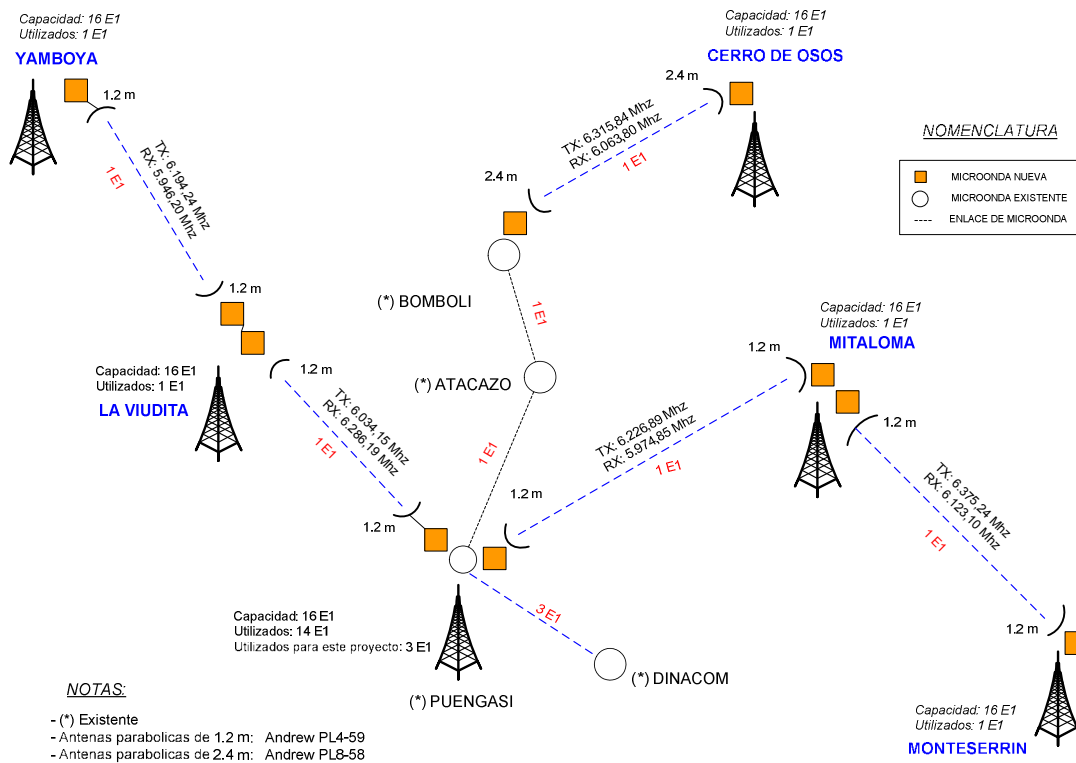


Figura. 3.13. Sistema de Microondas cinco nuevos sitios

Una vez escogidos los sitios de repetición, se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la ganancia que deben tener las antenas para alcanzar el objetivo de disponibilidad del enlace y el nivel de recepción de la señal adecuada. Los cálculos se presentan a continuación utilizando el programa Radio Móvil. Para este propósito se necesita determinar las coordenadas geográficas, frecuencia de los diferentes sitios para desarrollar los enlaces microonda.

A continuación se describirá cada uno de los radioenlaces.

- Yamboya - La Viudita

Los datos a ser incluidos en el programa de cálculo de este enlace son los siguientes:

La Viudita

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 24' 49,8" S

Longitud 78° 36' 25,8" W

Altura de Torre: 45 m

Elevación del Terreno: 3752 m

Yamboya

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 25' 9,6" S

Longitud: 78° 46' 36,6" W

Altura de Torre: 45 m

Elevación del Terreno: 2224 m

La ubicación de los puntos mencionados se muestran en las Figura. 3.14 y Figura. 3.15.



Figura. 3.14. Cerro La Viudita



Figura. 3.15. Cerro Yamboya

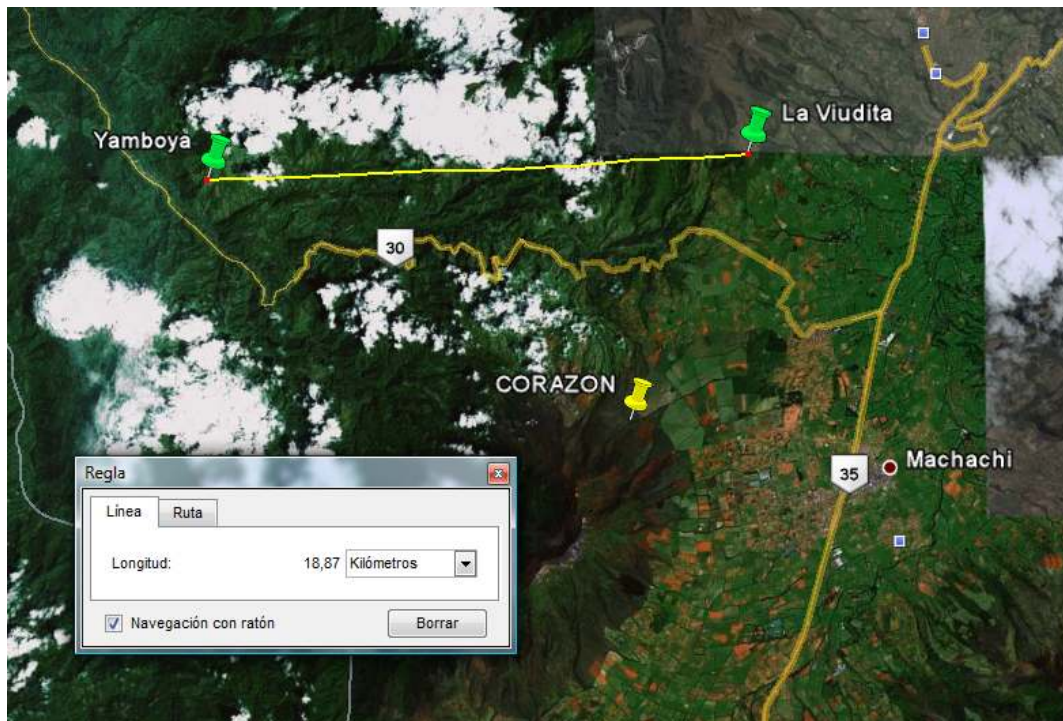


Figura. 3.16. Enlace La Viudita - Yamboya

Los resultados obtenidos en el enlace se muestran en la Tabla. 3.14:

Tabla. 3.14. Resultados enlace La Viudita – Yamboya

Característica del Enlace	Valor
Potencia en Tx	1,6 [W]
Sensibilidad en receptor	-87 [dBm]
Línea de Pérdida	5 [dB]
Tipo de Antena	Parabólica
Ganancia de la Antena	37 [dBi]

Los resultados del enlace La Viudita-Yamboya lo podemos visualizar en la Figura. 3.17, el enlace tiene línea de vista, el nivel de Rx es -66,2dBm y Azimut de 268,1. Con la siguiente información debemos elegir los equipos microonda.

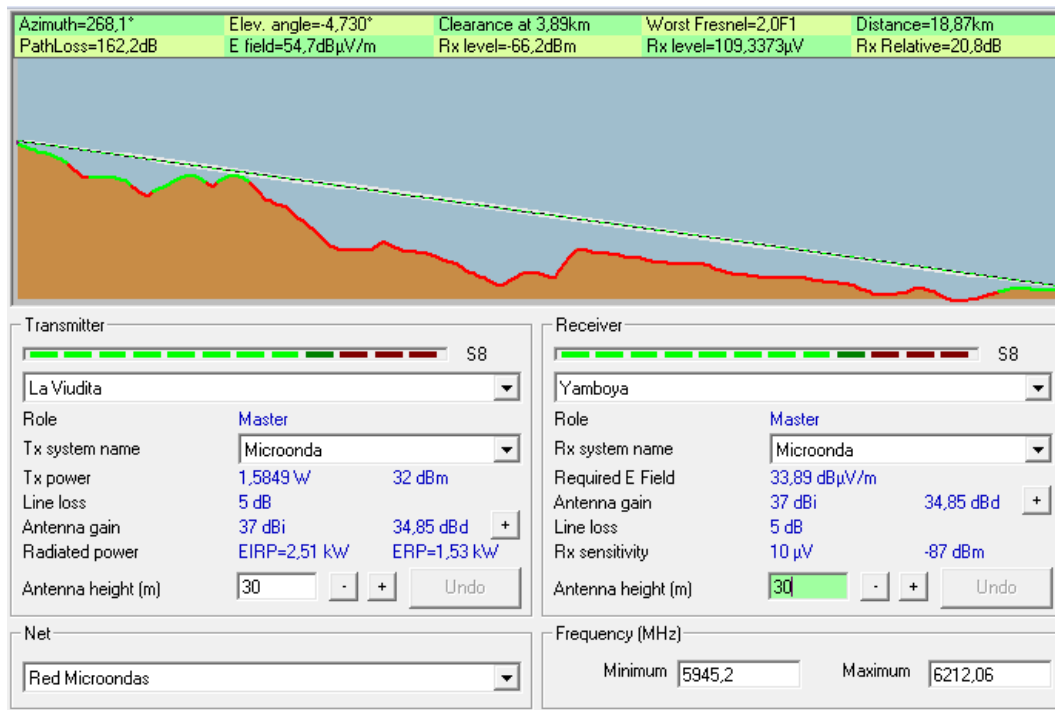


Figura. 3.17. Enlace La Viudita - Yamboya

- Monteserrín – Mitaloma

Los datos a ser incluidos en el programa de cálculo de este enlace son los siguientes:

Mitaloma

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 02' 19,8" S

Longitud: 78° 25' 43,8" W

Altura de Torre : 45 m

Elevación del Terreno : 2144 m

Monteserrín

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud : 00° 03' 40,8" S

Longitud : 78° 14' 08,4" W

Altura de Torre: 45 m

Elevación del Terreno: 3610 m

La ubicación de los puntos mencionados se muestran en la Figura. 3.18 y Figura. 3.19.



Figura. 3.18. Cerro Mitaloma



Figura. 3.19. Cerro Monteserrín



Figura. 3.20. Enlace Mitaloma - Monteserrín

Los resultados obtenidos en el enlace se muestran en la Tabla. 3.15:

Tabla. 3.15. Resultados enlace Monteserrín – Mitaloma

Característica del Enlace	Valor
Potencia en Tx	1,6 [W]
Sensibilidad en receptor	-87 [dBm]
Línea de Pérdida	5 [dB]
Tipo de Antena	Parabólica
Ganancia de la Antena	37 [dBi]

Los resultados del enlace Mitaloma-Monteserrín lo podemos visualizar en la Figura. 3.21, el enlace tiene línea de vista, el nivel de Rx es -64,4dBm y Azimut de 96,6. Con la siguiente información debemos elegir los equipos microonda.

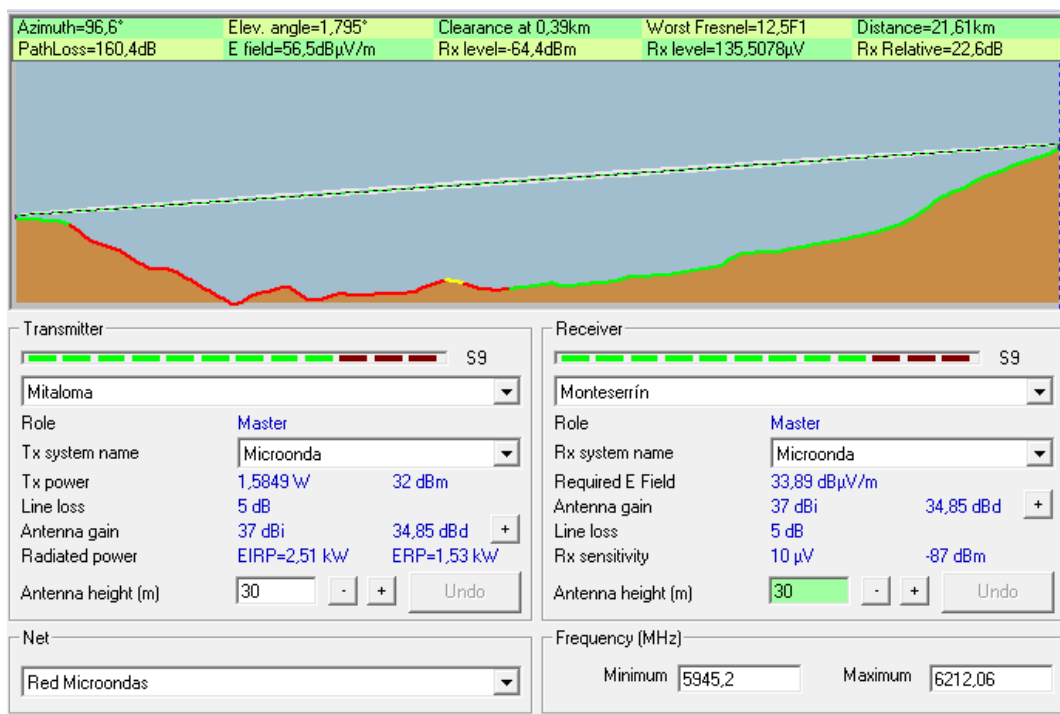


Figura. 3.21. Enlace Mitaloma - Monteserrín

- Cerro de Osos – Bombolí

Los datos a ser incluidos en el programa de cálculo de este enlace son los siguientes:

Bombolí

Tipo: Enlace de microondas

Latitud: 00° 14' 48" S

Longitud: 79° 11' 33,6" W

Altura de Torre : 30 m

Elevación del Terreno : 627 m

Cerro de Osos

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 03' 00" S

Longitud: 78° 44' 24" W

Altura de Torre: 45 m

Elevación del Terreno: 2144 m

La ubicación de los puntos mencionados se muestran en las Figura. 3.22 y Figura. 3.23.



Figura. 3.22. Cerro Bombolí

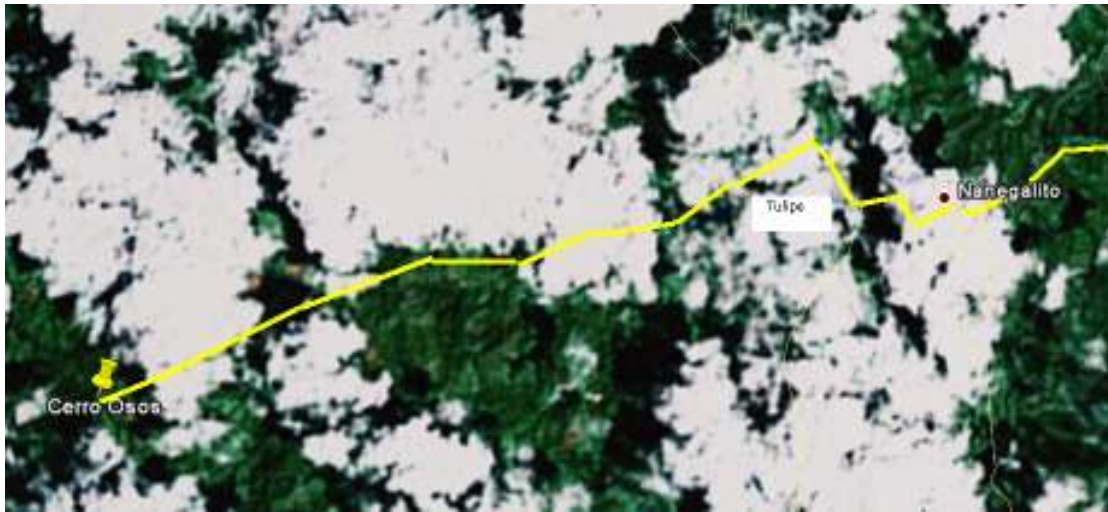


Figura. 3.23. Cerro de Osos



Figura. 3.24. Enlace Bombolí – Cerro de Osos

Los resultados obtenidos en el enlace se muestran en la Tabla. 3.16:

Tabla. 3.16. Resultados enlace Cerro de Osos-Bombolí

Característica del Enlace	Valor
Potencia en Tx	1,6 [W]
Sensibilidad en receptor	-87 [dBm]
Línea de Pérdida	5 [dB]
Tipo de Antena	Parabólica
Ganancia de la Antena	37 [dBi]

Los resultados del enlace Bombolí-Cerro de Osos lo podemos visualizar en la Figura. 3.24, el enlace tiene línea de vista, el nivel de Rx es -72,3dBm y Azimut de 56,8. Con la siguiente información debemos elegir los equipos microonda.

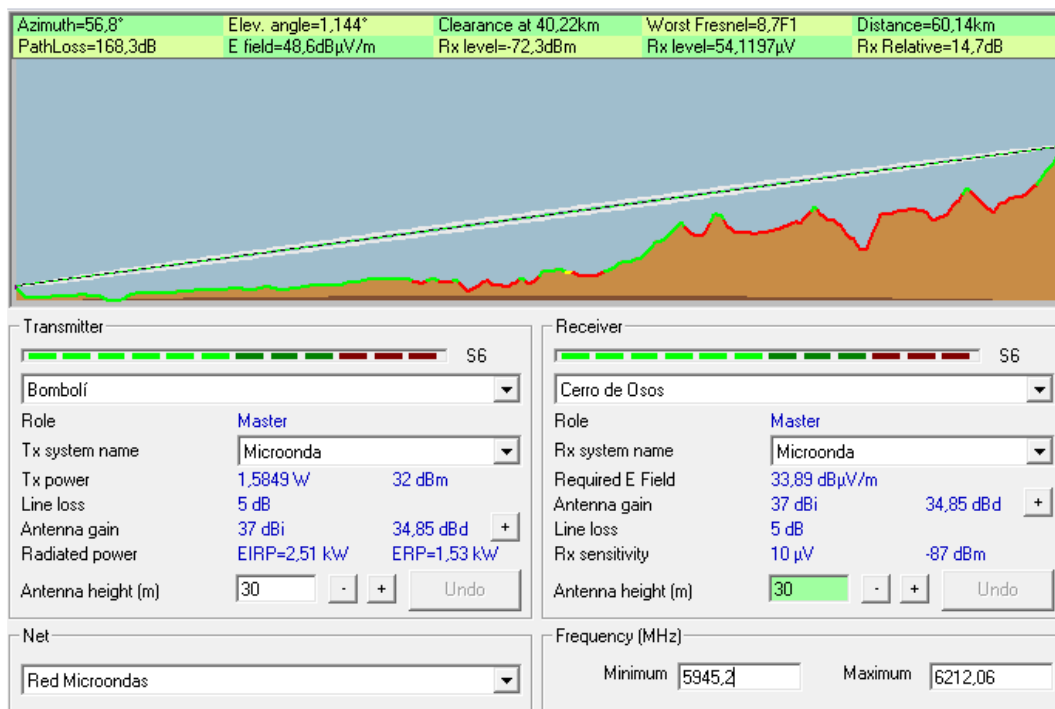


Figura. 3.24. Enlace Bomboli – Cerro de Osos

- La Viudita - Puengasí

Los datos a ser incluidos en el programa de cálculo de este enlace son los siguientes:

Puengasí

Tipo: Enlace de microondas

Latitud: 00° 15' 6,6" S

Longitud: 78° 30' 13,2" W

Altura de Torre : 30 m

Elevación del Terreno : 3082 m

La Viudita

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 24' 49,8" S

Longitud 78° 36' 25,8" W

Altura de Torre: 45 m

Elevación del Terreno: 3752 m

La ubicación de los puntos mencionados se muestran en la Figura. 3.25 y Figura. 3.26.

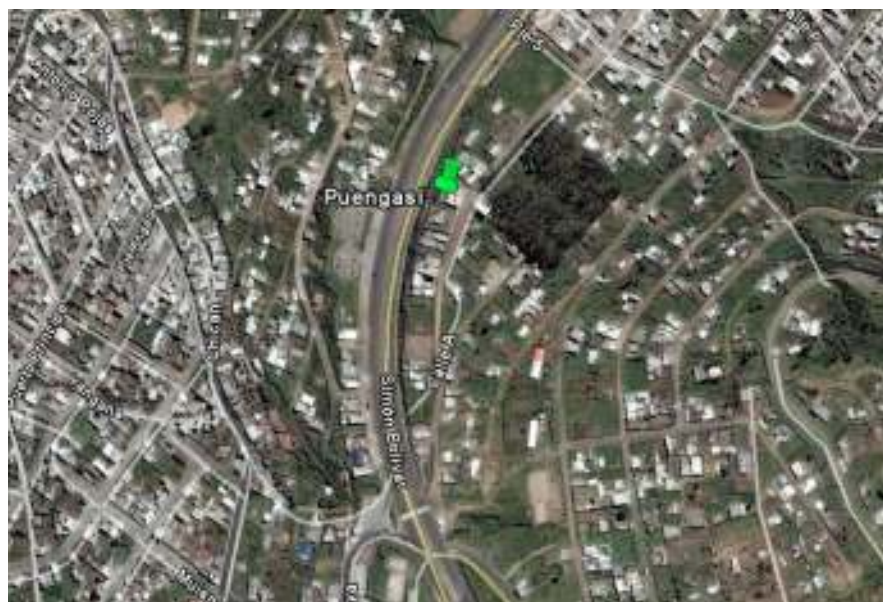


Figura. 3.25. Sector Puengasí

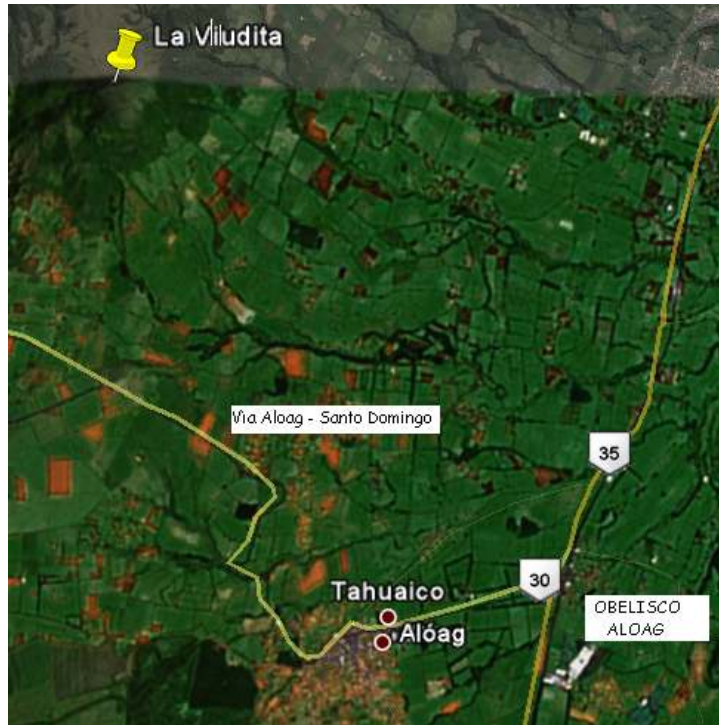


Figura. 3.26. Cerro La Viudita

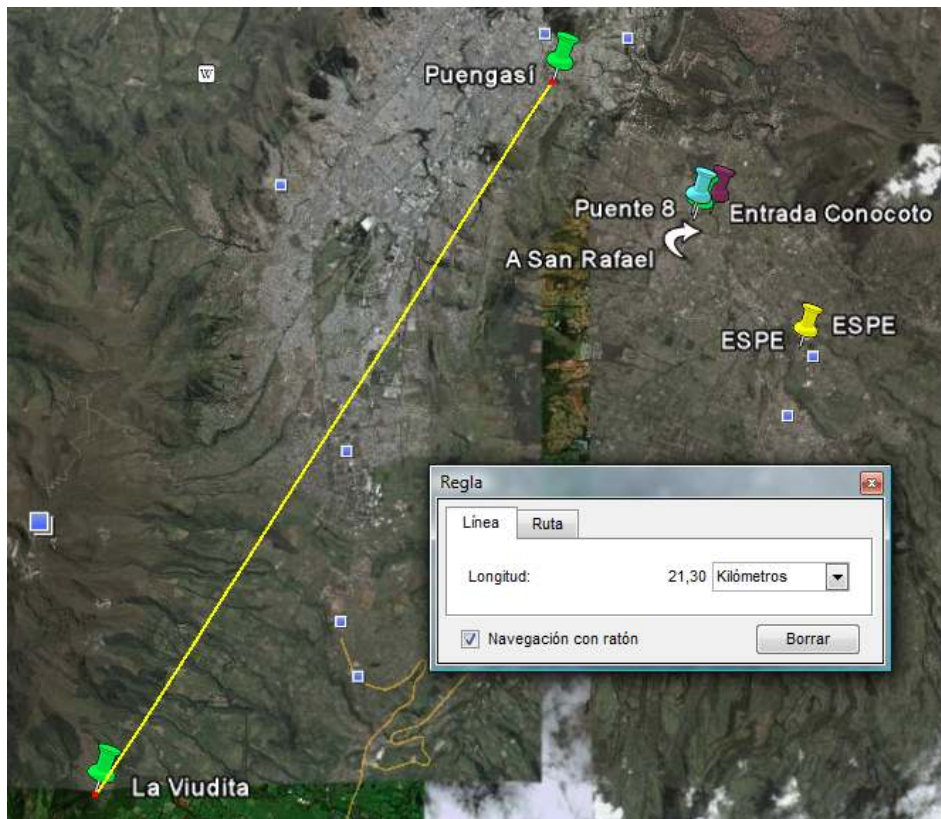


Figura. 3.27. Enlace Puengasí – La Viudita

Los resultados obtenidos en el enlace se muestran en la Tabla. 3.17:

Tabla. 3.17. Resultados enlace Puengasí-La Viudita

Característica del Enlace	Valor
Potencia en Tx	1,6 [W]
Sensibilidad en receptor	-87 [dBm]
Línea de Pérdida	5 [dB]
Tipo de Antena	Parabólica
Ganancia de la Antena	37 [dBi]

Los resultados del enlace Puengasí – La Viudita lo podemos visualizar en la Figura. 3.28, el enlace tiene línea de vista, el nivel de Rx es -66dBm y Azimut de 212,6. Con la siguiente información debemos elegir los equipos microonda.

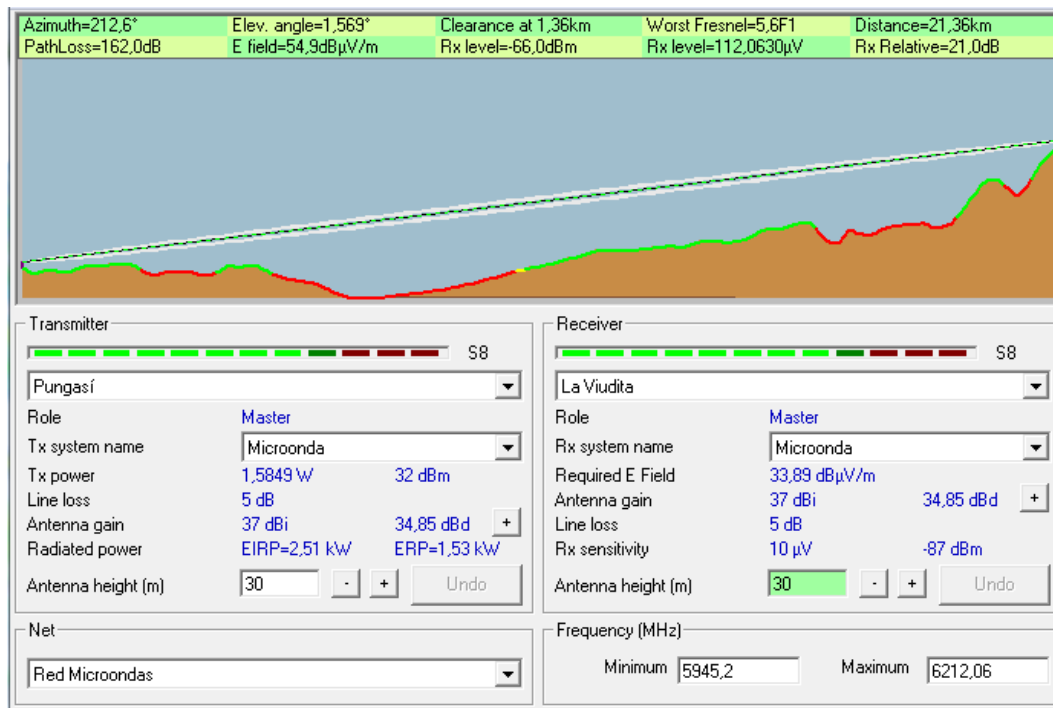


Figura. 3.28. Enlace Puengasí – La Viudita

- Mitaloma - Puengasí

Los datos a ser incluidos en el programa de cálculo de este enlace son los siguientes:

Puengasí

Tipo: Enlace de microondas

Latitud: 00° 15' 6,6" S

Longitud: 78° 30' 13,2" W

Altura de Torre : 30 m

Elevación del Terreno : 3082 m

Mitaloma

Tipo: Sitio de Repetición

Latitud: 00° 02' 19,8" S

Longitud: 78° 25' 43,8" W

Altura de Torre : 45 m

Elevación del Terreno : 2144 m

La ubicación de los puntos mencionados se muestran en las Figura. 3.29 y Figura. 3.30.

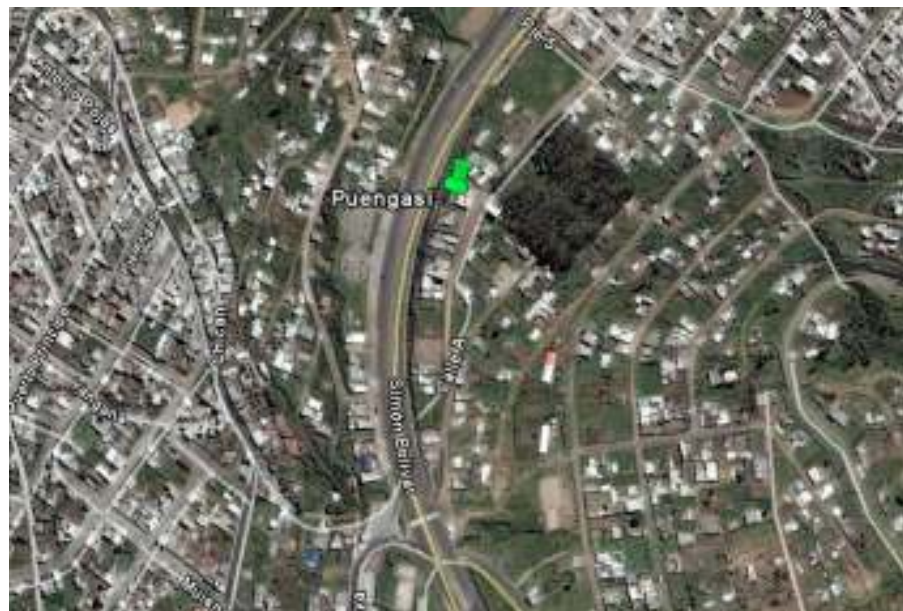


Figura. 3.29. Sector Puengasí



Figura. 3.30. Cerro Mitaloma

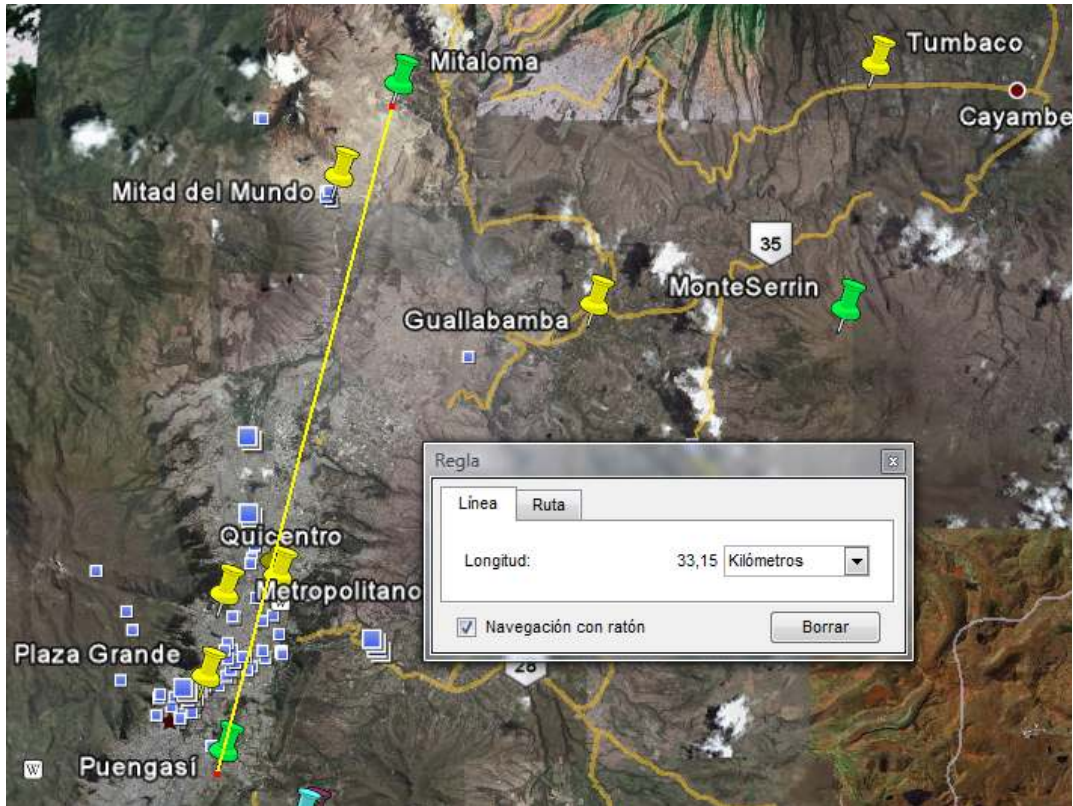


Figura. 3.31. Enlace Puengasí – Mitaloma

Los resultados obtenidos en el enlace se muestran en la Tabla. 3.18:

Tabla. 3.18. Resultado enlace Mitaloma-Puengasí

Característica del Enlace	Valor
Potencia en Tx	1,6 [W]
Sensibilidad en receptor	-87 [dBm]
Línea de Pérdida	5 [dB]
Tipo de Antena	Parabólica
Ganancia de la Antena	37 [dBi]

Los resultados del enlace Puengasí – Mitaloma lo podemos visualizar en la Figura. 3.32, el enlace tiene línea de vista, el nivel de Rx es -69dBm y Azimut de 19,4. Con la siguiente información debemos elegir los equipos microonda.

