

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



MODERNIZACION DEL SISTEMA DE
TELECOMUNICACIONES
DE UNA EMPRESA DE EXPLOTACION MINERA

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRONICO

LUIS HUMBERTO TORRES VALERIN

Promoción 1979 - 2

LIMA - PERU - 1993

SUMARIO

Los medios de telecomunicaciones que disponía la empresa minera objeto del proyecto, presentaban limitaciones principalmente en cuanto a capacidad, calidad y disponibilidad, lo cual no le permitía contar con comunicaciones eficientes, sobre todo con sus áreas operativas.

Se puso en marcha el proyecto para la modernización de su sistema de telecomunicaciones, el cual comprendió las fases de Diagnóstico, Determinación de Necesidades, Ingeniería del Proyecto, Selección del Equipamiento e Instalación del Sistema, de acuerdo a procedimientos y métodos de ingeniería.

Como resultado del proyecto, se ha conseguido un sistema de telecomunicaciones de tecnología moderna, capacidad, calidad y disponibilidad adecuadas, que permite a la empresa disponer de comunicaciones eficientes.

TITULO **MODERNIZACION DEL SISTEMA DE
TELECOMUNICACIONES DE UNA EMPRESA DE
EXPLOTACION MINERA.**

AUTOR : Luis Humberto Torres Valerin

Para optar el Título Profesional de **INGENIERO ELECTRONICO**

FACULTAD Ingeniería Eléctrica y Electrónica

UNIVERSIDAD Universidad Nacional de Ingeniería

LIMA, 1993

EXTRACTO

El presente trabajo de tesis resume el desarrollo de un proyecto de telecomunicaciones para una empresa privada de explotación minera, el cual contempló la ampliación, mejora y renovación de las facilidades de telecomunicaciones de dicha empresa con el objeto de contar con medios que coadyuven a la mejora de sus operaciones productivas, de comercialización y administración en general. Se pone énfasis en la ingeniería de una red de microondas digital, así como en los aspectos de integración requeridos para telefonía, datos y otros medios de transmisión considerados.

Se describe el diagnóstico realizado, el cual comprendió el levantamiento in situ de las facilidades de telecomunicaciones existentes. Se exponen las acciones llevadas a cabo para la determinación de necesidades de telecomunicaciones.

La ingeniería del proyecto incluye los cálculos, pruebas y especificaciones necesarios para la determinación del sistema de telecomunicaciones.

Asimismo, se presentan las actividades realizadas para la selección e instalación de la red de microondas digital.

Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION	1
I DIAGNOSTICO	4
1.1 Sub-sistema de radio	5
1.1.1 Redes de radio	5
1.1.2 Equipos de radio	11
1.2 Medios de interconexión entre áreas	17
1.2.1 Esquematzación de los medios de interconexión	17
1.2.2 Red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC)	19
1.2.3 Circuitos arrendados	19
1.3 Sub-sistema telefónico	25
1.3.1 Redes telefónicas	25
1.3.2 Centrales telefónicas	32
1.4 Sub-sistema de transmisión de datos	37
1.5 Sub-sistemas conexos	41
1.5.1 Facsímil	41
1.5.2 Télex	41
II DETERMINACION DE NECESIDADES	42
2.1 Información a cursarse en el SITE - SPCC	42
2.1.1 Comunicaciones telefónicas	42
2.1.2 Comunicaciones de datos	43
2.2 Necesidad inicial de circuitos	48
2.3 Proyección de las necesidades a mediano y largo plazo	48
2.4 Posible enrutamiento de las comunicaciones	48

III	INGENIERIA DEL PROYECTO	52
3.1	Concepción general del Sistema de Telecomunicaciones de la SPCC	52
3.1.1	Consideraciones básicas	52
3.1.2	Configuración del SITE-SPCC	53
3.2	Sub-sistema de transmisión	53
3.2.1	Red de microondas	53
3.2.1.1	Configuración de la red	54
3.2.1.2	Plan de frecuencias	56
3.2.1.3	Plan de canalización multiplex	56
3.2.1.4	Cálculos de radiopropagación	56
3.2.1.5	Pruebas	59
3.2.1.6	Metrado del equipamiento	72
3.2.1.7	Especificaciones técnicas de los equipos	72
3.2.2	Red vía satélite	82
3.2.2.1	Descripción	82
3.2.2.2	Plan de canalización multiplex y frecuencias de operación	83
3.2.2.3	Equipamiento de las estaciones terrenas	85
3.3	Sub-sistema de telefonía	88
3.3.1	Estructura de la red	89
3.3.2	Centrales telefónicas	91
3.3.3	Abonados extendidos	100
3.3.4	Plan de numeración	100
3.3.5	Plan de señalización	102
3.4	Sub-sistema de transmisión de datos	106
3.4.1	Estructura de la red	106
3.4.2	Redes de área local	111
IV	COSTOS DEL PROYECTO	126
4.1	Costos de la red de microondas	126
4.2	Costos de la red vía satélite	128
4.3	Costos del sub-sistema telefónico	129

V	SELECCION DEL EQUIPAMIENTO	130
5.1	Preparación de las bases para la adquisición	130
5.2	Concurso de precios por invitación	131
5.3	Evaluación de propuestas	131
VI	INSTALACION DEL SISTEMA	133
6.1	Construcción de la infraestructura básica	133
6.2	Instalación de equipos	134
6.3	Pruebas	135
6.3.1	Pruebas de los transceptores	136
6.3.2	Pruebas de los multiplexores de 2 Mbit/s	136
6.3.3	Pruebas de los multiplexores de 2/8 Mbit/s	137
6.3.4	Pruebas de los equipos de supervisión y control	137
6.3.5	Pruebas del sistema irradiante	137
6.4	Capacitación	138
6.5	Cronograma del proyecto	139
	CONCLUSIONES	141
	APENDICES	143
	BIBLIOGRAFIA	153

LISTA DE FIGURAS

Nº	NOMBRE	PAG.
CAPITULO I - DIAGNOSTICO		
1	Redes de radio del área operativa Toquepala	6
2	Redes de radio del área operativa de Cuajone	8
3	Redes de radio del área operativa de Ilo	9
4	Redes de radio de Tacna	10
5	Redes de radio de Lima	12
6	Medios existentes de interconexión entre áreas	18
7	Red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC)	20
8	Circuitos arrendados	21
9	Red telefónica existente en la SPCC	26
10	Red telefónica existente en el área operativa Toquepala	27
11	Red telefónica existente en el área operativa Cuajone	29
12	Red telefónica existente en el área operativa Ilo	30
13	Red telefónica existente en Tacna	31
14	Red telefónica existente en Lima	33
15	Sub-sistema de transmisión de datos de la SPCC	38
16	Distribución local de transmisión de datos en el área operativa Cuajone	40
CAPITULO II - DETERMINACION DE NECESIDADES		
17	Resumen de las necesidades de comunicaciones entre las áreas operativas y otras dependencias de la SPCC	44
18	Tráfico telefónico estimado en base a las necesidades de comunicación	45
19	Requerimiento de circuitos para telefonía	46
20	Requerimiento de circuitos para transmisión de datos (Informática y sistema bailey)	47
21	Requerimiento inicial de circuitos	49
22	Requerimiento de circuitos del SITE-SPCC	50

CAPITULO III - INGENIERIA DEL PROYECTO

23	Configuración de la red de microondas	55
24	Plan de frecuencias de la red de microondas	57
25	Canalización de la red de microondas	58
26	Perfil C° Incapuquio - Staff (toquepala)	60
27	Perfil C° Gallinazo - C° Incapuquio	61
28	Perfil C° Gallinazo - Pueblo Nuevo	62
29	Perfil C° Gallinazo - Puerto Ilo	63
30	Perfil C° Gallinazo - Fundición Ilo	64
31	Perfil C° Botiflaca - C° Gallinazo	65
32	Perfil C° Botiflaca - Villa Botiflaca	66
33	Perfil C° Incapuquio - E.R. Para	67
34	Perfil E.R. Para - Quinta Amanda (Tacna)	68
35	Perfil E.R. Para - ENTEL (Tacna)	69
36	Altura de torres y antenas	70
37	Canalización satélite	84
38	Estructura de la red telefónica	90
39	Central telefónica en Lima	92
40	Central telefónica en Toquepala	94
41	Central telefónica en Cuajone	95
42	Central telefónica en Fundición (Ilo)	96
43	Central telefónica en Pueblo Nuevo (Ilo)	97
44	Central telefónica en Tacna	98
45	Interconexión de computadores HP-3000	107
46	Interconexión de las redes de área local	108
47	LAN de Lima	114
48	LAN de Toquepala	116
49	LAN de Tacna	118
50	LAN de Fundición (Ilo)	120
51	LAN de Cuajone	122
52	LAN de Pueblo Nuevo (Ilo)	123
53	LAN del Puerto (Ilo)	125

CAPITULO VI - INSTALACION DEL SISTEMA

54	Cronograma del proyecto	140
----	-------------------------	-----

LISTA DE TABLAS

	NOMBRE	PAG.
CAPITULO III - INGENIERIA DEL PROYECTO		
1	Cálculos teóricos de radiopropagación (Sistema digital de 2 GHz)	71
2	Metrado del equipamiento de microondas	73
3	Tipo de centrales en la red SPCC	89
4	Abonados extendidos	100
5	Medios de transmisión empleados en el sub-sistema de transmisión de datos	110
6	Equipamiento de comunicaciones de datos (WAN)	112

LISTA DE APENDICES

A	Especificaciones técnicas del equipamiento de la red de onda portadora-PLC, de interface Coherent y de cómputo (Diagnóstico)	143
B	Encuesta sobre los servicios de telecomunicaciones	150

INTRODUCCION

El avance de la tecnología electrónica permite que la sociedad disfrute actualmente de una gran variedad de facilidades aplicables a casi todos los ámbitos de actividad. Entre ellas, las TELECOMUNICACIONES se han convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo, permitiendo el adecuado acceso e intercambio del recurso INFORMACION.

El propósito principal del presente trabajo de tesis es presentar la metodología utilizada en el desarrollo del Proyecto de Telecomunicaciones de la Southern Peru Copper Corporation (SPCC), el cual contempló la ampliación, mejora y renovación de las facilidades de telecomunicaciones de dicha empresa con el objeto de contar con medios que coadyuven a la mejora de sus operaciones productivas, de comercialización y administración en general. Se pone énfasis en la Ingeniería de una red de microondas digital, así como en los aspectos de integración requeridos para telefonía, datos y otros medios de transmisión considerados. El trabajo se desarrolla a nivel sistema.

La cobertura del Proyecto considera las áreas operativas de Toquepala, Cuajone e Ilo (Fundición, Pueblo Nuevo y Puerto), así como los centros administrativos, logísticos, de gestión y comercialización en Tacna, Lima y Estados Unidos de Norteamérica (New York y Miami).

El desarrollo de este proyecto comprendió las siguientes fases:

- Diagnóstico
- Determinación de Necesidades
- Ingeniería del Proyecto
- Selección del equipamiento
- Instalación del sistema

Los Capítulos I, II, III, V y VI presentan el desarrollo de las fases del proyecto, proporcionándose en el Capítulo IV los costos del mismo.

En la fase del DIAGNOSTICO, se efectuó un levantamiento in situ de la información del equipamiento de radio (HF, VHF, UHF) en los servicios fijos, móviles y portátiles; de los medios de interconexión entre áreas; así como del equipamiento telefónico, de transmisión de datos, facsímil y télex. Se visitaron las áreas operativas de Toquepala, Cuajone e Ilo así como las instalaciones de Tacna y Lima. Asimismo, en esta fase se realizó un estudio topográfico de gabinete, previo al viaje, y un reconocimiento, durante el mismo, de los posibles puntos terminales y de repetición para el sistema de transmisiones.

En la fase de DETERMINACION DE NECESIDADES se analizó la información a ser cursada por el Sistema de Telecomunicaciones de la SPCC, considerando servicios, fuentes, clases y volúmenes de información, así como la proyección de las necesidades a mediano y largo plazo.

En la fase de INGENIERIA DEL PROYECTO se realizaron pruebas de campo de radiopropagación, se determinó la configuración del sistema, se realizaron los cálculos de radiopropagación, dimensionamiento del equipamiento, plan de

numeración telefónica, así como los demás cálculos de ingeniería necesarios; asimismo, se determinaron las especificaciones técnicas del equipamiento requerido para el sistema de telecomunicaciones.

En la fase de SELECCION DEL EQUIPAMIENTO se llevó a cabo un concurso de precios por invitación, como resultado del cual se determinó a la firma proveedora del equipamiento de telecomunicaciones, bajo la modalidad de proyecto llave en mano.

En la fase de INSTALACION DEL SISTEMA se realizó la construcción de la infraestructura básica necesaria, se realizó la instalación del equipamiento de telecomunicaciones, las pruebas a nivel estación, enlace y sistema, así como la capacitación de personal para la operación y mantenimiento. En esta fase se contó con la supervisión de una entidad especializada.

Deseo expresar mi reconocimiento y agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma han contribuido al desarrollo del presente trabajo, en especial a los ingenieros Percy Fernández, Jorge Castillo y Washington Aguilar, así como a mis colegas y compañeros del INICTEL.

Finalmente, mi reconocimiento al Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones - INICTEL, institución en la que he forjado mi experiencia profesional actual.

I DIAGNOSTICO

Esta fase tuvo por objeto tomar conocimiento de los diferentes subsistemas de telecomunicaciones existentes en la SPCC, efectuar un levantamiento de la información acerca del equipamiento que constituyen estos subsistemas, así como el de realizar una evaluación de los mismos.

Para ello se realizaron viajes de reconocimiento a todas las áreas operativas, así como a las instalaciones de la SPCC en Tacna y Lima. Para un mejor análisis del sistemas de telecomunicaciones existente en la SPCC, éste se clasificó de la siguiente manera:

- Sub-sistema de radio, que considera las redes propias de la SPCC en HF, VHF y UHF en los servicios fijos, móviles y portátiles.
- Medios de interconexión entre áreas, que considera los medios de transmisión por onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC), así como los circuitos arrendados a ENTEL PERU S.A. y CPT S.A.
- Sub-sistema telefónico, que considera las diferentes centrales privadas con que cuenta la SPCC.
- Sub-sistema de transmisión de datos, que considera los equipos que permiten la comunicación entre terminales de datos.
- Sub-sistemas conexos, que consideran los equipos terminales de

facsimilar y télex.

1.1 Sub-sistema de radio

1.1.1 Redes de radio

La SPCC cuenta con redes de radio en HF, VHF y UHF. Únicamente la red en HF permite tanto comunicaciones interáreas como de las áreas operativas con Tacna y Lima, del tipo fijo. Esta red viene funcionando como medio alternativo a las comunicaciones telefónicas.

Toquepala

En VHF las comunicaciones son fundamentalmente del tipo móvil, para lo cual se tienen instaladas en C° Toquepala, estaciones bases que permiten la comunicación con estaciones en vehículos y ferrocarriles. Excepcionalmente se tienen estaciones fijas asociadas al servicio móvil (Garita Polvorín, Suches, estación con Ilo), así como dos estaciones de emergencia.

Las estaciones base pueden ser accionadas en forma remota desde equipos telefónicos (hanset) enlazados por medios físicos con ellas.

En UHF se cuenta únicamente con equipos portátiles.

En la Figura 1 se esquematizan las redes de radio de Toquepala.

Cuajone

En VHF básicamente se tienen comunicaciones del tipo móvil para lo cual en

C° Cuajone se tienen instaladas estaciones bases que permiten la comunicación con estaciones móviles en vehículos y ferrocarriles, contándose además con estaciones fijas asociadas a este servicio (Suches, Viña Blanca y Garita Polvorín). Las estaciones bases pueden ser accionadas en forma remota desde equipos telefónicos (handset) enlazados por medios físicos con ellas.

En UHF se tiene instalada una estación repetidora en C° Cuajone, que se enlaza con estaciones móviles en vehículos y con estaciones bases. Además se cuenta con un radioenlace entre Cuajone y Moquegua, así como algunos equipos portátiles.

En la Figura 2 se esquematizan las redes de radio de Cuajone.

Ilo

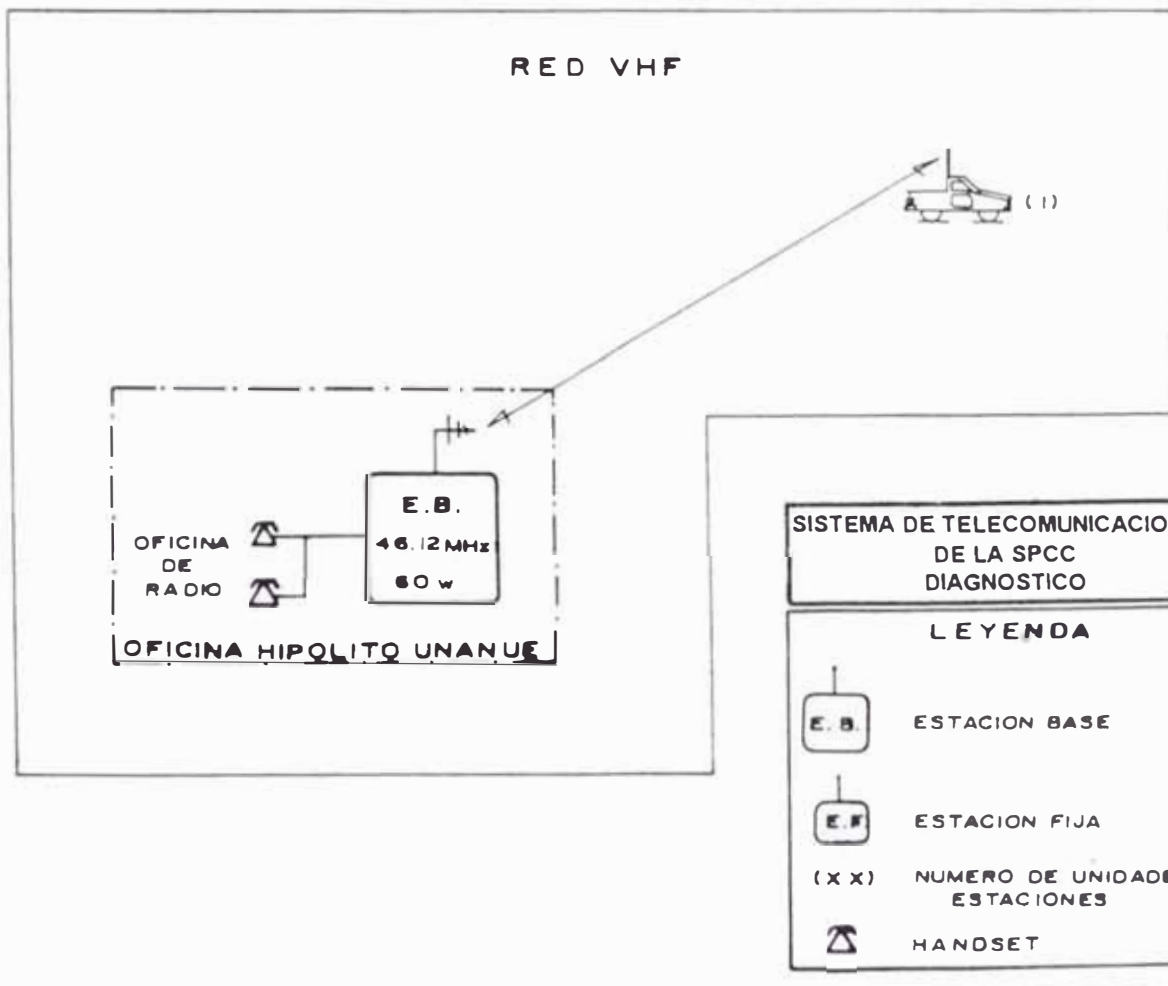
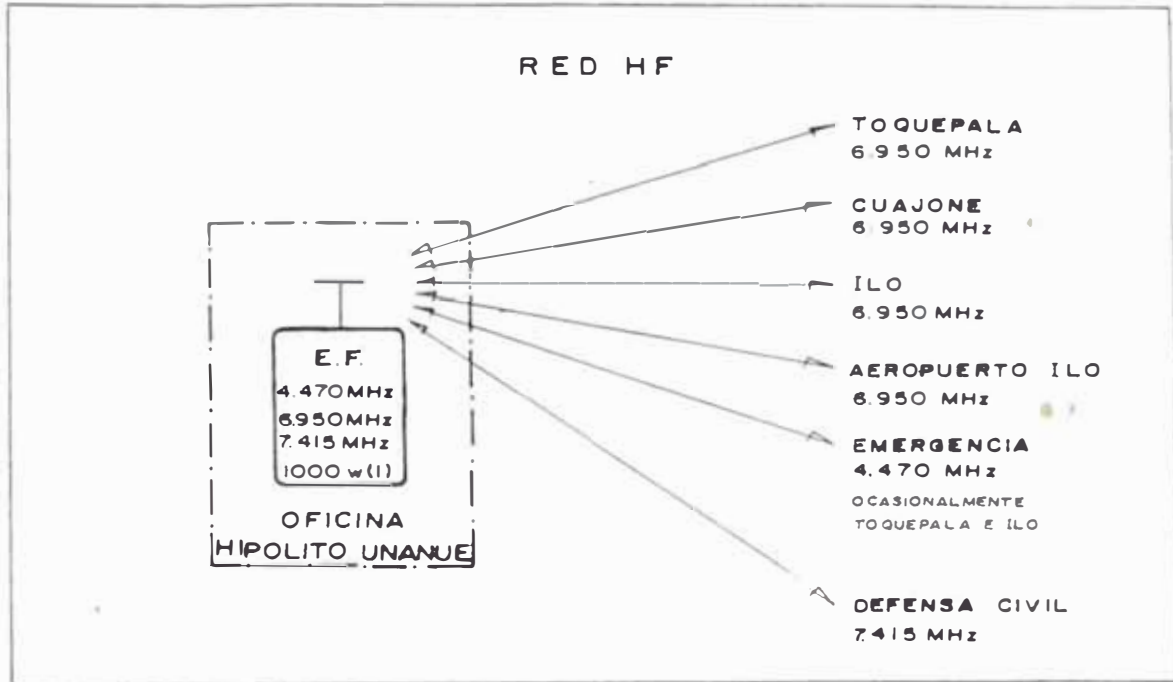
En VHF las comunicaciones son principalmente del tipo móvil, para lo cual se tiene instalada una estación base que permite la comunicación con estaciones móviles en vehículos y avión. Asimismo se cuenta con una estación fija que permite accionar en C° Toquepala un transreceptor de 46.12 MHz.

