

**“UNIVERSIDAD DE CUENCA”
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

***“DISEÑO DE UN ENLACE TELEFÓNICO E
IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS ADICIONALES, PARA
GUALACEO, PAUTE, CHORDELEG Y EL CABO”***

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO.**

DIRECTOR:

Ing. FABIÁN JARAMILLO P.

AUTORES:

**CARLOS MÉNDEZ BRAVO
FAVIO ESTRELLA MARÍN**

CUENCA – ECUADOR

2006

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han aportado con su valiosa asesoría y asistencia, en especial a los ingenieros: Alcides Araujo, José Montesinos y Esteban Mendieta funcionarios de la Empresa de Telecomunicaciones Pacifictel, cuyo aporte ha sido fundamental para obtener los resultados alcanzados en este trabajo.

Finalmente, queremos resaltar nuestra gratitud para el Director de Tesis, Ing. Fabián Jaramillo P. cuya experiencia, dirección y apoyo brindado a lo largo del presente trabajo de investigación.

Carlos Méndez B.

Favio Estrella M.

DEDICATORIA

*A Dios y a mis Padres por
su apoyo incondicional.*

Carlos

*A mi esposa Mariuxi, mis hijos
Estéban y Cristian, a mi madre
Florinda, a mis hermanos, tíos
y demás familiares presentes y
ausentes, que Dios les bendiga*

Favio

RESÚMEN

La presente tesis: ***Diseño de un enlace Telefónico e implementación de servicios adicionales, para Gualaceo, Paute, Chordeleg, y El Cabo***” consiste en realizar un análisis técnico - económico para la ubicación de una Central Telefónica en el cantón Gualaceo, que permita un enlace con los cantones de Paute, Chordeleg, mediante fibra óptica, previamente se hará un análisis de los enlaces inalámbricos y de los equipos ubicados en cada uno de los concentradores, luego se efectuará un diseño para la implementación de fibra óptica, en sustitución de los enlace de microondas existente, el estudio también incluirá los componentes y equipos activos a ser utilizados en la central proyectada, y en los concentradores, con el fin de obtener una infraestructura capaz de responder a las exigencias de los usuarios actuales y futuros de la zona.

Además se elaborará un diseño sobre una red de banda ancha que permita la integración de equipos y servicios, disminución de costos de prestación y tecnología, reducir la complejidad y proveer estrategias de convergencia de redes y por ende atender la demanda de nuevas aplicaciones.

Esta tesis también incluye un análisis económico para determinar los costos del proyecto a implementarse. Por

último, para complementar el estudio se darán algunas recomendaciones sobre las pruebas de calidad de servicio e instalación de la nueva red, así como de la red de planta externa existente.

ÍNDICE

Carátula.....	1
Agradecimiento.....	2
Dedicatoria.....	3
Resumen.....	4
Índice.....	5
Capitulo Uno Red Telefonica.....	6
Capitulo Dos: Diseño de la Central Telefónica en el Cantón Gualaceo.....	40
Capitulo Tres: Dimensionamiento de las Troncales para la Central Gualaceo.....	94
Capitulo Cuatro: Diseño de la Red de Acceso de Banda Ancha.....	133
Capitulo Cinco: Parámetros de Medición de la Red de Planta Externa.....	158
Capitulo Seis: Factibilidad y Presupuesto Economico..	177
Capitulo Siete: Conclusiones y Recomendaciones.....	199
Anexo uno : Metodología para la Determinación de la Demanda Telefónica.....	204
Anexo Dos : Equipos de Acceso xDSL.....	216
Bibliografía.....	235



CAPITULO UNO RED TELEFÓNICA

El capitulo uno presenta una evaluación inicial y una descripción de equipos e infraestructuras existentes en la red telefónica de PACIFICTEL.



CENTRAL DE TRANSITO EWSD PACIFICTEL AZUAY

1.1 ANTECEDENTES

Nuestra sociedad hoy en día experimenta cambios significativos en sus hábitos de trabajo, en sus relaciones personales, costumbres y vida social, creando un escenario caracterizado por la globalización de las economías, desregulación de las telecomunicaciones y alta competitividad, que demanda mejores soluciones tecnológicas para la actividad productiva y el hogar.

Estas necesidades crecientes empujan a los proveedores de servicios en direcciones diferentes, no solamente deben invertir más en tecnologías susceptibles de satisfacer con la mayor rapidez posible a los impacientes usuarios residenciales y profesionales, sino que deben elegir sistemas capaces de almacenar contenidos y tráfico de una manera eficiente. Poniendo mucho énfasis en el aspecto financiero, ya que el gran desafío está en encontrar un equilibrio entre las presiones comerciales y económicas.



En lo personal, nos es de gran interés realizar este proyecto, ya que mientras cumplimos con un requisito para obtener el título de Ingeniero Eléctrico, aportaremos al crecimiento de la Empresa de Telecomunicaciones PACIFICTEL en su afán de brindar nuevos servicios que demandan los usuarios actualmente.

1.2 EVALUACIÓN INICIAL

La central Siemens de Pacifictel cuenta con un *Sistema electrónico de conmutación digital* (EWSD), ofreciendo varias alternativas para aplicaciones ISDN/PSTN que pueden ser:

Nodos Locales:

Permite la conexión directa de abonados analógicos/digitales que pueden estar ubicados local o remotamente por medio de una *Unidad de línea digital* (DLU), o vía interfaces V5 a través de la red acceso. Los usuarios telefónicos ubicados en los cantones de la provincia del Azuay (excepto Cuenca) son atendidos por esta central, utilizando concentradores próximos al abonado y sistemas multiacceso mediante los cuales se brinda el servicio a pequeñas poblaciones que se encuentran dispersas en el área de cobertura. La comunicación entre el centro de conmutación local y los



respectivos concentradores se realiza mediante enlaces de microondas a una frecuencia de 7 y 8 GHz.

Nodos de Tránsito:

La central de tránsito de Pacifictel, conmuta el tráfico hacia las centrales locales de ETAPA y las ubicadas en la provincia de Cañar y Morona Santiago, por medio de troncales digitales utilizando señales PCM de 2 Mbps, permitiendo cursar las llamadas telefónicas de la región austral con el resto del país.

Nodos Gateway:

El EWSD ofrece todas las funciones de *pasarela* para las redes de otras compañías operadoras, tales como sistemas de señalización internacionales, compensación de eco para llamadas intercontinentales o para enlaces de satélites.

El esquema anterior muestra la central EWSD como central de tránsito, la cual cursa el tráfico telefónico de las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago.

1.1.1 CONFIGURACIÓN FÍSICA DE LA CENTRAL

En la central de PACIFICTEL, los armarios están dispuestos en hileras, cada uno con dos puertas (frontal y posterior). Un

armario está dividido en sub-armarios (marcos portamódulos) los cuales pueden alojar una o dos hileras horizontales de módulos, dependiendo del tamaño del panel posterior, las hileras de módulos son identificados por las letras A o C, para facilitar su localización.

Las instalaciones de la central son alimentadas con una tensión de 48V o 60V de los sistemas de energía centrales.

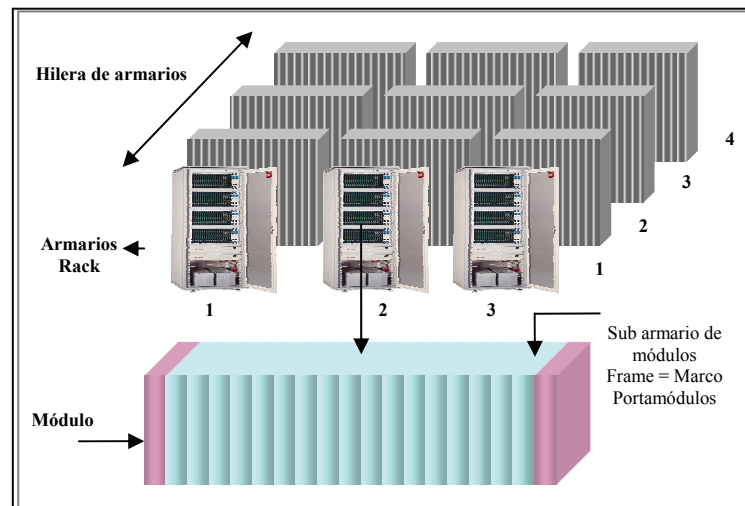
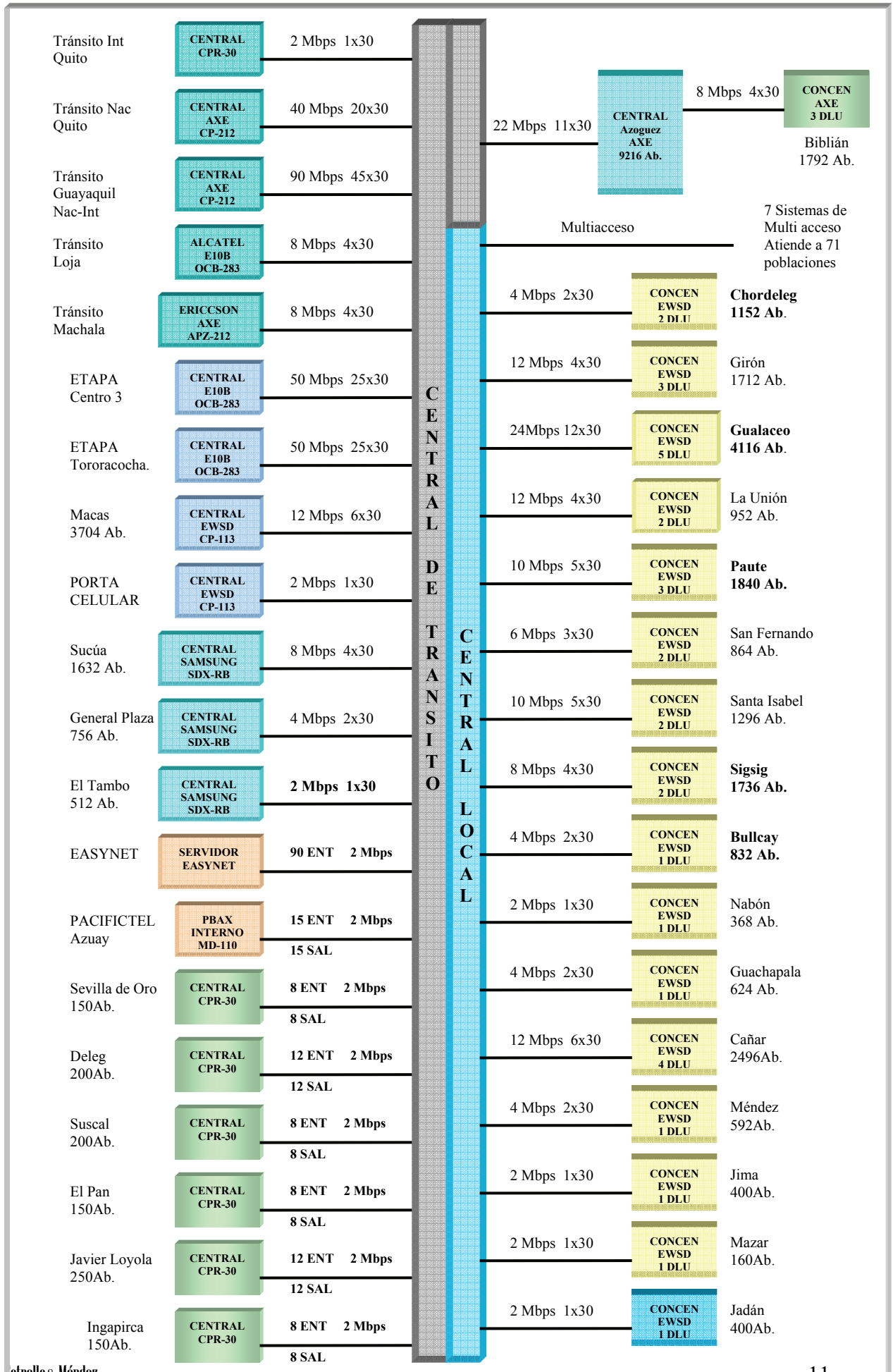


Fig. 1.1 Configuración de los armarios en la central Pacifictel



1.3 INVENTARIO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

1.3.1 ARQUITECTURA DEL CENTRAL EWSD

La central de tránsito de Pacifictel, incluye las siguientes unidades de hardware, cada una de las cuales tiene sus propios procesadores de control: *La Unidad de Línea Digital (DLU), Módulo Línea/ Troncal (LTG), Matriz de Conmutación (SN), Controlador de Señalización por Canal Común (CCNC), Procesador de Coordinación (CP), Generador central de Reloj (CCG).*

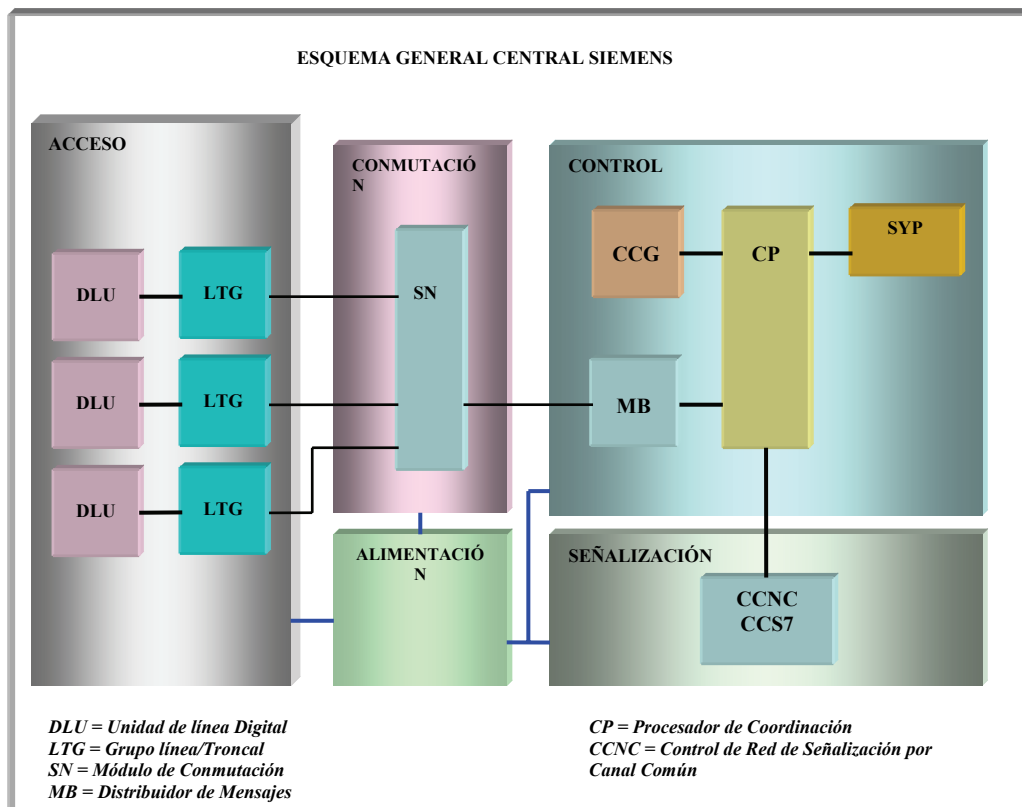


Fig. 1.2 Esquema General de la Central de Pacifictel



1.3.1.1 UNIDAD DE LÍNEA DE ABONADO DIGITAL (DLU)

Esta unidad permite realizar el enlace de líneas de abonado analógicas/digitales, líneas de acceso PBX, proporciona ganancia de par para líneas analógicas existentes, además incluye el interfaz V5.1

Las DLU se pueden instalar ya sea formando parte del sistema de conmutación en la central (local) o como una unidad de línea remota en lugares donde existen grupos de usuarios, reduciendo la longitud del circuito de abonado y concentrando el tráfico hacia el nodo en los enlaces digitales, logrando de esta manera ampliar el área de cobertura de la central y disminuir costos de red.

Las unidades funcionales centrales y periféricas de la DLU se comunican por medio de *los distribuidores de bus BD0/1* duplicados. La distribución de las señales la asumen:

- ✚ Distribuidores de bus BD... en el módulo (BDCG)
- ✚ Módulos básicos de distribuidor de bus (BDB)
- Módulos de ampliación de distribuidor de bus (BDE)

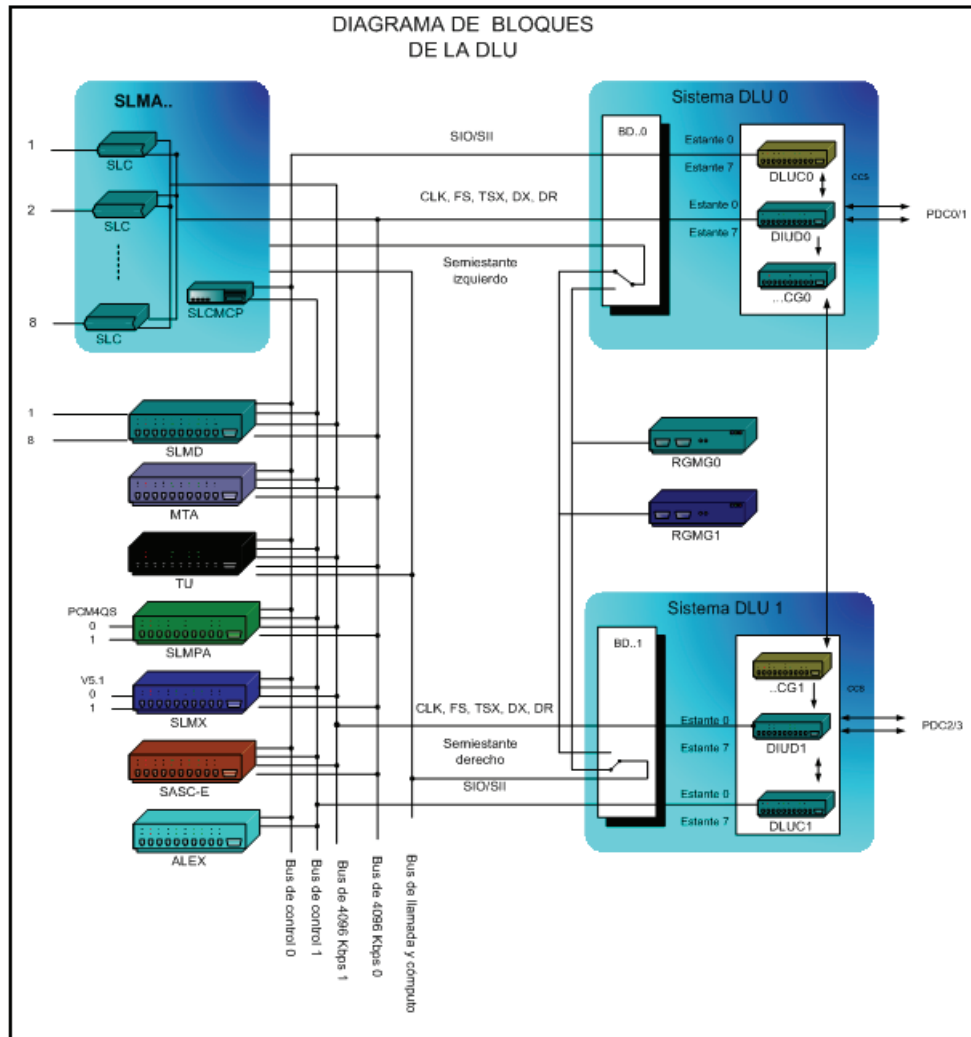


Fig. 1.3 Estructura de la DLU

La siguiente tabla resume la disposición actual de las DLUs en las localidades de estudio

DISTRIBUCIÓN DE LAS DLUs POR LOCALIDAD											
LOCALIDAD	CODIGOS	DLU	SHELF	DLUC0			DLUC1			CANT. ABO POR DLU	TOTAL POR LOCALIDAD
				TSG	LTG	DIU	TSG	LTG	DIU		
GUALACEO	2255 2256 2257 2258	100	A	1	23	0	0	10	1	888	4116
				1	23	2					
	110	A	0	10	0	0	8	3	896		
			0	10	2						
	120	A	1	22	2	0	9	1	924		
				1	22	3					
	270	D	1	37	0	1	38	0	928		
				1	37	2					
280	D	1	37	1	1	38	1	480			

				1	37	3					
CHORDELEG	2223 2224	230	D	1	33	3	1	34	3	912	1152
		330	D	1	24	2	1	41	0	240	
SIGSIG	2266 2267	40	A	0	4	0	1	23	1	904	1736
		220	D	0	4	2					
				1	34	0	1	33	1	832	
PAUTE	2250 2251	50	A	0	4	1	0	5	1	560	1840
		60	A	0	4	3	0	5	3	544	
		210	D	1	24	0	1	30	1	736	
				1	24	1					
EL CABO	2203	290	D	1	39	0	1	40	0	832	832
				1	39	2					

Tabla 1.1 DLUs instaladas

En la Fig. 1.4 se presenta la configuración de la DLU como unidad remota que se encuentra instalada en los concentradores de la central Cuenca.

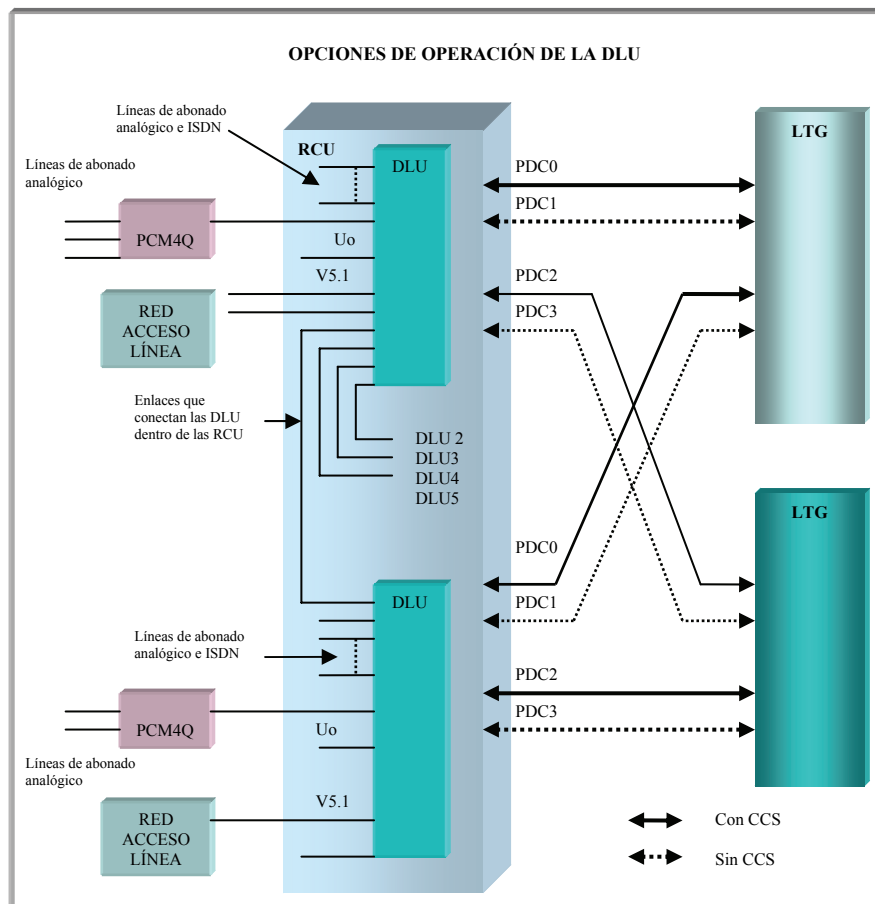


Fig. 1.4 DLU instalada como Unidad Remota

1.3.1.2 GRUPO LÍNEA/TRONCAL (LTG)

El grupo de conexión línea/troncal (LTG), constituye un interfaz entre el nodo y la red de conmutación digital (SN). El LTG transmite y recibe informaciones vocales de ambos lados de la red de conmutación (SN0 y SN1), el enlace lo establece una línea múltiplex secundaria (SDC), cuya velocidad de transferencia desde LTG hacia la SN y viceversa es de 8192 Kbps (abreviado, 8 Mbps). Cada línea múltiplex dispone de 127 intervalos de tiempo de 64 Kbps para información útil y un intervalo de tiempo de 64 Kbps para mensajes entre el procesador de coordinación (CP) y el procesador de grupo (GP).

Los tipos funcionales del LTG son:

- ✚ *Tipo funcional B.-* Comprende **LTG G/M/N** puede ser aplicado para conectar: DLU, PBX, periférico inteligente, procesamiento de paquetes de una red X.25, red de acceso V5.2 (solamente para el LTG M/N).
- ✚ *Tipo funcional C.-* Comprende **LTG G/M/N**, puede ser aplicado para conectar: troncales con señalización CAS, troncales con señalización CCS7, canales de señalización CCS7.
- ✚ *Tipo funcional D.-* Comprende **LTG D**, se puede conectar: troncales internacionales con supresión de eco / señalización número 5.

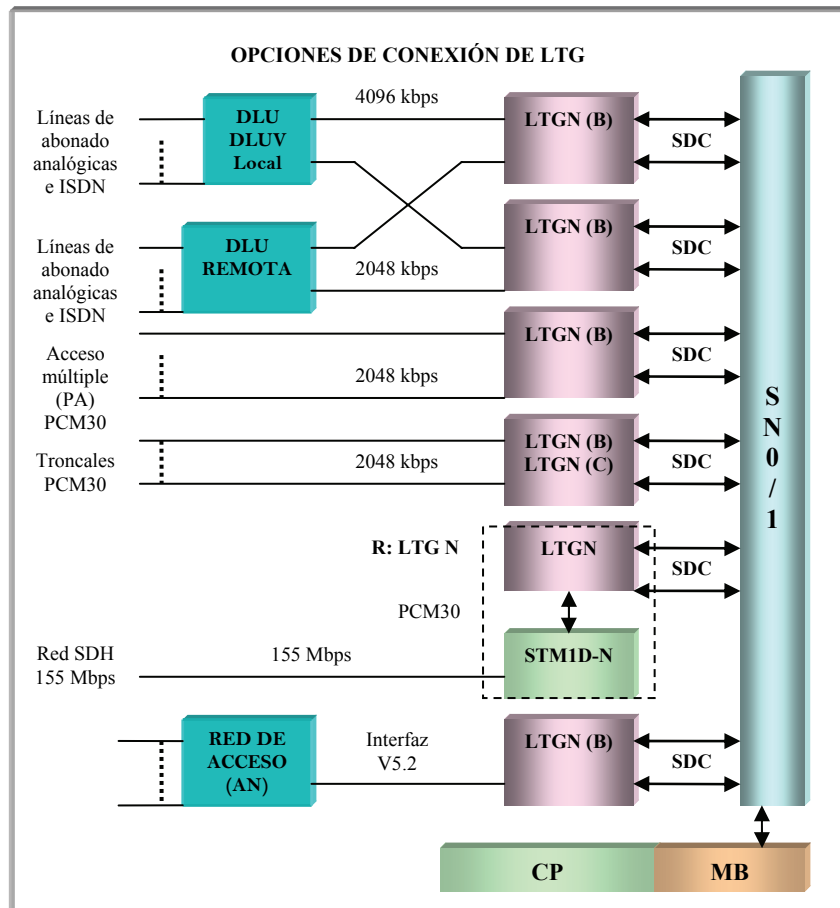


Fig. 1.5 Opciones de Conexión de la Unidad LTG

🚧 **Tipo funcional H.-** Procesamientos de cuadros para la des-compactación de los paquetes de datos X.25 de abonados ISDN.

A continuación se muestra la asignación de los LTGs para cada una de las DLUs.

DISTRIBUCIÓN DE LTGs EN LA CENTRAL CUENCA								
TSG	LTG	DIU	DLU	DLUC	LOCALIDAD	SHELF	CANT. ABONADOS	TOTAL ABONADOS/LTG
0	4	0	40	0	SIGSIG	A	904	2008
		2	40	EXT-0				
		1	50	0	PAUTE	A	560	
		3	60	0	PAUTE	A	544	
0	5	1	50	1	PAUTE	A	560	1104



		3	60	1	PAUTE	A	544	
0	8	3	110	1	GUALACEO	A	896	896
0	9	1	120	1	GUALACEO	A	924	924
0	10	0	110	0	GUALACEO	A	896	1784
		2	110	EXT-0				
		1	100	1				
1	22	2	120	0	GUALACEO	A	924	924
		3	120	0 EXT				
1	23	0	100	0	GUALACEO	A	888	1792
		2	100	0 EXT				
		1	40	1				
1	24	0	210	0	PAUTE	D	736	976
		1	210	EXT-0				
		2	330	0				
1	30	1	210	1	PAUTE	D	736	736
1	33	1	220	1	SIGSIG	D	832	1744
		3	230	0	CHORDELEG	D	912	
1	34	0	220	0	SIGSIG	D	832	1744
		2	220	EXT-0				
		3	230	1				
1	37	0	270	0	GUALACEO	D	928	1408
		2	270	0 EXT	GUALACEO	D		
		1	280	0	GUALACEO	D	480	
		3	280	0 EXT	GUALACEO	D		
1	38	0	270	1	GUALACEO	D	928	1408
		1	280	1	GUALACEO	D	480	
1	39	0	290	0	EL CABO	D	832	832
		2	290	EXT-0				
1	40	0	290	1	EL CABO	D	832	832
1	41	0	330	1	CHORDELEG	D	240	240

Tabla 1.2. LTG existentes por localidad.

1.3.1.3 MÓDULO DE CONMUTACIÓN (SN)

La red de conmutación es la encargada de atender las solicitudes de conexión proveniente de los abonados y/o de otras centrales o redes telefónicas y mediante el análisis del número marcado por el usuario encaminar el tráfico hacia su destino, el cual puede terminar en la misma central o ser



enrutado hacia otras centrales o redes. Sus funciones principales son:

- ✚ Conexiones de canal de usuario entre los LTG (conexiones temporales), determinados por los abonados al introducir la información de marcación.
- ✚ El intercambio de mensajes interno del EWSD entre los controles del LTG, CCNC y el CP vía los canales de mensajes fijos (MCH), para intercambio de información de control.
- ✚ Los mensajes de señalización CCS7 entre los canales de señalización en las rutas PCM conectados al LTG y al CCNC.

La SN (B) interconecta las vías de enlace según el principio **“tiempo – espacio – tiempo”**

Las vías de enlace de una de un SN 63: LTG pasa por los siguientes módulos:

- ✚ Módulo de interfaz entre TSM y LTG (LIL).
- ✚ Módulo de conmutación de tiempo (TSM).
- ✚ Módulo de conmutación de espacio (SSM16/16).

Los controles de cada grupo de conmutación de tiempo, grupo de conmutación de espacio constan de dos módulos o unidades funcionales de control:

- ✚ El control de grupo de conmutación (SGC).
- ✚ El módulo de interfaz entre SGC y la unidad de distribución de mensajes (MBU: SGC), denominado LIM



Los interfaces constan de líneas de información digitales (líneas múltiplex secundarias = SDC) para ambas direcciones de transmisión a una velocidad de 8192 Kbps (equivalente a 128 intervalos de tiempo), acompañada cada una con una línea para los impulsos de reloj de la central de 8192 kHz y una línea para los bits de alineación de trama de 2 kHz.

1.3.1.4 PROCESADOR DE COORDINACIÓN (CP)

El procesador de coordinación (CP) se encarga de las tareas comunes dentro del nodo de red, como son: la coordinación de los controladores de microprocesador distribuidos y de la transferencia de datos entre aquéllos. Las características principales del CP son:

- ✚ Esta integrado por sistemas de multiprocesadores de alto desempeño, el procesamiento tiene una capacidad de direccionamiento de 32 bits o 4 Gbytes,
- ✚ Puede atender más de 1'000.000 de tentativas de llamada en la hora pico (BHCA)
- ✚ Brinda seguridad por la redundancia en las unidades funcionales centrales como BAP, CAP, CMY, BCMY, IOC.
- ✚ Memoria local por cada procesador con una capacidad máxima de 64 Mbytes, DRAM de 16 Mbits.



- ✚ Memoria común con capacidad de ampliación de 64 a 512 Mbytes (con CP113C), la misma que está constituida por unidades DRAM de 16 Mbits.

El procesador de coordinación es un sistema multiprocesamiento modular, que se compone de las siguientes unidades funcionales:

- ✚ Procesadores básicos (BAP).
- ✚ Procesadores de conmutación (CAP).
- ✚ Controles de entrada/salida (IOC).
- ✚ Bus a la memoria común (BCMY).
- ✚ Memoria común (CMY).
- ✚ Procesadores de entrada/salida (IOP).

1.3.1.5 GENERADOR CENTRAL DE IMPULSOS DE RELOJ (CCG)

La conmutación y transmisión de información requieren siempre un funcionamiento sincronizado de todos los equipos implicados, para cumplir dicho objetivo se requiere de una alimentación de impulsos de reloj de alta fiabilidad, exactitud y estabilidad para todos los nodos de la red digital, dicha tarea está asignada al generador central de impulsos de reloj ó CCG.

La designación de los impulsos y señales están designadas



de la siguiente forma:

- ✚ CLK, CLK' = corresponde a la temporización de la central a través de una frecuencia nominal de **8192 KHz**.
- ✚ SYCLK = Corresponde a la temporización de sincronización, con una frecuencia de precisión de **8 KHz**.
- ✚ FMB, FMB' = Palabra de alineación de trama 2000 impulsos/s.
- ✚ LCLK= Es una frecuencia nominal de **2048 KHz** para sistemas PCM30.
- ✚ LFS = Señal de alineación de trama 4000 impulsos/s para sistemas PCM 30.
- ✚ CTRLCLK = Es la temporización de control a una frecuencia de nominal de 2048 KHz.

1.3.1.6 MÓDULO DE SEÑALIZACIÓN CCNC

Para poder intercambiar información, las redes de comunicación que enlazan dos equipos terminales de usuario, requieren un intercambio de señalización entre centrales. En la central EWSD el equipo que realiza esta tarea es el "**Control de red de señalización por canal común (CCNC)**" que se encarga del intercambio de



mensajes entre distintos nodos de red utilizando un canal de señalización común correspondiente. Las unidades funcionales del CCNC son:

Sistema de multiplexación (MUX). Sirve para combinar todos los enlaces de señalización derivados del CCNC en un SDC dirigido a la matriz de conmutación y distribuir los enlaces de entrada de este SDC para los SILTDs en el CCNC. Este sistema de multiplexación consta de dos etapas: un multiplexor maestro duplicado (MUXM0/1) y 32 multiplexores secundarios (MUXS).

Grupos de terminales de enlace de señalización (SILTG). Consiste de hasta 8 terminales de enlace de señalización digital (SILTDs) y un control de terminal de enlace de señalización (SILTC). Los 254 enlaces de señalización en un CCNC pueden dividirse en un máximo de 32 grupos de terminales de enlace de señalización (SILTs).

Procesador de red de señalización por canal común (CCNP). Realiza el encaminamiento, discriminación y distribución de los mensajes de señalización, incluyendo el interfaz para el CP. Esta unidad se encuentra duplicado (**CCNP 0/CCNP 1**) y está conectada con todos los SILTGs instalados en el sistema.

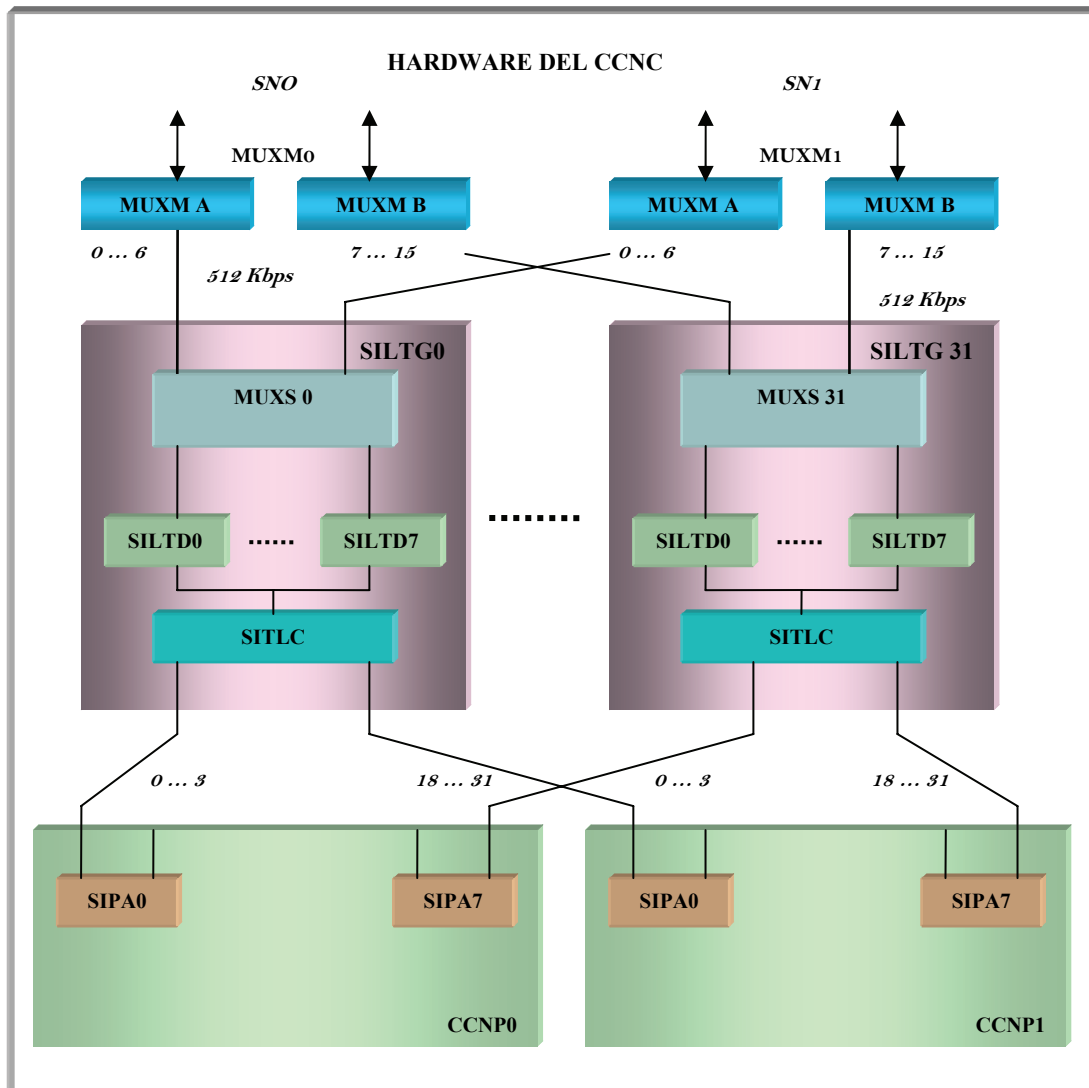


Fig. 1.6 Unidades funcionales del CCNC

1.3.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El enlace radioeléctrico de PACIFICTEL se encuentra en la banda SHF, en donde la propagación de la onda espacial es a través de la troposfera, permitiendo brindar el servicio de telefonía fija a las provincias de Azuay (excepto Cuenca), Cañar y Morona Santiago. Los enlaces existentes son



digitales, la modulación de la portadora es binaria o multinivel, ya sea PSK ó QAM. La señal moduladora (voz y datos) es multiplexada mediante una técnica de transmisión SDH y PDH, que va desde los 2 Mbps (30canales) hasta los 155 Mbps (1920 canales). Los radioenlaces establecen circuitos del tipo dúplex, en donde se transmiten dos portadoras moduladas f_1 y f_2 una para cada sentido, lo que se denomina radiocanal.

Debido a la geografía de la zona, se utilizan enlaces de microondas entre la central y los concentradores ubicados en los cantones a una frecuencia entre 7 y 8 GHz, esta opción ha permitido: un volumen de inversión más reducido con respecto a medios de transmisión guiados, instalación rápida y superar las irregularidades del terreno.

1.3.2.1 ESTRUCTURA DEL RADIOENLACE

El sistema de radioenlace de Pacifictel está constituido por estaciones terminales y estaciones repetidoras con sus respectivos equipos de transmisión, recepción, módems, antenas y elementos de supervisión y control. La arquitectura de una red de microondas está formada por una combinación de estaciones terminales (end site) y estaciones



agregadas (aggregation site), ambas pueden ser de: mediana ó alta capacidad, protegidas o no protegidas.

Los estaciones agregadas de mediana capacidad tienen enlaces de microondas que transportan tráfico agregado de 34 Mbps hacia la cabecera de la red, y en la dirección *descendente* tienen estaciones terminales subtendidas con interfaces de tráfico E1, E2 hasta E3. Los sitios agregados de alta capacidad tienen enlaces que transportan tráfico igual o mayor a 155 Mbps, a través de un medio óptico o microonda utilizando una topología anillo o punto a punto con redundancia.

Los proveedores de los equipos utilizados en las estaciones son Nera, Siemens y Ericsson, los cuales entregan soluciones de transporte en microonda SDH y PDH punto a punto (2, 8, 34, y 155 Mbps), en un rango de frecuencia comprendido entre los 7.1 a 7.7 GHz, y 7.7 a 8.5 GHz, con un rango de potencia de transmisión ajustable en pasos de 1 dB desde - 40 dBm hasta +28 dBm dependiendo del modelo, la configuración del equipo puede ser 1+0, 1+1, 3+1. La conmutación automática en caso de sistemas con redundancia, puede ser realizada para la configuración *hot stand-by* o *working stand-by*.

La capacidad de cada enlace digital es la siguiente: para el tramo entre Cuenca y Señor Pungo se encuentran equipos Nera de 3 x 155 Mbps denominados enlaces Cuenca 1,



Cuenca 2, Cuenca 3, con configuración 3+1. Los enlaces Sr. Pungo-Gallil, Sr. Pungo-Simbala y Sr. Pungo-Patococha son equipos de transmisión NERA que tienen una capacidad de 1x155 Mbps en configuración 1+1.

Los equipos de microondas ubicados en los enlaces de: Gallil–El Cabo, Gallil-Paute, Gallil-Gualaceo, Gallil-Sigsig, tienen una capacidad 1x34 Mbps (PDH) marca Siemens y Minilink Ericsson; el enlace Gallil-Chordeleg es un PDH de 8 Mbps de Siemens. Las frecuencias para cada salto son presentadas en pares en la tabla 1.3 y la configuración de los equipos PDH en la figura 1.7. Cada variante de frecuencia de una unidad de radio cubre una sub-banda de la banda de frecuencia y tiene distancia dúplex fija (diferencia entre la frecuencia transmitida y recibida). Los equipos de transmisión de radio de capacidad media tienen una potencia de salida de +1 a +21 dBm +/- 2dB (versión estándar), o +8 a +28 dBm +/- 2dB (versión alta potencia).

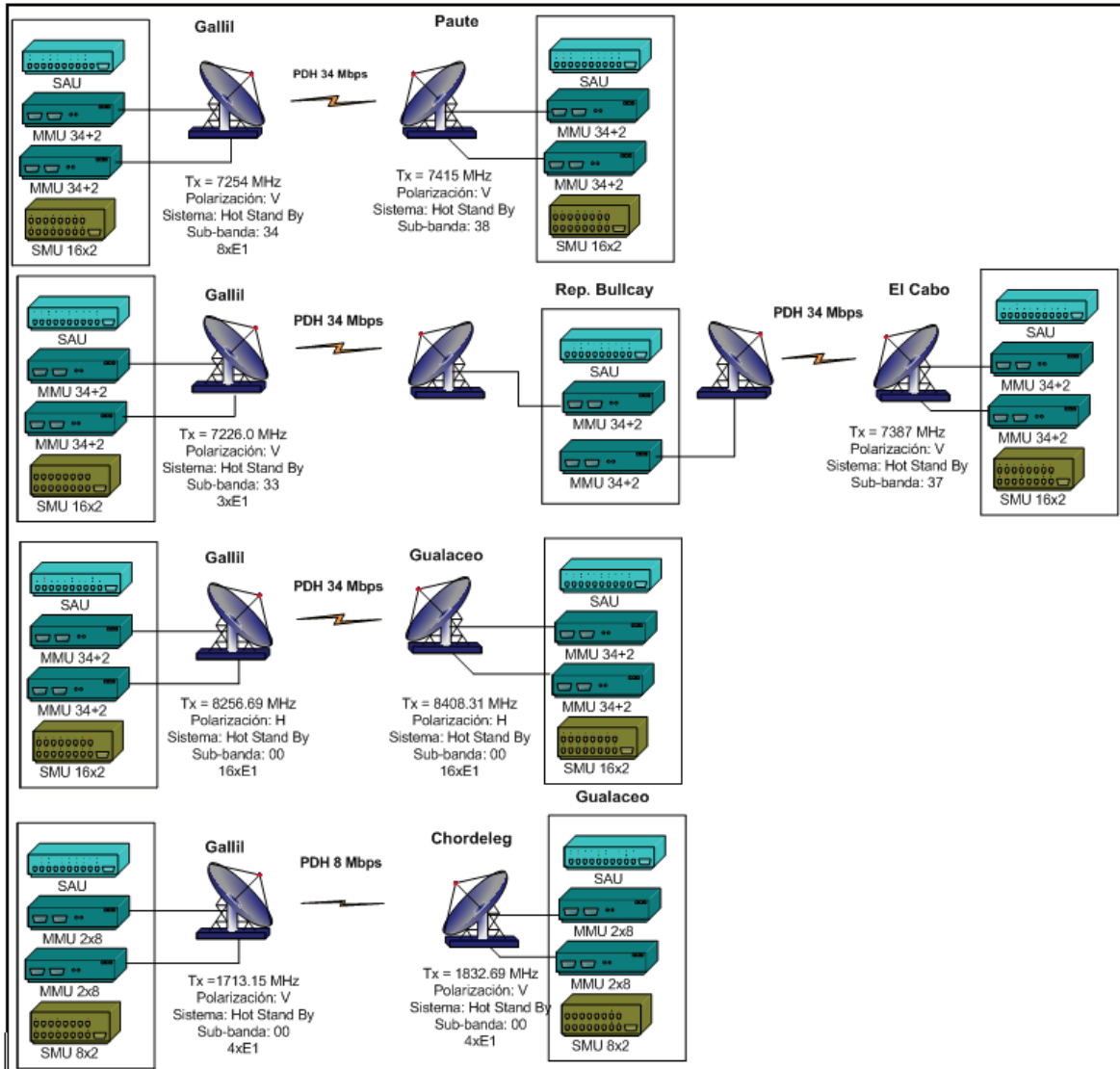


Fig. 1.7 Equipos PDH instalados por localidad.

1.3.2.2 PLAN DE FRECUENCIAS

La asignación de frecuencias se hace mediante el plan a dos frecuencias para cada radiocanal, esto permite optimizar el uso del espectro radioeléctrico. Para minimizar las interferencias cocanal debido a reutilización de frecuencias se cambia la polarización de la onda en cada vano, como se observa en las figuras 1.8 y 1.9.



El plan de disposición de los radiocanales, se establece para una banda y capacidad determinadas. Los parámetros del plan son:

- ✚ Banda de guarda = 1.65 MHz entre canales adyacentes.
- ✚ Número de radiocanales que pueden usarse en la banda = 8, cada uno con dos frecuencias: transmisión y recepción.
- ✚ Separación entre frecuencias adyacentes y entre frecuencias extremas y los bordes de la banda = 29.65 MHz, 1.565 MHz, respectivamente.
- ✚ Los valores de las frecuencias portadoras se calculan, variando n de 1 a 8 en las ecuaciones siguientes:
 - La mitad inferior $F_n = 8007.135 - 259.435 + 29.65n$
 - La mitad superior $F_n = 8007.135 + 22.235 + 29.65n$
- ✚ Para radiocanales adyacentes se alternan en cada vano las polarizaciones vertical y horizontal.
- ✚ Frecuencia central de la banda = 8007.135 GHz.
- ✚ Ancho de banda = 550 MHz.
- ✚ Ancho de banda del radiocanal = 28 MHz.