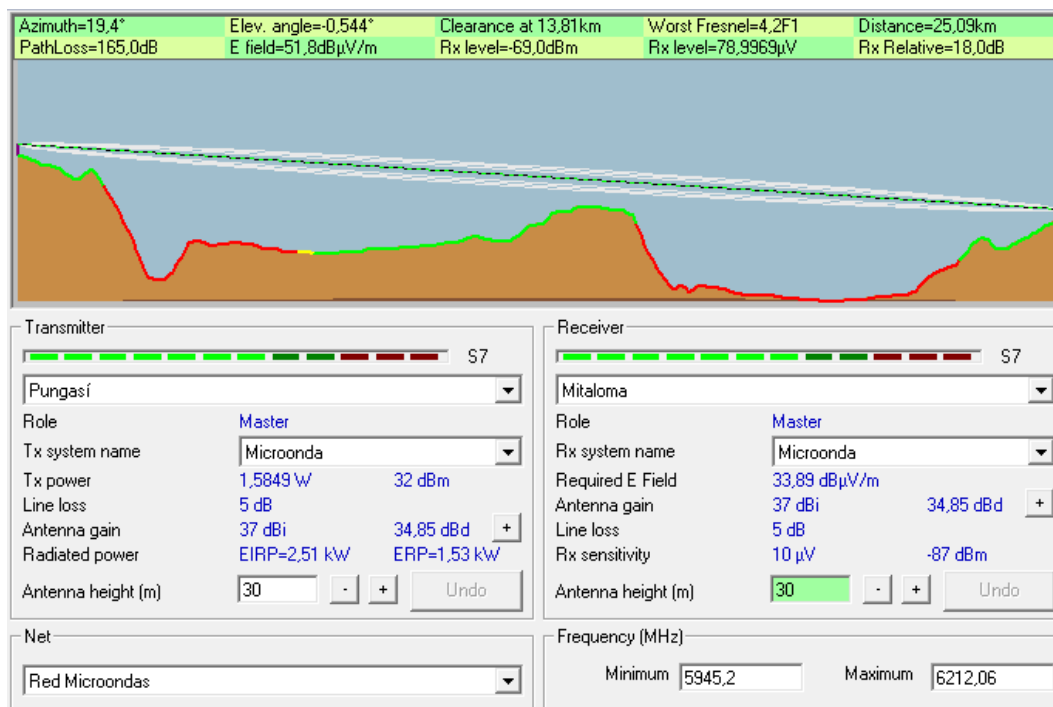


Figura. 3.32. Enlace Puengasí - Mitaloma

❖ Descripción de equipo

Para implementar los enlaces de radio – microonda se utilizara el equipo marca Harris modelo TRuepoint 5200 6 QPSK. Se escogió este equipo ya que el sistema troncalizado de la Policía Nacional tiene implementado ya un sistema de microonda de la misma marca con el fin de estandarizar el equipamiento, para facilitar el mantenimiento, soporte técnico y provisión de repuestos. El rango de frecuencias que utiliza en equipo es 5.9 a 6.4 GHz (Banda Licenciada).

El equipo utilizado, consta de dos partes: una unidad externa o Unidad de Radiofrecuencia (**RFU**) y unidad interna o Unidad de Procesamiento de Señal (**SPU**). Además los enlaces se encontraran en una configuración 1+1 (hot – standby). Es decir el sistema de microonda será redundante. La microonda tendrá una capacidad de manejar 16 E1's.

La conexión entre la unidad interior y la exterior se puede realizar con cable coaxial tipo RG8U, ya que para señales de Frecuencia Intermedia (IF) no se requiere cables coaxiales de baja pérdida.

- La Unidad de Procesamiento Interior (SPU – *Signal Processing Unit*)

La arquitectura modular de la SPU permite alojar en la caja de protección los siguientes módulos reemplazables; el módem, el multiplexor, el controlador y los módulos opcionales se muestran en la Figura. 3.33.

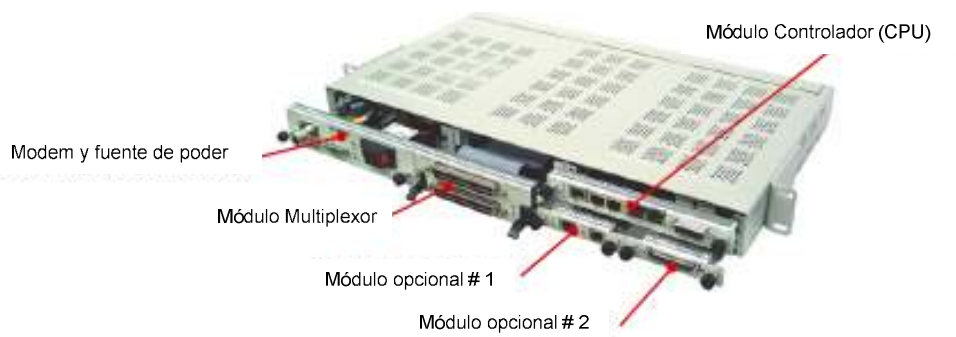


Figura. 3.33. Unidad de Procesamiento de Señal del sistema de microonda Harris

Además la unidad interior tiene la fuente de alimentación, el codificador y el decodificador de la Corrección Anticipada de Errores, la Ecuación Diferencial de Retardo Absoluto (DADE), para habilitar la conmutación de recepción sin errores. Este módulo interno tiene la protección del multiplexor (MUX) en un estante de montaje 1+1. El sistema 1+1 se refiere a la redundancia del equipo, consta de un mux y un modem adicional. En el interior de esta unidad también hay un controlador, consiste en un módulo principal que proporciona funciones estándar con dos compartimientos modulares o espacios de ampliación para módulos ofreciendo funciones opcionales, tales como canal de servicio *Orderwire*, datos de 64 kbit/s.

La Unidad de Tratamiento de Señal (SPU) contiene los puertos y conectores del cliente para las señales de los tributarios, donde se puede realizar la gestión remota de red, habilitar o deshabilitar la microonda, etc. Además este programa buscador permite que las microondas se encuentren en red. Para acceder de forma remota o local a la microonda corresponde conectar con una computadora, abrir un buscador web, colocar la dirección IP asignada a la microonda que desea acceder, una vez allí debe ingresar usuario y clave.

El direccionamiento IP de red es designado por el fabricante, en este caso se utiliza una dirección clase A, la asignación de las direcciones IP para las microondas del sistema de la Policía Nacional se muestran en la Figura. 3.34.

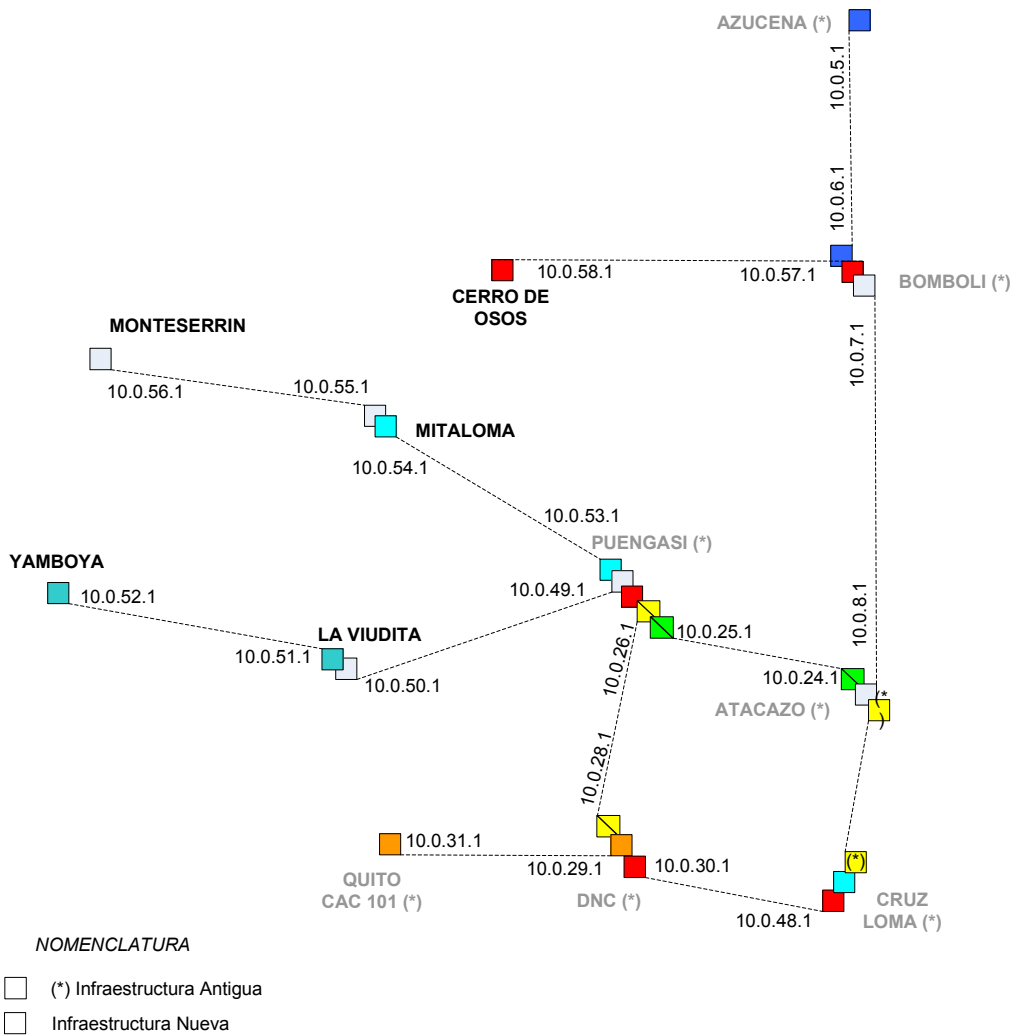


Figura. 3.34. Asignación de las dirección IP en los equipos de enlace de microonda

- Unidad de Radiofrecuencia (RFU – *Radio Frequency Unit*)

Por medio de la interfaz del cable, extrae las señales IF modulada y obtiene la alimentación DC a partir de la señal compuesta en el cable coaxial. En el bloque convertidor ascendente se convierte la señal modula en una señal de alta frecuencia por medio de un mezclador de dos etapas, regulando al mismo tiempo la amplitud. El módulo transmisor convierte la señal de modo ascendente en una señal con la frecuencia de transmisor y la amplifica. Finalmente el diplexor y los filtros de RF dirigen la señal hacia la antena en donde es transmitida. La conexión entre la antena y la RFU se realiza mediante el uso de guía de onda flexible, se puede observar a continuación la Figura. 3.35.

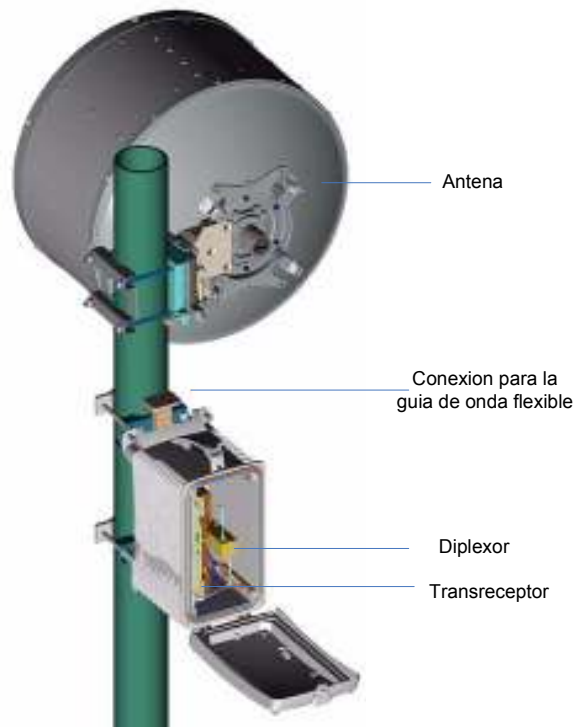


Figura. 3.35. Unidad de Radio Frecuencia del sistema de microonda Harris

El listado de materiales y equipos necesarios para el sistema de Microonda se detalla en la Tabla. 3.19.

Tabla.3.19. Listado de equipos y accesorios del sistema de microonda

DESCRIPCION	CANT
Enlace de microonda capacidad 16e1	
Outdoor rfu protected (1+1) unequal split config.	1
Spu 2rms (indor unit) harris tr5000	1
Orderwire module	1
8e1 unbalanced panel (tributarios)	2
Antena para microonda andrew 4 pies	1

▪ Multiplexación

La Multiplexación y demultiplexación tiene que ver con la canalización, es decir con la asignación de cada una de las señales requeridas en el sistema de comunicaciones a las líneas de formato E1 utilizando el equipo Multiplexor, llamado también Banco de Canales, para luego ser enviadas o recibidas con el equipo de enlace de microonda. Como muestra la Figura. 3.36.

En el caso de los sitios de Monteserrín, Cerro de Osos y Yamboya utilizamos la siguiente conexión de las señales al Banco de Canales.

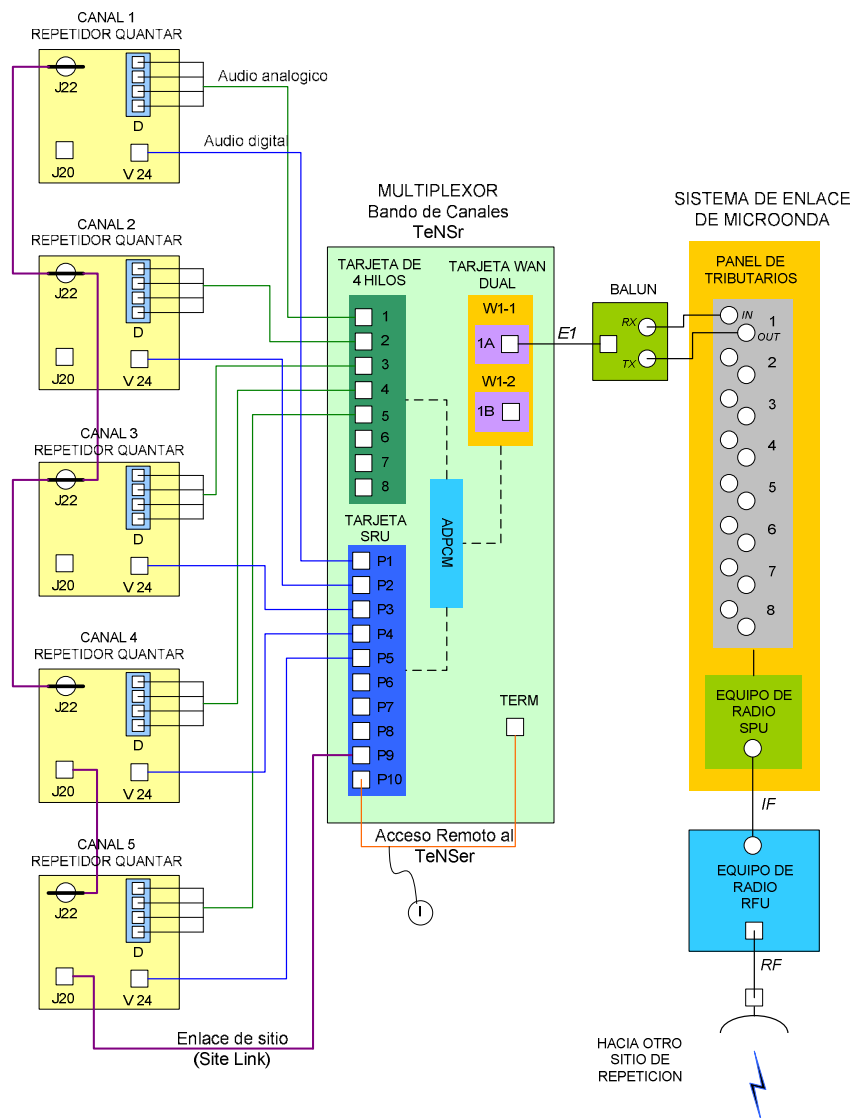


Figura. 3.36. Asignación de señales al Banco de Canales – Configuración en Monteserrín, Yamboya y Cerro de Osos

Las señales que deben ser enviadas al sitio principal son:

- El audio analógico de cada equipo repetidor el cual se obtiene del puerto D del repetidor. Para esto, utilizamos la tarjeta de 4 hilos del banco de canales. Un puerto de la tarjeta de 4 hilos es utilizado por cada repetidor. En el E1 que se forma los slots de tiempo utilizados son TS1 a TS5 que corresponden a los puertos 1 a 5 de la tarjeta de 4 hilos ubicada en la posición física U1 del TeNSr.
- El audio digital V.24 de cada uno de los repetidores. Cada uno de estos audios es asignado a un puerto de la tarjeta SRU del banco de canales que tiene capacidad de manejar señales digitales. Los slots de tiempo a ser utilizados en el E1 serían TS6 a TS10, sin embargo debido a que utilizamos una tarjeta ADPCM, estas señales serán asignadas al mismo slot de tiempo que usa el audio analógico de cada uno de los canales. Por tanto los slots de tiempo utilizados son TS1 a TS5 que corresponden a los puertos P1 a P5 de la tarjeta SRU ubicada en la posición física U8 del TeNSr.
- La señal de “Enlace de sitio” (Site Link). Esta señal lleva información del estado de los equipos repetidores al controlador de Zona en el sitio principal. A través de esta señal también el controlador de Zona puede habilitar o deshabilitar los receptores y transmisores de cada uno de los equipos repetidores y poner al sitio ya sea en troncalización local o en área extendida. Utilizando esta señal el Controlador de Zona indica al Controlador de sitio el canal de voz asignado para alguna conversación en curso. El slot de tiempo utilizado en el E1 es el TS30 que corresponde al puerto P9 de la tarjeta SRU U8.
- Acceso remoto al TeNSr. Con esta señal podemos tener acceso remoto al Banco de Canales, de tal manera que lo podemos programar desde el sitio principal utilizando un puerto SRU. El slot de tiempo

asignado es el TS31 que corresponde al puerto P10 de la tarjeta SRU U8.

Una vez contabilizados los slots de tiempo requeridos para las señales del sitio remoto debemos acotar que se requieren 7 slots de ellos en estos tres sitios, por tanto solo un E1 es requerido. Contamos además con 23 slots de tiempo disponibles dentro del E1 para ampliaciones futuras. Cabe anotar que un E1 tiene 32 slots de tiempo identificados de TS0 a TS31, el TS0 se utiliza para sincronización y el TS16 se utiliza para señalización, por tanto solo 30 TS están disponibles para envío o recepción de señales.

El E1 utilizado es el de la tarjeta WAN 1-1 y el puerto que debe ser conectado al tributario de la microonda es el 1A. Las tarjetas WAN del equipo multiplexor utilizan un panel de interface con los puertos respectivos para su conexión.

La Tabla. 3.20, Tabla 3.21 y Tabla. 3.22 muestra la asignación de slots de tiempo de los tres sitios se muestran a continuación:

Tabla. 3.20. Canalización sitio Monteserrín

TeNSr Sitio 18 Monteserrín						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso		Harris	Libre	Quantar	Quantar
Monteserrín	Canal 1	x	TS 1		1	P1
Monteserrín	Canal 2	x	TS 2		2	P2
Monteserrín	Canal 3	x	TS 3		3	P3
Monteserrín	Canal 4	x	TS 4		4	P4
Monteserrín	Canal 5	x	TS 5		5	P5
Monteserrín	Site Link		TS 30			P9
Monteserrín	Acceso remoto al TeNSr		TS 31			P10

Tabla. 3.21. Canalización sitio Yamboya

TeNSr Sitio 16 Yamboya						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso		Harris	Libre	Quantar	Quantar
Yamboya	Canal 1	x	TS 1		1	P1
Yamboya	Canal 2	x	TS 2		2	P2
Yamboya	Canal 3	x	TS 3		3	P3
Yamboya	Canal 4	x	TS 4		4	P4
Yamboya	Canal 5	x	TS 5		5	P5
Yamboya	Site Link		TS 30			P9
Yamboya	Acceso Remoto TeNSr		TS 31			P10

Tabla. 3.22. Canalización sitio Cerro de Osos

TeNSr Sitio 17 Cerro Osos						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso		Harris	Libre	Quantar	Quantar
Cerro Osos	Canal 1	x	TS 1		1	P1
Cerro Osos	Canal 2	x	TS 2		2	P2
Cerro Osos	Canal 3	x	TS 3		3	P3
Cerro Osos	Canal 4	x	TS 4		4	P4
Cerro Osos	Canal 5	x	TS 5		5	P5
Cerro Osos	Site Link		TS 30			P9
Cerro Osos	Acceso Remoto TeNSr		TS 31			P10

Las señales a ser utilizadas en los sitios La Viudita y Mitaloma son las mismas utilizadas en los otros tres sitios incluyendo la misma asignación de slots de tiempo. La diferencia en la formación de los E1 es que en el banco de canales de este sitio se realizará un proceso de inserción (drop-insert) de slots de tiempo provenientes de otros sitios. En el caso de Mitaloma, se utilizara el E1 de la tarjeta WAN W1-2 para recibir las señales provenientes de Monteserrín (las cuales se obtienen del E1 del tributario correspondiente al enlace de microonda Monteserrín - Mitaloma) y los slots de tiempo de esta WAN serán programados para que sean conectados al E1 de la WAN W1-1. Entones, los Slots de tiempo TS1 a TS5 se utilizan para llevar el audio de los repetidores del sitio y los TS14 a TS19 para insertar los canales provenientes del otro sitio. Las señales de los dos sitios viajarán en un mismo E1 hasta el sitio principal.

El mismo proceso de inserción de slots se realizará con el sitio de la Viudita al cual llega la información de Yamboya. En el Banco de canales se cruzaran los slots de lo proveniente de Yamboya por el E1 de la WAN 1-2 hacia el E1 de la WAN 1-1, como se muestra en la Figura. 3.37. Las señales de los dos sitios se enviaran por un solo E1 hacia el sitio principal. En el caso de Cerro de Osos de utilizará un Banco de canales previamente instalado en el sitio de Bombolí.

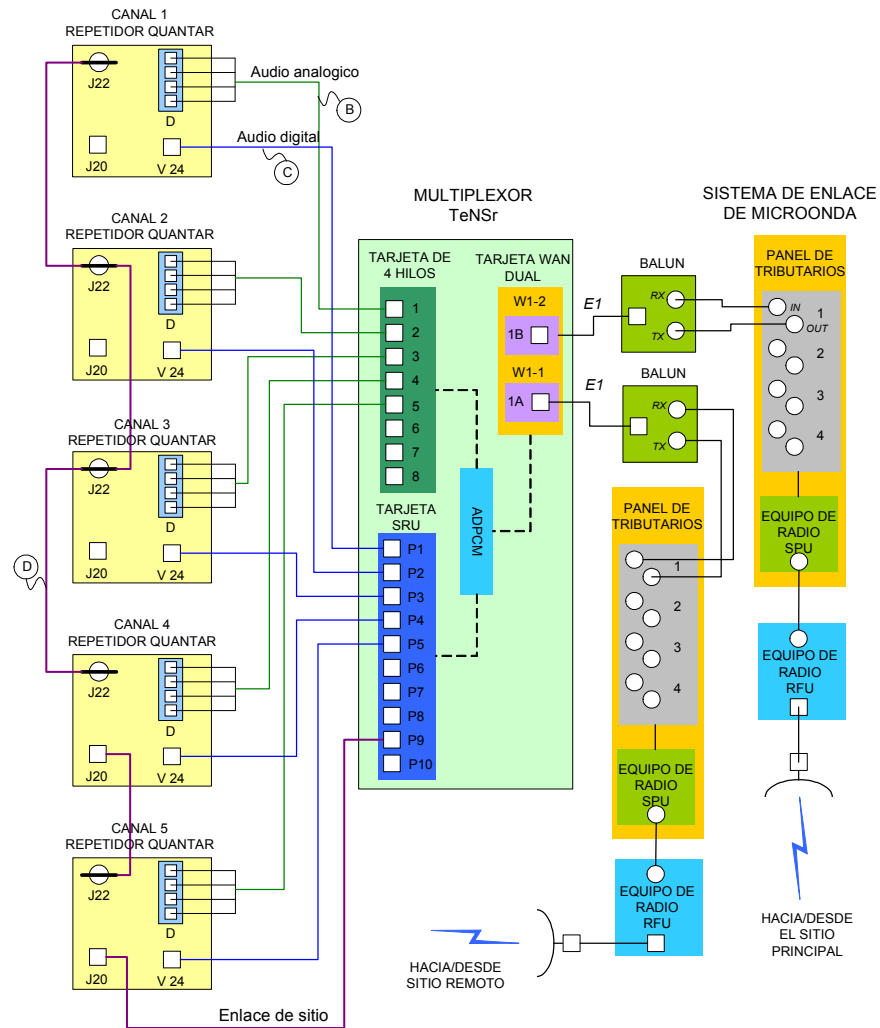


Figura. 3.37. Asignación de señales al Banco de Canales – Configuración en Mitaloma – La Viudita y Bombolí

La Tabla. 3.23, Tabla. 3.24 y Tabla. 3.25 muestra la canalización de los sitios de La Viudita, Mitaloma y Bombolí se muestran a continuación:

Tabla.3.23. Canalización de La Viudita

TeNSr Sitio 15 La Viudita						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso		Harris	Harris	Quantar	Quantar
La Viudita	Canal 1	x	TS 1		1	P1
La Viudita	Canal 2	x	TS 2		2	P2
La Viudita	Canal 3	x	TS 3		3	P3
La Viudita	Canal 4	x	TS 4		4	P4
La Viudita	Canal 5	x	TS 5		5	P5
La Viudita	Site Link		TS 30			P9
La Viudita	Acceso Remoto al TeNSr		TS 31			P10
Yamboya	Canal 1		TS 14	TS 1		
Yamboya	Canal 2		TS 15	TS 2		
Yamboya	Canal 3		TS 17	TS 3		
Yamboya	Canal 4		TS18	TS 4		
Yamboya	Canal 5		TS 19	TS 5		
Yamboya	Site Link		TS 28	TS 30		
Yamboya	Acceso Remoto al TeNSr		TS 29	TS 31		

Tabla. 3.24. Canalización de Mitaloma

TeNSr Sitio 14 Mitaloma						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso		Harris	Harris	Quantar	Quantar
Mitaloma	Canal 1	x	TS 1		1	P1
Mitaloma	Canal 2	x	TS 2		2	P2
Mitaloma	Canal 3	x	TS 3		3	P3
Mitaloma	Canal 4	x	TS 4		4	P4
Mitaloma	Canal 5	x	TS 5		5	P5
Mitaloma	Site Link		TS 30			P9
Mitaloma	Acceso remoto TeNSr		TS 31			P10
Monteserrin	Canal 1		TS 14	TS 1		
Monteserrin	Canal 2		TS 15	TS 2		
Monteserrin	Canal 3		TS 17	TS 3		
Monteserrin	Canal 4		TS18	TS 4		
Monteserrin	Canal 5		TS 19	TS 5		
Monteserrin	Site Link		TS 28	TS 30		
Monteserrin	Acceso Remoto TeNSr		TS 29	TS 31		

Tabla.3.25. Canalización de Bombolí

TeNSr Sitio 04 Bombolí						
Tarjeta		ADPCM	WAN 1		4W E&M	SRU 1
Ubicación		P1	W1-1	W1-2	U1	U8
Sitio	Uso	Quantar	Harris	Harris	Quantar	Quantar
Bomboli	Canal 01	x	TS 1		1	P1
Bomboli	Canal 02	x	TS 2		2	P2
Bomboli	Canal 03	x	TS 3		3	P3
Bomboli	Canal 04	x	TS 4		4	P4
Bomboli	Canal 05	x	TS 5		5	P5
Bomboli	Site Link		TS 30			P9
Bomboli	Lectura Remota TeNSr		TS 31			P10
Cerro Osos	Canal 1		TS 17	TS 1		
Cerro Osos	Canal 1		TS 18	TS 2		
Cerro Osos	Canal 3		TS 19	TS 3		
Cerro Osos	Canal 4		TS 20	TS 4		
Cerro Osos	Canal 5		TS 21	TS 5		
Cerro Osos	Site Link		TS 28	TS30		
Cerro Osos	Lectura Remota TeNSr		TS 29	TS31		

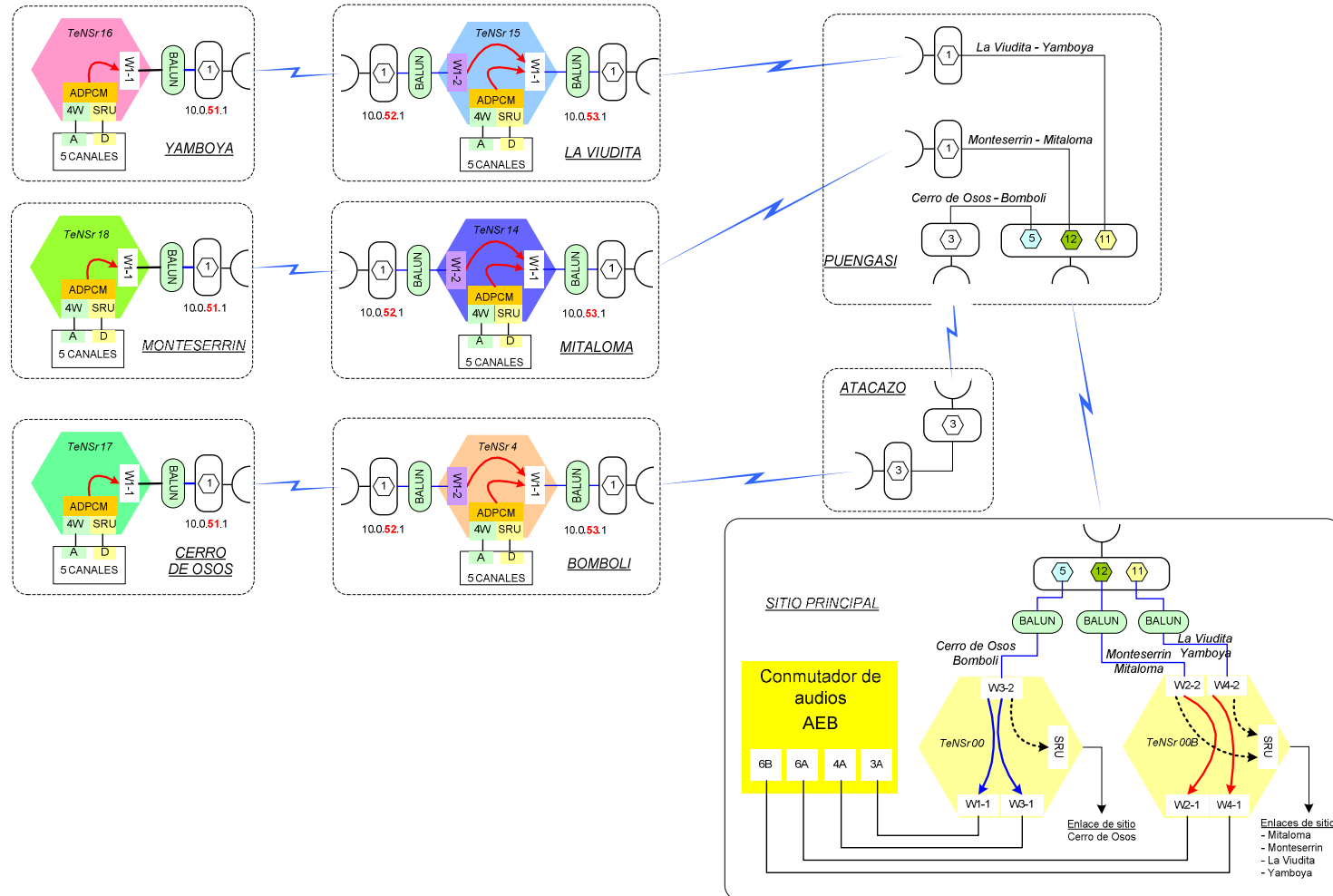


Figura. 3.38. Canalización del sistema de comunicaciones SmarZone de la Policía Nacional

La Figura. 3.38 muestra la interconexión de tributarios de los enlaces de microonda y E1s desde los sitios hasta llegar al sitio principal.

Las señales de control que llegan ahora al sitio principal desde los sitios de repetición remotos deben ser separadas de las señales de audio. Las de control se conectarán al controlador de zona, mientras que las de audio serán conectadas a la matriz de audio.

En el sitio principal las señales de enlace de sitio (Site Link) son demultiplexadas por los dos bancos de canales TeNSr 00 y TeNSr 00B y extraídas a los puertos de la tarjetas SRU, de donde serán conectadas a los puertos de las tarjetas seriales del Controlador de Zona a través del Modulo de conmutación redundante RSOM.