En UHF se cuenta únicamente con equipos portátiles. En la Figura 3 se esquematizan las redes de radio de Ilo.

Tacna

Se cuenta únicamente con una estación base con dos hansets y una estación móvil. En la Figura 4 se esquematizan las red de radio de Tacna.

FIGURA 4
REDES DE RADIO DE TACNA



Lima

En VHF se tienen dos estaciones fijas que enlazan la Oficina de Compras con el Depósito.

En UHF se cuenta con servicio móvil que tiene como base la Oficina de Seguridad y estaciones móviles en vehículos de la compañía, las mismas que pueden emplearse también como portátiles.

En la Figura 5 se esquematizan las redes de radio de Lima.

1.1.2 Equipos de radio

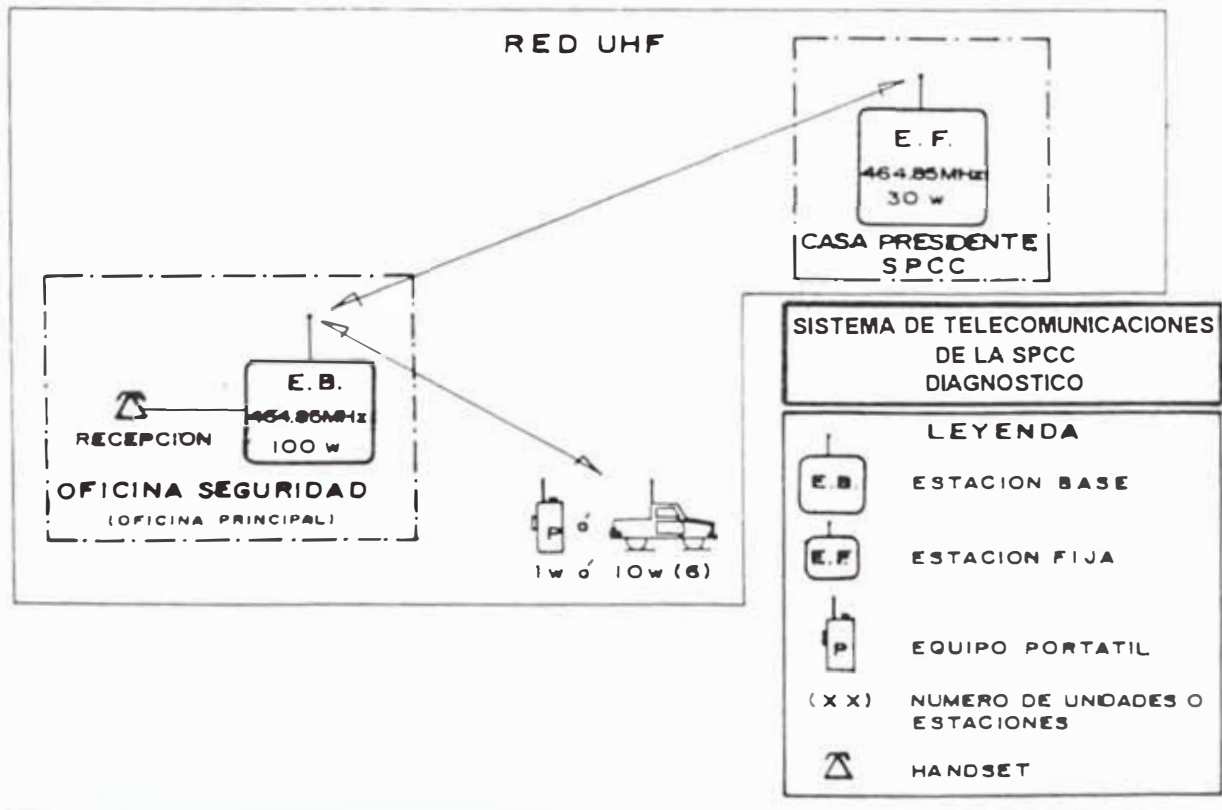
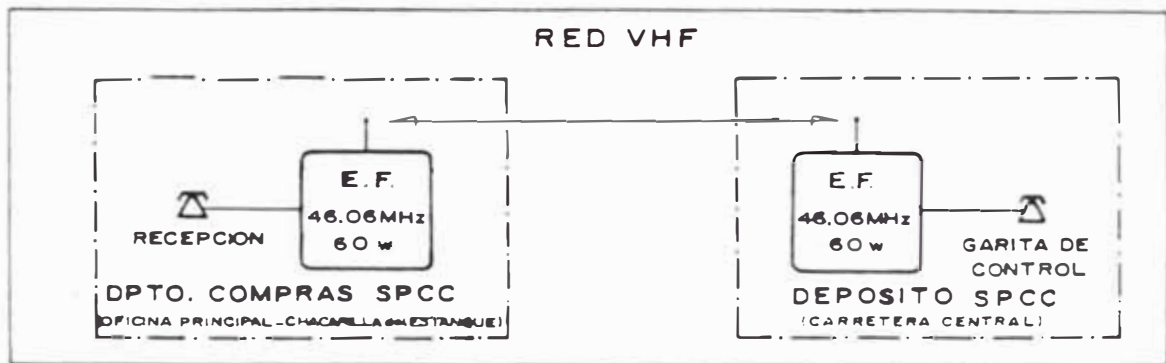
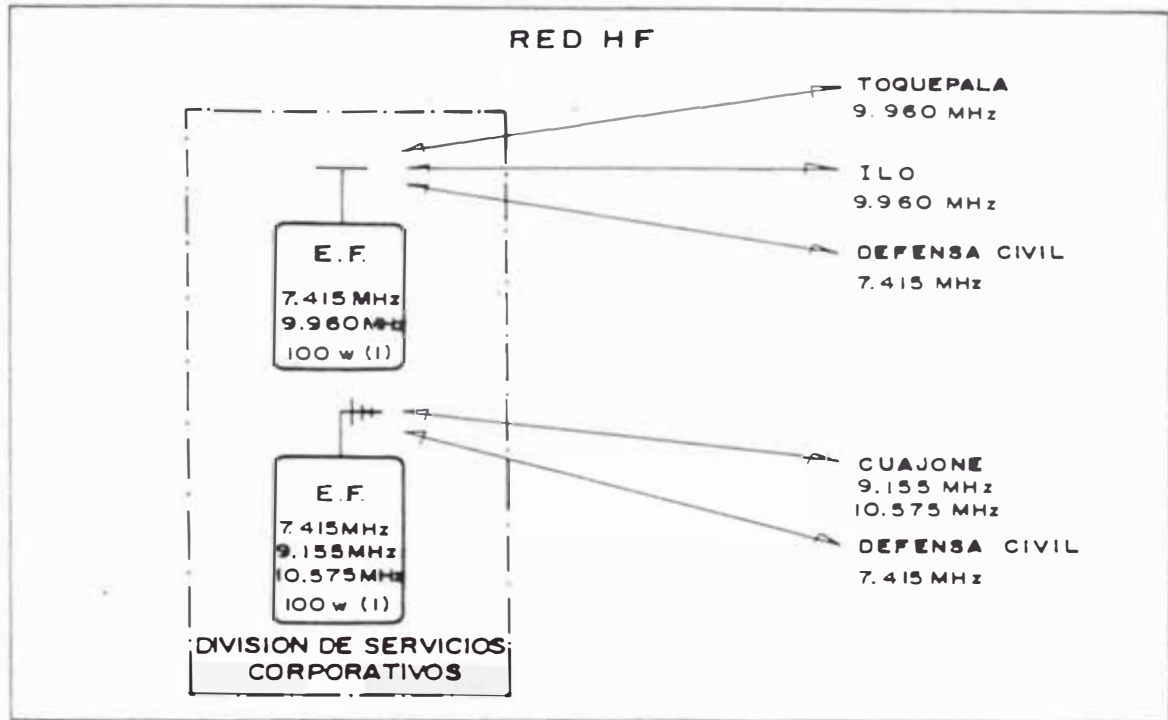
El levantamiento de la información de los equipos de radio efectuado en las áreas operativas, en Tacna y Lima se llevó a cabo en formatos especialmente preparados para ello.

En estos formatos se da información sobre la marca de los equipos, modelo, número de serie y tipo; además del número de canales, frecuencias y horario de operación, potencia de transmisión y características de la alimentación que emplea. Asimismo, características de la antena e información general sobre el funcionamiento actual.

A modo ilustrativo, se adjuntan los formatos utilizados para la recopilación de información de los servicios fijos en HF, móvil en VHF y del taller de radio de Toquepala (Formatos 1,2,3 y 4).

En términos generales se ha podido apreciar una buena disciplina de tráfico en el uso de los medios radioeléctricos, así como la realización de un

FIGURA 5
REDES DE RADIO DE LIMA



mantenimiento preventivo y correctivo eficiente y oportuno; a pesar, en algunos casos, del limitado instrumental de los talleres de radio y la falta de una política integral de capacitación del personal técnico en este campo.

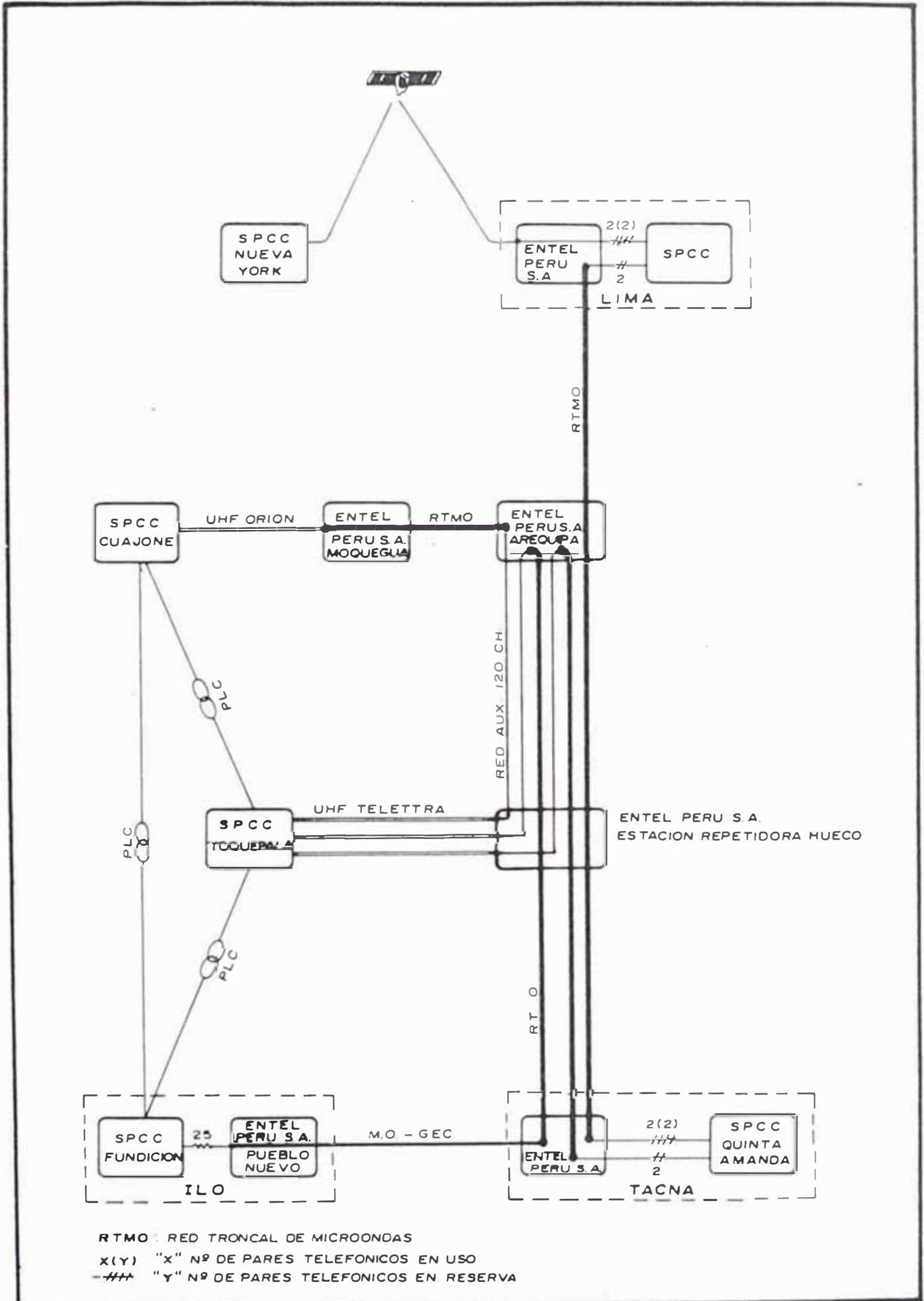
1.2 Medios de interconexión entre áreas

En este punto se recopiló información de los diferentes medios de transmisión de interconexión entre las áreas operativas, así como Tacna y Lima; ya sea con medios propios o con circuitos arrendados a ENTEL PERU S. A. Y CPT S. A.

1.2.1 Esquemmatización de los medios de interconexión

En la Figura 6 se esquematizan los medios de interconexión entre las áreas, pudiéndose apreciar lo siguiente:

- Un circuito vía satélite entre Lima y New York.
- Un circuito vía microondas entre Lima y Tacna.
- Un circuito via microondas y UHF entre Tacna y Toquepala.
- Un circuito via microondas y UHF entre Toquepala y Cuajone.
- Un circuito via microondas y UHF entre Toquepala e Ilo (Fundición).
- Cuatro circuitos via red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC) entre Toquepala y Cuajone.
- Cuatro circuitos via red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC) entre Toquepala e Ilo (Fundición).
- Cuatro circuitos via red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC) entre Cuajone e Ilo (Fundición).



1.2.2 Red de onda portadora a través de líneas de alta tensión (PLC)

Esta red interconecta telefónicamente a las tres áreas operativas a través de las líneas de alta tensión del sistema eléctrico de la SPCC.

La red permite cuatro canales utilizándose tres de ellos para interconexión de las centrales telefónicas y el cuarto para coordinación entre sub-estaciones. La comunicación a través de ellos, en general, es aceptable, sin embargo, en algunos casos presenta algo de ruido e interferencias y algunos puntos requieren frecuentes ajustes de niveles en transmisión y recepción.

En la Figura 7 se muestra la red de onda portadora indicando los diferentes canales que se interconectan. En el Apéndice A se resumen las principales especificaciones técnicas del equipamiento de esta red, destacando que el mismo es antiguo y obsoleto y presenta limitaciones para la transmisión de datos.

1.2.3 Circuitos arrendados

Estos circuitos permiten la interconexión de las diferentes áreas operativas y demás dependencias de la SPCC a la Red Nacional de Telecomunicaciones, tanto a nivel nacional como internacional. Estos circuitos se detallan en la Figura 8 donde, para las diferentes rutas, se aprecia la conformación de los mismos.

Ruta Lima - New York

- En Lima, cuatro pares telefónicos, proporcionados por la CPT S. A., entre la Oficina Principal de la SPCC y la terminal de microondas de

ENTEL PERU S. A.; de los cuales dos se encuentran en operación y dos en reserva.

- Un canal vía satélite entre Lima y New York, proporcionado por ENTEL PERU S. A. en el Perú y por RCA Global Communications en los Estados Unidos de Norteamérica.

Ruta Lima - Tacna

- En Lima, dos pares telefónicos, proporcionados por la CPT S. A., entre la Oficina Principal de la SPCC y la terminal de microondas de ENTEL PERU S. A.
- Un canal de la red troncal de microondas (RTMO), proporcionado por ENTEL PERU S. A., entre las terminales de microondas de ENTEL PERU S. A. en Lima y Tacna.
- En Tacna, cuatro pares telefónicos, proporcionados por ENTEL PERU S. A., entre la terminal de microondas de ENTEL PERU S. A. y las oficinas de la SPCC (Quinta Amanda); de los cuales dos se encuentran en operación y dos en reserva.

Ruta Tacna - Toquepala

- En Tacna, dos pares telefónicos, proporcionados por ENTEL PERU S. A., entre las oficinas de la SPCC (Quinta Amanda) y la terminal de microondas de ENTEL PERU S. A.
- Un canal de la RTMO entre las terminales de microondas de ENTEL

PERU S. A., en Tacna y Arequipa.

- Un canal de la red auxiliar de 120 canales entre la terminal de microondas de ENTEL PERU S. A. en Arequipa y la estación repetidora Hueco.
- Un canal UHF (Telettra) entre la estación repetidora Hueco y la posta de ENTEL PERU S. A. en Toquepala (Plaza).

Ruta Toquepala - Cuacone

- Un canal UHF (Telettra), entre la posta de ENTEL PERU S. A. en Toquepala (Plaza) y la estación repetidora Hueco.
- Un canal de la red auxiliar de 120 canales entre la estación repetidora Hueco y la terminal de microondas de ENTEL PERU S. A. en Arequipa.
- Un canal de la RTMO entre las terminales de ENTEL PERU S. A. en Arequipa y Moquegua.
- Un canal UHF (Orion) entre las terminales de ENTEL PERU S. A. en Moquegua y C° Botiflaca.

Ruta Toquepala - Ilo

- Un canal UHF (Telettra), entre la posta de ENTEL PERU S. A. en Toquepala (Plaza) y la estación repetidora Hueco.
- Un canal de la red auxiliar de 120 canales, entre la estación repetidora

Hueco y la terminal de ENTEL PERU S. A. en Arequipa.

- Un canal de la RTMO entre las terminales de microondas de ENTEL PERU S. A. en Arequipa y Tacna.
- Un canal de la red de microondas GEC entre las terminales de ENTEL PERU S. A. en Tacna e Ilo.

Conjuntamente con los circuitos arrendados mencionados, se utilizan unos equipos de interface marca Coherent que realizan las adaptaciones necesarias para la señalización telefónica así como algunas funciones de amplificación, monitoreo y multiplexaje.

En el Apéndice A se indican las principales especificaciones técnicas de los equipos Coherent.

Los circuitos arrendados se utilizan para transmitir voz y datos en forma alternada, excepto en el circuito Lima - New York en el cual se transmite voz y datos en forma simultánea mediante la utilización del multiplexor Coherent SPMT-9.

En líneas generales, los circuitos entre Lima, New York y Tacna operan en forma confiable, siendo los circuitos entre Tacna - Toquepala, Toquepala - Cuajone y Toquepala - Ilo los que presentan frecuentes problemas en su operación.

1.3 Sub-sistema telefónico

1.3.1 Redes telefónicas

En la Figura 9 se muestra la red telefónica de la SPCC. En dicha figura se puede apreciar la ubicación, marca, modelo, tecnología, año de instalación, capacidad y los códigos de acceso de las centrales telefónicas.

Toquepala

Cuenta con una central telefónica digital con control por programa almacenado, ubicada en Staff, la cual permite a determinados abonados y de acuerdo a una categorización pre-establecida, las comunicaciones hacia y desde las diferentes áreas operativas con Tacna, Lima y New York. Existe además una central telefónica electromecánica manual instalada en el Hospital.