La asignación de frecuencias en el sistema de transmisión de PACIFICTEL es:

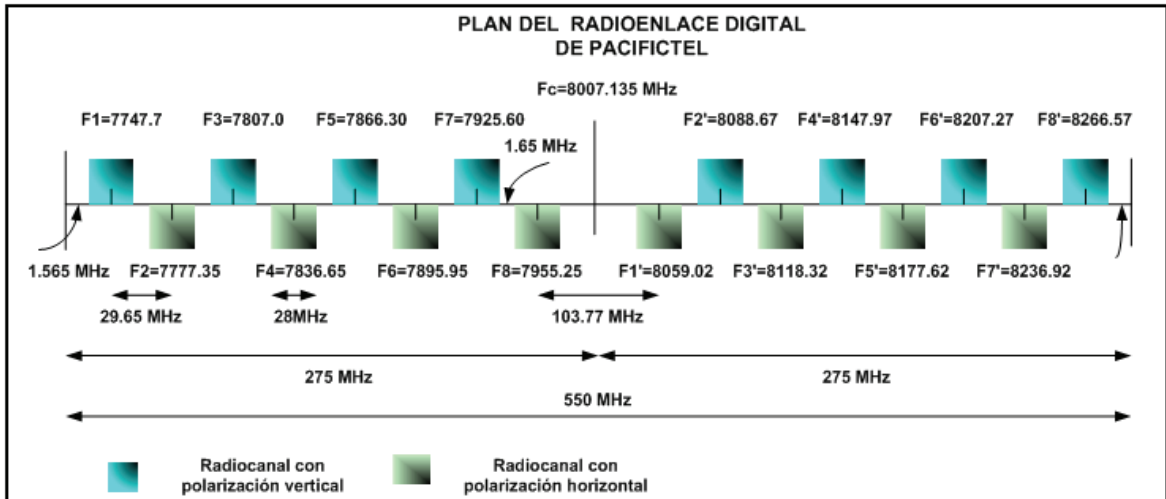


Fig. 1.8 Plan de frecuencias para los enlaces SDH

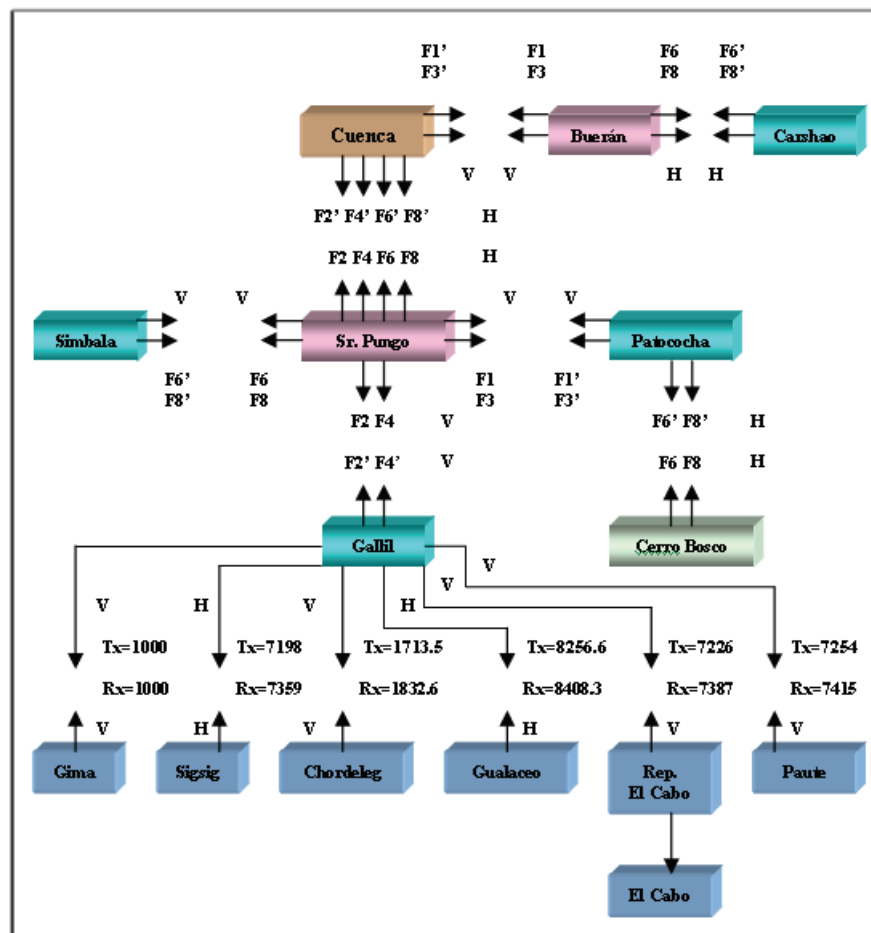


Fig. 1.9 Asignación de frecuencias para las estaciones terminales y repetidoras

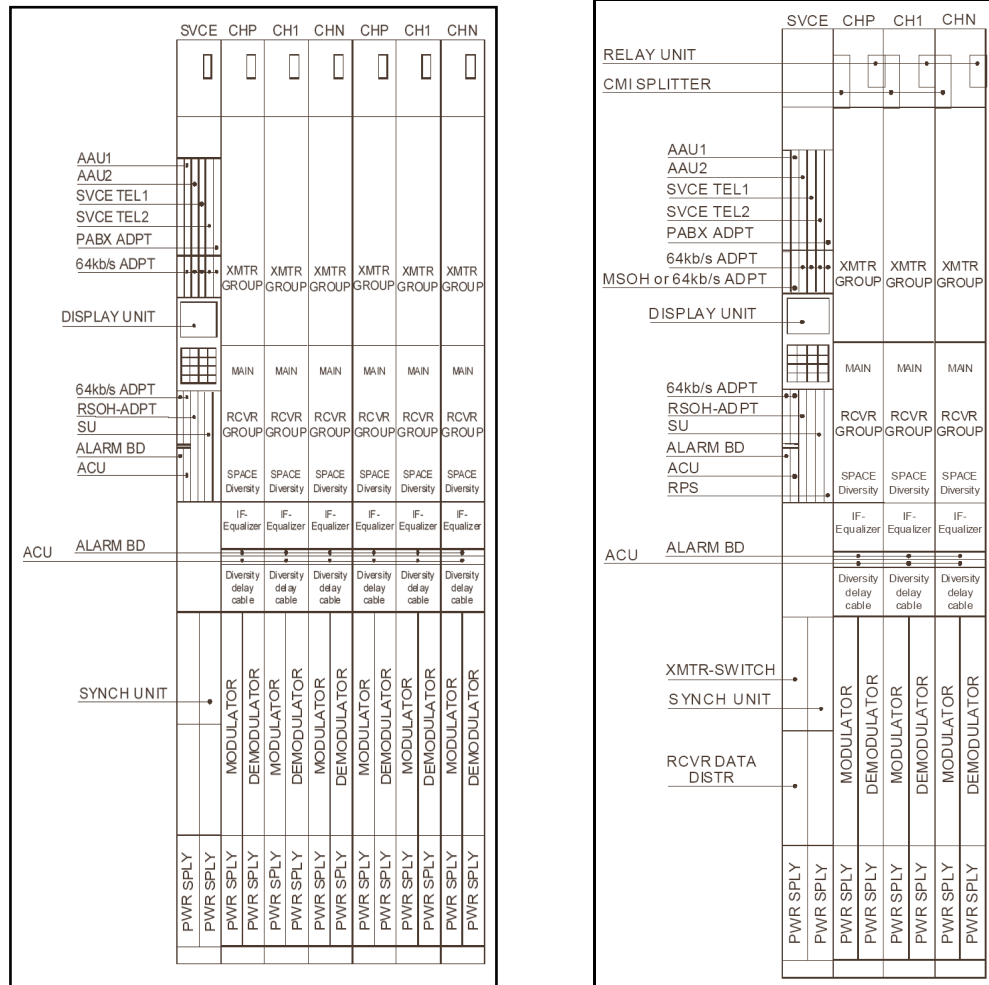
Sub-banda CD	Dúplex [MHz]	Frecuencia Tx baja/alta			Ordenado
		8 Mbps	2x8 Mbps	34+2 Mbps	
31	161	7128.00 /	7131.50 /	7138.50 /	31 7170,00
		7180.50	7177.00	7170.00	
		7289.00 /	7292.50 /	7299.50 /	
35	161	7341.50	7338.00	7331.00	32 7198,00
		7156.00 /	7159.50 /	7166.50 /	
		7208.50	7205.00	7198.00	
32	161	7317.00 /	7320.50 /	7327.50 /	33 7226,00
		7369.50	7366.00	7359.00	
		7184.00 /	7187.50 /	7194.50 /	
33	161	7236.50	7233.00	7226.00	35 7331,00
		7345.00 /	7348.50 /	7355.50 /	
		7397.50	7394.00	7387.00	
37	161	7212.00 /	7215.50 /	7222.50 /	36 7359,00
		7264.50	7261.00	7254.00	
		7373.00 /	7376.50 /	7383.50 /	
34	161	7425.50	7422.00	7415.00	37 7387,00
		7428.00 /	7431.50 /	7438.50 /	
		7480.50	7477.00	7470.00	
41	161	7589.00 /	7592.50 /	7599.50 /	41 7470,00
		7641.50	7638.00	7631.00	
		7456.00 /	7459.50 /	7466.50 /	
42	161	7508.50	7505.00	7498.00	42 7498,00
		7617.00 /	7620.50 /	7627.50 /	
		7669.50	7666.00	7659.00	
46	161	7484.00 /	7487.50 /	7494.50 /	43 7526,00
		7536.50	7533.00	7526.00	
		7645.00 /	7648.50 /	7655.50 /	
43	161	7697.50	7694.00	7687.00	44 7554,00
		7512.00 /	7515.50 /	7522.50 /	
		7564.50	7561.00	7554.00	
44	161	7673.00 /	7676.50 /	7683.50 /	45 7631,00
		7725.50	7722.00	7715.00	
		7484.00 /	7487.50 /	7494.50 /	
47	161	7536.50	7533.00	7526.00	46 7659,00
		7645.00 /	7648.50 /	7655.50 /	
		7697.50	7694.00	7687.00	
48	161	7512.00 /	7515.50 /	7522.50 /	47 7687,00
		7564.50	7561.00	7554.00	
		7673.00 /	7676.50 /	7683.50 /	
51	168	7725.50	7722.00	7715.00	48 7715,00
		7110.50 /	7114.00 /	7121.00 /	
		7159.50	7156.00	7149.00	
55	168	7278.50 /	7282.00 /	7289.00 /	51 7149,00
		7327.50	7324.00	7317.00	
		7110.50 /	7114.00 /	7121.00 /	
55	168	7159.50	7156.00	7149.00	52 7177,00
		7278.50 /	7282.00 /	7289.00 /	
		7327.50	7324.00	7317.00	

Tabla 1.3. Plan de frecuencias para los enlaces PDH de Ericsson

ESPACIAMIENTO DE CANAL	
VELOCIDAD	ANCHO DE BANDA
2x2 Mbps	3,5 MHz
4x2 y 8 Mbps	7 MHz
2x8 y 8x2 Mbps	14 MHz
17x2 y 34+2 Mbps	28 Mhz

Tabla 1.4. Ancho de banda para cada velocidad de transmisión.

1.3.2.3 EQUIPO DE TRANSMISIÓN SDH



Unidad Repetidora SDH N+1 Unidad Terminal SDH N+1
Fig. 1.10

El equipo de transmisión por microonda ubicado en los nodos de Cuenca, Sr. Pungo y Gallil es un NERA versión 292 cuyo rango de frecuencia de trabajo es de 7725 MHz hasta 8500 MHz, el cual está destinado para transmitir uno o múltiples STM-1s sobre uno o varios canales de radio. El tiempo de operación para la conmutación depende de la configuración del sistema el cual es más grande para un sistema N+1, para



ello se tiene los siguientes criterios de calidad con referencia a la tasa de error de bits, H-BER ($1E-3$), L-BER ($1E-6$), EW ($1E-10$). El tiempo de detección para L-BER y EW es menor 1mms.

Los esquemas de modulación empleados son: 16 QAM, 64 QAM, 128 QAM, 128 TCM. El consumo de potencia de un terminal 1+1 es de 286 W.

En el transmisor, la potencia de salida de la RAU para 155 Mbps, esta en el rango de 29.7 dBm +/- 2 dB. En el receptor, los máximos niveles de la señal son: -15 dBm para BER $1E-3$, -18dBm para BER $1E-6$ y -21dBm para $1E-10$.

El **PLANO 1.1** muestra la red existente de microondas de Pacifictel para la ruta Cuenca- Sr. Pungo – Gallil- estaciones terminales

El cuadro 1.5 resume los equipos SDH y PDH utilizados en cada una de las estaciones terminales y repetidoras en el sistema Cuenca1

1.3.3 RED DE PLANTA EXTERNA

1.3.3.1 UBICACIÓN Y LÍMITES DE LOS CONCENTRADORES

Las unidades de terminación de línea remota concentran todas las llamadas que se originan en cada una de las



localidades para ser atendidas por la central local ubicada en Cuenca. El área de servicio que cubre estas unidades está determinada por el límite de atenuación del circuito (9.5 dB) y el límite de resistencia (1040 ohmios), esto limita la longitud del circuito del abonado a 5 Km., por lo tanto, en cada cantón solamente las áreas urbanas y algunos sectores periféricos son atendidos por los concentradores.

El concentrador de Gualaceo se encuentra ubicado en la calle Manuel Reyes entre Nueve de Octubre y Tres de Noviembre, tiene instaladas 5 DLUs (100, 110, 120, 270 y 280), con una capacidad de 952 líneas de abonado cada una, dando un total de 4116 líneas. El concentrador de Paute está localizado en la calle Abdón Calderón entre García Moreno y Daniel Palacios, esta unidad cuenta con 3 DLUs (50, 60 y 210), con una capacidad de 1840 líneas telefónicas. El concentrador de Chordeleg, ubicado en calle Pompilio Orellana, tiene instaladas dos DLUs (230 y 330), que dan 1152 líneas disponibles. Por último el concentrador de El Cabo está ubicado próximo a la vía principal cuenta con una sola DLU 290, para dar servicio a 832 abonados.

SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CUENCA I DE PACIFICTEL									
ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	DIST.	ENLACE	EQUIPOS		BANDA DE OPERACIÓN	TORRE TIPO Y ALTURA
						TIPOS	CANTIDAD		
CUENCA	02 44 08 S	79 00 13 O	2560			RD STM-1	2+1	7/8	A-30
						RD STM-1	N+1	7/8	
						MUX-S 63x2	2		
						MUX-S 155 Mbps	1		
REP. SEÑOR PUNGO	02 48 04 S	78 56 06 O	3140	21200	CUENCA	MUX 16x2	1		A-30
						MUX PCM	7		
						GESTIÓN TMN	1		
						RD STM-1	2+1	7/8	
REP GALLIL	03 04 18 S	78 48 51 O	3265	30000	REP SEÑOR PUNGO	RD STM-1	2*(N+1)	7/8	A-20
						MUX-S 63x2	3		
						MUX-S 155 Mbps	1		
						RD 21x2	1+1	7/8	
REP. BULCAY				25320	REP GALLIL	RD STM1	N+1	7/8	A-20
						MUX-S 63x2	1		
BULCAY Y EL CABO	02 50 58 S	78 46 33 O	2200	590	REP BULCAY	RD 16x2	1+1	7/8	A-10
						MUX PCM	1		
PAUTE	02 46 31 S	78 40 34 O	2200	33380	REP GALLIL	RD 16x2	1+1	7/8	A-20
						MUX PCM	1		
GUALACEO	02°53'10.55" S	78°46'42.1" O	2220	20840	REP GALLIL	RD 16x2	1+1	7/8	A-40
						MUX PCM	1	7/8	
CHORDELEG	02°55'8.9" S	78°46'32" O	2360	17460	REP GALLIL	RD 4x2	1+1		A-10
						MUX PCM	1	2	

Tabla 1.5. Equipos existentes en nodos de transmisión.



1.3.3.2 ESTRUCTURA DE LA RED

La zona servida por las unidades remotas está dividida en zonas o distritos, esto posibilita el tendido de cables primarios de máximo 1200 pares de capacidad desde el nodo hasta cada uno de los armarios de distribución. La red secundaria constituida por cables de menor capacidad instalados desde el armario hasta cada una de las cajas de distribución, para llegar al abonado se utiliza cables de acometida mediante conexión punto a punto desde el punto de distribución final.

Los costos de una planta telefónica urbana están distribuidos aproximadamente de la siguiente forma: a planta externa le corresponde un 50%, a las centrales un 35% y los aparatos y centralillas un 15%, por lo que la red de planta externa representa un porcentaje importante del total de inversiones que se realizan en telefonía.

1.3.3.2.1 RED PRIMARIA

La red primaria se encuentra instalada de manera subterránea utilizando los ductos y cámaras propiedad de Pacifictel, mientras que para los distritos que se encuentran alejados (armarios de poca capacidad) el tendido del cable es de forma aérea. En la red todavía existe cable telefónico con chaqueta de plomo, aislamiento de papel, calibre 0.4 y



0.6 mm. La mayoría de la red está constituida por cables con chaqueta de aluminio 0.2 mm de espesor, con aislamiento de polietileno sólido de alta calidad y peso molecular, el material de relleno es de petrolato con alto punto de goteo y sin impurezas, la envoltura del núcleo está compuesta de un material no higroscópico, se encuentran en calibres 0.4 y 0.6 mm del tipo 2 para canalización y del tipo 3 para instalación aérea.

Los armarios instalados tienen una capacidad de hasta 700 pares de red secundaria, son fabricados de hierro tool de 1/16" de espesor, con dimensiones de 1.70 m de alto; 0.65 m de ancho y 0.245 m de profundidad, los bloques de conexión son de 50 y 100 pares con un sistema de tornillo.

1.3.3.2.2 RED SECUNDARIA

La red secundaria tiene cables del tipo 3 instalados de forma aérea, subterránea o utilizando las fachadas de las viviendas, teniendo las siguientes capacidades: 150", 100", 70, 50", 30", 20", y 10". Las cajas de distribución de 10 pares son de fabricación colombiana (Simelca), alemana (Quante) y francesa (Sofycom).

A continuación se presenta las tablas 1.6 y 1.7 donde se expone el número de abonados por categoría y la red primaria respectivamente de Gualaceo, Paute, Chordeleg y El

Cabo y dos parroquias del cantón Sigsig, incluidas en el estudio.

ABONADOS TELEFÓNICOS EXISTENTES POR CATEGORÍA /AÑO					
2006					
GUALACEO					
PARROQUIA	B	C	D	TOTAL	CAPACIDAD INSTALADA
Daniel Córdova Toral	16			16	16
Gualaceo	3398	304	19	3721	4116
Mariano Moreno	8			8	8
San Juan	21	3		24	24
SUBTOTAL	3443	307	19	3769	4164
PAUTE					
Chicán				0	0
El Cabo	772	23		795	832
Paute	1433	107	12	1552	1840
SUBTOTAL	2205	130	12	2347	2672
CHORDELEG					
Chordeleg	921	56	4	981	1152
Luis Galarza Orellana	16			16	16
Principal	8			8	8
San Martín de Puzhio	16			16	16
SUBTOTAL	961	56	4	1021	1192
SIGSIG					
Guel	16			16	16
San Bartolomé	64			64	64
SUB TOTAL	80	0	0	80	80
TOTAL	6689	493	35	7217	8108

Tabla 1.6

Es importante también indicar el porcentaje de usuarios comerciales (categoría C en el cuadro) existentes en estas cuatro jurisdicciones, Gualaceo es el cantón con mayor proporción (8.2%), el total de usuarios comerciales en los cuatro cantones alcanza a 541 abonados (6.2%). La categoría D corresponde a teléfonos públicos (35 líneas).



RESUMEN DE PARES PRIMARIOS EXISTENTES / AÑO 2006				
LOCALIDAD		TELF	PARES	LIBRES
	DISTRITO	INSTAL.	PRIM.	PRIM.
GUALACEO	ZD	860	1550	690
	2	347	600	253
	3	260	800	540
	4	292	400	108
	5	459	600	141
	6	0	300	300
	7	167	600	433
	8	58	300	242
	9	469	600	131
	11	212	300	88
	13	272	300	28
	14	187	300	113
	15	137	220	83
	TOTAL	3720	6870	3150
PAUTE	ZD	230	400	170
	1	238	600	362
	2	220	300	80
	3	82	100	18
	4	45	100	55
	5	58	100	42
	6	45	70	25
	7	304	700	396
	8	266	870	604
	9	180	500	320
TOTAL	1668	3740	2072	
CHORDELEG	1	260	600	340
	2	144	300	156
	3	423	500	77
	4	147	170	23
	5	70	100	30
	TOTAL	1044	1670	626
EL CABO	1	250	300	50
	2	243	300	57
	3	92	130	38
	4	60	70	10
	5	139	150	11
	TOTAL	784	950	166
DANIEL CORDOVA	ZD	16	100	84
DELEGSOL	ZD	16	100	84
GUEL	ZD	16	50	34
SAN BARTOLOMÉ	ZD	64	150	86
SAN JUAN	ZD	24	100	76
MARIANO MORENO	ZD	8	100	92
PRINCIPAL	ZD	8	50	42
TOTAL		7368	13880	6512

Tabla 1.7



CAPITULO DOS

DISEÑO DE LA CENTRAL TELEFÓNICA EN EL CANTÓN GUALACEO

En este capítulo se realiza un cálculo de la demanda actual y futura así como un análisis del tráfico telefónico, luego se diseña la central telefónica que será ubicada en el cantón Gualaceo.



DISEÑO DE LA CENTRAL TELEFÓNICA EN EL CANTÓN GUALACEO

2.1 JUSTIFICACIÓN

- En los concentradores ubicados en los cantones en estudio, no existe capacidad en la red actual, ya que casi la totalidad de las líneas telefónicas han sido comercializadas. Además existe una considerable demanda insatisfecha, especialmente en las zonas sub urbanas y parroquias rurales de estos cantones, la ubicación de una central telefónica en el cantón Gualaceo permitirá cumplir con las normas de calidad de servicio y con índices de penetración de acuerdo con las exigencias del CONATEL a Pacifictel en el marco de su Contrato de Concesión.
- Debido al alto índice de migración existente en la provincia del Azuay, el tráfico telefónico internacional entrante es muy elevado, generando importantes ingresos económicos para la empresa.
- La arquitectura de concentradores que se mantiene en el Azuay requiere ser modificada. Bajo este esquema cada llamada local generada por estas unidades remotas, necesita dos canales del medio de transmisión



con la central local Cuenca, de aquí la gran incidencia que tiene el tráfico local en el dimensionamiento del enlace de transmisión.

El proyecto define a la central con una proyección de 10 años (hasta el año 2015), para ello el proveedor del servicio debe contar con una administración continua, eficiente, descentralizada y empeñada en la realización de proyectos que beneficien tanto a los usuarios como a la empresa. En el análisis realizado presenta a la central telefónica como tal, no se dimensionan los nuevos distritos que se formarían hasta llegar al año proyectado, ya que no es parte del objetivo de esta tesis.

2.2 OBJETIVOS

Como objetivo fundamental de este capítulo está el dimensionar una Central Telefónica que será ubicada en el cantón Gualaceo, la misma cumplirá las funciones de central local para los cantones Chordeleg, Paute y la parroquia El Cabo, para cumplir con dicho objetivo se realizó un análisis del tráfico telefónico generado por los abonados actuales pertenecientes a las zonas de estudio y que están servidos actualmente por central EWSD ubicada en la ciudad de Cuenca, además se realizó un estudio de la demanda actual



y futura (2015) para cada parroquia urbana y rural buscando determinar la cantidad más exacta de abonados y su posible ubicación.

En esta sección se determina el número de tarjetas que componen cada uno de los componentes de la central EWSD de Siemens y los concentradores, también se realiza una proyección de la red primaria de cobre de acuerdo con el estudio de demanda realizado.

2.3 ANALISIS DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

2.3.1 MODELO DE LA MEDIDA DE TRÁFICO

En el sistema EWSD los datos de medición de tráfico, junto con otros de administración de tráfico, forman la base de la gestión de la red. Su uso garantiza un empleo óptimo de la central y de los recursos de red disponibles así como un elevado grado de servicio. La evaluación a mediano plazo de estas medidas ofrece a los operadores de red una base sobre la cual pueden planificar una relación óptima entre las inversiones y las utilidades.

Una medida se identifica por tres elementos básicos: tiempo, entidades y objetos. El tiempo comprende toda la información necesaria para definir el comienzo, la duración y la periodicidad de una medida dada. Las entidades describen



las cantidades sobre las cuales deben reunirse datos mediante una magnitud determinada que puede ser: volumen de tráfico, número de intentos de llamada, número de tomas, número de intentos de llamada fructuosos, etc. Los objetos son los elementos individuales en los cuales se efectúan las medidas, comprenden: haces de líneas de abonado, haces de circuitos, unidades de control común, enlaces de señalización por canal común.

2.3.2 PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE TRÁFICO TELEFÓNICO.

Antes de indicar los resultados de la medición y el procesamiento de los valores de tráfico telefónico de la central EWSD en las diferentes DLUs es necesario recordar algunos conceptos utilizados en este estudio.

- ✚ *Tiempo medio de comunicación (T_e)*. De un grupo de dispositivos (líneas abonado, circuito telefónico), es la relación entre la suma de los tiempos de ocupación de estos dispositivos (en este caso los 30 canales) y la cantidad de llamadas que se presentan.

$$T_e = Dt/n \quad [2.1]$$

Dt = duración total de las comunicaciones, n = cantidad de comunicaciones



- ✚ *El Volumen de tráfico (V)* Para un conjunto de N equipos similares y un tiempo de observación T , es igual a la suma de los tiempos de ocupación (t_i) de los equipos.

$$V = \sum_{i=1}^N t_i \quad [2.2]$$

- ✚ *La Intensidad media de Tráfico (A)* definida como:

$$A = V/T = C * t \quad [2.3]$$

Donde $C = n^\circ$ es el número medio de equipos ocupados por unidad de tiempo y t es el tiempo medio de ocupación de un equipo medido en (erlang): (llamadas-hora), (llamadas- minuto), (llamadas-segundo).

- ✚ En este estudio se considera que el tráfico de un grupo de dispositivos (30 canales) expresado en erlangs corresponde a la cantidad media de canales ocupados durante la hora pico que en la zona de estudio es el día domingo de 20:00 – 21:00h.
- *Tráfico medio por dispositivo (TMD)* = Tráfico total/número de dispositivos (N)
 - *Cantidad de llamadas cursadas por dispositivo (LLA)* = Cantidad de llamadas cursadas /N.
 - *Tasa de tomas con respuesta (ASR)* = Llamadas cursadas con contestación /Llamadas cursadas,



este valor es calculado para tráfico interno, entrante terminado y saliente originado tomando en cuenta las mediciones realizadas todo el día.

✚ El tráfico por abonado (erlang/abonado), es el porcentaje de tiempo de ocupación del abonado durante la hora cargada, es medido y calculado en la hora pico para:

✚ *Entrante terminado = Tráfico entrante de destino / Número de abonados = K/Nab*

✚ *Saliente originado = Tráfico saliente de origen / Número de abonados = G/Nab*

✚ *Terminado (Tt) = (Tráfico entrante de destino + Tráfico interno) / $Nab = (F+K)/Nab$.*

✚ *Originado (To) = (Tráfico saliente de origen + Tráfico interno) / $Nab = (G+K)/Nab$.*

✚ *El Tráfico por abonado (Ta) se calcula con:*

$$Ta = \text{Tráfico origen / abonado} + \text{Tráfico destino / abonado} = Tt + To \quad [2.4]$$

2.3.3 VALORES MEDIDOS

Los resultados de la medición DLU son los conteos registrados por los contadores de eventos, por los contadores de duración de retención y por los contadores de duración de



bloqueo para cada DIU durante la hora pico o valores recopilados mensualmente.

Los conteos siguientes se registran en el LTG por DIU y DLU:

- ✚ N° de *DLU* externa y el n° de *DIU* que contiene los números de TSG, GP y DIU.
- ✚ La cantidad de llamadas originadas por abonados llamantes conectados (llamadas cursadas entrantes).
- ✚ La cantidad de llamadas en tráfico terminal saliente para abonados llamados conectados (llamadas cursadas salientes).
- ✚ Volumen de tráfico terminal entrante para abonados conectados (tráfico cursado entrante).
- ✚ El volumen de tráfico terminal saliente para abonados conectados (tráfico cursado saliente).
- ✚ La cantidad de canales provistos para tráfico de llamadas (30 canales).
- ✚ La cantidad de canales bloqueados.
- ✚ La duración en segundos del bloqueo de los canales para mantenimiento. Los tiempos de bloqueo por canal (máx. 900 s c/u) se suman durante intervalos de 15 minutos.

2.3.4 EVALUACION DE LAS MEDICIONES DE TRÁFICO



Las estadísticas de medición son tomadas desde el mes de enero del 2004 hasta el marzo del 2006, el valor de ASR es calculado de la medición de todo el día domingo.

- El siguiente cuadro se expone el número de llamadas entrantes y salientes así como el tráfico entrante y saliente de y a las DLUs que sirven a los diferentes cantones, la hora de medición es durante la hora pico. Los valores de llamadas cursadas entrantes también incluyen llamadas internas.

TRÁFICO Y LLAMADAS PRODUCIDAS POR LOS ABONADOS ACTUALES						
Cantón	Llamadas cursadas Entrantes	Tráfico Cursado entrante [E]	Llamadas cursadas Salientes	Tráfico Cursado Saliente [E]	Total de llamadas	Total Tráfico [E]
Bullcay	666,33	14,79	364,96	38,38	1031,30	53,17
Chordeleg	658,56	14,86	301,00	27,77	959,56	42,63
Gualaceo	3084,74	74,88	1495,59	146,69	4580,33	221,57
Paute	1295,22	37,06	565,22	61,26	1860,44	98,32
Sigsig	2105,58	38,04	893,11	86,71	2998,69	124,75

Tabla 2.1

- En la tabla 2.2 se presenta el valor T_m [minutos/hora], que expresa la cantidad de minutos que está ocupado cada canal durante la hora pico, mientras el T_{ca} [erlangs], indica el grado de utilización de cada canal. El *volumen de tráfico* [minutos] y $T_{c//}$ [minutos/llamada], muestran la cantidad de minutos y la duración de cada llamada, producidos por los abonados conectados a las DLU. El volumen de tráfico de Gualaceo es igual al de

Paute y Sigsig juntos; vale la pena recalcar que la parroquia de Bullcay pertenece al cantón Paute, sin embargo se la analiza por separado ya que cuenta con un enlace punto a punto desde el repetidor de Gallil.

Localidad	Entrante				Saliente			
	Tm min/hora	Volumen minutos	Tca E/canal	TcII min/llam	Tm min/hora	Volumen minutos	Tca E/canal	TcII min/llam
El Cabo	13,66	887,43	0,23	1,41	35,44	2302,51	0,59	6,85
Chordeleg	13,96	891,77	0,23	1,40	25,52	1666,24	0,43	5,99
Gualaceo	12,63	4493,01	0,21	1,52	24,93	8801,15	0,42	6,46
Paute	13,95	2223,78	0,23	1,78	23,38	3675,47	0,39	6,85
Sigsig	17,56	2245,51	0,29	1,25	39,87	5134,72	0,66	6,83

Tabla 2.2


VALORES TOTALES				
Localidad	Tm minutos/hora	V minutos	Tca E/canal	TcII minutos/llamada
Bullcay	49,10	3189,94	0,90	3,23
Chordeleg	39,48	2558,01	0,66	2,81
Gualaceo	37,43	13294,16	0,62	2,98
Paute	36,90	5899,25	0,62	3,36
Sigsig	57,43	7485,23	0,96	2,84

Tabla 2.3

El siguiente cuadro presenta los valores promedios del número de llamadas entrantes, salientes y el total por abonado durante la hora pico, para cada uno de los cantones, dichos valores son similares a los expuestos en la ITU-T sección E.

Localidad	Entrante Llamadas/abonado	Saliente Llamadas/abonado	Total Llamadas/abonado
Bullcay	0,821	0,450	1,271
Chordeleg	1,072	0,477	1,549
Gualaceo	0,865	0,419	1,284
Paute	0,845	0,368	1,213
Sigsig	1,222	0,518	1,740

Tabla 2.4 Valores Promedios de las Llamadas por abonado

 El tráfico por abonado de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de las mediciones realizadas en la provincia del Azuay, excepto el cantón Cuenca, está por el orden de los 55 mE, pero en la zona de estudio, este valor se incrementa alrededor de 10 mE, dando un valor promedio de 65 mE, debido al desarrollo socio-económico alcanzado en estas zonas.

VALORES ERLANG/ABONADO						
LOCALIDAD	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO	TOTAL
Bullcay	0,0473	0,0182	0,0185	0,0376	0,0095	0,0656
Chordeleg	0,0424	0,0232	0,0186	0,0376	0,0095	0,0657
Gualaceo	0,0411	0,0210	0,0176	0,0355	0,0090	0,0621
Gima	0,0567	0,0213	0,0205	0,0460	0,0115	0,0780
Paute	0,0399	0,0242	0,0182	0,0366	0,0093	0,0641
Sigsig	0,0503	0,0221	0,0205	0,0414	0,0105	0,0724

Tabla 2.5

2.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA TELEFÓNICA

El presente análisis toma en consideración la demanda actual no satisfecha especialmente en algunas parroquias rurales que debido a su ubicación geográfica y a sus condiciones de desarrollo socio-económico cuentan con un número mínimo de líneas telefónicas, tal es el caso las parroquias de San Juan, Jadán, San Bartolomé y otras que todavía no poseen el servicio telefónico.



Los datos que se utilizaron en el estudio pertenecen a las siguientes fuentes de información:

- Proyecciones de población por provincias, cantones, áreas y grupos de edad, período 2001- 2010 del INEC.
- VI Censo de Población y V de vivienda noviembre del 2001, cantones Gualaceo, Paute, Chordeleg y Sigsig.
- Sistema Integrado de indicadores Sociales del Ecuador SIISE.
- Índice de interés telefónico tanto residencial como comercial según normas Venezolanas.
- Información de PACIFICTEL.

2.4.1 ANÁLISIS POBLACIONAL

Para la determinación de la demanda es primordial conocer la evolución del asentamiento poblacional en el área de servicio; a partir de la información censal realizada por el INEC en la publicación “Proyecciones de población por provincias y cantones período 2001 -2010” se obtiene la tasa de crecimiento poblacional urbana y rural para los cuatro cantones.

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL		
CANTON	URBANO	RURAL
Gualaceo	4,09%	0,70%
Paute	4,09%	0,99%
Sigsig	4,09%	1,31%
Chordeleg	4,09%	0,98%



En la siguiente tabla se indican los valores de población, extensión territorial y la densidad demográfica de los cantones analizados para el año 2006.

CANTON	Población	Extensión Km2	Densidad hab./km2
Gualaceo	42299,00	267,72	158,00
Paute	25474,00	267,20	95,34
Sigsig	27172,00	657,20	41,35
Chordeleg	12036,00	104,70	114,96
TOTAL	106981,00	1296,82	82,49

Tabla 2.6

2.4.2 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.

En el **ANEXO 1** se expone el procedimiento utilizado para determinar la demanda actual y futura de parroquia urbana de Gualaceo, un método análogo se utilizará para las 22 parroquias restantes de los cantones de Gualaceo, Paute, Chordeleg y Sigsig.

2.4.3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos están de acuerdo con las perspectivas de servicio que tiene la empresa en el futuro,



además del costo que implica construir la red telefónica para poder brindar el servicio telefónico a los usuarios ubicados especialmente en las parroquias rurales de las zonas en estudio. Los potenciales usuarios telefónicos son presentados en los cuadros 1.23, 1.24, 1.25, 1.26.

Los índices de penetración están calculados con respecto a: número total de viviendas existentes en cada localidad, número de viviendas ocupadas, número de habitantes. Se puede observar por ejemplo que la Parroquia urbana de Gualaceo en el año 2006 alcanzará un índice de penetración del 67.1 % con respecto al total de viviendas, un 94.1% de las viviendas ocupadas, un 22.2 % con respecto al número de habitantes, el resto de parroquias tienen menores porcentajes. En los cuadros también se muestra la demanda de los cantones para el año 2015, y los porcentajes de penetración totales alcanzados mediante los dos tipos de métodos utilizados (tipo de viviendas y servicios básicos).

Cuadro 1.23 Demanda Actual y Proyectada del Cantón Gualaceo

Demanda Total	Año 2006										Porcentaje de Penetración sobre														
	Urbana					Rural					Total					Demanda x tipo de Vivienda					Demanda x Servicios Básicos				
	Demanda Viviendas	Demanda Servicios	Comercial	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Viviendas Ocupadas	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Población						
Daniel Córdova Total	56	48		305	79		361	127		4662	4044	66.9%	94.1%	37.3%	16.8%	23.4%	13.0%	5.9%							
Gualaceo	3003	3721	323	1336	0		4662	4044				94.1%	67.1%	67.1%	22.2%	81.7%	58.2%	19.3%							
Jadán	59	36		505	79		564	115				64.5%	31.7%	31.7%	14.7%	13.1%	6.4%	3.0%							
Luis Cordero Vega	34	12		294	205		328	217				65.3%	29.5%	29.5%	15.3%	43.1%	19.5%	10.1%							
Mariano Moreno	61	63		353	130		414	193				61.2%	31.9%	31.9%	14.5%	28.4%	14.8%	6.7%							
Remigio Crespo Total	34	26		203	94		237	120				66.4%	28.7%	28.7%	16.0%	33.7%	14.6%	8.1%							
San Juan	103	90		937	422		1040	512				66.9%	36.2%	36.2%	15.9%	33.0%	17.8%	7.8%							
Zhidmad	36	5		308	38		344	43				65.6%	28.1%	28.1%	14.9%	8.2%	3.5%	1.9%							
TOTAL	3386	4001	323	4241	1047		7950	5371				80%	47%	47%	19%	54%	32%	13%							
Año 2015																									
Daniel Córdova Total	85	80		350	133		435	213				72.1%	39.7%	39.7%	18.2%	35.2%	19.4%	8.9%							
Gualaceo	4295	4407	544	1428	1160		6267	6111				97.5%	71.4%	71.4%	23.1%	95.0%	69.6%	22.5%							
Jadán	91	64		592	167		683	231				70.8%	34.2%	34.2%	16.1%	24.0%	11.6%	5.5%							
Luis Cordero Vega	52	24		350	266		402	290				72.8%	32.3%	32.3%	17.0%	52.5%	23.3%	12.3%							
Mariano Moreno	92	100		409	188		501	288				66.6%	34.2%	34.2%	15.8%	38.3%	19.7%	9.1%							
Remigio Crespo Total	49	44		240	133		289	177				72.9%	30.9%	30.9%	17.6%	44.8%	19.0%	10.8%							
San Juan	157	150		1077	600		1234	750				72.2%	38.9%	38.9%	17.1%	43.9%	23.7%	10.4%							
Zhidmad	56	15		365	91		421	106				73.0%	30.7%	30.7%	16.6%	18.3%	7.7%	4.2%							
TOTAL	4877	4884	544	4811	2738		10232	8166				85%	51%	51%	20%	68%	41%	16%							

Cuadro 1.24 Demanda Actual y Proyectada del Cantón Paute

Demanda Total	Año 2006														Año 2015														
	Urbana				Comercial				Rural				Total				Demanda x tipo de Vivienda				Demanda x Servicios Básicos								
	Demanda Viviendas	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Población									
PARROQUIA																													
Bulán	48	30	350	248	398	278	278	71.4%	37.4%	16.5%	50.0%	26.2%	11.6%																
Chicán	66	41	523	302	589	343	343	69.6%	38.6%	16.6%	40.5%	22.5%	9.7%																
Dug-Dug	52	37	277	151	329	188	188	66.2%	34.8%	16.0%	37.7%	19.8%	9.1%																
El Cabo	200	175	338	246	538	421	421	72.6%	42.5%	16.9%	56.7%	33.2%	13.2%																
Guarainag	54	39	194	41	248	80	80	72.7%	30.2%	20.9%	23.3%	9.7%	6.7%																
Paute	1441	1433	526	119	2086	1552	1552	93.4%	62.4%	23.0%	69.5%	46.4%	17.1%																
San Cristóbal	28	6	364	135	392	141	141	67.9%	37.5%	16.8%	24.3%	13.4%	6.0%																
Tomebamba	37	21	237	51	274	72	72	70.4%	39.7%	16.4%	18.7%	10.5%	4.4%																
TOTAL	1926	1782	2809	1174	4854	3075	3075	79%	45%	19%	50%	29%	12%																
Bulán	72	30	381	326	453	356	356	72.0%	37.6%	16.8%	56.6%	29.6%	13.2%																
Chicán	101	72	413	413	514	485	485	53.6%	29.7%	12.8%	50.7%	28.0%	12.1%																
Dug-Dug	79	63	331	212	410	275	275	72.4%	38.1%	17.5%	48.4%	25.5%	11.7%																
El Cabo	299	304	393	349	692	653	653	77.4%	46.3%	18.1%	73.0%	43.7%	17.0%																
Guarainag	85	66	241	74	326	140	140	82.0%	34.4%	23.9%	35.2%	14.8%	10.3%																
Paute	2059	2055	577	238	2860	2517	2517	96.8%	67.9%	23.8%	96.8%	59.8%	20.9%																
San Cristóbal	42	35	429	147	471	182	182	73.2%	40.1%	18.1%	28.4%	15.5%	7.0%																
Tomebamba	55	38	278	93	333	131	131	75.4%	42.7%	17.7%	29.7%	16.8%	7.0%																
TOTAL	2792	2663	3043	1852	6059	4739	4739	81%	48%	20%	63%	38%	15%																

Cuadro 1.25 Demanda Actual y Proyectada del Cantón Chordeleg

Año 2006																		
Demanda Total	Urbana			Comercial			Rural		Total			Demanda x tipo de Vivienda				Demanda x Servicios básicos		
	Demanda Viviendas	Demanda Servicios	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Total Viviendas	Total Servicios	Total Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Total Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas
Chordeleg	674	625	60	564	338	1298	1023	89.8%	64.4%	21.1%	70.8%	50.8%	16.6%					
La Unión	35	41		256	55	291	96	69.9%	43.3%	16.8%	23.0%	14.3%	5.5%					
Luis Galarza Orellana	58	15		229	33	287	48	70.3%	38.7%	16.9%	11.8%	6.5%	2.8%					
Principal	116	69		131	28	247	97	73.2%	39.7%	17.9%	28.7%	15.6%	7.0%					
San Martín de Puzhio	80	43		107	17	187	60	67.4%	30.6%	17.5%	21.5%	9.8%	5.6%					
TOTAL	963	793	60	1287	471	2310	1324	80.1%	50.0%	19.2%	45.9%	28.7%	11.0%					
Año 2015																		
Chordeleg	965	956	127	617	492	1709	1575	94.1%	69.3%	22.1%	86.7%	63.9%	20.4%					
La Unión	52	62		298	101	350	163	74.3%	45.9%	17.8%	34.4%	21.3%	8.3%					
Luis Galarza Orellana	87	32		268	73	355	105	75.2%	41.7%	18.0%	22.3%	12.4%	5.3%					
Principal	175	121		154	50	329	171	78.1%	44.1%	19.2%	40.7%	23.0%	10.0%					
San Martín de Puzhio	124	76		131	37	255	113	75.4%	35.5%	19.3%	33.5%	15.8%	8.6%					
TOTAL	1403	1247	127	1468	753	2998	2127	83.2%	54.6%	20.4%	60.5%	38.8%	14.5%					

Cuadro 1.26 Demanda Actual y Proyectada del Cantón Sigsig

Año 2006													Porcentaje de Penetración sobre					
Demanda Total	Urbana			Comercial			Rural		Total			Demanda x tipo de Vivienda			Demanda x Servicios Básicos			
	Demanda Viviendas	Demanda Servicios	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Demanda Vivienda	Demanda Servicios	Total Viviendas	Total Servicios	Total Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	Total Población	Viviendas Ocupadas	Total Viviendas	
																		Año 2015
PARROQUIA	68	36		150	57	218	93	53.6%	27.6%	15.3%	22.9%	11.8%	6.6%					
Guel	80	107		393	151	218	93	52.7%	23.5%	12.9%	28.8%	12.8%	7.0%					
San Bartolomé	148	143	0	543	208	436	186	59%	29%	15%	40%	19%	10%					
TOTAL	104	68	93	181	97	218	93	57.9%	30.4%	16.6%	57.9%	17.6%	9.6%					
Guel	127	174		493	254	218	93	58.9%	18.3%	14.2%	40.7%	18.3%	10.0%					
San Bartolomé	231	242	0	674	351	436	186	66%	33%	16%	52%	26%	13%					



2.5. UBICACIÓN DE LA CENTRAL

La central Gualaceo se ubicará en el mismo local donde actualmente se encuentra la unidad remota. A esta central se conectarán localmente los abonados de Gualaceo y de las unidades de acceso remoto de Paute, Chordeleg, El Cabo, Mariano Moreno, San Juan, San Bartolomé y Guel.

Una vez determinada la demanda telefónica actual y futura, además del tráfico telefónico, el siguiente paso es realizar el diseño de central utilizando la misma central de Siemens, que comprende el cálculo del número de módulos que conforman las siguientes unidades funcionales:

- ✚ Unidad de línea digital (DLU).
- ✚ Módulo de línea/troncal (LTG).
- ✚ Matriz de conmutación (SN).
- ✚ Controlador de señalización por canal común (CCNC).
- ✚ Procesador de coordinación (CP).
- ✚ Generador central de reloj (CCG).
- ✚ La configuración física de cada uno de los estantes.



2.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL GUALACEO

2.6.1 UNIDAD DE LÍNEA DIGITAL

La DLU que será utilizada en el diseño, es la unidad compacta tipo B (DLUB), la cual se encuentra instalada actualmente en los concentradores. Cada DLUB puede ser conectada a dos LTGs, las unidades funcionales centrales (DLUC, DIUD, RGMG, etc.) se encuentran duplicadas formando juntas el sistema DLU 0 y DLU 1. Utiliza señalización por canal común (CCS) a través del canal 16 en ambas direcciones para transmitir la información de control a la LTG, para el interfaz local usa el canal 32 para señalización en ambos enlaces de 4096 Kbps.

El interfaz con el usuario lo constituye los módulos de línea de abonado analógico (SLMA), el tipo utilizado es ILTF – SLMA, que ejecuta auto pruebas, y se encarga de examinar la línea y el terminal de abonado, por lo que no es necesario utilizar una unidad de prueba (TU) adicional.

En unidades remotas, una DLU opera en servicio de emergencia si no puede comunicarse con al menos un LTG a través de las líneas PDCs, en este caso la unidad SASC-E maneja señalizaciones y la comunicación en la DLU (tráfico interno DLU). La unidad ALEX realiza el tratamiento de las



alarmas externas (por ejemplo falla de la fuente de alimentación), las cuales son retransmitidas al nodo de red.

Cada uno de los módulos que conforman la DLUB, están instaladas formando dos hileras llamadas estantes (estante 0 para DLU 0 y estante 1 para la DLU 1), un estante se subdivide en semiestante derecho e izquierdo, a su vez dos estantes forman un marco portamódulos básico F: DLU (D) o FDLU (G) y los marcos portamódulos de ampliación de líneas de abonado F: DLU (E) y F: DLU (F), los cuales son instalados en bastidores o racks, que pueden albergar hasta cuatro marcos portamódulos.

Total de tarjetas de abonado: Cada tarjeta SLMA, sirve a 16 abonados, el total de dichas tarjetas está dado por la siguiente ecuación:

$$TSLMA = [\text{Total de abonados} / 16] \quad [2.5]$$

Potencia total disipada: Cada tarjeta SLMA requiere 7.59 [W] de modo que para calcular la potencia total disipada se aplica la siguiente ecuación:

$$WDLU = 7,59 * TSLMA \text{ [Watts]} \quad [2.6]$$



Equipamiento básico para el marco porta módulos:

a) Marco Porta módulos básico

Cada marco porta módulos básico F: DLU (D) contiene las siguientes unidades:

- Dos controles de DLU, DLUC 0/1
- Dos unidades de interfaz digitales DIUD 0/1 ó DIU: LDID 0/1
- Dos generadores de llamada y tensión de cómputo (RGMG0/1)
- Dos módulos de distribuidor de bus con generador de impulsos de reloj para DLU (BDCG0/1)
- Dos módulos básicos de distribuidor de bus para DLU, BD0/1
- Una unidad de prueba compuesta de FMTU y LCCM, según la variante SLM

En el diseño básico del estante 0 se han previsto dos convertidores de tensión del tipo DCCDC.

2) Marcos de ampliación de F: DLU (E), F: DLU (F)

En el marco de ampliación se proveen dos módulos de ampliación de distribuidor de bus para DLU, BD2/3.

En caso de una DLU opere como unidad remota, se debe utilizar módulos adicionales (SASC-E y ALEX).

El sistema de bus 0 (comunica las unidades centrales y periféricas), se usa para transferir datos en el sistema DLU 0 con ayuda de los distribuidores de bus BD0 y BD2. El sistema de bus 1 se usa para transferir datos en el sistema DLU 1 con ayuda de los distribuidores de bus BD1 y BD3.

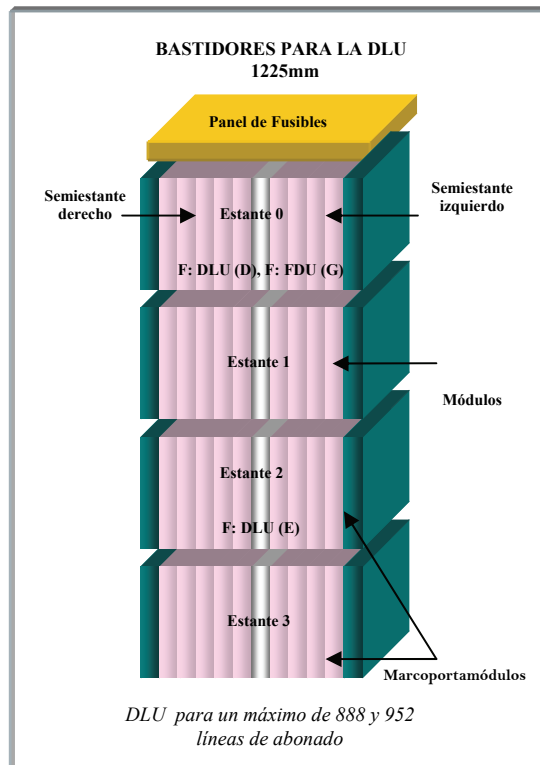


Fig. 2.1

UNIDAD FUNCIONAL DE LA DLU	MÓDULO
Unidades funcionales centrales	
Unidad de control de la DLU	DLUC 0/1
Unidad de Interfaz digital	DIUD, DIU: LDID 0/1



Distribuidores de bus (Generador de impulsos de reloj)	BDCG 0/ 1
	BD 0/1
	BD E2/3
Generador de llamada y de tensión de cómputo	RGB0/1, MGB
Unidades funcionales periféricas	
Módulos de línea de abonado	SLMA
	SLMD
Sistema de ganancia de par	SMLPA
Interfaz V5.1	SLMX
Instalación Remota Control de servicio de emergencia Circuito de alarma externo	SASC-E
	ALEX
Equipo de prueba	
Unidad de prueba (TU) (si no se utiliza SLMA – ILTF)	FMTU
	LCMM
Acceso de prueba galvánico (MTA)	MTAM
	LTBAM
Sistema de alimentación	
DCCDF y DCCDM (+5V, -5V, +52V, -68V); DCCDP (+5V, -68V); DCCDR (+5V, -5V, +12V, -12V), DCCDC (+5V, -5V, +12V, -12V, +51V, +53, -67V); DCCDD (+5V, -5V, +12V, -12V, -97V); DCCDK y DCCDN (+5V, -97V).	