La interconexión de estas señales se muestra en la siguiente Figura. 3.39:

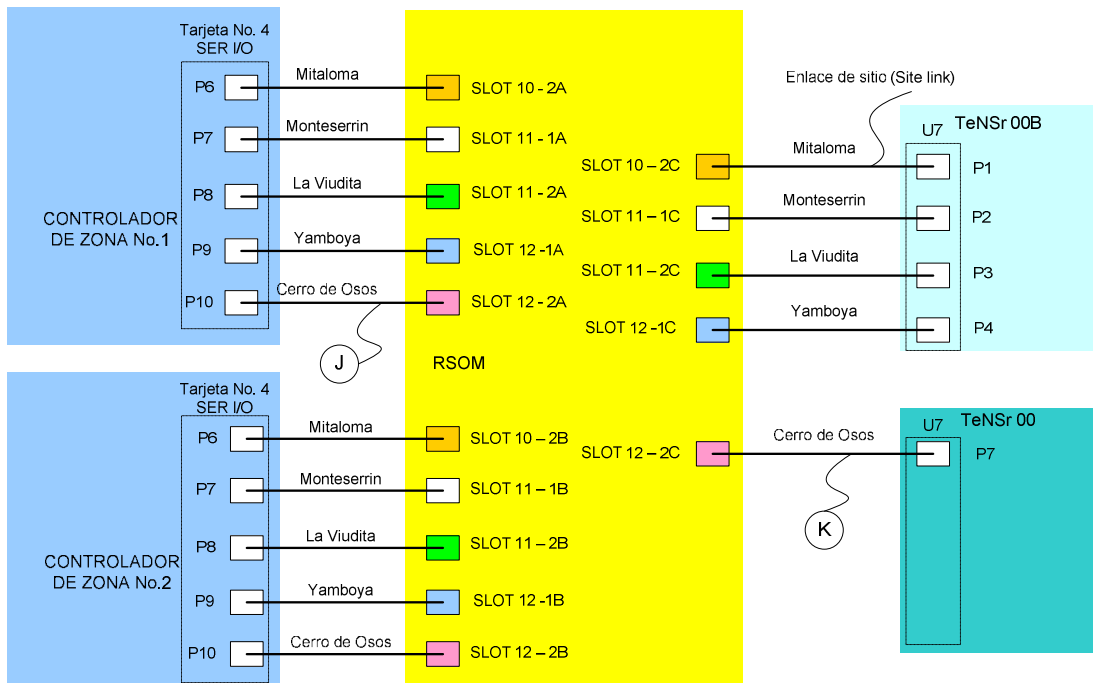


Figura. 3.39. Interconexión de señales de Enlace de Sitio entre TeNSr y Controladores de Zona

La Tabla.3.26 y Tabla. 3.27 muestra la canalización de los TeNSrs 00B y 00:

Tabla. 3.26. Canalización TeNSr 00B en el sitio principal

TeNSr 00B Sitio Principal - Quito						
Tarjeta		WAN 2		WAN 4		SRU
Ubicación		W2-1	W2-2	W4-1	W4-2	U7
Sitio	Uso	AEB 6A	Harris	AEB 6B	Harris	RSOM
Mitaloma	Channel 1	TS 1	TS 1			
Mitaloma	Channel 2	TS 2	TS 2			
Mitaloma	Channel 3	TS 3	TS 3			
Mitaloma	Channel 4	TS 4	TS 4			
Mitaloma	Channel 5	TS 5	TS 5			
Mitaloma	Site Link (14)		TS 30			P1
Mitaloma	Lectura Remota TeNSr		TS 31			P6
Monteserrin	Channel 1	TS 14	TS 14			
Monteserrin	Channel 2	TS 15	TS 15			
Monteserrin	Channel 3	TS 17	TS 17			
Monteserrin	Channel 4	TS 18	TS 18			
Monteserrin	Channel 5	TS 19	TS 19			
Monteserrin	Site Link (15)		TS 28			P2
Monteserrin	Lectura Remota TeNSr		TS 29			P7
La Viudita	Channel 1			TS 1	TS 1	
La Viudita	Channel 2			TS2	TS2	
La Viudita	Channel 3			TS3	TS3	
La Viudita	Channel 4			TS 4	TS 4	
La Viudita	Channel 5			TS 5	TS 5	
La Viudita	Site Link (17)				TS 30	P3
La Viudita	Lectura Remota TeNSr				TS 31	P8
Yamboya	Channel 1			TS 14	TS 14	
Yamboya	Channel 2			TS 15	TS 15	
Yamboya	Channel 3			TS 17	TS 17	
Yamboya	Channel 4			TS 18	TS 18	
Yamboya	Channel 5			TS 19	TS 19	
Yamboya	Site Link (18)				TS 28	P4
Yamboya	Lectura Remota TeNSr				TS 29	P9

Tabla. 3.27. Canalización TeNSr 00 en el sitio principal

TeNSr 00 Sitio Principal - Quito						
Tarjeta		WAN 1		WAN 3		SRU
Ubicación		W1-1	W1-2	W3-1	W3-2	U7
Sitio	Uso	AEB 3A	LIBRE	AEB 4A	Harris	CEB RSOM
Bomboli	Canal 1	TS 9			TS 1	
Bomboli	Canal 2	TS 10			TS 2	
Bomboli	Canal 3	TS 11			TS 3	
Bomboli	Canal 4	TS 12			TS 4	
Bomboli	Canal 5	TS 13			TS 5	
Bomboli	Site Link (04)				TS 30	P9
Bomboli	Acceso Remoto TeNsr				TS 31	P4
Cerro Osos	Canal 1			TS 20	TS 17	
Cerro Osos	Canal 2			TS 21	TS 18	
Cerro Osos	Canal 3			TS 22	TS 19	
Cerro Osos	Canal 4			TS 23	TS20	
Cerro Osos	Canal 5			TS 24	TS 21	
Cerro Osos	Site Link (16)				TS 28	P6
Cerro Osos	Acceso Remoto TeNsr				TS 29	P7

En el sitio principal, la conexión de los E1 que traen y llevan el audio de los sitios, que ahora se encuentran en los bancos de canales 00 y 00B deben ser conectados al conmutador de audio (AEB), para lo cual se interconectan las salidas de las tarjetas WAN de los bancos de canales a los puertos de las tarjetas AMB del conmutador de audio en el sitio principal.

Se debe notar que la ubicación de los slots de tiempo en las tarjetas AMB del conmutador de audio está dada por la ubicación de los slots de tiempo en las tarjetas WAN del banco de canales, por tanto esta ubicación no se programa en el conmutador de audio.

Ya que el controlador de zona es el que controla la conmutación de audio entre los canales de voz de los sitios de repetición, este debe conocer la ubicación de los slots de tiempo en el conmutador de audio, por tanto en el

controlador de zona se debe programar la ubicación de los slots de tiempo que llegan a cada una de las tarjetas AMB del conmutador de audio.

La conexión entre el conmutador de audio, bancos de canales (*TeNSr*) y controlador de zona se muestra en la Figura. 3.40:

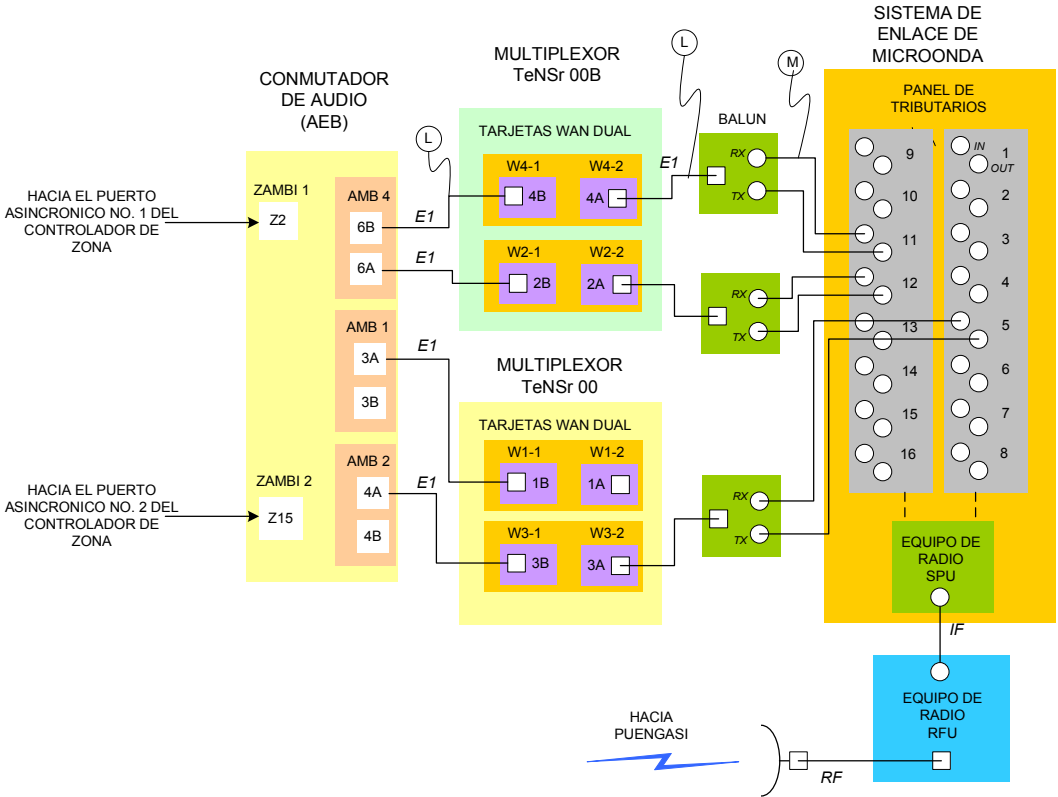


Figura. 3.40. Conexión de los Bancos de Canales y el Conmutador de audio en el Sitio Principal

La configuración de los cables utilizados para las diferentes conexiones, se muestra en la Tabla. 3.41.

Tabla. 3.28. Conexiones de los diferentes cable utilizados para la multiplexación

CABLE I			
Acceso Remoto TeNSer			
TeNSr		TeNSr	
Puerto SRU		Term	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
4	GND	GND	4
5	RD	TD	6
6	TD	RD	5
CABLE J			
Controlador - RSOM			
Controlador Zona		RSOM	
Tarjeta Serial I/O		Tarjeta Conmutación	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
1	RCLK	TCLK	1
2	RLSD	RLSD	2
3	TCLK	RCLK	3
4	GND	GND	4
5	RD	TD	5
6	TD	RD	6
7	CTS	RTS	7
8	RTS	CTS	8
CABLE K			
Enlace se sitio			
TeNSr		RSOM	
Puerto SRU		Tarjeta de Conmutación	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
1	RCLK	TCLK	1
2	RLSD	RLSD	2
3	TCLK	RCLK	4
4	GND	GND	3
5	RD	TD	7
6	TD	RD	8
7	CTS	RTS	5
8	RTS	CTS	6
CABLE L			
Conexión AEB - Multiplexor			
AEB		TeNSr	
Tarjeta AMB		WAN	
RJ45	Señal	Señal	RJ45
1	RCLK	TCLK	1
2	RLSD	RLSD	2
3	TCLK	RCLK	3
4	GND	GND	4
5	RD	TD	5
6	TD	RD	6
7	CTS	RTS	7
8	RTS	CTS	8

Tabla.3.29. Listado de equipos y accesorios del sistema de multiplexación

DESCRIPCION	CANT
BANCO DE CANALES TENSr	
Bastidor Universal Tensr 800	1
Fuente de Poder de 24 Vdc	1
Tarjeta CPU 8 T1/ E1 con capacidad de conexión cruzada	1
Tarjeta Interface 8 T1 E1	1
Tarjeta Dual T1/ E1 WAN	1
Módulos DSX CEPT	2
Tarjeta de 8 puertos de 4 hilos 4W E&M	1
Tarjeta de 10 puertos SRU	1
Tarjeta ADPCM Server	1
Rack de 19" de 7 pies de altura	1

○ **Sistema de Protección y Tierras**

▪ Sistema de Tierras

El resguardo de los equipos es fundamental, su importancia radica en que los lugares donde se encuentran ubicados los sitios de repetición son en montañas y puntos altos. En estos puntos, la infraestructura es vulnerable a descargas eléctricas producidas por la atmósfera. Además el sistema de la policía es un sistema de seguridad pública, por lo cual debe permanecer funcionando óptimamente. Las normas que utilizamos son del NEC y R56.

El propósito que se persigue con la instalación de los sistemas de tierra es:

- a. Protección para el personal operativo.
- b. Protección a los equipos e instalaciones contra tensiones peligrosas.
- c. Apego a normas y reglamentos para correcto funcionamiento de un sistema.

Para la correcta operación del sistema eléctrico y dado que se utilizan equipos electrónicos, se construirán dos tipos de sistema de tierras, un interno y otro externo al shelter de comunicaciones

El Sistema de Tierra Interno está constituido por:

- ❖ Sistema de tierra para equipos electrónicos
- ❖ Halo de tierra interno de caseta

Sistema de Tierra Externo está constituido por:

- ❖ Halo de tierra de Caseta
- ❖ Sistema de tierra de Torre
 - Sistema de tierra de pararrayos
 - Sistema de tierra en y alrededor de la torre

Sistema de Tierras Interno

- ❖ Sistema de tierra para equipos electrónicos

Los equipos electrónicos se encuentran instalados en Racks metálicos de 19" de ancho. Para la protección de los equipos electrónicos, se aplica la norma R56. Los equipos se conectan a tierra con un cable multifilar de cobre AWG 8, cada uno de ellos se ajusta a una barra de cobre horizontal que se encuentra instalada en la parte superior ancho de cada rack, la cual a su vez se conecta a un cable multifilar AWG 2 con revestimiento de caucho, que tiene la función de bus de tierra principal, con perno partido que corre a lo largo de las escalerilla donde se sujetan los cables. El cable AWG 2 se conecta a la ventana de tierra interior. Esta ventana de tierra interior además es el punto terminal del halo de tierra interior de la caseta. Esta ventana de tierra está conectada a tierra a través de una varilla de cobre que se encuentra enterrada en el exterior y conectada al halo exterior de tierra para tener un solo punto común de tierra.

❖ Halo de tierra interno de caseta

El halo de tierra interno se ubica a 20 cm del techo haciendo una corrida alrededor de la caseta, sujetando los extremos en la ventana de tierra, para este propósito el cable instalado es AWG 2 sólido de cobre recubierto de cadmio AWG 2. Se debe notar que este halo de tierra no debe tener contacto con las paredes del shelter, por tanto se sujeta con aisladores plásticos. A este halo interno deben conectarse todos los elementos metálicos y equipos que se encuentren ubicados fuera de los Racks en que se instalaron los equipos electrónicos, tal es el caso del rack de baterías, aire acondicionado, puerta del shelter, etc.

La Figura.3.41 muestra los elementos que conforman el sistema de tierra interno.

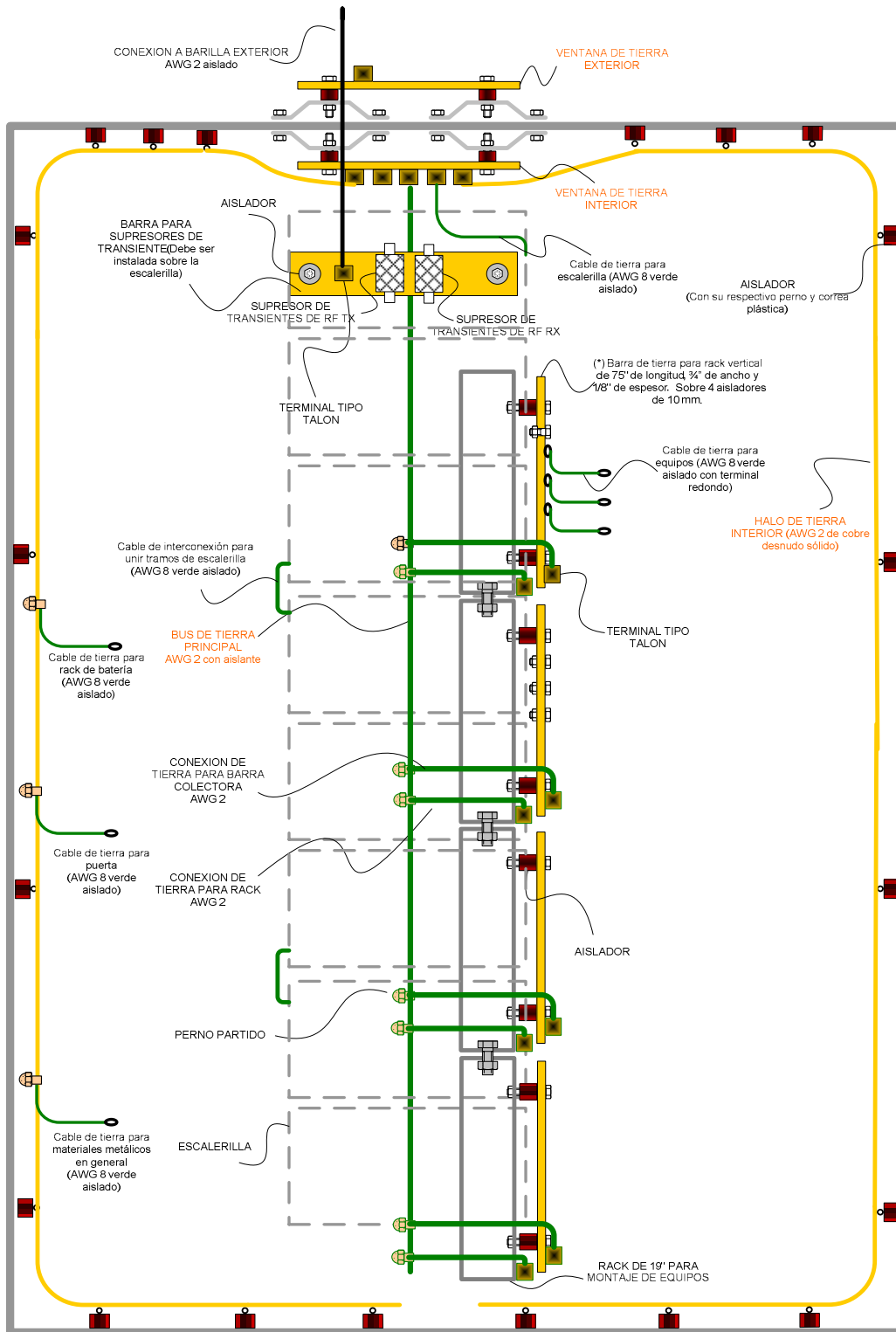


Figura. 3.41. Vista superior del sistema de tierras interno

Sistema de Tierra Externo

❖ Halo Sistema de tierra de Caseta

El sistema de tierra exterior de la caseta consta de un halo de cable sólido AWG 2 alrededor de la caseta. Esta corrida está enterrada a 30 cm del nivel del suelo soldada en cada extremo de la caseta con suelda exotérmica a una barrilla de cobre. Esta barrilla es de 1 metro y medio de largo, está enterrada de tal manera que pueda unirse con el halo. La normativa para la instalación de este sistema está respaldada por la norma NEC 830.100 (B). Para comprobar el estado de la soldadura como mantenimiento, cada uno de los puntos tiene un correspondiente pozo de revisión. El conjunto de varillas y cable alrededor de la caseta a veces es llamado malla de tierra.

La Figura. 3.42 muestra la configuración del sistema de tierras exterior.

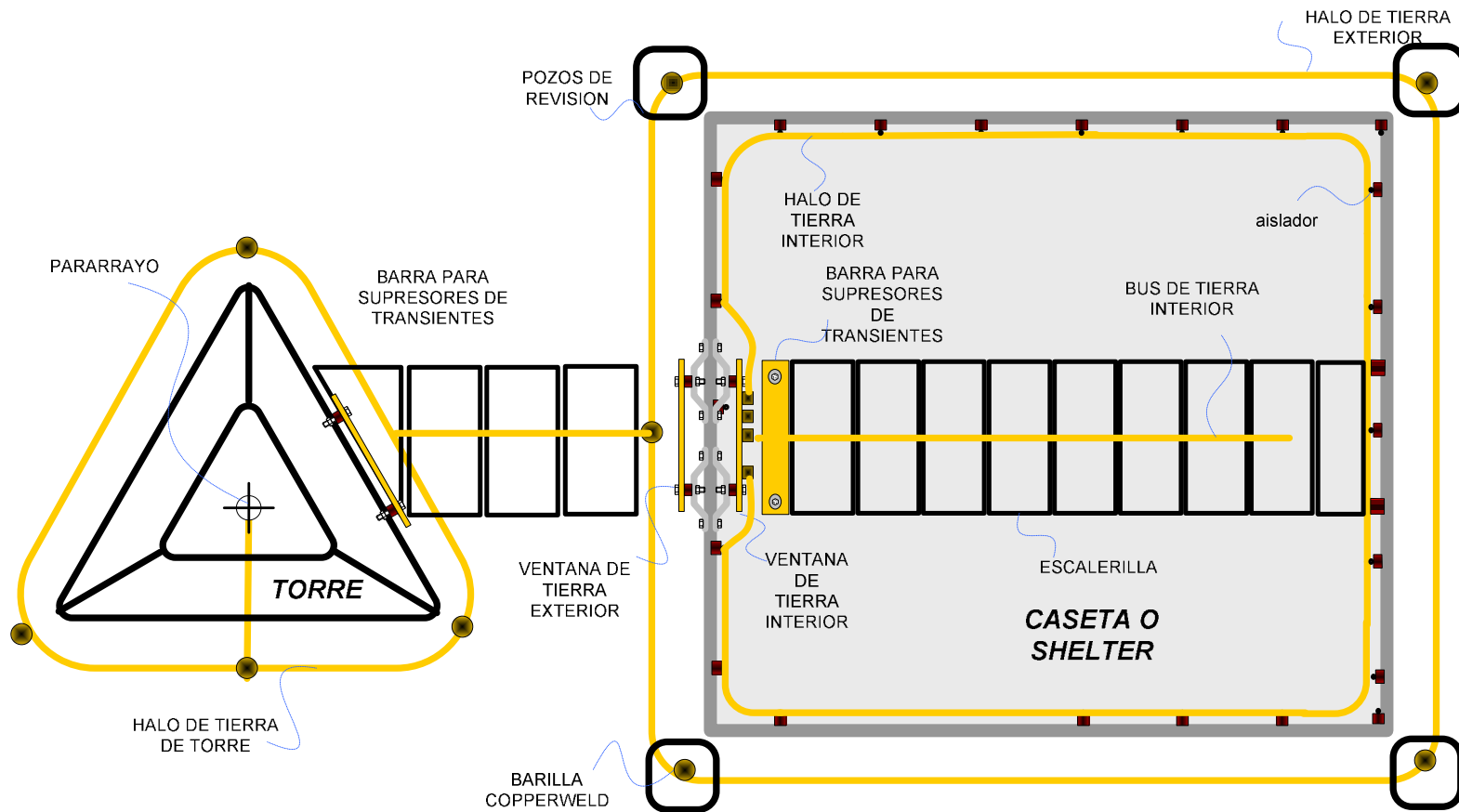


Figura. 3.42. Sistema de tierras exterior

❖ Sistema de tierra de Torre

- Sistema de tierra de pararrayos

Los sitios elevados donde se encuentran instalados los sistemas de repetición están expuestos a descargas eléctricas. Un sistema de protección pararrayos se muestra en la Figura. 3.43.

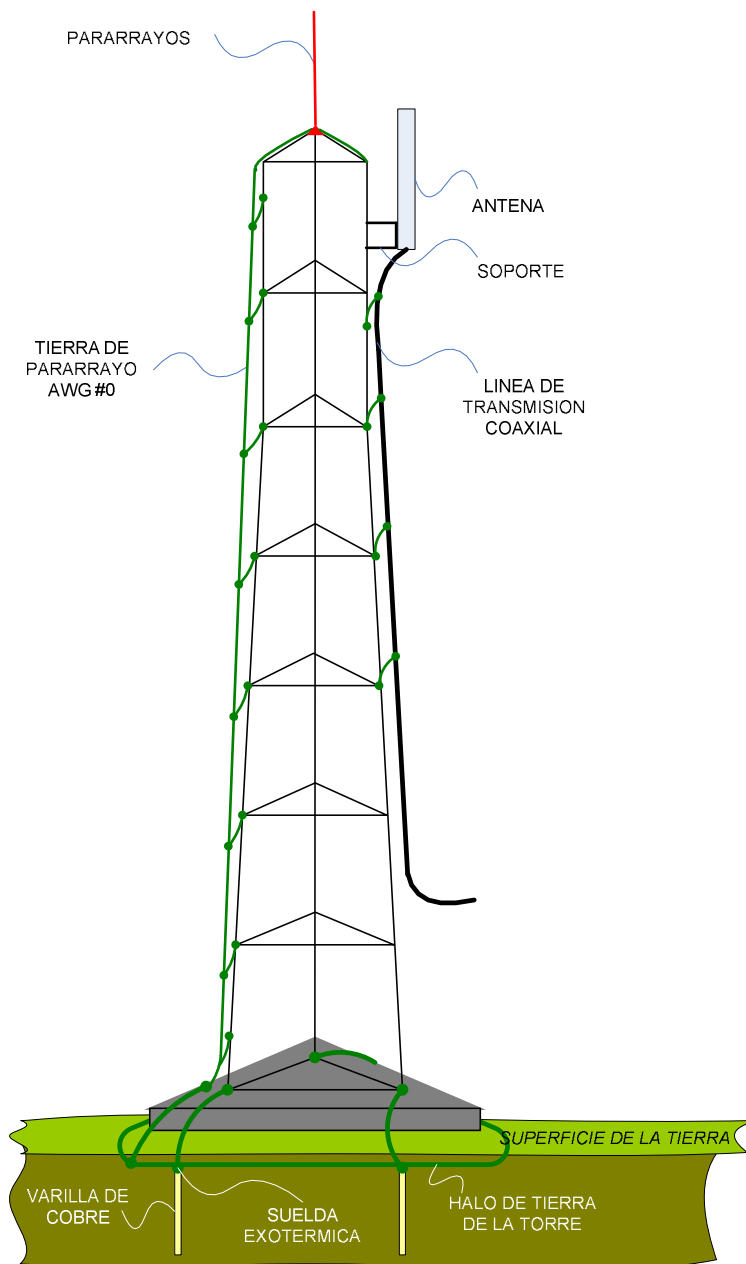


Figura. 3.43. Sistema de tierra, Torre con pararrayos

Si una descarga atmosférica se produce, la mayor parte de la energía es captada por el pararrayos que está ubicado en la parte superior de la torre. Sin embargo la energía restante se inducirá a través de la línea de transmisión. El pararrayo utilizado en estas instalaciones es tipo Franklin de 5 puntas y está ubicado en un mástil que sobresale un metro por arriba de la torre. El pararrayos tiene una bajante para su puesta a tierra que consiste en un cable con forro de caucho de cobre AWG 0 con la finalidad de que tenga la menor resistencia de paso de corriente hacia tierra. Para conectar este cable a tierra se utiliza una barrilla de cobre de 1.80 m de longitud, que está unida al cable con suelda exotérmica, con la finalidad que sea resistente a la intemperie y no pierda su característica de conductividad. Esta configuración responde al estándar de NFPA 780 4.9.10.

❖ Sistema de tierra en y alrededor de la torre

Como se menciona anteriormente una parte de la energía producida por una descarga se induce a través de la línea de transmisión. Para minimizar este efecto se instala juegos de tierra a ciertas distancias siguiendo la regla de ANSI T1.313-105.1. Como se muestra en la figura, la puesta a tierra de barra #1 en el cable superior eliminará gran parte de esta energía inducida. El juego de puesta a tierra del cable barra #2 ubicada en la parte inferior de la torre eliminará aún más esta energía. El juego de tierra barra #3 descartará casi por completo la corriente inducida en la línea de transmisión. La poca energía restante será eliminada por completo por el supresor de transientes coaxial de RF, protegiendo así a los equipos repetidores. El sistema de tierra alrededor de la torre esta soldada a 3 varillas alrededor con suelda exotérmica, la tierra del pararrayo, el cable que se toma directamente de la torre y los sistemas de tierra de la línea de transmisión se unen a este anillo. La Figura. 3.44 a continuación muestra detalladamente el propósito.

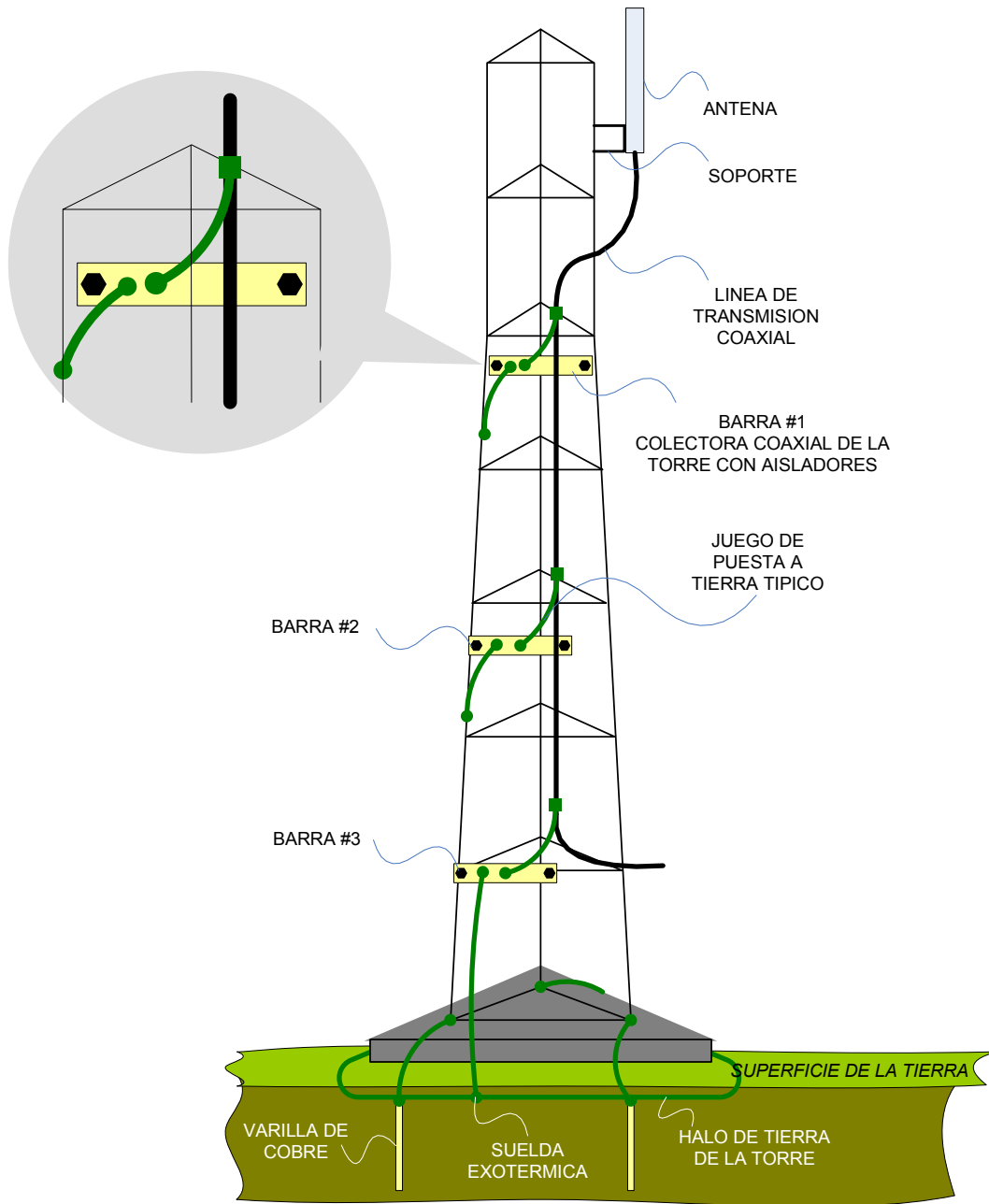


Figura. 3.44. Sistema de tierra de cable de transmisión y halo de tierra

- Sistema de protecciones

- ❖ Supresor de transientes para sobretensiones transitorias

El TVSS (*Transient Voltage Surge Suppressor*) Figura. 3.45 es un protector de paneles de energía de 220v, que se instala en paralelo al tablero de acometida eléctrica. Existen en el mercado más comúnmente dos tipos de supresores de transientes de voltaje de acuerdo a como está fabricado, tipo MOV (*Metal Oxide Varistor*) cuando está hecho de varistores de óxido de metal o SAD (*Silicon Avalanche Suppressor*) cuando esta hecho de diodos de avalancha de silicio. Algunos fabricantes combinan las dos tecnologías, como es el caso del TVSS Apex que se utilizara en el presente proyecto. El tipo MOV tiene un tiempo de respuesta entre 35 y 50 nanosegundos y el nivel de protección está entre 300 – 1000 voltios, por tanto nos ayuda a suprimir transientes largos y de alto nivel de voltaje. El tipo SAD tiene un tiempo de respuesta de 5 nanosegundos y el nivel de protección está entre 200 – 600 voltios, por tanto aunque su voltaje de supresión no es tan alto como el MOV su respuesta a transitorios de voltaje es mucho más rápida.

Son trifásicos, pero solo se utilizan para proteger dos fases, su función es suprimir la sobre corriente o picos de corriente inducida en las fases de la alimentación comercial, debido a descargas eléctricas atmosféricas o sobretensión.



Figura 3.45. Supresor de transientes, APEX Series

❖ Supresor de transientes coaxial

Supresor de transientes coaxial cuya función es eliminar los picos de corriente generados por el campo eléctrico inducido sobre los cables coaxiales de RF. Existen supresores que se usan para transmisión y otros recepción, lo que diferencia uno de otro es el supresor de recepción debe permitir el paso de corriente con el cual el multiacoplador alimenta al amplificador ubicado en la torre.

La Tabla. 3.30 a continuación muestra el equipamiento para el sistema de energía.

Tabla. 3.30. Listado de equipos y accesorios del sistema de multiplexación

DESCRIPCION	CANT
SISTEMA DE PROTECCION Y ATERRIZAJE	
Tablero de protección TVSS de 208/120 VAC 3 PHASE	1
Supresor de transientes de RF para transmisión	1
Supresor de transientes de RF para recepción	1
Sistema de tierras interior y exterior	1 lote

3.1.2 Sitio Principal

En el sitio principal los equipos que serán utilizados para integrar los cinco sitios de repetición remotos nuevos son los Bancos de Canales TeNSr 00 y TeNSr 00B de acuerdo a lo expuesto en la canalización, el conmutador de audio, los dos controladores de zona, y el módulo de conmutación redundante entre controladores (RSOM).