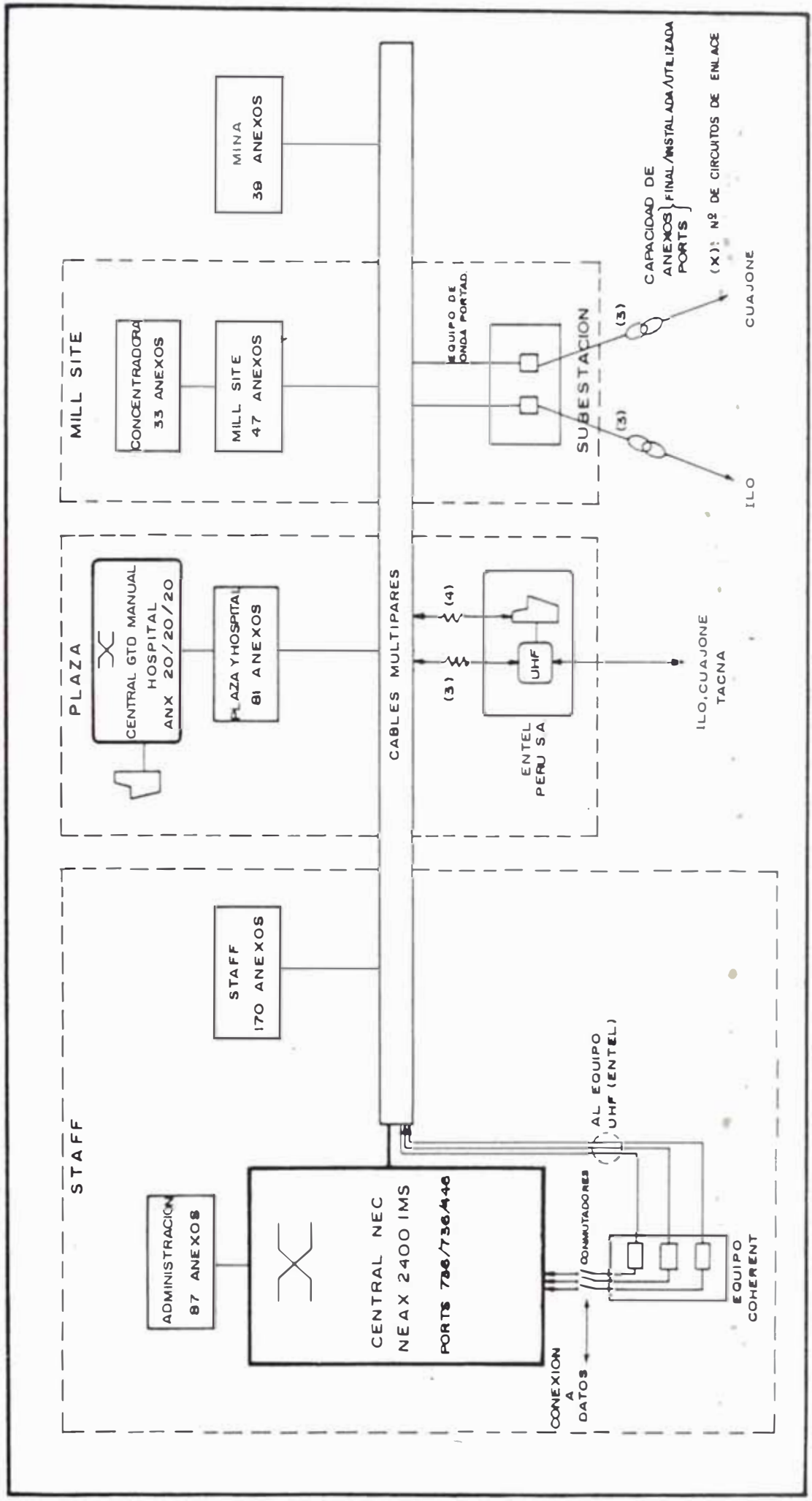
En las Figura 10 se muestra la red telefónica de Toquepala, en la que se indica las características de la central telefónica, la interconexión dentro y fuera del área, posición de operadora, distribución de los anexos, equipamiento de interface, etc.

Cuajone

La red telefónica del área operativa de Cuajone está compuesta por cuatro centrales telefónicas electromecánicas conectadas entre si y con acceso de una a otra por medio de un código; estas centrales están ubicadas en Villa Botiflaca, Area Mina, Hospital y Villa Cuajone. Existe, además, una central telefónica electromecánica interna, no interconectada con las anteriores,

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC DIAGNOSTICO

FIGURA 10
RED TELEFONICA EXISTENTE EN EL AREA OPERATIVA TOQUEPALA



instalada en Villa Botiflaca.

En las Figura 11 se muestra la red telefónica de Cuajone.

Ilo

La red está compuesta por dos centrales telefónicas con control por programa almacenado interconectadas entre si, ubicadas en Fundición y Pueblo Nuevo.

Además existe una central electromecánica que da servicio al Hospital. En la Figura 12 se muestra la red telefónica de Ilo.

Tacna

Cuenta con una central telefónica con control por programa almacenado, ubicada en Quinta Amanda. la cual permite las comunicaciones con las diferentes áreas operativas, Lima y New York. Asimismo, cuenta con líneas de la red pública de ENTEL PERU S. A. en Tacna.

En la Figura 13 se muestra la red telefónica de Tacna.

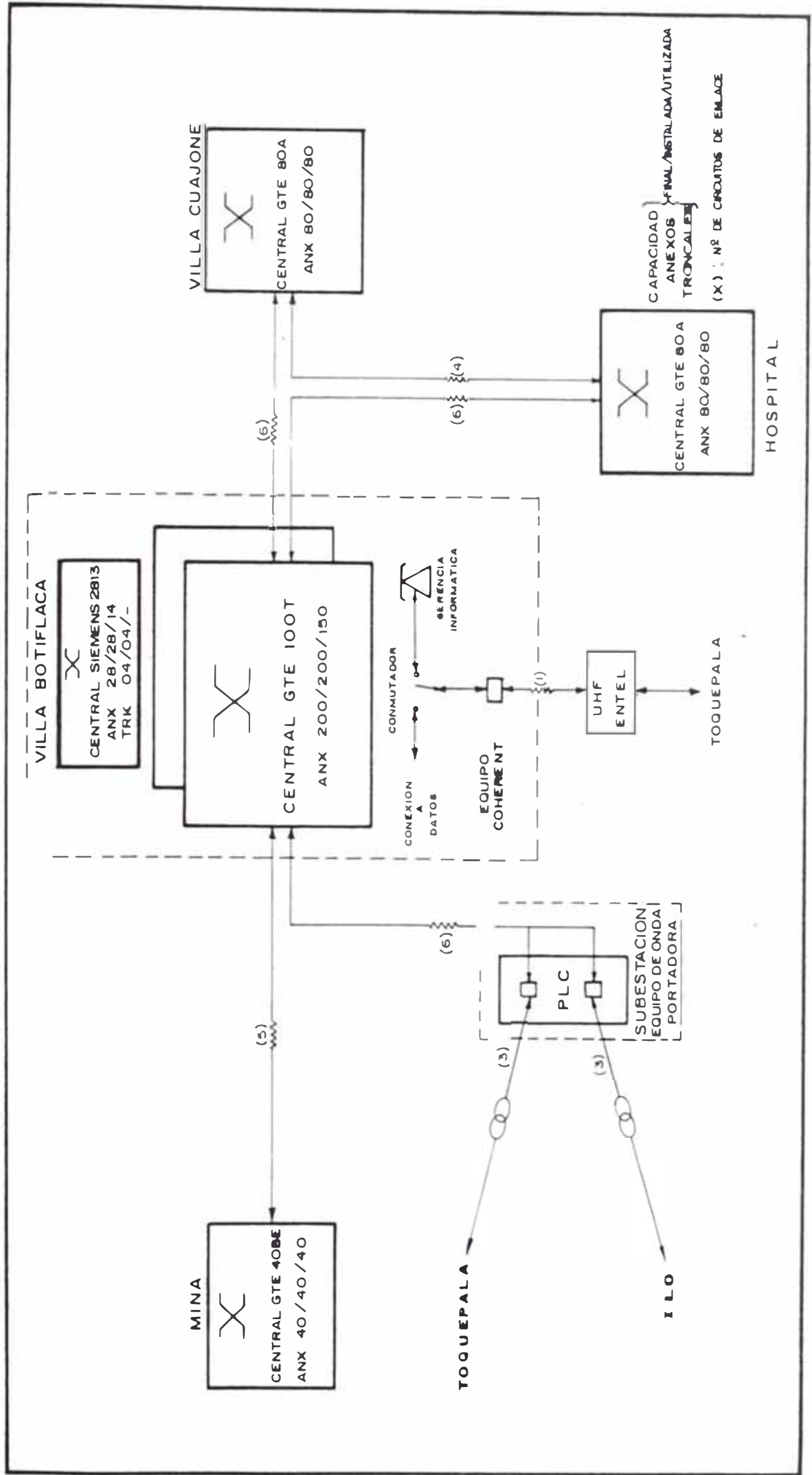
Lima

Cuenta con dos centrales telefónicas, una electrónica con control por programa almacenado que se interconecta con Tacna, las áreas operativas y New York, y cuenta con líneas de la red pública de la CPT S. A. ; la otra central es electromecánica que da servicio a las diversas dependencias de la Oficina Principal de la SPCC, estando conectada también con la red pública de la CPT S. A.

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC
DIAGNOSTICO

FIGURA 11

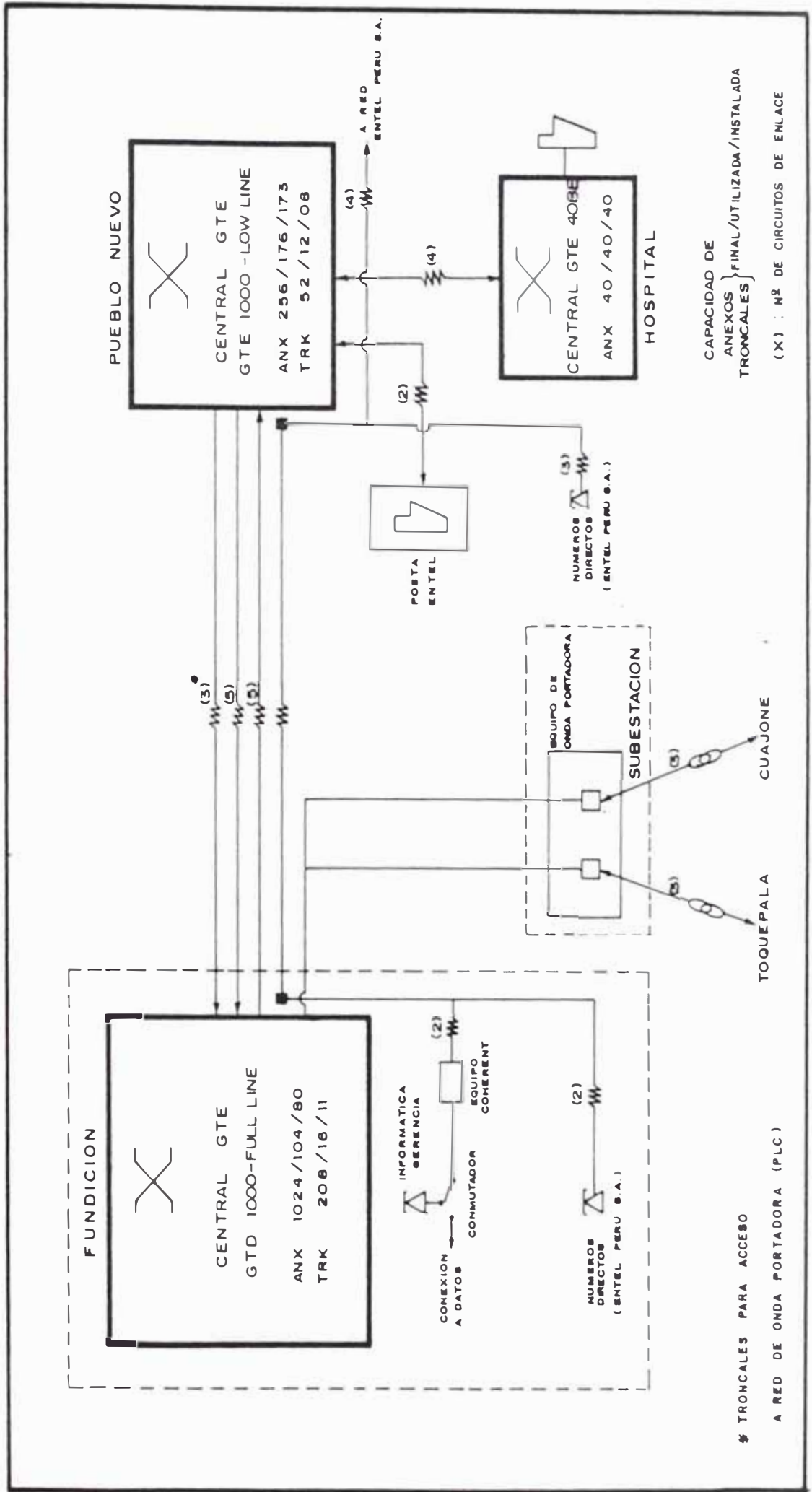
RED TELEFONICA EXISTENTE EN EL AREA OPERATIVA CUAJONE



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC
DIAGNOSTICO

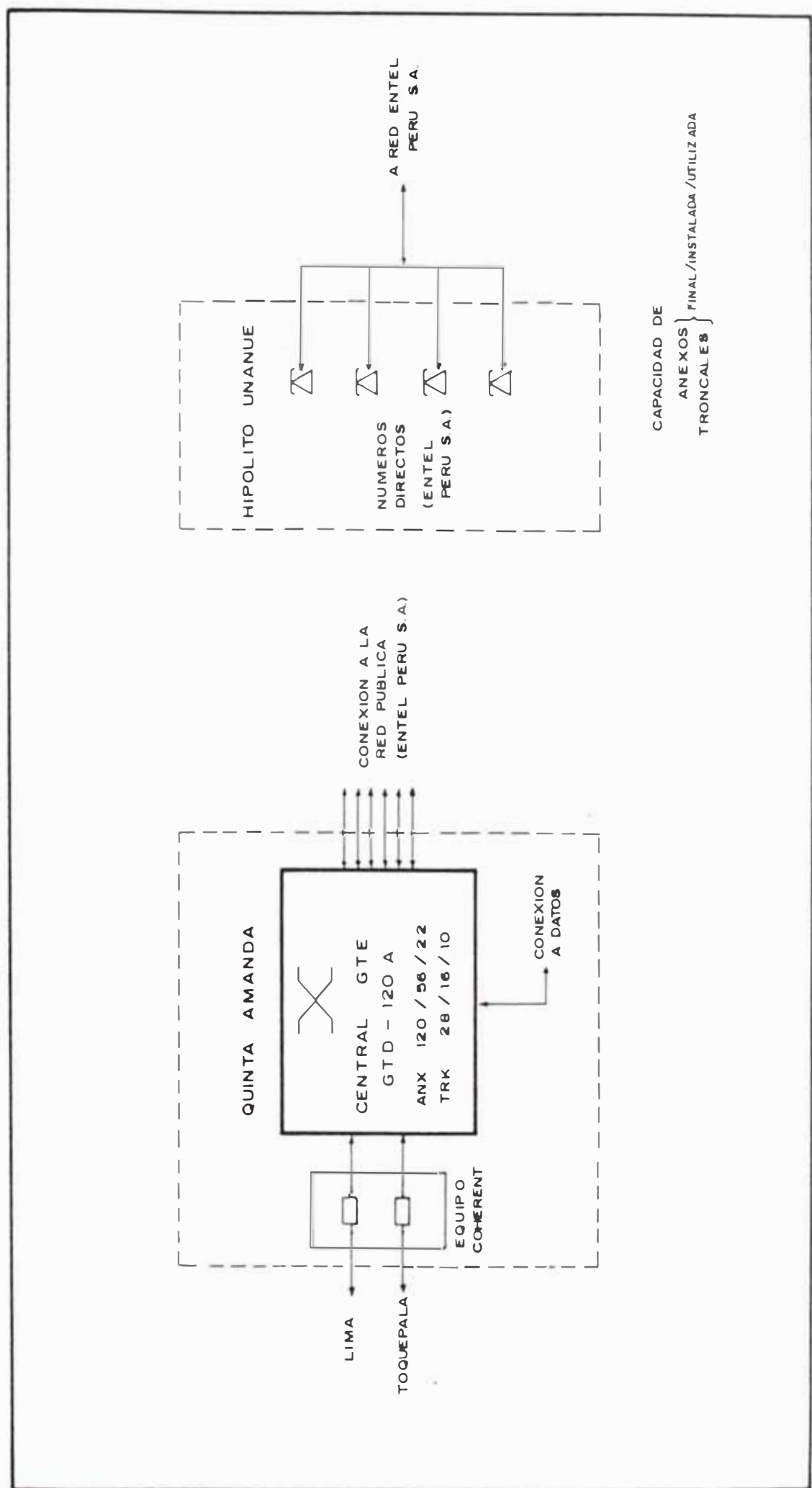
FIGURA 12

RED TELEFONICA EXISTENTE EN EL AREA OPERATIVA ILO



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC
DIAGNOSTICO

FIGURA 13
RED TELEFONICA EXISTENTE EN TACNA



En la Figura 14 se muestra la red telefónica de Lima.

1.3.2 Centrales telefónicas

El levantamiento de la información de las centrales telefónicas efectuado en las áreas operativas, Tacna y Lima, se realizó en formatos especiales, en los que se incluye información sobre la capacidad de anexos, enlaces, posiciones de operadora, destino de los enlaces con indicación de la cantidad, código de acceso y medio de transmisión. También se indican las facilidades de la central y las dependencias usuarias de la misma.

A modo ilustrativo, se adjunta el formato utilizado con la central telefónica de Toquepala (Formato 5).

En términos generales se ha podido apreciar que las centrales cuentan con un mantenimiento preventivo y correctivo eficientes y oportunos, pudiéndose destacar en cada área lo siguiente:

Toquepala

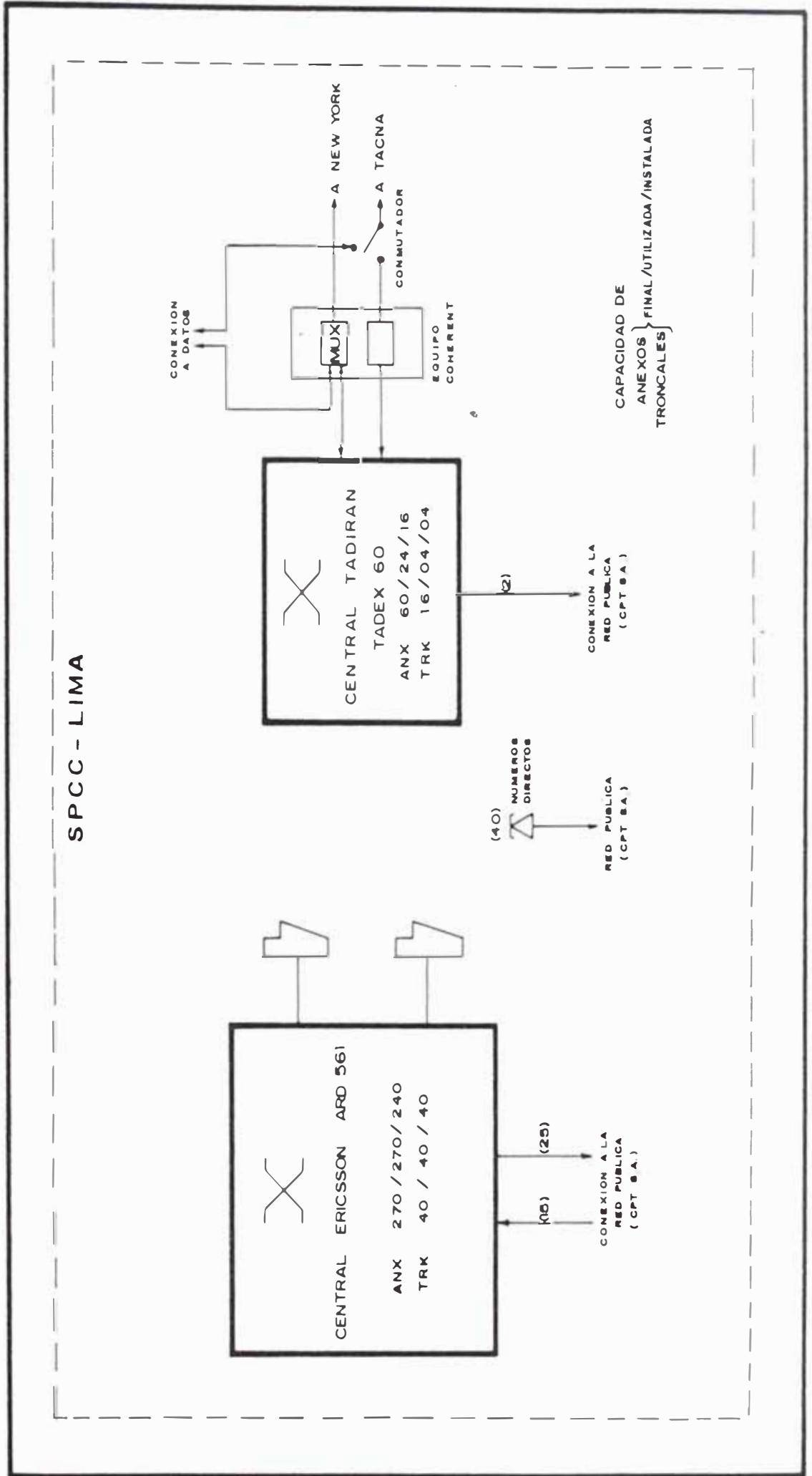
La central telefónica es de tecnología digital reciente y permite la utilización de una serie de facilidades tanto para el usuario como para la administración del servicio. Asimismo, permite racionalizar la utilización de los medios de enlace con las otras áreas operativas y Tacna, concediendo el acceso a ellos solamente a los usuarios autorizados.