Tabla 2.7 Módulos que conforman la DLU

En el capítulo 6 se expone el número de tarjetas necesarias para la central Gualaceo y cada uno de los concentradores tomando en cuenta las consideraciones anteriores.

El marco portamódulos básico F: DLU (G), con capacidad de 440 líneas de abonado, es utilizado como una alternativa al F: DLU (D) para obtener mayor número de tarjetas de línea de abonado.

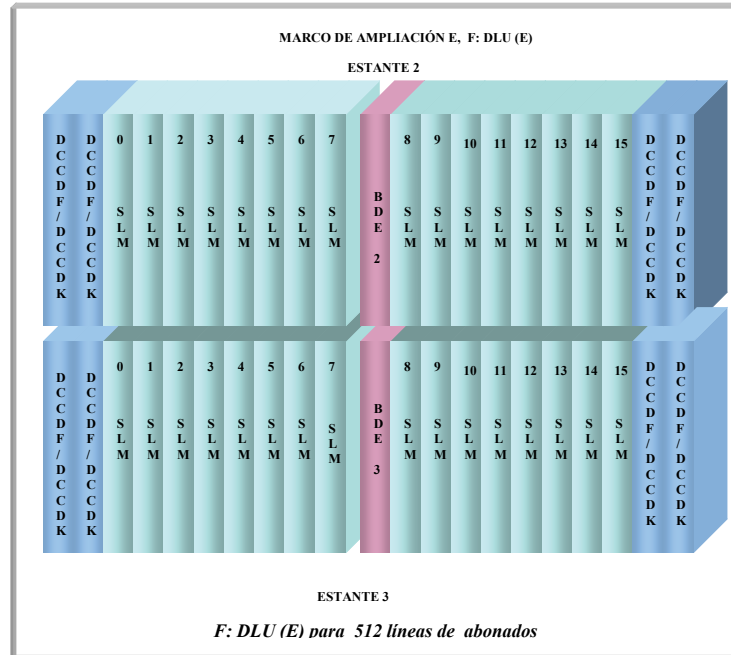


Fig. 2.2 Configuración física del marco portamódulos F: DLU (E)

Como se puede observar en el siguiente gráfico, este marco presenta un sistema DLUS duplicado (DLUS0 y DLUS 1) el cual abarca las unidades funcionales centrales como son: control de la DLU (DLUC), interfaz digital al LTG (DIU/LDI), generador de impulsos de reloj (GCG), distribuidor de bus (BD) y circuito de alarma externo (ALEX), esto permite aumentar el número de módulos de línea de abonado en el estante. La implementación del marco básico G junto con el marco de ampliación F: DLU (E), da una capacidad total del bastidor de $440 + 512 = 952$ líneas de abonado.



Tomando en cuenta las consideraciones anteriores las ampliaciones para la central Gualaceo y los concentradores existentes se conforma de la siguiente manera:

Gualaceo.- Las 5 DLUs existentes pasarán a constituir la nueva central como unidades locales, las cuales quedarán dispuestas de la siguiente manera: la DLU número 100 con 888 líneas de abonado, la 110 con 896 líneas, la 120 con 924 líneas, la 270 con 928 líneas. Para satisfacer la demanda actual calculada de 4662 abonados se tendrá que ampliar 546 líneas, para ello en la DLU 280 existente se añadirán 28 tarjetas SLMA (448 líneas) en el marco de ampliación F: DLU (E), que nos darán una capacidad de 480 líneas existentes + 448 = 928 líneas. Para las 98 líneas faltantes, se tendrá que adquirir una nueva DLU equipada solamente con el marco portamódulos básico G, F: DLU (G) con 6 tarjetas SLMAs (96 líneas), con lo cual se tendría una capacidad de: $888+896+924+928+928+96=4660$ líneas. La demanda futura será cubierta añadiendo SLMAs al nuevo marco básico hasta completar 440 líneas, y 512 adicionales si se instala un marco de ampliación F: DLU (E) en la nueva DLU.

Paute.- El concentrador ubicado en este cantón pasará a ser una unidad remota de la central Gualaceo, actualmente tiene



una capacidad total instalada de 1840 líneas, la demanda actual calculada es de 2086 abonados, por lo que deberán instalarse 246 líneas adicionales. En las DLU 50 y 60 no pueden expandirse ya que son de tecnología antigua, solamente la DLU 210 se pueden ampliar en 192 líneas (928-736) Por tanto para satisfacer la demanda actual se necesitará adquirir $192/16 = 12$ tarjetas SLMAs. El total de líneas instaladas es de 2032.

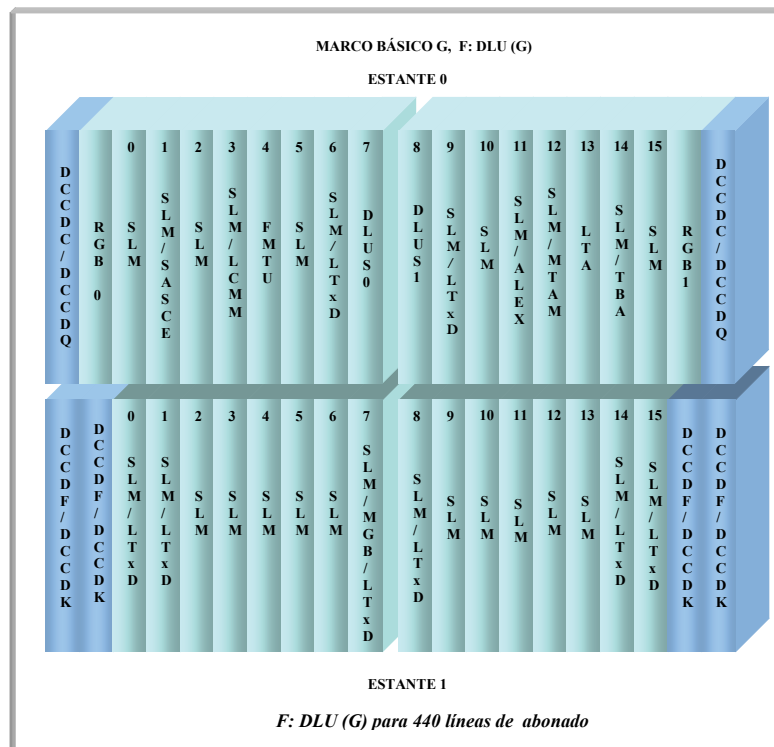


Fig. 2.3 Marco Portamódulos Básico

Para el caso de la parroquia El Cabo la DLU 290 tiene 832 líneas analógicas instaladas, las cuales también pertenecen a



la parroquia Chicán. Con la ampliación, la DLU 290 llegará hasta 928 líneas, donde 538 pertenecerán a la parroquia El Cabo y 390 (928-538) líneas a Chicán. Las tarjetas SLMA necesarias son $96/16 = 6$.

Las demás parroquias del cantón Paute debido a la distancia y a la baja demanda, seguirán siendo servidas a través de sistemas multiacceso.

Chordeleg.- El concentrador de Chordeleg al igual que Paute pasará a ser unidad remota de Gualaceo, actualmente tiene 1152 líneas instaladas y los abonados servidos son 981. La demanda calculada alcanza los 1298 abonados, por lo que se deberán añadir 146 líneas. La DLU 330 se podrá ampliar hasta 912, capacidad suficiente para cumplir la demanda actual y futura; en la actualidad se necesitarán adquirir $146/16 = 9.1 \approx 9$ tarjetas SLMAs.

En el cantón Gualaceo sus parroquias rurales como San Juan, Mariano Moreno; Daniel Córdova Toral deben ser servidas mediante unidades remotas de la nueva central, al igual que las parroquias Luis Galarza Orellana, La Principal, San Martín Puzhio en el cantón Chordeleg.

Debido a ubicación geográfica, las parroquias de Guel y San Bartolomé del Cantón Sigsig también pueden ser servidas



mediante unidades remotas. El resto de parroquias de los cuatro cantones, seguirán siendo atendidas a través de los sistemas multiacceso Cuenca 1 y Cuenca 5.

En el cuadro 2.8 se muestra la numeración y distribución de las DLUs en la central Gualaceo y unidades remotas.

DISTRIBUCIÓN DE DLUs EN LA CENTRAL GUALACEO Y CONCENTRADORES						
Localidad	Número DLU		Tipo de DLU	Capacidad Actual	Capacidad Ampliación	Capacidad Final
	Actual	Nueva				
Gualaceo	100	10	Local	888	0	888
Gualaceo	110	20	Local	896	0	896
Gualaceo	120	30	Local	924	0	924
Gualaceo	270	40	Local	928	0	928
Gualaceo	280	50	Local	480	448	928
Gualaceo		60	Local	0	96	96
				4116	544	4660
Paute	50	70	Remoto	560	0	560
Paute	60	80	Remoto	544	0	544
Paute	210	90	Remoto	736	192	928
				1840	192	2032
Chordeleg	230	100	Remoto	912		912
Chordeleg	330	110	Remoto	240	146	386
				1152	146	1298
El Cabo	290	120	Remoto	832	96	928
				832	96	928
Mariano Moreno		130	Remoto	0	775	775
San Juan		140	Remoto	0	928	928
San Bartolomé		150	Remoto	0	473	473
Guel		160	Remoto	0	928	928
TOTAL CENTRAL				7940	4082	12022

Tabla 2.8

2.6.2 MODULO LÍNEA/TRONCAL (LTG)



Los distintos tipos funcionales de LTGs, tienen una estructura básica uniforme y trabajan basándose en los mismos principios operativos, diferenciándose solamente en algunas unidades de hardware y en los programas de aplicación específicos del procesador de grupo. En la central Gualaceo se instalarán los grupos de conexión LTGN configuradas como:

- ✚ Grupo de conexión LTGB **LTGN (B)**, utilizado para la conexión de:
 - Máximo 4 líneas de transmisión digitales PDC utilizados para DLU remotas, a una velocidad de transferencia de 2048 Kbps.
 - Máximo 4 líneas de transmisión PDC para troncales digitales a 2048 Kbps.
 - Máximo 4 accesos múltiplex primarios (PA) para centrales privadas ISDN medianas y grandes (abonados ISDN con PA) a una velocidad de transferencia de 2048 Kbps.
 - Máximo 2 líneas de transmisión digitales a una velocidad de transferencia de 4096 Kbps para conexión local de DLU, o 1 línea de transmisión digital a una velocidad de transferencia de 4096 Kbps para conexión local de DLU más 2 líneas de transmisión digitales adicionales semiutilizadas.



- ✚ Grupo de conexión LTGC **LTGN (C)**, usado para conectar un máximo de 4 líneas troncales digitales a una velocidad de transferencia de 2048 Kbps.

El grupo de conexión N, **LTGN** tiene dos etapas de capacidad: funciones básicas, y funciones básicas mas funciones adicionales. Las primeras se implementan en un procesador de Grupo N (GPN) y se realizan a través de las siguientes secciones: procesador de grupo (GP), control de enlace de señalización (SILC), receptor de código (CR), unidad de interfaz digital (DIU), conmutador de grupo (GS), unidad de interfaz digital (LIU), generador de tonos (TOG), generador de impulsos de reloj (GCG), procesador de entrada/salida (IOP).

Las funciones adicionales se alojan en un segundo módulo denominado “unidad complementaria para conexiones de línea” (LTU: S). Según la aplicación requerida son posibles los siguientes módulos de:

- ✚ Entrega de número llamante (MDTOG).
- ✚ Conferencia grande (COUC).
- ✚ Gestor de protocolo para interfaz V5.2 (PHMA).

Por tanto el equipamiento básico del LTGN se realiza mediante un módulo único. Sólo para funciones adicionales (aplicaciones especiales) del LTGN se necesita un segundo módulo. La siguiente tabla muestra el hardware del LTGN.



UNIDAD FUNCIONAL	MÓDULO	MARCO PORTAMÓDULOS
Procesador de grupo (GPN)	M: GPN	F: LTGN (A)
Unidad complementaria para la conexión de líneas (LTU:S)	M: MDTOG M: PHMA M: COUC	F: LTGN (B)

Tabla 2 9.

Equipamiento básico para el marco porta módulos:

En un bastidor para LTGN (R: LTGN) tiene la capacidad de albergar hasta seis portamódulos LTGN denominado F: LTGN (A). El F: LTGN(A) constituye la unidad constructiva común de 16 LTGN (LTGN0...LTGN15) con el equipamiento básico (GPN), mientras que en el marco portamódulos F: LTGN (B), se puede instalar 8 LTGN con las funciones adicionales indicadas anteriormente. Cada marco portamódulos se conecta de manera redundante, a través de dos circuitos de alimentación, a la tensión de la central - 60/48 V, a su vez cada módulo LTGN genera a partir de esa fuente la tensión secundaria (+5 V ó +3,3 V) necesaria para su autoconsumo. El panel de fusibles sirve de fuente redundante de protección de cada marco portamódulos F: LTGN(A) o F: LTGN (B).

Cada tarjeta LTGN puede manejar: una DLU, 4 PDCs para troncales digitales o 4 PA para operar centralitas privadas. Por



lo tanto el número total de tarjetas LTGN (B) de abonados necesarios en la central Gualaceo viene dado por:

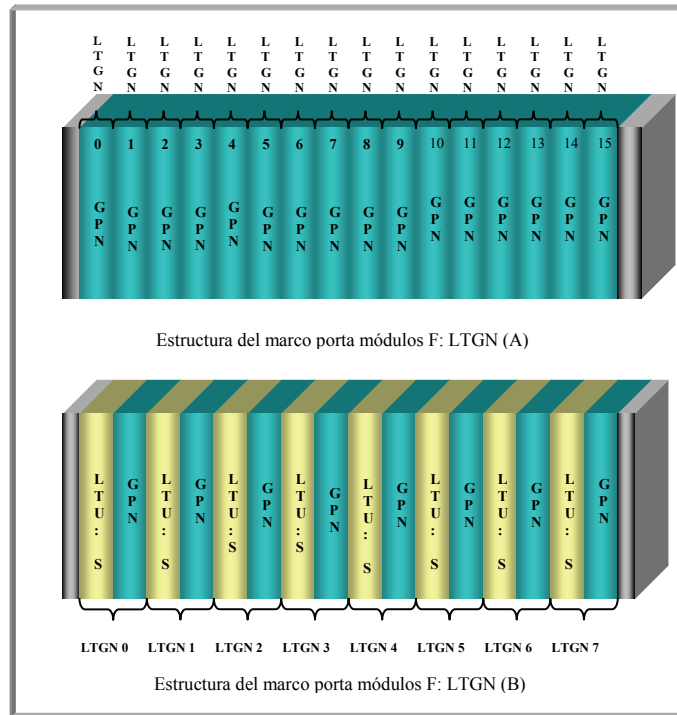


Fig. 2.4 Estructura del marco portamódulos F: LTGB

$$\begin{aligned}
 \text{n}^\circ \text{ LTGN (B)} = & \text{n}^\circ \text{ DLU locales} + [\text{n}^\circ \text{ E1s remotos}/4] \\
 & + [\text{n}^\circ \text{ E1 centralillas} / 4] \quad [2.7]
 \end{aligned}$$

Donde:

n° DLU locales: Es el total de módulos DLUs ubicados en la central Gualaceo, en este caso existen 5 DLUs, mas una DLU que se tiene proyectado instalar dan un total de 6. Se utilizarán unidades de interfaz (DIU-LDID), las cuales disponen de dos



líneas múltiplex a 4096 Kbps para conectar cada DLU local al LTGN (B).

n° E1s remotos: Es el total enlaces E1 para DLUs remotos, esto es para unidades de línea de abonado ubicadas en los concentradores de Paute, el Cabo, Chordeleg, Mariano Moreno, San Juan, San Bartolomé, y Guel. El cálculo del número de enlaces E1 necesarios para enlazar los DLU remotos con los LTG de la central se obtiene de la tabla 3.7 del capítulo 3.

n° E1 centralillas: Es el total de enlaces E1 destinado a centrales privadas (PBX), los cuales no se considera en el diseño. Por lo tanto aplicando la ecuación 2.7 el número total de tarjetas LTGN (B) a implementarse en la central Gualaceo son:

$$n^{\circ} \text{LTGN}(B) = 6 + [24 \text{ E1s}/4] + [0/4] = 12$$

El n° de marcos portamódulos para las unidades LTGN (B), **F:** **LTGN(A)** de abonado son:

$$\text{N}^{\circ} \text{ F: LTGN (A)} = [n^{\circ} \text{ LTGN (B)} / 16] = 12/16 \approx 1.$$



Debido a que solo se necesita un solo F: LTGN(A), el bastidor en donde se ubicarán los marcos portamódulos F: LTGN(A), permitirá añadir los dos portamódulos TSG y SSG de la matriz conmutación, conformando así el bastidor R: SNB/LTGN, que será indicado posteriormente cuando se analice la unidad de conmutación.

Potencia total disipada: La potencia disipada por cada tarjeta LTGN (B) es de 10 [W], por tanto:

$$W_{LTGNA(A)} = 10 * n^{\circ} LTGN(B) [W]$$

$$W_{LTGNA(A)} = 10 * 12 = 120.00[W]$$

El siguiente paso es calcular el número de enlaces de interconexión necesarios para cursar el tráfico entrante terminado y el saliente originado de la central local Gualaceo hacia la central de tránsito Cuenca, con esta información podemos determinar el número total de tarjetas **LTGN(C)** usadas para conectar 4 líneas de transmisión para troncales digitales a una velocidad de transferencia de 2048 Kbps.

Según los valores determinados y que posteriormente serán expuestos con detalle en el capítulo 3, el tráfico originado, terminado y el total de la nueva central es:



TRÁFICO CENTRAL GUALACEO / AÑO 2006 [ERLANGS]						
CONCENTRADORES	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO	TOTAL
SUBTOTAL	323,25	177,83	141,86	286,69	72,53	501,08
CENTRAL GUALACEO						
GUALACEO	191,50	97,80	81,87	165,65	41,79	289,30
TOTAL CENTRAL	514,75	275,63	223,73	452,34	114,32	790,38

Tabla 2.10

Donde el tráfico que deberá conducir los circuitos troncales entre Gualaceo y Cuenca se obtiene de los valores totales del cuadro anterior:

Trafico enlace Cuenca - Gualaceo = Tráfico total – Tráfico interno = 790.39 erlangs – 223.73 = Trafico enlace Cuenca – Gualaceo =566.65 Erlangs (demanda por tipo de vivienda).

El número de circuitos utilizando la fórmula de Erlang para un grado de servicio de 0.01, es **594**, por lo tanto el número enlaces E1 es $594/30 = 19.8 \approx 20$

A cada tarjeta LTGN (C) se puede conectar hasta 4 enlaces primarios, por tanto el total de módulos LTGN (C) para la conexión de troncales es:

$$n^{\circ} \text{ LTGN (C)} = [n^{\circ} \text{ de E1s} / 4] = [20 / 4] = 5$$



El nº de marcos portamódulos para albergar las unidades LTGN (C), F: LTGN(A) se determina de acuerdo con:

- Un Frame base F: LTGN (B) mas,
- $F: LTGN (A) = [(n^\circ LTGN(C) - 8) / 16]$, si $n^\circ LTGN(C) > 8$

$$F: LTGN (A) = 0, \text{ si } n^\circ LTGN (C) \leq 8$$

El nº LTGN(C) es igual a 5 por lo que no se necesitará un F: LTGN (A) adicional para albergar módulos LTGN(C).

Por tanto el bastidor R: SNB/LTGN, estará formado por un marco portamódulos F: LTGN (A), para 12 módulos LTGN (B), mas un marco portamódulos F: LTGN (B) para alojar las 5 tarjetas LTGN (C).

Potencia total disipada:

$$W_{LTGN C} = 10 * n^\circ LTGN (C) = 10 * 5 = 50W$$

Donde: 10 Watts, es la potencia consumida por cada tarjeta LTGN (C).

Realizando un análisis similar al anterior el tráfico a cursar por central Gualaceo en el año 2015 para los **16055** abonados es:

TRAFICO CENTRAL GUALACEO / AÑO 2015 [ERLANGS]						
CONCENTRADOR	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO	TOTAL



SUBTOTAL CONCENTRADORES	409,29	225,19	179,63	363,01	91,84	634,48
CENTRAL GUALACEO						
GUALACEO	257,46	131,48	110,06	222,69	56,18	388,94
TOTAL CENTRAL	666,75	356,67	289,69	585,71	148,02	1023,42

Tabla 2.11

**Trafico enlace Cuenca – Gualaceo =733.73 Erlangs
(demanda por tipo de vivienda)**

El número de circuitos utilizando la fórmula de Erlang para un grado de servicio 0.01 es **762**, por lo tanto el número enlaces E1 entre centrales es $762/30 = 25.4 = 26$

$$n^{\circ} \text{ LTGN (C)} = [n^{\circ} \text{ de E1s} / 4] = 26/4 = 6.5 = 7$$

$$F: \text{LTGN (A)} = [(n^{\circ} \text{ LTGN(C)} - 8) / 16] = [(7-8)/16] = 0$$

$$\text{WLTGN (C)} = 10 * n^{\circ} \text{ LTGN (C)} = 10 * 7 = 70W$$

El siguiente cuadro muestra la distribución de las LTGs en la central Gualaceo, donde LTG 0 a LTG 4 están asignados para LTGN (C) con función troncales, mientras LTG 5 a LTG 19 son para las DLUs locales y remotas.

DISTRIBUCIÓN DE LTGs EN LA CENTRAL GUALACEO								
TSG	LTG	DIU	DLU	DLUC	LOCALIDAD	SHELF	CANT. ABO	TOTAL/LTG
0	5	0	10	0	GUALACEO	A	888	1784
		1	20	0	GUALACEO	A	896	



0	6	0	10	1	GUALACEO	A	888	1784
		1	20	1	GUALACEO	A	896	
0	7	0	30	0	GUALACEO	A	924	1852
		1	40	0	GUALACEO	A	928	
0	8	0	30	1	GUALACEO	A	924	1852
		1	40	1	GUALACEO	A	928	
0	9	0	50	0	GUALACEO	A	928	1024
		1	60	0	GUALACEO	A	96	
0	10	0	50	1	GUALACEO	A	928	1024
		1	60	1	GUALACEO	A	96	
1	11	0	70	0	PAUTE	A	560	1104
		2	70	0 EXT	PAUTE	A		
		1	80	0	PAUTE	A		
		3	80	0 EXT	PAUTE	A		
1	12	0	70	1	PAUTE	A	560	1104
		2	70	1 EXT	PAUTE	A		
		1	80	1	PAUTE	A		
		3	80	1 EXT	PAUTE	A		
1	13	0	90	0	PAUTE	A	928	1840
		2	90	0 EXT	PAUTE	A		
		1	100	0	CHORDELEG	A		
		3	100	0 EXT	CHORDELEG	A		
1	14	0	90	1	PAUTE	D	928	1840
		2	90	1 EXT	PAUTE	D		
		1	100	1	CHORDELEG	D		
		3	100	1 EXT	CHORDELEG	D		
1	15	0	110	0	CHORDELEG	D	386	1218
		2	110	0 EXT	CHORDELEG	D		
		1	120	0	BULLCAY	D		
		3	120	0 EXT	BULLCAY	D		
1	16	0	110	1	CHORDELEG	D	386	1218
		2	110	1 EXT	CHORDELEG	D		
		1	120	1	BULLCAY	D		
		3	120	1 EXT	BULLCAY	D		
1	17	0	130	0	M. MORENO	D	775	1703
		2	130	0 EXT	M. MORENO	D		
		1	140	0	SAN JUAN	D		
		3	140	0 EXT	SAN JUAN	D		
1	18	0	130	1	M. MORENO	D	775	1703
		2	130	1 EXT	M. MORENO	D		
		1	140	1	SAN JUAN	D		
		3	140	1 EXT	SAN JUAN	D		
1	19	0	150	0	S. BARTOLOMÉ	D	473	1401
		2	150	0 EXT	S. BARTOLOMÉ	D		



		1	160	0	GUEL	D	928	
		3	160	0 EXT	GUEL	D		
1	20	0	150	1	S. BARTOLOMÉ	D	473	1401
		2	150	1 EXT	S. BARTOLOMÉ	D		
		1	160	1	GUEL	D	928	
		3	160	1 EXT	GUEL	D		

Tabla 2.12

2.6.3 RED DE CONMUTACIÓN

Según el análisis de demanda realizado en el área de estudio, la central cubrirá el 74% de la población residente en los tres cantones. El cuadro 3.1 del capítulo 3 indica que la central podrá servir un mínimo 8770 abonados y un máximo de 12400 en el año 2006. En el 2015 la central según la proyección de demanda por servicios podrá cubrir a 13575 abonados, (ver tabla 2.13).

CENTRAL LOCAL GUALACEO / ABONADOS AÑO 2015				
CONCENTRADOR	PARROQUIA	POBLACIÓN	DEMANDA TIPO DE VIVIENDA	DEMANDA x SERVICIOS
SUBTOTAL CONCENTRADORES		51350	9787	7464
CENTRAL GUALACEO				
GUALACEO	Gualaceo	27162	6267	6111
TOTAL CENTRAL		78511	16055	13575

Tabla 2.13



El número de llamadas entrantes y salientes que cursará la central se expone en la tabla 2.14.

CANTÓN	LOCALIDAD	NÚMERO LLAMADAS		NÚMERO LLAMADAS	
		DEMANDA x TIPO DE VIVIENDA		DEMANDA x SERVICIOS	
		2006	2015	2006	2015
Gualaceo	Gualaceo	5984,76	8045,84	5191,58	7845,58
	Daniel Córdova Toral	463,95	558,43	162,35	272,98
	Mariano Moreno	531,06	642,64	246,64	369,46
	San Juan	1335,31	1583,48	658,11	962,73
Paute	Chicán	715,11	622,57	416,61	588,38
	El Cabo	683,85	880,50	534,30	830,22
	Paute	2531,44	3469,93	1883,10	3053,53
Chordeleg	Chordeleg	2010,45	2647,01	1584,59	2440,14
	Luis Galarza Orellana	444,63	549,28	74,84	162,69
	Principal	383,04	509,84	150,05	265,91
	San Martín de Puzhio	288,78	395,22	92,25	175,71
Sigsig	Guel	378,75	496,49	161,84	287,01
	San Bartolomé	822,36	1078,14	448,86	745,84
TOTAL		16573,489	21479,362	11605,134	18000,183

Tabla 2.14

La capacidad de la red de conmutación de sistema (EWSD) se determina por el número de abonados, el número de grupo de conexión (LTG) que puede enlazar, así como del tráfico que puede manejar. Según la tabla 2.15 la central que se instalará en Gualaceo es la **SN: 63 LTG**, que puede servir hasta 30000 abonados, con una capacidad de tráfico 3150 erlangs, las troncales que se pueden enlazar es 7500, el número LTGs que se pueden conectar es de 63, un módulo CCNC con una o dos líneas. Además esta unidad contará con un solo grupo conmutador de tiempo – espacio combinado en un marco



portamódulos que puede ser alojado en un bastidor junto con los marcos portamódulos F: LTGN(A) y F: LTG N (B).

La cantidad de líneas múltiples secundarias SDC: LTG es de 63 (según el número de LTGs), 2 líneas múltiplex secundarias SDC: CCNC, 1 línea múltiplex secundaria SDC: TSG (para comunicación entre el CP y SNB), y 1 línea múltiplex secundaria SDC: SGC (entre los controles de grupo de conmutación y el CP).

Según la proyección, los **12.400** abonados originarán un tráfico de **790.39** Erlangs y **16573,4** tentativas de llamadas en la hora de mayor movimiento (BHCA) en el presente año. Para el año 2015 el tráfico alcanzará a **1023.42** Erlangs y **21479,36** BCHA.

Capacidades de la red de conmutación	SN:504LTG	SN:252LTG	SN:126LTG	SN:63LTG	SN:15LTG
Tráfico interconectable máx. (Erl)	25.200	12.600	6.300	3.150	750
Centrales urbanas Cantidad de líneas de abonado)	240.000	120.000	60.000	30.000	7.500
Centrales de tránsito Cantidad de líneas de enlace)	60.000	30.000	15.000	7.500	1.800

Tabla 2.15 Características de las SN

Para la central Gualaceo, el módulo de conmutación es del tipo SN: 63LTG, está compuesto por los siguientes elementos:

- Un bastidor combinado para red de conmutación SN0 y SN1 y adicionalmente pueden instalarse como máximo 4 marcos portamódulos LTGNs



- ✚ Un marco portamódulos para red de conmutación F: SNB (0) y F: SNB (1).
- ✚ La SN(B): 63 LTG que se va instalar estará equipada con un grupo conmutador de tiempo y espacio combinado, que puede contener de 1 a 8 módulos conmutador de tiempo TSMB, un módulo conmutador de espacio SSM16B, 1 módulo control de grupo de conmutación SGCB y 1 módulo convertidor de DC DCCMS.
- ✚ A cada módulo tiempo TSMB pueden relacionarse ocho LTGs, pero el primer módulo de conmutador de tiempo TSMB sólo pueden conectarse 7 LTGs ya que la primera conexión está reservada para el interfaz SDC: TSG, para el intercambio de mensajes entre el CP y los 63 LTGs. Si está conectado un CCNC y dependiendo de la cantidad de los canales no.7, se requerirán entre 1 a 2 líneas SDC: CCNC, reduciéndose la cantidad de SDC: LTG a 62 ó 61.

CONSUMO DE POTENCIA		
Unidad	Capacidad básica	Capacidad completa
TSG	80 W	450 W
SSG	125 W	410 W
Unidad de red de conmutación (SN: 63LTG)	60 W	380 W

Tabla 2.16

La capacidad de transmisión de la SN (B) viene dado por las



líneas múltiplex secundaria (SDC), cada una de ellas presenta en ambos sentidos 8 Mbps, y equivalen a la capacidad de un LTG para 128 enlaces, los intervalos de tiempo 1 a 127 están designados para canales útiles, mientras que el intervalo de tiempo 0 se denomina canal de mensajes. En las siguientes figuras se muestra el equipamiento del marco portamódulos para SN: 63 LTGs. y el rack donde va instalado.

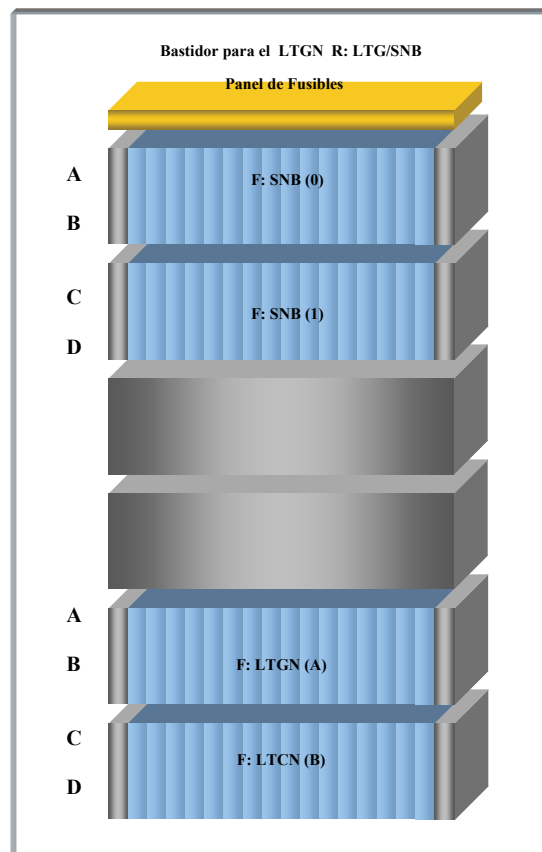


Fig. 2.5 Bastidor LTG/SNB

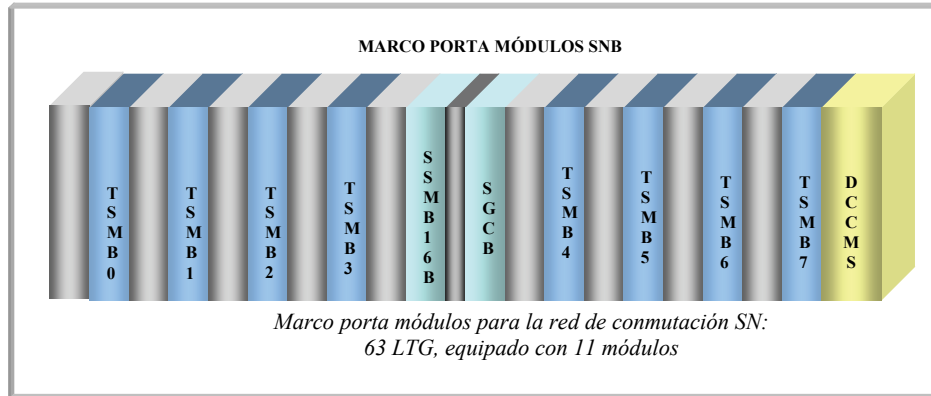


Fig. 2.6

2.6.4 MÓDULO DE SEÑALIZACIÓN CCNC:

Un CCNC consta de las siguientes unidades de hardware: sistema múltiplex (MUX), grupo de equipos terminales de canal de señalización (SILTG), procesador de red de señalización por canal común (CCNP).

a) El procesador de la red de señalización por canal común (CCNP), se encuentra duplicado y cada unidad se conecta a todos los grupos SILTGs instalados en el sistema, entonces:

$$FCCNP = 2$$

b) La multiplexación de los canales de señalización está a cargo del multiplexor maestro duplicado MUXM0 y MUXM1 y 32 multiplexores esclavos (MUXS). Cada multiplexor maestro MUXM 0/1, consiste de un módulo MUXMA y uno de expansión MUXMB. Al MUXMA se puede conectar 7 MUXS a través de 7 entradas/salidas por medio un “highway” de 512 Kbps, en cada



una de estas “highways” se puede transportar hasta 8 canales de señalización de 64 Kbps o 56 Kbps. El multiplexor MUXMA se conecta a la matriz de conmutación (SN) por una “highway” de 8 Mbps (SDC).

A cada tarjeta SILTD (unidad de Terminal de enlace de señalización digital) está asignado de forma fija un enlace de señalización (un canal de señalización entrante y otro saliente). Un grupo de terminales de enlace de señalización (SILTG) consiste en hasta 8 (SILTDS) y un control de terminal de enlace de señalización (SILTC). Un CCNC puede contener hasta 254 canales comunes de señalización CCS, los cuales se distribuyen en 32 SILTGs. Un multiplexor secundario (MUXS) es un interfaz para el MUXM0 MUXM1 (por medio de la “highways” 512 Kbps) y 8 interfaces para los SILTDS (64 Kbps). Para dimensionar el sistema CCNC se necesita saber el número de E1s para los enlaces entre centrales telefónicas, en el presente caso la central de Gualaceo se conectará únicamente con la central de tránsito Cuenca mediante **594 circuitos, 20 E1s** para la demanda actual; y **793 circuitos** y **27 E1s** para el año 2015. A partir de este valor, se puede determinar la cantidad de enlaces de señalización SS7 que son necesarios:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de enlaces de señalización} = 1 \quad \text{si el n}^{\circ} \text{ E1s} \leq 4$$



N° de enlaces de señalización = 2 si $5 \leq n^{\circ} E1s \leq 61$

N° de enlaces de señalización = $[n^{\circ} E1s / 60]$ si el $n^{\circ} E1s > 61$

El número de enlaces E1 es de 27, luego:

N° de enlaces de señalización = 2

El número de tarjetas SILTD corresponde a la cantidad de enlaces señalización, luego:

n° SILTD = N° de enlaces de señalización = 2

El número de módulos MUXMA/B 0/1 se elige de acuerdo la siguiente recomendación del fabricante:

MUXMA 0 = 1 a 55 enlaces de señalización

MUXMB 0 = 56 a 127 enlaces de señalización

MUXMA 1 = 129 a 183 enlaces de señalización

MUXMB 0 = 184 a 255 enlaces de señalización

Por lo tanto se necesitaría un multiplexor principal duplicado MUXM 0/1 con un módulo MUXMA 0.

El adaptador de la periferia de señalización (SIPA) constituye un interfaz entre el CCNP y el SILTG, El número de módulos (SIPA) se determina de acuerdo al siguiente criterio: según el gráfico mostrado en el capítulo uno sección CCNC, cada procesador CCNP puede albergar 8 SIPAs, en donde una tarjeta SIPA puede atender cuatro grupo terminales de señalización SILTG, debido a que se solo se necesitarán dos tarjetas SILTD (localizada en una sola SILTG), entonces se

necesita solamente un adaptador de señalización para CCNP0 y una para el CCNP 1. Por tanto.

$$n^{\circ} \text{ SIPA} = 2$$

Marco portamódulos CCNP central F: CCNP (B). Forma el componente básico y debe ser duplicado por razones de seguridad para el CCNP 0 y CCNP1.

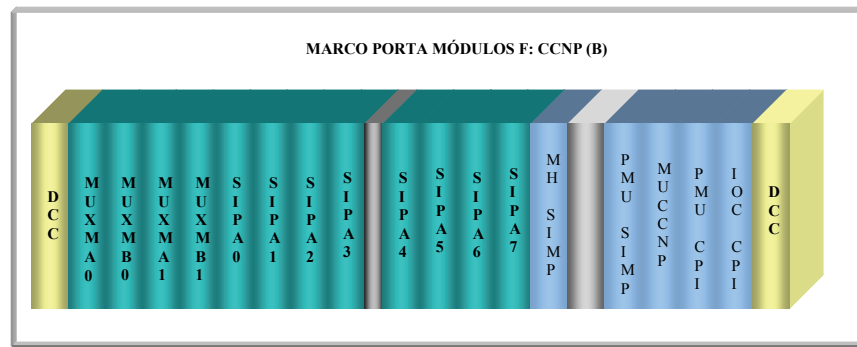


Fig. 2.7 Marco porta módulos F: CCNP

El marco SILTG descentralizado F: SILTD (A), contiene hasta 16 tarjetas SILTDs, con sus respectivos multiplexores secundarios MUXS 0/1 y dos módulos para el control del equipo terminal de canal de señalización SILTC 0/1.

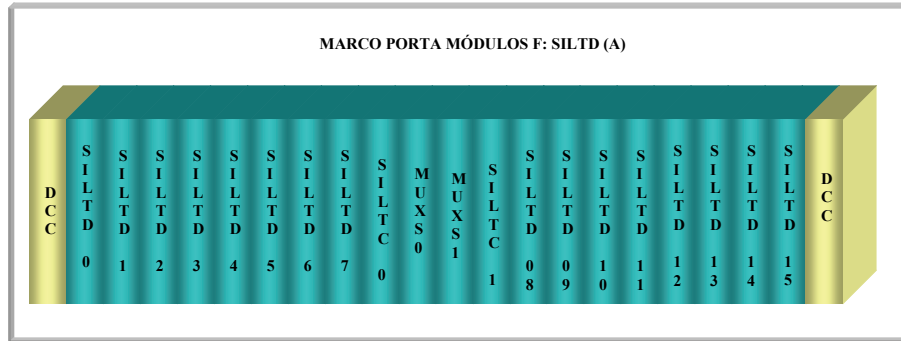
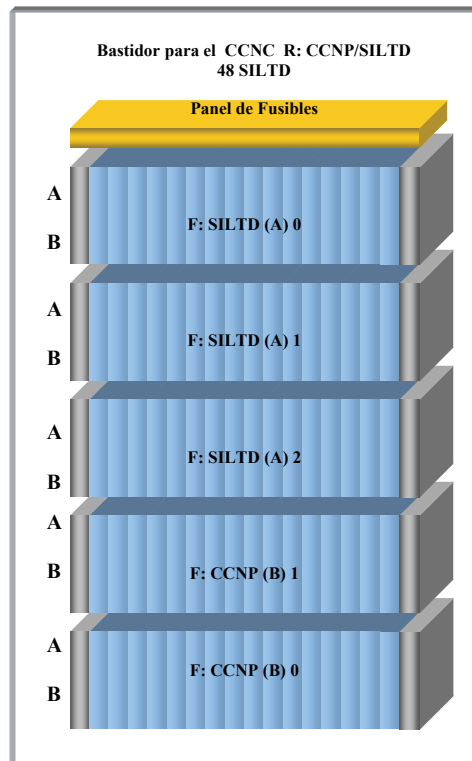


Fig. 2.8 Marco porta módulos F: SILTD

Los marco portamódulos CCNC están alojados en un bastidor el bastidor CCNP/SILTD equipado con dos marcos portamódulos F: CCNP (B) (para CCNP 0 y CCNP 1) y hasta tres marcos portamódulos F: SILTD (A), es decir podemos instalar hasta $16 \times 3 = 48$ SILTs.



*Fig. 2.9 Bastidor CCNC*

La potencia total disipada por el módulo CCNC viene dada por:

$$W_{CCNC} = 2 * 280 + 190 * 1 = 750 \text{ W}$$

Donde: (2 * 280) Watts es la potencia del módulo básico redundante F: CCNP (B) y 190 Watts es la potencia disipada por cada marco portamódulos F: SILTD(A) adicional (en caso de existir).

2.6.5 GENERADOR CENTRAL DE IMPULSOS DE RELOJ (CCG)

El generador central de impulsos de reloj A (CCG(A)) se compone de las siguientes unidades funcionales:

Unidad funcional	Módulo
Generador de impulsos de reloj	CCGXXA
Unidad de sincronización de impulsos de reloj	CCGB
Unidad de retransmisión de impulsos de reloj	CCGD
Búfer de interfaz	
Distribuidor de impulsos de reloj externo	CDEX

Tabla 2.17

Para la central Gualaceo se requerirán de los siguientes elementos de generación de impulsos de reloj:

- Un marco portamódulos para MB/CCG (B), F: MB/CCG(A).
- Un módulo CCGB: alberga a la unidad de sincronismo de reloj, la cual se adapta al reloj de referencia nominal 4096 KHz del módulo CCG11A, para generar un reloj de sincronismo a 8 KHz.
- Un módulo CCGD: alberga a la unidad de transferencia de reloj, ésta transmite el reloj de sincronismo de 8kHz (SYCLK) para las salidas a otros subsistemas internos.
- Un módulo CCG11A: es el generador de impulsos de reloj estándar para dos entradas de frecuencia de referencia $FR=2,048$ kHz para sistemas PCM30

El marco portamódulos F: MB/CCG(A) se aloja en un bastidor para distribuidores de mensajes y generadores centrales de impulsos de reloj, denominado R: MB/CCG(A).

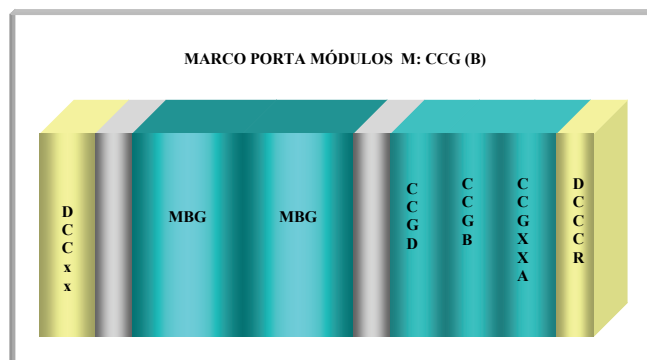


Fig. 2.10 Marco Portamódulos M: CCG (B)



2.6.6 PROCESADOR DE COORDINACIÓN

En el siguiente cuadro muestra una configuración básica del procesador de coordinación que se utilizará en la central Gualaceo.

Unidades funcionales de HW	Nombre funcional lógico de módulos pertenecientes a la misma unidad	Módulos	Nº Mínimo
BAP, CAP, IOC	Parte de ejecución del programa (PEX)	PEX	2
BCMY	Unidad de interfaz del procesador(PI)	PIA.	4
	Control de bus del BCM, driver de bus	BCM	1
	Arbitrador del BCMY central	MTI	1
CMY	Memoria común (CMY), básico 16 Mbytes	CMYC, CMYM	64 Mbytes
TIPOS DE IOP		IOP: MB (LTG/SGC)	2
		IOP: MB(CCG)	2
		IOP: MB(SYP)	2
		IOP: MB (CCNC)	2
		IOP: TA	2
		IOP: LAU	2
		IOP: UNI	2
		IOP: AUC	2

Tabla 2.18 Características del CP

Estas unidades funcionales del CP113C/CR estarán instaladas en los siguientes marcos portamódulos:

- ✚ Un marco portamódulos para procesadores, bus de memoria común y memoria común denominado (F: PBC)

Fig.2.13

El bastidor que emplea para CP113C/CR tiene la siguiente configuración

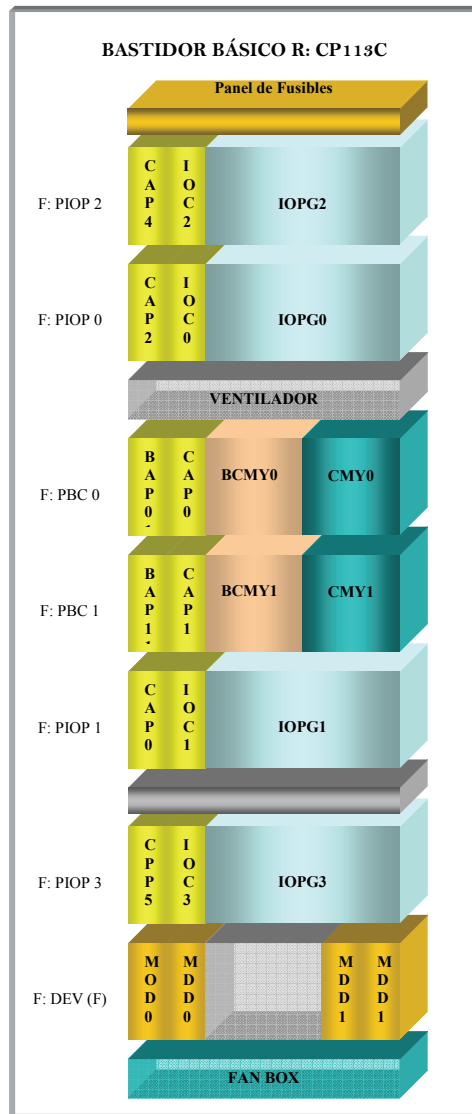


Fig. 2.14.

2.7 PROYECCIÓN DE PARES PRIMARIOS



El número de pares primarios que se necesitan ampliar se obtiene tomando en cuenta en número de pares instalados, cuyo valor para cada concentrador se expone en la columna “pares existentes” del siguiente cuadro. Los resultados son los siguientes:

AMPLIACIÓN PARES PRIMARIOS							
Concentrador	Parroquia	Líneas Instaladas	Pares Existentes	Demanda Atendida	Líneas Necesarias	Pares Necesarios	Total Pares
PAUTE	Paute	1840	3740	2032	192	200	3940
EL CABO	El Cabo, Chicán	832	950	928	96	100	1050
CHORDELEG	Chordeleg	1152	1670	1298	146	150	1820
MARIANO MORENO	Mariano Moreno, Daniel Córdova	24	200	775	751	800	1000
SAN JUAN	San Juan	24	100	928	904	950	1050
SAN BARTOLOMÉ	San Bartolomé	64	150	473	409	450	600
GUELL	Guell, Luis Galarza(Delegsol), La Principal, San Martín de Puzhio	40	200	928	888	900	1100
SUBTOTAL CONCENTRADORES		3976	7010	7362	3386	3550	10560
GUALACEO							
GUALACEO	Gualaceo	4116	6870	4660	544	550	7420
TOTAL CENTRAL		8092	13880	12022	3930	4100	17980

Tabla 2.19 Detalle de Pares Primarios



CAPITULO TRES

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TRONCALES PARA LA CENTRAL GUALACEO

En este capítulo se dimensionará las troncales que unirán las centrales de Gualaceo y Cuenca, y los enlaces a cada uno de los concentradores remotos, el medio utilizado será las ondas radioeléctricas y la fibra óptica



DIMENSIONAMIENTO DE LAS TRONCALES PARA LA CENTRAL GUALACEO

3.1 ANTECEDENTES

El objetivo de este capítulo es dimensionar los enlaces de transmisión entre la central Gualaceo y los concentradores ubicados en Paute, Chordeleg, el Cabo y Sigsig, además se determinará el número de troncales que enlazarán la nueva central local con la central de tránsito Cuenca, que servirán para el transporte de tráfico de voz y datos de los abonados que atienden estas centrales.

En un sistema de comunicación de fibra óptica, las pérdidas combinadas de los componentes deben ser lo suficientemente pequeñas para permitir la disponibilidad de suficiente potencia en el receptor. Se deben considerar muchos factores, incluyendo la velocidad de transmisión, la atenuación del enlace, el medio ambiente, los tipos de cables, tipos de fibras, equipamiento disponible, tipos de interfaz eléctricos, conectores ópticos, empalmes, protocolos de comunicación y otros.

En una parte del estudio se abordará los aspectos que hay que tomar en cuenta para realizar un diseño de un sistema de fibra



óptica, considerando las instrucciones del fabricante en lo que a equipos se refiere; mientras que el tipo de cable, medio ambiente, rutas, son determinados a criterio personal.