Las señales que provienen de los sitios de repetición nuevos son obtenidas del enlace de microonda Puengasí – DNC existente del cual utilizaremos tres de los tributarios con sus E1's correspondientes, por tanto no se debe agregar equipo alguno en el sistema de enlaces de microonda.

En el caso de los Bancos de Canales de acuerdo a lo descrito en lo referente a Múltiplexación dos tarjetas nuevas WAN 2 y WAN 4 serán necesarias en el TeNSr 00B para recibir los E1's provenientes de los sitios Mitaloma, Monteserrín, La Viudita, Yamboya y realizar la conexión cruzada de los audios al Conmutador

de audios (AEB). En este mismo Banco de Canales será necesaria además una tarjeta SRU para obtener las señales de enlace de sitio (Site Link) y señales de Acceso remoto a los TeNSr de los sitios de repetición. En el banco de canales TeNSr 00 se utilizara las tarjetas WAN y SRU existentes, por tanto solo será necesario programarlo para obtener las señales que provienen de Cerro de Osos.

El audio que llega al AEB será conectado a las tarjetas AMB existentes 1,2 y 4. Los puertos utilizados para la conexión de las señales de enlace de sitio están en tarjetas seriales existentes en los Controladores de Zona y RSOM, por tanto solo será necesario programar los Controladores de Zona para que reconozcan los sitios de repetición nuevos.

3.2 SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

3.2.1 Características y prestaciones del sistema SmartZone

El sistema SmartZone ofrece un sinnúmero de características y prestaciones AVANZADAS que ayudan a optimizar y expandir la capacidad operativa del usuario del sistema. Muchas de estas características y prestaciones no se encuentran disponibles en los sistemas troncalizados de otros fabricantes. Uno de los objetivos principales del sistema SmartZone es el proveer a los usuarios un desplazamiento transparente y sencillo a través de todo el área de cobertura. Cuando usuarios se trasladan por los diferentes sitios de repetición éstos no tendrán que cambiar los controles de su radio, como el selector de canales para cambiar de sitios. El sistema registra automáticamente los usuarios en el nuevo sitio y actualiza la base de datos SmartZone para reflejar el cambio. Esta gran capacidad es llevada a cabo gracias a una característica exclusiva de SmartZone llamada "Sitio Correcto"

"Sitio Correcto" es una combinación de varias características incorporadas en el sistema y en los radios SmartZone la cual asegura que los radios siempre se encuentren en el sitio óptimo. Las siguientes características son exclusivas de los radios con software de SmartZone "Sitio Correcto":

- Registro Automática de Unidades
- Desregistro Automática de Unidades
- Indicación de la Intensidad de la Señal y Selección Automática del Sitio
- Transferencia Automática de Llamada
- Asignación Dinámica de Sitio
- Exclusión del Sitio Ocupado
- Asignación del Sitio Crítico
- Acceso de Usuario Crítico (opcional)
- Sitio Preferido
- Troncalización por Mensaje o por Transmisión por Grupo
- Localización de Usuario (Sitio)
- Indicación de Emergencia en Unidades
- Indicación de Troncalización Local en Unidades
- Acceso Rápido del Despachador

Estas características se detallan a continuación:

- Registro Automático de Unidades

Esta característica de SmartZone capacita al radio para automáticamente enviar la identificación individual de su radio, la identificación de su grupo y la identificación del sitio de repetición donde se encuentra hacia el Controlador De Zona, sin la necesidad de involucrar a un operador. El Registro Automático ocurre de varias formas: cuando el usuario enciende su radio, cuando cambia de grupo, cuando se desplaza de un sitio de repetición a otro, o cuando entra al sistema luego de estar fuera del área de cobertura. La información es almacenada en la tabla de afiliación de sitios del Controlador de Zona.

Esta capacidad permite que el Controlador De Zona mantenga información actualizada sobre la localización de todas las unidades suscriptoras en todo momento y no permite que los usuarios de radio se pierdan en el sistema. Además permite que se asignen canales solamente en los sitios donde se encuentran los miembros del grupo que inició la llamada.

- Desregistro Automático de Unidades

Desregistro de unidades ocurre de tres formas: cuando el radio es apagado, cuando el radio se desplaza a un nuevo sitio de repetición y cuando el sistema determine que el radio está fuera del área de cobertura.

Cuando el usuario apaga el radio o cambia la personalidad (el modo) del radio a otro sistema troncalizado o convencional, el radio envía una señal de desregistro al Controlador de Zona.

El desregistro debido al desplazamiento de un radio de un sitio a otro se realiza automáticamente por el Controlador De Zona, cuando éste recibe información de que un radio se ha registrado en un nuevo sitio. En ese momento el Controlador De Zona desregistrará el radio de su sitio previo.

El desregistro de las unidades que se hayan desplazado fuera del área de cobertura del sistema SmartZone es realizado por el Controlador de Zona cuando éste determine dicho estado. Para determinar si un usuario se encuentra fuera del área de cobertura del sistema, el Controlador de Zona mantiene el tiempo de inactividad de cada radio registrado en el sistema. Cuando este tiempo de inactividad supere a un tiempo previamente definido en el sistema, el Controlador de Zona le envía una interrogación a la unidad de radio en cuestión para confirmar su presencia en el área de cobertura del sistema. En el caso de que el radio se encuentre dentro del área de cobertura del sistema, éste recibirá dicha interrogación y automáticamente le enviará una señalización al Controlador de Zona para confirmar su presencia en el sistema. De lo contrario, si el radio se encuentra fuera del área de cobertura, el Controlador de Zona no recibirá ninguna señalización del radio lo que confirma que el radio se ha desplazado fuera del área de cobertura y que debe ser desregistrado del sistema. Esto le permite al Controlador conservar canales para llamadas futuras. El tiempo de inactividad que espera el Controlador de Zona antes de enviar la interrogación al radio puede ser programable en el Terminal de Gerencia SmartZone entre cuatro (4) a setenta y dos (72) horas.

Esta característica asegura que los recursos (canales de voz) no sean malgastados en sitios donde no existen radio usuarios y así se eliminan los denominados "usuarios fantasmas" del sistema. Por ejemplo, al final de la jornada de trabajo de un usuario, éste apaga su radio y el sistema lo desregistra automáticamente del sistema. De la misma manera, si un usuario es enviado a una localidad fuera del área de cobertura por algún trabajo en especial, al expirar el tiempo definido en el temporizador, el sistema desregistra el radio hasta que el usuario regresa al área de cobertura.

Los sistemas troncalizados de área extendida que no dispongan de métodos eficientes para eliminar usuarios fantasmas de su base de datos interna están sujetos a fallas e interrupciones de servicio debido a saturación durante la hora pico por usuarios y asignaciones fantasmas.

- Indicación de la Intensidad de la Señal (RSSI) y Selección Automática del Sitio Optimo

RSSI es la combinación de innovaciones en el hardware y el software del radio que le permite al radio seleccionar la mejor señal de audio basado en información sobre la intensidad de la señal del canal de control. El RSSI determina cuándo el cambiar de sitio de repetición resultará en una mejoría en la operación y automáticamente seleccionará el sitio óptimo sin ninguna intervención por parte del usuario. Usando RSSI el radio tiene la habilidad de monitorear la intensidad de los canales de control de los sitios adyacentes y hacer los cambios de sitio cuando es necesario.

Esta habilidad funciona de la siguiente manera. Los radios SmartZone tienen la capacidad de monitorear el canal de control de forma muy eficaz. Los radios mantienen dos listas de frecuencias de los canales de control. Una lista contiene hasta treinta y dos (32) frecuencias pre-programadas de los canales de control de todos los sitios en la zona. La segunda lista llamada la Lista de los Sitios Adyacentes está compuesta de un máximo de ocho (8) frecuencias las cuales son determinadas de la siguiente manera:

El canal de control de cada sitio envía una lista de las frecuencias de los canales de control de los sitios adyacentes. La lista de canales de control adyacentes enviada por el canal de control contiene la frecuencia de hasta siete (7) canales de control. Estas frecuencias son almacenadas junto a la frecuencia del canal de control del sitio actual. Estos canales de control son clasificados en cuatro (4) categorías según la intensidad de su señal. Si el radio determina que existe un canal de control que supere la clasificación del canal de control actual por dos categorías o más, el radio se cambia de canal de control. Basado en esta lista el radio siempre seleccionará el sitio donde encuentre la mejor señal de control.

Esta característica provee que las comunicaciones siempre sean claras y confiables. Los usuarios SmartZone seleccionan el mejor sitio mientras se desplazan por el área de cobertura.

Los sistemas troncalizados de área extendida de otros fabricantes utilizan un método inferior en el que el radio selecciona el próximo sitio de repetición aún cuando la señal de otros sitios adyacentes sea mejor que la señal del sitio seleccionado. Esto es debido a que estos sistemas carecen de la capacidad de medición de intensidad de señal.

- Transferencia Automática de Llamada

Esta característica asignará automáticamente un canal de voz disponible a un móvil o portátil cuando se desplaza de un sitio a otro y se registra en el sitio nuevo. Esta acción ocurrirá sin necesidad de intervención por parte del radio usuario. Esto aplica tanto a las llamadas de despacho como a las llamadas de interconexión telefónica. Si no existe un canal disponible cuando el radio entra en el nuevo sitio, un tono de ocupado será escuchado en el radio y se le asignará el canal cuando uno esté disponible. Si más de una llamada recibe un tono de ocupado, los canales serán asignados de acuerdo a niveles de prioridad.

Esto provee a los usuarios del sistema una manera muy fácil de desplazamiento con continuidad y asegura que la registro de sitio sea hecha de forma dinámica. Ningún otro sistema troncalizado utiliza el RSSI para cambiar de sitios proactivamente. Otros sistemas esperan hasta que la señal de audio se pierda para empezar a buscar por una nueva señal. Esto puede resultar en la pérdida de comunicaciones en un momento crítico.

La característica de Transferencia Automática de Llamada en SmartZone permite que las comunicaciones sean siempre continuas y confiables y que el radio resida en el sitio con la mejor señal, asegurando que el nivel más alto de calidad de comunicaciones sea siempre mantenido. Los usuarios se pueden desplazar por el área de cobertura sin preocupación alguna.

- Asignación Dinámica del Sitio

La información de registro de unidades como se explicó anteriormente es la que le informa al Controlador De Zona donde se encuentran todas las unidades del sistema. La Asignación Dinámica de grupo es la característica que permite que el Controlador De Zona asigne canales de voz solamente en los sitios de repetición donde se encuentran los miembros activos que participan en la llamada de grupo. Esta capacidad permite que un sistema de área extendida pueda manejar más tráfico con el mismo número de recursos que un sistema de área extendida sin la capacidad de Asignación Dinámica de Sitio. Esta capacidad permite que cada conversación de grupo sea independiente sin usar canales de voz en sitios donde no se encuentren miembros de ese grupo.

- Exclusión del Sitio Ocupado

Para asegurar la participación de todos los miembros registrados del grupo, en una llamada de despacho, esa llamada no se lleva a cabo hasta que todos los miembros del grupo tengan canales de voz disponibles en todos los sitios donde se encuentren. Sin embargo, el radio que inicia la llamada puede elegir hacer la llamada aún si no existen canales disponibles en todos los sitios de repetición donde se encuentran los miembros del grupo.

La exclusión del sitio ocupado es utilizada cuando el usuario que inicia la llamada no desea esperar para hablar a todos los miembros del grupo. El radio debe ser programado con esta capacidad y el Terminal de Gerencia del Sistema debe activar esta capacidad en el radio. El radio usuario activa la exclusión del sitio ocupado al oprimir el botón de PTT una segunda vez luego de escuchar el tono regular de ocupado. La exclusión del sitio ocupado ocurrirá en cualquier momento durante la condición de ocupado de la llamada. Luego la llamada dará a lugar en todos los sitios con canales disponibles. Los radio usuarios se unirán a la llamada cuando un canal sea disponible en sus sitios correspondientes. Esta característica provee la habilidad de realizar una llamada de grupo sin tener que esperar que todos los miembros del grupo estén disponibles. Esto puede ahorrar tiempo significativo en comunicar mensajes a los miembros de grupo.

- Asignación del Sitio Crítico

La asignación del sitio crítico permite al administrador desde el terminal de gerencia especificar qué sitios deben ser incluidos en una llamada para un grupo determinado antes que la llamada comience. Esto evita la exclusión de sitios que el administrador ha determinado crítico para un grupo, aún si un miembro de este grupo activa la Exclusión de Sitio Ocupado. Esta característica permite que usuarios de alto rango que generalmente se encuentran localizados en ciertos sitios siempre sean incluidos en todas las conversaciones.

- Acceso de Usuario Crítico (Opcional)

Acceso de Usuario crítico permite que el administrador desde el terminal de gerencia especifique hasta dieciséis (16) usuarios críticos por grupo. Estos usuarios críticos deben estar incluidos en una llamada determinada si están actualmente afiliados a ese grupo. Usualmente una llamada de grupo no puede comenzar hasta que exista un canal disponible en todos los sitios de afiliación. Sin embargo, con la exclusión de sitio ocupado y con todos los usuarios críticos asignados a un canal la llamada puede comenzar. Un usuario que está simplemente monitoreando ese grupo no se considera parte del grupo. Esta característica permite que las comunicaciones pasen a todos los usuarios críticos.

- Sitio Preferido

Esta es una característica que le permite al radio buscar por un sitio pre-programado preferido. Este sitio es operacionalmente preferido sobre el sitio actual. Se provee la programación de cuatro (4) sitios preferidos por personalidad troncalizada del radio (no por grupo). El radio busca por un sitio preferido cuando se desplaza de un sitio a otro. Si la unidad se encuentra sobre un área de "*overlap*" de varios sitios, escogerá el sitio preferido. Esta característica ayuda a utilizar los canales de voz de forma más eficiente y le permite al cliente optimizar el sistema a su gusto.

- Troncalización por Mensaje o Transmisión por Grupo

Los radios SmartZone pueden trabajar en troncalización por mensaje o transmisión por grupo. El administrador del sistema puede escoger qué tipo de troncalización es deseada por grupo. El tiempo de desenganche de troncalización por mensaje es programado a nivel del sistema. Los radios en el sistema deben ser siempre programados para troncalización por mensaje. En este caso, cuando un usuario inicia una conversación un equipo repetidor es asignado como canal de voz, cuando este deja de transmitir el repetidor sigue activo en su transmisión por un momento más programado para que en caso de que otro usuario responda el mensaje del primero que inicio la conversación haya fluidez en la misma.

Existen algunos sistemas troncalizados inflexibles que solo pueden realizar troncalización por transmisión. La troncalización por transmisión puede afectar la continuidad de conversación durante la hora pico. En este caso, tan pronto el usuario que inicio la conversación deja de transmitir el repetidor deja de transmitir también, y si un segundo usuario contesta a la llamada del primero, otro repetidor debe ser asignado luego de un proceso de búsqueda de canal de voz libre por parte del Controlador de Zona. La conversación que fue interrumpida tendrá que ser reiniciada en otro momento, causando tráfico adicional que no fuera necesario si el sistema tuviese métodos para asegurar la continuidad de las conversaciones.

- Localización de Usuario

Localización de Usuario permite al despachador identificar el sitio donde la última actividad ocurrió para un radio en específico (incluyendo radios no-SmartZone). La información sobre la localización del usuario se accesa un radio a la vez. Esta es una capacidad del Terminal de Gerencia SmartZone.

- Indicación de Emergencia en Unidades

Los radios SmartZone equipados con esta capacidad proveen una indicación visual avisándole al usuario que el audio que están escuchando es producto de una llamada de emergencia.

- Indicación de Troncalización Local en Unidades

Los radios SmartZone equipados con esta capacidad serán capaces de detectar si un sitio está en troncalización de área extendida o en troncalización local. Esto se realiza mediante una señal que es enviada al sistema cada tres (3) segundos. Los radios SmartZone con pantalla tendrán una indicación para notificar al usuario si el sitio está operando en troncalización local.

- Acceso Rápido del Despachador

Para asegurar confiabilidad, las comunicaciones con el despachador del sistema deben ser simples y constantes. Esto es una función sencilla en el sistema SmartZone. La red mantiene récords constante de la localización de todos los usuarios en el sistema. Esto libera al despachador para otros deberes y asegura que cada individuo pueda ser alcanzado fácil y rápidamente.

Con SmartZone, no importa si la llamada es local o de área extendida; cuando un despachador necesita comunicarse la llamada es llevada a cabo de forma simple y rápida. En lugar que el despachador busque a todos los usuarios en diferentes sitios, el despachador sólo selecciona el grupo deseado. El sistema SmartZone localiza todos los usuarios en ese grupo y provee un paso de comunicación para el despachador.

Debido a que el uso de Consolas de Despacho es parte integral del sistema SmartZone, el despachador solamente tiene que hacer una selección en su consola para hablar con los usuarios deseados, sin importar donde estén localizados. Este es un gran avance sobre otros sistemas donde el despachador tiene que manualmente rastrear los usuarios a través del sistema.

3.2.2 Capacidades de Llamadas del Sistema

El sistema troncalizado de MOTOROLA presenta un nivel avanzado de flexibilidad en la planificación de un sistema de comunicaciones. En este sistema existen varios tipos de llamadas, diseñadas para atender diferentes necesidades y situaciones que podría enfrentar los usuarios del sistema. Estas serán explicadas a continuación.

- Llamada de Grupo (Talkgroup Call)

La llamada más básica en el sistema es la llamada de grupo. Cada grupo está compuesto de varios suscriptores los cuales sólo hablan entre sí en condiciones normales. Cuando un suscriptor habla, solamente los miembros de su propio grupo escuchan la conversación.

Esto evita la necesidad de tener un canal de voz privado a nivel de grupo. Es importante notar que el sistema SmartZone realiza llamadas de grupo de manera automática. El usuario sólo tiene que seleccionar el grupo con cual se quiere comunicar y apretar el botón PTT.

El sistema se encarga de ubicar automáticamente todos los miembros de este grupo y de asignar y enlazar los canales de voz necesarios para que todos los miembros del grupo puedan participar en la llamada. Todo esto ocurre automáticamente, sin intervención humana alguna, en menos de 500 milisegundos e independiente de la ubicación de los miembros del grupo.

- Llamada Multi - Grupo

Permite a un suscriptor hacer una llamada a múltiples grupos al mismo tiempo. Por ejemplo, un supervisor de tres grupos diferentes, desea comunicarse con los tres grupos simultáneamente para dar instrucciones. En lugar de llamar a cada grupo individualmente, el supervisor inicia una llamada de grupos múltiples hacia los tres grupos. Todos los suscriptores que pertenecen a cualquiera de estos tres grupos pueden escuchar y hablar al usuario que inició la llamada y también entre sí mientras mantengan el canal que se les asignó. Esta llamada puede ser programada para que el radio que inicia la llamada de multi-grupo espere por todos los radio usuarios que participan en una llamada en progreso o para interrumpir las llamadas existentes.

En el caso de espera, los radios usuarios que estén transmitiendo se unirán a la llamada de multi-grupo luego de soltar el botón de transmisión. En el modo de interrupción, cuando el usuario inicia la llamada, cualquier conversación de grupo en progreso que esté asociada con la llamada de multi-grupo será interrumpida. Los grupos a ser accedidos por el iniciador de la llamada de multi-grupo deben estar pre-programados en la radio.

- Llamada Privada

Permite que un suscriptor del sistema, cuyo radio tenga esta facilidad, establezca una llamada privada con otro suscriptor o con el despachador.

El suscriptor que tenga esta facilidad en su radio y desee establecer una llamada privada, simplemente selecciona el modo de operación de llamada privada y por medio del teclado en su radio selecciona la identificación del otro suscriptor al cual desea llamar y luego aprieta su botón de transmisión.

El Controlador Maestro del sistema troncalizado les asigna un canal de voz para los dos en sus sitios correspondientes y su conversación es totalmente privada. El suscriptor al cual se dirige la llamada, escuchará unos tonos audibles indicándole que su radio está recibiendo una llamada privada y si tiene la capacidad de despliegue alfanumérico, mostrará el ID de la unidad que inicia la llamada. Este coloca su radio en el modo privado y la conversación comienza. Ningún otro suscriptor, ni siquiera de su propio grupo, puede escuchar la conversación. Es semejante a una llamada telefónica entre dos personas.

Cuando la conversación termine, ambos suscriptores deben colocar sus radios en la posición de sus grupos respectivos.

Este tipo de llamada es orientada hacia los supervisores del grupo de trabajo, permitiéndole hacer llamadas privadas a radios específicos sin que los demás miembros del grupo puedan escuchar la conversación. Un ejemplo de esta capacidad sería un supervisor avisándole a un empleado que tiene una reunión muy importante con él, pero que solamente le concierne a este empleado en particular.

- Llamada de Alerta

Permite que un suscriptor o despachador, cuyo radio tenga esta facilidad, alerte selectivamente ("page") a otro radio desatendido. Cuando el suscriptor regrese sabe que debe devolver la llamada. El radio al cual la llamada se dirige, proveerá unos tonos audibles o visibles dependiendo del radio, indicando que está recibiendo una llamada de Alerta que permanecerá hasta que el usuario responda. Este aprieta su botón de transmisión (PTT) y responde a la llamada. Unidades con la capacidad de despliegue alfanumérico serán capaces de mostrar el ID de la unidad que envía la llamada de alerta. La unidad que inicia la llamada de alerta recibirá un reconocimiento que su llamada fue recibida.

Este tipo de llamada elimina la necesidad de utilizar canales de voz para tratar de acceder radios desatendidos, ahorrando de esta forma recursos y tiempo invaluable de los supervisores. El despachador sabe que ha dejado un mensaje en el radio para cuando el usuario regrese lo llame.

- Llamada y Alarma de Emergencia

Este tipo de llamada automáticamente incrementa el nivel de prioridad de acceso a la unidad que inició la llamada.

Un suscriptor del sistema que tenga esta facilidad en su radio puede hacer una llamada de emergencia con sólo oprimir el botón de emergencia. La unidad envía un mensaje de alarma de emergencia en forma de datos, a través del Canal de Control, hacia el Controlador Maestro del Sistema.

Debido al uso del Canal de Control, se garantiza que la señal de emergencia llegue al Controlador Maestro, aún cuando todos los canales de voz se encuentren ocupados.

Al recibir la señal de alarma, el Controlador Maestro envía de regreso un "mensaje de acuse de recibo" también en forma de datos, al radio que inició la llamada. Inmediatamente, el Controlador le provee a esta unidad la prioridad más alta de acceso al sistema.

La recepción de una llamada de emergencia, causa que una luz se encienda y una alarma suene en el terminal de gerencia.

Se debe recalcar que este proceso se lleva a cabo aún cuando todos los canales de voz del sistema estén ocupados.

Existen dos alternativas de manejar llamadas de emergencias durante períodos de alto tráfico: primero en la lista de espera (*top of the queue*) y preferencia máxima (*ruthless preemption*).

Utilizando la alternativa de primero en la lista, el sistema trabajará de la siguiente manera. En el supuesto caso que todos los canales de voz estén ocupados, el Controlador Maestro coloca la unidad en cuestión en primer lugar de la fila de espera, y convierte la temporización de todas las repetidoras (*Repeater Hang Time*) en cero. En el instante que un usuario, que está ocupando un canal de voz, suelte su botón de transmisión (PTT), el Controlador Maestro inmediatamente asignará ese canal al suscriptor que inició la llamada de emergencia.

Con la alternativa de preferencia máxima, si ocurre una llamada de emergencia y todos los canales están ocupados, una repetidora actualmente en uso es re-asignada a servir la unidad con la llamada de emergencia. El Controlador Maestro seleccionará la repetidora que está ocupada con la transmisión de menos prioridad y la asignará a la llamada de emergencia.

Normalmente, el canal puede estar dedicado al grupo de Emergencia por un máximo de 1 hora. Si el operador del terminal de gerencia lo desea, el canal puede estar dedicado a la llamada de emergencia por un periodo indefinido.

Las llamadas de emergencia eliminan la necesidad de esperar por un canal de voz para declarar una situación de emergencia. El usuario envía una alarma que identifica el Terminal de Gerencia SmartZone que es una llamada de emergencia.

El sistema SmartZone permite que cualquier canal de voz sea utilizado para cursar llamadas de emergencia. Otros sistemas troncalizados inferiores tienen que dedicar un canal de voz para que sirva como el canal de emergencia.

CAPITULO 4

INFRAESTRUCTURA FISICA

4.1 DETERMINACIÓN DE ESPACIO DE EQUIPOS POR SITIO.

4.1.1 Equipos electrónicos en racks.

Una vez realizada la propuesta técnica, se adquieren los equipos necesarios. El montaje dentro del shelter de comunicaciones se distribuye como se muestra en la Figura. 4.1. La consideración, los cinco nuevos sitios de repetición son homónimos, razón por la cual se analiza un solo esquema de distribución de equipos dentro del shelter.

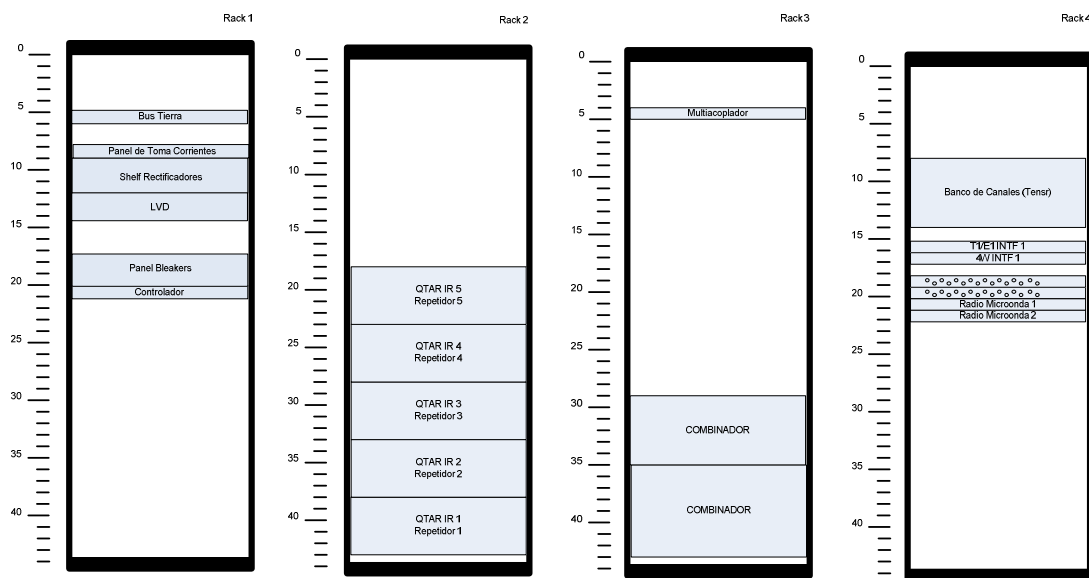


Figura. 4.1. Distribución de equipos en cada rack (Sitio de Repetición)

Se utilizan 4 racks de 19", la distribución de los equipos es la siguiente:

Rack 1

- Bus tierras (barra de retorno de voltaje)
- Panel de tomacorrientes de servicio.
- Rectificadores.
- LVD (Low Voltage Disconnect).
- Panel de distribución de energía DC con breakers.
- Controlador.

Rack 2

- Equipos de repetición, QTAR 1-QTAR 5.

Rack 3

- Combinadores (12 canales).
- Multiacoplador (24 canales).

Rack 4

- Multiplexor (Tenser).
- Panel de interface para conexión de E1.
- Panel de interface para tarjetas de 4 hilos.
- Panel de tributarios Microonda.
- Microonda Radio A.
- Microonda Radio B.

4.1.2. Sistema de baterías en racks.

El sistema de baterías se coloca en un rack de 180 x 70 cm como se muestra en la Figura. 4.2 en configuración serie-paralelo. En serie (cable azul) la configuración en pares y esas en paralelo (cable rojo - positivo, cable negro - negativo) para obtener el amperaje necesario de alimentación al sistema de 24 [V]. La distribución de los racks dentro del shelter se muestra en la Figura. 4.3.

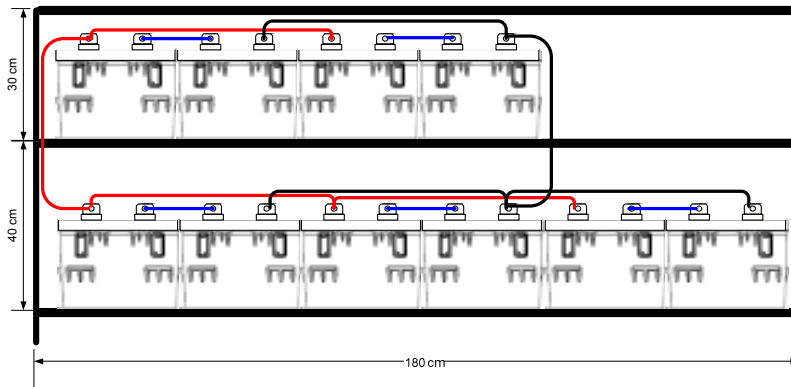


Figura. 4.2. Rack para montaje de baterías.

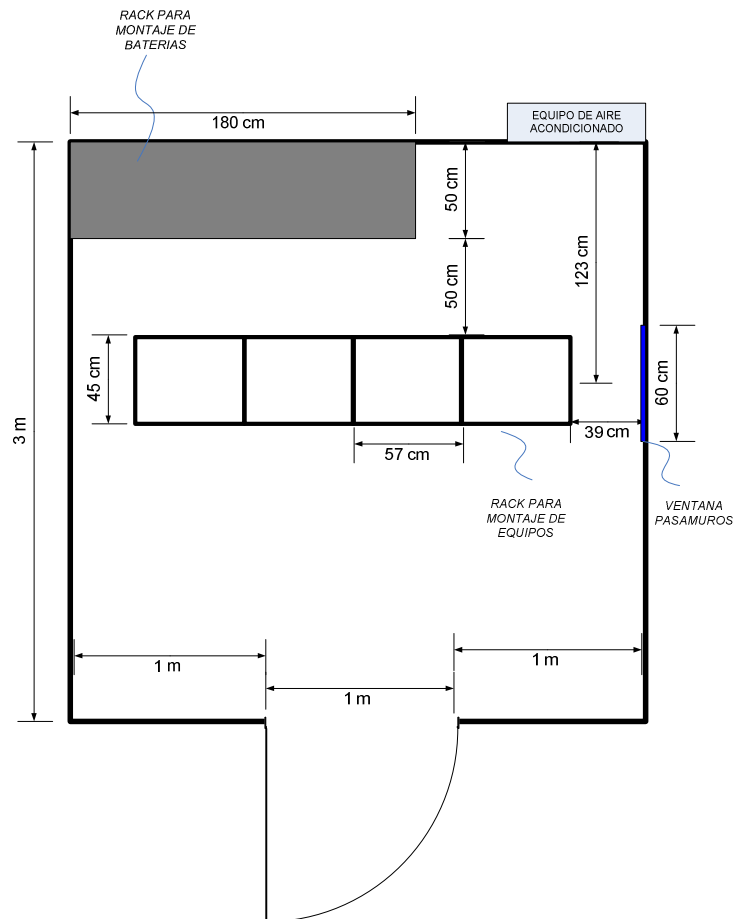


Figura. 4.3. Distribución de equipos dentro del shelter de comunicaciones.

4.2 ESPECIFICACIÓN DE ESTRUCTURA FÍSICA POR SITIO.

4.2.1. Estructura Shelter de comunicaciones.

Shelter de 3 metros de largo, 3 metros de ancho y 2,40 metros de altura. Fabricado de lámina de tol de 1.0mm, pintado al horno y aislado con espuma flex, formando paneles de 1 metro de alto x 2.44 de alto y 5 centímetros de espesor. Sistema eléctrico con 3 tomacorrientes polarizados y repartidos convenientemente, interruptores, dos lámparas de 40 w y caja térmica de 12 servicios. Puerta con cerradura vertical - horizontal y empaque, cubre lluvia. Piso con perfil U 80x3 mm, perfil IPN. De 100 x 50 x 5 mm, para apoyo de todo el shelter en los muros. Tablero triplex de 18 mm, sellado, vinil de 3mm, para la parte interna, lámina de tol galvanizado de 0.70 mm, para la parte externa-interior. Techo con lámina de tol galvanizado y doblado de 1.2 mm, en dos aguas. Acabados de calidad y hermeticidad garantizada. Pasamuros con 6 entradas, fabricado con placa de 5 mm. Acometida de energía de 10 KVA. Construcción de 6 muros de hormigón para base de shelter. Como se muestra en la Figura. 4.4.



Figura. 4.4. Shelter de comunicaciones metálico.

A continuación se puede observar las medidas del shelter. Figura 4.5. Vista Frontal, Figura. 4.6. Vista Lateral, Figura. 4.7. Vista Inferior.

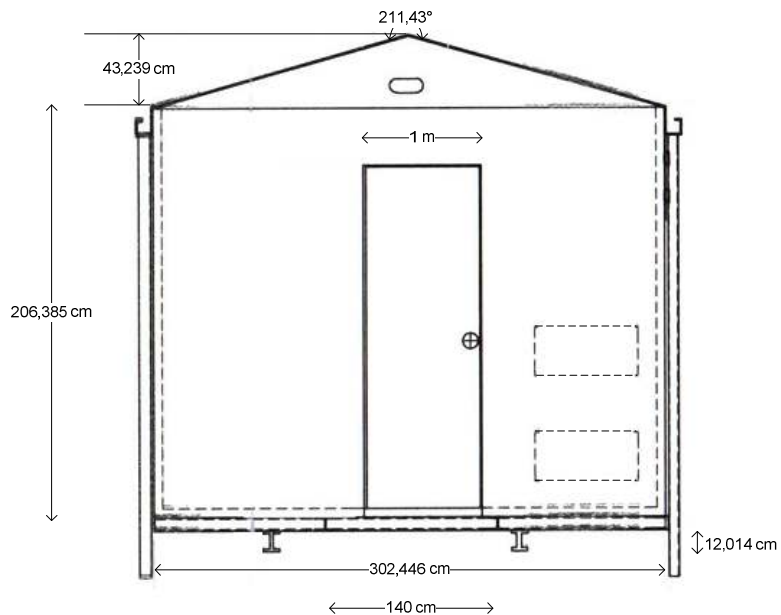


Figura. 4.5. Vista Frontal de Shelter de Comunicaciones.