Cuajone

Las centrales telefónicas son de tecnología electromecánica antigua y no

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC
DIAGNOSTICO

FIGURA 14
RED TELEFONICA EXISTENTE EN LIMA



cuentan con facilidades para el usuario o la administración del servicio.

No permite efectuar una restricción del acceso a los medios de enlace con Toquepala e Ilo, por lo cual, todos los usuarios pueden comunicarse con dichas áreas operativas, creando frecuentes congestiones.

La operación de las centrales telefónicas no es confiable, habiéndose observado algunas fallas en la central de Villa Botiflaca; asimismo, la planta externa presenta problemas en las épocas de mayor humedad.

Ilo

Las centrales telefónicas son de tecnología electrónica (década del 70) y posibilitan la utilización de una serie de facilidades tanto para el usuario como para la administración del servicio.

Estas centrales permiten racionalizar la utilización de los medios de enlace con las otras áreas operativas, concediendo el acceso a ellos solamente a un determinado grupo de usuarios.

Las centrales se interconectan utilizando conexiones tipo anexo-troncal, aunque tienen la opción de hacerlo utilizando tie-lines E&M.

Tacna

La central telefónica es de tecnología electrónica, similar a las de Ilo, y permite la utilización de una serie de facilidades.

Actualmente funciona como central tándem para las llamadas desde

Toquepala hacia Lima/EE.UU. y viceversa.

Lima

La central telefónica utilizada para las comunicaciones con New York, Tacna y áreas operativas es de tecnología electrónica y permite el acceso a las facilidades de comunicación de larga distancia a un determinado grupo de usuarios autorizados.

Para las comunicaciones administrativas en general se utiliza una central electromecánica que permite el empleo de algunas facilidades. En esta central, las llamadas de larga distancia están restringidas mediante la utilización de circuitos restrictores en las líneas de interconexión con la red pública.

Estas dos centrales telefónicas no están interconectadas entre sí.

La red telefónica privada de la SPCC permite la satisfacción de un mínimo de necesidades de comunicaciones de voz y datos, destacándose la existencia de los siguientes problemas:

- Las comunicaciones telefónicas entre las áreas operativas se encuentran congestionadas debido a que el número de canales a través del sistema PLC es insuficiente para los volúmenes de tráfico que se cursan.
- Las comunicaciones telefónicas entre New York, Lima, Tacna y las áreas operativas se encuentran constantemente congestionadas debido a que se cuenta con un único canal en cada tramo. Esta situación se ve agravada por la utilización compartida de estos circuitos con las comunicaciones de datos entre los lugares mencionados.

1.4 Sub-sistema de transmisión de datos

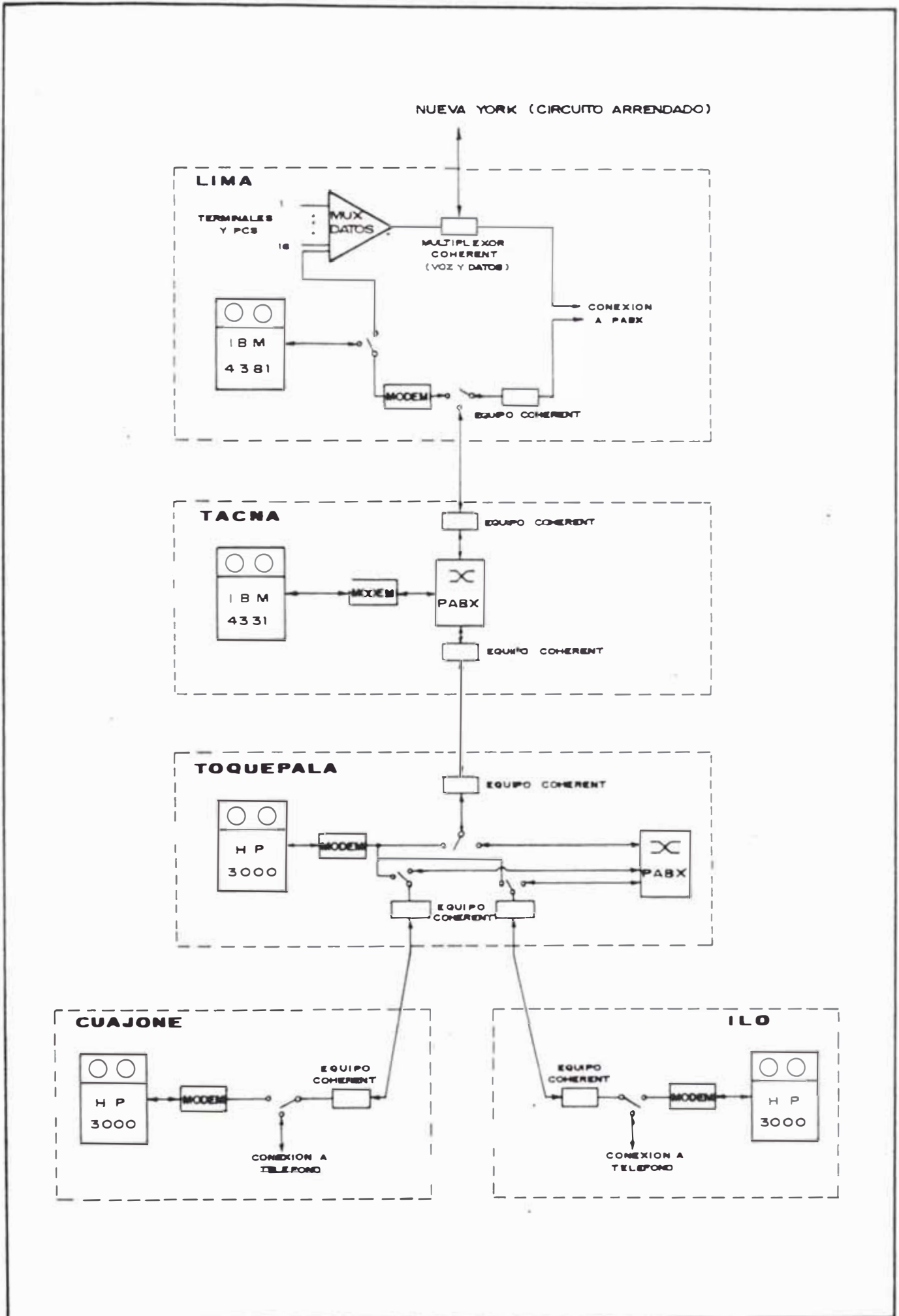
En la Figura 15 se esquematiza el sub-sistema de transmisión de datos existente en la SPCC.

En este esquema se puede apreciar que las transmisiones de datos desde Lima a Tacna se efectúan por medio de un circuito via microondas que se usa alternativamente para voz y datos. En este circuito arrendado se utilizan circuitos de interface marca Coherent anteriormente descritos, al que se conecta un módem tipo síncrono V-29 (marca Codex, modelo 2645), el cual permite transmitir hasta 9600 bit/s.

La transmisión de datos de Tacna a Toquepala sigue un esquema semejante al anteriormente descrito.

La transmisión de datos desde Toquepala hacia Cuajone e Ilo tiene también un esquema semejante con la diferencia que los circuitos arrendados hacia estas áreas no son confiables, razón por la cual la velocidad de transmisión disminuye en algunos casos a 4800 bit/s. Es de destacar que entre las áreas operativas se cuenta con una ruta alternativa via red PLC, usándose en Cuajone un modem Hayes 2400 y en Ilo un modem Codex V-22 bis, los cuales permiten transmitir hasta 2400 bit/s.

La transmisión de datos hacia New York se realiza por el circuito arrendado via satélite, empleando un multiplexor marca Coherent, modelo SPMT-9, con lo que es posible transmitir simultáneamente un canal de voz y un canal de datos a 2400 bit/s.



Con respecto a la transmisión local de datos dentro de las áreas operativas, en la Figura 16 se muestra el caso de Cuajone, presentándose en las otras áreas casos similares de distribución de equipos terminales.

La calidad de las transmisiones de datos de Lima hacia New York y Tacna es satisfactoria; sin embargo, en el caso de los canales arrendados entre Tacna y las áreas operativas y entre ellas, frecuentemente se presentan interrupciones del servicio, limitando su empleo.

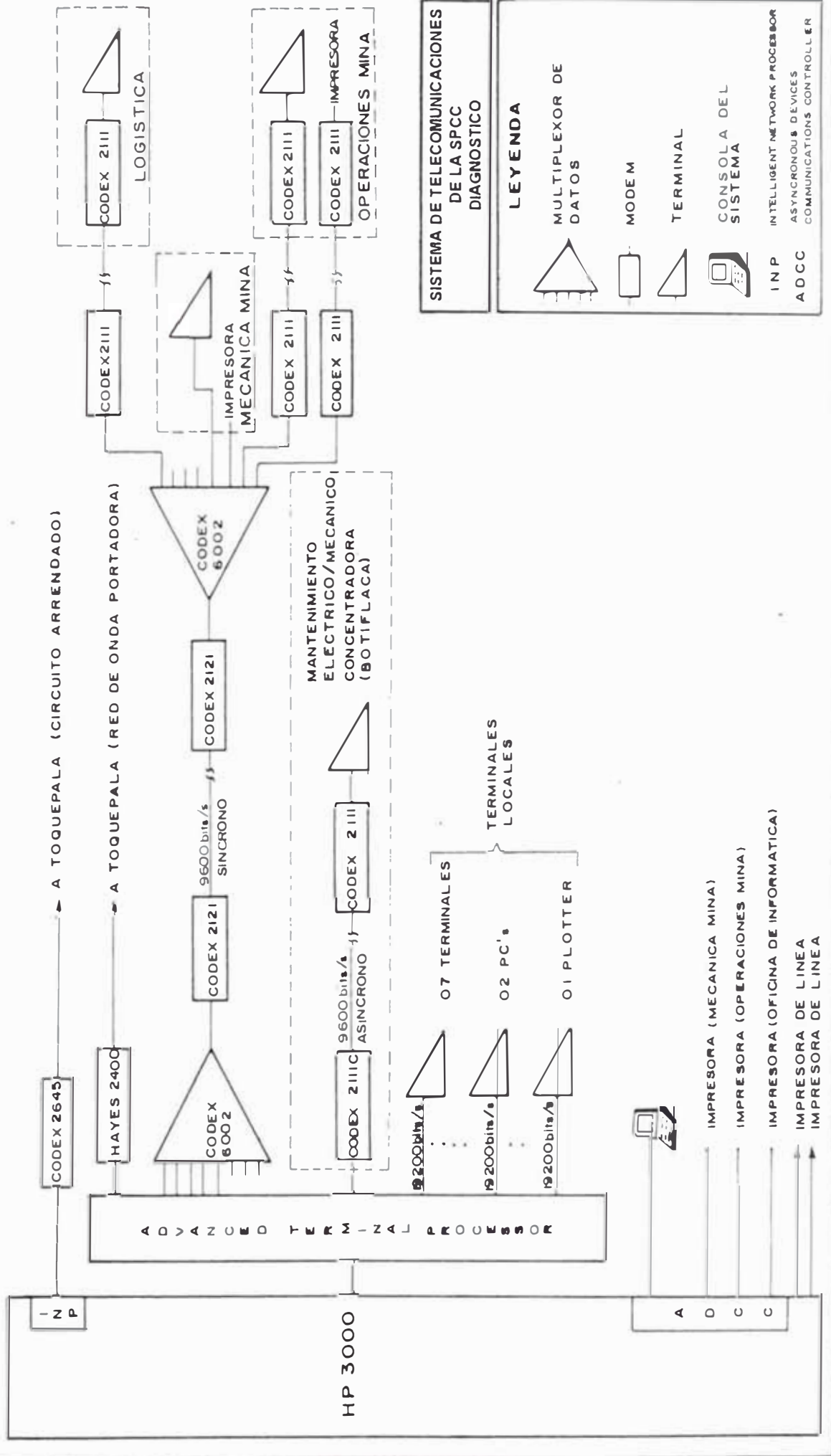
En el caso de Toquepala, Cuajone e Ilo, se cuenta con la red PLC como medio de transmisión de emergencia.

También es de destacar que la satisfacción de las necesidades de comunicación entre Lima y las áreas operativas se ve limitada porque no se cuenta con un canal exclusivo para transmisión de datos y por el hecho que la conmutación de línea de voz a datos se efectúa manualmente.

Por medio del sub-sistema de transmisión de datos se ha puesto en funcionamiento el sistema SPIOCS (SOUTHERN PERU INTER OFFICE COMMUNICATION SYSTEM), concebido para la transmisión de mensajes entre las diversas dependencias de la SPCC, el cual, en la opinión de una parte de usuarios, no ha dado los resultados esperados; este sistema sin embargo tiene una concepción moderna y su operación debe resultar mas eficaz cuando se cuente con una red de transmisión de datos independiente y se puedan enrutar los mensajes directamente a una mayor cantidad de oficinas.

FIGURA 16

DISTRIBUCION LOCAL DE TRANSMISION DE DATOS EN EL AREA OPERATIVA CUAJONE



En el Apéndice A se muestra el equipamiento de cómputo existente en la SPCC.

1.5 Sub-sistemas conexos

1.5.1 Facsímil

Se cuenta con dos equipos facsímil CANON FAX-730 ubicados en Lima y Toquepala. Estos equipos son del Grupo 3 - CCITT y son compatibles también con equipos del Grupo 2; pueden transmitir a una velocidad de hasta 9600 bit/s con cambio automático a 7200, 4800 y 2400 bit/s, según la calidad de la línea.

Los facsigramas transmitidos muestran un nivel de operación satisfactorio.

1.5.2 Télex

La SPCC cuenta con siete terminales de la red pública de télex de ENTEL PERU S. A., estando dos de ellos ubicados en Lima, dos en Arequipa, dos en Ilo y uno en Moquegua. El tráfico de los mismos da el soporte para mensajes a nivel nacional e internacional.

II DETERMINACION DE NECESIDADES

Esta fase tuvo por objeto determinar la información a ser cursada por el sistema de telecomunicaciones de la SPCC (SITE-SPCC), en lo referente a fuentes, clases y volúmenes de información; la proyección de las necesidades a mediano y largo plazo, así como la determinación de posibles enrutamientos de dicha información.

Para lograr este objetivo se realizaron entrevistas con funcionarios de alto nivel de la SPCC, se ha tenido en cuenta la problemática de los medios de telecomunicaciones existentes, se realizaron encuestas a funcionarios de un determinado nivel y otros procedimientos que han permitido estimar las necesidades de telecomunicaciones de la SPCC.

2.1 Información a cursarse en el SITE-SPCC

2.1.1 Comunicaciones telefónicas

De la información obtenida en las entrevistas con funcionarios de alto nivel, se estructuraron diagramas donde se muestra el grado de relación y de necesidad de comunicaciones desde cada una de las áreas operativas, indicando la frecuencia con que se presentan éstas, así como la dependencia

de origen en el área operativa estudiada.

En las Figuras 17 y 18 se resumen los resultados obtenidos. Los tráficos telefónicos en Erlangs que se indican se obtienen teniendo en cuenta los parámetros que se muestran en la figura respectiva.

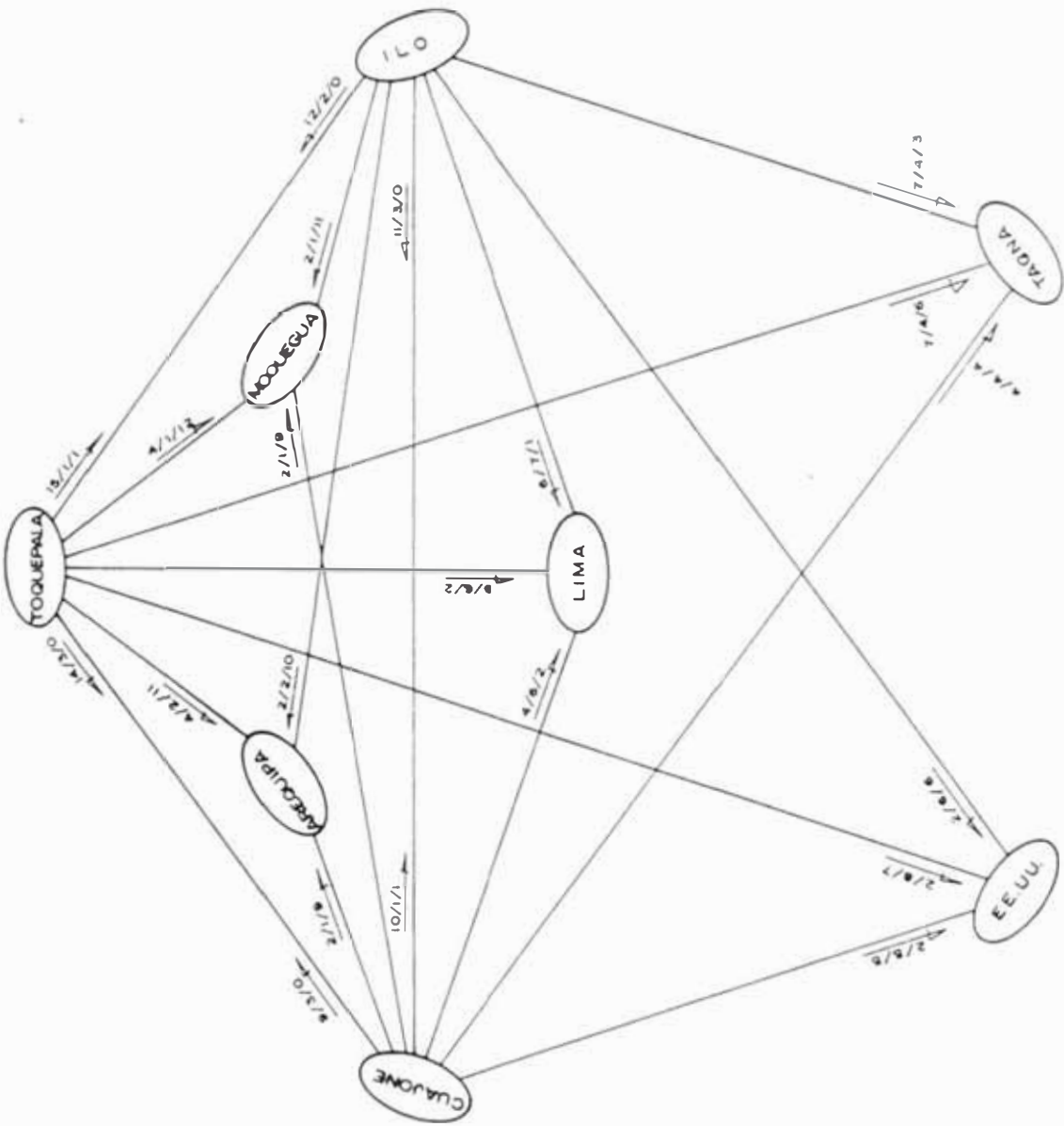
En el Apéndice B se presenta el formato de la encuesta que se efectuó en diferentes dependencias de la SPCC. El resultado de la misma sirvió para efectuar una apreciación, desde el punto de vista del usuario, de la calidad de los diversos servicios de telecomunicaciones que existen en la SPCC, así como el grado de relación con otras dependencias de la empresa.

Con los resultados de las encuestas, lo indicado en la Figura 18 y la necesidad del encaminamiento del tráfico, se determinó que, en lo referente a telefonía, los requerimientos de circuitos, para un porcentaje de pérdida del 1%, eran los indicados en la Figura 19.