3.2 - ÁREA DE COBERTURA

Las parroquias urbanas y rurales de los cantones en estudio, se encuentran geográficamente a una distancia de 10 a 15 Km., esto hace difícil que la central local los sirva mediante cable de cobre, como alternativa se utilizan sistemas multiacceso, que permiten servir a pequeños grupos de población, mediante enlaces inalámbricos con módulos ILA e ILC con capacidad de 8 usuarios, los cuales se encuentran instalados en los nodos del sistema de transmisión inalámbrico de PACIFICTEL, identificado como sistemas multiacceso Cuenca 1 y Cuenca 5, llegando hasta la central de tránsito Cuenca en donde se realiza la conmutación de llamadas.

La central local de Gualaceo podrá servir a 4 de las ocho parroquias de este cantón. El conjunto de abonados ubicados en parte urbana y que pertenecen a la parroquia de Gualaceo serán atendidos directamente desde la central, mientras que los nuevos concentradores estarán distribuidos de la siguiente

manera: la unidad remota denominada **Mariano Moreno** servirá a los abonados ubicados en esta localidad y de la parroquia Daniel Córdova, también se ubicará un concentrador en la parroquia de San Juan, sector que tiene alta una demanda insatisfecha.

Los concentradores ubicados en Paute, Chordeleg y El Cabo, atienden a los usuarios ubicados en el área urbana de esas localidades. Además se tiene proyectado ubicar una unidad remota en Guel, cuya área de servicio comprenderá las parroquias de Guel, Luís Galarza Orellana (Delegsol), la Principal y San Martín de Puzhio, otra unidad remota adicional será ubicada en la parroquia San Bartolomé perteneciente al cantón Sigsig.

El siguiente cuadro muestra la población atendida, los abonados actuales, el número de posibles de usuarios acuerdo al estudio de demanda realizado en el capítulo 2.

CONCENTRADORES A UBICARSE					
CONCENTRADOR	PARROQUIA	POBLACIÓN	LINEAS EXISTENTES	DEMANDA x TIPO VIVIENDA	DEMANDA x SERVICIOS
PAUTE	Paute	9086	1552	2086	1552
EL CABO	El Cabo, Chicán	6728	795	1127	764
CHORDELEG	Chordeleg	6160	981	1298	1023
MARIANO MORENO	Mariano Moreno, Daniel Córdova	5002	24	775	319
SAN JUAN	San Juan	6547	24	1040	513
SAN BARTOLOMÉ	San Bartolomé	3668	64	473	258
GUEL	Guel, Luís Galarza(Delegsol), La Principal, San Martín	5549	40	938	298

	de Puzhio				
SUBTOTAL CONCENTRADORES		42740	3480	7738	4726
GUALACEO					
GUALACEO	Gualaceo	20980	3721	4662	4044
TOTAL CENTRAL GUALACEO		63721	7201	12400	8770

Cuadro 3.1 Abonados de la central Gualaceo y Concentradores

El cuadro 3.2 muestra las parroquias que en la actualidad están servidas mediante sistemas multiacceso y que necesitan una ampliación, estos sectores pertenecen a los cantones en estudio pero no formarán parte de central de Gualaceo.

SISTEMAS MULTIACCESO					
CANTON	PARROQUIA	POBLACIÓN	ABONADOS ACTUALES	DEMANDA x TIPO VIVIENDA	DEMANDA x SERVICIOS
		2006			
GUALACEO	Jadán	3848	48	564	114
	Zhidmad	2304	16	344	43
PAUTE	Bulán	2407	0	397	278
	Dug-Dug	2065	0	330	188
	Guarainag	1188	56	249	80
	San Cristóbal	2335	32	392	140
	Tomebamba	1666	48	274	73
SIGSIG	Cuchil	1757	0	241	201
	Ludo	3280	8	406	124
	San José de Raranga	2274	16	177	119
TOTAL		23124	224	3374	1360

Cuadro 3.2 Abonados que pueden ser servidos desde sistemas multiaccesos

3.3 CONFIGURACIÓN DE LA RED

En esta sección se determinará como interconectar la central local de Gualaceo con los respectivos nodos remotos. Existen



dos requisitos fundamentales que la red tiene que cumplir: eficiencia y flexibilidad. En primer lugar, es deseable minimizar la cantidad de equipos (conmutadores y enlaces) en la red, tomando en cuenta que debe ser capaz de aceptar o gestionar todo el tráfico esperado en las horas pico. En caso de que los conmutadores y las líneas fallen, será necesario considerar que la red proporcione un nivel razonable de servicio incluso bajo estas circunstancias.

Se tienen tres métodos para conectar de manera eficaz centrales telefónicas.

- a) Conexión en malla, se usa cuando existe un alto nivel de tráfico entre centrales, por ejemplo en redes metropolitanas, lo que no es aplicable en el presente caso, además la ubicación geográfica de la central y los concentradores no permiten usar esta configuración.
- b) La conexión en estrella, es la opción más económica en donde la central de Gualaceo se ubicará como central tandem, mientras que los concentradores existentes y los proyectados, serán interconectados a esta central. Se utilizará esta configuración debido al reducido nivel de tráfico existente en las rutas que unen la central con cada uno de las unidades remotas, tomando en cuenta que los enlaces entre los nodos no poseerán caminos



redundantes que puedan ser utilizados en caso de una falla del enlace.

- c) La configuración en estrella doble, se forma si se toma en cuenta la central de tránsito Cuenca, la central local de Gualaceo y cada uno de los concentradores. En este caso se configuraría una red en estrella de dos niveles, donde la central de tránsito Cuenca, corresponde a la central de nivel 1, mientras que Gualaceo será la central de nivel 2. El esquema de la configuración se expone en el diagrama de abajo.
- d) Una disposición adicional que se puede tomar en cuenta y que ofrece una mayor confiabilidad que la estrella, es la de anillo, la cual puede obtenerse mediante la inclusión de multiplexores add/drop (ADM) dentro de los nodos concentradores. Pero si observamos el plano vemos que la ubicación geográfica de Gualaceo, Paute, El Cabo, Chordeleg están casi en línea recta, unidas mediante la vía principal, además de que no existen trayectos alternantes para formar el anillo, lo que hace difícil establecer esta topología de red.

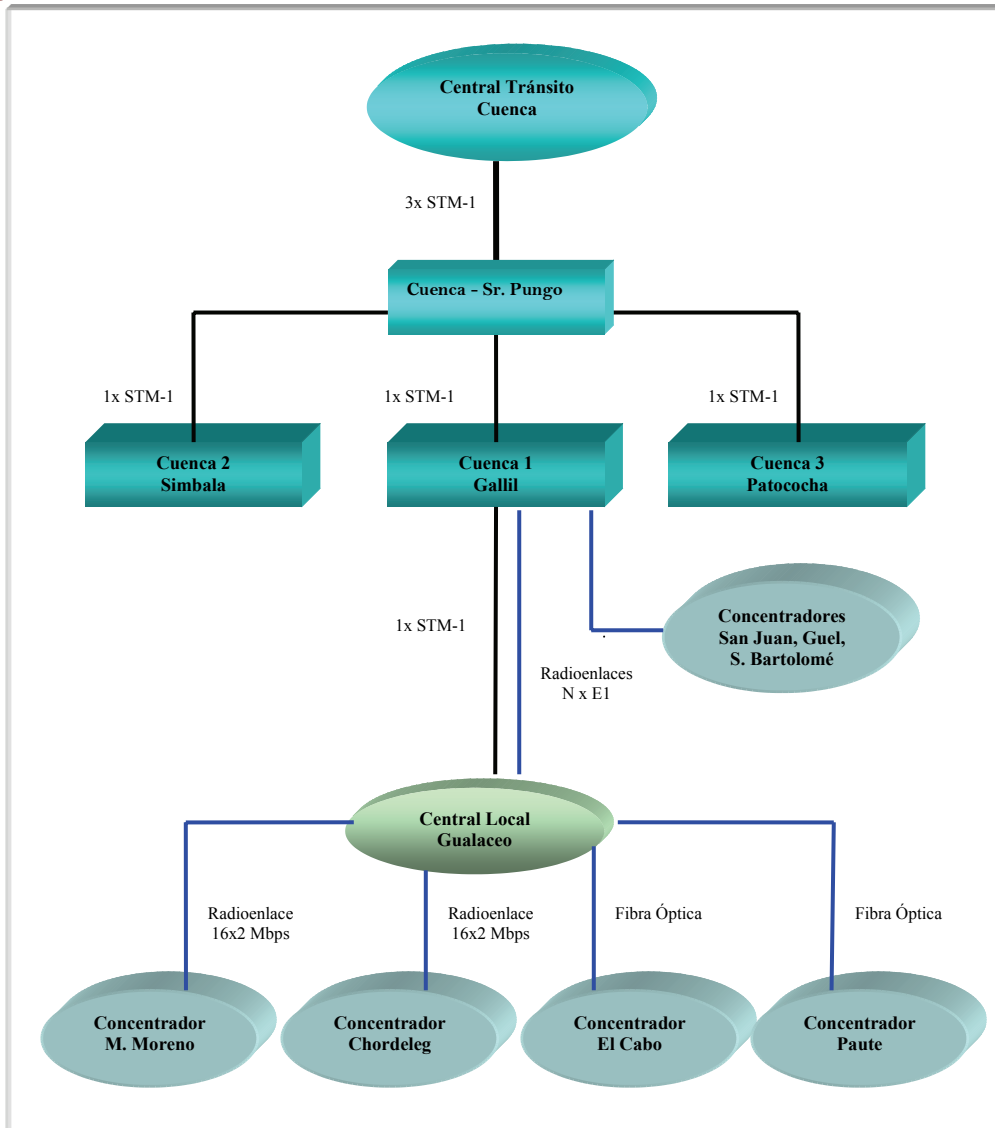


Fig. 3.1 Configuración de la red

3.4 DIMENSIONAMIENTO DE TRONCALES

Como consideraciones previas se tiene que el tráfico voz es simétrico en donde una llamada local producida en los



concentradores necesita dos canales de transmisión con Cuenca para poder ser cursada, esto aumenta el número de circuitos necesarios en un enlace. Por otro lado la implementación de servicios adicionales utilizando la tecnología xDSL, exige una mayor capacidad de transmisión en los enlaces, destinada a satisfacer las necesidades de recursos previstas en aplicaciones como acceso a Internet de alta velocidad, video bajo demanda y relacionados.

La zona austral tiene un alto índice de migración, cuyo fenómeno se ve reflejado en el volumen de tráfico internacional mensual que según estadísticas alcanza 59.06% (2800000 minutos) del total entrante, seguido del tráfico regional entrante de ETAPA (20.25%), mientras que el tráfico regional saliente a ETAPA (44.58%) y a las otras centrales de Pacifictel (39.35%) conforman la mayor parte de volumen de tráfico saliente total.

Promedio Mensual de minutos entrantes y salientes en la provincia del Azuay				
OPERADOR	ENTRANTE DE	SALIENTE A	% ENT.	% SAL
REGIONAL PACICTEL	771241	875000	16,27%	39,35%
REGIONAL ETAPA	960000	991261	20,25%	44,58%
CELULAR	62748	176425	1,32%	7,93%
NACIONAL ANDINATEL	146652	138751	3,09%	6,24%
INTERNACIONAL	2800000	42000	59,06%	1,89%
TOTAL	4740641	2223437	100,00%	100,00%

Tabla 3.3

Del número total de llamadas cursadas por la central de tránsito EWSD, tomando como valor promedio los porcentajes

alcanzados en los últimos años, se obtiene que el 57,4% (254822 llamadas) solamente transitan por la EWSD, el 17.34% (76902 llamadas) provienen de otras centrales y terminan en esta central, mientras que el 11.68% (esto es 51798 llamadas) se originan en esta central, las llamadas internas que incluyen las llamadas entre abonados de un mismo concentrador (por ejemplo Paute-Paute) y las que se dan entre concentradores que pertenecen a la EWSD (por ejemplo Sigsig-Santa Isabel) alcanza el 13.55%(60092 llamadas) del total.

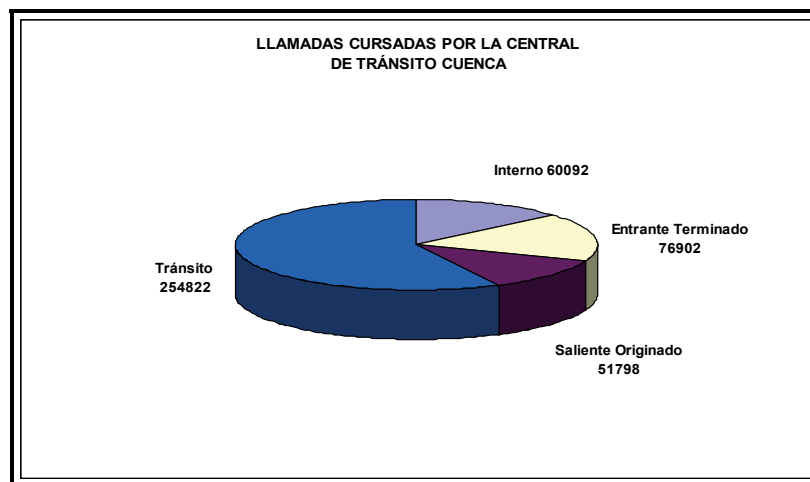


Fig. 3.2 Porcentaje de llamadas cursadas por la central Cuenca
La tasa de tomas con respuesta (ASR) está por el orden del 51% para llamadas de tránsito, el 42% de las llamadas entrantes terminadas, el 59% para las salientes originadas y el 56% de las llamadas cursadas internas.

El siguiente cuadro muestra la distribución del Erlang por abonado en la zona de estudio, donde vale la pena resaltar el alto porcentaje que alcanza el tráfico entrante terminado (57 %), mientras que el interno central (entre concentradores) alcanzan el 28%.

PORCENTAJE ERLANG/ABONADO					
CANTÓN	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO
Bullcay	72,2%	27,8%	28,2%	57,3%	14,5%
Chordeleg	64,6%	35,4%	28,3%	57,2%	14,5%
Gualaceo	66,2%	33,8%	28,3%	57,3%	14,4%
Gima	72,7%	27,3%	26,3%	59,0%	14,7%
Paute	62,3%	37,7%	28,3%	57,2%	14,5%
Sigsig	69,5%	30,5%	28,3%	57,2%	14,5%

Tabla 3.4

Utilizando los datos de la demanda obtenida mediante el análisis del tipo de vivienda y los valores de Erlang/abonado, se obtiene el tráfico que van generar los abonados ubicados en la central local y en los concentradores.

CENTRAL GUALACEO /DATOS DE TRÁFICO EN ERLANGS						
PARROQUIA	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO	TOTAL
Gualaceo	191,50	97,80	81,87	165,65	41,79	289,30
Daniel Córdova Toral	14,85	7,58	6,35	12,84	3,24	22,43
Mariano Moreno	16,99	8,68	7,26	14,70	3,71	25,67
San Juan	42,72	21,82	18,26	36,95	9,32	64,54
Chicán	23,52	14,24	10,70	21,60	5,47	37,77



El Cabo	21,47	13,00	9,77	19,71	4,99	34,47
Paute	83,28	50,41	37,89	76,45	19,36	133,69
Chordeleg	55,09	30,13	24,11	48,77	12,35	85,22
Luis Galarza Orellana	12,18	6,66	5,33	10,79	2,73	18,85
Principal	10,50	5,74	4,59	9,29	2,35	16,24
San Martín de Puzhio	7,91	4,33	3,46	7,00	1,77	12,24
Guel	10,95	4,80	4,46	9,02	2,28	15,76
San Bartolomé	23,78	10,43	9,68	19,58	4,96	34,21
TOTAL	514,752	275,633	223,731	452,337	114,317	790,385

Tabla 3.5

El tráfico de los enlaces que unen la central Gualaceo con las unidades remotas se obtendrá de la suma de:

$$\text{Tráfico enlace} = \text{tráfico terminado} + \text{tráfico originado}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – Paute} = 83.28 + 50.41 = 133.69 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – El Cabo} = (21.47 + 23.52) + (13.00 + 14.24) = 72.24 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – Mariano Moreno} = (16.99 + 14.85) + (8.68 + 7.58) = 48.10 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – San Juan} = 42.73 + 21.82 = 64.55 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – San Bartolomé} = 23.78 + 10.43 = 34.21 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – Guel} = (12.18 + 10.50 + 7.91 + 10.95) + (6.66 + 5.74 + 4.33 + 4.80) = 63.08 \text{ Erlangs}$$

$$\text{Tráfico enlace Gualaceo – Chordeleg} = 55.09 + 30.13 = 85.22 \text{ Erlangs.}$$

El tráfico que deberá cursar el enlace entre la central de tránsito Cuenca y la central local de Gualaceo es:

$$\text{Tráfico enlace Cuenca – Gualaceo} = 566.65 \text{ Erlangs}$$

Los datos de tráfico anteriores son obtenidos para el caso de demanda por tipo de viviendas (12400 abonados) haciendo el análisis similar para el caso de la *demanda obtenida por los servicios básicos*, tenemos los siguientes resultados:



TRAFICO ENTRE LA CENTRAL y CONCENTRADORES						
CONCENTRADOR	TERMINADO	ORIGINADO	INTERNO CENTRAL	ENTRANTE TERMINADO	SALIENTE ORIGINADO	TOTAL
PAUTE	61,95	37,50	28,18	56,87	14,40	99,45
EL CABO	30,48	18,45	13,87	27,98	7,09	48,94
CHORDELEG	43,42	23,75	19,00	38,44	9,73	67,17
MARIANO MORENO	13,09	6,68	5,59	11,32	2,86	19,77
SAN JUAN	21,06	10,75	9,00	18,22	4,60	31,81
SAN BARTOLOMÉ	12,98	5,69	5,28	10,69	2,70	18,67
GUELL	13,37	6,81	5,71	11,55	2,92	20,18
SUBTOTAL	196,35	109,64	86,64	175,05	44,29	305,99
CENTRAL GUALACEO						
GUALACEO	166,12	84,84	71,02	143,69	36,25	250,96
TOTAL	362,47	194,48	157,66	318,75	80,55	556,95

Tabla 3.6

El tráfico que deberá cursar el enlace entre la central de tránsito Cuenca y la central local de Gualaceo es:

***Trafico enlace Cuenca – Gualaceo = 399.29 Erlangs
(demanda por servicios 8770 abonados)***

El cuadro 3.7 expone el tráfico en erlangs, el número de circuitos o canales y el número de E1s necesarios para cursar el tráfico de voz de los abonados obtenidos mediante el análisis de la demanda por el tipo de vivienda, por servicios básicos y los abonados existentes (tráfico actual). El número de circuitos ha sido obtenido utilizando la tabla de Erlang B con una probabilidad de pérdida de llamadas en la hora pico de 0,01.

Para dimensionar los equipos de transmisión se utilizará el número de E1s obtenido del análisis de la demanda por el tipo de vivienda.

CENTRAL LOCAL GUALACEO					
CONCENTRADOR	NÚMERO DE CIRCUITOS			NÚMERO DE E1s	
	DEMANDA x VIVIENDAS	DEMANDA x SERVICIOS	ACTUAL	DEMANDA x VIVIENDAS	DEMANDA x SERVICIOS
PAUTE	152	116	116	6	4
EL CABO	87	62	64	3	3
CHORDELEG	101	82	79	4	3
MARIANO MORENO	61	29	2	3	1
SAN JUAN	79	43	2	3	2
SAN BARTOLOMÉ	46	28	6	2	1
GUEL	78	30	3	3	1
SUBTOTAL CONCENTRADORES	604,00	390,00	272,00	24,00	15,00
GUALACEO					
GUALACEO	312	273	253	11	10
TOTAL CENTRAL	916,00	663,00	525,00	35,00	25,00

Tabla 3.7

En la siguiente tabla se muestra el tráfico producido por los abonados xDSL de cada una de las localidades y velocidades de acceso, en el capítulo 4 se indica el procedimiento.

LOCALIDAD	64/16	128/32	256/64	512/128	1024/256	TOTAL [Kbps]	Nº E1s
EL CABO	208	230,4	128	73	128	768	1
GUALACEO	1648	1510	2475	805	384	6822	4
PAUTE	1104	947	555	366	384	3356	2
CHORDELEG	560	666	853	73	256	2408	2

Tabla 3.8 Tráfico de datos por Enlace



El **PLANO 3.1** se muestra los valores de tráfico interno, saliente originado y entrante terminado, el número de circuitos y de E1s que se necesitarán en los nuevos enlaces.

3.5 ESTRUCTURA DE LOS ENLACES DE TRANSMISIÓN - CENTRAL GUALACEO

Según el número de E1s que se determinaron en los cuadros anteriores para transportar el tráfico de voz y datos, los enlaces de transmisión quedan definidos de la siguiente manera:

Enlace Gallil-Gualaceo:

- En el capítulo 2 se determinó que para transportar el tráfico entre la central Gualaceo y Cuenca se necesita 20 E1s, además este tramo también transferirá el tráfico entre la central Gualaceo y los concentradores de San Juan (3 E1s), Guel (3 E1s) y San Bartolomé (2 E1s), que suman 8 E1s, por tanto el salto comprendido entre Gallil y Gualaceo se necesitarán un total 28 E1s. Actualmente existe un radio enlace PDH de 16x2 Mbps, por lo que es necesario sustituir este equipo, por un radio SDH STM-1 en ambas estaciones, con lo cual tendríamos una capacidad de 63

E1s disponibles. Esta disponibilidad de E1s permitirá a la empresa Pacifictel en el futuro ampliar la capacidad de central Gualaceo instalando nuevas unidades remotas en localidades donde sea necesario. El equipo de transmisión por microonda que se ubicará será un NERA SDH versión 292 en configuración 1+1, con un rango de frecuencia de trabajo entre 7725 MHz y 8500 MHz, el cual transportará una trama STM-1 sobre un radio canal.

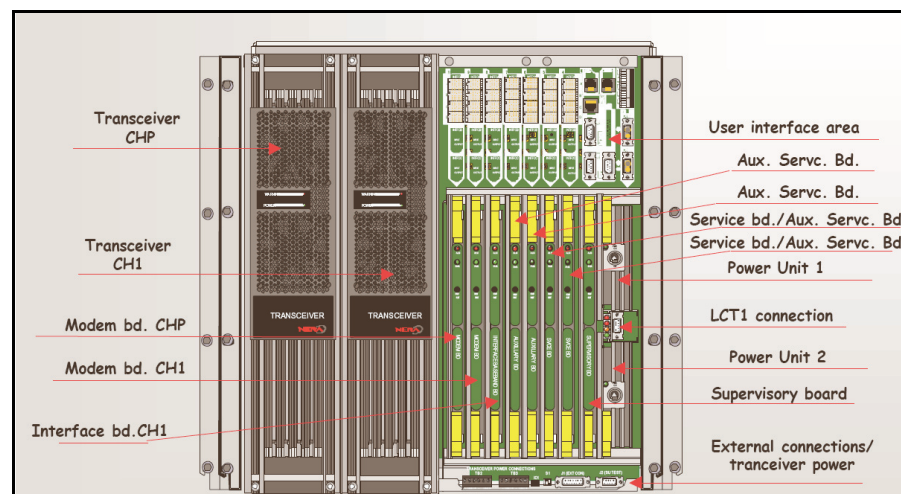


Figura 3.3 Equipo Nera SDH STM-1, 1+1 a instalarse.

Enlace Gualaceo-Concentradores

- ✚ Para enlazar la central Gualaceo con los concentradores de Paute y El Cabo se sustituirán los equipos Minilink Ericsson de PDH de 34 Mbps ubicados en los enlaces



Gallil – Paute, Gallil – El Cabo por fibra óptica, el número de E1s que necesarios para voz y datos son $6+2 = 8$ y $3+1=4$, respectivamente. El detalle de rutas, longitudes de tramos son expuestos posteriormente.

- ✚ El enlace entre Gualaceo y Chordeleg, debido a la ubicación geográfica de las dos localidades seguirá siendo inalámbrico, por lo que no se considera la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, la longitud del salto en línea recta es de 3820m. El equipo de microondas existente en el tramo Gallil–Chordeleg de 4x2 Mbps será sustituido por el equipo PDH de capacidad de 16x2 Mbps del enlace Gallil–Gualaceo. El número de E1s necesarios en este enlace es de 6.
- ✚ Para enlace Gualaceo–Mariano Moreno se adquirirá un equipo de PDH de 4x2 Mbps, el radioenlace tiene un solo salto de 4650m de longitud, ya que existe línea de vista entre estas dos localidades. El número de E1s que se necesitan instalar es 3.
- ✚ Los nuevos concentradores a ubicarse en San Juan, Guel y San Bartolomé para poder enlazarse con la central Gualaceo necesitarán doble salto. El primero que es común para estos radioenlaces es el de Gualaceo-Gallil en donde se utilizará el Equipo Nera SDH, que transportará 8



E1s, mientras tanto que desde la estación repetidora Gallil a cada uno de los concentradores los enlaces quedan determinados de la siguiente manera: El vano Gallil- San Juan se utilizará el equipo Ericsson PDH de 34 Mbps removido del enlace Gallil – Paute la longitud del enlace es de 12.37 Km. Para el vano Gallil–Guel se utilizará el equipo Ericsson PDH de 34 Mbps desinstalado del enlace Gallil–El Cabo, incluido el repetidor pasivo, la longitud del tramo desde Gallil al repetidor pasivo es 7.93 Km. y desde este último hasta Guel es de 1.13 Km., la longitud total es de 9.06 Km. Por último el tramo Gallil - San Bartolomé se utilizará el equipo PDH de 4x2 Mbps removido del enlace Gallil- Chordeleg.

✚ Para ubicar las antenas y los equipos de transmisión en cada una de las localidades en estudio se han tomado en cuenta la ubicación de los sistemas multiacceso existentes actualmente, por lo que no se ha realizado un estudio de perfiles de terreno ni pérdidas en la trayectoria, debido a que el departamento de transmisión de Pacifictel ya cuenta con esta información

✚ La tabla 3.9 resume lo expuesto anteriormente.

ENLACES DE TRANSMISIÓN - CENTRAL GUALACEO							
Descripción	Medio de Transmisión	N° E1s necesarios			Capacidad (Mbps)	Radiocanales	Requerimiento
		Voz	Datos	Total			
Gallil- Gualaceo (Troncal + Concentradores)	Inalámbrico	20+8		28	155	1	Adquisición
Gualaceo - El Cabo	Fibra	3	1	4	16x2	Cable de 48 fibras	Adquisición
Gualaceo - Paute	Fibra	6	2	8	16x2	Cable de 12 fibras	Adquisición
Gualaceo - Chordeleg	Inalámbrico	4	2	6	16x2	1	Reubicado del enlace Gallil - Gualaceo
Gualaceo - Mariano Moreno	Inalámbrico	3	0	3	34	1	Adquisición
Gallil - San Juan	Inalámbrico	3	0	3	34	1	Reubicado del enlace Gallil - Paute
Gallil - San Bartolomé	Inalámbrico	2	0	2	4x2	1	Reubicado del enlace Gallil - Chordeleg
Gallil - Guel	Inalámbrico	3	0	3	34	1	Reubicado del enlace Gallil - El Cabo

Tabla 3.9

- ✚ El **PLANO 3.2** muestra la nueva configuración del sistema radioeléctrico Cuenca 1 de Pacifictel, tomando en cuenta los cambios mencionados en los numerales anteriores.
- ✚ El **PLANO 3.3** se muestra la distribución existente y proyectada de E1s para el enlace Cuenca 1 que comprende los saltos: Cuenca–Sr. Pungo–Gallil–Gualaceo–Concentradores, en la nueva disposición se puede observar el número de E1s que quedan libres en los saltos Cuenca–Sr. Pungo–Gallil, esto se debe al tráfico interno que será cursado por la nueva central Gualaceo.



La figura 3.4 muestra la nueva disposición de los equipos PDH en los nodos terminales y repetidores.

3.6 ENLACES DE FIBRA ÓPTICA

3.6.1 DETERMINACIÓN DE LAS RUTAS PARA LA FIBRA ÓPTICA

Un cable de fibra óptica se puede instalar manera subterránea utilizando sistemas de canalización, o de forma aérea utilizando herrajería en postes de hormigón armado. La selección de la ruta del cable de fibra óptica se realiza tomando en cuenta la canalización construida para la red primaria de cobre en el área urbana de Gualaceo y Paute por la empresa Pacifictel y las estructuras de soporte de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur ubicados junto a la vía. En tramos donde no exista postes tendrá que plantarlos para cumplir con las distancias mínimas requeridas para el tendido del cable de fibra óptica.

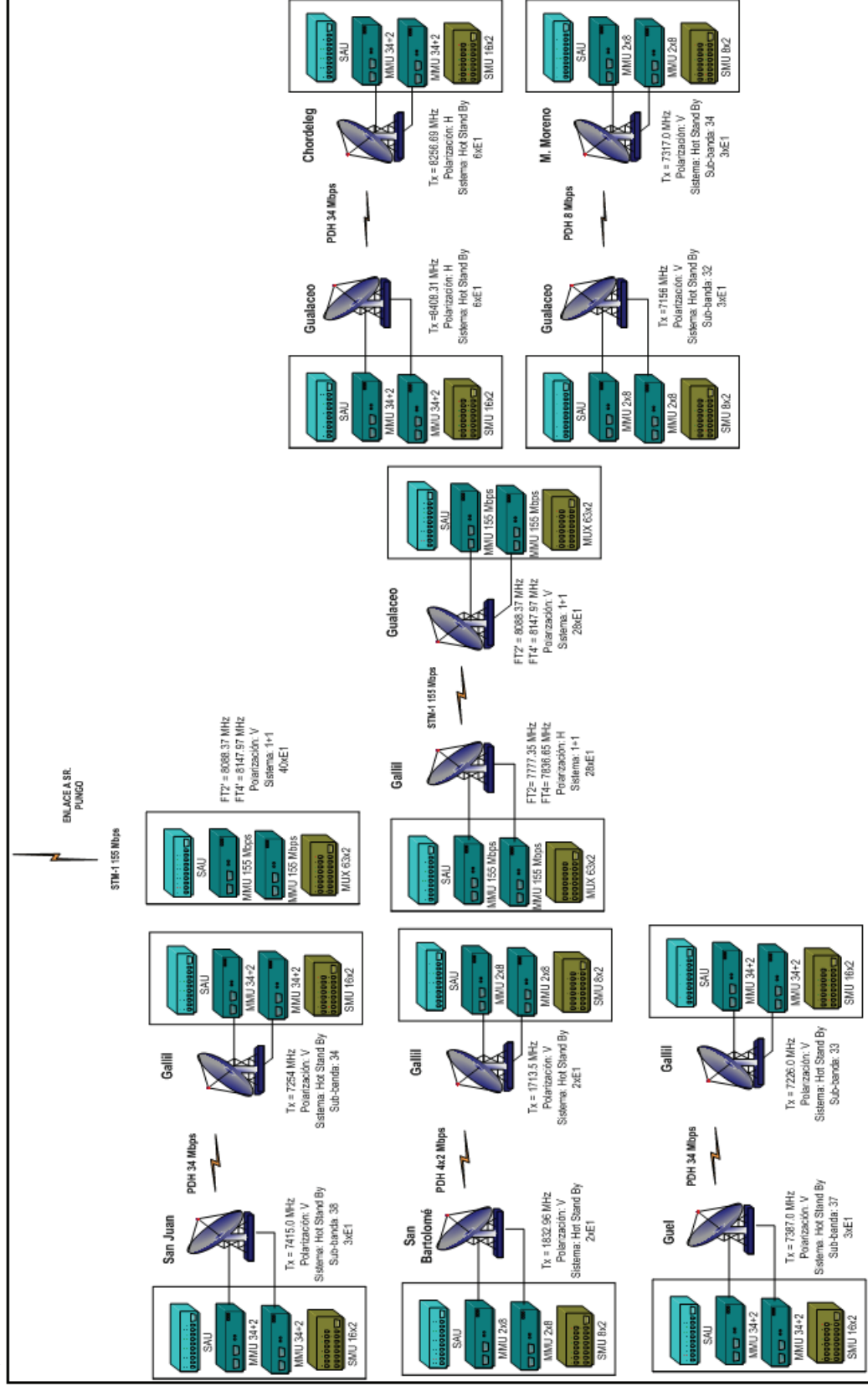


Fig. 3.4 Equipos PDH instalados por localidad.



La ruta que unirá la central Gualaceo con el concentrador de El Cabo será la siguiente: el recorrido del cable de fibra óptica comienza en el concentrador de Gualaceo, sale por la cámara subterránea D1.01, luego continúa por las calles Nueve de Octubre, David Chica, Fidel Piedra hasta la intersección con la avenida Roldós, luego se toma esta vía hasta llegar a la cámara E9-07 ubicado cerca del armario D-07.

Cabe indicar que en este tramo existen 4 ductos de PVC de 4" de diámetro, donde uno de ellos se encuentra ocupado con el cable primario telefónico y los tres restantes se encuentran libres. La longitud de este tramo subterráneo desde el concentrador hasta el armario D-07 es 716m, con 14 cámaras subterráneas en dicho trayecto.

Debido a los altos costos que implica construir canalización, el tramo comprendido entre distrito D-07 y el concentrador de El Cabo será aéreo, para ello se utilizará los postes de hormigón armado de 9 y 11m existentes de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, ubicados a lo largo de la vía principal. Además existente algunos postes de madera tratada de 9m propiedad de Pacifictel, los cuales deberán ser remplazados por postes de HA de 9m, la longitud del tramo aéreo es de 6031m. El total de postes de HA de 9 y 11m es de 103, mientras que los de madera



tratada propiedad de Pacifictel llegan a 24. La longitud total del trayecto desde Gualaceo hasta El Cabo es 6747m.

El siguiente tramo que comprende desde El Cabo hasta el cantón Paute, será aéreo siguiendo la vía que une estas dos localidades, igualmente se utilizará los postes de la Empresa Eléctrica hasta llegar al área urbana del cantón Paute. En la calle Abdón Calderón existe canalización de PVC de 4" de 4 vías (1 ocupada y tres libres), la misma que será usada para llegar al concentrador. El recorrido aéreo tiene una longitud de 8770 m. en donde existen 182 postes de 9 y 11 m en el trayecto. El trayecto subterráneo hasta el concentrador de Paute es de 530 m donde existen 10 cámaras subterráneas, la longitud del tramo El Cabo-Paute es de 9300m y la longitud total entre Gualaceo y Paute es de 16047m. Los siguientes cuadros resumen lo expuesto anteriormente.

NOMBRE	TRAMO	LONGITUD (m)	ENLACE GUALACEO - EL CABO	
ENLACE GUALACEO - EL CABO	Tramo aéreo	6031	Postes de HA 9 y 11 m	103
	Tramo subterráneo	716	Postes de MT 9m	24
	TOTAL 1	6747	TOTAL 1	127
ENLACE EL CABO - PAUTE	Tramo aéreo	8760	ENLACE EL CABO - PAUTE	
	Tramo subterráneo	540	Postes de HA 9 y 11 m	182
	TOTAL 2	9300	Postes de MT 9m	0
TOTAL	Tramo aéreo	14801	TOTAL 2	182
	Tramo subterráneo	1246	TOTAL POSTES	309
	TOTAL FIBRA	16047		

Tabla 3.10 Longitud de los tramos de fibra, cantidad de postes



3.6.2 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FIBRA

La primera decisión a tomar es determinar la fibra monomodo a instalar. Existen diversos tipos de fibras, entre las más relevantes tenemos:

- *Fibra monomodo estándar (SMF)*: La fibra que predomina en las redes metropolitanas es la monomodo estándar (SMF) que tiene un mínimo de dispersión a 1310 nm y un mínimo de atenuación en la región de 1550 nm, compatible con las bandas O, S, C, L. Esta fibra tiene una gran atenuación en el rango de 1383 nm debida a la absorción de la luz por los iones residuales de agua, esto hace que no sea la más opcional para la banda E, cumple con las norma ITU-T G.652, y se utiliza en redes de larga distancia, de acceso y empresariales.
- *Fibra monomodo estándar mejorada (E-SMF)*: Para permitir trabajar en la banda E (1265nm a 1460nm) se desarrolló la fibra E-SMF que reduce significativamente, el pico de atenuación debida a la absorción del agua, sin afectar la curva característica de dispersión, lo que permite disponer de un 30% más de longitudes de onda (1300 a 1625 nm) que las disponibles con la fibra anterior, por lo tanto su uso es ideal en sistemas de multiplexación CWDM. Ambos



tipos de fibras son útiles para distancias menores a 70 Km. y velocidades de transmisión de hasta 10 Gbps. Con la fibra SMF y E-SMF se requiere compensación de dispersión cada 70 km.

- *Fibra de dispersión no nula desplazada (NZ-DSF):* Resulta una mejor alternativa en aplicaciones cuyas distancias superiores a 70Km. se pueden tener dos tipos NZ-DSF de dispersión positiva y de dispersión negativa, ambas tienen una dispersión nula a una longitud de onda mayor a las anteriores y una característica de atenuación similar. Posee mejores prestaciones a 1550nm, donde la atenuación y la dispersión (± 8 ps/nm*Km.) tienen un comportamiento óptimo. Las fibras NZ-DSF de dispersión negativa son adecuadas para los sistemas cuyas distancias de transmisión son de hasta 200 Km., alcanzando velocidades de transmisión de 40 Gbps.

En cuanto al coste económico, la fibra SMF, o la E-SMF es la elección más económica, para distancias menores a los 70 Km., además los equipos ópticos construidos para fibras que trabajan a 1550 nm (NZ-DSF) son 70 a 89% más caros que los correspondientes a los equipos SMF.

Para este proyecto se ha seleccionado un tipo de fibra SMF que cumple con las normas de la ITU G.652, que ha



utilizado ETAPA en el proyecto de ampliación de las 21000 líneas, la recomendación describe una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 y 1550 nm, puede ser utilizada en redes de acceso y empresariales, además está disponible en cables de estructura holgada (loose tube), de estructura ajustada y cable cinta. Las características de la fibra se exponen en el cuadro a continuación:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA FIBRA MONOMODO	
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<i>Tipo de fibra óptica</i>	<i>monomodo</i>
<i>Diámetro del revestimiento (um)</i>	<i>125</i>
<i>Desviación del diámetro del revestimiento</i>	<i>+/- 1 um</i>
<i>máxima atenuación (dB/Km.) a 1310nm y 1550 nm</i>	<i>0.35 y 0.2 dB/Km.</i>
<i>longitudes de onda de trabajo (nm)</i>	<i>1310, 1550</i>
<i>longitud de onda de dispersión nula (nm)</i>	<i>1310</i>
<i>Dispersión de la fibra (ps/nmxKm) 1285-1330 nm</i>	<i>< 2.8 ps/nm x Km.</i>
<i>Dispersión de la fibra (ps/nmxKm) 1550 nm</i>	<i>< 17 ps/ nm x Km</i>
<i>Coefficiente de dispersión cromática</i>	<i>< 0,092 ps/nm² x Km.</i>
<i>Apertura numérica</i>	<i>0.1</i>
<i>Número de fibras</i>	<i>> 12</i>
<i>Tipo de cable de fibra</i>	<i>Estructura: holgada, ajustada, cinta</i>
<i>Aplicación</i>	<i>Inst. en conductos, aérea, o directamente enterrado</i>
<i>Rango de temperatura de trabajo (°C)</i>	<i>- 40 a 70 °C</i>
<i>Rango de temperatura de instalación (°C)</i>	<i>-30 a 50 °C</i>
<i>Diámetro del campo modal (um) a 1310 nm y 1550 nm</i>	<i>9,0 um y 10,2 um</i>

<i>longitud de onda de corte de la fibra(nm)</i>	<i><1260 nm</i>
<i>Atenuación con curvatura 100 vueltas 75 mm de diámetro 1550 nm y 1620 nm</i>	<i></- 0,05 dB</i>
<i>Resistencia a la tracción</i>	<i>media>/- 550 Kpsi (3,8GN/m2)</i>

Tabla 3.11

3.6.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE DE FIBRA

Un cable de fibra óptica se encuentra disponible en tres construcciones: cable de estructura holgada, de estructura ajustada, cable de figura en 8.

- ✚ Un cable estructura holgada consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y encerrado por una cubierta protectora. El rasgo distintivo de este tipo de cable son los tubos de fibra, cada uno de ellos de 2 a 3 mm diámetro, lleva fácilmente varias fibras que descansan holgadamente en él, los tubos pueden ser huecos o llenos de gel resistente al agua. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable. Se usa en la mayoría de las instalaciones aéreas, en conductos y en instalaciones directamente enterradas; no es adecuado para aplicaciones en recorridos muy verticales, porque existe la posibilidad de que el gel interno fluya o que las fibras se muevan.

El cable de figura en 8 es un cable de estructura holgada con un cable de acero 7 hilos para alta tracción (5 hasta 98 kilogramos) con un diámetro comprendido entre 6 y 16 mm. El mensajero puede ser también de un material completamente dieléctrico usado cuando se instale fibra óptica cerca de líneas de alta tensión.

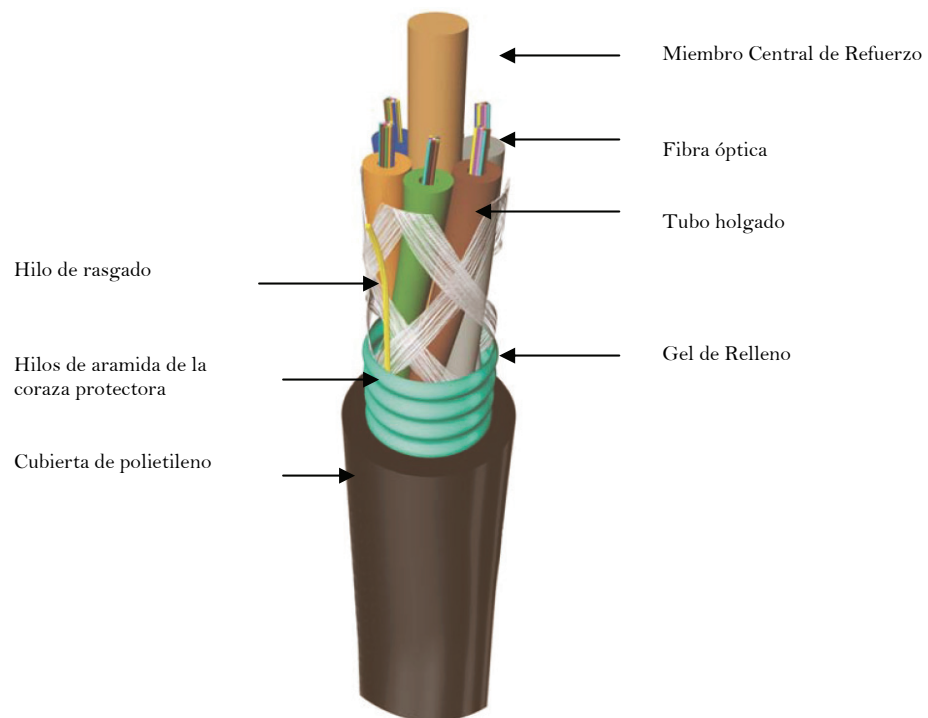


Fig. 3.5 Cable de tubo holgado, Alcatel 6801

TIPOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA		
CARACTERÍSTICAS	Estructura Holgada	FIGURA 8
Dieléctrico del cable	Polietileno	Polietileno
Longitud por rollo (Km.)	2	2
Longitud de onda de corte del cable (nm)	1260	1260
Diámetro exterior del cable (mm)	11.7	12,6
Cubierta del cable	Polietileno	Polietileno
Rango de temperatura de trabajo (°C)	- 40 a 70 °C	- 40 a 70 °C
Rango de temperatura de instalación (°C)	-30 a 60 °C	-30 a 60 °C

Mín. radio de curvatura con carga y sin carga (cm.)	23, 11.5	25, 13
Máxima elevación vertical (m)	247	247
Peso del cable (Kg. /Km.)(CSM, dieléctrico, acero)	98	363, 376
Máxima carga de instalación (N)	600 lbf (2670N)	600 lbf (2670N)
Máxima carga de operación (N)	180 lbf (800 N)	180 lbf (800 N)
Resistencia del cable de al aplastamiento (N/cm.)	220	220
Numero de fibras	12-288	2 - 72
Número de tubos buffer	6	6

Tabla 3.12

La determinación del número de fibras necesarias depende de los servicios a brindarse y del respaldo 1+1 para cada aplicación. En el cuadro siguiente podemos observar el número de fibras requerido si se utilizara redes paralelas.

APLICACIÓN	1 FIBRA	2 FIBRAS	4 FIBRAS
VOZ (TELEFONÍA)		*	
VÍDEO SEGURIDAD	*		
COMUNICACIÓN DE DATOS		*	
SUBTOTAL	1	4	0
RESPALDO FIBRA		5	
TOTAL FIBRAS		10	

Tabla 3.13 Número de Fibras

Se necesita un mínimo de 10 fibras entra la central Gualaceo y cada concentrador, por lo que es necesario instalar un cable de fibra de 24 fibras entre la central y El Cabo y uno de 12 fibras entre El Cabo y Paute.



3.6.4 EMPALMES Y TERMINACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Existen tres maneras de finalizar un cable de fibra óptica: terminación sin caja, terminación en una caja de empalmes, o en un panel de conexiones.

Bandejas de empalmes: Estas bandejas se usan para proteger y mantener los empalmes individuales tanto mecánicos como de fusión. Este dispositivo viene especificado para un tipo de unión y longitud onda de trabajo, la capacidad de estos terminales es de hasta 72 empalmes.

Paneles de conexión: Un panel de conexión termina el cable de fibra óptica y permite que éste sea conectado al equipamiento mediante cordones de conexión, suministra un punto de acceso al equipamiento y a la planta de cable de fibra, permitiendo que las fibras individuales puedan interconectarse, probarse o intercambiarse rápidamente entre el equipamiento óptico, además posibilitan el etiquetado. Los paneles de conexión, pueden ser montados en un bastidor de 19" de pared o de piso, ubicados cerca del equipo terminal (dentro del alcance de los cordones de conexión).

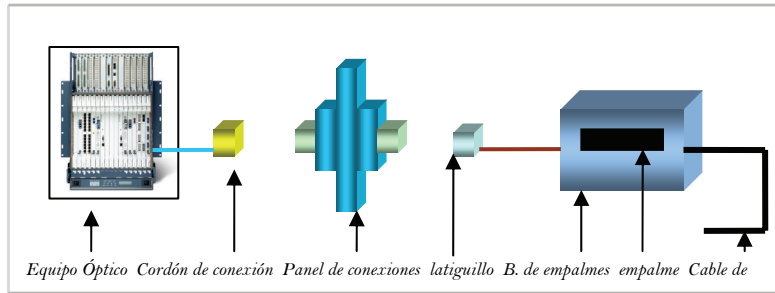


Fig. 3.6 Esquema de instalación con panel de conexión

Terminaciones de una fibra óptica: Existen dos técnicas diferentes para terminar una fibra óptica: la técnica instalable in situ que es el proceso de finalizar directamente la fibra con un conector especialmente diseñado y la terminación de latiguillo o *pigtail* ensamblado en fábrica, el mismo que va empalmado a la fibra instalada. Este último se recomienda para fibras monomodo para asegurar una conexión con bajas pérdidas de potencia y bajas pérdidas de retorno.

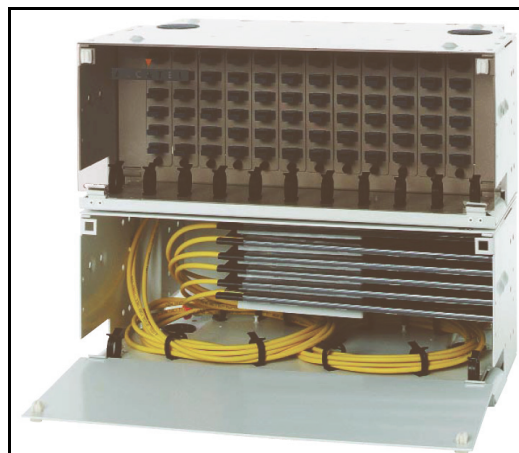


Fig. 3.7 Panel de conexión y empalmes de hasta 72 fibras

3.6.5 ELEMENTOS DE PLANTA EXTERNA

Los elementos exteriores necesarios para el tendido de fibra son los cierres de empalmes y gabinetes de distribución. Las características de los cierres son las siguientes:

- Tiene 4 puertos de entrada para 12 cables cada uno, lo cual permite futuras ampliaciones.
- Puede ser instalado en postes, paredes, directamente enterrado o en pozos, eliminando la necesidad de tener diferentes diseños de cierres para cada necesidad.
- Soporta 12, 24, 48 hasta 576 empalmes de fusión (depende de la serie), con dimensiones de 124mmx182mmx390mm, con un peso promedio de 3.0 Kg. Las dimensiones son del cierre Alcatel 6612, que se encuentra en la imagen.

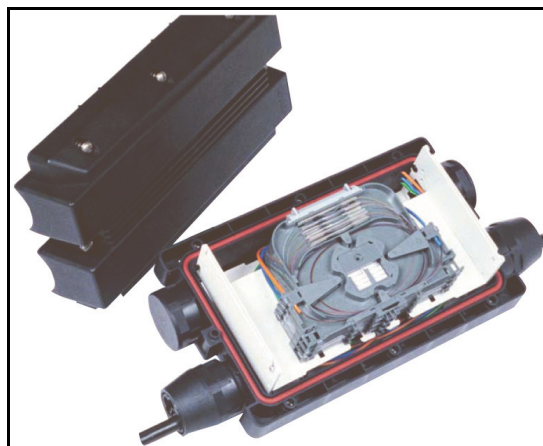


Fig. 3.8 Cierre de empalme a ubicarse en planta externa, 48 fibras

En cuanto a los gabinetes o armarios de distribución, éstos no se utilizarán debido a que los cables de fibra son de pequeña capacidad, además no va a realizar una división de las fibras ópticas en los tramos especificados. Solamente en sitios interiores se usarán paneles de conexión, para conectar el cable fibra al equipo activo.