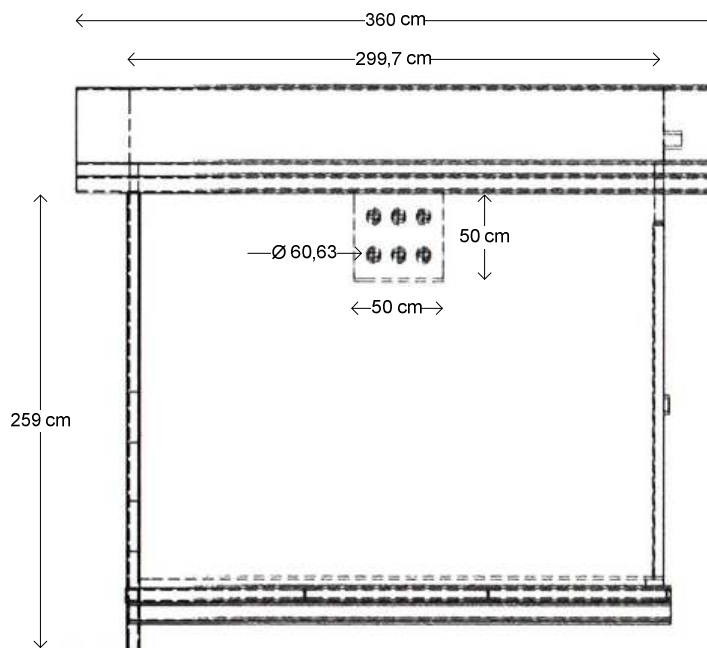


Figura. 4.6. Vista Lateral de shelter de Comunicaciones.

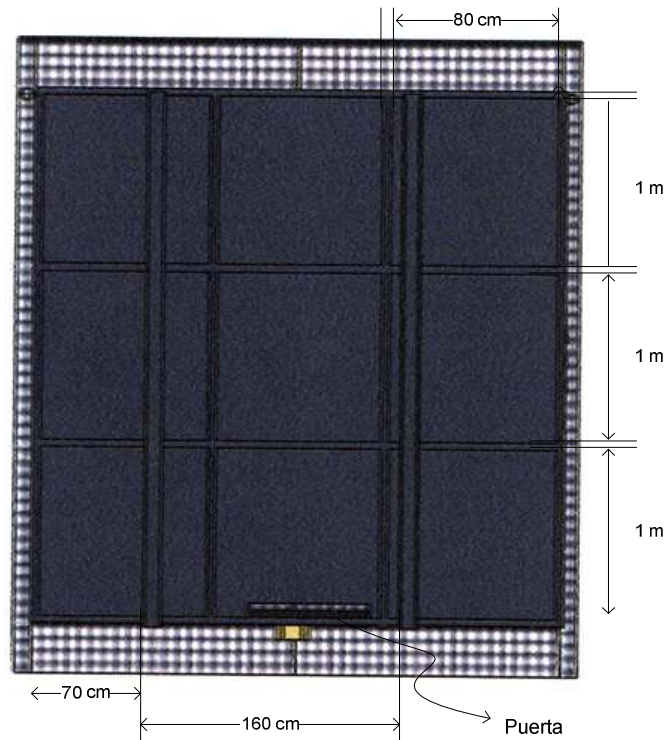


Figura. 4.7. Vista Inferior de Shelter de Comunicaciones.

4.2.2. Estructura Torre

- Estructura portante principal (Torre):

La estructura portante principal, es venteadada, tiene sección triangular de sección variada, hasta los 45 metros de altura, luego un sección triangular constante de 3 metros hasta los 45 metros de altura total. La estructura metálica principal está constituida, en todos sus elementos, por perfiles abiertos de acero al carbono laminado en caliente y frío, galvanizado y recubierto de pintura, de al menos una mano de esmalte específico para materiales en blanco o rojo según se posición en la altura de la torre.

Todas las uniones de montaje son concebidas como apernadas y utilizando pernos, tuercas, arandelas planas y de presión, que respondan a las normativas de la SAE (*Society of Automotive Engineers*) para el desarrollo de estándares e información técnica utilizados en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de auto / propulsión vehículos para uso en tierra o mar, en el aire o el espacio. Como se muestra en la Figura. 4.8.

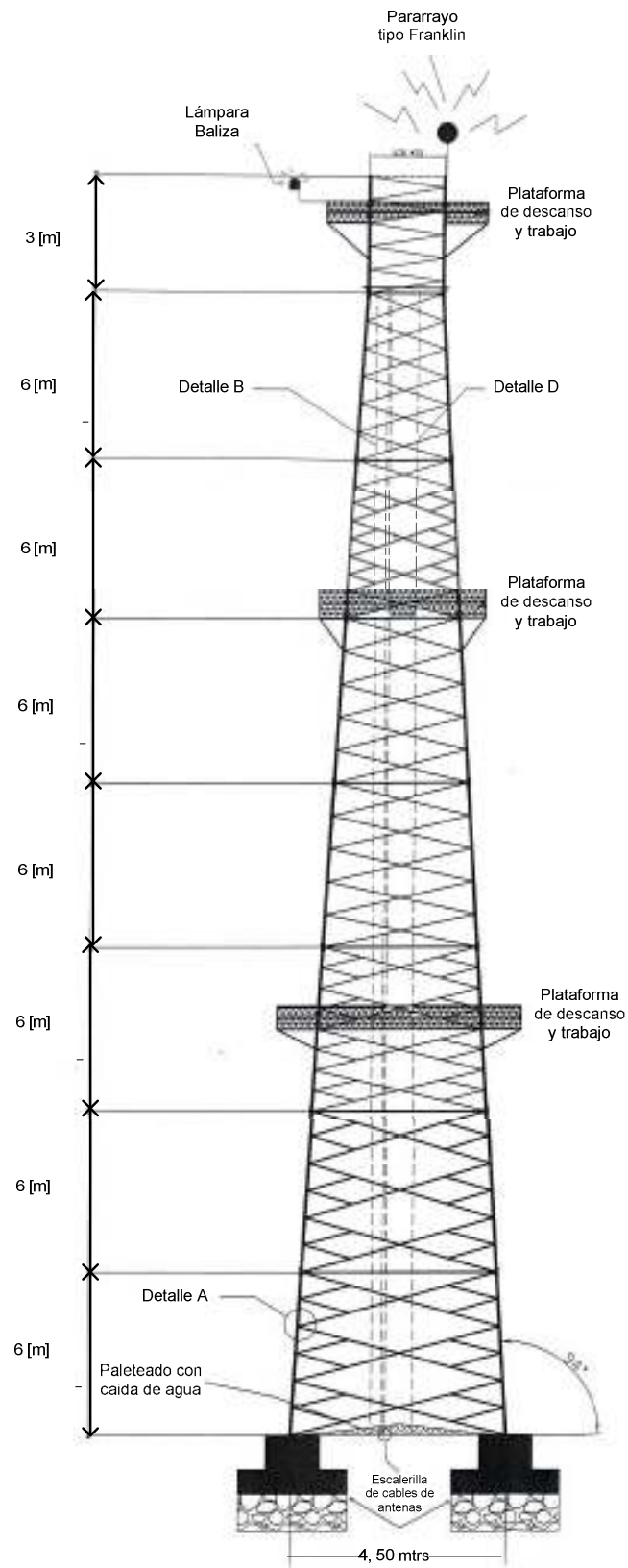


Figura. 4.8. Estructura Torre

- Escalerillas porta-cables

Las escalerillas son necesarias puesto que a lo largo de todos los tramos, tienen una dimensión horizontal 40 cm y con espaciamientos cada metro a lo largo de la escalerilla que es de 6 metros de longitud, unidas entre si por pernos, dicha escalerilla llega hasta la caseta principal de la torre en la cual facilita la sujeción de los cables de las antenas de telecomunicaciones. Figura. 4.9.

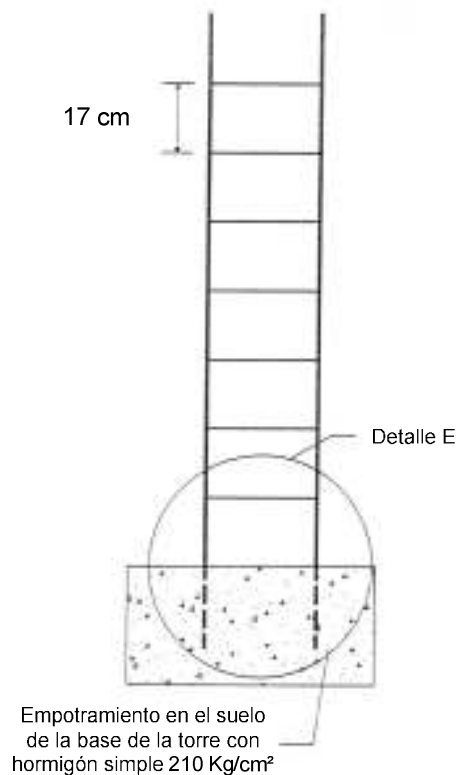


Figura. 4.9. Detalle B, Escalerilla para cables de sistema de RF y sistema de Tierra.

- Escaleras Personales

Las escaleras de ascenso tienen una longitud de 6 metros y un ancho útil de 40 cm, como se indica en la Figura. 4.10., la distancia máxima entre ejes de los peldaños horizontales del tramo es igual 41 cm. La escalera de ascenso/descenso de personas debe recorrer el interior de la torre.

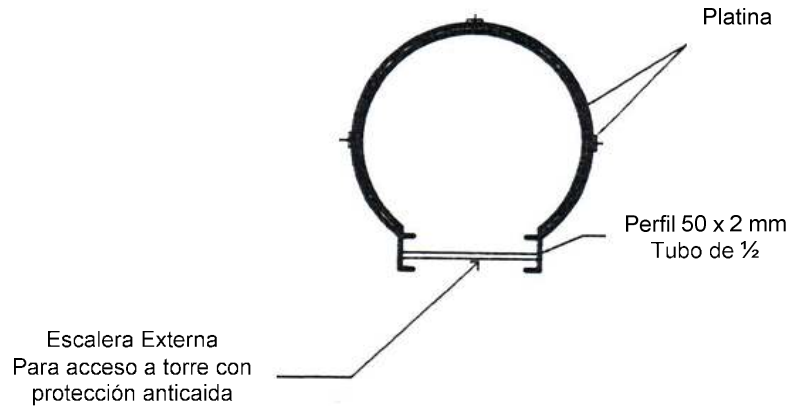


Figura. 4.10. Detalle D, Escalera Externa.

- Plataforma, sistema de tierras y soporte de antenas

Está considerado para los cálculos 3 plataformas de descanso ubicados a 15 m, 35 m, 44 m. Figura. 4.11. Los soportes normales de las antenas de comunicaciones están considerados para que no afecten a la integridad de la estructura. La Figura.4.12. Muestra el detalle del sistema de tierras.

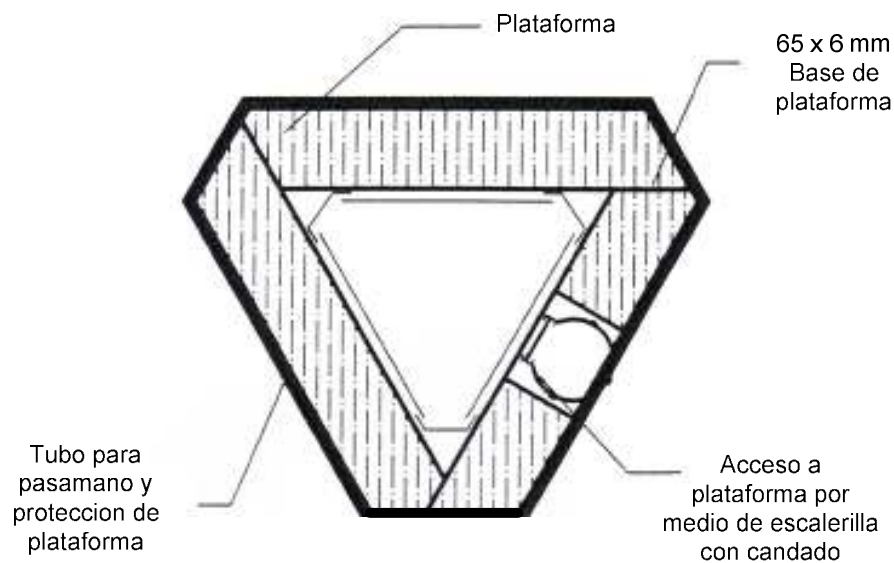


Figura. 4.11. Plataforma de descanso.

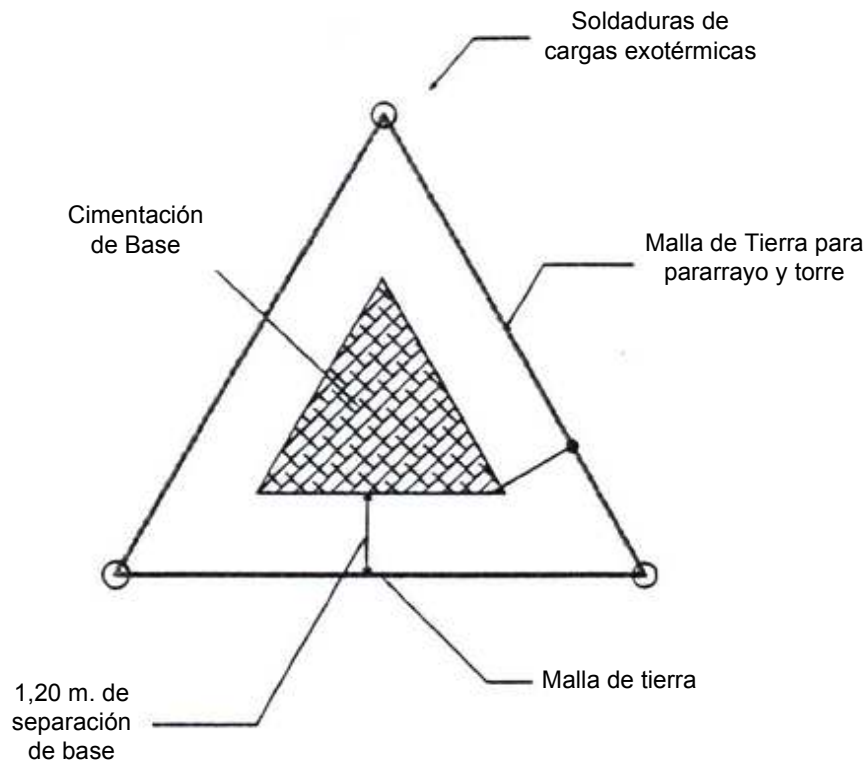


Figura. 4.12. Detalle del Sistema de Tierras.

- Pernos de anclaje principal

En correspondencia con la normativa encargada de conseguir la unión entre estructura metálica y base de hormigón armado tiene un diámetro de 22 milímetros, de acero bonificado sismo resistente de alta resistencia según la ASTM A 153.

- Fundición de torre.

Una vez realizada la fundición de los cimientos de la torre se debe esperar un tiempo prudencial para el fraguado normal de la misma (21 días), para tener una adecuada adherencia del peso de la torre a la fundición. La Figura. 4.13. examina el detalle de la cimentación de la torre.

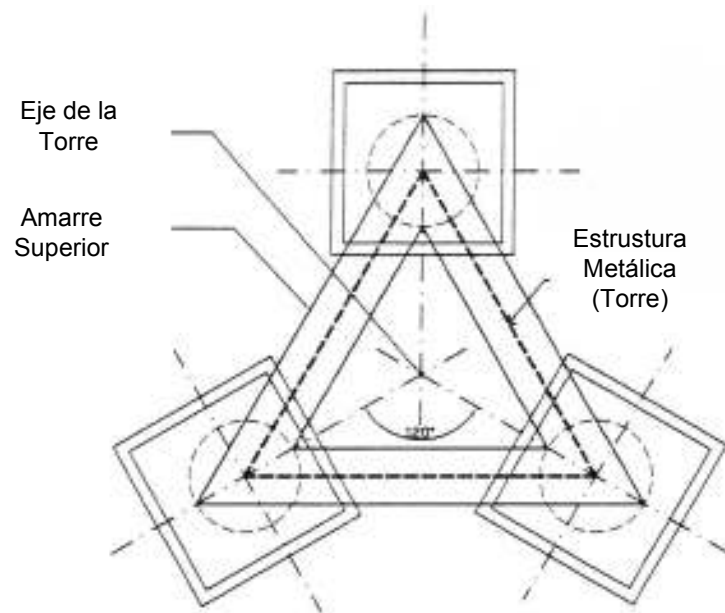


Figura. 4.13. Detalle de cimentación de la torre.

La cimentación tipo zapata se identifica en la Figura. 4.14. donde cada uno de los tres cimientos es de este tipo. La cimentación tipo zapata consiste en hormigón armado de 210 Kg/cm² de resistencia cilíndrica, posterior relleno compacto.

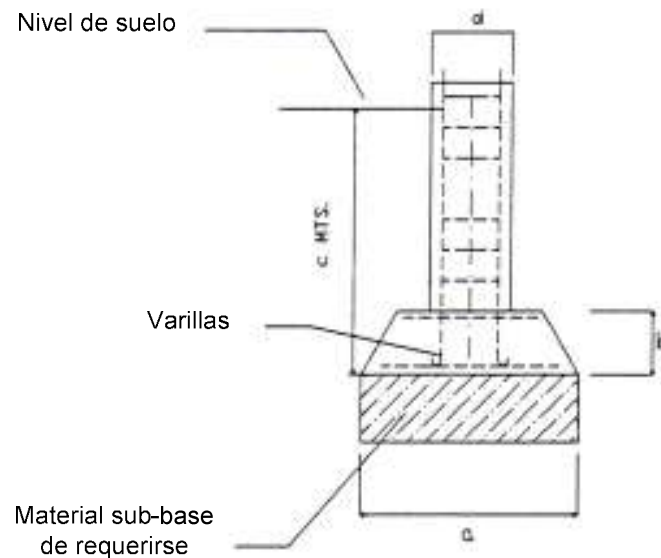


Figura. 4.14. Cimentación tipo zapata.

- Soldadura.

Toda soldadura aplicada durante la fabricación será de tipo "Cordón de ángulo" de completa penetración (electrodos E -6013). Para este efecto se rige la norma ecuatoriana RTE INEN 037 "Diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero" y lo concerniente a reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 040 "Soldadura de estructura de acero".

La soldadura tiene una sección constante y continua, estando completamente limpias de rastros de posibles escorias, están exentas de defectos detestables con medios como líquidos penetrantes y libres de defectos como fisuras, perforaciones, sopladuras, excesos de fundición de materiales de base, etc. No se permite soldaduras en la etapa de montaje.

- Galvanizado y acabados

Todos los elementos metálicos están galvanizados en caliente, según la norma ASTM 123-A vigentes en nuestro país, antes del montaje de la torre en el sitio.

El estrato de galvanizado es continuo, sin manchas negras, resistentes al desgaste y apto para resistir condiciones normales de uso por largo tiempo (mínimo 10 años). Después del galvanizado deberán ser removidos prolijamente todos los excedentes depositados en las perforaciones, ángulos, planchas y laterales, sin dejar grumos.

Todos los elementos metálicos galvanizados deben tener un acabado prolijo de pintura realizada según:

- Antes del montaje / ensamblaje

Aplicación de una mano de esmalte, rojo o blanco según la posición del elemento en la altura en la torre (con soplete). Una inspección visual del acabado y de la correcta ubicación de las partes y piezas de la torre de 50 m de altura.

- Cargas verticales

Las cargas debidas al peso propio son determinadas sobre la base de la geometría de cada uno de los elementos estructurales que componen la torre (pies, arriscamientos diagonales, horizontales y verticales, tanto dentro de plano de cara, o en plano horizontales que se usen para soporte de cargas verticales).

Los elementos no estructurales (escaleras, guías de onda, barandas, etc.) son evaluados en forma individual o sobre la base de un porcentaje, debidamente justificado, de la estructura principal. Las cargas debidas a antenas y elementos de sujeción de las mismas son evaluadas sobre la base del tipo y tamaño, en el cual el programa calcula automáticamente.

- Cargas horizontales

Son evaluadas sobre la base del viento de diseño especificado, considerando las relaciones de área proyectada área encerrada, el tipo de elementos estructurales utilizados (perfiles laminados, elemento armado y otros), sus relaciones de esbeltez, así como la posición y altura en la que se encuentren ubicados. Las presiones resultantes de la acción del viento son evaluadas como mínimo, para cada uno de los tramos en los que se halla dividido la torre. Las cargas resultantes son aplicadas a las estructuras ya sea: en forma puntual (aplicada en los nudos), en forma de carga distribuida por unidades de longitud de los miembros, o en forma distribuida por unidad de área proyectada de cada uno de los miembros.

- Carga de antenas

La ubicación, número y dimensiones de cada antena cumplen con los requerimientos de las especificaciones técnicas generales de la base de datos del programa.

En la memoria de cálculo se señala claramente las fuerzas y momentos debidos a la acción del viento sobre las antenas, con las que se carga la estructura, su nivel y punto de aplicación.

- Normas a ser aplicadas
 - EIA/TIA-222-F "Estructura estándar para torres de antenas y soportes de estructuras de antenas" (2006).
 - Norma técnica Ecuatoriana RTE INEN 037 "Diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero".
 - Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 040 "Soldadura de estructuras de acero".
 - CPE INEN 5:2001 código ecuatoriano de la construcción.
 - Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1855-1 : 2001
 - Las varillas sondables se fabrican de acuerdo a la norma: NTE-INEN-2167 y ASTM A-706.

4.2.3 Infraestructura total

La Figura. 4.15 muestra la distribución del shelter de comunicaciones, la torre, caseta del generador eléctrico en un sitio de repetición. El shelter y la torre está separada por una escalara de 1,50 m, la misma que conducirá los cables de radio Frecuencia desde el combinador y multiacoplador hacia las antenas de Transmisión y recepción respectivamente.

La caseta del generador eléctrico es de hormigón armado, de 3,5 x 3 m. En esta, guarece el generador eléctrico de 10 KVA.

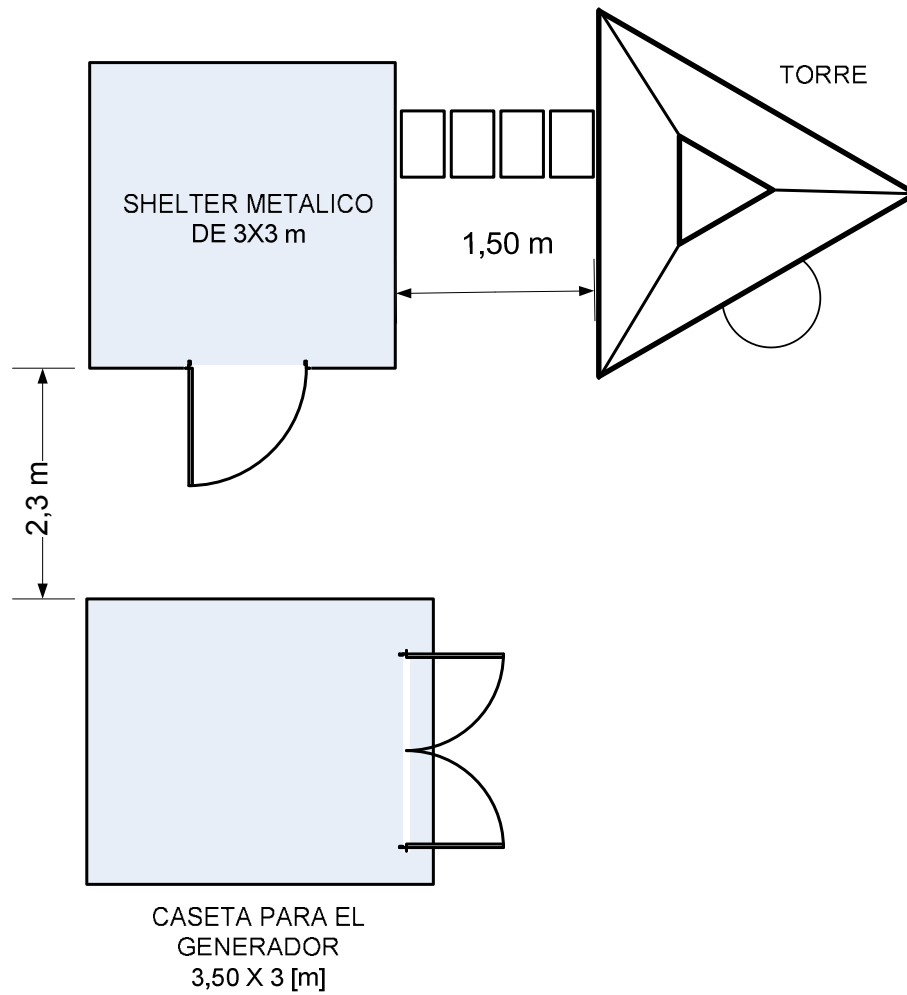


Figura. 4.15. Infraestructura Total
(Shelter de telecomunicaciones, torre, caseta de generador eléctrico)

CAPITULO 5

SISTEMA DE GESTION

5.2 SITIO MAESTRO

Para comprender la forma en que se administra el sistema troncalizado SmartZone en este capítulo se trataran los siguientes puntos:

5.1.1 Interacción de las bases de datos

El subsistema de administración de Motorola (NMS – Network Management System) está basado en un modelo de red Cliente/Servidor. Este subsistema mezcla y escala elementos de la red que son dispares. El NMS utiliza un sistema operativo Microsoft Windows XP profesional en la estación PC cliente para correr los programas de aplicación. En el cuarto de equipos, la aplicación y las bases de datos de los servidores corren automáticamente (sin ser atendidas) en computadores de clase industrial basados en un estándar *Compact PCI*. Las aplicaciones de los servidores corren en un ambiente operativo basado en Solaris de *Sun Microsystems*.

La información que procesa el Controlador de Zona y sus servidores es accesible mediante el cliente de administración del sistema. El proceso de las aplicaciones, recolección de datos, y almacenamiento son distribuidos a través de varios computadores servidores y estaciones Clientes conectados utilizando tecnologías de red LAN y WAN. Las estaciones PC de los clientes son computadores personales corriendo el sistema operativo Windows XP profesional para computadores en red.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo 2 el sistema troncalizado SmartZone posee servidores que están divididos en dos grupos, unos a nivel de sistema, que estarían en capacidad de interactuar con varios servidores a nivel de zona, y servidores a nivel de zona los cuales son específicos para la zona. En el sistema de la Policía Nacional solo existe una zona. Cada uno de los servidores posee una base de datos.

A continuación se describirán las bases de datos individuales, la relación existente entre ellas y la forma en que los datos son utilizados en el sistema. Las bases de datos corresponden a los servidores tanto a nivel de sistema como de zona.

- Bases de datos a nivel de sistema
 - Base de datos del Servidor de Estadísticas del sistema (SSS – System Statistics Server). Esta base de datos es utilizada para recopilar y reportar las estadísticas de uso del sistema. Esta base de datos se utiliza solamente en sistemas que tienen múltiples zonas, en este caso no se utiliza ya que el sistema tiene una sola zona.
 - Base de datos del Servidor de Configuración de Usuarios (UCS – User Configuration Server). Esta base de datos contiene los datos de configuración de los usuarios/suscriptores del sistema, grupos de conversación, canales de control adyacentes, asignación de canales interzona, e información de seguridad de los usuarios a nivel de sistema. La asignación de la identificación (ID) de los usuarios y grupos son realizadas por el programa Administrador de Configuración de Usuarios (UCM – User Configuration Manager) únicamente. Uno de los beneficios de tener un solo punto de ingreso de estos datos es que se facilita su utilización y se distribuye automáticamente en el sistema.

El Servidor de Base de Datos de Zona (ZDS – Zone Database Server) contiene toda la información ingresada al UCM y es utilizado como un respaldo para reestablecer la base de datos del UCS.

- Bases de datos a nivel de zona

- ❖ Base de datos de Zona.

Esta base de datos localizada en el Servidor de Base de Datos de Zona (ZDS – Zone Database Server) almacena una replica de la Base de Datos de Configuración de Usuarios. Esta base de datos almacena además toda la información de la configuración de la infraestructura ingresada utilizando el programa Administrador de la Configuración de Zona (ZCM - Zone Configuration Manager). Esta información consiste de objetos tales como Sitios con Repetidores Inteligentes, canales de repetición, tarjetas físicas, caminos, slots de audio, etc. Un diagrama de cómo se realiza la actualización de un registro en la base de datos de zona se muestra en la Figura. 5.1.

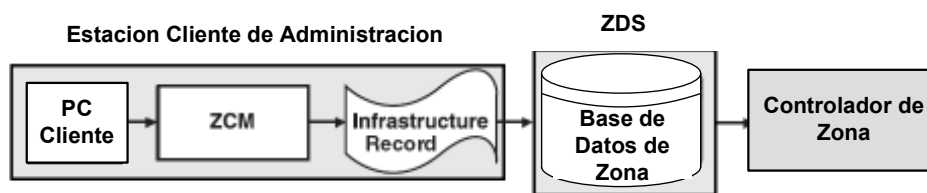


Figura. 5.1. Actualización de un registro en la base de datos de Zona

- Base de datos de Zona Local

Esta base de datos está ubicada en el controlador de zona, es un Archivo de texto simplificado que contiene la mayor parte de datos de la base de datos de zona. La razón para que esta de base de datos exista es que en caso de que el controlador de zona quede aislado del ZDS (Servidor de Base de Datos de Zona) las comunicaciones en área extendida continúen. Esta base de datos se actualiza diariamente en su totalidad.

- Base de datos del Servidor de Estadísticas del Sistema

El Servidor Enrutador de tráfico en el Aire (ATR – Air Traffic Router) procesa la Información de acceso de tráfico en el aire y acumula estadísticas. El servidor de Estadísticas del Sistema (ZSS – Zone Statistics Server) recoge estas estadísticas a intervalos de tiempo regulares y pasa estos registros a los programas que los requieren que están corriendo en el Cliente de Administración de la red.

La información de estadísticas de la zona en la base de datos del servidor se zona recopila los procesos de tráfico de llamadas. Los reportes generados pueden ser históricos o dinámicos (en tiempo real). La Figura. 5.2 ilustra el flujo de información en los servidores involucrados en esta base de datos y como la información es utilizada para generar reportes.

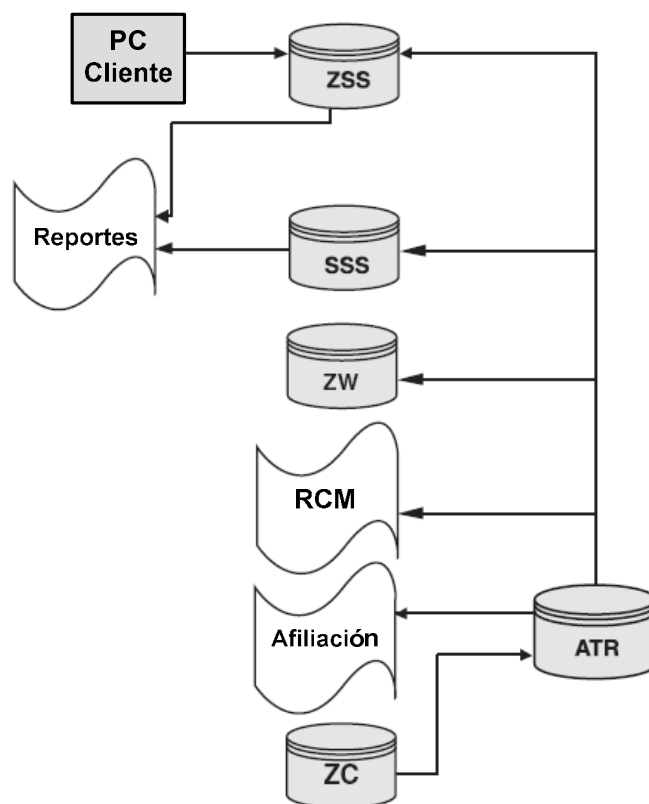


Figura. 5.2. Flujo de información de la base de datos del servidor del ZSS

- Base de datos del Servidor Enrutador de Tráfico en el Aire

El Enrutador de Tráfico en el Aire (ATR – Air Traffic Router) recibe los paquetes de información de acceso al tráfico en el aire desde el controlador de zona (ZC – Zone Controller). Estos paquetes representan el control de todas las llamadas que ocurren en el sistema. El ATR reenvía estos paquetes a otros servidores los cuales utilizan esta información. Adicionalmente el ATR recopila estadísticas que son utilizadas por el ZSS y SSS. Una de las aplicaciones más usadas en el sistema es la de Supervisión de sistema (ZW – Zone Watch), la cual utiliza estos paquetes de datos para mostrar en forma gráfica el tráfico de usuarios que accesan a los distintos canales en los sitios de repetición con su respectiva identificación (ID). Otra aplicación que tiene acceso y maneja la información es el Administrador de Control de Radios (RCM – Radio Control Manager) el cual utilizando ciertos comandos puede inhibir o deshabilitar usuarios remotamente por el aire, cambiar a usuarios de grupo de conversación en forma dinámica. La Figura. 5.3 ilustra el flujo de información entre el ATR y el controlador de Zona (ZC).



Figura. 5.3. Flujo de información entre el ATR y Controlador de Zona

- Base de datos del Servidor de Visión Total (FV – Full Vision)

Esta base de datos provee información integrada de fallas de múltiples subsistemas y equipos en la zona, como son switches de red, routers, etc. Este servidor es la herramienta primaria para manejo de fallas en el sistema de radio. Una aplicación en la estación cliente accede a esta información y la pone en forma de objetos dentro de un formato gráfico. Existe una interacción entre el servidor FV y el ZDS, ya que las bases de datos del FV requieren información de la infraestructura instalada en el sistema.