2.1.2 Comunicaciones de datos

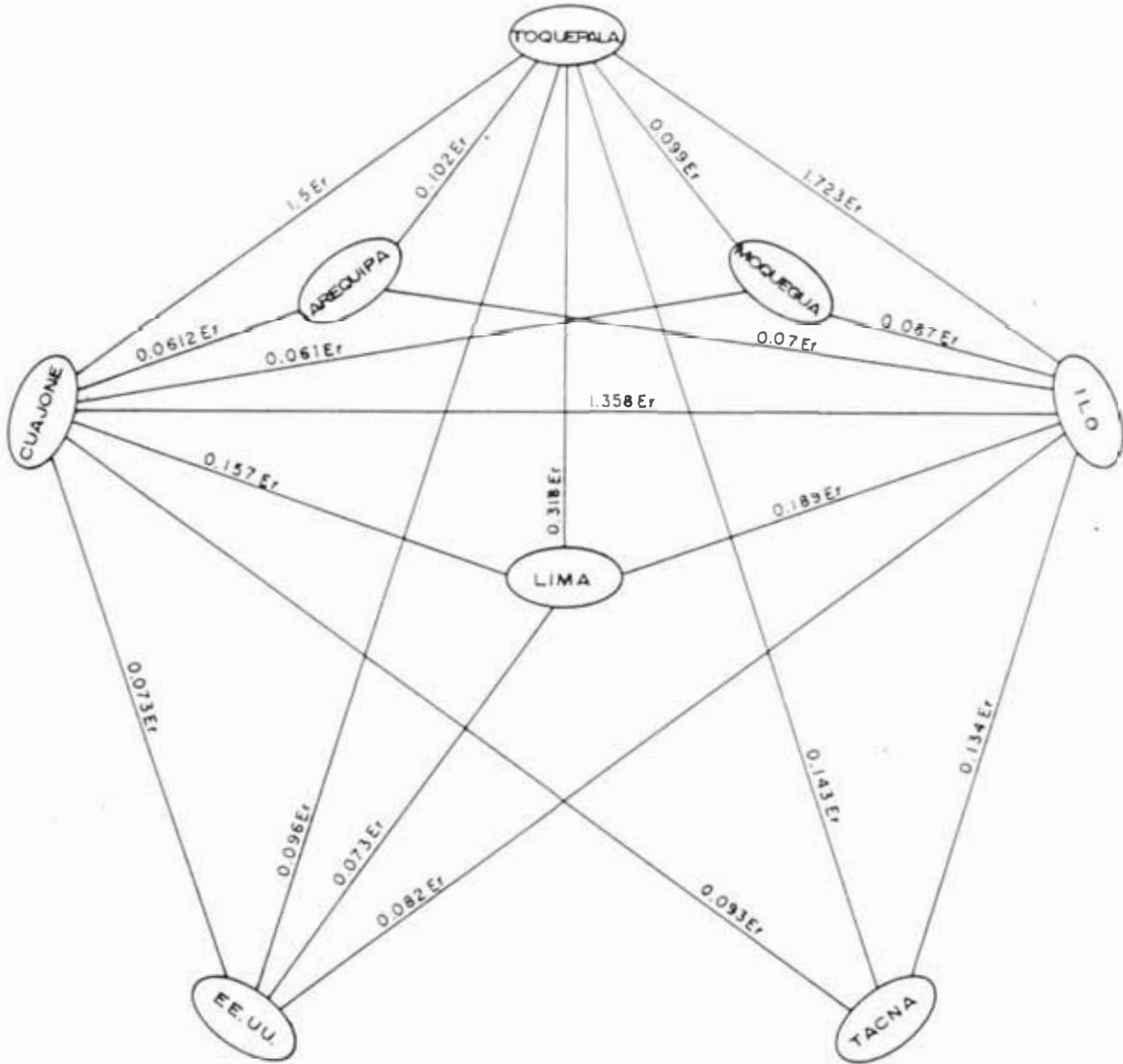
De la información obtenida en las entrevistas con funcionarios del área de informática se llegó a la conclusión que la necesidad de circuitos destinados exclusivamente para la transmisión de datos eran los que se indican en la Figura 20, algunos de los cuales se destinan a la interconexión de equipos de cómputo y otros para la operación inter áreas operativas de un sistema de supervisión y control de procesos en tiempo real denominado Sistema Bailey.

FIGURA 17
RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE COMUNICACIONES ENTRE LAS AREAS OPERATIVAS Y OTRAS DEPENDENCIAS DE LA SPCC



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC	
F/MF/E	LEYENDA
F	Nº DE VECES QUE SE PRESENTA LA NECESIDAD DE COMUNICACION FRECUENTE
MF	Nº DE VECES QUE SE PRESENTA LA NECESIDAD DE COMUNICACION MENOS FRECUENTE
E	Nº DE VECES QUE SE PRESENTA LA NECESIDAD DE COMUNICACION ESPORADICA

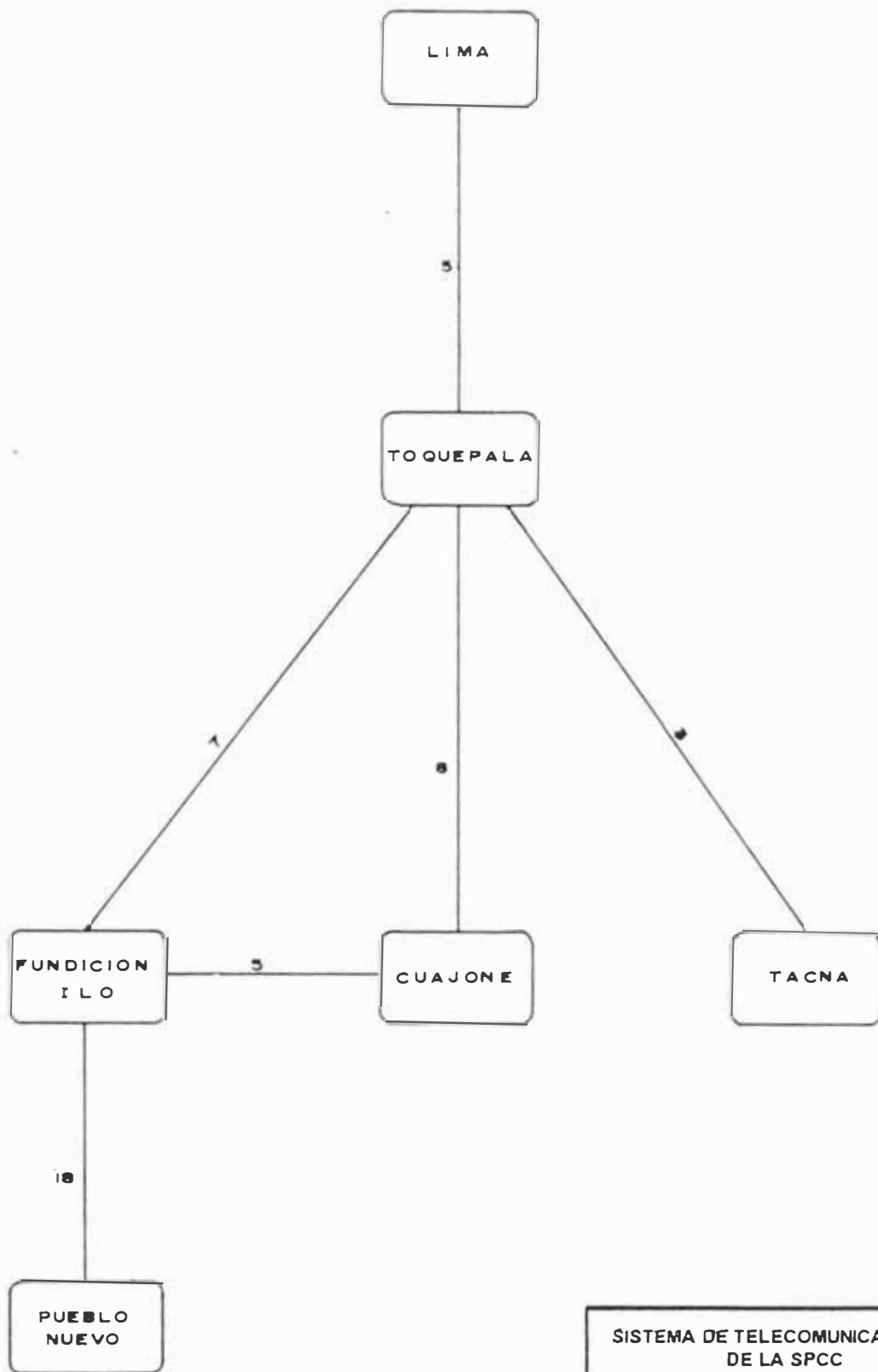
FIGURA 18
TRAFICO TELEFONICO ESTIMADO EN BASE A LAS NECESIDADES DE COMUNICACION



	DENTRO DE LAS AREAS OPERATIVAS	FUERA DE LAS AREAS OPERATIVAS
DURACION ESTIMADA DE CADA COMUNICACION	5 MINUTOS	7 MINUTOS
COMUNICACION FRECUENTE (F)	3 COMUNICACIONES POR DIA	1 COMUNICACION CADA DOS DIAS
COMUNICACION MENOS FRECUENTE (MF)	1 COMUNICACION CADA DOS DIAS	1 COMUNICACION A LA SEMANA
COMUNICACION ESPORADICA (E)	1 COMUNICACION A LA SEMANA	1 COMUNICACION CADA DOS SEMANAS
Er : TRAFICO ESTIMADO EN ERLANGS		

FIGURA 19

REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS PARA TELEFONIA



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

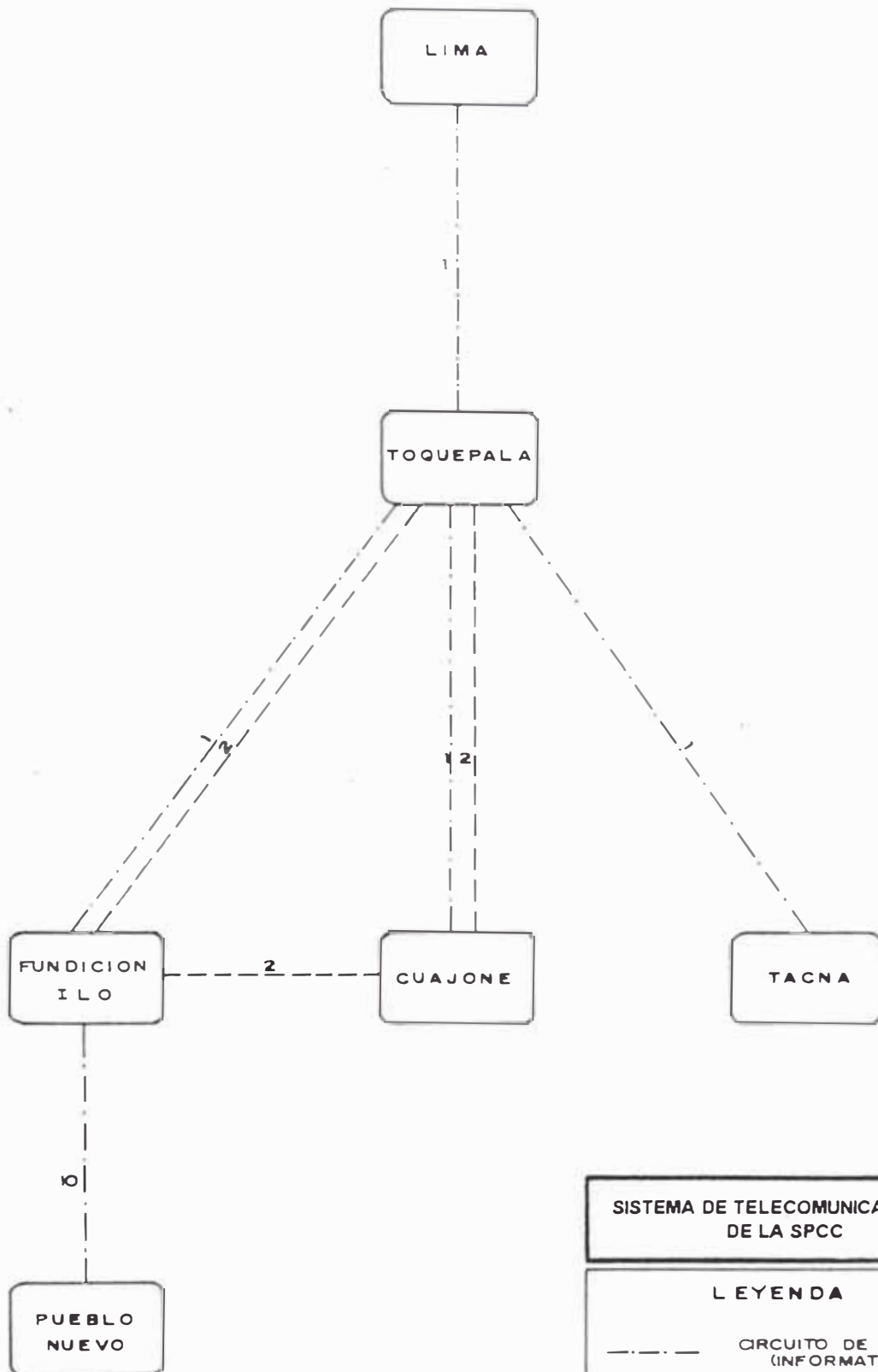
LEYENDA

— CIRCUITO TELEFONICO

x NUMERO DE CIRCUITOS

FIGURA 20

REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS PARA TRANSMISION DE DATOS (INFORMATICA Y SISTEMA BAILEY)



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

LEYENDA

- CIRCUITO DE DATOS (INFORMATICA)
- .-.- CIRCUITO DE DATOS (SISTEMA BAILEY)
- X NUMERO DE CIRCUITOS

2.2 Necesidad inicial de circuitos

Teniendo en cuenta que la transmisión de facsímil sería por intermedio de la red telefónica, en la Figura 21 se indica la necesidad inicial de circuitos para el SITE-SPCC.

2.3 Proyección de las necesidades a mediano y largo plazo

En la Figura 22 se muestra la proyección de las necesidades de circuitos de larga distancia para telefonía, transmisión de datos y Sistema Bailey, a mediano (5 años) y largo plazo (10 años).

Estas previsiones se han efectuado, en lo referente a telefonía, considerando que la puesta en operación de un sistema eficiente de comunicaciones originará un mayor uso de este servicio; asimismo, se considera el incremento vegetativo de los anexos telefónicos, la introducción de nuevos servicios asociados al telefónico (por ejemplo facsímil) y un mayor uso del discado directo entre las áreas operativas, Tacna y Lima.

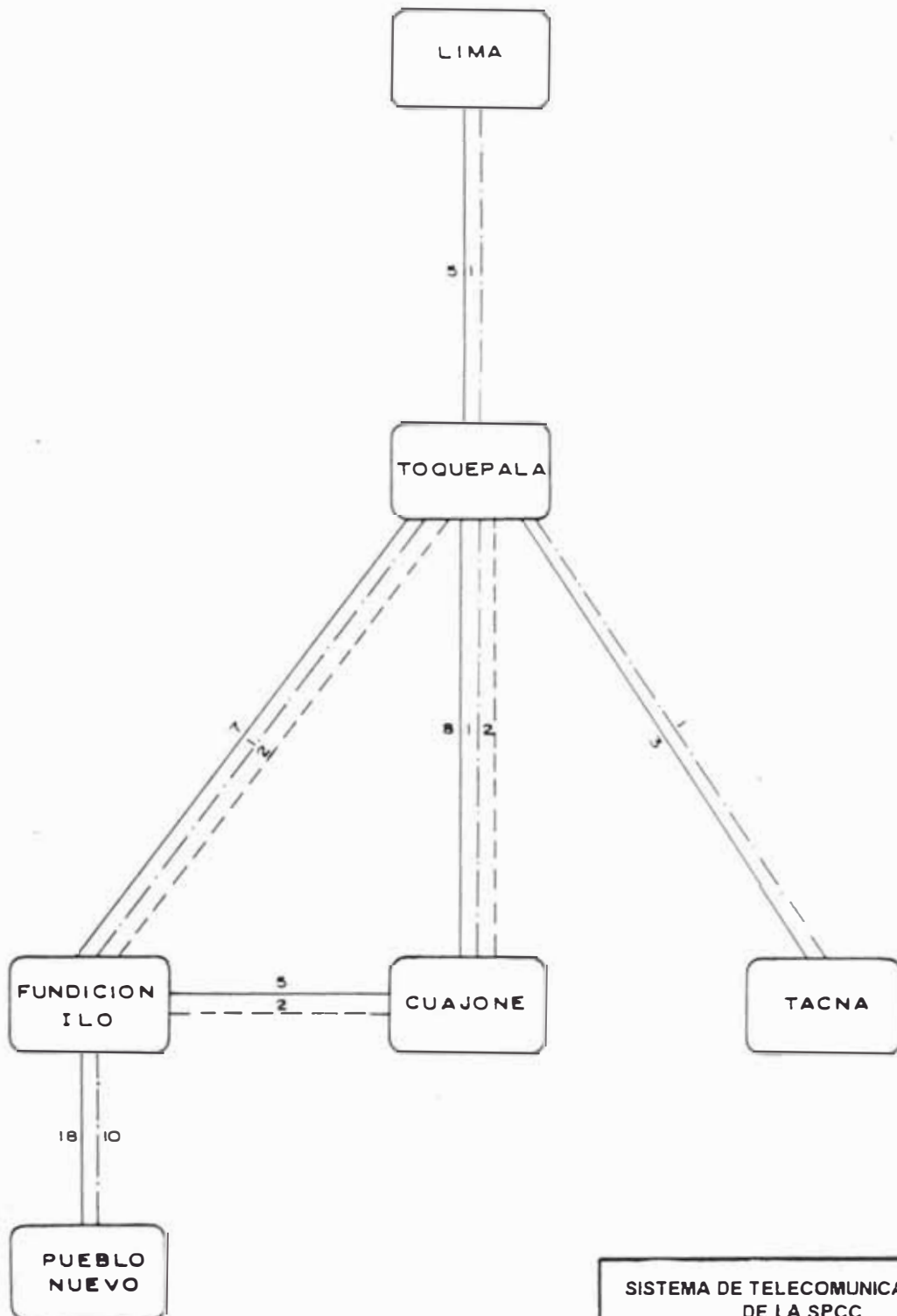
En lo concerniente a la transmisión de datos y Sistema Bailey, se ha considerado que las posibilidades que ofrece la nueva tecnología en cuanto a velocidad de transmisión, multiplexación de canales de datos en un canal telefónico y la transmisión de paquetes, implica que la necesidad de crecimiento de estos circuitos no sea apreciable.

2.4 Posible enrutamiento de las comunicaciones

Considerando que se han determinado las fuentes, clases y volúmenes de información a cursarse por el SITE-SPCC, a continuación se plantea el posible

FIGURA 21

REQUERIMIENTO INICIAL DE CIRCUITOS



NOTA:

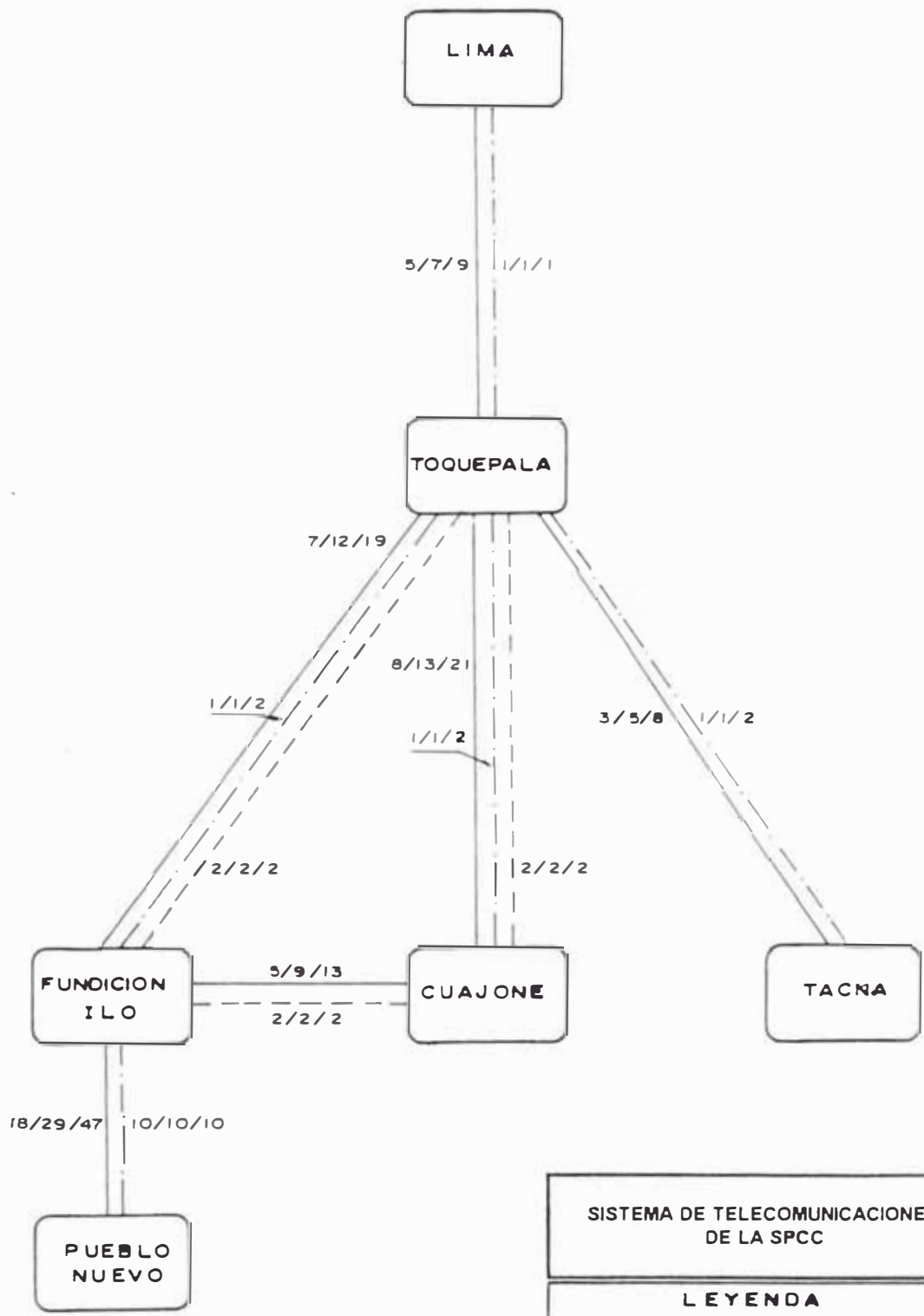
EN EL ENLACE FUNDICION ILO - PUEBLO NUEVO LOS REQUERIMIENTOS MOSTRADOS NO INCLUYEN LAS NECESIDADES COMPLEMENTARIAS (CONTROL REMOTO DE TELECOMUNICACIONES, ABONADOS EXTENDIDOS DE ENTEL PERU S.A., TELEX, ETC); LOS QUE CONTINUARIAN EN EL CABLE DE 25 PARES EXISTENTES.