3.6.6 CONECTORES PARA FIBRAS MONOMODO

Los conectores más usados para instalaciones con fibras monomodo son los siguientes:

- ✚ Contacto físico (PC):
- ✚ Contacto físico en ángulo (APC):

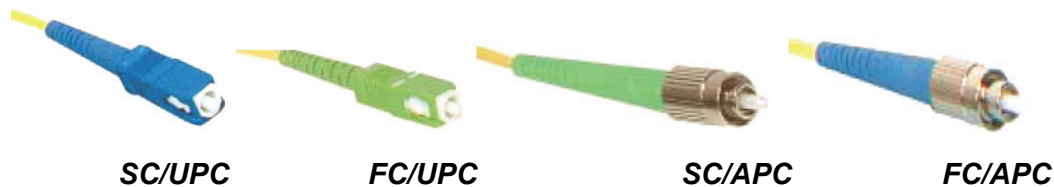


Fig. 3.9 Conectores para fibra monomodo

3.6.7 VALORACIÓN TÉCNICA DE UN ENLACE POR FIBRA ÓPTICA

La valoración de un enlace de fibra óptica es la tabulación de todas las pérdidas (o ganancia) de dicho enlace. Estas pérdidas son debidas a la fibra, los conectores, los



empalmes, los atenuadores, etc. También incluyen la potencia media de salida del generador de luz, la sensibilidad del receptor y la potencia de luz recibida.

VALORIZACIÓN TÉCNICA DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA					
INTERFACE OPTICO STM-1					
TRAMO		ENLACE GUALACEO- EL CABO		ENLACE GUALACEO- PAUTE	
DESCRIPCION	V. UNITARIO.	DISTANCIA	TOTAL	DISTANCIA	TOTAL
Pérdidas del enlace de fibra óptica (dB/Km.)	0,25	6,747	1,69	16,047	4,01
Perdidas en los empalmes (dB/empalme)	0,3	4	1,2	5	1,5
Perdidas del panel de conexión (dB/conexión)	0,4	2	0,8	2	0,8
Pérdidas, por conectores FC, SC	0,4	2	0,8	2	0,8
Pérdidas por otros componentes (dB)	0	0	0	0	0
Margen de diseño (dB)	2		2		2
PERDIDAS TOTALES EN EL ENLACE			6,49		9,11
Potencia medias de salida del transmisor (dBm)		0	-5	0	-5
Potencia de entrada al receptor (dBm)			-11,5		-14,1
Rango dinámico del receptor		-34	-10,0	-34	-10,0
Sensibilidad del receptor (dB) BER = 1E-10			-34		-34
Margen de reserva (dB)			22,5		19,9

Tabla 3.14

3.6.8 TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Dos factores más importantes para tomar en cuenta durante una instalación son el radio de curvatura mínimo del cable y la tensión de tendido, arrastre o tracción. Las normas UIT presenta una serie de recomendaciones sobre las técnicas de tendido de un cable de fibra óptica, a continuación enumeramos las más importantes:



- Recomendación UIT-T L.12 Empalmes de fibra óptica
- Recomendación L.13 Empalmes de cubiertas y organizadores de cables de óptica en planta exterior
- Recomendación L.14 Método de medidas para determinar la resistencia mecánica a la tracción en cables de fibra óptica sometidos a cargas mecánicas
- Recomendación UIT-T L.15 redes de distribución local de fibra óptica, factores que han de considerarse para su construcción
- Recomendación UIT-T L.25 Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica
- Recomendación UIT-T L.35 Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso
- Recomendación UIT-T L.36 Conectores de fibra óptica monomodo
- Recomendación UIT-T L.38 Utilización de las técnicas de tendido sin zanja en la construcción de infraestructuras subterráneas para la instalación de cables de telecomunicación
- Recomendación UIT-T L.40 Sistema de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas de la planta exterior de fibra óptica
- Referirse también a especificaciones del fabricante.



3.7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PDH INSTALADOS EN LOS NODOS

Los equipos PDH existentes y proyectados están formados por tres elementos: *modulo acceso* ubicado en la parte interior, una *Unidad de radio* y una *Antena*, ambos ubicados en la parte exterior. La interconexión entre las dos partes, es a través de un cable coaxial o guía de onda, que transportan: tráfico full dúplex, suministro de voltaje DC, así como información de operación y mantenimiento. La parte interior es independiente de la frecuencia y es suministrada para varias capacidades de tráfico (2, 8, 34 Mbps) y sistemas de configuración (1+0, 1+1), puede soportar hasta 4 enlaces de radio.

3.7.1 MODULO DE ACCESO

Comprende los siguientes componentes:

- ✚ Un Módulo de Acceso (AM). Esta unidad provee un alojamiento mecánico e interconexiones eléctricas entre las unidades interiores a través de su panel posterior.
- ✚ Unidad Módem (MMU). Proporciona interfaces de tráfico, procesamiento de señal e interfaz con la RAU.



- ✚ Unidad Multiplexor- Conmutador (SMU). Proporciona interfaces para señales de tráfico de 2 Mbps, utilizando multiplexores de 2/8 y 8/34 Mbps, además funciones de conmutación para sistemas protegidos (1+1) e interfaces con la MMU.
- ✚ Unidad de Acceso Servicio (SAU). Proporciona puertos paralelos entrada/salida, interfaces de canal de alarmas, e interfaces de canal de servicio.
- ✚ Unidad de interfaz Ethernet (ETU), la cual habilita la transmisión de tráfico Ethernet.

3.7.2 UNIDAD DE RADIO PARA 7 y 8 GHz.

La unidad de radio determina la frecuencia de operación. En su estructura esta formada por: un marco, una tapa, una sub-unidad de microonda y una unidad de filtro. El marco vertical tiene un interfaz de guía de onda para conectar a la antena, igualmente la tapa tiene una interfaz para conectar con la unidad de módem interior (MMU) mediante cable coaxial, y también se usa como puerto de prueba para la alineación de la antena. Reemplazando la unidad de filtro se puede cambiar una sub – banda para un radio dentro de un grupo de sub-bandas.

RENDIMIENTO DEL RECEPTOR					
UMBRAL DEL RECEPTOR RAU					
U. DE RADIO	CAP. DE TRÁFICO (Mbps)	U. BER 10 E-3 (dBm)		U. BER 10 E-6 (dBm)	
		TIPICO	GARANT.	TIPICO	GARANT.
7- E	2x2	-91	-90	-87	-96
	4x2/8	-88	-87	-84	-83
	2x8/8x2	-85	-84	-81	-80
	34+2/17x2	-82	-81	-78	-77
8- E	2x2	-91	-90	-87	-96
	4x2/8	-88	-87	-84	-83
	2x8/8x2	-85	-84	-81	-80
	34+2/17x8	-82	-81	-78	-77

Tabla 3.15. Potencia de salida y umbral de recepción de la RAU.

3.7.3 ANTENAS

Son del tipo reflectores de bocina o paraboloides de revolución alimentados en el foco. Las antenas disponibles tienen un diámetro que está en el orden 0.2m a 3m para frecuencias superiores a los 2 GHz, están hechas de aluminio, puede ser ajustada para polarización vertical u horizontal adecuando la interfaz de guía de onda.

DATOS DE LA ANTENA				
DIAMETRO (m)	FRECUENCIA (GHz)	GANANCIA (dB)	ANG. DE ABERTURA (Grados)	RELACIÓN DELANTE/ATRÁS (dB)
0,2	7/8	-	-	-
0,3	7/8	-	-	-
0,6	7/8	31	3,7/4,9	57
1,2	7/8	37	1,9/2,2	63
1,8	7/8	41	1,29/1,58	68
2,4	7/8	42,9	1,0/1,35	68
3	7/8	44,8	0,85/1,1	70

Tabla 3.16

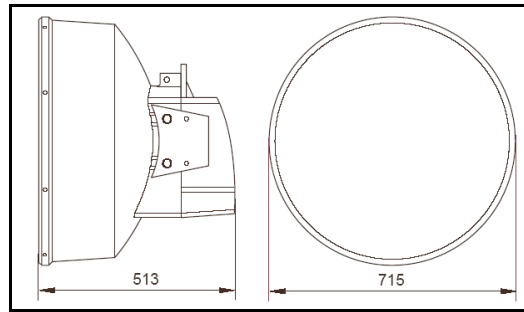


Fig. 3.10 Dimensiones de RAU para frecuencia de 7/8 GHz.



CAPITULO CUATRO

DISEÑO DE LA RED DE ACCESO DE BANDA ANCHA

En este capítulo se realiza el cálculo de los abonados xDSL, además se realiza un estudio de los equipos activos y esquemas de conexión que se van a utilizar en la red de acceso.

4.1 ANTECEDENTES JUSTIFICATIVOS

Actualmente, los operadores y los proveedores de servicios se están enfrentando al reto de hacer más rentables y eficientes sus costosas infraestructuras e incrementar los porcentajes de penetración, en pocas palabras quiere revalorizar su oferta. Para conseguirlo están obligados a diferenciar su mercado, ofreciendo aplicaciones y servicios que retengan y capturen nuevos abonados. Existen dos opciones para que los operadores pueden incrementar sus ingresos: aumentando el número de abonados a los servicios existentes e incrementando los ingresos promedio por usuario gracias a la introducción de nuevas prestaciones.

Realizar una planificación de una red de banda ancha significa definir una estructura de red, la naturaleza y la cantidad de los equipos por instalar para que cumplan sus funciones, siendo capaz de transportar los actuales servicios y permitir al operador ampliar una gama de nuevos servicios en el futuro.

Los operadores frente a esta situación se plantean muchas de las interrogantes que a continuación se enuncian:

- Brindar soluciones que permitan ofrecer una nueva generación de prestaciones, sin afectar a los actuales



servicios rentables y sin sobre dimensionar la infraestructura.

- Presentar propuestas que minimicen la inversión inicial y reduzcan los costos operativos.
- Tomar decisiones que creen nuevos servicios rentables, al mismo tiempo que reduzcan en infraestructura de red.
- Incorporar recursos que simplifiquen la gestión de red, preparando el terreno hacia una administración más flexible.
- Proponer soluciones que den facilidades de escalabilidad de servicios, permitiendo la realización de pruebas antes de comprometerse a una inversión de mayor envergadura.

4.2 SERVICIOS QUE OFRECE LA RED DE BANDA ANCHA

Con el fin aumentar el índice de penetración e incrementar sus ingresos, PACIFICTEL debe comenzar a ofrecer servicios de valor agregado a sus abonados telefónicos. La clave para esta estrategia es la implementación de la tecnología xDSL, la cual utiliza como medio de transmisión en la red de acceso la infraestructura de cobre existente.



Los motores principales para el incremento de la demanda, lo constituyen los servicios previstos para usuarios residenciales y corporativos formados por las empresas o instituciones. Estas dos fuentes de demanda, la primera destinada para fines personales, los segundos para obtener un beneficio económico o administrativo, requieren un ancho de banda adicional en la red de acceso y residencial. En el estudio se distinguen dos tipos de usuario:

Usuarios residenciales: Estos usuarios generaran la mayoría del tráfico en la red, para acceder a Internet utilizan módems de 56 Kbps, líneas de abonado digital (DSL), o a través de un cable operador. Las principales aplicaciones son: navegación Web, correo electrónico y Chat. El aumento de la cantidad de datos en sitios Web (imágenes y vídeo clips), junto con las funcionalidades punto a punto y aplicaciones multimedia (lectura de ficheros en tiempo real, telecarga de juegos y películas), es lo que impulsa el crecimiento de Internet de alta velocidad.

Usuarios corporativos: Tradicionalmente los suministradores de servicios ofrecen a las empresas servicios de conectividad basados sobre la estructura Frame Relay (FR) o sobre la multiplexación temporal (TDM, sin embargo debido a sus precios elevados, estos servicios no han sido adoptados mayormente por las grandes y medianas empresas, brindando una oportunidad para



ofertar ADSL o servicios simétricos DSL (G. SHDSL), según las necesidades del cliente.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

En la actualidad en los cantones de Gualaceo, Paute, Chordeleg, los servicios de valor agregado no han sido ofertados por parte de Pacifictel ni otra empresa de telecomunicaciones, por tanto no existen historiales referentes al número de abonados y la velocidad de datos tanto para el canal ascendente como descendente que los usuarios requieren.

Experiencias de proveedores de servicio de Internet a nivel local y nacional como ETAPA y ADINATEL han demostrado que el modelo utilizado para determinar la demanda de nuevos servicios dio como resultado valores alejados de la realidad, esto se debe a que el usuario telefónico no tiene una idea real de las ventajas que brinda la tecnología xDSL. Como consecuencia de lo anterior, se ha definido una metodología para tratar de determinar la cantidad de usuarios de servicios xDSL en el área de estudio, que se describe a continuación:



1. De la base de datos de Pacifictel se trabaja con los abonados telefónicos que se encuentran ubicados en el área urbana de los cantones de Gualaceo, Paute, Chordeleg y la parroquia El Cabo por distrito, (ver *Tabla 1.6* del capítulo uno).
2. Se requiere analizar el consumo promedio mensual de cada usuario telefónico para los últimos 3 meses a la fecha de estudio (mayo 2006).
3. Se realiza una clasificación de los abonados telefónicos por su valor de consumo telefónico y la categoría a la cual pertenecen (comercial, industrial, residencial) en los siguientes rangos: \$30 – \$45, \$46 – \$80, \$81 – \$160, \$161– \$349 y >\$350. A cada uno de ellos se asignaron una velocidad de datos ascendente y descendente como se muestra en la tabla 4.1.
4. Los usuarios comerciales e industriales se los considera como clientes que requieren el servicio xDSL.
5. Para obtener la demanda de diseño se determina el índice de aceptación del servicio de Internet de banda ancha de los usuarios residenciales, para lo cual se realiza una encuesta a los usuarios clasificados en el punto 3. referente a que si destinarían de \$3– \$45, \$46 – \$80, \$81 – \$160, \$161– \$349 y >\$350 por recibir dicho servicio, el resultado que se obtuvo fue



un porcentaje de aceptación de: 60%, 40%, 20%, 20% y 20% para velocidades de 64/16, 128/32, 256/64, 512/128 y superior, respectivamente.

Velocidad [Kbps]	64/16	128/32	256/64	512/128	mayor
Pago Mensual	\$30_-\$45	\$46_-\$80	\$81-\$160	\$161-\$349	\$350-
Índice Asignado	60%	40%	20%	20%	20%

Tabla 4.1 Usuarios Potenciales de Servicio xDSL del Distrito “n”

4.3.1 RESULTADOS

4.3.1.1 USUARIOS POTENCIALES

Considerando los distritos que se encuentran en las zonas urbanas de los cantones de Paute, Chordeleg, Gualaceo y la parroquia El Cabo, y aplicando la metodología descrita anteriormente se presentan los resultados obtenidos de los usuarios potenciales.

	64/16	128/32	256/64	512/128	mayor	Total Usuarios	
EL CABO	Residencial	21	14	5	1	0	41
	Comercial	0	2	0	0	0	2
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	21	16	5	1	1	44
GUALACEO	Residencial	146	75	73	11	0	305
	Comercial	25	23	24	6	3	81
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	171	98	97	17	4	387
PAUTE	Residencial	99	46	11	1	0	157
	Comercial	12	13	7	4	1	37
	Industrial	5	1	3	3	3	15
	TOTAL	116	60	21	8	4	209
CHORDELEG	Residencial	48	33	27	1	1	110
	Comercial	10	10	6	0	0	26
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	58	43	33	1	2	137

Tabla 4.2 Resumen de Usuarios Potenciales por Cantón

4.3.1.2 USUARIOS DE DISEÑO

Para diseñar la red de acceso de banda se debe obtener los usuarios de diseño, que son el resultado de multiplicar los usuarios potenciales por los índices de aceptación respectivos. Los valores obtenidos se presentan en la *Tabla 4.3*, el número usuarios se utiliza para determinar lo siguiente:

1. La configuración, los interfaces, el número de tarjetas del multiplexor de acceso DSLAM a instalarse en la central Gualaceo y los concentradores ubicados en Paute, Chordeleg y El Cabo.
2. Se dimensionarán el enlace de datos entre el nodo central Gualaceo y en los nodos remotos.

3. Por último interesará a los proveedores de los servicios adicionales para que dimensionen el enlace satelital y la red de contenidos para llegar a través de los DSLAM a los usuarios.

	% de Aceptación Velocidad ADSL	60%	40%	20%	20%	20%	Total Usuarios
		64/16	128/32	256/64	512/128	Mayor	
EL CABO	Residencial	13	8	3	1	0	25
	Comercial	0	1	0	0	0	1
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	13	9	3	1	1	27
GUALACEO	Residencial	88	45	44	7	0	184
	Comercial	15	14	14	4	2	49
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	103	59	58	11	3	234
PAUTE	Residencial	59	28	7	1	0	95
	Comercial	7	8	4	2	1	22
	Industrial	3	1	2	2	2	10
	TOTAL	69	37	13	5	3	127
CHORDELEG	Residencial	29	20	16	1	1	67
	Comercial	6	6	4	0	0	16
	Industrial	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	35	26	20	1	2	84

Tabla 4.3 Usuarios de Diseño por Cantón

Con los datos obtenidos en la tabla anterior se calculo el porcentaje de interés sobre el número de abonados telefónicos existentes:

Localidad	Abonados Telefónicos	Abonados ADSL	%Usuarios ADSL/TELF	%Usuarios ADSL/OC	%Usuarios TELF/OC	ADSL/ POBLACIÓN
Gualaceo	4116	234	5,69%	2,94%	51,79%	0,54%
Paute	1840	127	6,90%	1,60%	23,15%	0,55%
Chordeleg	1152	84	7,29%	1,06%	14,49%	0,69%
El Cabo	840	27	3,21%	0,34%	10,57%	0,85%

Tabla 4.4 Porcentajes de penetración



4.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Para obtener un crecimiento de la demanda de los servicios de banda ancha en los próximos años se ha tomado un crecimiento anual del 12.6% (datos obtenidos de la SENATEL), con lo cual se determina el número de abonados ADSL, que se tendrán en los próximos 5 años.

	64/16	128/32	256/64	512/128	1024/256	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
El Cabo	13	9	3	1	1	27	30	34	38	43
Gualaceo	103	59	58	11	3	234	264	298	336	379
Paute	69	37	13	5	3	127	143	161	181	204
Chordeleg	35	26	20	1	2	84	95	107	121	136
Total	220	131	94	18	9	472	532	600	676	762

Tabla 4.5 Usuarios Proyectados para los Próximos 5 años

Cabe señalar que debido al constante desarrollo de las comunicaciones, resulta inapropiado proyectar para un periodo mayor al establecido los usuarios que utilizarán el servicio xDSL.

4.3.3 CÁLCULO DEL TRÁFICO

Para dimensionar los enlaces que transportarán el tráfico de datos desde la central en Gualaceo a los cantones Chordeleg y Paute además de la parroquia El Cabo, se utilizará la siguiente fórmula:

$$E_n = \frac{N * Vp}{fc} \tag{Ec. 4.1}$$

Donde:

E_n = Es el valor del tráfico esperado en el enlace en Kbps en sentido descendente

N = Es el número de usuarios

Vp = Es el Valor del tráfico promedio

fc : = Es el factor de compartición, el cual se considera proporcional a la velocidad de transmisión, es decir, para los enlaces de 64Kbps tendrán una compartición 4/1, para 128Kbps 5/1, 256 Kbps 6/1, 512 Kbps 7/1, 1024 Kbps 8/1.

Resultados:

fc:	4	5	6	7	8	
Velocidad de Transmisión	64	128	256	512	1024	Tráfico [Kbps]
EL CABO	208,00	204,80	128,00	73,14	0	613,94
	0,00	25,60	0,00	0,00	0	25,60
	0,00	0,00	0,00	0,00	128	128,00
	En:					768
GUALACEO	1408,00	1152,00	1877,33	512,00	0	4949,33
	240,00	358,40	597,33	292,57	256	1744,30
	0,00	0,00	0,00	0,00	128	128,00
	En:					6822
PAUTE	944,00	716,80	298,67	73,14	0	2032,61
	112,00	204,80	170,67	146,29	128	761,75
	48,00	25,60	85,33	146,29	256	561,22
	En:					3356
CHORDELEG	464,00	512,00	682,68	73,14	128	1859,82
	96,00	153,60	170,68	0,00	0	420,28
	0,00	0,00	0,00	0,00	128	128,00
	En:					2408

Tabla 4.6 Tráfico por Enlace

4.4 EQUIPOS A UBICARSE EN LOS NODOS

4.4.1 ARQUITECTURA DE LA RED

La arquitectura de una red depende en gran medida de los servicios ofrecidos, así como de la infraestructura existente de la operadora local, se compone de cuatro partes: la cabecera de red, la red de transporte, la red de acceso y la red de distribución.

Cabecera de red Es el punto de agrupamiento de todos los servicios, también denominada red de contenido, puede dividirse en cuatro grupos:

- Red de difusión digital. Red de contenido para brindar el servicio de difusión de vídeo (televisión digital).
- Red de audio/vídeo interactivo. Es una red de datos de banda ancha dúplex para el vídeo interactivo (vídeo bajo demanda). El contenido es difundido en la red para un usuario en particular, un canal de control bidireccional es necesario para la selección y el control del programa.
- Internet. Red de datos de banda ancha dúplex para los servicios bajo protocolo Internet (Internet en general). Esta aplicación está caracterizada por una conectividad de homólogo a homólogo, de forma que

el usuario necesita una conexión dúplex y no simplemente un canal de control bidireccional.

- Red telefónica. Red dúplex para los servicios telefónicos conmutados.

Red de transporte. La red básica o de transporte conduce el contenido hasta la red de acceso que a su vez lo distribuye a los usuarios. Pueden ser de diferentes tipos que van desde anillos ópticos pasivos (generalmente STM-N), Gigabit Ethernet, hasta redes ATM. Normalmente los equipos de la red de acceso se despliegan con un solo interfaz hacia la red básica, por lo que todo el contenido debe agregarse para ser distribuido por un DSLAM, el equipo que cumple esta función es un conmutador ATM (7270 utilizado en el proyecto), el cual está ubicado en la frontera entre la red de transporte y la de acceso. La función de conmutación ATM ensambla el tráfico de difusión (broadcast) y el de unidifusión (unicast) con el tráfico Internet de alta tasa de bits multiplexado estadísticamente.

Red de Acceso. La red de acceso distribuye a las instalaciones de los abonados el contenido agregado que ha sido generado por las diferentes aplicaciones. Situada entre la red básica y la red residencial, esta red está basada en multiplexores de acceso DSL (DSLAM), que

tienen sus arquitecturas propias aparte de ADSL, pudiendo soportar SHDSL y VDSL. En el lado de servicio, este equipo puede interconectarse con conmutadores ATM, enrutadores TCP/IP para el acceso a Internet, servidores de vídeo digital, LAN y muchos otros equipos. Es necesario observar que el DSLAM no es un conmutador o un enrutador es más un multiplexor, es decir combina los flujos de bits de los canales en sentido ascendente procedente de los hogares y pequeñas oficinas y divide la gran cantidad de bits en sentido descendente procedente de la red IP o ATM.

El medio físico incluye pares de cobre, cable coaxial, fibra óptica y radio. La extensa base instalada de pares de cobre desde los abonados a la central, lleva a plantear la tecnología xDSL como una alternativa más viable para el estudio.

La Red Residencial La red residencial comienza donde termina la línea ADSL. Los equipos situados en el hogar se conectan a la red de acceso por medio de un módem DSL, el equipo del usuario puede ser simple decodificador digital (STB) conectado a un televisor. En la figura siguiente se muestra un modelo que permite conectar varios STBs, así como PCs conectados por medio de tecnologías

estándares, tales como Ethernet, home photoline networking, alliance (HPNA).

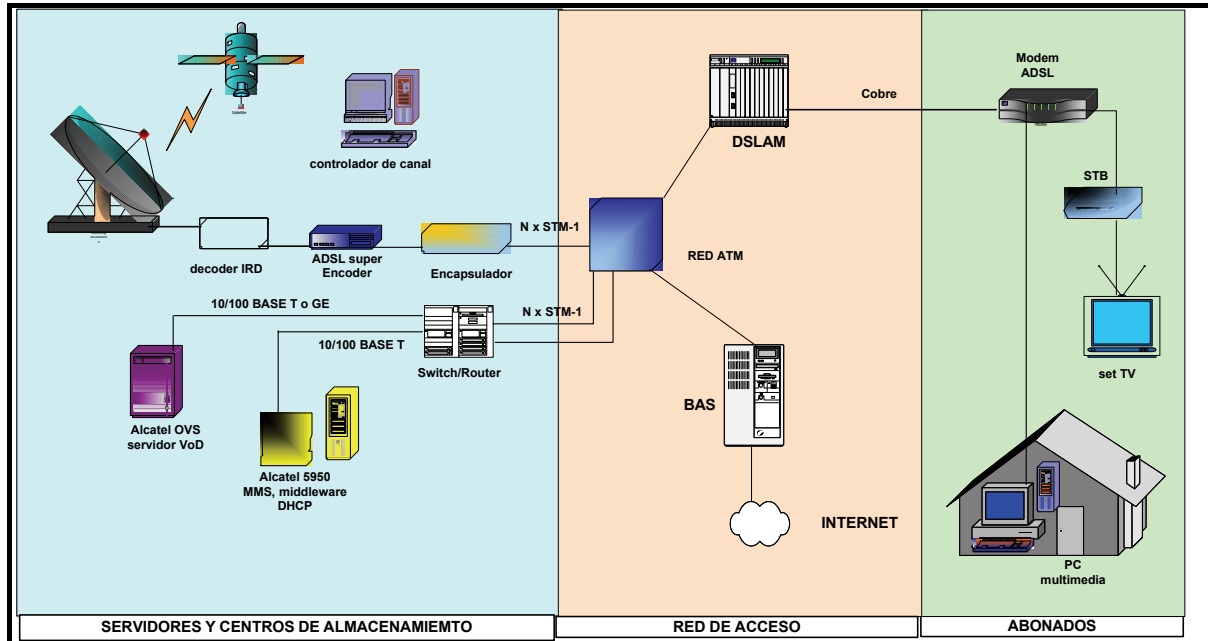


Figura 4.1. Arquitectura de la red xDSL

4.4.2 EQUIPOS

En las previsiones futuras, diferentes tecnologías de acceso tales como TDM, Frame Relay, ATM y Ethernet, coexistirán para proporcionar una mezcla de servicios actuales y futuros.

De acuerdo con la arquitectura de red analizada anteriormente, un proveedor de servicios debe analizar las mejores alternativas para desplegar soluciones económicas tomando en cuenta la topología de red, el número de

usuarios en el área de cobertura y el uso del ancho de banda.

Para brindar servicios autenticación, autorización y contabilidad cada usuario conectado por medio de un multiplexor de acceso DSL (DSLAM) debe tener un enlace al servidor de acceso de banda ancha (BAS), para facilitar esta conexión.

El proveedor del servicio tiene una opción para conectar DSLAM directamente al BAS o insertar una capa de agregación entre el dispositivo de la red de acceso y el BAS, ésta agregación puede ser lograda usando conmutadores multiservicio ATM. En la figura 4.2 se muestran las alternativas mencionadas

La mayoría de proveedores de servicio escogen agregar los enlaces desde su DSLAM antes de conectar al BAS por las siguientes razones:

- ✚ La conexión directa de un multiplexor de acceso a un BAS requiere un puerto separado para cada DSLAM, los puertos de acceso y la cuota por licencias del BAS son comúnmente costosas.
- ✚ El tráfico residencial tiende a ser en ráfagas y la utilización del enlace es bajo (menor que el 20%). El alto costo de puertos BAS hacen que la primera solución mostrada en gráfico anterior no sea adecuada.

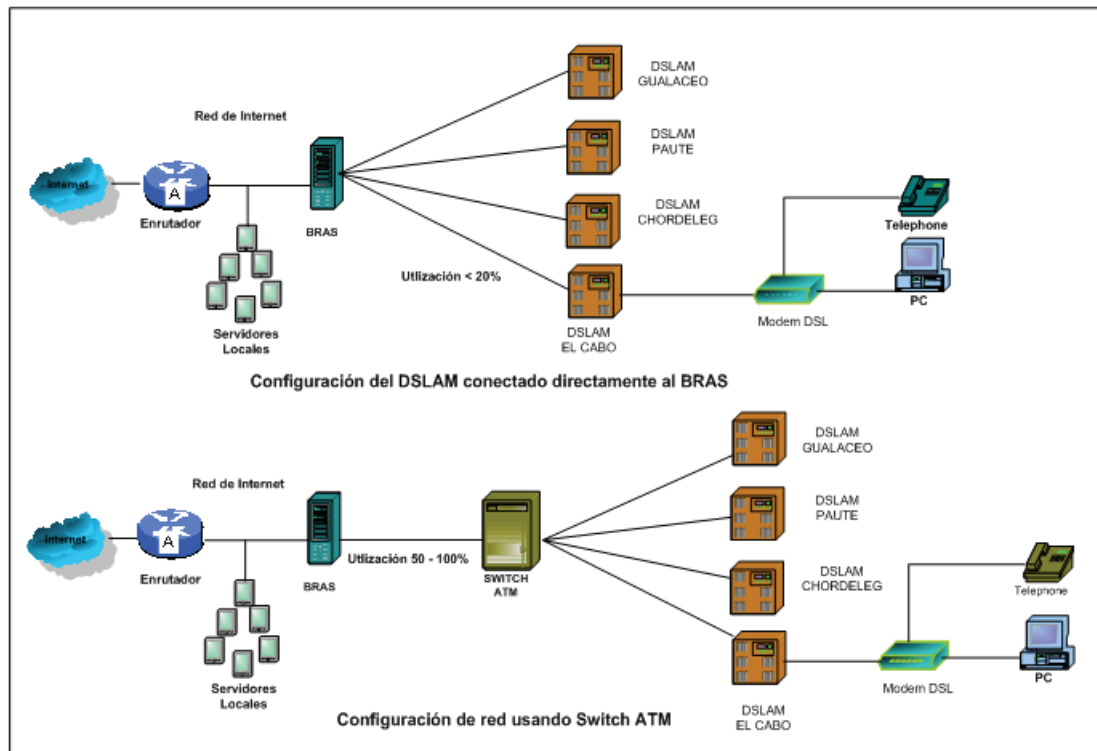


Figura 4.2. Alternativas analizadas

- ✚ La agregación disminuye el número de enlaces que deben ser configurados y administrados, resultando en ahorros de costos de operación y mantenimiento.

Por tanto el uso de un conmutador de agregación le permite al proveedor reducir el ancho de banda en 2.5 a 5 veces. En el presente caso se necesitarán 4 DSLAMs cada uno con enlace STM-1 o E3 al BAS operando al 20% de la capacidad, por lo que se requerirían 4 puertos en el BAS, sin embargo, si los mismos 4 enlaces estuvieran alimentados dentro de un conmutador de agregación se necesitaría un enlace con un grado de utilización del 80%



entre el conmutador y el BAS para manejar todo el tráfico de los 4 DSLAMs.

Una tercera opción que toma en cuenta: el área de cobertura, la longitud del bucle de abonado y el ancho de banda deseado, es la configuración con DSLAMs subtendidos (cascada) que se utilizará para el caso de El Cabo y Paute. En este caso el multiplexor de acceso ubicado en El Cabo estará configurado como un Hub-DSLAM que servirá directamente a los abonados xDSL ubicados en esa localidad y además proporcionará agregación para el DSLAM remoto ubicado en el cantón Paute.

Luego de explicar de manera general las opciones de configuración para una red xDSL, se ha escogido utilizar un conmutador ATM para manejar el tráfico de los multiplexores de acceso ubicados en Gualaceo, Paute, Chordeleg y El Cabo. El *Anexo 2* describe con más detalle las características del DSLAM ASAM 7300, y el concentrador multiservicio Alcatel 7270 MSC, equipos utilizados en el diseño, cuya distribución se detalla a continuación:

- En la central de Gualaceo se instalará un equipo ATM 7270 MSC, configurado con 2 interfaces STM-1 para fibra óptica monomodo que conectará al DSLAM local y el ubicado en El Cabo, además de un interfase 4xE1 para un

enlace microonda que conectará al multiplexor de acceso ubicado en Chordeleg, adicionalmente está equipado con una tarjeta de 4 puertos 10/100 BaseT que servirá de interfaz para el administrador de la red. El multiplexor de acceso instalado en la central Gualaceo será un DSLAM 7300c con una capacidad de 240 puertos.



Fig. 4.3 Concentrador multiservicio Alcatel 7270

- En la parroquia El Cabo se instalará un DSLAM Alcatel 7300c, configurado con 24 puertos y una tarjeta E3 para FO monomodo, la misma que permitirá la interconexión con el 7270 MSC instalado en Gualaceo, adicionalmente está configurado con una tarjeta STM-1 para FO monomodo, la misma que permitirá la conexión en cascada con el DSLAM ubicado en Paute.
- En Paute se instalará un DSLAM Alcatel 7300c, configurado con 127 puertos y una tarjeta STM-1 para FO

monomodo, que permitirá la interconexión con el DSLAM Alcatel 7300c ubicado en El Cabo.

- En Chordeleg se instalará un DSLAM 7320, configurado con 84 puertos y una tarjeta 4xE1 para un enlace de microonda, que permitirá la interconexión con el 7270 MSC ubicado en la central.

-La capacidad de cada tarjeta xDSL es de de 24 líneas ADSL, la capacidad del DSLAM 7300 c es de 120 líneas, mientras equipo remoto 7320 alcanza los 96 puertos. El enlace entre nodo de El Cabo y Paute se hará a través de una tarjeta SDH LT STM-1, la longitud máxima de enlace subtendido es de 10 Km. El número de tarjetas necesarias son presentados con sus respectivos costos unitarios en al cotización realizada en el capítulo seis.

-Para administrar la red xDSL, se deberá adquirir el software de gestión 5523 AWS, el cual se debe instalar sobre un computador tipo Server bajo el ambiente Linux.



Fig. 4.4 DSLAM 7300c 120 líneas ADSL



DSLAM 7320 96 líneas ADSL

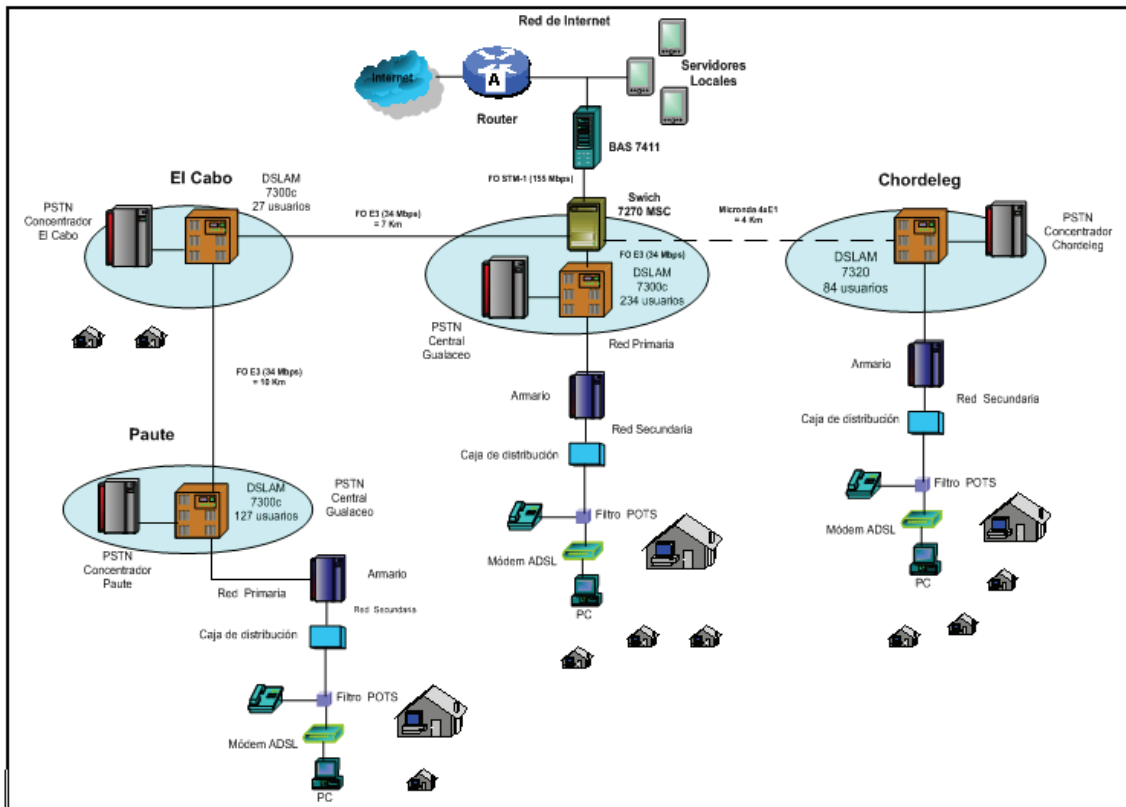


Fig. 4.5 Configuración de la red de acceso y equipos de la red xDSL propuesta

La capacidad de tarjetas ADSL propuesta por localidad servirá a los usuarios calculados en el primer año de funcionamiento del servicio y permitirá realizar las ampliaciones necesarias para los próximos 5 años sin que se deba realizar cuantiosas inversiones adicionales. Según el estudio de demanda realizado da como resultado las siguientes cantidades de líneas ADSL a instalarse en los DSLAMs.

Localidad	Capacidad de líneas xDSL instaladas	Cantidad de abonados proyectados en el 1er Año	Líneas xDSL Disponibles
GUALACEO	240	234	6



CHORDELEG	96	84	12
PAUTE	144	127	17
EL CABO	24	27	0

Tabla 4.7 Líneas xDSL Instaladas, Proyectadas y Disponibles.

De los resultados anteriores se concluye que existe un mercado insatisfecho que podría cubrirse con los nuevos servicios que puede ofrecer el operador en los cantones de Gualaceo, Chordeleg, Paute y la parroquia El Cabo. Este reto exige una investigación permanente y una oportuna toma de decisiones, para ello es importante realizar este trabajo, mediante el cual se permita estimar los costos y la factibilidad financiera del proyecto, formulando además un plan de inversiones que garantice, como es lógico un retorno adecuado de la inversión.

4.4.3 COMPONENTES PARA EL SERVICIO ADSL

- ✚ **SISTEMA DE TRANSPORTE:** Este sistema provee el *backbone* para la transmisión, siendo la interfaz del sistema para el DSLAM. Este dispositivo puede proveer servicios tales como T1/E1, T3/E3, OC1, OC3, STM1, STM4.
- ✚ **EL DSLAM:** Se encuentra ubicado en la oficina central, su función es concentrar el tráfico para

múltiples lazos DSL, en una red de *backbone* para la conexión al resto de la red. Provee servicios para transporte de paquetes, celdas o aplicaciones basadas en circuitos, a través de la concentración de líneas DSL en salidas 10 base T, 100base T, T3/E3, STM-1

- ✚ **ATU- R:** Es el equipo que se encuentra en el lado del usuario para la conexión al lazo DSL, la conexión es 10 base T, ATM o USB. Estos equipos están dispuestos en varias configuraciones, dependiendo del servicio. Pueden contener funciones de enrutamiento, puente, multiplexación TDM o ATM.
- ✚ Alguna de las funciones que cumple el ATU – R, incluyen la facultad para proveer a la capa 1 y 2, el manejo de estadísticas tales como relación señal a ruido, además de permitir a la capa 3 el conteo de paquetes.
- ✚ **SPLITTERS DE POTS:** Residen en la oficina central y en el lado del usuario, lo cual permite al bucle de cobre ser utilizado para transmisiones simultaneas de voz y datos. Tienen dos configuraciones una para la parte del cliente y otra versión múltiple para la terminación en masa en la central. Estos *splitters* pueden ser activos o pasivos, los primeros no requieren fuente de poder, mientras que los segundos



soportan servicios de línea como el 911, y cuenta con fuente de poder de respaldo en caso de pérdida de potencia en el DSLAM o ATU – R.

El usuario que desee arrendar el servicio xDSL necesitará contar los siguientes elementos:

- Línea Telefónica.
- Módem xDSL.
- Computador/Televisión/Radio.
- Firewall / Seguridades / Backup.
- Instalaciones eléctricas adecuadas.

4.5 ESTÁNDARES DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los estándares de instalación se encuentra publicados en la SERIE L: “CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR” de la la ITU. Los estándares de mantenimiento corresponden a la ITU SERIE M, tema concerniente no solo al personal de construcción y mantenimiento de la operadora, sino a todas aquellas personas que son responsables de la toma de decisiones dentro de la empresa.



Sin desmedro de las regulaciones que no se consideran en la siguiente lista, es fundamental conocer las siguientes normas afines al tema que se ha desarrollado:

- Recomendación UIT-T L.44 Alimentación de energía eléctrica para los equipos instalados en la planta exterior.
- Recomendación UIT-T M.15 Consideraciones relativas al mantenimiento de nuevos Sistemas.
- Recomendación M.20 Filosofía de mantenimiento de las redes de Telecomunicaciones
- Recomendación M.21 Filosofía de mantenimiento de los servicios de Telecomunicación.
- Recomendación UIT-T M.35 Principios relativos a los límites de ajuste y mantenimiento.
- Recomendación UIT-T M.60 Terminología y definiciones relativas al mantenimiento.



CAPITULO 5

PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LA RED DE PLANTA EXTERNA

En este capítulo se hará una breve descripción de los parámetros eléctricos que deben ser evaluados en la red de planta externa de PACIFICTEL.



PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LA RED DE PLANTA EXTERNA

5.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES

Las pruebas de factibilidad de la red de planta externa permiten determinar la influencia de agentes externos en el equilibrio eléctrico, continuidad y estabilidad de un cable telefónico, dentro de estos factores externos están: la humedad, perturbaciones eléctricas y electromagnéticas, agentes químicos en el aire y la tierra, variaciones de temperatura. El estudio previo del par de cobre permite al proveedor de telefonía fija y de servicios adicionales:

- Minimizar el tiempo de puesta en servicio de una línea.
- Ayudan al área de comercialización a cotizar los servicios que puede ofrecer.
- Conocer la máxima velocidad posible en la línea del cliente, antes de hacer la propuesta
- Pueden categorizar servicios, ofreciendo opciones: plan A, plan B, plan C, basado en velocidades diferentes.

- A mayor capacidad, mayor relación costo - beneficio.
- No es necesario invertir en un DSLAM para pruebas.

5.2 SECUENCIA DE PRUEBAS ANALÓGICAS

La calidad del servicio que se le presta al cliente depende de la velocidad efectiva del enlace instalado, el cual depende de factores como:

1. Longitud de la línea de Cobre.
2. El calibre/diámetro del hilo (especificación AWG/mms).
3. La presencia de derivaciones puenteadas.
4. La interferencia de acoplamientos cruzados.

Los parámetros mas importantes que se deben medir son:

- ✚ Continuidad, Impedancia (resistencia de lazo, aislamiento y capacitancia).
- ✚ Balance longitudinal de impedancias, desequilibrio resistivo, pérdida de retorno, pérdidas por inserción.
- ✚ NEXT (Near End CrossTalk).

- ✚ Longitud del cable, detección de empalmes, bobinas de carga y presencia de agua.
- ✚ Atenuación a 40, 120 ó 150 kHz a 135Ohms, dependiendo de la aplicación.
- ✚ Voltaje AC y DC inducido en la línea.
- ✚ Corriente AC y DC en la línea.
- ✚ Ruido de fondo, ruido impulsivo, relación señal a ruido.
- ✚ Medición de la velocidad máxima de transmisión de xDSL.
- ✚ Medición de la tasa de error (BERT) de xDSL.

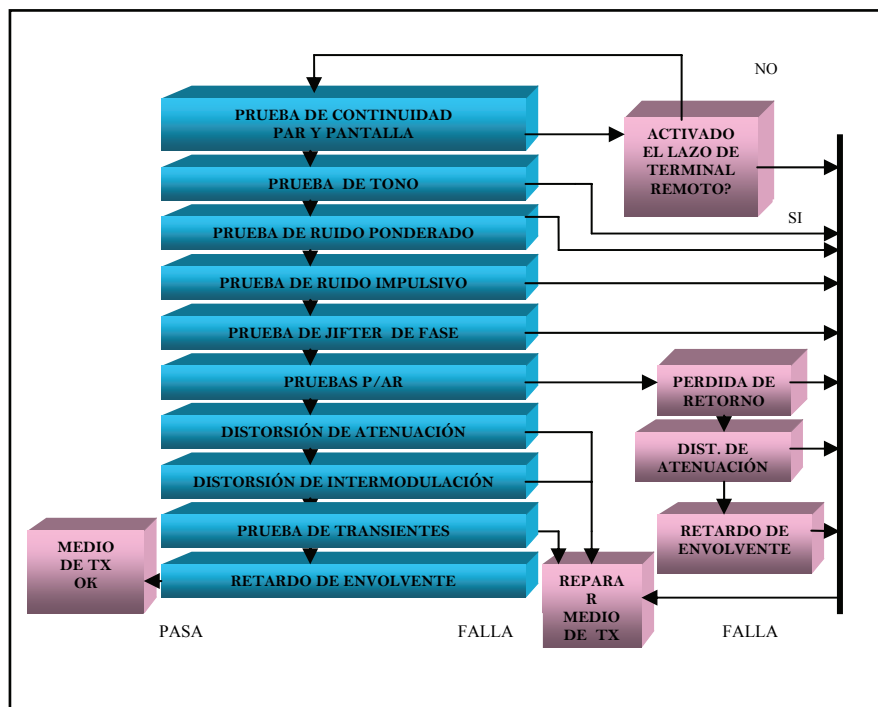


Fig. 5.1 Secuencia de pruebas en un cable telefónico



5.3 CALIFICACIÓN DEL PAR DE COBRE PARA EL SERVICIO DSL

Para determinar si una red de planta externa se encuentra en condiciones de soportar el servicio DSL, los valores obtenidos de la medición de cada uno de los parámetros eléctricos deben estar dentro de los valores especificados por los fabricantes. En el siguiente cuadro se exponen las características eléctricas de los diferentes cables utilizados en la red telefónica de Pacifictel, tanto en la red primaria, secundaria y la red de dispersión medidos por los fabricantes. Los valores de capacidad y atenuación son medidos a 800 Hz y a 20 °C, la resistencia de aislamiento se mide aplicando un voltaje entre 100 y 500V DC entre un conductor y todos los demás conectados a la pantalla y a tierra. La rigidez dieléctrica se obtiene aplicando un voltaje de 10000 VCC durante 3 segundos entre cualquier conductor del cable y los demás puestos en paralelo. El desequilibrio de resistencia se da para dos conductores un mismo par en cualquier parte del cable.



TIPOS DE CABLES EXISTENTES EN LA RED DE PLANTA EXTERNA DE PACIFICTEL							
TIPO DE CABLE	UTILIZACIÓN	MATERIAL CONDUCTOR	ASIAMIENTO DEL CONDUCTOR	MATERIAL DE RELLENO	ENVOLTURA DEL NUCLEO	PANTALLA	FUNDA DEL CABLE
Cables rellenos con aislamiento de polietileno dual: TIPO 1	Utilizados en canalización, con capacidad de 100 a 1800 pares	Cobre electrolítico	Una capa interior de polietileno celular de alta densidad, una capa exterior de polietileno sólido de alta densidad y peso molecular	El núcleo del cable será relleno con un producto a base de Petrolato de alto punto goteo, sin impurezas y no tóxico	Material no higroscópico, para mantener rigidez dieléctrica entre el núcleo y la pantalla.	Compuesta de cinta aluminio eléctricamente continua 0,2 mm sobre la envoltura del núcleo	Polietileno de alto peso molecular y baja densidad
Cables rellenos con aislamiento de polietileno (EAP): TIPO 2 y 3	TIPO 2 para canalización con capacidades de 10a 300 pares. TIPO 3 son cables auto soportados para instalación aérea con capacidad de 10 a 200 pares	Cobre electrolítico	Polietileno sólido de alta calidad y alto peso molecular.	Petrolato de alto punto goteo, sin impurezas y no tóxico	Material no higroscópico, para mantener rigidez dieléctrica entre el núcleo y la pantalla.	Compuesta de cinta aluminio eléctricamente continua 0,2 mm	Polietileno de alto peso molecular y baja densidad
Cables con aislamiento y cubierta de cloruro de polivinilo (PVC): TIPO 4	Usado para instalaciones interiores con capacidades de 50, 100 y 300 pares	Cobre puro, recoído y estañado	El aislamiento de cada conductor será de cloruro de polivinilo (PVC)		Material no higroscópico, para mantener rigidez dieléctrica entre el núcleo y la pantalla.	Compuesta de cinta aluminio eléctricamente continua 0,2 mm	De PVC de color gris
Cables de acometida para abonados: TIPO 5	Este cable será utilizado autosoportado exteriormente, desde la caja de distribución hasta la casa	Conductores paralelos de acero recubierto de cobre, con una conductividad del 30%	De cloruro de polivinilo (PVC) de color negro o gris, de 1,2mm de espesor				
Cable interior de abonado: TIPO 6	Cable utilizado dentro de las casas, en tubería o expuesto de la red	Cobre electrolítico recoído, aislados paralelamente	PVC de color blanco de 0,7mm de espesor				
Cables para puentes de conexión: TIPO 7	Cable utilizado para cruzadas en los armarios y centrales.	Cobre electrolítico recoído	PVC nylon de 0,35mm de espesor				
Cable con aislamiento de papel y con cubierta de Plomo - Polietileno: TIPO I	Utilizados en canalización	Cobre electrolítico recoído	De papel seco libre de partículas metálicas, pulpa de madera o fibra de madera tratada	Sin relleno	Será de una o más capas de papel.	De plomo que puede ser aleada en un 0,25% con antimonio y estaño en un 6,5%	De polietileno de color negro resistente al clima y de alto peso molecular

Cuadro 5



CABLES TELEFÓNICOS UTILIZADOS EN LA RED DE PLANTA EXTERNA DE PACIFICTEL

TIPO DE CABLE	Cables rellenos con aislamiento de polietileno dual: TIPO I				Cables rellenos con aislamiento de polietileno (EAP): TIPO 2 y 3				Cables TIPO 4	Cables TIPO 5	Cables TIPO 6	Cables TIPO 7		Cable aislamiento de papel, cubierta de Plomo TIPO I		
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,5	0,6				0,7	0,8		0,6	0,8
CALIBRE (mm)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,4	0,6
RESISTENCIA DE CC (Ohm/Km.)	280	180	125	92	70	280	180	125	92	70	180	149	124,4	149	280	125
DESEQUILIBRIO DE RESISTENCIA (%)	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
CAPACIDAD (nF)/Km.	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	87	88	87	42	42
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (Mohmios/Km.)	>16 00	>16 00	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	10000	10000	5000	>5000	>5000
RIGIDEZ DIELECTRICA (V)	2000	3000	3500	3800	4000	2000	3000	3500	3800	4000	750	750	750	2000	2000	3500
ATENUACIÓN (dB/Km.)	1,66	1,32	1,11	0,95	0,83	1,66	1,33	1,11	0,95	0,83	1,33	1,33	1,44	1,57	1,4	1,02

Cuadro 5.2



5.3.1 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Es un valor que permite determinar el aislamiento entre un par y los demás pares que conforman el cable incluido la pantalla. El valor de resistencia de aislamiento generalmente está por el orden de 5000 MΩ/Km. para pares con aislamiento de papel y de 15000 MΩ/Km., para los pares con aislamiento de polietileno. Los niveles aceptables son:

Pasa RAB, RA-GND, RB-GND > 10000 Mohmios

Marginal RAB, RA-GND, RB-GND > 3000 Mohmios
pero < 5000 Mohmios

Falla RAB, RA-GND, RB-GND << 3000 Mohmios

Si el resultado de RAB es menor que el especificado, es posible que exista un cortocircuito, o un contacto por sulfatación o corrosión., producido por la presencia de humedad o un maltrato en el cable, lo que producirá una transferencia de señal entre pares y la pantalla. La resistencia de aislamiento es inversamente proporcional a la longitud del par.