Como otros componentes del SmartZone, los servidores del sistema son altamente interdependientes, ellos dependen unos de otros para proveer datos que son críticos para desempeñar sus funciones individuales.

La Figura. 5.4 muestra el flujo de información entre los servidores en el sitio principal. Cada interacción ha sido numerada. La Tabla 5.1 muestra las definiciones de cada una de las interacciones.

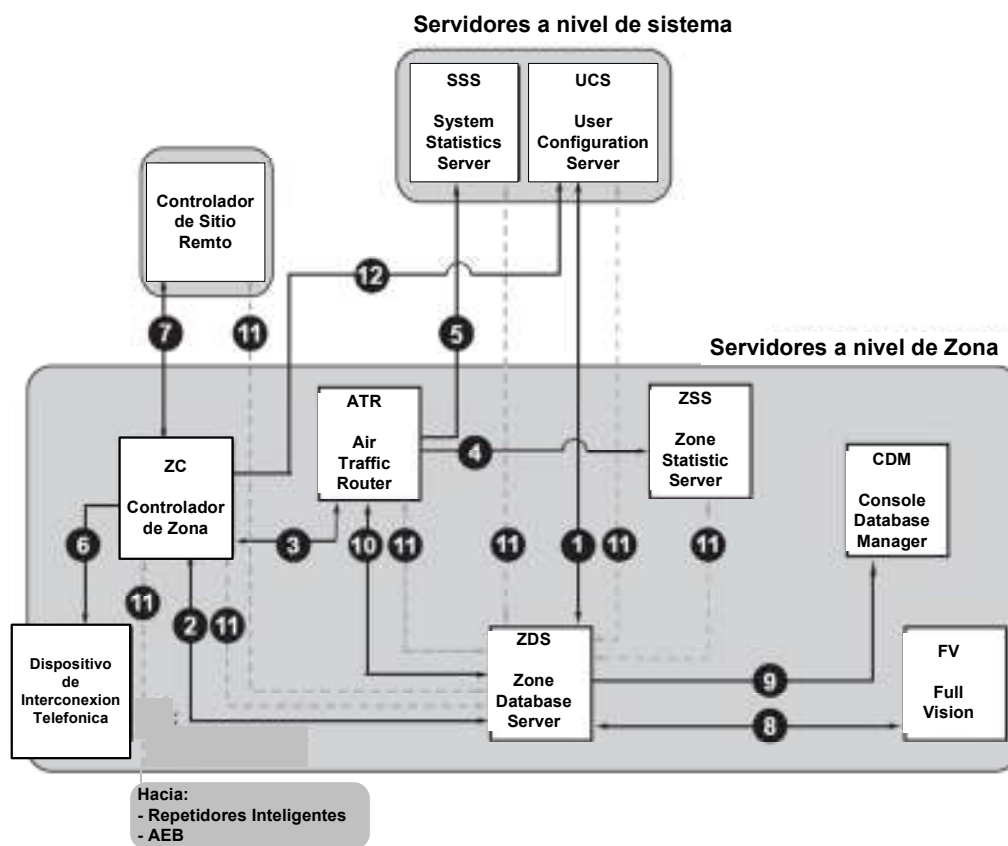


Figura. 5.4. Flujo de información entre los servidores del sitio principal

Tabla. 5.1. Interacción entre los servidores en el sitio principal

No.	Interacción del Servidor
1	La base de datos del UCS se restaura/replica/sincroniza entre el UCS y el ZDS. Esto es realizado automáticamente a intervalos predefinidos de tiempo o puede ser iniciado por el usuario a través del menú de administración de la base de datos. La información del mapa de zona es enviada desde le UCS al ZDS
2	La base de datos de suscriptores e infraestructura se exportan desde el ZDS al Controlador de Zona (Luego de que la base de datos del UCS fue enviada al ZDS). La Información de fallas y diagnóstico son enviadas por los dispositivos.
3	La información de los datos de las llamadas en tiempo real son enviadas desde el consolador central al ATR.
4	Los datos de estadísticas pasan desde el ATR al ZSS
5	Los datos de estadísticas pasan desde el ATR al SSS
6	La información de llamada pasa del controlador de zona al dispositivo de interconexión telefónica. La información de fallas pasan al Controlador de Zona
7	La información de control fluye entre el controlador de zona y el controlador remoto de sitio.
8	El servidor FV adquiere los objetos del sistema desde el ZDS, y verifica que la información del estado de los dispositivos ha sido pasada desde el ZDS al FV.
9	La información y configuración actualizada se transfiere entre el ZDS y el Administrador de la base de datos del Servidor de Consolas (CDM – Console Database Manager).
10	Datos de configuración pasan del ZDS al ATR (por ejemplo, alias de los usuarios). Eventos de fallas son enviados al ATR.
11	En la ilustración están representados por las líneas entrecortadas: Requisición de información entre el ZDS y todos los dispositivos debe ser llevada al Controlador de Zona. Esto incluye a los Repetidores Inteligentes y AEB
12	Los registros de los equipos suscriptores son enviados al UCS por el controlador de Zona

5.1.2 Conjunto de programas de administración

Un conjunto de programas llamados “Private Radio Network Manager Suite” (PRNM) es utilizado para manejar las aplicaciones de administración en el sistema SmartZone. Un lanzador de aplicaciones provee de un acceso rápido y fácil para abrir a una o más aplicaciones sin necesidad de realizar un proceso de ingreso con nombre de usuario y clave cada vez. Este lanzador de aplicaciones abre una ventana en el Explorador de Windows para mostrar todas las

aplicaciones a nivel de sistema y a nivel de zona a las cuales podemos tener acceso. Los permisos de acceso, puestos por el administrador del sistema, determinan lo que se puede ver en la ventana mencionada.

La Figura. 5.5 muestra un ejemplo de la ventana del Explorador de Windows.

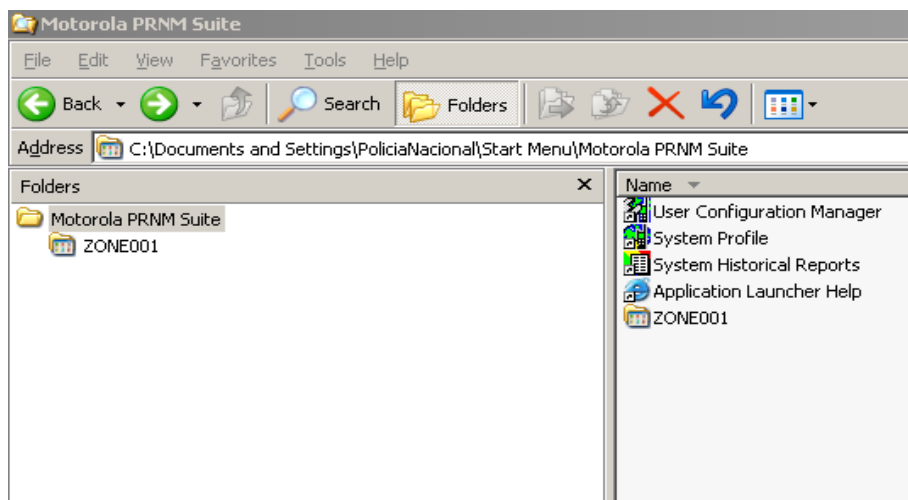


Figura. 5.5. Ventana con el conjunto de programas PRNM

A continuación se muestra una lista de aplicaciones que están disponibles para ser abiertas desde el lanzador de aplicaciones.

- Aplicaciones a nivel de Sistema
 - Reportes Históricos (Historical reports)
 - Perfil del Sistema (System Profile)
 - Administración de Configuración de usuarios (User Configuration manager)

- Aplicaciones a nivel de Zona
 - Pantalla de Afiliación (Affiliation Display)
 - Reportes dinámicos (Dynamic Reports)
 - Visión Total (Full Vision)
 - Reportes Históricos (Historical Reports)
 - Administración de Control de radios (Radio Control Manager)

- Administración de configuración de la Zona (Zone Configuration Manager)
- Vista de la Zona (Zone Watch)

Se debe notar que en el sistema de comunicaciones de la Policía Nacional existe un solo controlador de zona, por tanto una sola Zona aparecerá en la ventana del explorador de Windows que corresponde a ZONE001. De todos estos programas los que se utilizan más frecuentemente son el programa Administrador de la Configuración de la Zona, que es que modifica la infraestructura del sistema, y el Administrador de la Configuración de Usuarios, que es que permite que los usuarios y grupos trabajen dentro del sistema con determinadas características.

5.1.3 Programa Administrador de la configuración de la zona

La aplicación de programa que se utilizara para modificar la infraestructura del sistema SmartZone con la finalidad de aumentar los cinco sitios remotos de repetición con sus respectivos canales es el de Administración de Configuración de la Zona (Zone Configuration Manager. El procedimiento para crear la nueva infraestructura dentro del programa “Zone Configuration Manager” es el siguiente:

- Se debe crear los nuevos sitios de infraestructura de sitios con repetidores inteligentes. Para lo cual a cada sitio se le debe asignar una identificación dentro de la zona.
- Una vez creados los sitios de repetición, se deben añadir los canales correspondientes a cada uno de los sitios de repetición con su respectiva identificación y añadiendo las capacidades de cada uno de ellos. Se debe especificar cuál de los canales serán asignados como canal de control con su respectiva capacidad.
- Los puertos de la tarjeta serial del controlador de zona donde serán conectados las líneas con las señales de enlace de sitio (site link) deben ser programados y habilitados.

- El controlador de Zona es el encargado de controlar al Conmutador de Audios (AEB), por tanto debe conocer a que tarjeta AMB (Ambassador Board) del Conmutador de Audios están conectadas las líneas que traen las señales de audio de los sitios remotos. Se debe especificar además cual de los dos E1's de la tarjeta AMB esta siendo utilizado y especificando a que canal de repetición corresponde cada uno de los slots dentro del E1. Todo esto debe ser programado.

Una vez realizado este procedimiento los cinco sitios serán reconocidos por el controlador de zona y estarán en capacidad de trabajar en área extendida. Se debe notar que para que esto suceda los sitios deben estar ya encendidos y trabajando en troncalización de sitio, es decir troncalizando localmente.

A continuación se detallan los pasos a seguir para agregar los cinco sitios de repetición al sistema de comunicaciones:

Creación de los nuevos sitios de repetición

1. Con el acceso directo a "Motorola Private Radio Network Management Suite" ubicado en el escritorio se ingresa al conjunto de programas de Administración del sistema. La Figura. 5.6 muestra La ZONA001 y las aplicaciones a nivel de sistema.

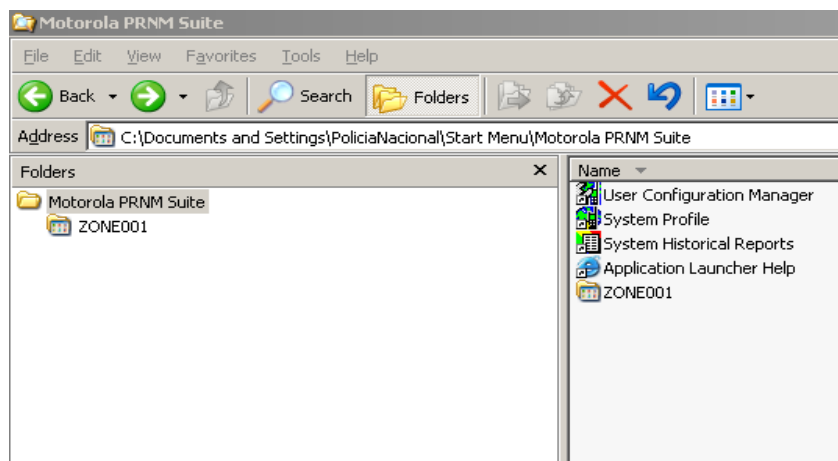


Figura. 5.6. Ventana del conjunto de programas Motorola PRNM

2. Ingresamos a la ZONA001 donde se encuentran el conjunto de aplicaciones para administrar la zona. El programa que realiza la administración de la infraestructura de la zona es el “ZONE001 Zone Configuration Manager”, por tanto debemos escogerlo para iniciar el proceso de crear la nueva infraestructura, como se muestra en la Figura. 5.7.

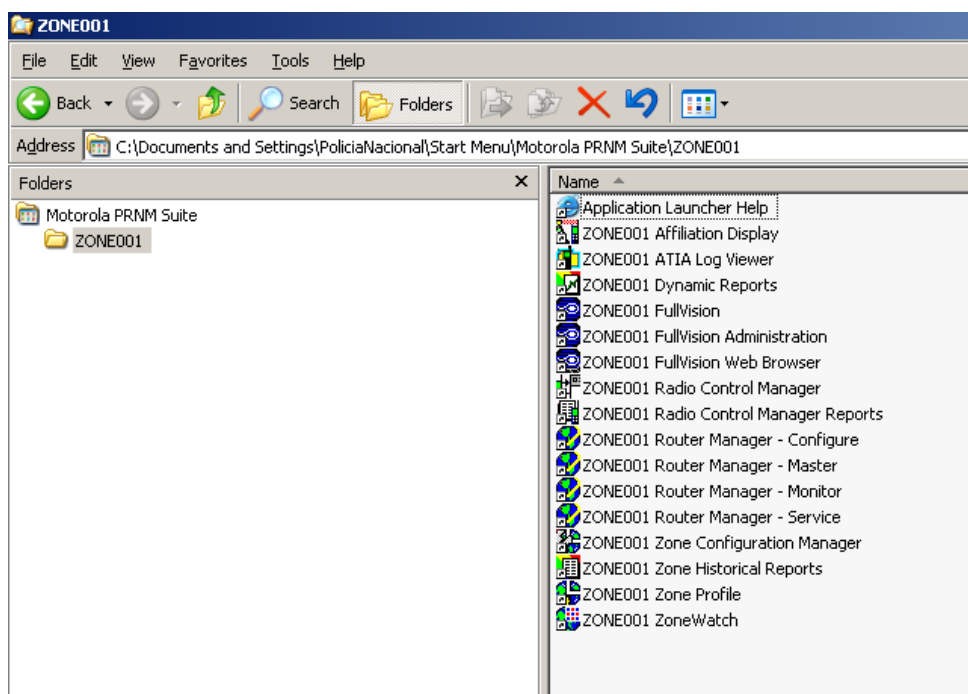


Figura. 5.7. Ventana con las aplicaciones a nivel de zona

3. Dentro del programa “Zone Configuration Manager” existen la posibilidad de administrar varios tipos de sitios de repetición, sin embargo, el sistema de la Policía Nacional posee solamente sitios tipo “IR Site” que son sitios con repetidores inteligentes, por tanto del árbol desplegado a la derecha se escoge IR Site, que indica Intelli-Repeater Site (sitio con repetidores inteligentes). Figura. 5.8.

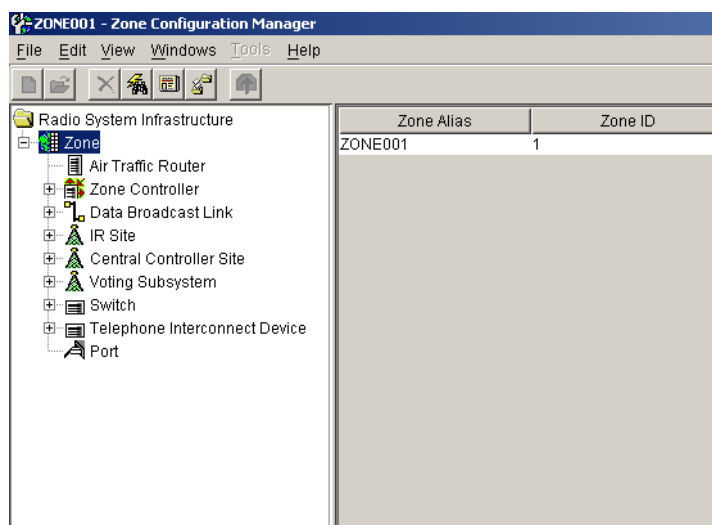


Figura. 5.8. Ventana del programa “Zone Configuration Manager”

4. Con un click en IR Site (Figura. 5.9) aparecerán los sitios de repetición existentes con su respectiva identificación.

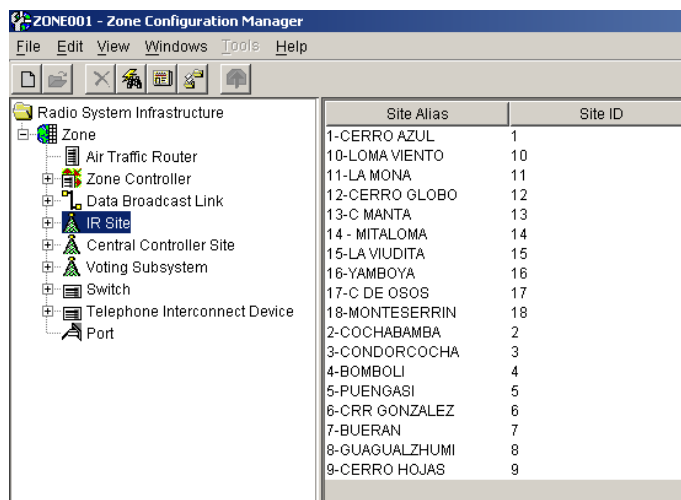


Figura. 5.9. Ventana con los sitios de repetición IR

5. Para añadir un nuevo sitio de repetición ubicamos al Mouse en la ventana derecha y se hace un click derecho. En la nueva ventana que aparece presionamos New, la cual nos llevara a una nueva pantalla para determinar los parámetros del sitio de repetición que son Básicos (*Basic*) y configuración (*configuration*). Figura. 5.10.

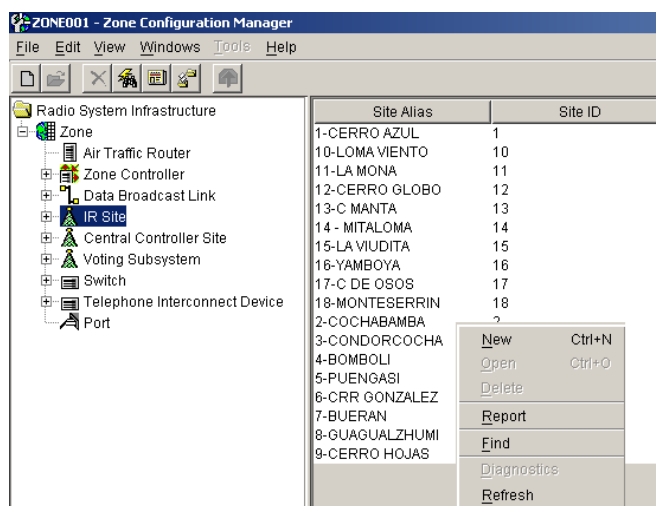


Figura. 5.10. Ventana para añadir nuevos sitios de repetición IR

6. Los parámetros básicos a configurar para el sitio de repetición son su nombre a Alias que puede contener letras o números hasta un máximo de 18 caracteres, en este caso se utilizaran los nombres de cada uno de los sitios como son Mitaloma, Monteserrín, etc. Figura. 5.11. Se deben además identificar cada uno de los sitios en forma decimal, considerando que ya existían 13 sitios anteriormente los sitios nuevos se numeraran desde el 14 al 18.

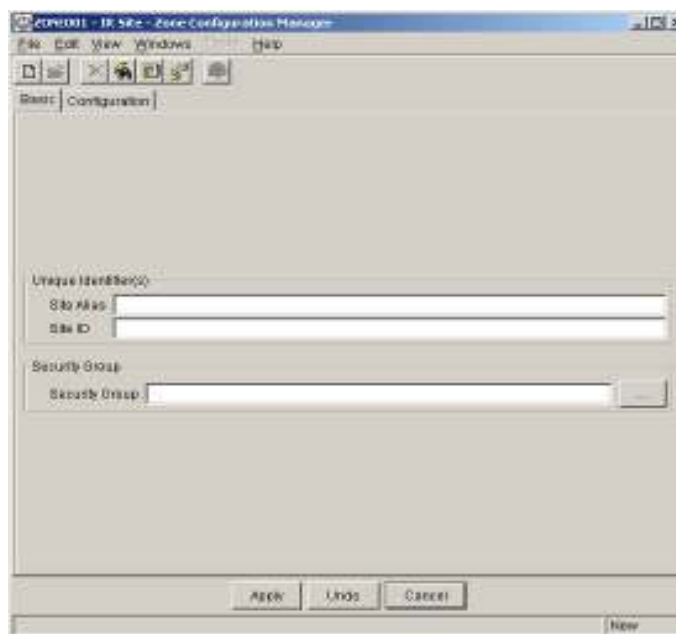


Figura. 5.11. Ventana con los parámetros básicos de los nuevos sitios de repetición IR

7. Luego de programar los parámetros básicos del sitio de repetición se deben programar la configuración de cada sitio que tiene que ver con parámetros de tiempo del sitio. Estos parámetros serán programados con los valores aconsejados por la fábrica. Figura. 5.12.

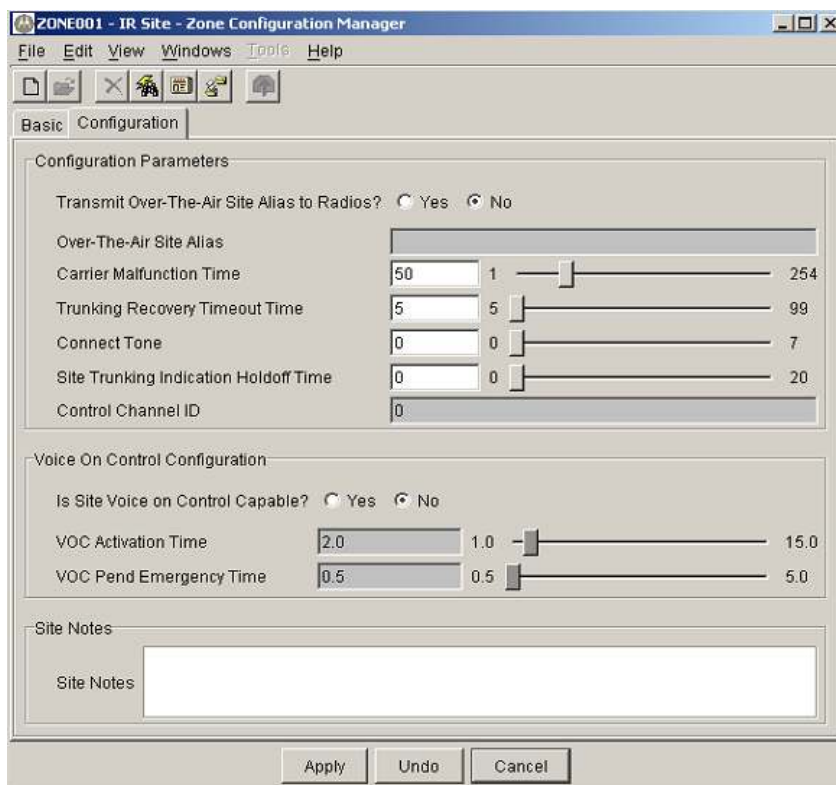


Figura. 5.12. Ventana de configuración de los nuevos sitios de repetición IR

8. Una vez creados los nuevos sitios de repetición se deben añadir los canales correspondientes. En el árbol de las opciones de la ventana escogemos Channel. Figura. 5.13. En la ventana derecha se desplegaran los canales existentes o programados de los sitios que están en funcionamiento.

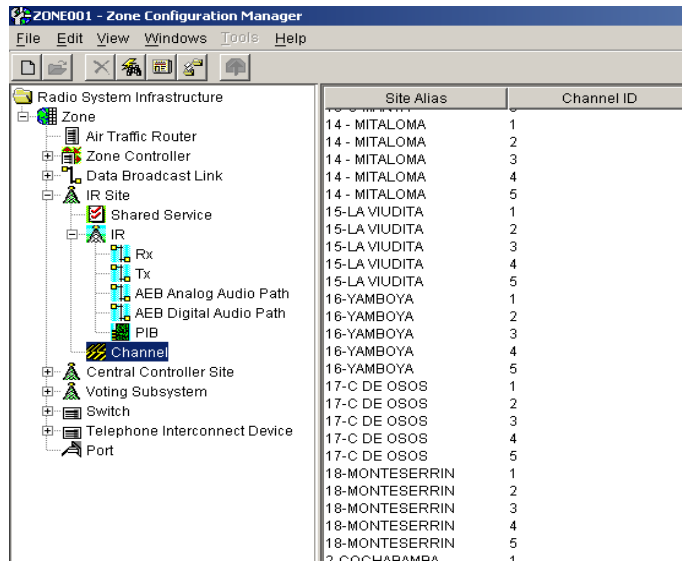


Figura. 5.13. Ventana de los canales programados en los sitios de repetición

- Para añadir los nuevos canales a los sitios de repetición hacemos click con el Mouse en la pantalla derecha y presionamos la opción de New, lo cual nos llevará a una nueva pantalla para programar los parámetros de los canales. Figura.5.14.

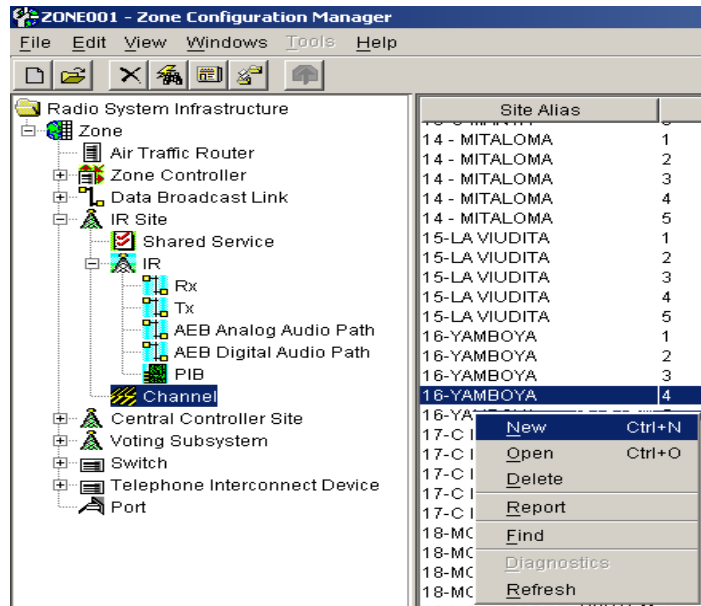


Figura. 5.14. Ventana añadir nuevos canales en los sitios de repetición

10. Se deben programar los parámetros básicos de los canales creados indicando al sitio al que pertenecerán y su identificación dentro del sitio de repetición. Por ejemplo escogemos el sitio de Mitaloma e identificamos al canal como el 3. Cada sitio tendrá 5 canales por tanto la numeración será del 1 al 5. Figura. 5.15.

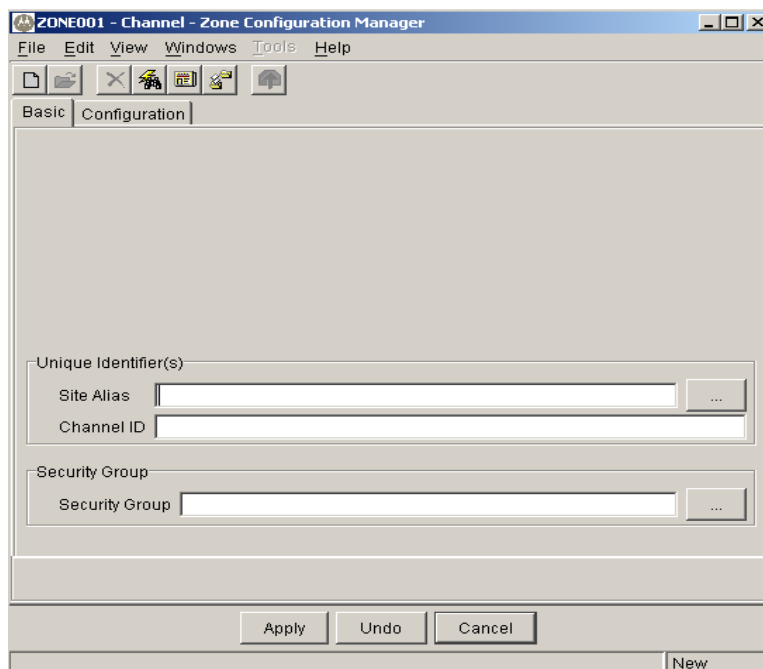


Figura. 5.15. Ventana con los parámetros básicos de los nuevos canales

11. Una vez programados los parámetros básicos de los nuevos canales se debe programar la configuración de cada uno de ellos. El tipo de modulación del canal será Mixed-Mode que significa que trabajara en modo mixto. Se escogerá además las opciones de que tengan capacidad de trabajar en modo analógico y en modo digital. Los primeros tres canales serán programados como canales de control y la preferencia del nivel de canal de control será asignada en forma ascendente del primero al tercero correspondientemente. Se deberá marcar además la opción de capacidad de Voz (Voice capable). Figura. 5.16.

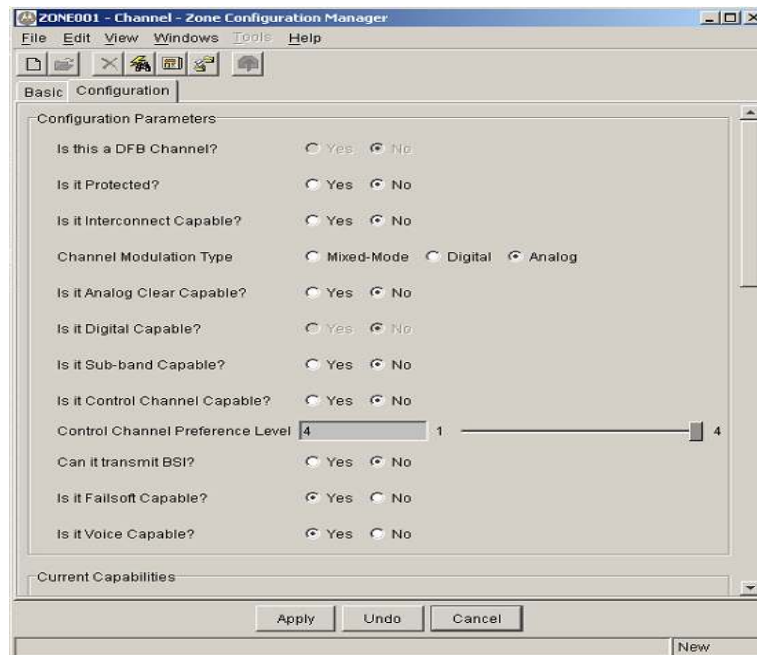


Figura. 5.16. Ventana con los parámetros de configuración de los nuevos canales

12. Las líneas con las señales de enlace de sitio (site link) se conectan desde los puertos de las tarjetas SRU de los bancos canales a los puertos de la tarjeta serial del controlador de zona. Para habilitar estos puertos del árbol desplegado en la ventana escogemos Port, una ventana con la identificación (Figura. 5.17) de los puertos utilizados al momento se abre.

Port ID	Security Group	Device Type	Device Number
1	SYSTEM	IR Site	0
2	SYSTEM	IR Site	1
3	SYSTEM	IR Site	2
4	SYSTEM	IR Site	3
5	SYSTEM	IR Site	4
6	SYSTEM	IR Site	5
7	SYSTEM	IR Site	6
8	SYSTEM	IR Site	9
9	SYSTEM	IR Site	10
10	SYSTEM	IR Site	0
11	SYSTEM	DBL	3
12	SYSTEM	DBL	1
13	SYSTEM	DBL	2
14	SYSTEM	IR Site	0
15	SYSTEM	IR Site	11
16	SYSTEM	IR Site	12
17	SYSTEM	IR Site	13
18	SYSTEM	IR Site	7
19	SYSTEM	IR Site	8
20	SYSTEM	IR Site	15
21	SYSTEM	IR Site	18
22	SYSTEM	IR Site	17
23	SYSTEM	IR Site	16
24	SYSTEM	IR Site	14
25	SYSTEM	IR Site	0
26	SYSTEM	IR Site	0
27	SYSTEM	IR Site	0

Figura. 5.17. Ventana con los puertos de las tarjetas seriales del controlador de zona

13. Para habilitar uno de los puertos que todavía no han sido utilizados ubicamos al Mouse en la ventana derecha y hacemos un click derecho, en la ventana que aparece escogemos la opción de new para abrir las opciones de un nuevo puerto. Cinco nuevos puertos deben se programados, uno por cada nuevo sitio. Figura. 5.18.

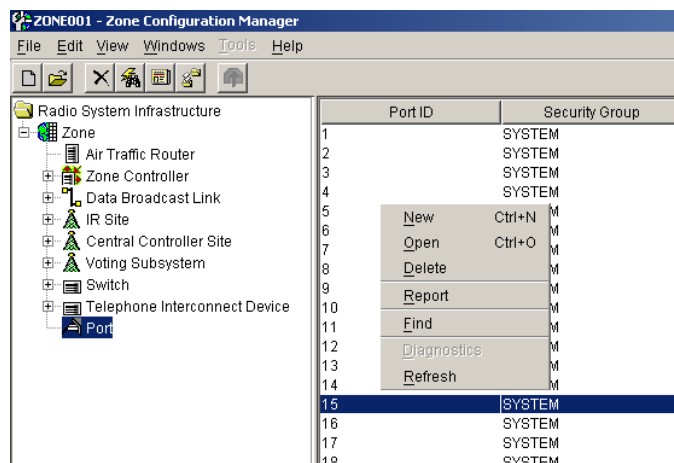


Figura. 5.18. Ventana para habilitar nuevos puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona

14. El parámetro básico a ser programado es la identificación del puerto. Los puertos a ser utilizados son del número 20 a 24, uno por cada señal de enlace sitio nueva. Figura. 5.19.