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

LEYENDA

- CIRCUITO TELEFONICO
- - - - - CIRCUITO DE DATOS (INFORMATICA)
- - - - - CIRCUITO DE DATOS (SISTEMA BAILEY)
- X NUMERO DE CIRCUITOS

FIGURA 22
REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS DEL SITE - SPCC



SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC	
LEYENDA	
————	CIRCUITO TELEFONICO
- · - · -	CIRCUITO DE DATOS (INFORMATICA)
- - - -	CIRCUITO DE DATOS (SISTEMA BAILEY)
X/Y/Z	
X	REQUERIMIENTO ACTUAL DE CIRCUITOS
Y	REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS A MEDIANO PLAZO
Z	REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS A LARGO PLAZO

enrutamiento de las comunicaciones.

Se considera que la SPCC cuente con medios propios de transmisión para llevar las comunicaciones hasta un centro donde ENTEL PERU S. A. tenga medios de transmisión eficientes y confiables.

Se plantea la instalación de radioenlaces en microondas que enlacen las áreas operativas entre si y con la ciudad de Tacna, donde se accedería a la Red Troncal de Microondas (RTMO), teniéndose como medio de transmisión de reserva, para las comunicaciones inter áreas, a la red PLC.

Alternativamente, se utilizaría transmisión via satélite para la interconexión con Lima.

III INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 Concepción general del Sistema de Telecomunicaciones de la SPCC

3.1.1 Consideraciones básicas

La Ingeniería del Proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta básicamente los siguientes aspectos

- El conocimiento de la infraestructura de telecomunicaciones existente, realizado durante la fase de Diagnóstico.
- Los requerimientos de servicios de telecomunicaciones establecidos durante las fases de Diagnóstico y Determinación de Necesidades.
- Las normas de la Administración Peruana y las recomendaciones de los organismos internacionales competentes, tales como el CCIR y el CCITT.
- El estado actual de la tecnología de telecomunicaciones

Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se fueron incorporando algunos requerimientos adicionales, fundamentalmente en lo referente al número de puntos a servir, realizándose los ajustes correspondientes básicamente en la configuración de la red y el número de canales de comunicación.

3.1.2 Configuración del SITE - SPCC

El Sistema de Telecomunicaciones de la SPCC (SITE -SPCC) está conformado básicamente por los siguientes subsistemas

- Subsistema de Transmisión
- Subsistema de Telefonía
- Subsistema de Transmisión de Datos

3.2 Sub-sistema de transmisión

Este sub-sistema sirve de soporte a los otros dos y está conformado por las siguientes redes

- Red de microondas.
- Red vía satélite.

3.2.1 Red de microondas

Esta red considera radioenlaces de visibilidad directa de propiedad de la SPCC, para interconectar las áreas operativas de Toquepala, Cuajone e Ilo entre si y con las oficinas administrativas en Tacna.

La red opera en el modo 1 + 0, y cuenta con la posibilidad de ampliación al modo 1 + 1; asimismo, cuenta con una capacidad de 120 canales telefónicos (240 en un tramo). La red de microondas de la SPCC se interconecta desde Toquepala vía satélite con Lima, desde donde accesa a la red telefónica en

Lima y, via satélite, a las oficinas de la SPCC en USA (Miami y New York). Además es posible integrarla con la Red Troncal de Microondas de ENTEL PERU S. A., habiéndose previsto canales de reserva para este fin.

Esta red que opera en la banda de 2 GHz y permite a la SPCC la interconexión de las centrales telefónicas (a nivel de troncales tie-line), abonados telefónicos extendidos, equipos de datos, facsímil, así como soportar aplicaciones específicas, tal como su sistema Bailey.

3.2.1.1 Configuración de la red

En la Figura 23 se esquematiza la configuración de la red, donde se puede apreciar la localización geográfica de las estaciones terminales y estaciones repetidoras, así como la interconexión entre ellas.

La red de microondas considera 11 estaciones radioeléctricas (7 terminales y 4 repetidoras, las cuales se mencionan a continuación

- Estación terminal en Villa Botiflaca (Cajamarca)
- Estación repetidora en C^o Botiflaca (Cajamarca)
- Estación repetidora con derivación en C^o Gallinazo.
- Estación terminal en Fundición (Ilo).
- Estación terminal en Pueblo Nuevo (Ilo).
- Estación terminal en el Puerto (Ilo).
- Estación repetidora con derivación en C^o Incapuquio (Toquepala).
- Estación terminal en Staff (Toquepala).
- Estación repetidora en E.R. Para (Tacna).
- Estación terminal en Quinta Amanda (Tacna).
- Estación terminal en ENTEL (Tacna).

3.2.1.2 Plan de frecuencias

En la Figura 24 se presenta el plan de frecuencias de la red de microondas de la SPCC con indicación de la polarización.

Como se puede observar los radioenlaces operan en la banda de 2 GHz (1.7 - 1.9 GHz) y la distribución de los radioenlaces sigue la Recomendación 283 del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), así como las recomendaciones de la Administración Peruana de Telecomunicaciones.

3.2.1.3 Plan de canalización multiplex

En la Figura 25 se muestra la canalización de la red de microondas, observándose canales para telefonía, facsímil y transmisión de datos. En dicha figura se observa la disponibilidad de canales a 64 Kbit/s y 2 Mbit/s. Las capacidades de los enlaces son de 17 Mbit/s (240 canales telefónicos) en el enlace C° Incapuquio - Staff (Toquepala) y de 8 Mbit/s (120 canales telefónicos) en el resto de enlaces.

3.2.1.4 Cálculos de radiopropagación

Perfiles topográficos

Con las cartas del Instituto Geográfico Nacional, así como de información recogida en las rutas de los radioenlaces, se trazaron los perfiles entre las diferentes estaciones que constituyen la red, considerando para ello $K = \infty$ y en los casos en los cuales la distancia así lo justifique se indica la corrección por curvatura del terreno para $K = 4/3$.

En las Figuras 26 a 35 se presentan los perfiles anteriormente indicados.

Alturas de torres y antenas

En la Figura 36 se muestran las alturas de torres y antenas de la red con indicación del tipo de torre y algunas características de las mismas.

Cálculos teóricos de radiopropagación

En la Tabla 1 se muestran los cálculos teóricos de radiopropagación empleándose para ello características técnicas típicas de equipos y los procedimientos de cálculo recomendados por los organismos internacionales de telecomunicaciones.

3.2.1.5 Pruebas

Estas pruebas estuvieron destinadas a verificar la existencia de líneas de vista entre los diferentes puntos considerados. Las pruebas fueron de visibilidad directa y de radiopropagación.

Pruebas de visibilidad directa

Las pruebas se efectuaron empleando espejos en aquellos tramos que la distancia lo permitía, para lo cual fue necesario contar con condiciones atmosféricas favorables. en los tramos en que se efectuaba este tipo de prueba se tomaban fotografías desde el extremo opuesto al brillo de espejo.

Pruebas de radiopropagación

Con el objeto de determinar los niveles de recepción para los diferentes tramos se efectuaron pruebas de radiopropagación, empleando equipos portátiles de microondas que operan a 5890 Mhz.

3.2.1.6 Metrado del equipamiento

En la Tabla 2 se presenta el metrado del equipamiento de microondas, así como de los materiales de instalación y documentación.

3.2.1.7 Especificaciones técnicas de los equipos

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de los principales equipos y/o accesorios de la red.

A Especificaciones generales

- a.1 Los radioenlaces y el multiplex deben ser de tecnología digital.
- a.2 El múltiplex a nivel banda base debe ser por división en el tiempo (TDM) conformado por tramas de 30 + 2 canales (Recomendación G.732 del CCITT).
- a.3 Los componentes de los radioenlaces y múltiplex, deben ser tarjetas enchufables con microcircuitos de la más reciente tecnología.
- a.4 Los radioenlaces y el múltiplex deben cumplir estrictamente con las recomendaciones del CCIR y del CCITT.

- a.5 El equipamiento debe operar en forma continua y permanente (100%).
- a.6 Los equipos de radio y multiplex deben ser de estado sólido y de bajo consumo de energía.
- a.7 El equipamiento debe ser modular en su diseño. Las unidades multiplex deben ser fácilmente ampliables hasta su capacidad final.
- a.8 El equipamiento debe ser de fácil instalación, mantenimiento y ampliación, empleando para ellos unidades y/o tarjetas deslizables conectadas a plugs y sockets cableados.

B Múltiplex de primer orden

b.1 Características generales

- b.1.1 Capacidad : 30 canales
- b.1.2 Tipo de multiplexación : Por división en el tiempo (TDM)
- b.1.3 Tipo de modulación : Por pulsos codificados (PCM)
- b.1.4 Velocidad binaria nominal : 2.048 Mbit/s
- b.1.5 Tolerancia : 50 ppm máximo
- b.1.6 Bits por intervalo de tiempo de : 8 canal
- b.1.7 Intervalos de tiempo de canal : 32 por trama
- b.1.8 Alineación de trama : Intervalo de tiempo 0
- b.1.9 Señalización : Intervalo de tiempo 16
- b.1.10 Velocidad binaria de señalización por canal : 500 bit/s

b.1.11 Código de trabajo entrada/salida : HDB3

b.1.12 Impedancia en audiofrecuencia : 600 ohm balanceados

b.1.13 Impedancia en banda base : 75 ohm desbalanceados

b.1.14 Alimentación : -48 Vdc

b.1.15 Bucles de prueba : Local y remota

b.1.16 Consumo de energía : 15 W máximo

b.2 Características a frecuencias vocales

b.2.1 Banda de frecuencia : 300 a 3400 Hz

b.2.2 Valor nominal de frecuencia de muestreo : 8000 Hz

b.2.3 Ley de codificación : A logarítmica, con $A=87.6$ y 13 segmentos

b.2.4 Nivel de sobrecarga : +3.14 dBmo

b.2.5 Número de amplitudes cuantificadas : 256 (8bits por muestra)

b.2.6 Ruido de canal en reposo : < -65 dBmop

b.2.7 Atenuación de diafonía : < -65 dBmop

b.2.8 Otras características de transmisión : Rec. G712 del CCITT

b.3 Alarmas

Indicación mediante señal luminosa, como mínimo lo siguiente:

- . Falla de alimentación
- . Pérdida de recepción del tren de 2.048 Mbit/s
- . Pérdida de alineamiento de trama
- . Pérdida de alineamiento de multitrama
- . Pérdida de señalización
- . Tasa de error (BER) mayor que 10^{-3}

b.4 Interface con central telefónica (circuito tie-line)

- b.4.1 Número de hilos : 4
- b.4.2 Señalización : E & M
- b.4.3 Hilo M
 - . Señal de toma de la central : -48 Vdc
 - . Señal de reposo de la central : 0 Vdc
 - . Corriente con señal de toma : 70 mA máximo
- b.4.4 Hilo E
 - . Señal de toma hacia la central : 0 Vdc
 - . Señal de reposo en la central : -48 Vdc
 - . Corriente con señal de toma : 11 mA aprox.

b.5 Interface para línea extendida

- b.5.1 Número de hilos : 2
- b.5.2 Resistencia de bucle : 1200 ohm, incluido el aparato telefónico
- b.5.3 Señalización : Tipo bucle
- b.5.4 Corriente de timbrado : 75 Vrms + 10 Vrms
20 + 1 Hz

- b.5.5 Pulsos de discado : 10 pps
- b.5.6 Porcentaje de apertura : 55 a 77%
- b.5.7 Senal hook flash : Entre 240 y 2040 ms

b.6 Interface para datos

- b.6.1 Número de hilos : 4
- b.6.2 Velocidad : 64 Kbit/s
- b.6.3 Otras características : Según Rec. G.703 del CCITT

C Múltiplex de segundo orden

c.1 Características generales

- c.1.1 Velocidad binaria nominal : 8.448 Mbit/s
- c.1.2 Tolerancia : 30 ppm máximo
- c.1.3 Método de multiplexado : Cíclica
- c.1.4 Velocidad binaria de los afluentes : 2.048 Mbit/s
- c.1.5 Número de afluentes : 4
- c.1.6 Estructura de trama : Rec. G.742 del CCITT
- c.1.7 Justificación : Positiva
- c.1.8 Código de trabajo entrada/salida : HDB3
- c.1.9 Impedancia de entrada/salida : 75 ohm desbalanceados
- c.1.10 Alimentación : -48 Vdc

c.2 Alarmas

Indicación mediante señal luminosa, como mínimo :

- . Falla de alimentación
- . Pérdida de recepción de señal tributaria
- . Pérdida de recepción del tren de 8.448 Mbit/s
- . Pérdida de alineamiento de trama

D Transmisor/receptor

d.1 Características generales

- | | | |
|--------|-------------------------------|---|
| d.1.1 | Configuración | : Punto a punto (1+0) |
| d.1.2 | Modo de operación | : 100% continuo |
| d.1.3 | Banda de frecuencia | : 1700 - 1900 Mhz (Rec. 283-4 del CCIR) |
| d.1.4 | Capacidad de transmisión | : 8.448 Mbit/s ó 2x8.448 Mbit/s según el enlace |
| d.1.5 | Tipo de modulación | : QPSK |
| d.1.6 | Tipo de demodulación | : Coherente |
| d.1.7 | Número de canales de servicio | : Mínimo 1 |
| d.1.8 | Frecuencia intermedia | : 70 Mhz |
| d.1.9 | Impedancia en RF | : 50 ohm desbalanceados |
| d.1.10 | Impedancia en FI | : 75 ohm desbalanceados |
| d.1.11 | Estabilidad de frecuencia | : + 20 ppm o mejor |
| d.1.12 | Alimentación | : -48 Vdc |

d.2 Transmisor

- d.2.1 Potencia de salida : 30 dBm mínimo (8 Mbit/s)
20 dBm mínimo (2x8 Mbit/s)
- d.2.2 Atenuación de espúreas : 65 dB mínimo

d.3 Receptor

- d.3.1 Figura de ruido : 4 dB máximo
- d.3.4 Nivel de umbral (BER = 10^{-3}) : -85 dBm máximo
- d.3.5 Atenuación de frecuencia imá- : 90 dB mínimo
gen

d.4 Características en banda base

- d.4.1 Capacidad de transmisión : 8.448 Mbit/s ó 2x8.448 Mbit/s
según el enlace
- d.4.2 Código de línea : HDB3
- d.4.3 Impedancia : 75 ohm desbalanceados
- d.4.4 Interface : Rec. G.703 del CCITT

d.5 Duplexor

- d.5.1 Pérdida de inserción (Tx + Rx) : 5 dB máximo
- d.5.2 Impedancia lado antena y : 50 ohm desbalanceados
Tx/Rx
- d.5.3 Pérdida de retorno : 20 dB mínimo

d.6 Alarmas

Indicar mediante señal luminosa, como mínimo :

- . Falla del transmisor
- . Falla del receptor
- . BER mayor que 10^{-3}

E Cable Alimentador

Se presentan especificaciones para cable coaxial, pudiendo utilizarse otro tipo siempre y cuando sus características sean iguales o mejores a las dadas :

e.1	Tipo	: Coaxial
e.2	Dieléctrico	: Sólido
e.3	Impedancia	: 50 ohm
e.4	Atenuación	: 7 dB/100 m máximo
e.5	VSWR	: 1.2 máximo

F Antenas

f.1	Banda de frecuencia	: 1700 - 1900 Mhz
f.2	Ganancia	
	. Tipo I	
	(Parabólica, grilla u otra)	: 25 dBi mínimo
	. Tipo II	
	(Grilla parabólica)	: 33 dBi mínimo
f.3	Polarización	: Lineal (vertical, horizontal)
f.4	VSWR	: 1.2 máximo

G Equipo de supervisión

Unidad central ubicada en Toquepala y unidades remotas en todas las estaciones radioeléctricas

- g.1 Número de estaciones remotas : 16 mínimo
- g.2 Número de items a supervisar : 16 mínimo

H Equipos de energía

h.1 Regulador automático de voltaje

- h.1.1 Voltaje de entrada : 220 Vac + 20%
- h.1.2 Frecuencia de la red : 60 Hz + 5%
- h.1.3 Voltaje de salida : 220 Vac + 2%
- h.1.4 Régimen de trabajo : 100% Continuo
- h.1.5 Refrigeración : Natural por aire

h.2 Rectificador/cargador

- h.2.1 Tecnología : Estado sólido
- h.2.2 Configuración : Preferentemente dual
- h.2.3 Voltaje de entrada : 220 Vac + 2%
- h.2.4 Voltaje de salida : De acuerdo a los requerimientos de cada estación
- h.2.5 Régimen de trabajo : Continuo
- h.2.6 Refrigeración : Natural por aire
- h.2.7 Voltaje de flotación : Dentro del 10%
- h.2.8 Voltaje de carga de ecualización : Dentro del 20%
- h.2.9 Voltaje de rizado : 100 mVpp máximo, con la batería conectada

- h.2.10 Protecciones : . Fusibles rápidos y/o contactores en los lados de alterna y continua
 . Contra sobrevoltajes
 . Eliminador de ruido y transitorios de voltaje, entre líneas y entre línea y tierra
- h.2.11 Instrumentos mínimos : Medidores de voltaje y corriente de salida

h.3 Baterías

- h.3.1 Tipo : Preferentemente plomo-ácido para uso estacionario
- h.3.2 Voltaje nominal : Preferentemente 2 o 12 Vdc
- h.3.3 Capacidad : De acuerdo a los requerimientos en cada estación para una autonomía de 8 horas

I Condiciones ambientales para el equipamiento

- i.1 Rango de temperatura : -10 a +45 °C
- i.2 Humedad relativa : Hasta 95%
- i.3 Altitud : Hasta 4000 msnm

3.2.2 Red vía satélite

3.2.2.1 Descripción

Esta Red considera dos estaciones terrenas de propiedad de la SPCC, según el siguiente detalle:

- Estación Terrena en Toquepala, que concentra el tráfico de voz, datos y facsímil de las áreas operativas de Cuajone, Ilo y Toquepala, y de Tacna.
- Estación Terrena de Lima que atiende el tráfico de la SPCC en Lima.

Se emplea como segmento espacial al Satélite INTELSAT en su servicio IBS, proporcionado por ENTEL PERU S. A.

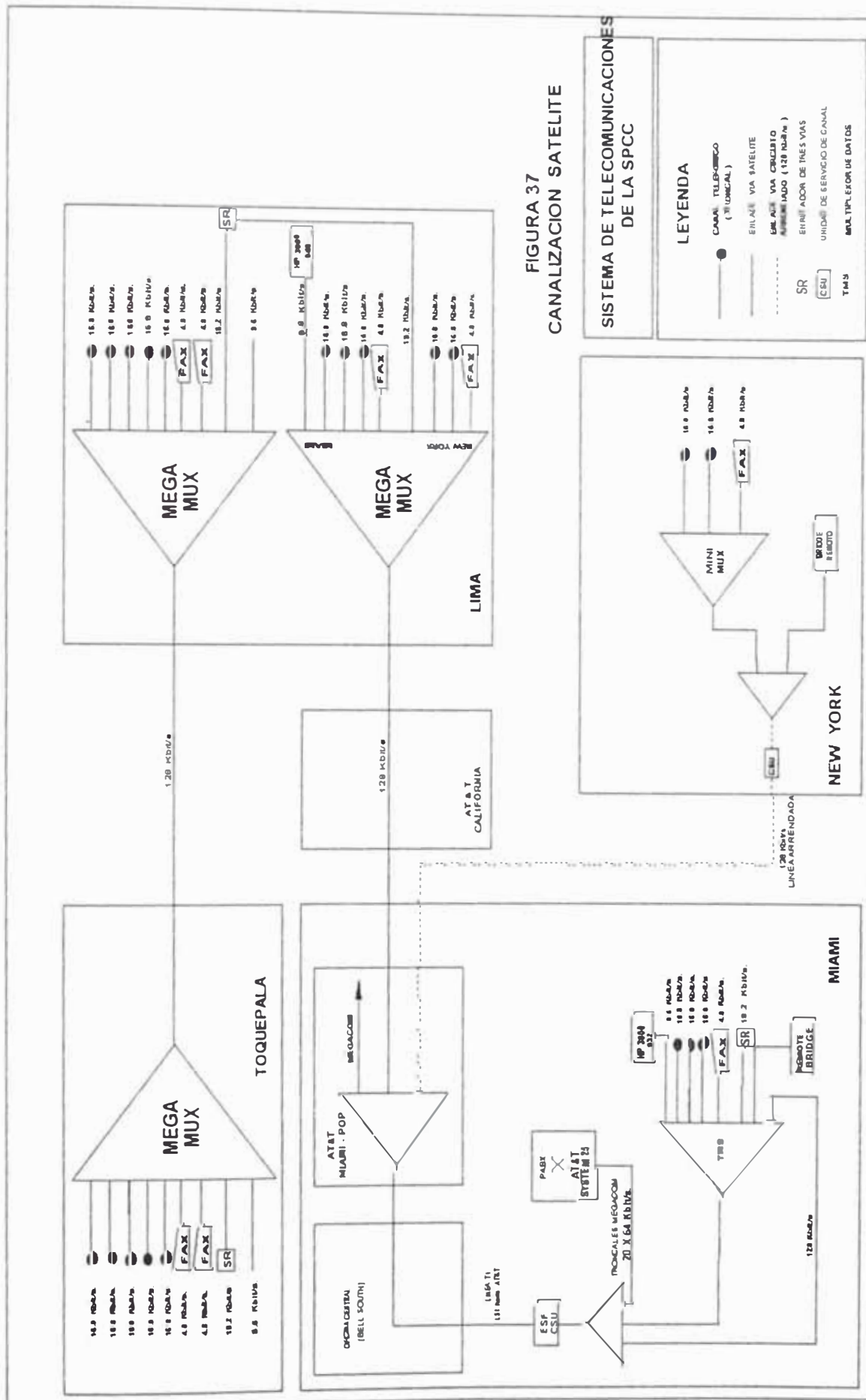
El enlace Toquepala - Lima se realiza a una velocidad de 128 Kbit/s. Las comunicaciones de la estación terrena de Lima, también con una velocidad de 128 Kbit/s, se recibe en el Telepuerto de AT&T (California) desde donde se encamina mediante circuitos arrendados a New York y Miami con una velocidad de 128 Kbit/s.