5.3.2 CAPACITANCIA

La capacitancia mutua de los pares es directamente proporcional a la longitud del cable, valores comunes



están por orden de los de 52 nF/Km. +/- 2nF (para calibres de 19 a 26 AWG); si el valor es mayor a 2uF (2000nF), es porque un existe corto en el par, presencia de humedad, o una derivación en el cable. Un factor a considerar en la medición, es que la capacitancia agrega distancia si es que se tienen puentes presentes en el par. Por ejemplo si el par mide 2.5 Km., y existe un puente 500m, la lectura de la capacitancia daría una lectura de 3000m.

5.3.3 BALANCE CAPACITIVO

Este parámetro nos indica el nivel de balance del cable comparando el valor de capacitancia de CA-GND y CB-GND, expresado como la relación CA-GND/CB-GND, teniendo las siguientes condiciones:

Pasa si la razón > 95%

Marginal si la razón está entre 90 y 95%.

Falla cuando la razón < 90%.

5.3.4 VOLTAJE CONTINUO

Esta medida puede indicar la existencia de un par cruzado. Se deben obtener los siguientes valores:



VAB	VA-GND	VB-GND
V	V	V
48	0	0

5.3.5 VOLTAJE AC

La medición de estos voltajes indica la presencia de voltajes no deseados, los valores obtenidos en las mediciones son:

Pasa: V-GND, V-GND < 5 VAC.

Marginal: V-GND, V-GND > 5VAC pero < 10VAC.

Falla: V-GND, V-GND > 10VAC.

5.3.6 RESISTENCIA DE LAZO

Para la medición de la resistencia del lazo se necesita un corto en el extremo lejano, se mide la resistencia del hilo A y B colocados en serie, valores aceptados son:

	ADSL (2 MBPS)	HDSL	SDSL
Largo del bucle	< 5480 m	< 3655 m	< 3655m
Resistencia de bucle	1300 Ω	900 Ω	900 Ω



El balance resistivo es una medida de la resistencia de cada uno de los conductores, y es tomada conectando a tierra cada uno de los conductores en el extremo lejano y ejecutando Tip(A) a tierra y Tip (B) a tierra, los valores deberían ser iguales; niveles aceptables de diferencia son del 2%, es decir 18 ohmios, si esta condición no se cumple el par presentará un alto nivel de inducción relacionada con la diferencia de intensidades presente en los dos hilos.

5.3.7 RESISTENCIA DE CONTINUIDAD DE PANTALLA

La pantalla del cable está cubierta por una cubierta de aluminio que fluctúa entre 0.20 mm y 1 mm. La pantalla debe ser continua en toda su trayectoria, el valor de la resistencia no podrá exceder los 5 ohmios/Km. Con el fin de canalizar la radiación de un emisor y el ruido impulsivo, se deberá conectar la pantalla del cable al inicio y al final del circuito, así como cada 300m para tramos aéreos y cada 500m para tramo subterráneo. El valor de resistencia de la pantalla está determinado por la longitud, el diámetro y



el espesor del aluminio, por lo que mientras mayor sea la capacidad del cable menor será la resistencia.

5.3.8 RIGIDEZ DIELECTRICA

El cable deberá soportar sin ruptura una tensión de 2400 VCC durante 3 segundos aplicados entre conductores y 1500 VCC entre conductores y pantalla, para un calibre 0.4mm. Esta prueba tiene por objeto verificar que el material aislante de los conductores y la cubierta del cable puedan soportar una tensión debido a contactos con una línea de energía eléctrica, relámpago. Si el aislante interno ha sufrido daños durante la instalación no podrá soportar sobretensiones accidentales.

5.3.9 UTILIZACIÓN DEL TDR

El reflectómetro en el dominio en el tiempo, es un instrumento que trabaja enviando un pulso a lo largo del cable, y midiendo cualquier reflexión que regrese, éstas reflexiones son producidas por cambios de impedancia, por la presencia de humedad, puentes, pares divididos, bobinas de carga, cortos y abiertos,

detección de bobinas de carga, líneas paralelas, que afectan al servicio DSL.

Valores típicos de velocidad de propagación de la señal en el cable (PVF), son expresados en porcentaje de la velocidad de luz en el vacío.

CALIBRE	RELLENO	PVF (%)
0,91 (19 AWG)	GEL	68
0,64 (22 AWG)	GEL	66
0,51 (24 AWG)	GEL	62
0,4 (26 AWG)	GEL	60
0,91 (19 AWG)	AIRE	72
0,64 (22 AWG)	AIRE	70
0,51 (24 AWG)	AIRE	66
0,4 (26 AWG)	AIRE	64

Cuadro 5.3 Velocidades de propagación de la señal en par

5.3.10 BALANCE LONGITUDINAL DE IMPEDANCIAS

Un par es considerado balanceado cuando sus conductores A y B son eléctricamente iguales o simétricos con relación a tierra, el balanceamiento se calcula de la diferencia entre el ruido a tierra y el ruido metálico. Si se cumple la condición anterior, entonces el par debe ser capaz de protegerse del ruido y otras



interferencias internas y externas, esta capacidad de protección permite una transmisión DSL libre de error.

Valores:

> 60dB aceptable

50 – 60dB Marginal

< 50 dB no es aceptable

La recomendación G.992.1 en su anexo A, sección A.4.3.1 especifica que el par utilizado para ADSL debe tener un balance longitudinal > 40dB, para el rango de frecuencias de 30 a 1104 kHz, como se especifica a continuación:

Tecnología	Frecuencia	Nivel típico de balance
Banda base	850 a 7000 Hz	>55 dBm
ISDN 2B1Q	40 kHz	>40 dBm
ISDN 4B3T	80 kHz	>40 dBm
HDSL 2B1Q (4-wire)	150 kHz	>40 dBm
HDSL 2B1Q (2-wire)	300 kHz	>40 dBm
E1 - 2 Mbps	1.024 kHz	>40 dBm
ADSL	20 a 1100 kHz	>40 dBm

Cuadro 5.4 Balance longitudinal de impedancias

5.3.10 INSTALACIÓN A TIERRA

Es muy importante tener una buena instalación a tierra en la central como en el trayecto de la red y en el local del usuario del servicio

Niveles aceptables

<20 OHMIOS

5.3.11 RUIDO DE FONDO

Es uno de los parámetros claves para detectar problemas en la línea sirve para descubrir interferencias de otras fuentes como servicios digitales, radiodifusión AM (espectro 530 - 1600 Khz.), equipos eléctricos. La medición se hace en el espectro completo del ADSL (22 Khz. – 1.6 Mhz), o escoger rangos específicos con las opciones que se tienen con los filtros E, F, G, de acuerdo al servicio que se quiera dar, los parámetros más importantes son el FEXT y NEXT. Es recomendable que el extremo lejano sea terminado con impedancia de 100 ohmios donde fuera posible.

Tecnología	Rango de frecuencia	Nivel típico de ruido
Banda base	300 a 3400 Hz	- 60 dBm
ISDN 2B1Q	10 a 100 kHz	- 45 dBm
HDSL 2B1Q	10 a 300 kHz	- 45 dBm
E1 - 2 Mbps	10 a 1500 kHz	- 45 dBm
ADSL	20 a 1100 kHz	- 45 dBm

Cuadro 5.5 Ruido de fondo

Tomando en cuenta los filtros DSL



EL FILTRO E

Mide el ruido en el espectro para el servicio ISDN BRI, es decir en rango de 1 a 50 KHz, aplicando el criterio de los 3dB. Los valores umbrales son:

Pasa < -63 dBm

Falla > -63 dBm

EL FILTRO F

Mide el ruido en el espectro para HDSL, el rango de frecuencias es 5 a 245 KHz. Los valores umbrales son:

Pasa < -56 dBm

Falla > -56 dBm

FILTRO G

Mide el ruido para el espectro ADSL, desde 20 a 1100 KHz

Pasa < -50 dBm

Falla > -50 dBm

Tecnología	Rango de frecuencia	Típico Near-end Cross-Talk
Banda base	850 a 7000 Hz	65 dBm
ISDN 2B1Q	40 kHz	65 dBm
ISDN 4B3T	80 kHz	65 dBm
HDSL 2B1Q (4-hilos)	150 KHz	65 dBm
HDSL 2B1Q (2-hilos)	300 kHz	65 dBm
E1 - 2 Mbps	1.024 kHz	65 dBm
ADSL	20 a 1100 kHz	60 - 65 dBm

Cuadro 5.6 Valores típicos de NEXT



5.3.12 RUIDO IMPULSIVO

El ruido impulsivo se define como un pulso aleatorio cuya amplitud es mucho mayor que el ruido de fondo; cuando el equipo detecta un ruido por encima del umbral establecido, lo registra como un evento de ruido impulsivo. Según la IEEE se define como ruido impulsivo alguna ráfaga que produce un voltaje que excede del RMS del ruido de fondo en 12dB, para lo cual se define un umbral (por lo general 60 dB) y un valor de delta de 4 dB, después de la medición el equipo dará el número de eventos de ruido que se han producido cuyo valor está entre 60 y 64 dB (LOW), los eventos de ruido entre 64 y 68 dB (MID) y los ruidos producidos mayores a 68dB (HIGH).

5.3.13 MEDICIÓN DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN (Respuesta en Frecuencia del Cable)

Es una medida de cuanto se atenúa la señal en el par de cobre a una frecuencia dada, con esto es posible obtener la característica de atenuación del cable mediante el uso de dos instrumentos. Para realizar la medición, es necesario hacer un barrido detallado, con

un mínimo ancho de banda de 1.1 MHz (para ADSL G.dmt), y 2 MHz para CAP, permitiendo identificar la presencia de líneas en paralelo (derivaciones o múltiples).

Tecnología	Frecuencia	Nivel típico de atenuación
Banda base	850 a 7000 kHz	9.6 dBm
ISDN 2B1Q	40 kHz	32 dBm
ISDN 4B3T	80 kHz	34 dBm
HDSL 2B1Q (4-Cables)	150 kHz	27 dBm
HDSL 2B1Q (2-Cables)	300 kHz	27 dBm
E1 - 2 Mbps	1.024 kHz	25 dBm
ADSL	20 a 1100 kHz	Vea abajo

Cuadro 5.7 Niveles de atenuación varios servicios

Clase de transporte	Max. atenuación en 40 kHz	Max. atenuación en 300 kHz	Max atenuación en 1100 kHz
2M1 (6.144 kbits/s)	13 dB	25 dB	47 dB
2M2 (4.096 kbits/s)	15 dB	30 dB	56 dB
2M3 (2.048 kbits/s)	17 dB	35 dB	65 dB

Cuadro 5.8 Niveles de atenuación ADSL

Es común tomar un valor de atenuación por kilómetro a una frecuencia específica, como medio de verificación de la respuesta del cable. Por ejemplo:

14.6 dB/Km. a 300 kHz para cable de 0.4 mm (15dB según la ITU- T)

11.1 dB/Km. a 300 kHz para cable de 0.5 mm



Estos valores de referencia son seguros, siempre y cuando se conozca el comportamiento del cable (respuesta en frecuencia) alrededor de dicha frecuencia, para descartar la presencia de fallas, como líneas en paralelo.



CAPITULO SEIS

FACTIBILIDAD Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

El capítulo seis presenta los costos de la fibra óptica, de cada uno de los equipos y módulos a instalarse en la central y concentradores, además de los elementos activos de la red de acceso de banda ancha. También se realiza un análisis de rentabilidad para determinar la viabilidad del proyecto



FACTIBILIDAD Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

6.1 COSTOS DE CABLES DE FIBRA Y ACCESORIOS

DETALLES DE COSTOS DE FIBRA ÓPTICA								
ítem	Descripción	Unidad	Central Gualaceo	Paute	El Cabo	Cantidad Total	Costo Unitario	Costo total
001	Cable F.O. monomodo estándar. G.652/para canalización/24 fibras	m				716	6,50	4654
002	Cable F.O. monomodo estándar. G.652/para canalización/12 fibras	m				540	3,50	1890
003	Cable F.O. monomodo aérea de 24 fibras	m				6031	6,50	39201,5
004	Cable F.O. monomodo aérea de 12 fibras.	m				8760	4,10	35916,00
005	Kit de empalme aéreo	u		4	3	7	216,00	1512
006	Kit de empalme canalizado	u		1	1	2	185,00	370
007	Herrajes para sujeción del cable en poste	u		185	130	315	2,10	661,5
008	Herrajes para fijación de cable en cámara	u		10	14	24	5,79	138,96
009	Herraje para fijación de empalme en cámara	u		1	1	2	17,16	34,32
010	Cruce de rio con tubería galvanizada de 2"	m			100	100	20,10	2010
011	Tierra en empalme aéreo	u		4	3	7	9,42	65,94
012	Tierra en empalme canalizado	u		1	1	2	7,51	15,02
013	Bandeja de fibra óptica para rack de 19" no deslizable 12 puertos FC/PC - PC	u	2	1	1	4	387,20	1548,8
014	Cordones de conexión FC/PC o FC 3m	u	8	4	4	16	120,13	1922,08
015	Pigtail FC/PC 2,5 m	u	24	12	12	48	46,20	2217,6
016	Paneles de conexión de 24 puertos FC/PC o FC	u	1			1	150,00	150
017	Paneles de conexión de 12 puertos FC/PC o FC	u		1	1	2	102,00	204
018	Rack 19" de pared 8 U tipo abierto (Fabricación nacional)	u	1	1	1	3	165,00	495
019	Postes de HA de 9m	u				24	115,00	2760
SUBTOTAL BIENES (dólares)								95766,72
SERVICIOS DE INSTALACIÓN								
020	Instalación materiales en estación central (rack, bandeja, etc)	u	1			1	1500,00	1500
021	Instalación de materiales en estación terminal (rack, bandeja, etc)	u		1	1	2	1000,00	2000
022	Empalme de cable de 12 fibras	u		5		5	396,00	1980
023	Empalme de cable de 24 fibras	u			4	4	510,00	2040



024	Pruebas de enlaces/cable de 24 fibras	u		1		1	750,00	750
025	Pruebas de enlaces/cable de 12 fibras	u			1	1	500,00	500
SUBTOTAL SERVICIOS (dólares)								8770,00
TOTAL FIBRA OPTICA Y ACCESORIOS (dólares)								104536,72

Tabla 6.1

6.2 COSTO DE LOS EQUIPOS SDH Y PDH.

RADIOENLACE GALLIL- GUALACEO STM-1 155 Mbps				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PARTE INTERIOR				
1	Rack de 19" para piso	2		
2	Módulo de acceso AMM	2		
3	Unidad de Módem MMU 155 Mbps	2		
4	Unidad multiplexor Conmutador SMU Sw 155 Mbps	2		
5	Unidad de acceso al servicio SAU exp 1	2		
PARTE EXTERIOR				
6	Unidad de Radio RAU	2		
7	Antena 0,6m de diámetro 7/8 GHz	2		
8	Guía de onda elíptica	2		
9	Splitter de potencia	2		
TOTAL RADIOENLACE STM-1				120.000,00
RADIOENLACE GUALACEO - MARIANO MORENO 4x2 Mbps				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PARTE INTERIOR				
1	Rack de 19" para piso	2		
2	Módulo de acceso AMM 2U-3	2		
3	Unidad de Módem MMU 4x2 Mbps	4		
4	Unidad multiplexor Conmutador SMU Sw 4x2/8 Mbps	2		
5	Unidad de acceso al servicio SAU exp 1	2		
PARTE EXTERIOR				
6	Unidad de Radio RAU	4		
7	Antena 0,6m de diámetro 7/8 GHz	2		
8	Guía de onda elíptica	2		
9	Splitter de potencia	2		
TOTAL RADIOENLACE 4*2 Mbps				35.000,00



Tabla 6.2

6.3 COSTOS DE LOS EQUIPOS DE LA CENTRAL GUALACEO**6.3.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS DE LA CENTRAL GUALACEO**

LISTA DE EQUIPOS CENTRAL GUALACEO				
ITEM	PROCESADOR DE COORDINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Bastidor para procesador R: CP113C/CR	1	4.722,00	4.722,00
2	Panel de fusibles para CP	1	1.830,00	1.830,00
3	Sistema de ventilación para CP	1	2.761,00	2.761,00
4	Juego de Módulos para IOP e IOC	2	25.466,00	50.932,00
5	Procesador de I/O unificado	4	3.520,00	14.080,00
6	Procesador de I/O para buffer de mensajes	2	2.160,00	4.320,00
7	Juego de Módulos para CP , memoria y CMY	2	29.640,00	59.280,00
8	Módulo de memoria común	2	6.782,00	13.564,00
9	Juego de Módulos para MDD y MOD	1	6.178,00	6.178,00
Subtotal equipos procesador				157.667,00
ITEM	SOFTWARE BASICO FUNCION LOCAL	1	45.645,00	45.645,00
	DISPOSITIVOS I/O			
10	Estación Local de trabajo	2	1.323,00	2.646,00
11	Módem para conexión al COM-UX	1	938,00	938,00
Subtotal dispositivos I/O				3.584,00
ITEM	DISTRIBUIDOR DE MENSAJES Y RELOJ CENTRAL			
12	Bastidor para distribuidor de mensajes R: MB/CCG	1	769,00	769,00
13	Panel de fusibles	1	192,00	192,00
14	Juego de Módulos para distribuidor de mensajes	2	4.274,00	8.548,00
15	Frame control indicador de sistema F: MB/CCG	1	1.119,00	1.119,00
16	Juego de Módulos control indicador de sistema	1	1.347,00	1.347,00
17	Juego de Módulos Generador de Impulsos	2	591,00	1.182,00
18	Generador Central de Impulsos de Reloj	2	1.514,00	3.028,00
19	Generador de Impulsos	2	1.514,00	3.028,00



Subtotal Distribuidor de Mensajes				19.213,00
	RED DE CONTROL DE CANAL COMUN (CCNC)			
21	Bastidor para CCNP/SILTD	1	4.741,00	4.741,00
22	Frame CCNP(B)	2	1.843,00	3.686,00
23	Frame SILTD (A)	1	1.765,00	1.765,00
24	Multiplexor Principal (MUXM 0/1)	2	727,00	1.454,00
25	Juego de Módulos para procesador del CCNC (CCNP)	2	11.605,00	23.210,00
26	Procesador de Adaptación de Periferia del CCNC (SIPA)	2	1.288,00	2.576,00
27	Juego de Módulos para equipo terminal de CCNC (SILTG)	2	1.682,00	3.364,00
28	Equipo Terminal de señalización CCITT N° 7 (SILTD)	2	388,00	776,00
Subtotal CCNC				41.572,00
	GRUPO DE CONEXIÓN SN/LTG			
29	Bastidor R: LTGN/SNB	1	1.027,00	1.027,00
30	Panel de fusibles para SN/LTG	1	197,00	197,00
31	Frame para LTGN (A)	1	3.054,00	3.054,00
32	Módulos LTGN C función troncales	6	2.882,00	17.292,00
33	Frame para LTGN (B)	1	3.327,00	3.327,00
34	Módulos LTGN (B) función DLU	12	2.609,00	31.308,00
35	Módulo MDTOG para servicio KLIP	2	1.016,00	2.032,00
36	Etapas Temporales de la Matriz de Conmutación (TSMB)	6	423,00	2.538,00
37	Etapas Espaciales de la Matriz de Conmutación (SSM16B)	2	224,00	448,00
38	Grupo de Memorias de la Matriz de Conmutación (SGCB)	2	548,00	1.096,00
Subtotal grupo de conexión SB/LTG				62.319,00
	SISTEMA DE ENERGIA			
39	Sistema de Rectificación	1	31.842,00	31.842,00
40	Banco de Baterías 48V, 900AH	1	10.731,00	10.731,00
Subtotal sistema de energía				42.573,00
	AMPLIACION GUALACEO, 544 ABONADOS			
41	Bastidor para DLUB	1	3.904,00	3.904,00
42	Frame de ampliación DLU(E) con equipo básico ampliación DLU 280	1	1.834,00	1.834,00
43	Frame básico DLU(G) con equipo básico, para la nueva DLU	1	3.117,00	3.117,00



44	Módulos SLMA: FPE	34	704,00	23.936,00
Subtotal equipos DLU				32.791,00
EQUIPOS VARIOS PARA AMPLIACION 544 ABONADOS				
45	Sistema de energía Rectificador y baterías	1	14.581,00	14.581,00
46	Distribuidor MDF para Abonados	1	1.848,00	1.848,00
47	Regletas y protecciones por abonado	544	14,00	7.616,00
48	Servicios suplementarios por abonado	544	11,95	6.500,80
Total equipos varios ampliación				30.545,80
INVERSIÓN CENTRAL GUALACEO				372.573,00
AMPLIACIÓN GUALACEO				63.336,80
INVERSIÓN CENTRAL GUALACEO				435.909,80

Tabla 6.3

6.3.2 COSTOS DE LOS NUEVOS CONCENTRADORES

CONCENTRADORES NUEVOS				
ITEM	MARIANO MORENO 768 ABONADOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Bastidor para DLUB	1	3.904,00	3.904,00
2	Frame DLU(E) con equipo básico	1	1.834,00	1.834,00
3	Frame DLU(G) con equipo básico	1	3.117,00	3.117,00
4	Módulos SLMA: FPE	48	704,00	33.792,00
Subtotal Equipos DLU				42.647,00
5	Sistema de energía se traslada el de Gualaceo	1	14.581,00	14.581,00
6	Distribuidor MDF para abonados	1	1.848,00	1.848,00
7	Distribuidor DDF 64 Equipado	1	343,00	343,00
8	Regletas y protecciones por abonado	768	14,00	10.752,00
9	Servicios suplementarios por abonado	768	11,95	9.177,60
SUBTOTAL CONCENTRADOR MARIANO MORENO				79.348,60
CONCENTRADOR SAN JUAN 928 ABONADOS				
1	Bastidor para DLUB	1	3.904,00	3.904,00
2	Frame DLU(E) con equipo básico	1	1.834,00	1.834,00
3	Frame DLU(G) con equipo básico	1	3.117,00	3.117,00



4	Módulos SLMA: FPE	58	704,00	40.832,00
Subtotal Equipos DLU				49.687,00
5	Sistema de energía se traslada el de Paute antiguo	1	14.581,00	14.581,00
6	Distribuidor MDF para Abonados	1	1.848,00	1.848,00
7	Distribuidor DDF 64 Equipado	1	343,00	343,00
8	Regletas y protecciones por abonado	928	14,00	12.992,00
9	Servicios suplementarios por abonado	928	11,95	11.089,60
SUBTOTAL CONCENTRADOR SAN JUAN				90.540,60
CONCENTRADOR SAN BARTOLOMÉ 473 ABONADOS				
1	Bastidor para DLUB	1	3.904,00	3.904,00
2	Frame DLU(E) con equipo básico	1	1.834,00	1.834,00
3	Frame DLU(G) con equipo básico	1	3.117,00	3.117,00
4	Módulos SLMA: FPE	30	704,00	21.120,00
Subtotal Equipos DLU				29.975,00
5	Sistema de energía Rectificador y baterías	1	14.581,00	14.581,00
6	Distribuidor MDF para Abonados	1	1.848,00	1.848,00
7	Distribuidor DDF 64 Equipado	1	343,00	343,00
8	Regletas y protecciones por abonado	473	14,00	6.622,00
9	Servicios suplementarios por abonado	473	11,95	5.652,35
SUBTOTAL CONCENTRADOR SAN BARTOLOMÉ				59.021,35
CONCENTRADOR GUELL 928 ABONADOS				
1	Bastidor para DLUB	1	3.904,00	3.904,00
2	Frame DLU(E) con equipo básico	1	1.834,00	1.834,00
3	Frame DLU(G) con equipo básico	1	3.117,00	3.117,00
4	Módulos SLMA: FPE	58	704,00	40.832,00
Subtotal Equipos DLU				49.687,00
5	Sistema de energía Rectificador y baterías	1	14.581,00	14.581,00
6	Distribuidor MDF para Abonados	1	1.848,00	1.848,00
7	Distribuidor DDF 64 Equipado	1	343,00	343,00
8	Regletas y protecciones por abonado	928	14,00	12.992,00
9	Servicios suplementarios por abonado	928	11,95	11.089,60
SUBTOTAL CONCENTRADOR GUEL				90.540,60



TOTAL AMPLIACIÓN CONCENTRADORES				319.451,15

Tabla 6.4

6.3.3 COSTOS AMPLIACION DE LOS CONCENTRADORES EXISTENTES

AMPLIACIÓN CONCENTRADORES EXISTENTES				
ITEM	PAUTE 192 ABONADOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Módulos SLMA: FPE	12	704,00	8.448,00
2	Regletas y protecciones por abonado	192	14,00	2.688,00
3	Servicios suplementarios por abonado	192	11,95	2.294,40
SUBTOTAL AMPLIACIÓN PAUTE				13.430,40
AMPLIACION CHORDELEG 146 ABONADOS				
1	Módulos SLMA: FPE	9	704,00	6.336,00
2	Regletas y protecciones por abonado	146	14,00	2.044,00
3	Servicios suplementarios por abonado	146	11,95	1.744,70
SUBTOTAL AMPLIACIÓN CHORDELEG				10.124,70
AMPLIACION EL CABO 96 ABONADOS				
1	Módulos SLMA: FPE	6	704,00	4.224,00
2	Regletas y protecciones por abonado	96	14,00	1.344,00
3	Servicios suplementarios por abonado	96	11,95	1.147,20
SUBTOTAL AMPLIACIÓN EL CABO				6.715,20
TOTAL AMPLIACIÓN CONCENTRADORES				30.270,30

Tabla 6.5

6.4 COSTOS DE PLANTA EXTERNA

PARES PRIMARIOS NECESARIOS					
CONCENTRADOR	PARROQUIA	LÍNEAS NECESARIOS	PARES NECESARIOS	COSTO/PAR USD	COSTO TOTAL
PAUTE	Paute	192	200	120	24000,0
EL CABO	El Cabo, Chicán	96	100	150	15000,0



CHORDELEG	Chordeleg	146	150	130	19500,0
MARIANO MORENO	Mariano Moreno, Daniel Córdova	751	800	200	160000,0
SAN JUAN	San Juan	904	950	200	190000,0
SAN BARTOLOMÉ	San Bartolomé	409	450	200	90000,0
GUELL	Guel, Luis Galarza(Delegsol), La Principal, San Martín de Puzhio	888	900	200	180000,0
SUBTOTAL CONCENTRADORES		3386	3550	1200	678500,0
GUALACEO					
GUALACEO	Gualaceo	544	550	120	66000,0
TOTAL CENTRAL		3930	4100	1320	744500,0

Tabla 6.6

6.5 COSTO DE LA OBRA CIVIL

COSTOS OBRA CIVIL			
ITEM	CENTRAL	REQUERIMIENTO	COSTO REFERENCIAL
1	Mariano Moreno	Adquisición de terreno	5000
		Construcción de edificio	15000
		Torre autoportada de 10m	2000
		Moto-generador y tablero de transferencia	15000
2	San Juan	Adquisición de terreno	5000
		Construcción de edificio	15000
		Torre autoportada de 10m	2000
		Moto-generador y tablero de transferencia	15000
3	San Bartolomé	Adquisición de terreno	5000
		Construcción de edificio	15000
		Torre autoportada de 10m	2000
		Moto-generador y tablero de transferencia	15000
3	Guel	Adquisición de terreno	5000
		Construcción de edificio	15000
		Torre autoportada de 10m	2000
		Moto-generador y tablero de transferencia	15000
TOTAL OBRA CIVIL			\$148.000,00

Tabla 6.7



6,6 RESUMEN PRESUPUESTARIO
LA CENTRAL GUALACEO Y CONCENTRADORES
LISTA DE MATERIALES

A.- CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA ... Azuay

CANTÓN Paute, Gualaceo, Chordeleg, Sigsig

PARROQUIA

ABONADOS ... 12022 Abonados, 3930 líneas

B.- RESUMEN PRESUPUESTARIO:

Nº	DESCRIPCIÓN	T O T A L (USD)
1.	Costos de cable de F.O. y Accesorios	\$ 104.536,72
2.	Equipos de transmisión inalámbrica	\$ 155.000,00
3.	Costos de los equipos de la central Gualaceo	\$ 435.909,80
4.	Costos de los equipos en los nuevos Concentradores	\$ 319.451,15
5.	Ampliación de los Concentradores Existentes	\$ 30.270,30
6.	Costos de Planta Externa	\$ 744.500,00
7.	Costos de Obra Civil	\$ 148.000,00
8.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO:	\$ 1.937.667,97

C.- FINANCIAMIENTO:

PACIFICTEL	1.937.667,97
BENEFICIARIOS M.O.N.C	0,00
TOTAL	1.937.667,97

D.- TIEMPO TOTAL APROXIMADO DE EJECUCION:

180 DIAS

*Tabla 6,8***6.7 EVALUACIÓN FINANCIERA CENTRAL GUALACEO**

El análisis financiero busca sistematizar mediante determinados indicadores de rentabilidad, la información



relevante y útil para el proceso de toma de decisiones; describe la viabilidad del proyecto a la luz de criterios particulares y plantea las recomendaciones correspondientes.

Los indicadores de rentabilidad financiera más utilizados son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), los cuales consideran el valor del dinero en el tiempo y permiten determinar si los proyectos son viables o no dependiendo del costo de oportunidad del capital, es decir, de las alternativas de inversión que se dejan de realizar por invertir en el proyecto.

Dado que los bienes son escasos es necesario considerar el costo de oportunidad de los recursos que están siendo utilizados en el plan. Al tomar la decisión de invertir en una de las opciones se está dejando de realizar otra u otras alternativas.

6.7.1 ELEMENTOS DEL FLUJO DE FONDOS

El flujo de fondos o llamado también flujo de caja es un esquema que presenta en forma sistemática los costos e ingresos, registrados periodo a periodo (mes a mes en el presente caso), estos costos e ingresos son los obtenidos del estudio técnico, de mercado y administrativo.



Los cuatro elementos básicos que componen el flujo de fondos neto son:

- ✚ Los ingresos de operación.- Son los ingresos que se van a obtener por la venta de bienes o prestaciones de servicios. Aplicando al presente proyecto se debió obtener el valor promedio de facturación telefónica de los abonados telefónicos, para ello se tomó una muestra de 3146 usuarios residenciales y 246 usuarios comerciales. Los valores obtenidos se presentan el cuadro 6.9:

La facturación promedio por cliente en la provincia del Azuay se estima en \$12.4 para los abonados de categoría B, y de \$46 para los de categoría C, descontando impuestos, y pagos que son resultado de la interconexión con otros operadores.

La tabla 3.3 del capítulo 3 muestra que el promedio mensual del volumen tráfico internacional entrante es de 2800000 minutos que dividido para un total de 18652 abonados de la central Cuenca da un promedio de 150 minutos por abonado, si se multiplica este valor por el costo de 8 centavos/minuto que es percibe la empresa Pacifictel por cursar este tráfico, por lo que cada abonado genera 12 dólares adicionales a la

facturación promedio mensual tanto para abonados residenciales y comerciales.

ESTIMACIÓN DE INGRESOS POR ABONADO								
Descripción	RESIDENCIALES				COMERCIALES			
	Tarifa	Valores promedio por abonado			Tarifa	Valores promedio por abonado		
	\$/minuto	Minutos	Intercon..	Ingreso	\$/minuto	Minutos	Intercon.	Ingreso
Pensión Básica	6,2			6,2	12			12
Tráfico Local	0,01	66	0,00	0,7	0,0244	161	0,00	3,9
Regional Pacifictel	0,02	30	0,00	0,6	0,056	85	0,00	4,8
Regional ETAPA	0,02	51	0,50	1,0	0,056	209	0,50	11,5
Nacional Andinatel	0,04	8	0,50	0,3	0,112	20	0,50	2,4
Celulares	0,29	12	0,80	1,6	0,29	41	0,80	5,6
Servicios adicionales				0,3				0,5
Internacional	0,4	4		1,7	0,4	13		5,3
VALOR PROMEDIO				12,4				46,0

Tabla 6.9

✚ La inversión.- Son los egresos que realiza la empresa para el montaje y la puesta en marcha del proyecto. Forman parte de la inversión los activos fijos, activos nominales y el capital de trabajo. En el numeral 6.6 se mostró los costos totales para la implementación de la central Gualaceo que asciende a **1'937.667,97 dólares**. El número total de líneas telefónicas que se amplían es de **3930**, por lo que en total la central Gualaceo servirá a 12022 abonados. El costo por abonado asciende a $1'937.667,97/3930 = 493$ dólares, si se resta a esta cantidad los 120 dólares que el nuevo usuario tiene que cancelar por adquirir este

servicio, queda un excedente de 373 dólares que la empresa debe recuperar en los próximos 5 años.

La inversión en los equipos de transmisión, equipos de conmutación, cable de fibra y multipares está de acuerdo con las facilidades que ofrecen los proveedores como Siemens y Nera a la empresa Pacifictel. El cuadro siguiente muestra en detalle la forma de pago que hará esta empresa Pacifictel en un plazo de un año.

PORCENTAJE DE REEMBOLSOS													
RUBRO	MES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cable de F.O. y Accesorios		40%		60%									
Sistema de transmisión inalámbrica		40%					60%						
Equipos de la central Gualaceo	40%						30%						30%
Equipos en los nuevos Concentradores	40%						30%						30%
Ampliación de los Concentradores	40%						30%						30%
Costos de Planta Externa				20%		20%		20%		20%			20%
Costos de Obra Civil		40%			60%								

Tabla 6.10

- ✚ Los costos de operación.- Son los egresos necesarios para obtener los ingresos o beneficios que genera el proyecto. Se ha considerado un costo operativo mensual marginal de 60 centavos por línea en el caso de la planta externa, planta interna y medios de transmisión.
- ✚ El valor de salvamento,- Al finalizar la vida útil del proyecto, muchos activos poseen valor es necesario



considerarlo como un ingreso. En el presente caso no se consideran.

Una vez que se ha determinado las inversiones fijas y corrientes necesarias para la implementación del proyecto, los criterios base que se han determinado para tomar la decisión de ejecutar o no el mismo, tomando en cuenta un periodo de 5 años son: *el valor presente neto, la tasa interna de retorno, la relación costo beneficio y el periodo de recuperación del capital.*

6.7.2 RESULTADOS

a) Los valores siguientes son los que obtendría la empresa Pacifictel por ingresos directos, es decir sin tomar en cuenta las ganancias que se generan por el tráfico internacional entrante:

RELACIÓN COSTO BENEFICIO	1.97
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	1'176.109,49
TASA INTERNA DE RETORNO	37,20%
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	60 meses

Tabla 6.11

b) Tomado en cuenta el tráfico internacional entrante, los resultados son:

RELACIÓN COSTO BENEFICIO	3.12
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	2'936.387,16
TASA INTERNA DE RETORNO	65,18%
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	40 meses

Tabla 6.12

Si bien el ingreso neto promedio generado por cada abonado de Pacifictel en el Azuay es bajo, 12.4 dólares, el proyecto presenta un VAN positivo a los 31 meses y una TIR del 37.20%. Los resultados son sustancialmente mejores si se considera el tráfico internacional entrante, en donde el proyecto empieza a generar ganancias a los 23 meses, con una tasa interna de retorno del 65.18% y un periodo de recuperación del capital de 40 meses. Por tanto se trata de un anteproyecto técnicamente necesario, y financieramente viable.

6.8 EVALUACIÓN FINANCIERA SERVICIOS xDSL

En el Capítulo IV se determinó que la empresa PACIFICTEL adquirirá los equipos que conforman la red de



acceso (DSLAM, administrador de ancho de banda) y supervisará la red de planta externa para que cumpla los estándares xDSL, para que de esta manera ya sea la misma empresa a través de su proveedor de servicios de Internet EASYNET u otros distribuidores lleguen hasta el usuario final. Por tal motivo es de interés determinar el costo de cada Kbps transportado por las redes de Pacifictel en los cantones considerados en el estudio.

Inicialmente se determinó el monto de la inversión realizada en los 4 multiplexores de acceso instalados en Gualaceo, Paute, Chordeleg, El Cabo y en el concentrador multiservicio propuestos en el diseño de la red xDSL, los precios referenciales mostrados en el cuadro n° 6.13, son obtenidos de la propuesta que Alcatel realizó a ETAPA en el año 2003. El número de tarjetas cotizadas toma en cuenta el número de abonados ADSL obtenidos en el estudio de demanda realizado previamente.

Los gastos operativos obtenidos para un periodo de 5 años, incluyen el pago de remuneración a un profesional y una asistente, así como gastos de oficina. Los resultados se muestran en la tabla 6.14.

Para el determinar el costo por Kbps se utiliza la formula de cálculo de la tasa interna de retorno TIR, en donde se considera un valor presente neto igual cero, con una inversión inicial de **150.115,74** dólares.



Con estos datos el cálculo la TIR queda de la siguiente manera:

$0 = -A + \frac{Q_1}{1+r} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3} + \frac{Q_4}{(1+r)^4}$	<i>Eq. 6.1</i>
--	----------------

Donde:

- A Es la inversión inicial del proyecto = \$145.076,80
- Q_x : Es el beneficio neto de caja al final del año x , no es más que restar los ingresos de los egresos:

$Q_x = \text{Ingresos}_x - \text{Egresos}_x = B_x - C_x$	<i>Eq. 6.2</i>
--	----------------

- r : Es la tasa de retorno.



LISTADO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS xDSL										
PROVINCIA.: Azuay										
Localidad : Gualaceo, Chordeleg, Paute, El Cabo										
Abonados ADSL: 472										
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	Chordeleg	El Cabo	Paute	Gualaceo	TOTAL	P. Unitario	TOTAL	
3AP 62030 AA	HD/UD Compact ASAM 48V/60V	u	1	1	1	2	5	\$ 2.068,29	\$ 10.341,45	
3EC16687 AA	HD/UD/XD ACU (unidad de control de alarma)	u	1	1	1	1	4	\$ 679,14	\$ 2.716,56	
3EC 16452 AB	DH/UD/XD SDH-NT STM-1 Short Haul (S-1,1) 1310 nm	u	1	1	0	1	3	\$ 3.485,22	\$ 10.455,67	
3EC 17385 AA	UD Line board ADSL/POTS (24 lines)	u	4	1	5	10	20	\$ 2.757,31	\$ 55.146,24	
3EC 37028 AA	UD Passive POTS splitter - ETSI	u	4	1	5	10	20	\$ 543,31	\$ 10.866,24	
3EC 17454 AA	HD/UD/XD SDH-LT STM-1 Short Haul (S-1,1) 1310nm	u	0	1	1	0	2	\$ 2.435,64	\$ 4.871,29	
1AB 08001 009	Optical Cable 10m -SC/PC - SC/PC connectors (SM)	u		4	2	4	10	\$ 95,70	\$ 956,97	
3EC 37948 HL	HD/UD MDF Cable 24 pair 25m (90 degr. Down, 26AWG)	u	5	5	5	5	20	\$ 95,70	\$ 1.913,94	
3EC 37946HL	HD/UD MDF Cable 24 pair 25m (180 degr. Down, 26AWG)	u	5	5	5	5	20	\$ 128,42	\$ 2.568,42	
3EC 36214 AA	MPP Front Plate for DSLAM	u	3	3	3	3	12	\$ 2,34	\$ 28,08	
90 4442 02	7270 8 SLOT DC SYSTEM	u	0	0	0	1	1	\$ 2.448,00	\$ 2.448,00	
90 4453 03	HUB CARD -6x8 SLOT SYSTEMS	u	0	0	0	1	1	\$ 1.530,00	\$ 1.530,00	
90 4452 21	7270 CONTROL CARD R 4:2	u	0	0	0	1	1	\$ 3.672,00	\$ 3.672,00	
90 4457 11	STM1 CR CARD R4:2	u	0	1	0	1	2	\$ 5.997,60	\$ 11.995,20	
90 4462 02	OC3/STM1 IR I/O CARD	u	0	1	0	1	2	\$ 1.119,60	\$ 2.239,20	
90 4444 01	48V DC POWER SUPPLY	u	0	0	0	2	2	\$ 428,40	\$ 856,80	



3EC 36882 AB	5523 AWS Standalone workstation license	u	0	0	0	0	1	1	\$ 13.405,50	\$ 13.405,50
3EC 37124 XX	7300 ASAM/ 5523 AWS Software	u	0	0	0	0	1	1	\$ 79,38	\$ 79,38
001	Rack's Abiertos 19", 42HU	u	1	1	1	1	1	4	\$ 443,70	\$ 1.774,80
002	Computadores (incluido mantenimiento)	u						3	\$ 750,00	\$ 2.250,00
003	Servicios de instalación							1	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
TOTAL MATERIALES										\$ 150.115,74

Tabla 6.13 Monto de la inversión de equipos xDSL

COSTOS FIJOS ANUALES										
Ítem	Rubro	Cantidad	C Unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		
1.	Ingeniero Eléctrico (1)	1	10200	10200	10506	10821,18	11145,8154	11480,18986		
2	Secretaria (1)	1	3000	3000	3090	3182,7	3278,181	3376,52643		
4	Imprevistos		5000	0	0	0	0	0		
5	Papelaría, útiles de oficina.	1	1500	1500	1500	1545	1591,35	1639,0905		
6	Costos de ampliación de nuevos usuarios			0	7831,4	15662,8	15662,8	11747,1		
VALORES TOTALES				14700,0	22927,4	31211,68	31678,14	28242,90		

Tabla 6.14. Egresos Anuales

Reemplazando la ecuación 6.2 en la ecuación 6.1, con los valores C_x mostrados en la tabla 6.14 y considerando una tasa de retorno del 9% (interés actual de abrir una póliza a plazo fijo de 12 meses) tenemos la siguiente expresión

$0 = -150.115,74 + \frac{B_1 - 14700}{1 + .09} + \frac{B_2 - 22927.4}{(1 + .09)^2} + \frac{B_3 - 31211.14}{(1 + .09)^3} + \frac{B_4 - 31678.14}{(1 + .09)^4} + \frac{B_5 - 28242.91}{(1 + .09)^5}$	Eq. 6.3
--	--------------------

$0 = -247798.20 + \frac{B_1}{1.09} + \frac{B_2}{1.09^2} + \frac{B_3}{1.09^3} + \frac{B_4}{1.09^4} + \frac{B_5}{1.09^5}$	Eq. 6.4
---	----------------

La relación existente entre los ingresos B_x , es el crecimiento que se tiene de los usuarios xDSL, en el apartado 4.3.2 se definió el 12.6%, reemplazando en la Eq. 6.4, se obtiene:

$0 = -247798.20 + \frac{B_1}{1.09} + \frac{B_1 * 1.126}{1.09^2} + \frac{B_1 * 1.126^2}{1.09^3} + \frac{B_1 * 1.126^3}{1.09^4} + \frac{B_1 * 1.126^4}{1.09^5}$	Eq. 6.5
---	--------------------

$0 = -247798.20 + B_1 \left(\frac{1}{1.09} + \frac{1.126}{1.09^2} + \frac{1.126^2}{1.09^3} + \frac{1.126^3}{1.09^4} + \frac{1.126^4}{1.09^5} \right)$ $B_1 = \$50567.60$



Calculado B_1 , se procede a calcular el costo mensual de transportar 1Kbps por la red, (ver *Tabla 4.6* tráfico total), el valor de $E = 13354$ Kbps

$CKbps = \frac{B_1 / 12}{E}$	<i>Eq. 6.6</i>
------------------------------	----------------

$$CKbps = \frac{50567.608 / 12}{13354} = \$0,32$$

El valor de \$0.32 dólares es el valor que Pacifictel tomaría como referencia para determinar un costo por Kbps a cobrar al proveedor de servicios de Internet. Un aspecto a considerar es que

El costo mínimo de arrendamiento mensual del 100% de la red de servicios xDSL es de \$4273.28 por transportar 13.4Mbps.



CAPITULO SIETE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



7.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a las nuevas exigencias de las telecomunicaciones, las empresas que tienen a su cargo la responsabilidad de brindar el servicio de telefonía fija, móvil, etc., deben definir sus estrategias en un marco de eficiencia y competitividad, esto requiere que la administración de la Central Cuenca de Pacifictel opere autónomamente.
- La realización del presente trabajo demuestra el potencial que tiene el proveedor de telefonía fija PACIFICTEL en ampliar su cobertura y brindar nuevos servicios a través de sus redes.
- Según el análisis de demanda realizado se determinó que solamente los centros urbanos de los cantones de Gualaceo, Paute, Chordeleg con un índice penetración telefónico fijo acorde a las normas que exige el ente regulador, no así en la parroquias rurales donde existe solamente pequeños sistemas multiacceso con un mínimo de líneas e incluso existen zonas rurales sin el servicio telefónico.



- En el análisis desarrollado en el capítulo 2 se determina la necesidad inmediata de instalar una central telefónica en el cantón Gualaceo, esto permitirá un ahorro en 30% recursos en equipos de transmisión permitiendo al mismo tiempo una administración más directa y eficiente de la red.
- En el dimensionamiento de los enlaces de transmisión se propuso la ampliación del enlace inalámbrico Gallil-Gualaceo a un SMT-1 y la instalación de la fibra óptica en los tramos comprendido entre Gualaceo y Paute, esta capacidad de transmisión permitirá a la empresa realizar en el futuro ampliaciones en los concentradores planeados, y la implementación de nuevos concentradores en poblaciones como Dotacsi, Jadán y Ludo que se conecten a la central Gualaceo. Además estos enlaces permitirán el transporte de Internet y datos en caso de que EASYNET u otro proveedor decida brindar servicios de valor agregado en los cantones en estudio.
- De análisis financiero realizado se concluye que el proyecto resulta atractivo. si se incluye los ingresos por tráfico internacional entrante que alcanza los doce



dólares promedio por abonado. Además debe tomarse en cuenta que en planes de ampliación de planta externa se debe buscar la autogestión con las comunidades beneficiarias para así disminuir los costos de materiales y mano de obra. Por lo tanto el proyecto es técnicamente necesario y financieramente viable.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se debe considerar realizar las ampliaciones telefónicas planteadas en la zona de estudio y también en otros cantones de la provincia del Azuay, donde existe la necesidad de satisfacer la demanda telefónica.
- Al implementar la central telefónica y los enlaces de transmisión, se debe optimizar los recursos especialmente en la reubicación los radioenlaces PDH existentes, aunque esta opción aumentará los costos de instalación por reubicación de equipos, los mismos que pueden ser realizados por área de transmisión de Pacifictel.



- En el capítulo IV se analizó los servicios xDSL en los cantones previstos, para lo cuál se realizó un análisis de mercado de dichos servicios obteniendo el tráfico que desarrollarían el total de los usuarios determinados, en el capítulo VI se realizó el análisis económico de llevar a cabo dicho proyecto íntegramente, obteniendo el costo por Kbps transportado. Sin embargo se recomienda la Empresa Pacifictel que realice un plan piloto. instalando los estantes con mínimo número de tarjetas, para luego realizar las ampliaciones respectivas de acuerdo al número de ventas realizadas.

ANEXO 1

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA TELEFÓNICA

a) Para el caso de viviendas ocupadas

1. De los datos del INEC se obtuvo el número de viviendas (casa, villa, departamento, etc.) tanto en el área urbana y rural de la parroquia Gualaceo, además del número de personas que habitan en ellas, el porcentaje de casa o villas en esta zona alcanza el 85%, dicho ordenamiento se encuentra expuesto en el cuadro 1.1 y el número de habitantes por tipo vivienda se muestra en el cuadro 1.2.