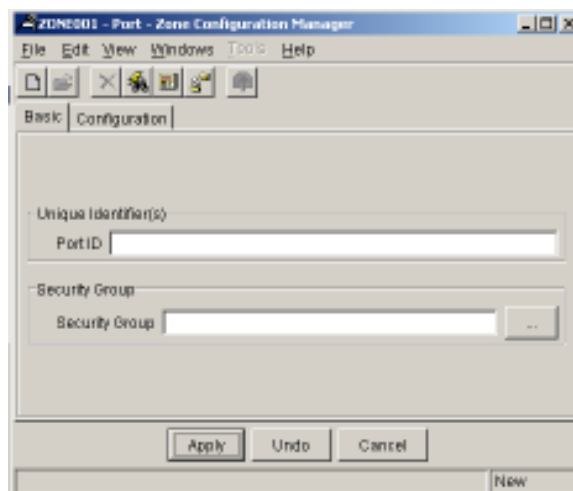


Figura. 5.19. Ventana para programar los parámetros básicos de los puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona

15. Los parámetros a ser programados en los puertos son el tipo de dispositivo al cual será conectado que en este caso es una señal que proviene del sitio con repetidores inteligentes y la velocidad de transmisión de la señal que es de 9600 bps que debe coincidir con la velocidad con que se programan las señales al ingresar al equipo multiplexor en el sitio, como se muestra en la Figura. 5.20.

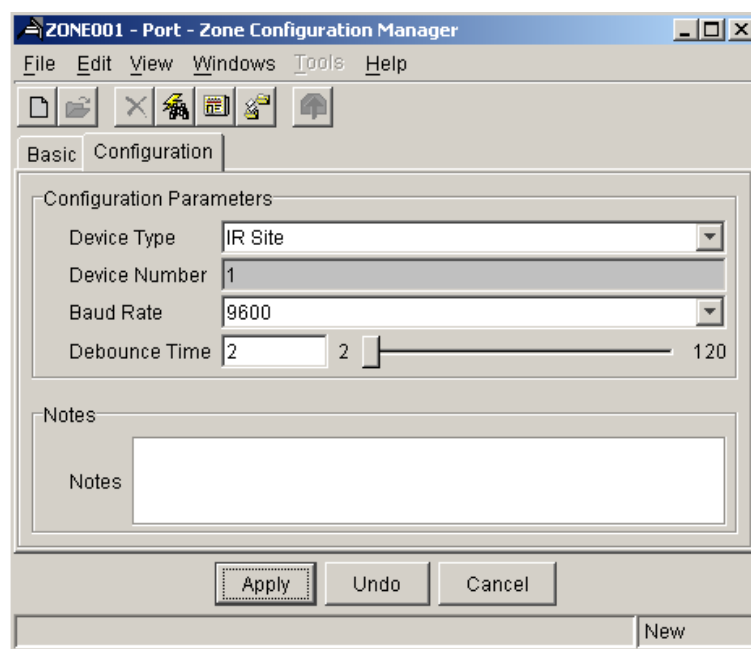


Figura. 5.20. Ventana para programar la configuración de los puertos en las tarjetas seriales del controlador de zona

16. La información de las tarjetas instaladas en el Conmutador de Audios se encuentra ya programada en el Controlador de Zona anteriormente, ya que varios sitios estaban trabajando en este sistema. Al hacer un click sobre AMB la información de las tarjetas declaradas en el Administrador de la configuración de la Zona aparecerán en la Figura. 5.21. Las tarjetas en las cuales que serán utilizadas para traer el audio de los sitios de repetición nuevos son las tarjetas AMB 3 y 6.

Amb Slot ID	Security Group	Amb Slot Type
2	SYSTEM	ZAMBI
3	SYSTEM	AMBASSADOR
4	SYSTEM	AMBASSADOR
5	SYSTEM	AMBASSADOR
6	SYSTEM	AMBASSADOR
7	SYSTEM	AMBASSADOR
8	SYSTEM	AMBASSADOR
15	SYSTEM	ZAMBI

Figura. 5.21. Información de las tarjetas declaradas del AEB declaradas en el ZDS

17. Una vez que se conoce las tarjetas AMB que van a ser utilizados se requiere determinar cual de las dos líneas de E1's de las que la tarjeta tiene capacidad es utilizada. La línea Amb Link ID tiene valores 1 o 2 que identifican los dos E1's, adicionalmente cada E1 tiene un Alias que ayuda a identificarlo en el proceso de programación. Los E1's que se utilizan en los nuevos sitios son CHBNK-0-WAN1-1, CHBK-0a-WAN1-1, CHBK-0b-WAN2-1 y CHBK-0B-W4-1. Figura. 5.22.

Amb Slot ID	Amb Slot Type	Amb Link ID	Security Group	Mux Alias
2	ZAMBI	2	SYSTEM	
3	AMBASSADOR	1	SYSTEM	CHBK-0a-WAN1-1
3	AMBASSADOR	2	SYSTEM	CHBK-0a-WAN1-1
4	AMBASSADOR	1	SYSTEM	CHBK-0a-WAN3-1
4	AMBASSADOR	2	SYSTEM	CHBK-0a-WAN1-2
5	AMBASSADOR	1	SYSTEM	COCHAB AMPLIAC
5	AMBASSADOR	2	SYSTEM	NADA
6	AMBASSADOR	1	SYSTEM	CHBK-0b-WAN2-1
6	AMBASSADOR	2	SYSTEM	CHBK-0B-W4-1
7	AMBASSADOR	1	SYSTEM	CEB-CC1
7	AMBASSADOR	2	SYSTEM	CHBK-0b-WAN1-1
8	AMBASSADOR	1	SYSTEM	CEB-CC2
8	AMBASSADOR	2	SYSTEM	CHBK-0a-WAN2-2
15	ZAMBI	2	SYSTEM	

Figura. 5.22. Información de los enlaces E1 de cada tarjeta AMB

18. Una vez que se determina las tarjetas AMB a las cuales están conectados los E1's que viene de los sitios de repetición, se deben programar los slots de tiempo correspondientes a cada uno de los canales. Para esto, en el árbol de la ventana izquierda hacemos click en Slot, los slots que se encuentran programados aparecerán, como se muestra en la Figura. 5.23.

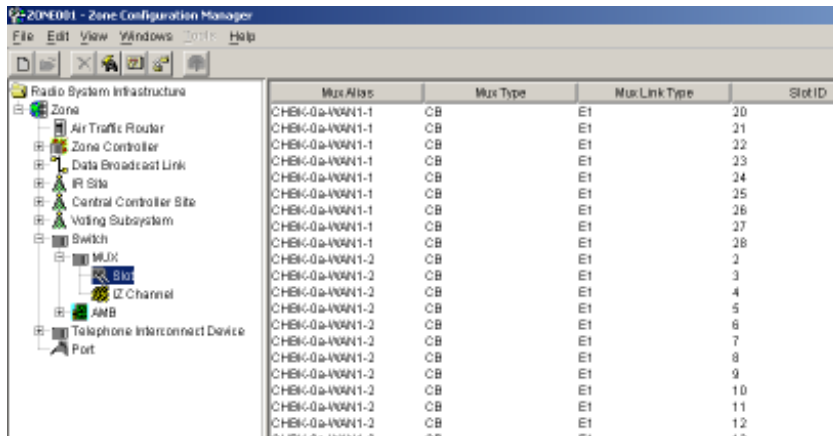


Figura. 5.23. Ventana con los Slots de tiempo de las tarjetas AMB

19. Para programar los slots de tiempo nuevos hacemos un click derecho y en la nueva ventana que aparece escogemos New, lo cual nos llevara a una ventana para programar los parámetros del slot de tiempo. Figura. 5.24.

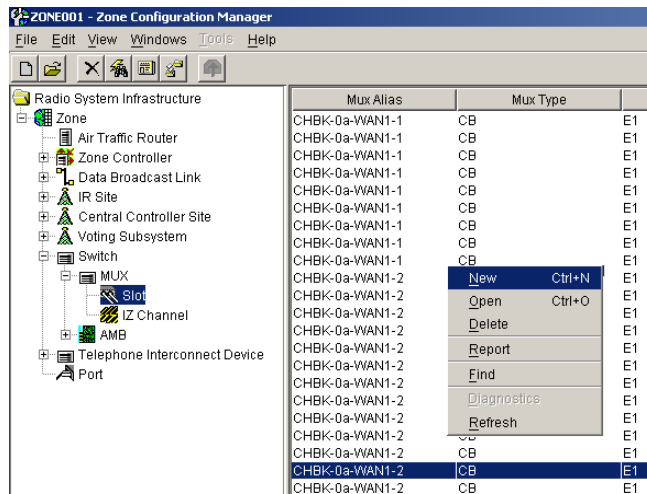


Figura. 5.24. Ventana para añadir nuevos Slots de tiempo en las tarjetas AMB

20. Los parámetros básicos del nuevo slot son la identificación de la AMB que es el Mux Alias donde está ubicado y la identificación del slot (Slot Id) este dentro de esa AMB que es un número ente 0 y 31 (correspondientes a los 32 slots de tiempo de un E1) y que debe coincidir con el número asignado dentro del E1 entregado por banco de canales. Para los nuevos sitios, 25 slots de tiempo serán programados, 5 por cada sitio. Figura. 5.25.

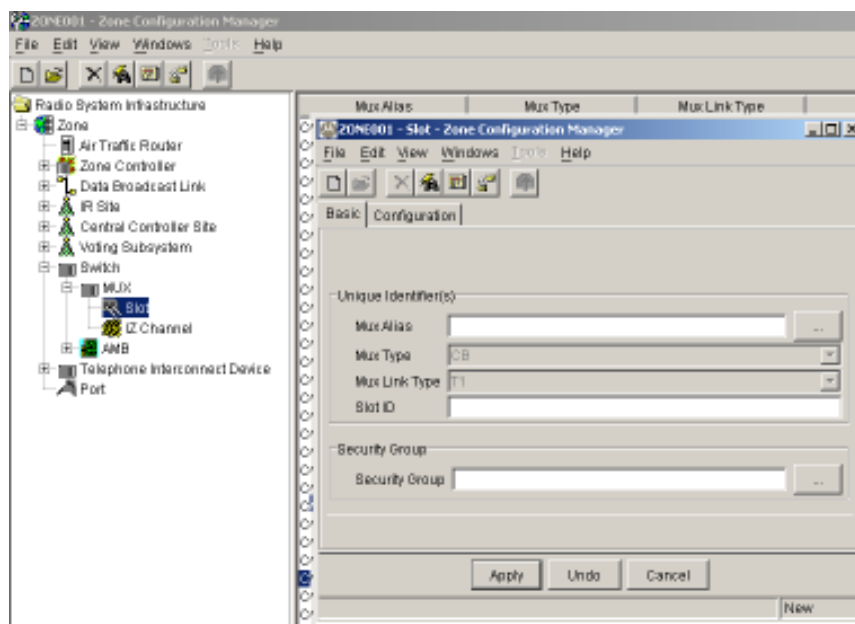


Figura. 5.25. Ventana con los parámetros básicos del slot de tiempo.

21. Luego de programar los parámetros básicos del slot de tiempo se deben configurar algunos otros parámetros como son el tipo de modulación de audio que contiene este slot que podría ser analógico, digital o mixto. En este caso la modulación escogida es modo mixto (analógica y digital). Se debe además programar el sitio y canal al cual corresponde en el sitio de repetición en los campos Site Alias y Channel Id. Figura. 5.26.

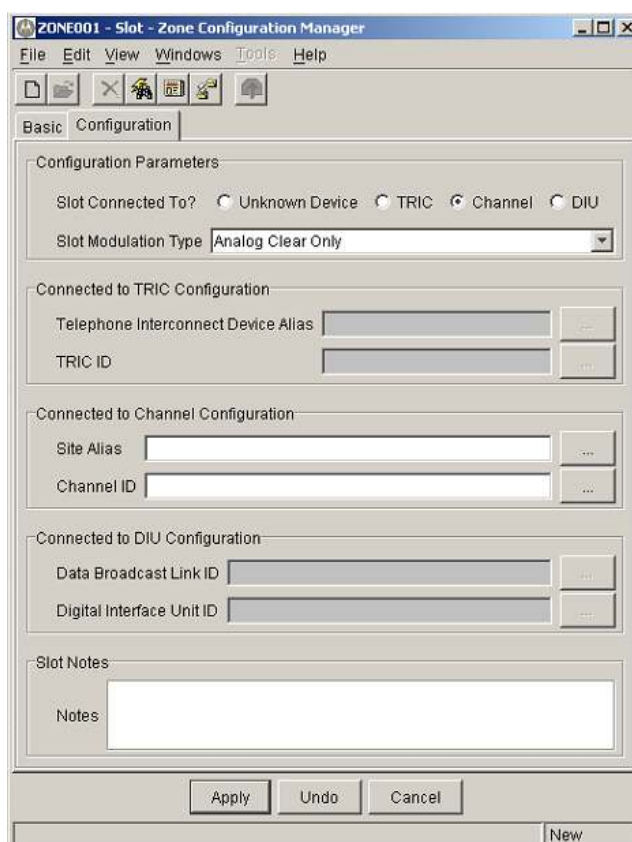


Figura. 5.26. Ventana con los parámetros de configuración de los slots de tiempo

Una vez que se han programado estos parámetros los sitios de repetición creados están listos para trabajar en área extendida.

5.1.4 Programa Administrador de la Configuración de Usuarios

Dentro del conjunto de los programas de aplicación una de las aplicaciones más importantes es la que tiene que ver con la configuración de los usuarios/radios del sistema, los grupos de conversación y la asignación de sitios que podrían ser usados por los diferentes grupos, el programa Administrador de la Configuración de Usuarios (*UCM – User Configuration Manager*) es el que configura lo mencionado. Este programa envía la información a la base de datos del Servidor de Configuración de Usuarios (UCS).

Para acceder a este programa debemos usar el lanzador de programas con el acceso directo del escritorio al PRNM. La siguiente pantalla aparecerá tan pronto arranca el PRNM. Figura. 5.27.

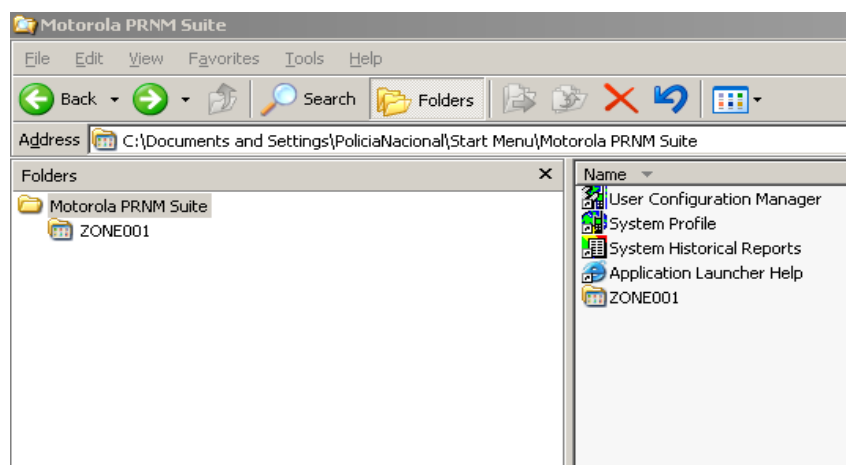


Figura. 5.27. Ventana de inicio del programa PRNM

Al hacer click en el icono User Configuration Manager que aparece en la ventana derecha de la aplicación podemos entrar al programa Administración de configuración de usuarios a través del menú que se muestra la Figura. 5.28.

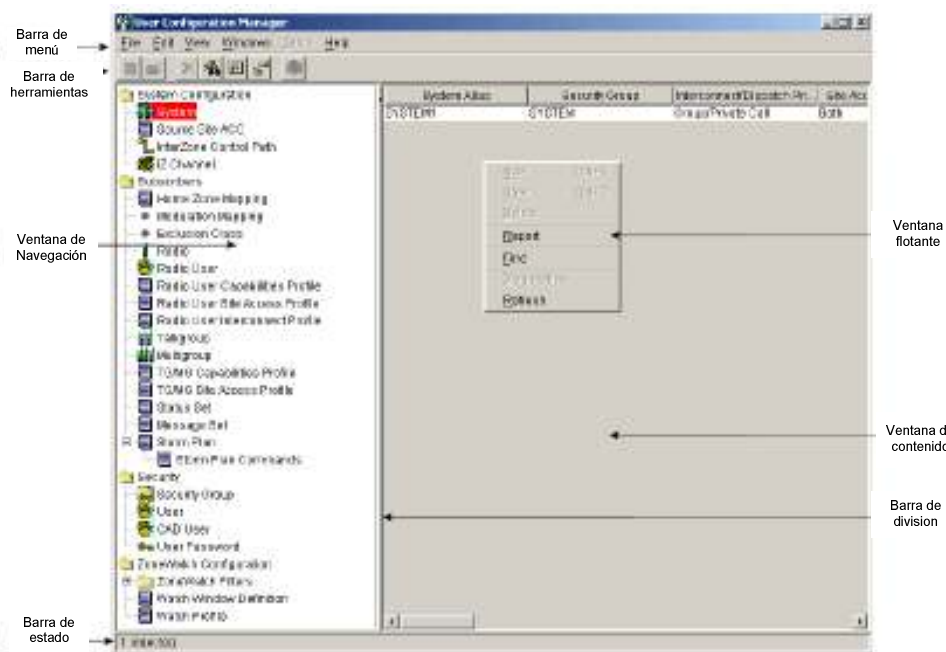


Figura. 5.28. Ventana del programa UCM

Como se ve en la ventana de navegación las opciones para escoger mayormente se refieren a las capacidades de los usuarios/radios, grupos de conversación, usuarios del equipo cliente y la seguridad.

CAPITULO 6

IMPLEMENTACION

6.1 INSTALACIÓN

Cada uno de los 5 sitios de repetición tiene la misma infraestructura instalada y esta consta de: sistema de energía, sistema de repetidores, sistema de irradiación de radiofrecuencia, sistema de microonda, sistema de multiplexación y sistema de protección a tierras. Para efectos de visualizar la instalación de los equipos en los 5 nuevos sitios de repetición, a continuación se muestra las fotografías en cada sitio: Mitaloma desde la Figura. 6.1 a la Figura. 6.15. Monteserrín desde la Figura. 6.16 a la Figura. 6.22. La Viudita desde la Figura. 6.23 a la Figura. 6.30. Yamboya desde la Figura. 6.31 a la Figura. 6.34. Cerro de Osos desde la Figura. 6.35 a la Figura. 6.41. Bombolí desde la Figura. 6.42 y Figura. 6.13. Puengasí desde la Figura. 6.44. a la Figura. 6.46.

6.1.1 Mitaloma

Fotografías de los equipos instalados en el Cerro de Mitaloma (Mitad del Mundo).



Figura. 6.1. Sistema de Energía: Controlador, LVD, Panel de Breakers.



Figura. 6.2. Sistema de Repetidores y Combiadores.



**Figura. 6.3. Sistema de Microonda: Mitaloma - Puengasí, Mitaloma - Monteserrín.
Sistema de Multiplexación: Tenser.**



Figura. 6.4. Supresor de Transientes, Panel de Breaker AC.



Figura. 6.5. Combinador, Repetidor parte posterior.



Figura. 6.6. Multiacoplador 16 canales



Figura. 6.7. Banco de Baterías.



Figura. 6.8. Aire Acondicionado.



Figura. 6.9. Torre Autosoportada



Figura. 6.10. Antena de transmisión de radio frecuencia



Figura. 6.11. Antena Parabólica, enlace Mitaloma – Monteserrín.



Figura. 6.12. Antena Parabólica, enlace Mitaloma – Puengasí.



Figura. 6.13. Generador eléctrico.



Figura. 6.14. Infraestructura completa: torre, shelter, caseta generador, antenas.



Figura. 6.15. Escalera de Acceso a la torre.

6.1.2 Monteserrín

En el cerro Monteserrín, podemos visualizar los siguientes equipos instalados.



Figura. 6.16. Sistema de Energía.



Figura. 6.17. Sistema de repetición, combinadores.



Figura. 6.18. Vista posterior de Repetidores y Sistema de Energía.



Figura. 6.19. Sistema de Baterías.



Figura. 6.20. Torre Autosportada de 45 metros.



Figura. 6.21. Antena Parabólica, Enlace Monteserrín - Mitaloma.



Figura. 6.22. Generador Eléctrico.

6.1.3 La Viudita

Equipos de comunicaciones instalados en el Cerro La Viudita.



Figura. 6.23. Sistema de Multiplexación.



Figura. 6.24. Sistema de Microonda. Enlaces: La Viudita – Yamboya, La Viudita – Puengasí.



Figura. 6.25. Sistema de Repetición.



Figura. 6.26. Vista Posterior, Sistema de Repetición y Sistema de Energía.



Figura. 6.27. Protector de Transientes y Panel de Breakers AC.



Figura. 6.28. Torre Autosoportada.



Figura. 6.29. Antena Parabólica.



Figura. 6.30. Preamplificador de Audio.

6.1.4 Yamboya

Equipos de comunicación instalados en el Cerro Yamboya.



Figura. 6.31. Sistema de Energía, Sistema de Repetición, Combinadores.



Figura. 6.32. Sistema de Multiplexación, Sistema de Microonda.



Figura. 6.33. Torre Autosoportada de 42 metros.



Figura. 6.34. Acometida Eléctrica AC.

6.1.5 Cerro de Osos

Equipos de comunicaciones instalados en Sitio de Repetición Cerro de Osos.



Figura. 6.35. Sistema de Energía.



Figura. 6.36. Sistema de Repetición.



Figura. 6.37. Breaker de protección para conexión de banco de baterías.



Figura. 6.38. Torre Antena Parabólica, enlace Cerro de Osos – Bombolí y Preanplificador.



Figura. 6.39. Torre Autosportada de 45 metros.



Figura. 6.40. Medidor de Bifásico de Energía de la Red Comercial.



Figura. 6.41. Generador Bifásico de 20 KVA.

6.1.6 Bombolí

Equipos instalados en el Cerro Bombolí.



Figura. 6.42. Antena Parabólica, enlace Bombolí – Cerro de Osos.



Figura. 6.43. Sistema de Microonda, enlace Bombolí – Cerro de Osos.

6.1.7. Puengasí

Equipos instalados en el Sector de Puengasí.



Figura. 6.44. Sistema de Microonda, enlace: Puengasí – La Viudita, Puengasí – Mitaloma.



Figura. 6.45. Antena Parabólica. Enlace Puengasí – La Viudita



Figura. 6.46. Antena Parabólica. Enlace Puengasí – Mitaloma.

6.2 PRUEBAS

6.2.1 Sitio de Repetición

Las pruebas expuestas a continuación son pruebas de verificación dentro de parámetros para el funcionamiento correcto del sitio de repetición.

- Pruebas y mediciones de energía en equipos
 - Rectificadores

El voltaje con el cual funciona la bandeja que contiene los cuatros rectificadores es 220 [Vac], por tanto la primera medición a realizar es el voltaje de entrada. Se debe medir además el voltaje de salida de los rectificadores, cuyo voltaje nominal es de 24 VDC, sin embargo debe ser ajustado a un voltaje mayor para realizar la carga del banco de baterías de forma adecuada. Para la medición de voltaje se utiliza un voltímetro, con las puntas de medición ubicadas en las terminales de salida de los rectificadores. La corriente se mide utilizando una pinza amperimétrica la cual debe ser colocada en el cable de salida positivo. Los valores obtenidos se registran en la Tabla. 6.1. Se debe notar, la prueba se realizó poniendo a los cinco equipos de repetición en transmisión (máximo consumo de corriente).

Tabla. 6.1 Mediciones de rectificadores

Voltaje de entrada (Vac)	Voltaje de salida (Vdc)	Corriente de salida (Idc)
226,5 V	27,1 V	190,1

La medida del voltaje es 27,1 V y corriente es 190,1 A. comparando con los cálculos realizados, el voltaje y la corriente requerida es 24 V y 185,6 A respectivamente. La corriente de medición es mayor que la calculada, para el análisis se consideró un 75% de los equipos repetidores en transmisión y 25% en stand-by, por otro lado para la prueba práctica todos los equipos de repetición funcionaron en transmisión, con esas consideraciones se demuestra que el número de rectificadores es suficientes en condiciones del máximo consumo.

- Repetidores

El siguiente paso es medir la corriente de consumo de cada uno de los equipos repetidores, para esto utilizamos la pinza amperimétrica en el cable de acometida de cada repetidor en transmisión. Los resultados se tabulan a continuación en la Tabla. 6.2.

Tabla.6.2. Medición de corriente en los equipos repetidores

Repetidor	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4	Canal 5
Corriente (Idc)	19,2 (A)	20,1 (A)	20,2 (A)	19,8 (A)	19,8 (A)

La corriente de consumo nominal es de 20 A, por tanto los equipos están trabajando correctamente. Es normal que exista una pequeña variación de voltaje debido a los componentes.

- Prueba de conmutación al banco de baterías.

Para probar el banco de baterías se debe simular que la energía provista por la red comercial falle, por tanto conmutaremos los breakers de las fases de la acometida eléctrica a la posición de apagado. Una vez que se ha realizado la conmutación de la energía al banco de baterías las cargas tomarán la corriente de este. A medida que pasa el tiempo el banco de baterías entrega corriente, este se va descargando, por tanto tabularemos los valores de voltaje al pasar del tiempo. Como se muestra en la Tabla. 6.3.

Tabla. 6.3 Mediciones de voltaje de descarga del banco de baterías

Tiempo	1ra hora	2da hora	3ra hora	4ta hora	5ta hora
Voltaje (V)	27,0	25,4	25,1	24,7	24,5

Se debe notar que el parámetro de desconexión por bajo voltaje está configurado en el equipo controlador de energía a 24,0 Vdc, cuando el banco de baterías llegue a este valor (el cual indica que las baterías se encuentran descargadas) se desconectara por protección.

- Prueba de carga del banco de baterías

Se reconecta la energía AC de la red eléctrica conmutando el breaker de acometida de AC ubicado en el tablero de distribución nuevamente a la posición de encendido, los rectificadores vuelven a estar operativos y suministran corriente tanto a los equipos como al banco de baterías. Medimos el voltaje del banco de baterías y la corriente suministrada por los rectificadores hasta que se estabiliza. Para medir la corriente utilizamos la pinza amperimétrica en el cable que se encuentra conectado en el borne positivo del banco de baterías. Como se observa en la Tabla. 6.4.

Tabla. 6.4 Mediciones de corriente de carga del banco de baterías

Tiempo	1ra hora	2da hora	3ra hora	4ta hora	5ta hora
Voltaje (V)	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
Corriente (A)	90,2	60,5	40,2	22,2	7,0

Se debe notar que una vez que los rectificadores entran en funcionamiento, el voltaje del banco de baterías sube al valor de salida, la variante es la corriente de carga, la cual va disminuyendo en el tiempo. Una vez cargado el banco de baterías (ocho horas), este requiere una corriente de mantenimiento suministrada por los rectificadores, este valor es 2 A.

- Pruebas Enlace Microonda

- Web Browser

Una de las pruebas de la microonda que se realizan es la de los niveles de señal en la Tx y Rx, otro de los datos que se puede observar es esta pantalla encontramos Niveles de recepción, Frecuencias de transmisión / recepción, Capacidad, Tipo de protección, Dirección Ip, Identificador, Tipo de modulación, Errores, Información sobre el ruteo, Información de equipo instalado en la parte exterior.

Para ello se utilizó el buscador web, que se encuentra incorporado en el equipo de microonda, es una interfaz gráfica amigable y fácil de manipular. Se puede visualizar en la Figura. 6.47 a la Figura. 6.51, leds indicadores de alarmas, cuanto los indicadores se encuentran en color verde significa que funcionan correctamente, cambian de color para mostrar una alarma mayor o crítica.

También en esta pantalla principal se puede ver el estatus actual de ambos extremos del enlace, refrescándose aproximadamente cada 5 segundos, estas pantallas muestran información sobre la configuración principal.



Figura. 6.47. Web Browser. Enlace Mitaloma – Monteserrín.

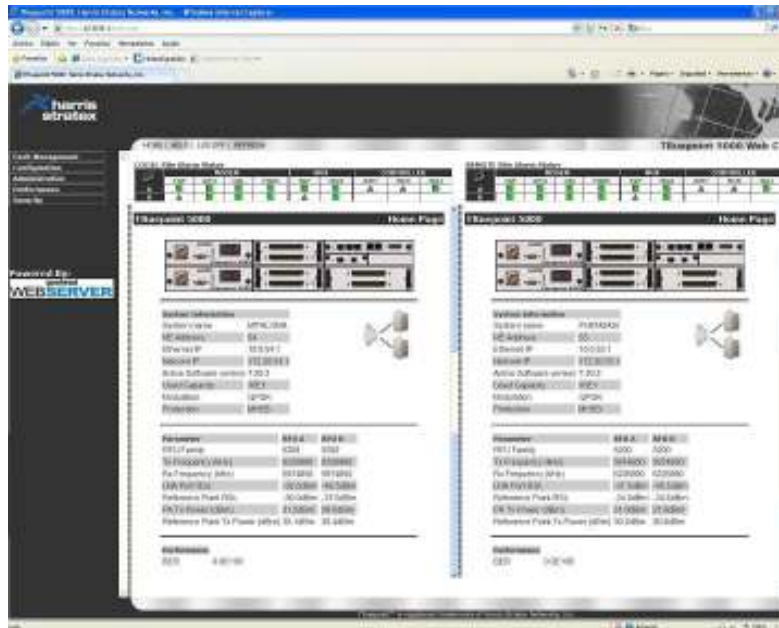


Figura. 6.48. Web Browser. Enlace Mitaloma – Puengasí.



Figura. 6.49. Web browser. Enlace La Viudita – Yamboya.



Figura. 6.50. Web Browser. Enlace La Viudita – Puengasi.



Figura. 6.51. Web Browser. Enlace Cerro Osos – Bombolí.

A continuación se representa la tabulación de la potencia de recepción y transmisión de los enlaces de microonda.

Tabla. 6.5. Niveles de Recepción y transmisión en Enlaces de Microonda Parte 1.

Enlace	Mitaloma - Monteserrín		Mitaloma - Puengasí		La Viudita - Yamboya	
	Mitaloma Dbm	Monteserrín Dbm	Mitaloma Dbm	Puengasí Dbm	La Viudita Dbm	Yamboya Dbm
Recepción LNA	RFU A -34,5	RFU A -33,2	RFU A -39,5	RFU A -37,5	RFU A -34,5	RFU A -34,1
	RFU B -43,2	RFU B -36,4	RFU B -48,5	RFU B -45,5	RFU B -45,5	RFU B -43,5
Transmisión PTX en PA	RFU A 33,0	RFU A 33,0	RFU A 31,2	RFU A 31,0	RFU A 30,8	RFU A 30,8
	RFU B 28,0	RFU B 35,0	RFU B 28,0	RFU B 27,8	RFU B 28,0	RFU B 27,8

Tabla. 6.6. Niveles de Recepción y transmisión en Enlaces de Microonda Parte 2.

Enlace	La Viudita - Puengasí		C. Osos - Bombolí	
	La Viudita Dbm	Puengasí Dbm	C. Osos Dbm	Bombolí Dbm
Recepción LNA	RFU A -37,1	RFU A -34,2	RFU A -37,5	RFU A -39,5
	RFU B -41,9	RFU B -44,5	RFU B -45,5	RFU B -48,5
Transmisión PTX en PA	RFU A 30,9	RFU A 31,2	RFU A 31,0	RFU A 31,2
	RFU B 27,9	RFU B 27,6	RFU B 27,8	RFU B 28,0

La Tabla. 6.5 muestra al igual que la Tabla. 6.6. los niveles de señal de recepción y transmisión en los diferentes enlaces microonda. De esta manera se puede comprobar que el nivel de recepción esta en el rango de -33,2 dBm a -48,5 dBm, valores de potencia óptimos para recepción. Y el rango para transmisión está entre 27,8 dBm a 33 dBm.

- Prueba de BER

Mediante el instrumento de medición de la Taza de error de bit (BER), podemos medir la confiabilidad de los enlace.

Tabla. 6.7. Prueba de BER en enlaces Parte 1.

Enlace	Mitaloma - Monteserrín		Mitaloma - Puengasí		La Viudita - Yamboya	
Microonda	Mitaloma	Monteserrín	Mitaloma	Puengasí	La Viudita	Yamboya
BER	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00

Tabla. 6.8. Prueba de BER en enlaces Parte 2.

Enlace	La Viudita - Puengasí		C. Osos - Bombolí	
Microonda	La Viudita	Puengasí	C. Osos	Bombolí
BER	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00	0,0 E +00

La Tabla. 6.7. y Tabla. 6.8 muestra la taza de error de bit de los enlaces, en este caso los errores son nulos.

- Prueba de Redundancia de los equipos

Esta prueba se realiza en forma física, se comprueba apagando manualmente el radio A para que el radio B entre a funcionar, se comprobó en cada uno de los enlaces la conmutación.

- Pruebas Troncalización de Sitio

- Equipos repetidores

Para realizar la prueba y calibración utilizamos un programa (RSS - Radio Service Software). La programación de los parámetros ya no se realiza en forma mecánica, usando potenciómetro o capacitores variables físicos, sino por programa llamado SOFTPOT. Las pruebas se desarrollaran en transmisión y recepción.

❖ Pruebas en Transmisión

Para realizar la prueba se conecta un analizador de espectros y una computadora, el analizador de espectros debe estar en modo de Monitor, como se muestra en la Figura. 6.52.