3.2.2.2 Plan de canalización multiplex y frecuencias de operación

En la Figura 37 se muestra la canalización de las comunicaciones Vía Satélite de la SPCC, donde se puede apreciar que existen canales telefónicos, de datos y facsímil.

Las frecuencias de operación de las estaciones terrenas de Lima y Toquepala , son las siguientes:

- Up-link 6335.0550 MHz
- Down-link 4109.8525 MHz



3.2.2.3 Equipamiento de las estaciones terrenas

El equipamiento en las diferentes estaciones terrenas está compuesto por lo siguiente

- Antena
- Terminal de radiofrecuencia
- Modem
- Multiplexor voz/datos

Las principales especificaciones técnicas de este equipamiento son las siguientes

A Antena

a.1	Tipo	Estandar F1
a.2	Diámetro	5 m
a.3	Cobertura	0 a 85 ° en elevación 360 ° en azimut
a.4	Banda de frecuencias	3.7/4.2 Ghz (Recepción) 5.9/6.4 Ghz (Transmisión)
a.5	Polarización	Circular
a.6	Ganancias	44.9 dB - 4 Ghz 47.0 dB - 6 Ghz
a.7	VSWR	1.3 máximo
a.8	Aislamiento	35 dB mínimo

B Terminal de radiofrecuencia

b.1	Transmisor	
b.1.1	Frecuencia de Tx	5.925/6.425 Ghz

b.1.2	Frecuencia intermedia	70 + 20 Mhz
b.1.3	Potencia de salida	20 W
b.1.4	Impedancia de entrada	50 Ohm
b.1.5	Temperatura	-40 a +60 °C
b.1.6	Humedad	100%
b.2	Receptor	
b.2.1	Frecuencia de Rx	3.700/4.200 Ghz
b.2.2	Frecuencia intermedia	70 + 20 Mhz
b.2.3	Impedancia de entrada	50 ohm
b.2.4	Ruido del sistema	1.1 dB
b.2.5	Temperatura	-40 a +60 °C
b.2.6	Humedad	100%
b.3	LNB	
b.3.1	Frecuencia de entrada	: 3.7 - 4.2 Ghz
b.3.2	Temperatura de ruido	45 °K
b.3.3	Ganancia	60 dB mínimo
b.3.4	Estabilidad de ganancia	: ± 2 dB
b.3.5	Impedancia de salida	75 ohm
b.3.6	VSWR a la salida	: 1.5 : 1
b.3.7	Polarización DC	: + 15 V
b.4	Transmisor/Receptor interior	
b.4.1	Impedancia de entrada	: 75 ohm
b.4.2	Frecuencia de salida	Banda L
b.4.3	Paso del sintetizador	: 20 Mhz
b.4.4	Temperatura	+ 20 a + 40 °C

C Modem

c.1	Modos de operación	Full duplex o simplex
c.2	Modulación	QPSK
c.3	Compatibilidad	IESS 308,309 B57-40E(Viterbi) SM 220 (Secuencial)
c.4	Velocidad de datos	Hasta 2.304 Mbit/s programable, con 1 bit/s de resolución
c.5	Interfases de datos	Seleccionable entre: . DS1/G.703 1.544 Mbit/s . G.703 2.048 Mbit/s . RS - 422 . V.35 . MIL-188/114 < 1 Mbit/s
c.6	Modulador	
c.6.1	Potencia de salida	-5 a -25 dBm (pasos de .1 dB)
c.6.2	Frecuencia de salida	50 a 90 Mhz
c.6.3	Impedancia de salida	75 Ohm
c.6.4	Pérdida de retorno a la salida	20 dB mínimo (50 a 90 Mhz)
c.7	Demodulador/decodificador	
c.7.1	Rango de potencia de entrada	-35 a -55 dBm
c.7.2	Frecuencia de entrada	50 a 90 Mhz
c.7.3	Rango de adquisición	: + 25 kHz
c.7.4	Impedancia de entrada	75 ohm
c.7.5	Pérdida de retorno a la entrada	20 dB mínimo (50 a 90 Mhz)
c.7.6	Desaleatorizador	: IESS 308 (V.35) o SM 220

D	Multiplexor voz/datos	
d.1	Técnica de multiplexaje	Temporal por entrelazado de bits
d.2	Velocidad compuesta	4800 bit/s a 2.048 Mbit/s
d.3	Capacidad de canales	54
d.4	Interfases de los canales de datos	RS-232/CCITT V.24, RS-422/CCITT V.11, RS-423/CCITT V.10, CCITT V.35 MIL-STD-188-114
d.5	Velocidad de los canales de datos	Síncronos : hasta 1.152 Mbit/s Asíncronos : hasta 19.2 kbit/s Isócronos : hasta 64 kbit/s
d.6	Interface de los canales de voz	2/4 hilos, señalización E & M
d.7	Velocidad de los canales de voz	Hasta 64 kbit/s
d.8	Temperatura de operación	0 a 50 °C
d.9	Humedad	Hasta 95%

3.3 Sub-sistema de telefonía

Este sub-sistema considera las facilidades telefónicas de las diferentes áreas operativas, así como en las ciudades de Tacna y Lima.

A fin de contar con un servicio telefónico eficiente, se decidió reemplazar las centrales electromecánicas y electrónicas antiguas de Cuajone, Fundición, Pueblo Nuevo, Tacna y Lima.

En este capítulo se presenta la estructura de la red, la interconexión de las centrales, el plan de numeración y el plan de señalización.

3.3.1 Estructura de la red

La red telefónica de la SPCC se conforma por 06 centrales digitales. En la Tabla 3 se indica el tipo de central por localidad y en la Figura 38 se muestra la estructura de la red. Como se puede apreciar, esta red está conformada por dos clases de centrales : central local y central de transito/local.

TABLA 3
TIPO DE CENTRALES EN LA RED SPCC

LOCALIDAD	TIPO DE CENTRAL
Lima	Tránsito/Local
Toquepala	Tránsito/Local
Cuajone	Local
Fundición (Ilo)	Local
Pueblo Nuevo (Ilo)	Local
Tacna	Local

Central local.- Suministra el servicio telefónico local y encamina el tráfico de larga distancia hacia otra central local y/o hacia una central de transito/local. En la red, las centrales ubicadas en Cuajone, Ilo (Fundición y Pueblo Nuevo) y Tacna vienen a ser centrales locales.

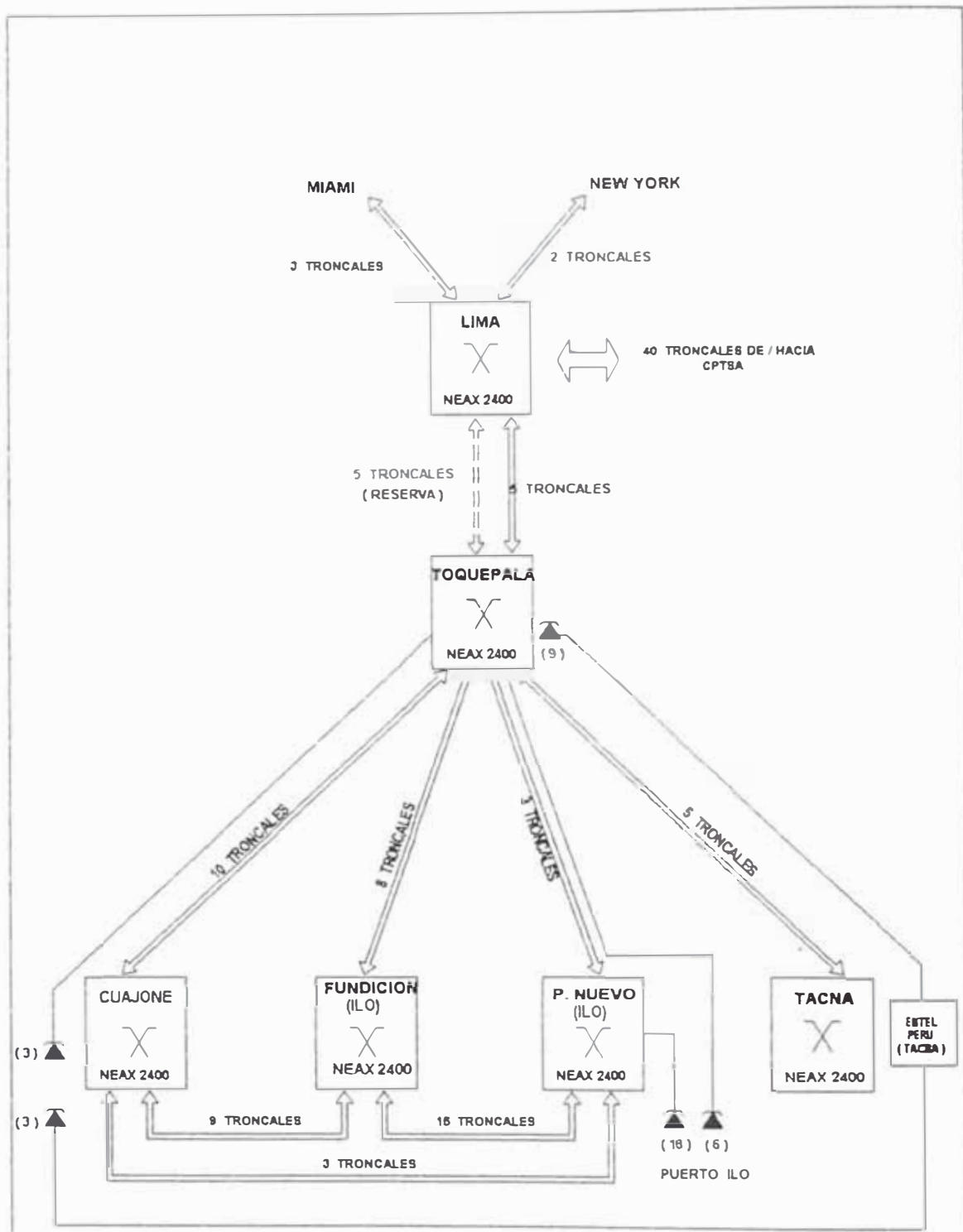


FIGURA 38
 ESTRUCTURA DE LA RED TELEFONICA
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
 DE LA SPCC

- **Central de tránsito/local.**- Permite la interconexión entre dos centrales locales o con otra central de tránsito/local. Además , estas centrales suministran el servicio telefónico local. Las centrales ubicadas en Lima y Toquepala corresponden a este tipo de central.

3.3.2 Centrales telefónicas

Lima

Esta central da servicio al edificio principal de la SPCC ubicado en Lima. Cuenta con 350 anexos, 40 troncales para acceder a la red de la CPTSA, 05 troncales para el acceso al área operativa de Toquepala, 03 troncales para el acceso a la ciudad de Miami, así como 02 troncales para el acceso a New York.

Adicionalmente, a esta central, se conecta 01 equipo facsímil para comunicación con Miami, 01 equipo facsímil para comunicación con New York y 02 equipos facsímil para comunicación con Toquepala. En la Figura 39 se muestra la central en Lima.

Toquepala

Esta central da servicio local al área operativa de Toquepala, permitiendo también el acceso a la red privada de la SPCC. Para esto, cuenta con 500 anexos, 05, 05, 10, 08 y 03 troncales para acceder a Lima, Tacna, Cuajone, Fundición y Pueblo Nuevo respectivamente. Además, se tiene 03 anexos extendidos en Cuajone y 06 anexos extendidos en el Puerto (Ilo). Adicionalmente, se cuenta con 02 equipos facsímil conectados a la central

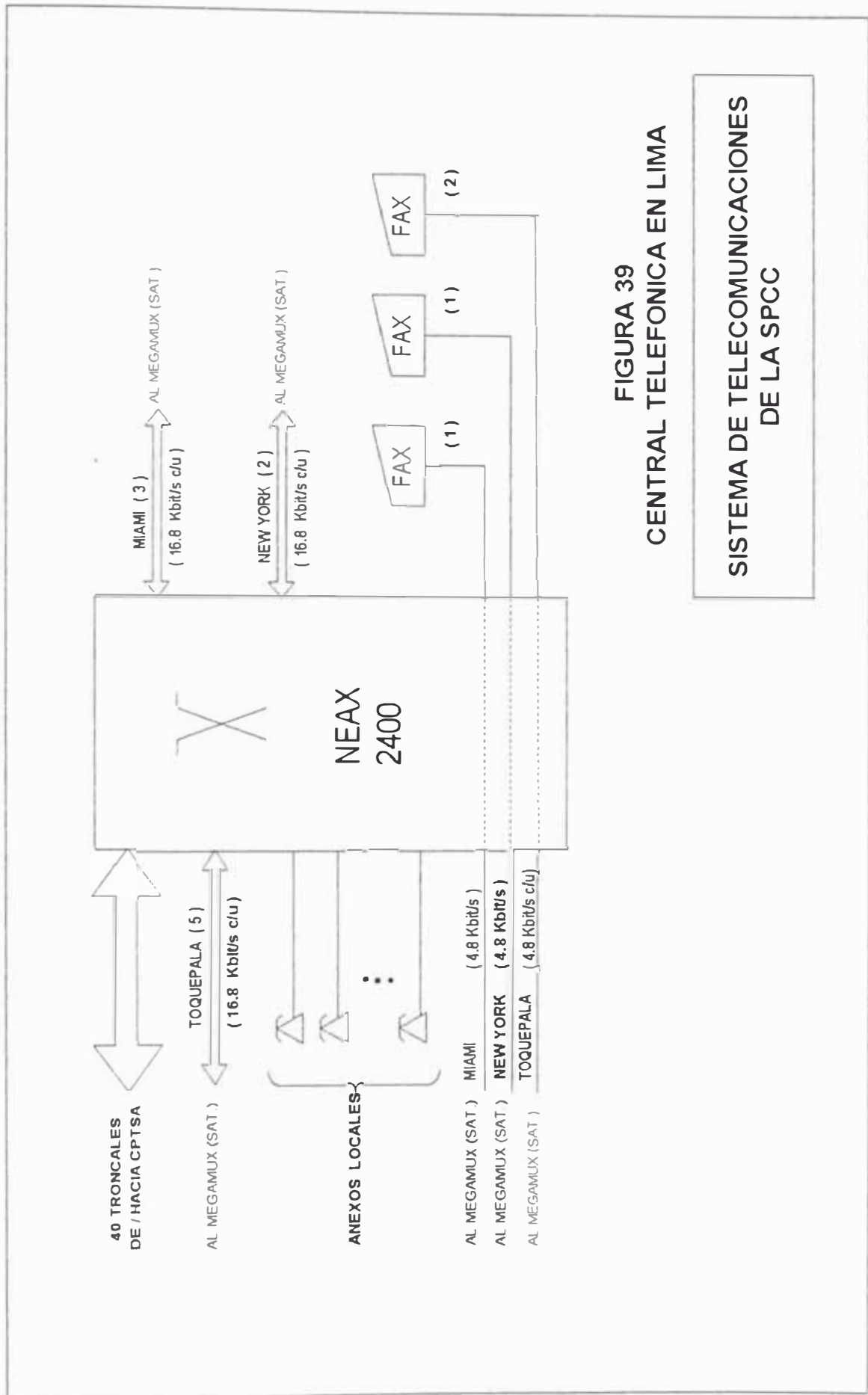


FIGURA 39
CENTRAL TELEFONICA EN LIMA

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC

para comunicación con Lima. En la Figura 40 se muestra la central en Toquepala.

Cuajone

Esta central da servicio local al área operativa de Cuajone, encontrándose ubicada en Villa Botiflaca. Dispone de 400 anexos, 09, 03 y 10 troncales para comunicación con Fundición, Pueblo Nuevo y Toquepala respectivamente. En la Figura 41 se muestra esta central.

Fundición (Ilo)

Esta central da servicio local al área de Fundición en Ilo, disponiendo de 120 anexos, 09, 08 y 15 troncales para comunicación con Cuajone, Toquepala y Pueblo Nuevo respectivamente. En la Figura 42 se muestra esta central.

Pueblo Nuevo (Ilo)

Esta central da servicio local al área de Pueblo Nuevo en Ilo, disponiendo de 250 anexos, 03, 03 y 15 troncales para comunicación con Toquepala, Cuajone y Fundición respectivamente. Además, cuenta con 18 anexos extendidos en el Puerto (Ilo). En la Figura 43 se muestra esta central.

Tacna

Esta central da servicio local a las oficinas ubicadas en Tacna (Quinta Amanda), disponiendo de 80 anexos y 05 troncales para comunicación con Toquepala. Además, cuenta con 09 anexos extendidos en Toquepala y 03 anexos extendidos en Cuajone. En la Figura 44 se muestra esta central.