CUADRO 1.1 Parroquia Gualaceo Número de viviendas ocupadas									
AÑO 2001									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	2069	149	194	129	6	12	3	4	2566
Periferia	1569	0,1	5	142	12	11	12	3	1754
Total	3638	149	199	271	18	23	15	7	4320

CUADRO 1.2 Parroquia Gualaceo Número de Habitantes por tipo de vivienda.								
AÑO 2001								
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro
Urbana	8639	575	781	534	22	54	6	12
Periferia	6902	0,1	21	587	41	46	48	12
Total	15541	575	802	1121	63	100	54	24

2. Utilizando las tasas de crecimiento poblacional expuestas anteriormente se obtiene la población según el tipo de vivienda para el año 2006 y 2015, la proyección se encuentra en el cuadro 1.3 y 1.4.

CUADRO 1.3 Parroquia Gualaceo Número de Habitantes por tipo de vivienda.									
AÑO 2006									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	10556	703	954	652	27	66	7	15	12980
Periferia	7147	0	22	608	42	48	50	12	7928
Total	17702	703	976	1260	69	114	57	27	20908

CUADRO 1.4 Parroquia Gualaceo Número de Habitantes por tipo de vivienda.									
AÑO 2015									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	15140	1008	1369	936	39	95	11	21	18617
Periferia	7609	0	23	647	45	51	53	13	8441
Total	22749	1008	1392	1583	84	145	63	34	27058

3. El número promedio de ocupantes por tipo de vivienda se encuentra dividiendo el cuadro 1.2 para el 1.1, los resultados se exponen en la tabla 1.5

CUADRO 1.5 Parroquia Gualaceo Promedio ocupantes por tipo de vivienda									
AÑO 2001									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	
Urbana	4,18	3,86	4,03	4,14	3,67	4,50	2,00	3,00	
Periferia	4,40	1,00	4,20	4,13	3,42	4,18	4,00	4,00	
Total	4,27	3,86	4,03	4,14	3,50	4,35	3,60	3,43	

4. De los datos del INEC, tomo “VI Censo de Población y V de vivienda noviembre del 2001, cantón Gualaceo”, se obtiene la cantidad de viviendas que se encuentran ocupadas (con personas presentes y ausentes), desocupadas y en construcción, ya que debido a la migración la cantidad de casas no habitadas en algunas parroquias alcanza hasta un 35% del total. Este porcentaje se debería tomar en cuenta para la determinación de la demanda, de no hacerlo la proyección de abonados podría ser demasiado alta. Ver valores en la tabla 1.6 y 1.7.

CUADRO 1.6 /AÑO 2001

Parroquia Gualaceo Área Urbana	Total de Viviendas	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES				
		Ocupadas			Desocupadas	En Construcción
		Total	Personas presentes	Personas ausentes		
Viviendas Particulares	3503	2886	2566	320	395	222
Casa o Villa	2861	2324	2069	255	318	219
Departamento	175	156	149	7	19	0
Cuarto Inquilinato	240	229	194	35	11	0
Mediagua	185	148	129	19	35	2
Rancho	10	7	6	1	3	0
Covacha	16	14	12	2	2	0
Choza	10	3	3	0	7	0
Otro	6	5	4	1	0	1

CUADRO 1.7 AÑO 2001

Parroquia Gualaceo Área Rural	Total de Viviendas	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES				
		Ocupadas			Desocupadas	En construcción
		Total	Personas presentes	Personas ausentes		
Viviendas Particulares	3083	2011	1754	257	939	133
Casa o Villa	2679	1777	1569	208	776	126
Departamento	2	2	0	2	0	0
Cuarto Inquilinato	7	7	5	2	0	0
Mediagua	288	178	142	36	104	6
Rancho	50	17	12	5	33	0
Covacha	27	14	11	3	13	0
Choza	27	13	12	1	13	1
Otro	3	3	3	0	0	0

5. El número de viviendas para el año 2006 y 2015 se obtiene dividiendo los cuadros 1.3 y 1.4 para el cuadro 1.5, los resultados se presentan en el cuadro 1.8 y 1.9.

CUADRO 1.8 Parroquia Gualaceo Número de viviendas ocupadas AÑO 2006									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	2528	182	237	158	7	15	4	5	3135
Periferia	1625	0	5	147	12	11	12	3	1816
Total	4153	182	242	305	20	26	16	8	4952

CUADRO 1.9 Parroquia Gualaceo Número de viviendas ocupadas AÑO 2015									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	3626	261	340	226	11	21	5	7	4497
Periferia	1730	0	6	157	13	12	13	3	1934
Total	5356	261	346	383	24	33	18	10	6431

6. El INEC ofrece la información de los materiales de construcción del techo, paredes y piso de las viviendas ocupadas tanto para el área urbana y rural, además por tipo de vivienda (casa villa o departamento, etc.), con la cual se hace una selección detenida para ubicar a las viviendas dentro de las categorías RB1, RB2, etc. Esta información no es expuesta en este punto por ser demasiado extensa, sin embargo en el siguiente numeral mostraremos los porcentajes del tipo de vivienda en cada categoría.

7. El siguiente paso es ubicar las diferentes calidades de vivienda dentro de cada una de las categorías, los porcentaje obtenidos son para el caso de residencias urbanas y rurales habitadas. En el cuadro observamos que en el área urbana el 84,74% de las casas o villas pertenecen a la categoría RB1, el 10.10% a la RB2, el 3.51% a la RM1, mientras que para la parte rural el 40.18% de las casas pertenecen a RB1, el 26.31% a RB2, el 24.28% a RR2. Los criterios utilizados en estos numerales fueron tomados en coordinación con el personal que labora en el área de planta externa de Pacifictel, ver resultados cuadros 1.10 y 1.11.

CUADRO 1.10
Área urbana Gualaceo

Categoría	Tipo de vivienda								
	Villa	Departamento	Cuarto	Mediagua	Villa	Departamento	Cuarto	Mediagua	
RB	1	1644	124	160	94	84,74%	96,88%	86,96%	77,05%
	2	196	3	11	10	10,10%	2,34%	5,98%	8,20%
RM	1	68	1	7	7	3,51%	0,78%	3,80%	5,74%
	2	17	0	5	8	0,88%	0,00%	2,72%	6,56%
RR	1	15	0	1	3	0,77%	0,00%	0,54%	2,46%
	2	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RP	1	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		1940	128	184	122				

CUADRO 1.11
Área rural Gualaceo

Categoría	Tipo de vivienda								
	Villa	Departamento	Cuarto	Mediagua	Villa	Departamento	Cuarto	Mediagua	
RB	1	2020	2	11	46	40,18%	66,67%	57,89%	16,49%
	2	1323	0	3	43	26,31%	0,00%	15,79%	15,41%
RM	1	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	2	273	0	2	32	5,43%	0,00%	10,53%	11,47%
RR	1	191	0	0	26	3,80%	0,00%	0,00%	9,32%
	2	1221	1	3	132	24,28%	33,33%	15,79%	47,31%
RP	1	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		5028	3	19	279				

8. Para obtener el número final de viviendas que pertenecen a categorías RB1, RB2, RM1, RM2, RR1, RR2 y RP2 se realiza la multiplicación de los datos de los cuadros 1.8 y 1.9 por los porcentajes de la tablas 1.10 y 1.11, los resultados se presentan en 1.12 y 1.13.

CUADRO 1.12 Parroquia Gualaceo Número de viviendas por categoría AÑO 2006								
Área	RB1	RB2	RM1	RM2	RR1	RR2	RP1	TOTAL
Urbana	2142	432	93	145	239	43	42	3135
Periferia	0	653	428	88	86	421	141	1816
Total	2142	1084	520	233	325	464	183	4952

CUADRO 1.13 Parroquia Gualaceo Número de viviendas por categoría AÑO 2015								
Área	RB1	RB2	RM1	RM2	RR1	RR2	RP1	TOTAL
Urbana	3073	619	133	208	342	61	60	4497
Periferia	0	695	455	94	92	448	150	1934
Total	3073	1314	588	302	434	509	210	6431

9. El cuadro 1.14 muestra los valores de los intereses telefónicos aplicados para las distintas categorías de viviendas, diferenciando el área urbana y rural.

CUADRO 1,14 Interés Telefónico				
Tipo	Categoría	Subcategoría	Urbano	Rural
Residencial	RB	1	1,00	1,00
		2	1,00	0,90
	RM	1	0,90	0,80
		2	0,80	0,60
	RR	1	0,60	0,40
		2	0,40	0,30
	RP	1	0,10	0,01

10. Para obtener la demanda telefónica se multiplica los valores de las tablas 1.12 y 1.13 por la 1.14 los resultados son expuestos en 1.15.

CUADRO 1.15 Demanda Telefónica Actual Parroquia Gualaceo Para viviendas ocupadas								
	Categoría	Subcat.	IT	Demanda Urbana	Demanda Rural	IT	A	B
Residencial	RB	1	1,000	2142	0	1,000	0	2142
		2	1,000	432	653	1,000	0	1084
	RM	1	0,900	84	342	0,800	0	426
		2	0,800	116	62	0,700	0	178
	RR	1	0,600	143	43	0,500	0	186
		2	0,400	17	147	0,350	0	164
	RP	1	0,100	4	7	0,050	0	11
	TOTAL				2938	1254		0

a) Para el caso de viviendas ocupadas con personas ausentes y viviendas desocupadas.

11. En este caso se seguirá un procedimiento similar al literal anterior, existiendo una variación en el paso nº 2 en donde para obtener el número de residencias para el año 2006 y 2015, se realizó una proyección de vivienda, para ello se comparó los valores de los censos del INEC de 1990 y 2001, de los cuales se obtuvo una tasa de crecimiento habitacional del 2.50% para el área urbana de Gualaceo y el 1.43% para el sector rural. Las proyecciones realizadas se presentan en 1.16 y 1.17.

CUADRO 1.16 Parroquia Gualaceo Número de viviendas desocupadas AÑO 2006									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	360	21	12	40	3	2	8	0	447
Periferia	833	0	0	112	35	14	14	0	1008
Total	1193	21	12	151	39	16	22	0	1455

CUADRO 1.17 Parroquia Gualaceo Número de viviendas ocupadas con personas ausentes AÑO 2006									
Área	Casa o Villa	Depart.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro	Total
Urbana	289	8	40	21	1	2	0	1	362
Periferia	223	2	2	39	5	3	1	0	276
Total	512	10	42	60	6	5	1	1	638

12. Para determinar el número de viviendas en cada categoría se repiten los pasos 7 y 8 del literal anterior, luego se multiplica por el interés telefónico. Algo importante a tomar en cuenta es que según las proyecciones de la Empresa PACIFICTEL se pretende que para el año 2015 el 10 % de domicilios ocupados con personas ausentes y domicilios desocupados, requerirían el servicio telefónico, puesto que sus dueños las ocuparían o las arrendarían, es por ello que se aplica el 10% del interés telefónico aplicado para el caso de las viviendas ocupadas. Los cuadros 1.18 y 1.19 muestran la demanda telefónica para el

año 2015, la demanda para el 2006 no se muestra pero se toma en cuenta para obtener la demanda actual total (ver próximo numeral).

CUADRO 1.18 Parroquia Gualaceo Demanda Telefónica para Viviendas Desocupadas AÑO 2015									
Año 2015	Categoría	Subcat.	IT	Demanda Urbana	Demanda Rural	IT	A	B	
Residencial	RB	1	0,100	38	0	0,100		38	
		2	0,100	7	38	0,100		45	
	RM	1	0,090	1	20	0,080		21	
		2	0,080	3	4	0,070		7	
	RR	1	0,060	1	3	0,050	4		
		2	0,040	0	9	0,035	9		
	RP	1	0,010	0	1	0,005	1		
	TOTAL				52	74		14	112

CUADRO 1.19 Parroquia Gualaceo Demanda Telefónica para Viviendas con Personas Ausentes AÑO 2015									
Año 2015	Categoría	Subcat.	IT	Demanda Urbana	Demanda Rural	IT	A	B	
Residencial	RB	1	0,100	0	0	0,100		0	
		2	0,100	14	10	0,100		25	
	RM	1	0,090	9	5	0,080		14	
		2	0,080	2	1	0,070		3	
	RR	1	0,060	1	1	0,050		1	
		2	0,040	4	2	0,035		6	
	RP	1	0,010	0	0	0,005		0	
	TOTAL				29	19		0	48

13. La demanda total para el año 2006 será obtenida de la suma de la tabla 1.15 que expresa la demanda por viviendas ocupadas con personas, más la demanda por las viviendas ocupadas con personas ausentes, más la demanda por viviendas

desocupadas, el resultado se muestran en el cuadro 1.20.

CUADRO 1.20 Parroquia Gualaceo Demanda Actual Total por Tipo de Vivienda AÑO 2006								
Categoría	Subcategoría	Demanda Urbana	Demanda Rural	A	B	C	Cabinas	
RB	1	2173	0		2173			
	2	449	695		1144			
RM	1	92	364		456			
	2	120	66		186			
RR	1	145	46		191			
	2	20	157		177			
RP	1	4	8		12			
TOTAL		3003	1336	0	4339	304	19	4662

Siguiendo el mismo procedimiento anterior se obtuvo la demanda para el año 2015, los resultados son;

CUADRO 1.21 Parroquia Gualaceo Demanda Total por Tipo de Vivienda AÑO 2015								
Categoría	Subcategoría	Demanda Urbana	Demanda Rural	A	B	C	Cabinas	
RB	1	3111	0		3111			
	2	641	743		1384			
RM	1	130	389		519			
	2	171	70		242			
RR	1	207	49		257			
	2	28	168		196			
RP	1	6	8		15			
TOTAL		4295	1428	0	5723	544		6267

b) Cálculo de la demanda por servicios básicos

14. Existe un criterio adicional para determinar la demanda telefónica que es por los servicios básicos con que cuenta cada vivienda, del cuadro N° 24



denominado “Viviendas particulares ocupadas, por servicios que disponen según parroquias y áreas” del Tomo VI Censo de Población y V de vivienda noviembre del 2001 cantones Gualaceo” y de la investigación desarrollada por el SIISE año 2004, se determinó que las personas que habitan en residencias que cuenten con el servicio de energía eléctrica, agua entubada dentro de la vivienda, son potenciales a solicitar el servicio telefónico. Los porcentajes de los servicios que poseen los domicilios en la parroquia de Gualaceo son expuestos en la tabla 1.22

15. El porcentaje de viviendas que tienen agua entubada dentro de la vivienda se multiplica por el valor total de las tablas 1.12 y 1.13 (suponiendo un desarrollo del 10% en servicios básicos para el año 2015). Los resultados se pueden observar en los cuadros finales. La demanda obtenida mediante este criterio se considera como la mínima que debe satisfacer Pacifictel, mientras que la calculada por el tipo de vivienda se considera como máxima, con la cual se alcanza índices de penetración con respecto a la población entre 14 y 22%.

CUADRO 1.22 Parroquia Gualaceo Porcentaje de Servicios Básicos por vivienda										
AÑO 2001										
	Agua		S. Eléctrico		S. Telefónico		Eliminación aguas servidas		Eliminación Basura	
	Red pública	Otra	SI	NO	SI	NO	A. Público	Otra	Por carro	Otro
Urbano	88,70%	11,30%	98,48%	1,52%	52,38%	47,62%	87,72%	12,28%	81,68%	18,32%
Periferia	40,19%	59,81%	93,39%	6,61%	23,49%	76,51%	5,25%	94,75%	0,74%	99,26%
Total	69,00%	31,00%	96,41%	3,59%	40,65%	59,35%	54,24%	45,76%	48,82%	51,18%

16. Para el caso de abonados comerciales no se realizó ningún análisis específico, simplemente se obtuvo el porcentaje de abonados comerciales actuales, para Gualaceo es del 9.5%, Paute el 8.30 %, Chordeleg el 6.5% y Sigsig el 2.99 % del total de abonados, que se suman al cálculo realizado en los pasos 1 al 13, para obtener la demanda total.
17. Los resultados finales son presentados en los cuadros 1.23, 1.24, 1.25 y 1.26, expuestos en el capítulo dos.



ANEXO 2

EQUIPOS ACCESO DSL

MULTIPLEXOR DE ACCESO ASAM 7300

Esta unidad (ASAM-c), se utiliza para desplegar líneas xDSL, en pequeñas centrales o en armarios exteriores, con soporte para más de 120 líneas DSL, proporcionando conexión directa a la red ATM o Ethernet con funcionalidad IP. La conectividad a la red IP es a través de un enlace Ethernet Este equipo nos permite ofrecer a los usuarios un gran ancho de banda, reduciendo la longitud de la red de cobre e incrementando el área de cobertura.

1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Capacidad del sistema: El equipo multiplexor aloja 120 líneas por estante, con sus respectivos *splitters*, tiene 5 *slots*, densidad de líneas por tablero es de 24, ampliable hasta 1440 líneas (12x120).

Tarjetas de interfaz

✚ *A la red ATM:* STM-1(155 Mbps), E3 (34Mbps), DS3 (44 Mbps), 4 x E1 IMA (4x 2.048 Mbps), actualizable a STM- 4, redundancia óptica 1+1 (APS).

✚ *Red Ethernet:* Interfaz 100 base T.

✚ *Tarjetas de interfaz de línea:*

- ADSL – multi – estándar: POTS ITU-T G.dmt, POTS ITU- T G-lite, ISDN ETSI TS 101 388, con 24 líneas por tablero
- ITU-T g.SHDSL: 12 líneas por tablero.
- VDSL: DMT multi estándar, 8 líneas por tablero, teniendo 12 y 24 en la próxima versión.
- Tipos de *splitters* pasivos: TBR21 (600ohmios de impedancia)
- *Tarjetas para líneas en cascada:* 4 x E1 (IMA), E3, STM-1 para la ventana 1310/1550.

✚ *Otras Características:*

- *Módulo de servicio IP consta de:* Interfaz Ethernet 10/100, PPP o A, PPP o E.
- *Administración:* Capa de administración de elemento (EML) a través de ALCATEL 5523, capa de administración de red por medio del administrador de red ALCATEL 5620 (NM), interfaz con otros sistemas operativos (OSs).

- *Características del servicio ATM:* Soporta ATM QoS como: UBR, UBR+, CBR, Rt VBR/nrt-VBR, GBR, Multi QoS por línea, más de 10368 conexiones (PVC/SVC) por sistema, más de 16 conexiones (VC) por línea.
- *Especificaciones físicas:* altura: 53cm, ancho: 48.2cm, profundidad 30cm, máximo 3 estantes por rack

Consumo de potencia: 1.2 vatios por línea ADSL, rango de temperatura de operación de 0 a 45^a C.

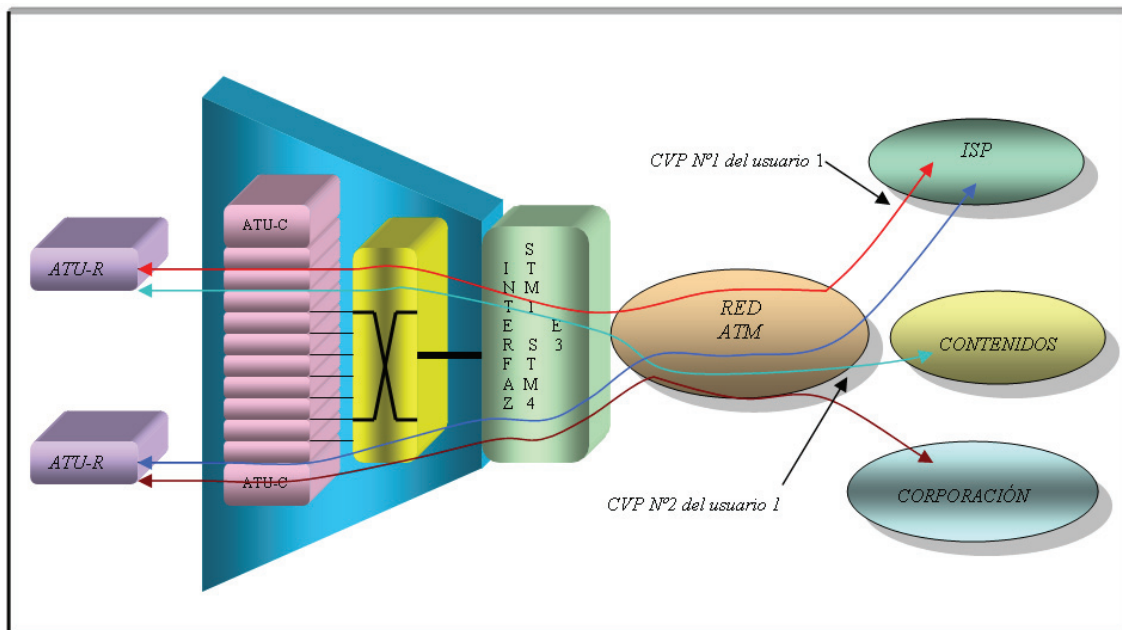


Fig. 2.1 Funcionamiento del ASAM

1.2 TIPOS DE SERVICIOS

- **ADSL.**
- **g. SHDSL.-** Es adecuado para pequeñas oficinas en domicilios, para pequeñas y medianas empresas. Es

una tecnología de acceso más rápido y de menor costo que un E1, funciona sobre un canal simétrico que va desde 193 Kbps hasta 2,3 Mbps, adecuadas para aplicaciones donde la velocidad tanto de subida como de bajada sean altas, tales como vídeo conferencia y *Web hosting*. Este servicio se puede implementar sobre uno o dos pares dependiendo de la velocidad y el alcance que pueda tener el enlace.

- **VDSL.-** El Alcatel ASAM 7300c soporta tarjetas VDSL con ocho líneas cada una, estas tarjetas pueden ser instaladas en oficina centrales, armarios exteriores, para futura implementación del servicio, para usuarios residenciales y profesionales, permitiendo llegar con 58Mbps sobre 400 metros, con 29Mbps con una longitud de lazo de cobre de 1Km, o 14,5 Mbps sobre 1,5 Km.

1.3 DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE RED

Elemento de Red	Definición
ASAM (Advanced Services Access Manager) En términos de funcionalidad un ASAM puede ser clasificado como:	ASAM independiente (T-ASAM): es un ASAM conectado al backbone ATM solamente
	Hub ASAM (H-ASAM): es un ASAM conectado al backbone ATM, y sirve a otros ASAMs subtendidos
	Subtendido ASAM (S-ASAM): es un ASAM conectado a otro ASAM, sin conexión directa al backbone ATM

ASAM (Advanced Services Access Manager) En términos de uso del equipo un ASAM puede ser clasificado como:	ASAM Oficina Central (CO-ASAM): es un ASAM instalado en la oficina central
	ASAM Remoto (R-ASAM): es un ASAM instalado en una cabina remota.
	Mini ASAM (R-ASAM): es un pequeño para un equipo DLC.
Nodo de Acceso (AN)	Un nodo de acceso consiste de un H- ASAM y todos los S-ASAM conectados a él. El máximo número de niveles en un AN, es decir el número de ASAMs por los cuales el tráfico de un abonado DSL debe pasar antes de llegar al backbone ATM es 3.

Cuadro 2.1 Configuración del ASAM

Un ASAM está conectado al *Switch* ATM vía un enlace de transporte ATM, los siguientes mecanismos son usados:

- Módulo de transporte síncrono SDH nivel 1 (STM-1).
- Jerarquía digital plesincrona PDH, nivel E3.
- n* E1.

TERMINOLOGÍA DE LOS INTERFACES

El ASAM tiene los siguientes interfaces:

- ANI. *Interfaz acceso a red*, es el interfaz entre el ASAM y el *backbone* ATM, por ejemplo un STM-1
- AAI. *Interfaz acceso a acceso*, es que existe entre un H-ASAM y S-ASAM, por ejemplo un n * E1.
- UAI. *Interfaz acceso a usuario*, la interfaz que existe entre un abonado xDSL y el ASAM (por ejemplo una

línea DSL), dos subtipos son posibles dependiendo de la posición del ASAM: H-UAI. S-UAI

- ISA. Interfaz servidor ATM, es un interfaz de red que proporciona un acceso de red extra hacia el *backbone* o hacia algún servidor local ATM.

Efectuando una relación entre el uso del equipo ASAM y su funcionalidad podemos obtener las siguientes opciones:

UNIDAD	PUEDE FUNCIONAR COMO:
CO-ASAM	H-ASAM o T-ASAM
R-ASAM	H-ASAM , T-ASAM , S-ASAM
UD Mini – RAM	H-ASAM , T-ASAM , S-ASAM

1.4 ARQUITECTURA DE UN MULTIPLEXOR DE ACCESO

Un DSLAM tiene los siguientes componentes básicos:

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Uno o dos NTs	Interfaz de transporte entre el ASAM y la red ATM
Uno o dos ACUs por rack	Proporciona funciones de control de alarmas
Dual bus IQ	Transporta flujo de control y datos entre el NT y los LTs
Dual bus IQ extensión	Extiende el bus IQ a otro estante
LTs o módulos de servicio	Permite fin de línea o funciones servicio
Splitters (Low Pass)	Dividen las señales transferidas
Aplices	Provee un interfaz entre el LT, NT y el exterior

Cuadro 2.2 Módulos del Multiplexor de Acceso

1.4.1 TERMINACIÓN DE RED (NT):

- Esta tarjeta puede ser instalada en: H-ASAM, T-ASAM, S-ASAM, convierte celdas ATM a paquetes STM-1 y viceversa, a una velocidad óptica de 155 Mbps, su ancho de banda es comparable con el sistema de bus IQ.

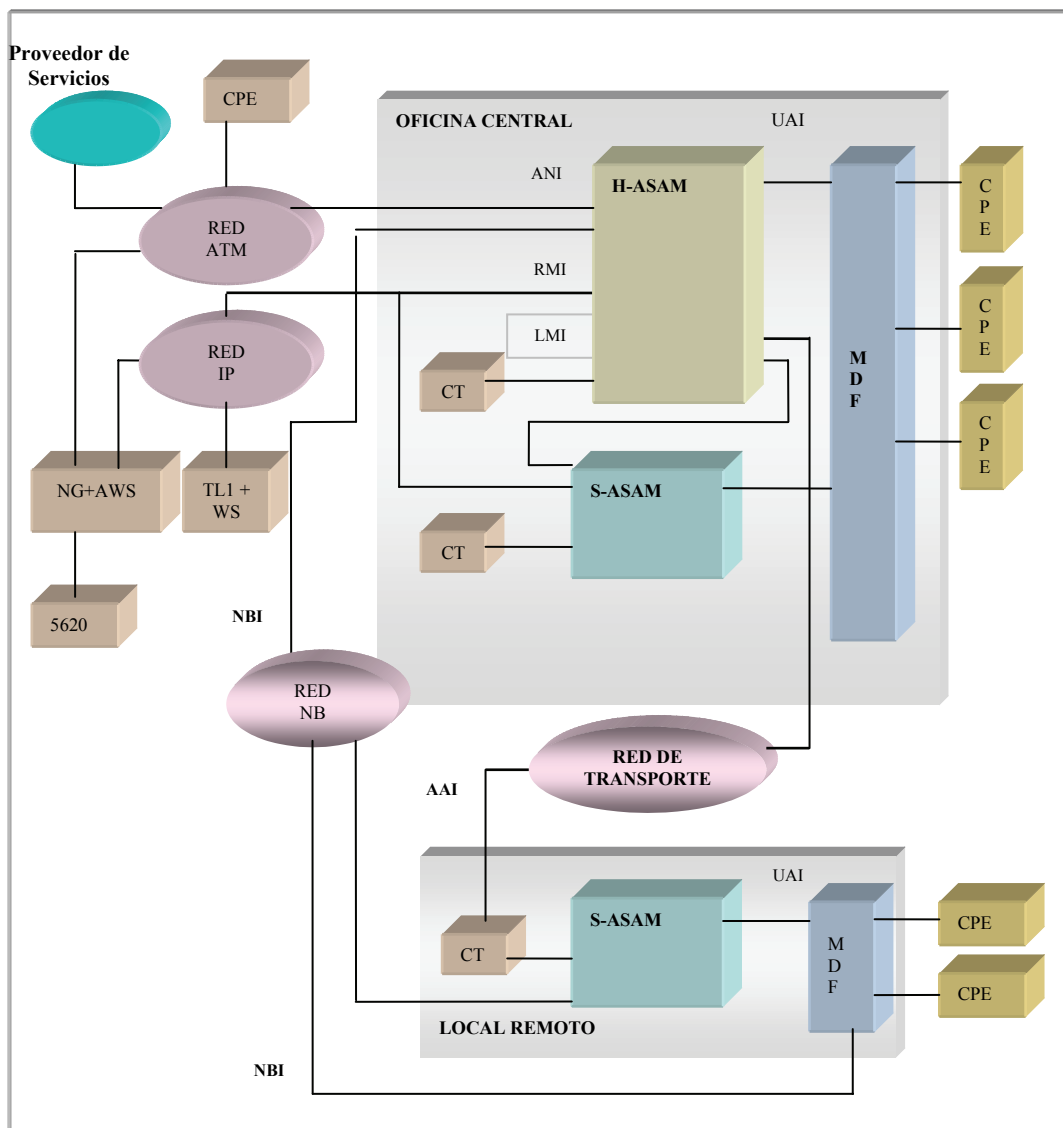


Fig. 2.2 Configuración del ASAM



- ✚ Está compuesto de dos unidades denominadas GANT-B (tarjeta madre) y la SONI-A (Tarjeta hija) que determinan el tipo de interfaz. La primera tiene una estructura de conmutación de 5Gbps, terminación E1, 250 MB de memoria RAM
- ✚ Permite una interfaz de extensión de bus IQ
- ✚ Soporta redundancia EPS (equipment protection switchover) y APS (automatic protection switching)
- ✚ Permite funciones de administración y mantenimiento del ASAM vía AWS, *Craft terminal* y *Ethernet*.
- ✚ Existen varios tipos de NT: SANT, E3NT, n*E1NT
- ✚ El interfaz de transporte óptico para esta tarjeta cuenta con un módulo LASER como fuente óptica, para transmitir sobre una trama STM-1 sobre fibra monomodo. Para el transmisor (Tx) el rango de longitud de onda de operación está entre 1261 a 1360 nm, la potencia de salida óptica esta entre -15 y -8 dBm. En el caso del receptor (Rx), la sensibilidad promedio es de -31 dBm y la potencia promedio de entrada es de -8 dBm. El de conector de fibra es tipo dúplex SC.

ESPECIFICACIÓN	TIPO			
	1	2	3	4
MODO DE TRANSMISIÓN	SMF	SMF	MMF	MMF
RANGO DE OPERACIÓN	15 Km.	40 Km.	2 Km.	80 Km.

L. DE ONDA	1310 nm	1310 nm	1310 nm	1550 nm
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	- 40 a 85 °C	- 0 a 70 °C	- 0 a 70 °C	- 20 a 70 °C

Cuadro 2.3 Interfaz óptico STM-1

1.4.2 UNIDAD DE CONTROL DE ALARMA (ACU)

Un tablero ACU esta localizado en el primer *subrack* de cada ASAM y en el primer *subrack* de cada rack. Cada subrack con un NT adicional tiene su propia ACU, las alarmas son recogidas por el ACU y usadas para transmitir el estado del equipo, dentro de estas señales están fallas de ventilación, fusibles y otras.

1.4.3 SISTEMA DE BUS IQ

Este bus transporta toda la información útil y de control entre el NT y los LTs (ADLT, SALT, E1LT), multiplexando y demultiplexando los flujos de bits entre estas dos unidades:

En una configuración redundante, cada bus dual IQ comprende tres trayectorias:

IQ_D , que son usados para transferir flujo de bits (celdas ATM) en sentido descendente.

IQ_U son usados para transferir datos de en sentido ascendente.

IQ_A para control del acceso al bus IQ_U .



Una NT permite acceder a los LTs en la trayectoria de subida, por medio de un mecanismo de concesión, el cual se asegura que solamente un LT pueda enviar celdas al NT, además proporciona un método en el que hace cumplir un acceso justo al ancho de banda disponible. En la dirección descendente, el interfaz IQ ejecuta la función broadcast, donde cada LT extrae el tráfico diseccionado. El sistema de bus IQ puede ser ampliado más allá del primer subrack por la ampliación de tableros extensores seriales (ADSE) en los subracks.

1.4.4 TERMINACION DE LÍNEA (LT)

Existen diferentes tipos de tableros de terminaciones de línea: ADLT, SHLT, SMLT, E1LT, E3LT, SALT. Se puntualizaran los más importantes:

1.4.4.1 UNIDAD DE TERMINACIÓN ADSL (ADLT-L)

La ADLT-L es la unidad de terminación de línea ADSL versión L, es una parte de multiplexor de acceso de abonado, ASAM-c, o R- ASAM, tiene 24 terminales de línea (LT) y soportan el tráfico POTS y datos de 24 usuarios, proporciona acceso bidireccional al cliente mediante el par de cobre.

En el lado de la central el ADLT-L está conectado a una unidad de Terminal de red (NT), mediante el interfaz bus para calidad de servicio (IQ), que habilita el acceso a la red de transporte la cual transmite las celdas ATM. El ADLT-L convierte las celdas ATM recibidas del bus IQ en señales DMT y viceversa. La separación de las señales de voz y DMT del abonado es realizada por el ADLT-L

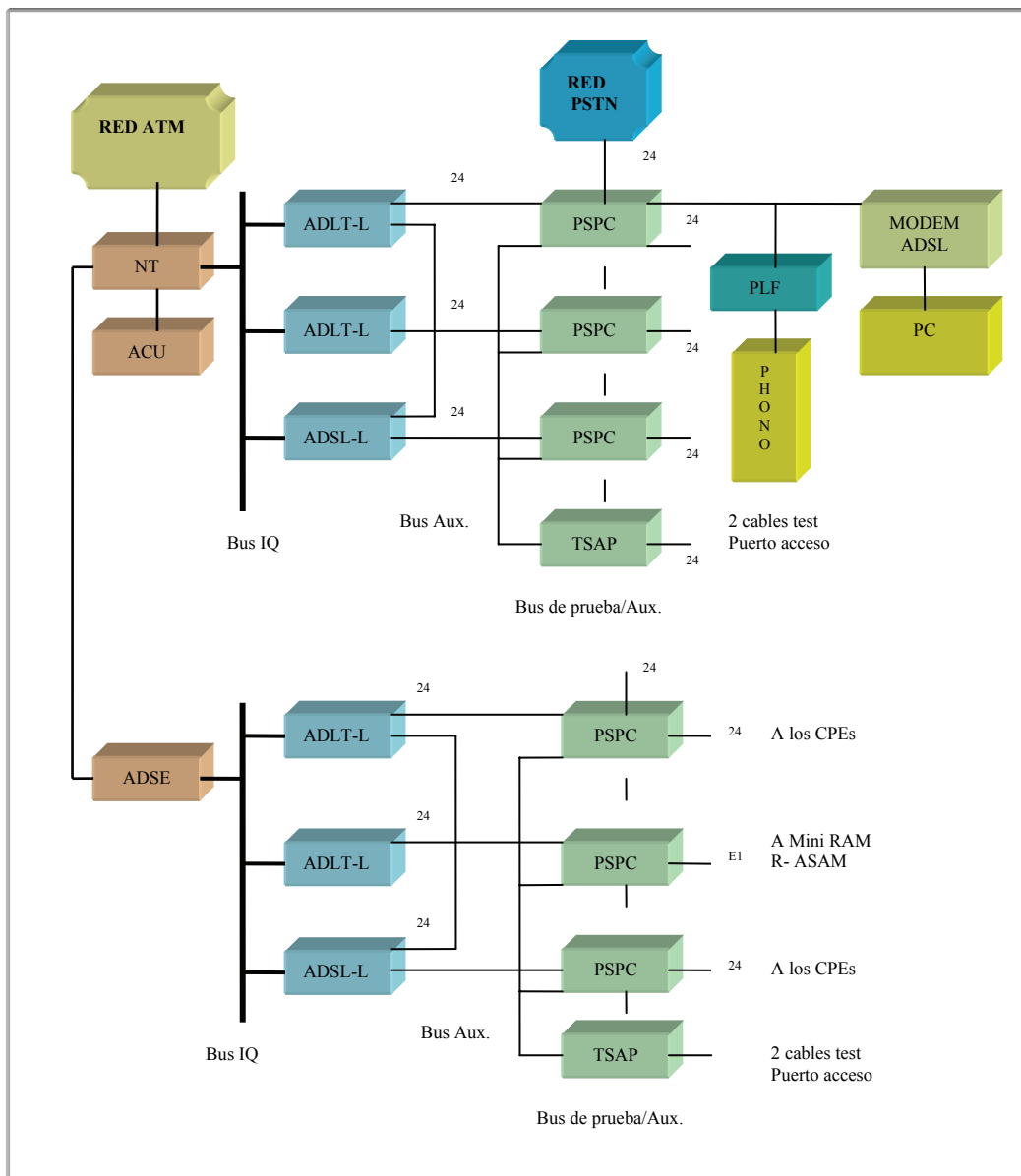


Fig. 2.3 Posición de la unidad ADLT-L en un CO - ASAM

1.4.4.2 UNIDAD DE TERMINACIÓN LÍNEA SHDSL (SMLT)

La terminación de línea SHDSL (SMLT), permite un servicio simétrico variable al CPE, dicho servicio puede ser opcionalmente suministrado sobre repetidores SHDSL. La arquitectura del sistema es el siguiente:

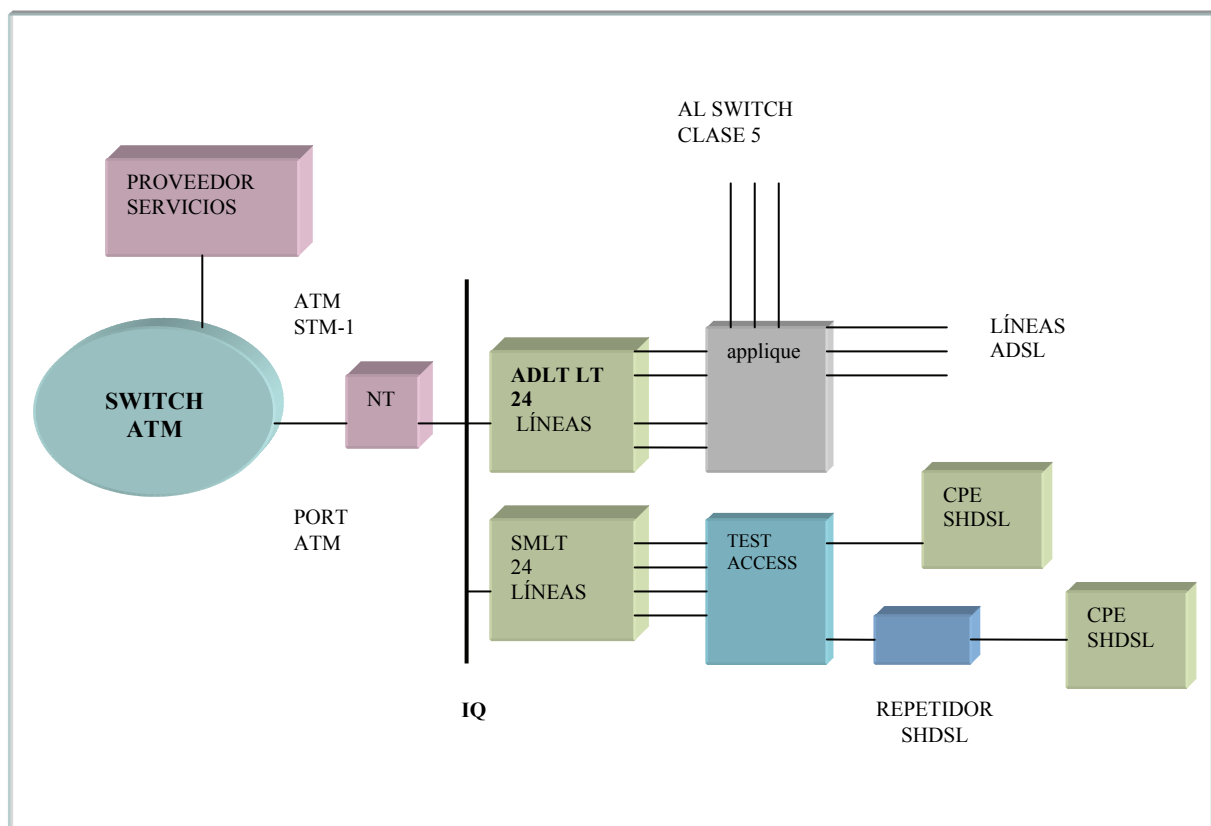


Fig. 2.4 Posición de la unidad SMLT en un CO - ASAM

La función del SMLT es ejecutar la adaptación de celdas transportadas sobre un bus IQ a y de los sistemas de transmisión E3 o STM-1. No se puede tener el servicio



telefónico con esta prestación. Los SMLT son montados en los *slots* ALTS del DSLAM, la capacidad de puertos es de 12 a 24.

1.4.4.3 UNIDAD DE TERMINACIÓN E3LT

Utilizado para proporcionar un enlace en cascada un H-ASAM y R-ASAM o Mini RAM, el enlace opera a 34 Mbps. El máximo número de tableros E3LT soportados en ASAM depende del tipo usado, si la tarjeta SANT-F está instalada, se puede usar hasta 36 E3LTs.

1.4.4.4 SPLITTERS UBICADOS EN LA OFICINA CENTRAL (PSPC-R)

Combina las señales POTS y ADSL que se envían al abonado, así como separa las dos señales que envían los usuarios ADSL.

Protege la señal POTS de las interferencias en la banda vocal generadas las unidades SANT y ADLT. La tarjeta PSPC contiene filtros pasa bajo (LPF), en la figura se describe a la unidad ADLT, donde se muestra la ubicación de los PSPC en el ASAM. Cada tarjeta PSPC tiene 24 LPFs, que operan junto con 24 LTs ADSL, las líneas POTS que llegan de la PSTN son enchufadas con un conector de 50 pines (CHAMP) al panel frontal

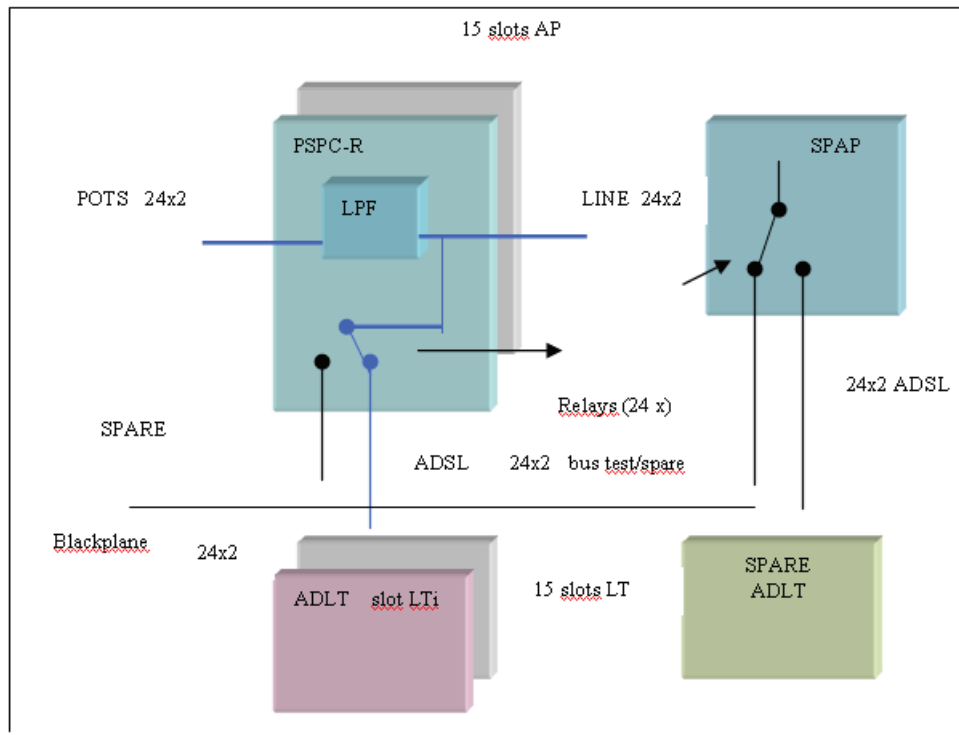


Fig. 2.5 Descripción funcional de los Splitters

1.5 MULTIPLEXOR DE ACCESO REMOTO (RAM)

Este equipo permite ser instalado en armarios remotos, con una capacidad máxima de 120 líneas xDSL, proporciona esencialmente las mismas funciones que el 7300, aunque con distinta presentación, requerimientos de alimentación y ambientales más rigurosos. Estas unidades pueden alojar hasta 5 tarjetas o unidades de terminación de línea, cada uno soportando 12 o 24 puertos, incluyendo *splitters* y unidades de interfaz, este equipo puede ser montado en racks de 19 pulgadas. Sus características son las siguientes:

- ✚ Una o dos unidades NT que finalizan el interfaz físico con la red ATM (SDH, E1, E3)
- ✚ Una unidad de interrupción de red input / output (NTI/O), que es interfaz a la NT y el interfaz BITS/LAN
- ✚ Unidad de control de alarma (ACU) que ejecuta las funciones de control de alarma y habilita la interfaz local *craft* para el OAM.
- ✚ 5 unidades de LT
- ✚ 5 *splitters* (AP) para las unidades LTs instaladas.
- ✚ Cuenta con una unidad *Test Applique* (TSAP) para realizar pruebas.

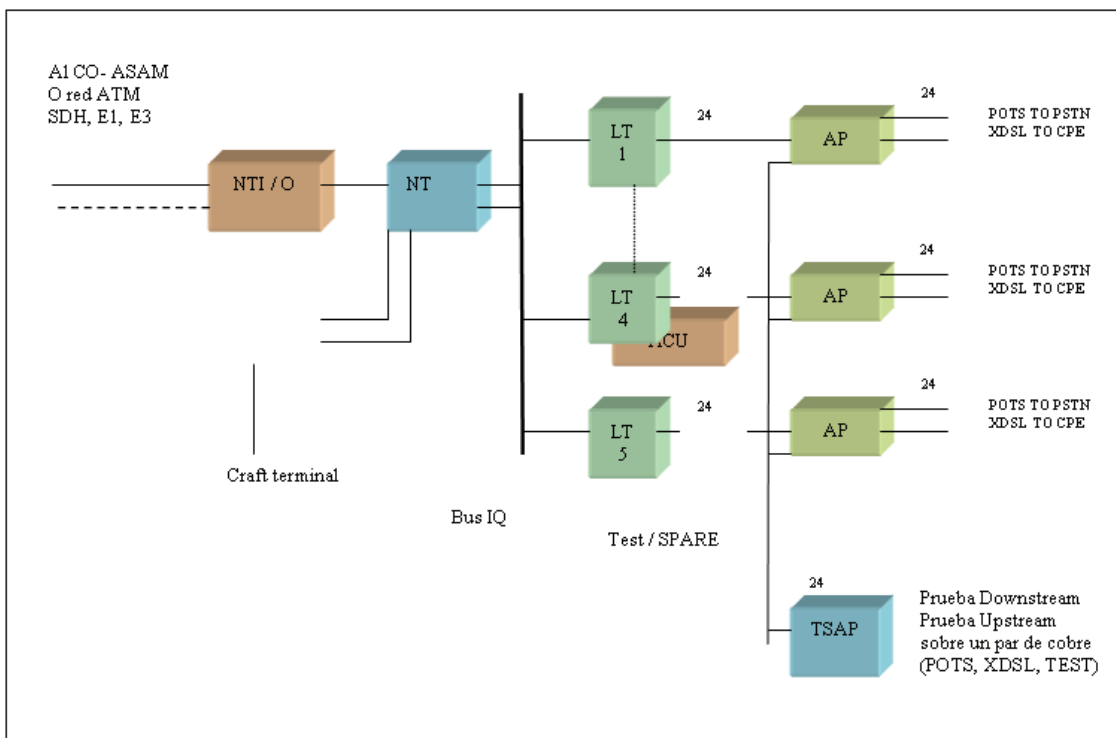


Fig. 2.6 Diagrama funcional del RAM

1.5.1 POSICIONES DE LOS SLOTS

Las tarjetas LT *plug-in* tiene una dimensión de 42cm x 22cm, las tarjetas *splitter* miden 30cm x 22cm.