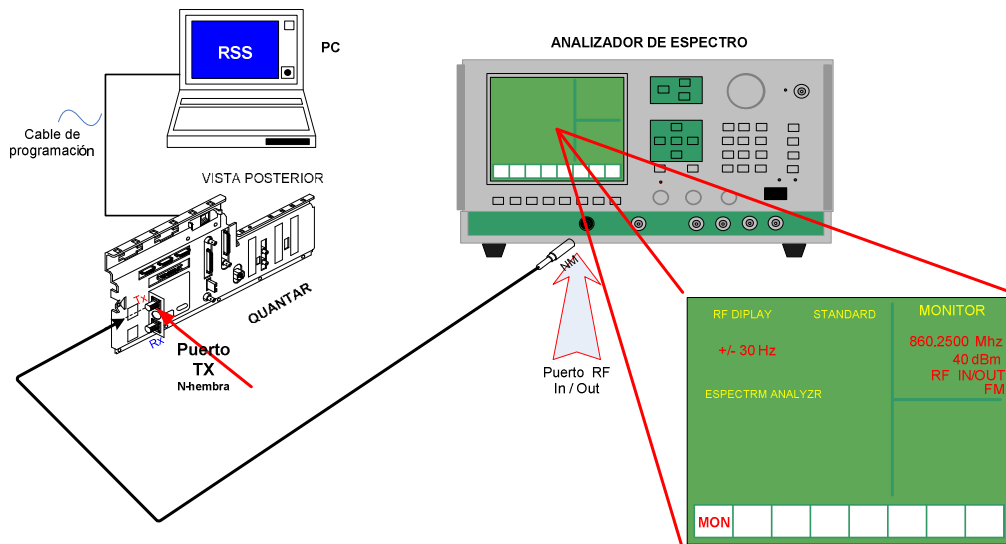


Figura. 6.52. Conexión de equipos para prueba de transmisión

Los items tomados para la calibración de los repetidores en los diferentes sitios son los siguientes:

- La frecuencia del repetidor.
- Oscilador de Referencia
- Potencia de salida
- Desviación

Tabla. 6.9. Prueba en el transmisor del repetidor de Mitaloma

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de TX (MHz)		866.5875		867.1875		867.7875		868.3875		868.9875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Oscilador de Referencia											
Error en Frecuencia (Hz)		+/- 700	-500	+/- 700	+200	+/- 700	+80	+/- 700	-400	+/- 700	-60
Potencia de Salida											
Potencia – Watios		100	101	100	99	100	100	100	101	100	102
Desviación											
Frecuencia 1	851.02500 Mhz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.4 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz
Frecuencia 2	859.97500 Mhz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Frecuencia 3	860.02500 Mhz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	4.0 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz
Frecuencia 4	869.97500 Mhz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Modulación de Referencia											
Frecuencia 1 855.50000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Frecuencia 2 865.00000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	

Tabla. 6.10. Prueba en el transmisor del repetidor de Monteserrín

		Resultados de Calibración									
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de TX (MHz)		866.4375		867.0375		867.6375		868.2375		868.8375	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Oscilador de Referencia											
Error en Frecuencia (Hz)		+/- 700	+90	+/- 700	-600	+/- 700	-500	+/- 700	+400	+/- 700	+50
Potencia de Salida											
Potencia – Watios		100	102	100	100	100	101	100	101	100	100
Desviación											
Frecuencia 1	851.02500 Mhz	3.6 KHz	3.4 KHz	3.6 KHz	3.2 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Frecuencia 2	859.97500 Mhz	3.6 KHz	4.0 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz
Frecuencia 3	860.02500 Mhz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Frecuencia 4	869.97500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Modulación de Referencia											
Frecuencia 1	855.50000 Mhz	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Frecuencia 2	865.00000 Mhz	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	

Tabla. 6.11. Prueba en el transmisor del repetidor de La Viudita

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de TX (MHz)		866.2875		866.8875		867.4875		868.0875		868.6875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Oscilador de Referencia											
Error en Frecuencia (Hz)		+/- 700	-500	+/- 700	+200	+/- 700	+80	+/- 700	-400	+/- 700	-60
Potencia de Salida											
Potencia – Watios		100	101	100	99	100	101	100	102	100	100
Desviación											
Frecuencia 1	851.02500 Mhz	3.6 KHz	3.4 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Frecuencia 2	859.97500 Mhz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	4.0 KHz
Frecuencia 3	860.02500 Mhz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Frecuencia 4	869.97500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz
Modulación de Referencia											
Frecuencia 1	855.50000 Mhz	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Frecuencia 2	865.00000 Mhz	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	

Tabla. 6.12. Prueba en el transmisor del repetidor de Yamboya

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de TX (MHz)		866.4375		867.0375		867.6375		868.2375		868.8375	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Oscilador de Referencia											
Error en Frecuencia (Hz)		+/- 700	+90	+/- 700	-500	+/- 700	+400	+/- 700	+300	+/- 700	+400
Potencia de Salida											
Potencia – Watios		100	101	100	100	100	102	100	99	100	99
Desviación											
Frecuencia 1	851.02500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Frecuencia 2	859.97500 Mhz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz
Frecuencia 3	860.02500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	4.0 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Frecuencia 4	869.97500 Mhz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Modulación de Referencia											
Frecuencia 1 855.50000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Frecuencia 2 865.00000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	

Tabla. 6.13. Prueba en el transmisor del repetidor de Cerro de Osos

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de TX (MHz)		866.5875		867.1875		867.7875		868.3875		868.9875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Oscilador de Referencia											
Error en Frecuencia (Hz)		+/- 700	-90	+/- 700	-400	+/- 700	-600	+/- 700	+500	+/- 700	-300
Potencia de Salida											
Potencia – Watios		100	102	100	100	100	101	100	99	100	100
Desviación											
Frecuencia 1	851.02500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	4.0 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Frecuencia 2	859.97500 Mhz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.7 KHz
Frecuencia 3	860.02500 Mhz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.9 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Frecuencia 4	869.97500 Mhz	3.6 KHz	3.7 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.6 KHz	3.5 KHz	3.6 KHz	3.8 KHz
Modulación de Referencia											
Frecuencia 1 855.50000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Frecuencia 2 865.00000 Mhz		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	

Cada una de las pruebas se explican a continuación, tomando como referencia de la Tabla. 6.9. a la Tabla. 6.13.

Oscilador de Referencia

Es un ajuste fino al VCO (Voltage Control Oscillator), para obtener un error menor a 700Hz de la frecuencia de transmisión. Se ajusta ingresando la frecuencia dotada por el analizador de espectros al programa mediante un SOFTPOT.

Potencia de Salida

Dentro del SOFTPOT, los parámetros necesarios a completar para realizar el ajuste de potencia de salida del transmisor primero se debe programar la frecuencia de transmisión del repetidor, luego colocar el valor del voltaje que alimenta a la etapa del excitador (preamplificador de frecuencia). Ingreso al menú de ajuste de potencia hasta ajustar al valor de 100W. El valor que consta en la tabla es el valor ajustado. De esta manera se comprueba, el equipo permite definir la potencia de trabajo en este caso es 100W.

Desviación

Este parámetro no es ajustable. Indica el ancho de banda en el cual la modulación de la voz es aceptable. Este parámetro es fijo y está determinado por los componentes del circuito modulador del transmisor. Su rango está entre 0 y 4 dB que es el nivel en el cual el nivel de voz se modula.

Modulación de Referencia

Este parámetro comprueba la linealidad de desviación en transmisión de bajas frecuencias para DPL (Digital Private Line) y modulación digital, ajusta la señal mediante un SOFTPOT variando la frecuencia de tal manera que la función cuadrada que se muestra en el analizador de espectros sea lo más lineal posible. Como se muestra en la Figura. 6.53.

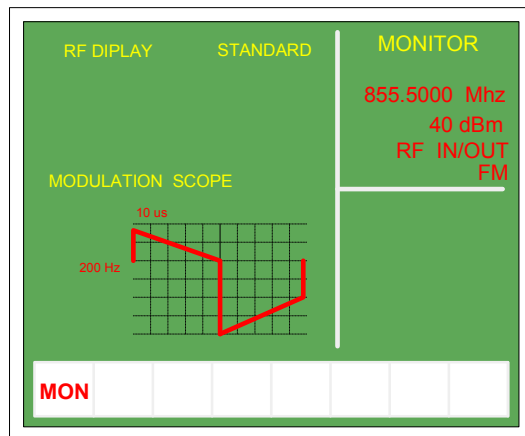


Figura. 6.53. Pantalla de Analizador de espectros. Linealidad de desviación de transmisión.

❖ Pruebas en Recepción

Para realizar la prueba se conecta un analizador de espectros y una computadora, el analizador de espectros debe estar en modo de Generador, como se muestra en la Figura. 6.54.

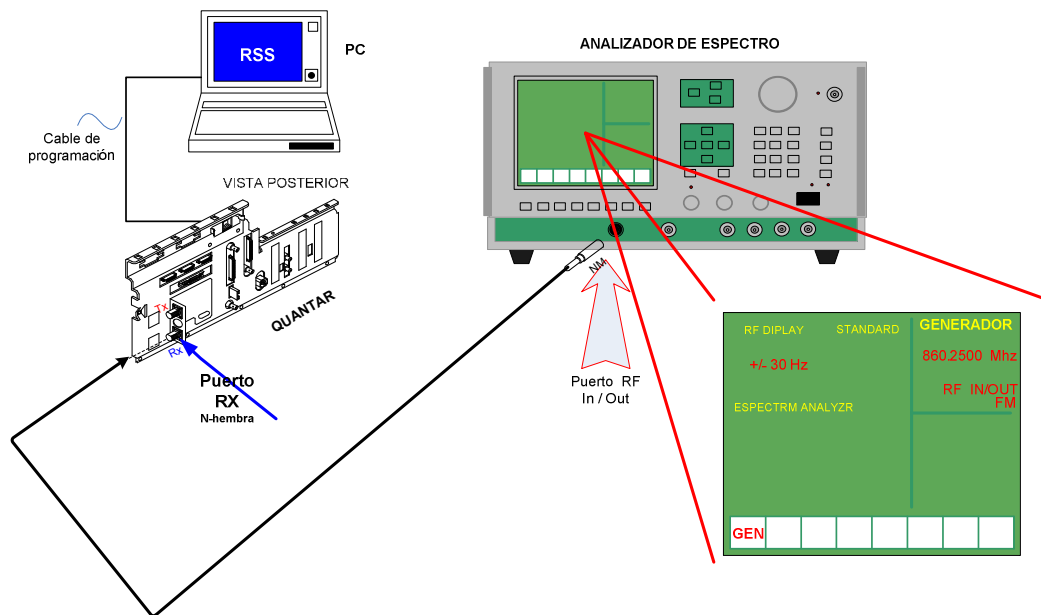


Figura. 6.54. Conexión de equipos para prueba de recepción

Los items tomados para la calibración del repetidor son los siguientes:

- Calibración del RSSI.
- Sensibilidad del Receptor.

Cada una de las pruebas se explican a continuación tomando como referencia las tablas 6.14. a la 6.18.

RSSI (Radio Signal Strength Indicator)

Este parámetro mide la Intensidad de señal que es enviada por un equipo de radio al repetidor. Con la finalidad de que el equipo de radio tome del canal de control la información de la mejor señal y de esta manera se afilie al sitio más cercano. Para su ajuste utilizamos el analizador de espectro, generamos una señal de radio de -90 dBm y mediante el SOFTPOT en la pestaña de ajuste de nivel de RSSI, nombramos este nivel de señal como una referencia para que el repetidor aprenda cuando llegue la señal de recepción. Este procedimiento se realiza a cada repetidor.

Sensibilidad del receptor

Este parámetro nos indica la intensidad de señal mínima que es interpretada por el receptor como una señal valida de radio frecuencia, el valor es 0.20 μv (120dBm). Un equipo de radio debe transmitir una señal de RF de este nivel o mayor para que sea procesada por el receptor. Un radio de 3 W cercano a un repetidor tiene una señal en 0.35 μv .

Tabla. 6.14. Pruebas en el receptor del repetidor de Mitaloma

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de RX		821.5875		822.1875		822.7875		823.3875		823.9875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Calibración del RSSI											
		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Sensibilidad del receptor											
Nivel de señal de rutura de Squelch		0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.21 μ v	0.20 μ v	0.19 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.19 μ v

Tabla. 6.15. Pruebas en el receptor del repetidor de Monteserrín

Resultados de Calibración											
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de RX		821.4375		822.0375		822.6375		823.2375		823.8375	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Calibración del RSSI											
		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Sensibilidad del receptor											
Nivel de señal de rutura de Squelch		0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v

Tabla. 6.16. Pruebas en el receptor del repetidor de La Viudita

		Resultados de Calibración									
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de RX		821.2875		821.8875		822.4875		823.0875		823.6875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Calibración del RSSI											
		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Sensibilidad del receptor											
Nivel de señal de rutura de Squelch		0.20 μ v	0.19 μ v	0.20 μ v	0.21 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.19 μ v

Tabla. 6.17. Pruebas en el receptor del repetidor de Yamboya

		Resultados de Calibración									
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de RX		821.4375		822.0375		822.6375		823.2375		823.8375	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Calibración del RSSI											
		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Sensibilidad del receptor											
Nivel de señal de rutura de Squelch		0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v	0.18 μ v	0.20 μ v	0.19 μ v	0.20 μ v	0.20 μ v

Tabla. 6.18. Pruebas en el receptor del repetidor de Cerro de Osos

		Resultados de Calibración									
		Repetidor 1		Repetidor 2		Repetidor 3		Repetidor 4		Repetidor 5	
Frecuencia de RX		821.5875		822.1875		822.7875		823.3875		823.9875	
Alineamiento		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
Parámetro	Frecuencia de Prueba	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido	Nominal	Medido
Calibración del RSSI											
		Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x	Pasa	x
		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa		No Pasa	
Sensibilidad del receptor											
	Nivel de señal de rutura de Squelch	0.20 μv	0.19 μ v	0.20 μv	0.21 μ v	0.20 μv	0.20 μ v	0.20 μv	0.19 μ v	0.20 μv	0.19 μ v

- Sistema de Antena de Transmisión

- ❖ Prueba de Combinador

Con este procedimiento se conseguirá calibrar la potencia que pasa a través de cada una de las cavidades del combinador. La Figura. 6.55 se muestra la conexión entre el combinador y el analizador de espectro utilizado para el ajuste.

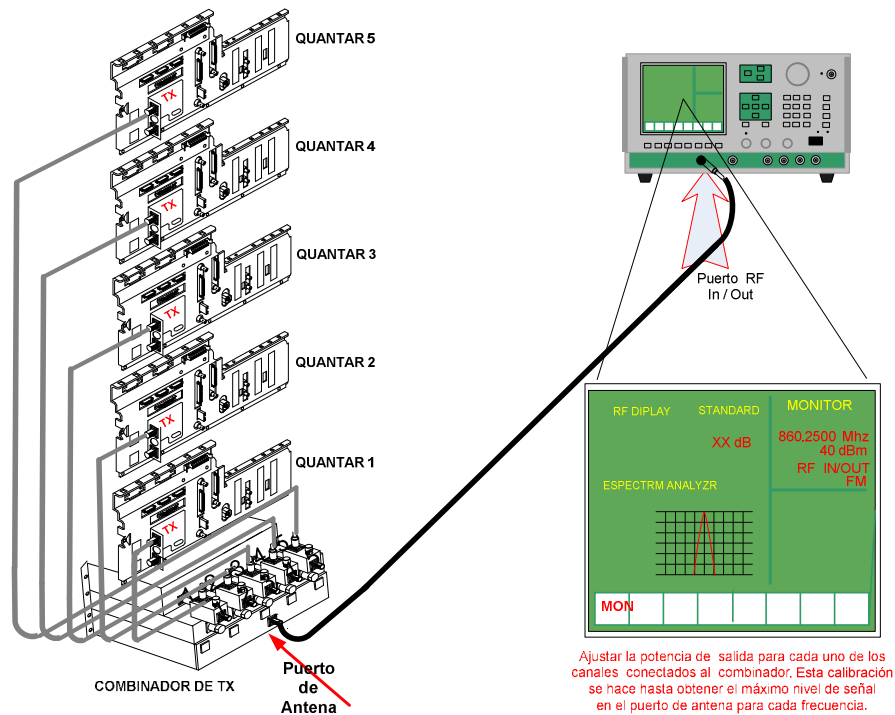


Figura. 6.55. Conexión de equipos para calibración de combinador.

Se pone a transmitir al equipo el cual esta ajustado a 100W y conectado a la cavidad del combinador. Se mide la potencia en el puerto de antena (salida) del combinador, ajustando en la mejor señal, la más cercana a 50 W, con el analizador de espectros en modo de monitor y se registran los valores en la tabla. Este procedimiento se realizo a cada uno de manera independiente, para este propósito se deshabilitan los demás convertidores que no forman parte de la prueba. Con este ajuste también se toma el valor de las perdidas en el combinador. Como se puede observar en las Tablas 6.19. a la 6. 23.

Tabla. 6.19. Pruebas en combinador Mitaloma

CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	POTENCIA ENTRADA (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (dBm)	PERDIDAS EN EL COMBINADOR LOSS (dB)
1	866.5875	101	47.2	46.739	0.330
2	867.1875	99	46.5	46.674	0.328
3	867.7875	100	48.3	46.839	0.316
4	868.3875	101	47.3	46.748	0.329
5	868.9875	102	46.0	46.627	0.345

Tabla. 6.20. Pruebas en combinador Monteserrín

CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	POTENCIA ENTRADA (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (dBm)	PERDIDAS EN EL COMBINADOR LOSS (dB)
1	866.5875	102	48.0	46.812	0.330
2	867.1875	100	47.6	46.776	0.328
3	867.7875	101	46.9	46.711	0.316
4	868.3875	101	47.9	46.803	0.329
5	868.9875	100	48.2	46.830	0.345

Tabla. 6.21. Pruebas en combinador La Viudita

CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	POTENCIA ENTRADA (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (dBm)	PERDIDAS EN EL COMBINADOR LOSS (dB)
1	866.5875	101	47.8	46.794	0.330
2	867.1875	99	47.2	46.739	0.328
3	867.7875	101	48.1	46.821	0.316
4	868.3875	102	46.3	46.655	0.329
5	868.9875	100	47.5	46.766	0.345

Tabla. 6.22. Pruebas en combinador Yamboya

CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	POTENCIA ENTRADA (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (dBm)	PERDIDAS EN EL COMBINADOR LOSS (dB)
1	866.5875	101	46.3	46.655	0.330
2	867.1875	100	47.2	46.739	0.328
3	867.7875	102	48.3	46.839	0.316
4	868.3875	99	47.4	46.757	0.329
5	868.9875	99	46.9	46.711	0.345

Tabla. 6.23. Pruebas en combinador Cerro de Osos

CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	POTENCIA ENTRADA (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (Watts)	POTENCIA DE SALIDA EN (dBm)	PERDIDAS EN EL COMBINADOR LOSS (dB)
1	866.5875	102	47.7	46.785	0.330
2	867.1875	100	48.4	46.848	0.328
3	867.7875	101	47.3	46.748	0.316
4	868.3875	99	48.3	46.839	0.329
5	868.9875	100	47.8	46.794	0.345

❖ Potencia Directa y Potencia Reflejada

Otro de los parámetros que se consideran para las pruebas en el combinador es la potencia directa y la potencia reflejada.

Este procedimiento se realiza conectando como se muestra en la Figura. 6.56., un vatímetro al puerto de antena del combinador, para este propósito todos los repetidores deben transmitir al mismo tiempo, el vatímetro proporciona la potencia directa cuando la pastilla de 500 W este direccionada a hacia la antena. Para la medición de la potencia reflejada se re-direcciona la pastilla hacia el combinador. Estas mediciones son completadas en la Tabla. 6.24.

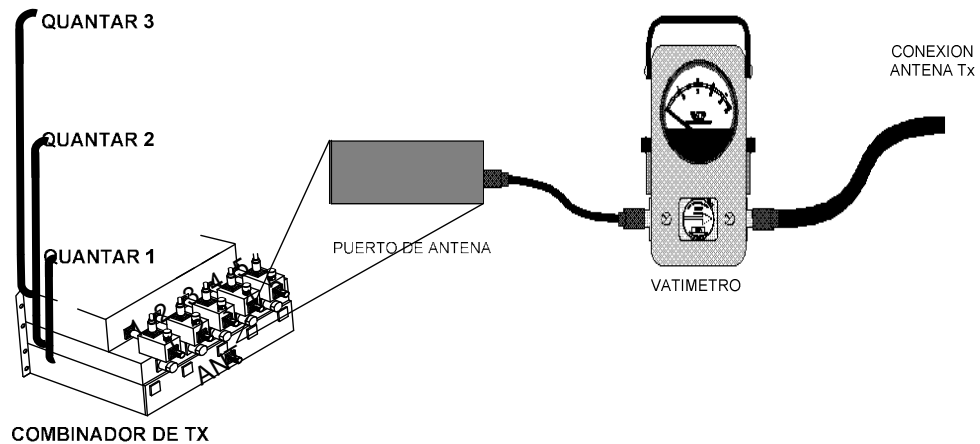


Figura. 6.56. Conexión de equipos para medir potencia.

Tabla. 6.24. Pruebas en combinador Sitios de Repetición

Sitio	Mitaloma	Monteserrín	La Viudita	Yamboya	Cerro Osos
Potencia Directa	247 W	245 W	245 W	246 W	247 W
Potencia Reflejada	0,8 W	0,9 W	1 W	0,7 W	1 W
R	0,00323	0,00367	0,00408	0,00570	0,00404
VSWR	1,00649	1,00737	1,00819	1,00898	1,00813

La potencia directa debe estar en el rango de 250 W ya que se suma la potencia de los cinco repetidores y pero pierde 3 W al pasar por el combinador. La potencia reflejada es mínima. De esta manera comprobamos que la potencia directa y reflejada cumple con el rango.

Coefficiente de reflexión es la relación entre la potencia reflejada y la potencia directa, idealmente este valor debe ser cero. Pero analizando con la fórmula obtuvimos los resultados, que se consideran aceptables ya que existen pérdidas en falta de acople en componentes del sistema de irradiación (acople en las cavidades de antenas, cable de línea de transmisión). Para determinar el valor se usa la fórmula.

$$R = \frac{\text{Potencia reflejada}}{\text{Potencia directa}}$$

Los valores de VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*), se calcularon mediante la fórmula, idealmente este valor debe ser 1, pero la expresión matemática depende del coeficiente de reflexión, el valor del voltaje de relación de onda estacionaria es cercano a 1, cumple con el valor permitido.

$$VSWR = \frac{1 + R}{1 - R}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo de realizar el diseño e implementación de los 5 nuevos sitios troncalizados existen en el sistema de la policía nacional.
- Luego de realizar el survey en cada uno de los sitios de repetición se logro definir el espacio físico a ser utilizado y el requerimiento real para la implementación de la infraestructura.
- Luego de realizar las pruebas de cobertura de los nuevos sitios utilizando equipos suscriptores portátiles y móviles se determino que la cobertura real del sistema es similar a la que se analizo y obtuvo en forma teórica.
- A partir del diseño de los diferentes módulos que componen un sitio de repetición se determino el listado de equipos requeridos para cada uno de los sitios de repetición. El equipamiento en los cinco sitios de repetición es el mismo, debido a que el listado de requerimientos es igual.
- Todos los sitios de repetición se interconectaron al sitio principal ubicado en Quito utilizando enlaces de microonda, los cuales al ser implementados cumplieron con el objetivo de disponibilidad de 99,999%, una tasa de cero errores de bit, planteado en el análisis teórico.
- Los cinco nuevos sitios de repetición de la provincia de Pichincha se integraron al sistema de comunicaciones troncalizados de la policía nacional y se encuentran trabajando en área extendida luego de la programación realizada con el sistema de gestión del sistema.
- Al realizar pruebas con los repetidores de los diferentes sitios, estos cumplieron con los valores calculados de 100 [W] en transmisión y 0,20 [μ v] de sensibilidad del receptor.

- Las pruebas en el combinador manifestaron que la potencia directa esta en el rango de 250 W y la potencia reflejada es mínima de esta manera comprobamos que la potencia directa y reflejada cumple con el rango establecido en la teoría.
- La infraestructura física fue instalada al 100%, cumpliendo con normas de impermeabilidad, seguridad antisísmica, estándares de protección y seguridad pública, aplicadas en shelter de comunicaciones, torre auto-soportada y caseta de generador.

RECOMENDACIONES

- Realizar una actualización del sistema de comunicaciones para que pueda migrar a un nuevo protocolo como el APCO 25 que tiene capacidad de transmitir voz y también datos.
- En vista de que el número de usuarios es creciente se debe estudiar la posibilidad de incrementar el número de canales en los sitios de repetición
- Dentro del requerimiento de equipamiento se debería considerar la implementación de un sistema de monitoreo remoto desde el sitio principal de los diferentes parámetros eléctricos y electrónicos así como de la seguridad física del sitio de repetición.
- Al poner en funcionamiento los sitios de repetición se debe planificar el mantenimiento preventivo de cada uno de los sitios de repetición el cual debe incluir el cronograma de visitas respectivo.

ANEXOS

**NORMATIVA
TECNICA**

VALORES NORMALIZADOS CABLES A.W.G
(AMERICAN WIRE GAUGE STANDARD)

Número AWG	Diámetro (mm)	Número AWG	Diámetro (mm)
0000	11,86	21	0,723
000	10,4	22	0,6438
00	9,226	23	0,5733
0	8,252	24	0,5106
1	7,348	25	0,4547
2	6,544	26	0,4049
3	5,827	27	0,3606
4	5,189	28	0,3211
5	4,621	29	0,2859
6	4,115	30	0,2546
7	3,665	31	0,2268
8	3,264	32	0,2019
9	2,906	33	0,1798
10	2,588	34	0,1601
11	2,305	35	0,1426
12	2,053	36	0,127
13	1,828	37	0,1131
14	1,628	38	0,1007
15	1,45	39	0,0897
16	1,291	40	0,0799
17	1,15	41	0,0711
18	1,024	42	0,0633
19	0,9116	43	0,0564
20	0,8118	44	0,0503

NFPA 780
Normal para la instalación de los Sistemas de
Protecciones del Relámpago
2004 edición

Esta edición de NFPA 780, Normal para la Instalación de los Sistemas de Protecciones del Relámpago, se preparó por el Comité Técnico adelante Protección del Relámpago y actuó adelante por NFPA a su Asociación del mayo la Reunión Técnica sostuvo 23–26 de mayo de 2004, en la Ciudad del Lago De sal, UT. Se emitió por el Concilio de las Normas el 16 de julio de 2004, con una fecha eficaz del 5 de agosto de 2004, y reemplaza las ediciones anteriores.

Esta edición de NFPA 780 es aceptado como una Norma Nacional americana el 5 de agosto de 2004.

El origen y Desarrollo de NFPA 780 NFPA adoptó las Especificaciones primero para Protección de Edificios Contra el Relámpago en 1904. Se adoptaron las normas revisadas en 1905, 1906, 1925, 1932, y 1937. En 1945, el Comité de NFPA y el Comité de ASA paralelo en Protección Contra el Relámpago se reorganizó y combinó bajo el patrocinio de NFPA, el Escritorio Nacional de Normas, y el Instituto americano de Ingenieros Eléctricos (ahora el IEEE). En 1946, NFPA actuó para adoptar la Parte III y en 1947 una edición revisada que incorpora esta parte publicó. Más allá revisiones recomendadas por el Comité fueron adoptadas por NFPA en 1949, 1950, 1951, 1952, 1957, 1959, 1963, 1965, 1968, 1975, 1977, 1980, 1983, 1986, 1989, y 1992.

Comenzando con la 1992 edición del Código de la Protección del Relámpago, el NFPA que la designación numérica del documento se cambió de NFPA 78 a NFPA 780.

Con la emisión de la 1995 edición, el nombre del documento se cambió del Código de Protección del Relámpago a la Norma para la Instalación de los Sistemas de Protecciones del Relámpago. Este cambio se dirigió por el Concilio de las Normas para hacer el título más con precisión refleje el volumen del documento. Además, el Concilio dirigió ciertos cambios al alcance del documento

para clarificar que que el documento no cubrió los requisitos de la instalación de protecciones del relámpago para sistemas de emisión de serpentina tempranos o dissipater del relámpago forme los sistemas.

La 1997 edición de NFPA 780 cambios editoriales incorporados para hacer más usuario al documento amistoso.

Emitiendo este documento, el Concilio de las Normas ha notado ese relámpago es un estocástico, si no el proceso caprichoso, natural. Su conducta no se entiende todavía completamente. Se piensa que esta norma proporciona los requisitos, dentro de los límites del estado actual de conocimiento, para la instalación de aquéllos los sistemas de protecciones del relámpago cubiertos por la norma.

La 2000 edición de NFPA 780 fue enmendada para mantener los requisitos las estructuras abiertas como aquéllos encuentre en los campos de golf. Un 1998 relámpago llamarada densidad mapa reemplazó el 1972 relámpago frecuencia isoceraunic mapa.

La 2004 edición de NFPA 780 refleja una revisión editorial extensa de la norma para obedecer la última edición del Manual de NFPA de Estilo. Estas revisiones incluyen la suma de tres capítulos administrativos al principio de la norma: “La administración,” “las Publicaciones de Referenced,” y “las Definiciones.” Cinco capítulos técnicos siguen los capítulos administrativos en la misma sucesión como en la 2000 edición. Otras revisiones editoriales incluyen el breakout de párrafos con los requisitos múltiples a los párrafos individualmente numerados para cada requisito, la minimización de uso de las excepciones, el uso de títulos consistentes para las secciones y subdivisiones de la sección, y reorganización para limitar párrafo que numera a seis dedos. El Sistema Internacional de Unidades, normalmente conocido como SI o métrico, se usa a lo largo del documento. Los apéndices se han renombrado los anexos y se han pedido de nuevo en una sucesión más lógica.

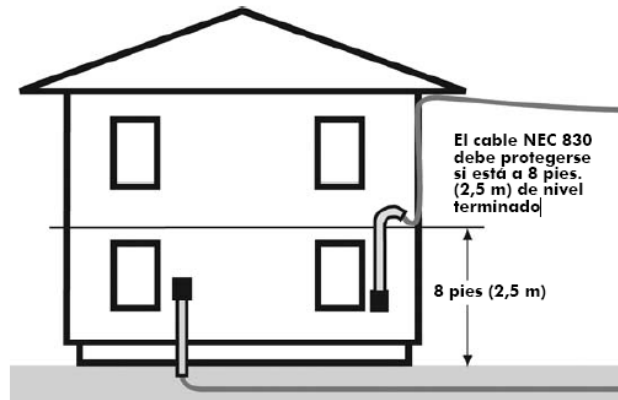
La 2004 edición también contiene varias revisiones técnicas a lo largo de la norma. Éstos incluyen a lo siguiente: conductor principal, la tira sólida, se agregó para la Clase II requisitos materiales para estructuras ordinarias que exceden 75 pies en la altura; pueden usarse las barandales como un suplente para abajo conductores; la separación adicional entre las varas molidas se requiere donde se usan las varas conectaron con tierra múltiples; la guía adicional se mantiene esos casos dónde es necesario instalar al conductor conectando con tierra directamente en el lecho de roca; la sección tituló “la Supresión de la Ola” era completamente vuelto a escribir; pueden usarse los titanio huelga terminación dispositivos ahora; y en el Anexo K el término que la jaula de Faraday se reemplazó con la jaula metálica.

NORMA NEC 830

La norma NEC 830 requiere que los cables de banda ancha alimentados que se acoplen a un edificio dentro de 8 pies (2,5 metros) del nivel finalizado **deben estar protegidos por una moldura o conducto**. Si está usando CIC, este requerimiento se puede cumplir fácilmente al extender el conducto desde el piso al punto de entrada.

Si está usando el cable de enterrado directo sin conducto, deberá instalar el cable en conducto comenzando a 18 pulg. (45 cm) debajo del nivel terminado y culminando en contacto con la caja de la unidad NIU.

Con una instalación aérea, el cable debería colocarse en conducto con una unión en J en la parte posterior para prevenir que penetre el agua en la unidad NIU, y de inmediato continuar a la parte superior de la caja de la unidad NIU.



PÉRDIDA EN DECIBELIOS POR METRO DE CABLE COAXIAL

Tipo	Pérdida (dB/m)	Diámetro externo (mm)
RG8	0.39	10.29
RG8X	0.6(?)	6.15
RG58C	0.90	4.95
RG59	0.51	6.15
RG142/RG400	0.59	4.95
RG188	1.39	2.8
RG316	1.26	2.74
Belden 9913	1.28	2.49
(RG8/U)	0.20	10.29

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- [1] FREEMAN, Roger, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Primera Edición, Editorial Limusa, México 1991.
- [2] SKLAR, Bernard, Digital Communications Systems, Segunda Edición, Prentice Hall, Estados Unidos 2001.

REFERENCIAS DE INTERNET

- [1] Reglamento y Norma Técnica para Sistema Troncalizado, <http://www.conatel.gov.ec>, acceso: 26 de Noviembre del 2009.
- [2] Resumen anual de estadística de Sistema Convencionales y Troncalizados, <http://www.supertel.gov.ec>, acceso: 5 de Septiembre del 2009.
- [3] Fabricantes de Antenas, <http://www.commscope.com/andrew/eng/index.html>, acceso: 5 de Enero del 2010.
- [4] Tutorial Sistema Smart Zone 4.1, <http://www.motorola.com>, acceso 15 Julio del 2009.
- [5] Información de microondas, pruebas, http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/6516/1/GESTION_Y_MONIT.pdf, acceso: 6 Junio del 2009.
- [6] Decibelio, www.wikipedia.com, acceso: 27 de Febrero del 2010.
- [7] Antenas, <http://.Andrew.com>, acceso: 28 de Febrero del 2010.
- [8] Manual Microonda Harris Stratex, Modelo TRuepoint 5200 6 QPSK, <http://.harris.com>, acceso: 29 de Febrero del 2010.

[9] Valores normalizados cables AWG,
<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Valores-normalizados-cables-AWG.html>,
acceso: 11 de Marzo del 2010.

[10] NFPA 780 Normal para la instalación de los Sistemas de Protecciones del Relámpago,
http://www.atmo.arizona.edu/students/courselinks/spring07/atmo589/articles/NFPA_780_2004.pdf, acceso: 25 de Abril del 2010.

[11] Perdida de decibelio por metro cuadrado,
<http://www.todoantenas.cl/perdidas-coaxial.html>, acceso: 25 de Abril del 2010.