SLOT POSICIÓN	TIPO DE UNIDAD	FUNCIÓN
ACU	AACU	Control y Alarma
NTA, NTB	SANT	Terminación de red síncrono ATM
	E1NT, E3NT, D3NT	Terminación de red E1, E3
	ADSE	Extensión serial ADSL
NT I/O	SANC	Protección de red ATM
	E1NC, E3NC, D3NC	Aplicación E1NT, E3NT
LT01 A LT05	ADLT	LT ADSL
	SHLT	LT SHDSL
	SMLT	LT G. SHDSL con soporte IMA
	SALT	LT STM-1
	E1LT, E3LT, D1LT, D3LT	LT E1, E3
	IPGW	Gatee ay IP
AP01 A AP05	PSPC	Splitter POTS oficina central
TST I/O	TSAP	Prueba

Cuadro 2.4 ubicación de los módulos en los slots

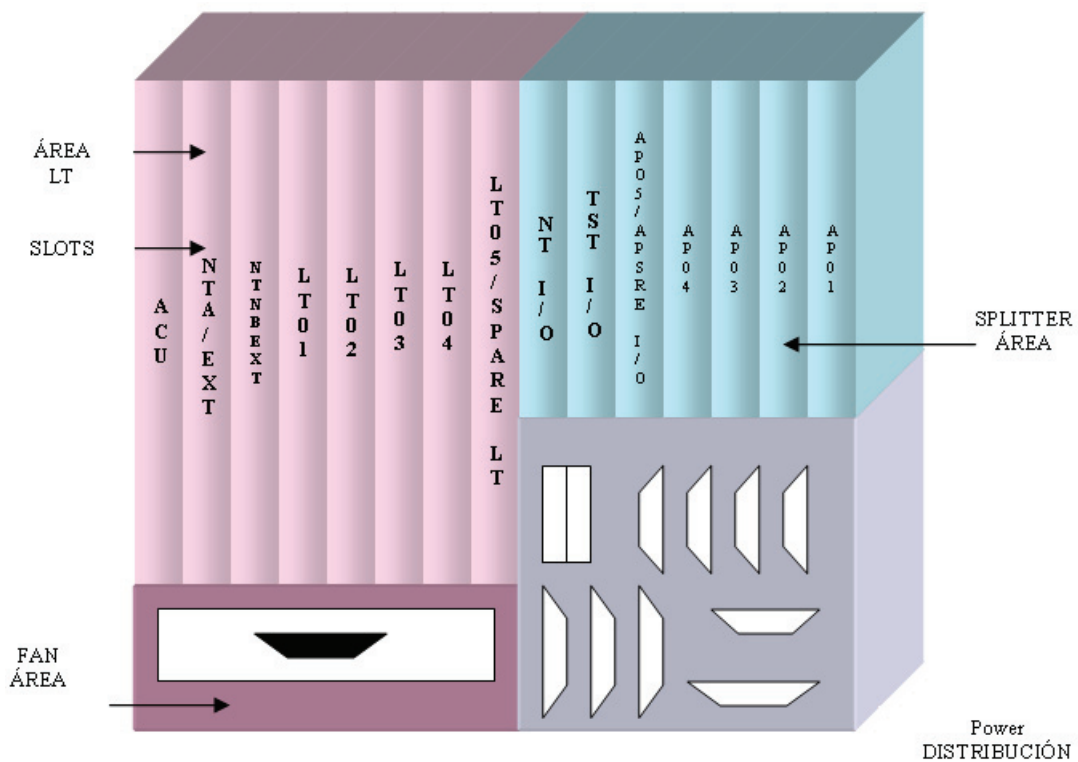


Fig. 2.7 Posición de los módulos en el RAM

1.6 AMPLIANDO CONFIGURACIONES Y COBERTURA

Se hace con el objetivo de establecer un área de cobertura completa, con el fin de entregar servicios de banda ancha a usuarios localizados a más de 6 Km de la central. Esta configuración se basa en un *hub* Alcatel 7300 ASAM y más de 288 nodos desplegados usando E1 y 36 nodos con E3 o un nodo usando STM-1, estos despliegues hacen posible entregar banda ancha a más de 10 kilómetros de la central, en donde se tenga una demanda de más de 120 líneas por ASAM remoto. El ASAM 7300-c puede ser también subtendido a un ASAM localizado en una CO, ubicándolo en grandes edificios para proveer el servicio DSL.

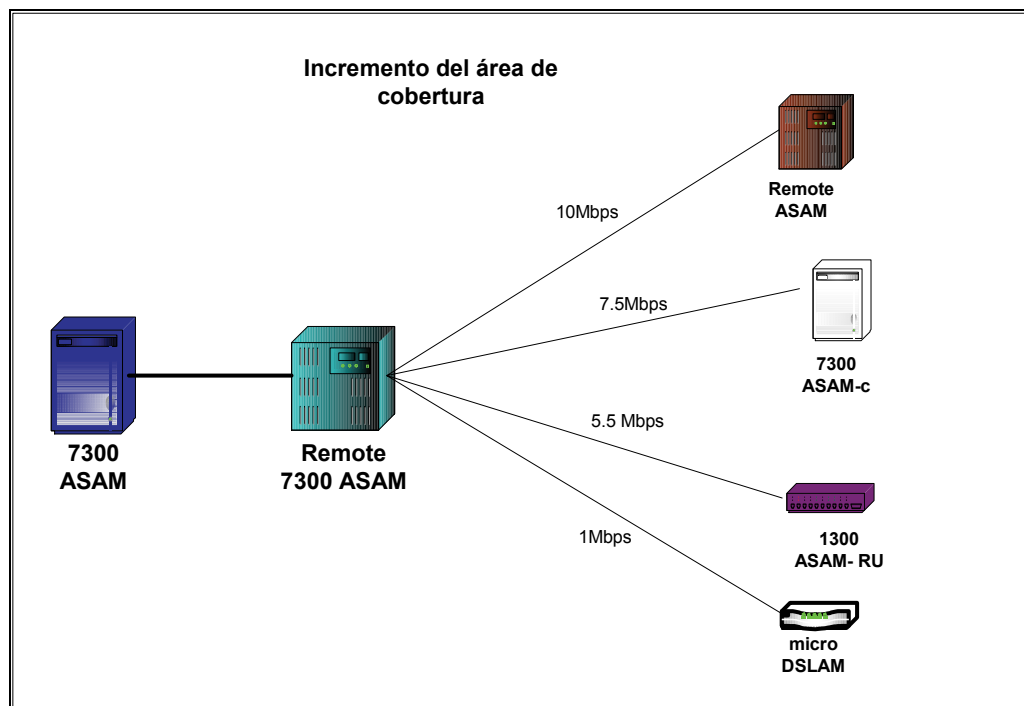


Fig. 2.8 DSLAMs subtendidos



1.7 CONCENTRADOR ATM 7270 MSC

Este equipo es un concentrador multiservicios (multiservice concentrador “MSC”), como ventajas del 7270 incluyen las siguientes:

- ✚ Es una tecnología ampliamente desplegada
- ✚ Multiplexación estadística
- ✚ Soporta diferentes niveles de servicio de tráfico a través del uso de múltiples categorías de servicio: UBR, CBR, VBR, Frame Relay.

El sistema puede ser configurado como una unidad no redundante en situaciones en el que el costo es una prioridad, caso contrario la unidad trabaja con redundancia 1+1, en caso de falla en las tarjetas de acceso OC-3/STM-1 se realiza una conmutación automática hacia la tarjeta de soporte. El 7270 tiene la capacidad de realizar la conmutación de circuitos virtuales y mantener los mismos, el equipo puede de fusionar y administrar diferentes tipos de tráfico basado en la infraestructura ATM; la interfaz terminal de administración de nodo (NMTI) puede ser utilizada local ó remotamente a través de una sesión Telnet de esta manera es fácil para el administrador responder alarmas desde fuera de la oficina central.

1.7.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Full redundancia de conmutación
- Full redundancia de control
- Tasa de transferencia de 800Mb/s
- Dos modelos de 6 ú 8 slots
- Conexiones punto a punto o punto a multipunto
- SVCs, SPVCs, PVCs
- Integra redundancia 1+1 como protección autónoma para los interfazs OC-3 y STM-1
- Puerto de administración serial ó Ethernet.
- Incluye administración de tráfico como SVCs, Cell Relay, Línea privada, conmutación de voz, Ethernet.

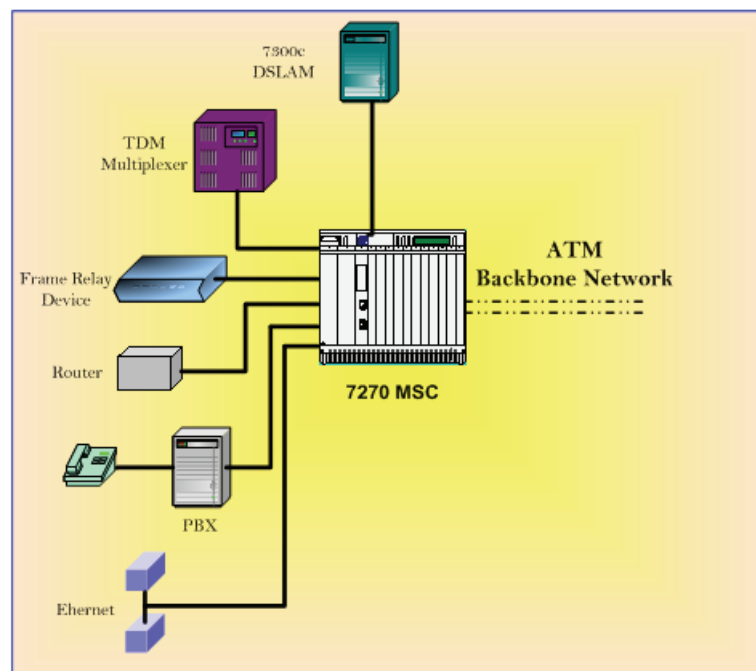
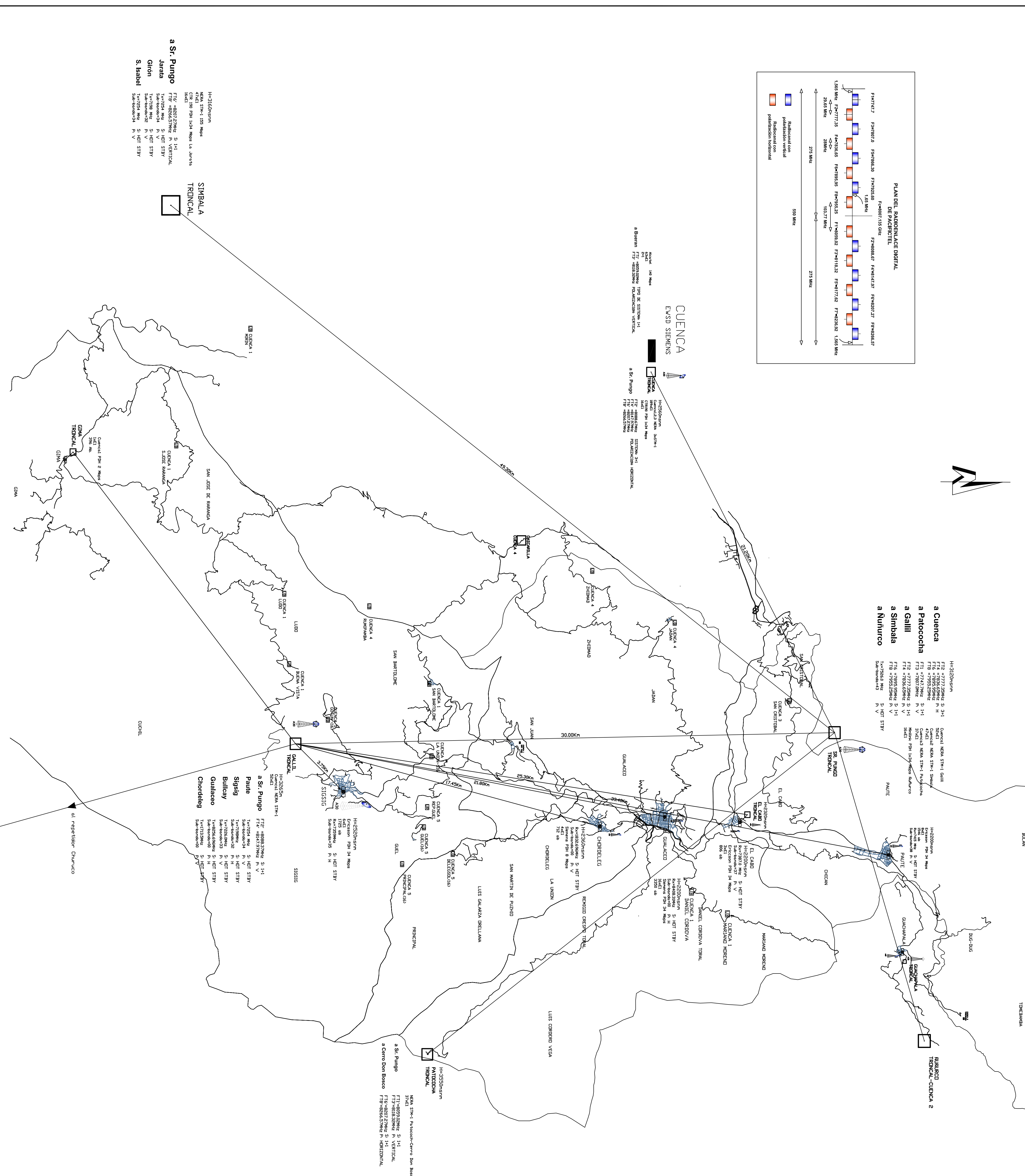
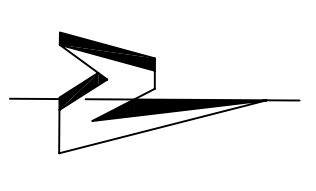
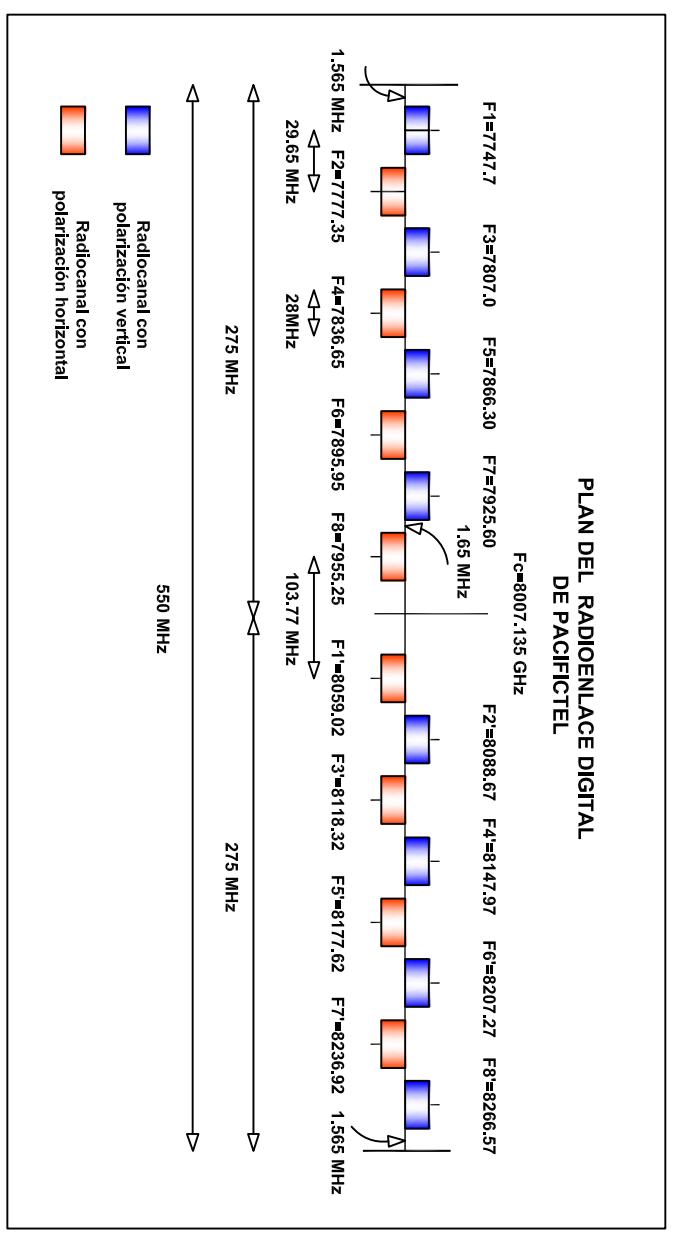


Fig. 2.9 Configuración del 7270 MSC



7.3 BIBLIOGRAFIA

Transmisión por radio	José María Hernando Rábanos
Recomendaciones UIT	Series; G, K, L y M
Introducción y Operación del sistema EWSD	Curso SN2010 – Siemens
Siemens EWSD Ecuador versión 12	Documentación Técnica del Cliente A30808-X5226-C62-1-7818
Nera STM-1 Radio-Relay Equipment	User Manual NL290-Family
Minilik E - Ericsson	Technical Description
Minilik E - Ericsson	Planning and Engineering
ASAM 7300c versión ETSI	System Description Release 4.5
Información interna de PACIFICTEL	Departamento de: Transmisión, Conmutación, Planta Externa y Comercialización
Proyecciones de Población por Provincias, Cantones, Áreas y Grupos de edad, período 2001- 2010.	INEC
VI Censo de Población y V de vivienda noviembre del 2001, cantones Gualaceo, Paute, Chordeleg, y Sigsig.	INEC
Sistema Integrado de indicadores Sociales del Ecuador SIISE.	SIISE
Planta Externa	Miguel Candia Díaz
Transmisión Digital sobre xDSL	Curso ETAPA
Instalaciones de Fibra Óptica	Bob Chomycz
Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación	Freeman
Sistemas de comunicación digitales y analógicos	León W, Couch II
Tecnología xDSL	Mc Graw Hill



- a Cuenca**
 H=3160m
 NEKA 57M-1 S34
 F1 = 7777.25MHz S 14
 F2 = 7995.25MHz R 14
 F3 = 7995.25MHz S 14
 F4 = 7995.25MHz R 14
 F5 = 7995.25MHz S 14
 F6 = 7995.25MHz R 14
 F7 = 7995.25MHz S 14
 F8 = 7995.25MHz R 14
 F9 = 7995.25MHz S 14
 F10 = 7995.25MHz R 14
 F11 = 7995.25MHz S 14
 F12 = 7995.25MHz R 14
 F13 = 7995.25MHz S 14
 F14 = 7995.25MHz R 14
 F15 = 7995.25MHz S 14
 F16 = 7995.25MHz R 14
 F17 = 7995.25MHz S 14
 F18 = 7995.25MHz R 14
 F19 = 7995.25MHz S 14
 F20 = 7995.25MHz R 14
 F21 = 7995.25MHz S 14
 F22 = 7995.25MHz R 14
 F23 = 7995.25MHz S 14
 F24 = 7995.25MHz R 14
 F25 = 7995.25MHz S 14
 F26 = 7995.25MHz R 14
 F27 = 7995.25MHz S 14
 F28 = 7995.25MHz R 14
 F29 = 7995.25MHz S 14
 F30 = 7995.25MHz R 14
 F31 = 7995.25MHz S 14
 F32 = 7995.25MHz R 14
 F33 = 7995.25MHz S 14
 F34 = 7995.25MHz R 14
 F35 = 7995.25MHz S 14
 F36 = 7995.25MHz R 14
 F37 = 7995.25MHz S 14
 F38 = 7995.25MHz R 14
 F39 = 7995.25MHz S 14
 F40 = 7995.25MHz R 14
 F41 = 7995.25MHz S 14
 F42 = 7995.25MHz R 14
 F43 = 7995.25MHz S 14
 F44 = 7995.25MHz R 14
 F45 = 7995.25MHz S 14
 F46 = 7995.25MHz R 14
 F47 = 7995.25MHz S 14
 F48 = 7995.25MHz R 14
 F49 = 7995.25MHz S 14
 F50 = 7995.25MHz R 14

SIMBOLOGIA

Antena	CENTRAL EXISTENTE
Estación	ESTACION REPERTIDA
Unidad	UNIDAD REPETIDORA Y ARMARIOS DE SISTEMA REMANENTES
Unidad	UNIDAD REPETIDORA Y ARMARIOS DE SISTEMA NUEVO
Unidad	UNIDAD REPETIDORA Y ARMARIOS CONEXIONADO DE
Unidad	UNIDAD REPETIDORA Y ARMARIOS CONEXIONADO DE

a Sr. Pungo
 H=3160m
 NEKA 57M-1 S34
 F1 = 7777.25MHz S 14
 F2 = 7995.25MHz R 14
 F3 = 7995.25MHz S 14
 F4 = 7995.25MHz R 14
 F5 = 7995.25MHz S 14
 F6 = 7995.25MHz R 14
 F7 = 7995.25MHz S 14
 F8 = 7995.25MHz R 14
 F9 = 7995.25MHz S 14
 F10 = 7995.25MHz R 14
 F11 = 7995.25MHz S 14
 F12 = 7995.25MHz R 14
 F13 = 7995.25MHz S 14
 F14 = 7995.25MHz R 14
 F15 = 7995.25MHz S 14
 F16 = 7995.25MHz R 14
 F17 = 7995.25MHz S 14
 F18 = 7995.25MHz R 14
 F19 = 7995.25MHz S 14
 F20 = 7995.25MHz R 14
 F21 = 7995.25MHz S 14
 F22 = 7995.25MHz R 14
 F23 = 7995.25MHz S 14
 F24 = 7995.25MHz R 14
 F25 = 7995.25MHz S 14
 F26 = 7995.25MHz R 14
 F27 = 7995.25MHz S 14
 F28 = 7995.25MHz R 14
 F29 = 7995.25MHz S 14
 F30 = 7995.25MHz R 14
 F31 = 7995.25MHz S 14
 F32 = 7995.25MHz R 14
 F33 = 7995.25MHz S 14
 F34 = 7995.25MHz R 14
 F35 = 7995.25MHz S 14
 F36 = 7995.25MHz R 14
 F37 = 7995.25MHz S 14
 F38 = 7995.25MHz R 14
 F39 = 7995.25MHz S 14
 F40 = 7995.25MHz R 14
 F41 = 7995.25MHz S 14
 F42 = 7995.25MHz R 14
 F43 = 7995.25MHz S 14
 F44 = 7995.25MHz R 14
 F45 = 7995.25MHz S 14
 F46 = 7995.25MHz R 14
 F47 = 7995.25MHz S 14
 F48 = 7995.25MHz R 14
 F49 = 7995.25MHz S 14
 F50 = 7995.25MHz R 14

TESIS DE GRADO

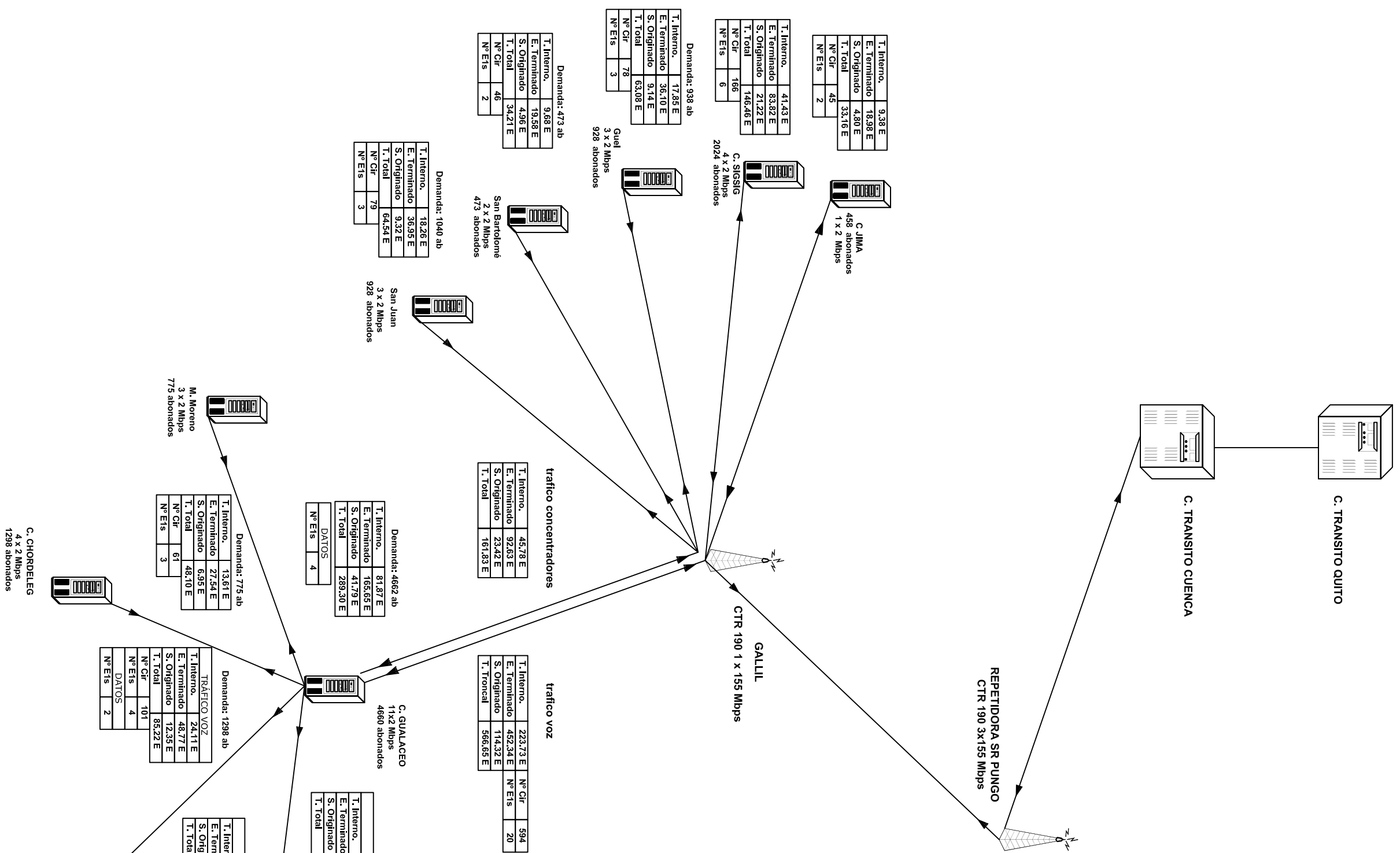
ESCALA:	1:10000
CONTIENE:	PLANO 1.1

DISERNO :	CABLOS M. PAVO B.
REVISADO :	CABLOS M. PAVO B.
REVISOR :	ING. FABIÁN JARAMILLO
FECHA:	MARZO 2006
HOJA:	1/1
AÑO:	

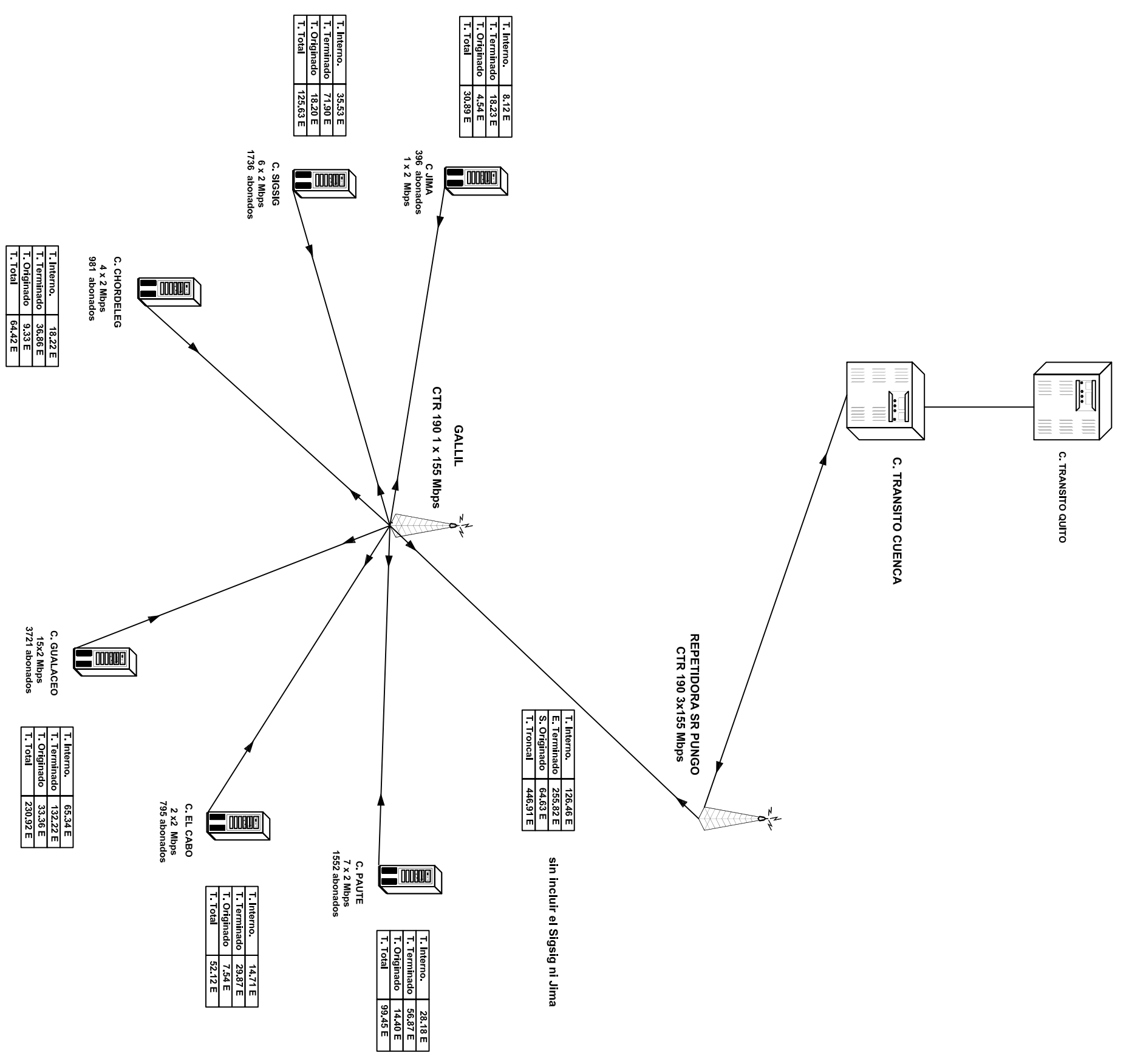
SISTEMA DE TRANSMISION DE PACIFICTEL EXISTENTE

UNIVERSIDAD DE CUENCA

VALORES DE TRAFICD EN LOS ENLACES PROYECTADOS



VALORES DE TRAFICD EN LOS ENLACES EXISTENTES



TESIS DE GRADO

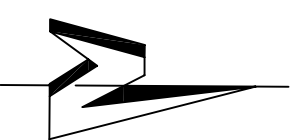
ESCALA: -----

VALORES DE TRAFICO DE VOZ Y DATOS

UNIVERSIDAD DE CUENCA

DISEÑO : CARLOS M. FAYO E.	FECHA: MAYO 2006
DIBUJO : CARLOS M. FAYO E.	HOJA: 1/1
REV : ING. FABIAN JARAMILLO	ANEXO:

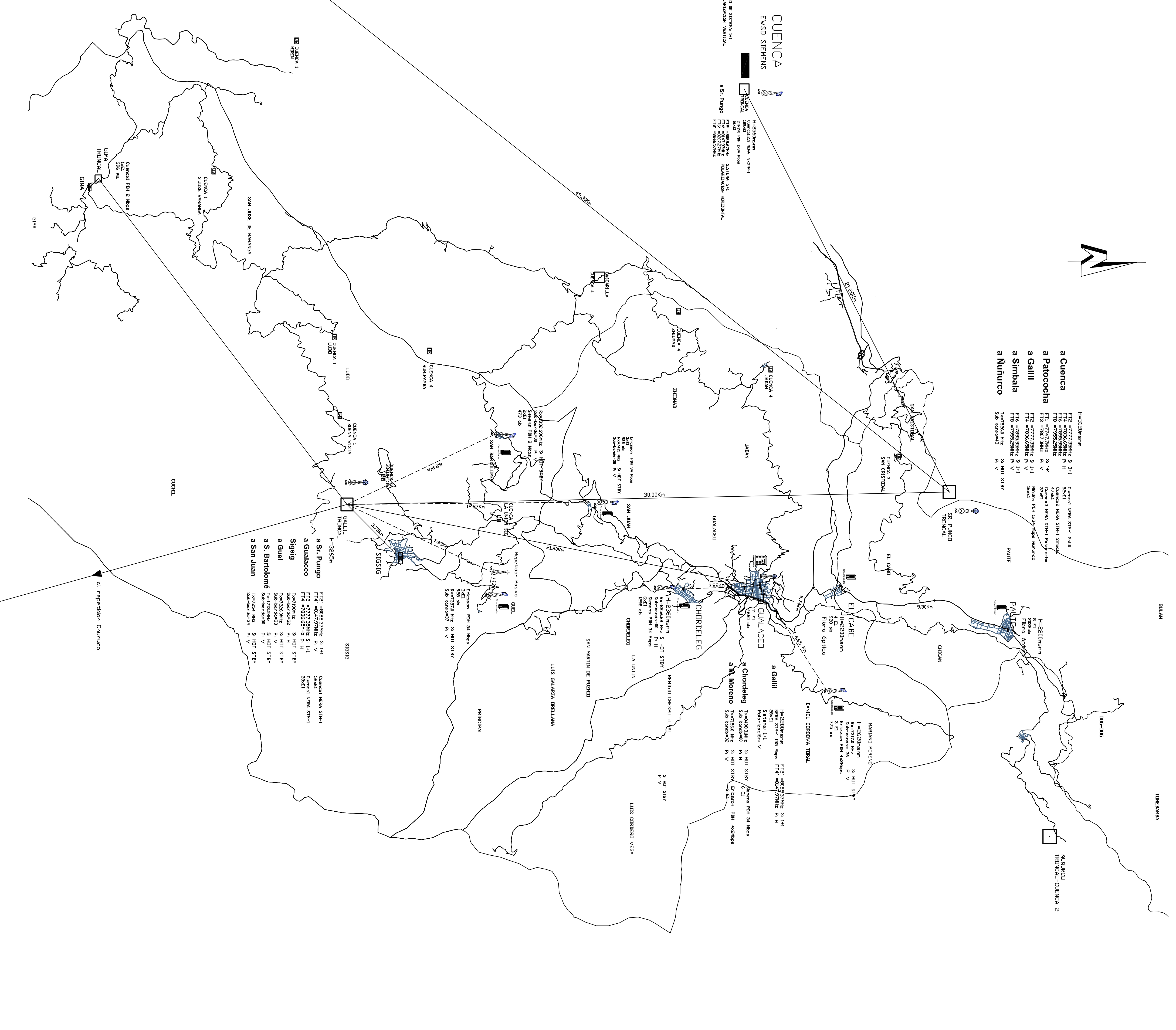
CONTIENE: **PLANO 3.1**



H=3160m
FT2 -477729MHz S 141
FT6 -278552MHz R H
FT3 -478170MHz R V
FT4 -278562MHz S 141
FT5 -478170MHz R V
FT6 -278562MHz S 141
FT7 -478170MHz R V
FT8 -278562MHz S 141
FT9 -478170MHz R V
FT10 -278562MHz S 141
FT11 -478170MHz R V
FT12 -278562MHz S 141
FT13 -478170MHz R V
FT14 -278562MHz S 141
FT15 -478170MHz R V
FT16 -278562MHz S 141
FT17 -478170MHz R V
FT18 -278562MHz S 141
FT19 -478170MHz R V
FT20 -278562MHz S 141
FT21 -478170MHz R V
FT22 -278562MHz S 141
FT23 -478170MHz R V
FT24 -278562MHz S 141
FT25 -478170MHz R V
FT26 -278562MHz S 141
FT27 -478170MHz R V
FT28 -278562MHz S 141
FT29 -478170MHz R V
FT30 -278562MHz S 141
FT31 -478170MHz R V
FT32 -278562MHz S 141
FT33 -478170MHz R V
FT34 -278562MHz S 141
FT35 -478170MHz R V
FT36 -278562MHz S 141
FT37 -478170MHz R V
FT38 -278562MHz S 141
FT39 -478170MHz R V
FT40 -278562MHz S 141
FT41 -478170MHz R V
FT42 -278562MHz S 141
FT43 -478170MHz R V
FT44 -278562MHz S 141
FT45 -478170MHz R V
FT46 -278562MHz S 141
FT47 -478170MHz R V
FT48 -278562MHz S 141
FT49 -478170MHz R V
FT50 -278562MHz S 141
FT51 -478170MHz R V
FT52 -278562MHz S 141
FT53 -478170MHz R V
FT54 -278562MHz S 141
FT55 -478170MHz R V
FT56 -278562MHz S 141
FT57 -478170MHz R V
FT58 -278562MHz S 141
FT59 -478170MHz R V
FT60 -278562MHz S 141
FT61 -478170MHz R V
FT62 -278562MHz S 141
FT63 -478170MHz R V
FT64 -278562MHz S 141
FT65 -478170MHz R V
FT66 -278562MHz S 141
FT67 -478170MHz R V
FT68 -278562MHz S 141
FT69 -478170MHz R V
FT70 -278562MHz S 141
FT71 -478170MHz R V
FT72 -278562MHz S 141
FT73 -478170MHz R V
FT74 -278562MHz S 141
FT75 -478170MHz R V
FT76 -278562MHz S 141
FT77 -478170MHz R V
FT78 -278562MHz S 141
FT79 -478170MHz R V
FT80 -278562MHz S 141
FT81 -478170MHz R V
FT82 -278562MHz S 141
FT83 -478170MHz R V
FT84 -278562MHz S 141
FT85 -478170MHz R V
FT86 -278562MHz S 141
FT87 -478170MHz R V
FT88 -278562MHz S 141
FT89 -478170MHz R V
FT90 -278562MHz S 141
FT91 -478170MHz R V
FT92 -278562MHz S 141
FT93 -478170MHz R V
FT94 -278562MHz S 141
FT95 -478170MHz R V
FT96 -278562MHz S 141
FT97 -478170MHz R V
FT98 -278562MHz S 141
FT99 -478170MHz R V
FT100 -278562MHz S 141

CUENCA
EVSU SIEMENS

H=3160m
NEA STN-1 100 Mhz
47KHz PWR 10W 10W U. 47KHz
S. 141
FT2 -488023MHz S 141
FT3 -488023MHz R H
FT4 -488023MHz S 141
FT5 -488023MHz R H
FT6 -488023MHz S 141
FT7 -488023MHz R H
FT8 -488023MHz S 141
FT9 -488023MHz R H
FT10 -488023MHz S 141
FT11 -488023MHz R H
FT12 -488023MHz S 141
FT13 -488023MHz R H
FT14 -488023MHz S 141
FT15 -488023MHz R H
FT16 -488023MHz S 141
FT17 -488023MHz R H
FT18 -488023MHz S 141
FT19 -488023MHz R H
FT20 -488023MHz S 141
FT21 -488023MHz R H
FT22 -488023MHz S 141
FT23 -488023MHz R H
FT24 -488023MHz S 141
FT25 -488023MHz R H
FT26 -488023MHz S 141
FT27 -488023MHz R H
FT28 -488023MHz S 141
FT29 -488023MHz R H
FT30 -488023MHz S 141
FT31 -488023MHz R H
FT32 -488023MHz S 141
FT33 -488023MHz R H
FT34 -488023MHz S 141
FT35 -488023MHz R H
FT36 -488023MHz S 141
FT37 -488023MHz R H
FT38 -488023MHz S 141
FT39 -488023MHz R H
FT40 -488023MHz S 141
FT41 -488023MHz R H
FT42 -488023MHz S 141
FT43 -488023MHz R H
FT44 -488023MHz S 141
FT45 -488023MHz R H
FT46 -488023MHz S 141
FT47 -488023MHz R H
FT48 -488023MHz S 141
FT49 -488023MHz R H
FT50 -488023MHz S 141
FT51 -488023MHz R H
FT52 -488023MHz S 141
FT53 -488023MHz R H
FT54 -488023MHz S 141
FT55 -488023MHz R H
FT56 -488023MHz S 141
FT57 -488023MHz R H
FT58 -488023MHz S 141
FT59 -488023MHz R H
FT60 -488023MHz S 141
FT61 -488023MHz R H
FT62 -488023MHz S 141
FT63 -488023MHz R H
FT64 -488023MHz S 141
FT65 -488023MHz R H
FT66 -488023MHz S 141
FT67 -488023MHz R H
FT68 -488023MHz S 141
FT69 -488023MHz R H
FT70 -488023MHz S 141
FT71 -488023MHz R H
FT72 -488023MHz S 141
FT73 -488023MHz R H
FT74 -488023MHz S 141
FT75 -488023MHz R H
FT76 -488023MHz S 141
FT77 -488023MHz R H
FT78 -488023MHz S 141
FT79 -488023MHz R H
FT80 -488023MHz S 141
FT81 -488023MHz R H
FT82 -488023MHz S 141
FT83 -488023MHz R H
FT84 -488023MHz S 141
FT85 -488023MHz R H
FT86 -488023MHz S 141
FT87 -488023MHz R H
FT88 -488023MHz S 141
FT89 -488023MHz R H
FT90 -488023MHz S 141
FT91 -488023MHz R H
FT92 -488023MHz S 141
FT93 -488023MHz R H
FT94 -488023MHz S 141
FT95 -488023MHz R H
FT96 -488023MHz S 141
FT97 -488023MHz R H
FT98 -488023MHz S 141
FT99 -488023MHz R H
FT100 -488023MHz S 141



SIMBOLOGIA

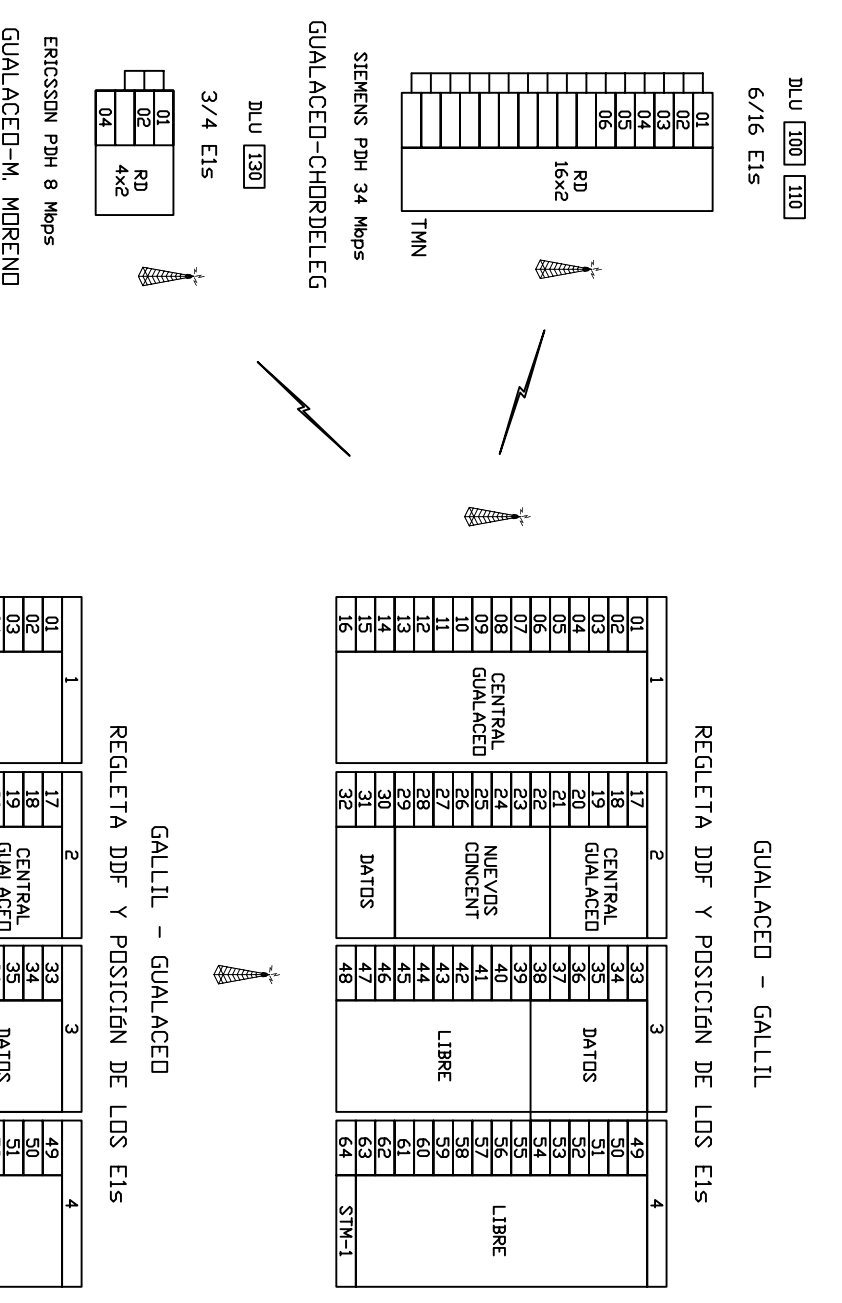
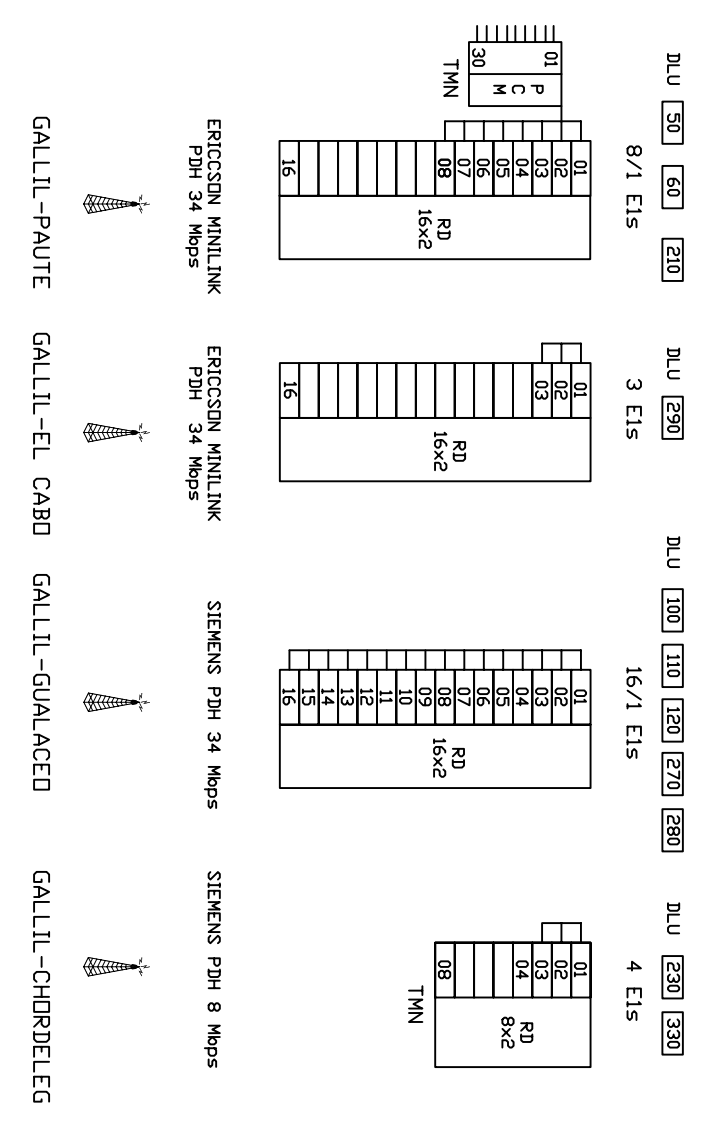
- GUALACEO
- GENERAL EXISTENTE
- ESTACION REPTIDORA
- UNIDAD DE ARRANQUE
- UNIDAD REPTIDORA Y ARRANQUE
- UNIDAD REPTIDORA Y ARRANQUE DE SISTEMA MULTIACCESO
- CONCENTRADOR DE GENERAL CUENCA

TESIS DE GRADO	
ESCALA:	1:10000
CONTIENE: PLANO 3.2	
DISENYO:	CARLOS M. RAYO E.
DEBIDO:	CARLOS M. RAYO E.
REV:	ING. PABLO JARAMILLO
UNIVERSIDAD DE CUENCA	
FECHA:	MAYO 2006
HOJA:	1/1
ANEXO:	

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICA RURAL DE PACIFICTEL
DIAGRAMA DE RADIO ENLACES DIGITALES

DISTRIBUCIÓN DE E1s EXISTENTES

DISTRIBUCIÓN DE E1s PROYECTADO



ESTACION
GALLIL

MUX AXD 155 CUENCA 1

01	02	03	04
05	06	07	08
09	10	11	12
13	14	15	16

17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32

33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48

49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64

ESTACION
GALLIL

MUX AXD 155 CUENCA 1

01	02	03	04
05	06	07	08
09	10	11	12
13	14	15	16

17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32

33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48

49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64

ESTACION
SR. PUNGO

MUX AXD 155 CUENCA 1

01	02	03	04
05	06	07	08
09	10	11	12
13	14	15	16

17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32

33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48

49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64

ESTACION
SR. PUNGO

MUX AXD 155 CUENCA 1

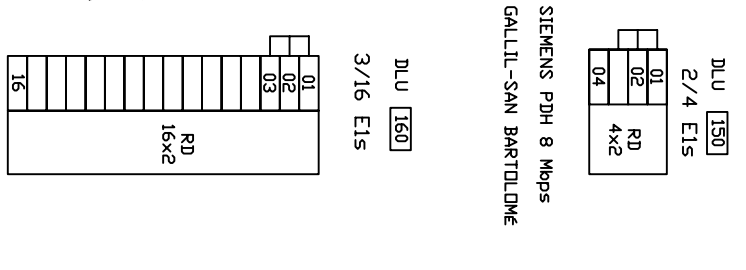
01	02	03	04
05	06	07	08
09	10	11	12
13	14	15	16

17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32

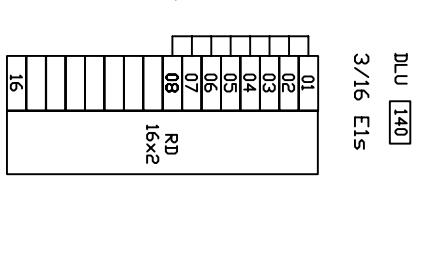
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48

49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64

ESTACION
GUALACED



ESTACION
GALLIL-SAN JUAN



TESIS DE GRADO

DISTRIBUCIÓN DE E1s
SISTEMA DE TRANSMISIÓN
CUENCA 1

UNIVERSIDAD DE
CUENCA

DISERNO : CARLOS M. PAVO E.
DIBUJO : CARLOS M. PAVO E.
REV : ING. FABIAN JARAMILLO

CONTIENE:
PLANO 3.3

FECHA: MAYO 2008
HOJA: 1/1
ANEXO:

ESCALA: -----