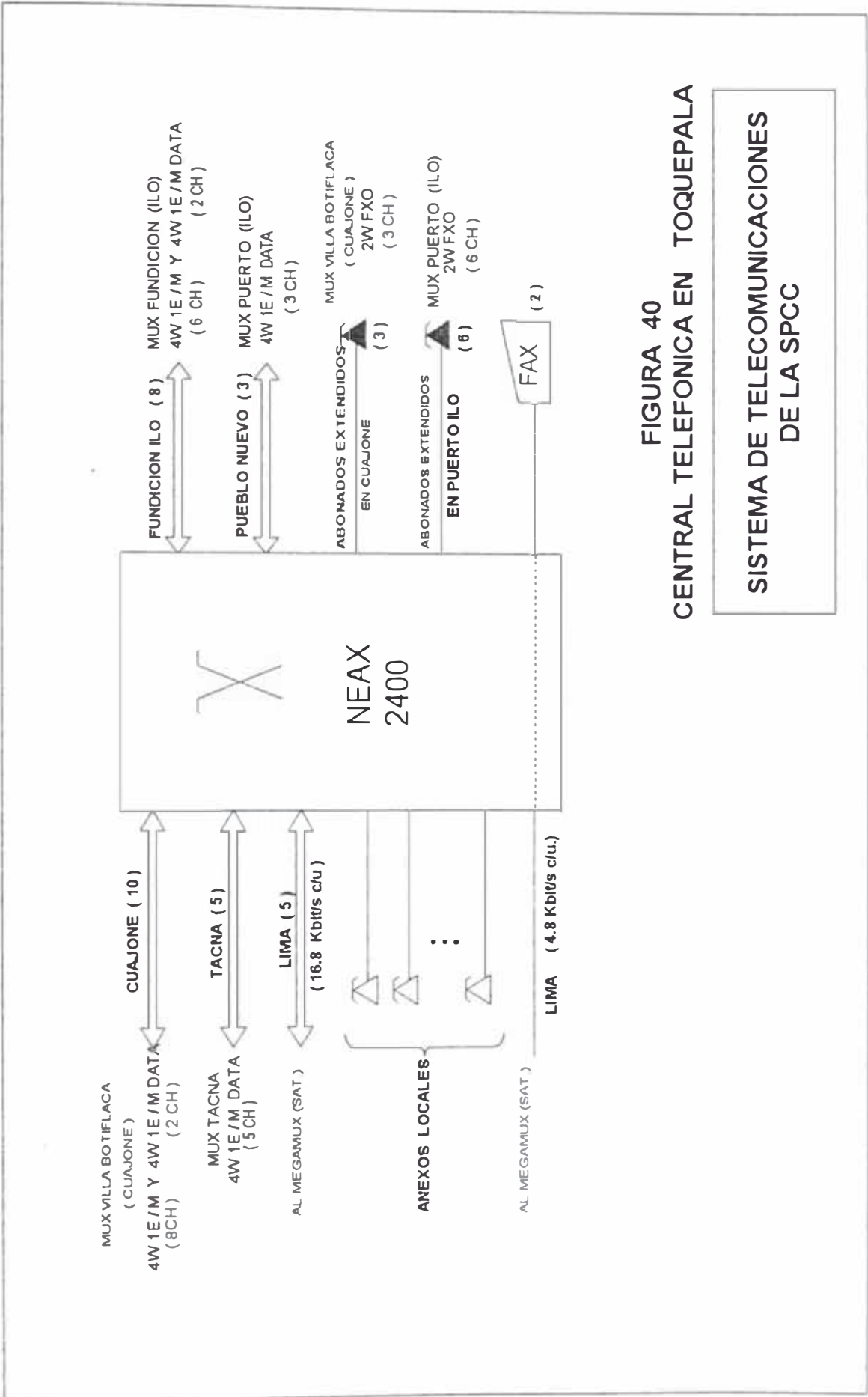


FIGURA 40
CENTRAL TELEFONICA EN TOQUEPALA

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC

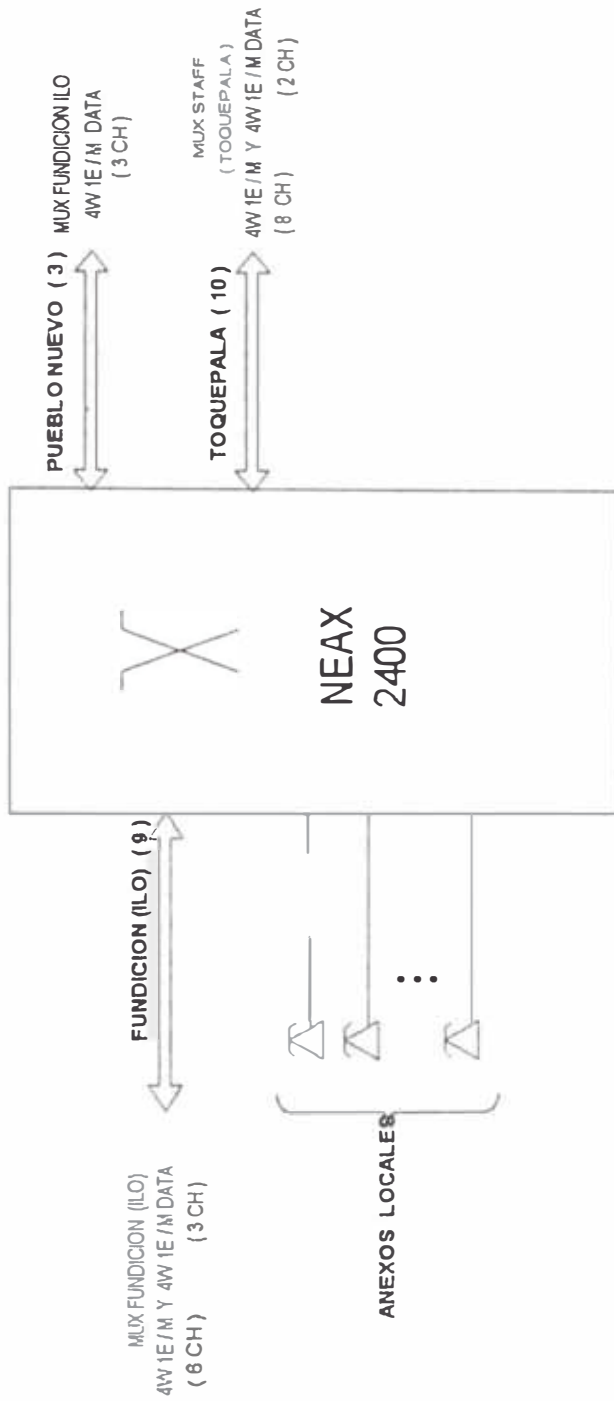


FIGURA 41
CENTRAL TELEFONICA EN CUAJONE

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC

Características técnicas de las centrales telefónicas

Las principales características técnicas de las centrales telefónicas son las siguientes

Tecnología : Digital, con control por programa almacenado

Red de conmutación : Temporal, sin bloqueo

Codificación : PCM, ley A (2.048 Mbit/s)

Resistencia de bucle : 1200 ohm (1500 ohm para Cuajone)

Impedancia de línea : 600 ohm (anexo), 600/900 ohm (troncal)

Aislamiento : 20000 ohm mínimo

Facilidades

- Categorización de abonados
- Registro detallado de llamadas
- Medición de tráfico
- Enrutamiento alternativo automático
- Conferencia
- Rellamada ante anexo o troncal ocupado
- Desvío de llamada
- Retención, consulta y transferencia de llamadas
- Captura de llamada
- Prioridad ejecutiva
- Opción de interfaz digital directa
- Llamada rápida
- Terminales multifunción
- Terminal de administración y mantenimiento
- Indicación de alarmas

3.3.3 Abonados extendidos

La red telefónica de la SPCC cuenta con algunos abonados extendidos, constituidos por anexos extendidos de las centrales telefónicas privadas y líneas extendidas de la central pública de ENTEL-Tacna. En la Tabla 4 se indica el detalle de estos abonados.

TABLA 4
ABONADOS EXTENDIDOS

Abonado Extendido en	Toquepala	Cuajone	Puerto (Ilo)
Central en			
Toquepala	---	3	6
Pueblo Nuevo(Ilo)	---	---	18
Tacna (ENTEL PERU)	9	3	---

3.3.4 Plan de numeración

Considerando que la red de la SPCC cuenta con centrales digitales con control por programa almacenado, se estableció un plan de numeración de 04 dígitos.

Formato del número telefónico

El formato del número telefónico es como se indica a continuación

Número Telefónico

AXXX

Donde:

X cualquier dígito del 0 al 9

A : Dígito que indica la localidad o código especial

1, Código especial

2, Toquepala

3, Lima

4, Ilo (Fundación y Pueblo Nuevo)

5, Tacna

6, Cuajone

7, Reservado

8, Miami y New York (enlace internacional)

9, Código especial

0, Código especial

Códigos especiales

. 0, código de acceso a operadora

9, código de acceso al servicio telefónico público local de ENTEL PERU o CPT, según corresponda.

1X/1XX, código de acceso a facilidades de la central

3.3.5 Plan de señalización

El objetivo fundamental del sub-sistema de telefonía de la red privada de comunicaciones de la SPCC es el de disponer convenientemente los medios adecuados para permitir la interconexión de abonados ubicados en cualquier punto de la red. Para ello, la red privada de la SPCC, como cualquier otra red emplea los siguientes tipos de señales:

. Entre un abonado y una central (señalización de abonado).

Entre dos centrales telefónicas de la red (señalización entre centrales o de troncal)

Señalización de abonado

Son señales presentes en el bucle de abonado

a. Señalización decádica

Especificación en recepción

Velocidad de discado	8 a 25 pps
Relación porcentual apertura/cierre	55/45 a 77/23
Pausa interdigital mínima	180 ms
Detección de golpe de horquilla	240 a 2040 ms programable

Especificación en transmisión

Velocidad de discado	10 pps (+ 0.8 pps)
Relación de apertura (10 pps)	67 ±3% ó 61 ±3%
Pausa interdigital mínima	800 ms

b. Señalización multifrecuencia (DTMF)

Cumple con la recomendación Q.23 del CCITT, donde se establece :

Señal de numeración compuesta por dos frecuencias enviadas simultáneamente. La combinación corresponde a:

	ALTA	1209 HZ	1336 HZ	1477 HZ
BAJA				
697 HZ		1	2	3
770 HZ		4	5	6
852 HZ		7	8	9
941 HZ		*	0	#

- Variación de la frecuencia enviada: +1.8% de la nominal

- Productos de distorsión (armónicos): 20 dB como mínimo al de las frecuencias fundamentales

c. Señalización digital

Correspondiente a los teléfonos digitales multifuncionales.

Señalización de troncal

Son señales que facilitan la conexión de una central telefónica con la red telefónica pública (CPT o ENTEL-PERU) o con otra central de la red privada de la SPCC (Tie-Line).

a. Señalización de troncal hacia la red telefónica pública

Se utiliza señalización de bucle con envío de dígitos en forma decádica.

b. Señalización de troncales Tie-Line

Se utiliza señalización E & M, con envío de dígitos en forma decádica (Hilo M) o multifrecuencia.

Se prevé que las centrales telefónicas de la SPCC puedan utilizar la señalización por canal común, de preferencia de acuerdo al Sistema N° 7 del CCITT.

3.4 Sub-sistema de transmisión de datos

Empleando los soportes de transmisión del Sistema de Telecomunicaciones de la SPCC se ha implementado un Sub-sistema de Transmisión de Datos que permite una interconexión total de sus equipos informáticos, tanto a nivel de computadores como de redes de área local, dando lugar a la existencia de una "red virtual única"; es decir, que en principio es posible desde cualquier punto de esta red establecer un enlace de datos con cualquier otro punto ubicado en alguna de las áreas operativas y oficinas de la SPCC en Toquepala, Cujone, Ilo (Fundición, Pueblo Nuevo y Puerto), Tacna, Lima, Miami y New York.

3.4.1 Estructura de la red

La conformación de la red se hace a través de la interconexión de los computadores y las redes de área local existente en cada una de las localidades donde la SPCC posee instalaciones. Esta se realiza de dos maneras simultáneas:

- Conexión directa de los computadores HP3000, (Figura 45)
- Conexión de las redes de área local mediante enrutadores ("ROUTERS") y puentes ("BRIDGES"). (Figura 46).

En cada localidad existen redes de área local del tipo ETHERNET las cuales usan como medio de transmisión principal cable coaxial del tipo THIN, a excepción de Lima, en donde el cable utilizado es del tipo THICK. Adicionalmente a ello se emplean otros medios de transmisión tales como par

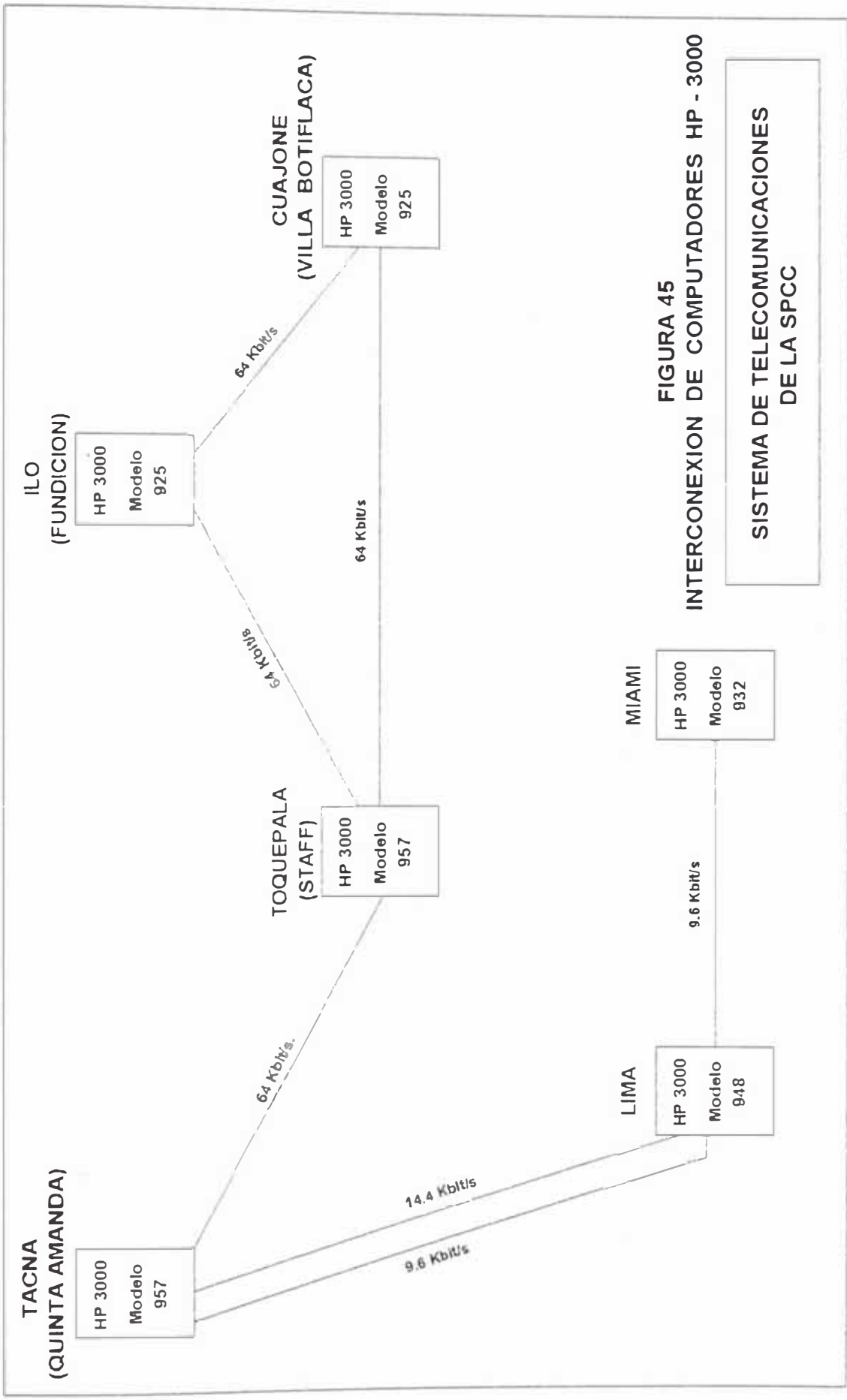


FIGURA 45
INTERCONEXION DE COMPUTADORES HP - 3000

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC

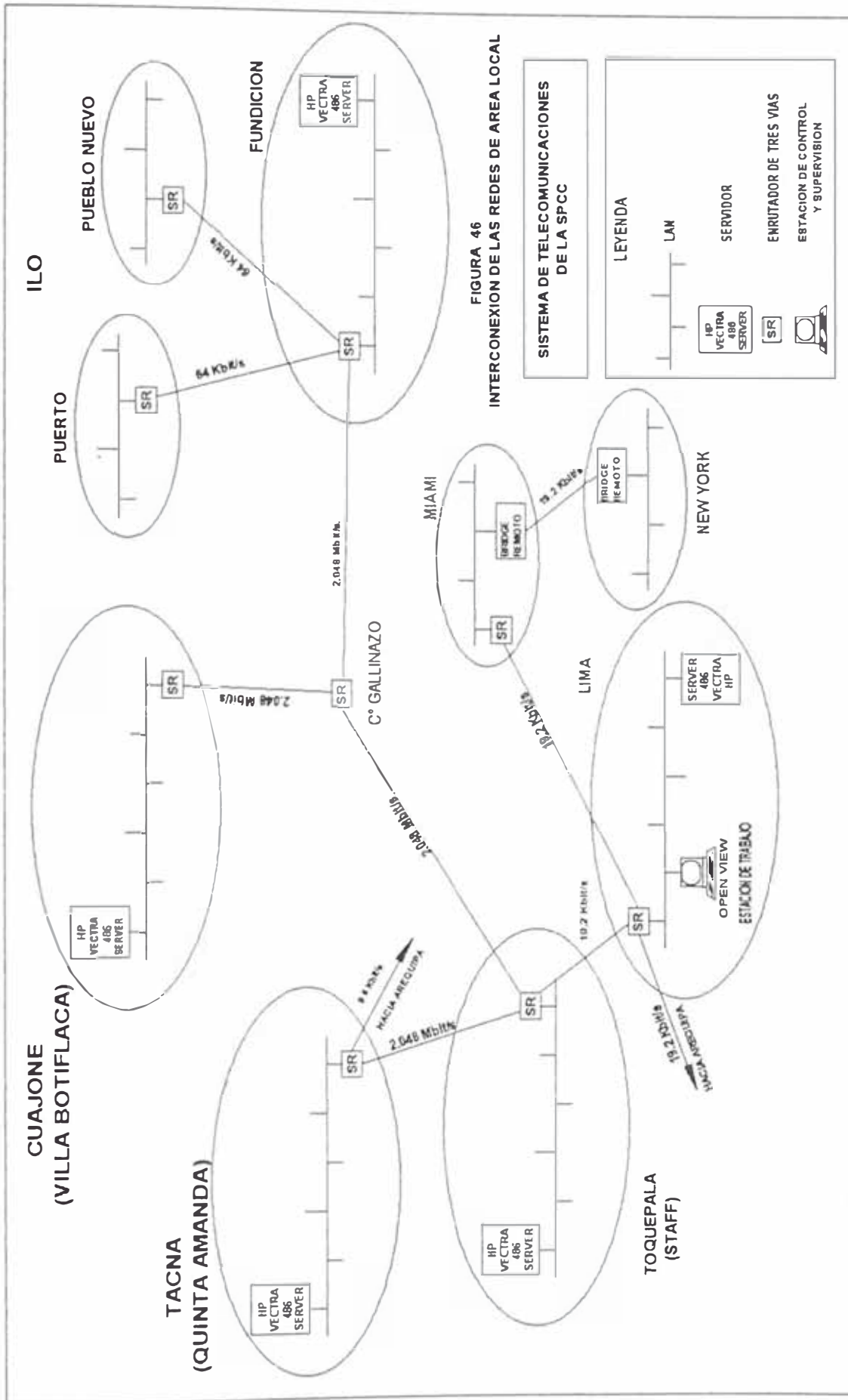


FIGURA 46
INTERCONEXION DE LAS REDES DE AREA LOCAL

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

LEYENDA

- HP VECTRA 486 SERVER
- SR
- ENRUTADOR DE TRES VIAS Y SUPERVISION
- SERVER
- LAN

trenzado no blindado (UTP) y fibra óptica. Todos los elementos que tienen conexión directa con el cable principal de la red lo hacen a través de dispositivos TRANSCEIVERS.

Las microcomputadoras del tipo PC compatible se integran a la red mediante dispositivos CONCENTRADORES (HUBs) de par trenzado y estos HUBs a su vez se conectan al cable principal de la red mediante los mencionados TRANSCEIVERS

Estas microcomputadoras pueden establecer comunicación con cualquiera de los computadores HP3000, para transferencias de archivos o emulando terminales no inteligentes y a su vez pueden acceder a SERVIDORES (SERVERS) HP VECTRA 486 que se conectan directamente con el cable principal de la red local a la que pertenecen.

Los terminales no inteligentes y los teleimpresores obtienen acceso a la red mediante CONTROLADORES (DTCs), los que se conectan directamente al cable principal de la red. Estos terminales acceden sólo a los servicios de los computadores HP3000.

La supervisión y monitoreo de la red de comunicación de datos se realiza por medio de una ESTACION DE TRABAJO OPENVIEW (OPENVIEW WORKSTATION) la cual a través de los programas adecuados permite una visualización gráfica del estado y operación de la red.

En la Tabla 5 se puede apreciar los medios de transmisión empleados para el establecimiento de los enlaces entre las diferentes redes de área local pudiéndose apreciar que se utiliza básicamente el soporte de transmisión de

TABLA 5
MEDIOS DE TRANSMISION EMPLEADOS EN EL
SUB-SISTEMA DE TRANSMISION DE DATOS

A. Interconexión entre Computadores HP-3000			
ENLACE	VELOC. (Kbit/s)	Medio de Transmisión	Equipamiento Asociado
Lima - Tacna	14.4	Línea telefónica dedicada (ENTEL)	Modem de Datos
Lima - Miami	9.6	Canal digital via satélite	Multiplexor Voz/Datos
Toquepala - Tacna	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35
Toquepala - Ilo (Fundición)	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35
Toquepala - Cuajone	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35
Cuajone - Ilo (Fundición)	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35
B. Interconexión de las Redes de Area Local			
Lima - Toquepala	19.2	Canal digital via satélite	Multiplexor Voz/Datos Router
Lima - Miami	19.2	Canal digital via satélite	Multiplexor Voz/Datos Router
Lima - Arequipa	19.2	Línea telefónica dedicada	-Modem de Datos -Router
Toquepala - Tacna	2048	Canal digital via microondas	-MULDEX 2/8 Mbit/s -Conversor G.703/V.35 -Router
Toquepala - C° Gallinazo	2048	Canal digital via microondas	-MULDEX 2/8 Mbit/s -Conversor G.703/V.35 -Router
Cuajone - C° Gallinazo	2048	Canal digital via microondas	-MULDEX 2/8 Mbit/s -Conversor G.703/V.35 -Router
Ilo (Fundición) - C° Gallinazo	2048	Canal digital via microondas	-MULDEX 2/8 Mbit/s -Conversor G.703/V.35 -Router
Ilo (Puerto) - Ilo (Fundición)	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35 -Router
Ilo (Pueblo Nuevo) - Ilo (Fundición)	64	Canal digital via microondas	-Multiplexor PCM, interfaz digital directa -Conversor G.703/V.35 -Router

la red privada de microondas instalada entre las áreas operativas y enlaces satelitales para las rutas Lima - Toquepala y Lima - Miami. Adicionalmente se emplean algunos canales dedicados alquilados a ENTEL PERU para acceso a la ciudad de Arequipa y para una ruta de respaldo Lima - Tacna.

Entre el equipamiento del tipo red de área extendida WAN (Wide Area Network) utilizado, se tienen los mostrados en la Tabla 6. En ella se puede notar el empleo de multiplexores de voz y datos, conversores de interfaz G.703/V.35 (para enlaces de 64 Kbit/s y 2.048 Mbit/s) y modems de datos.

3.4.2 Redes de área local

Lima

La red de área local ubicada en Lima emplea como medio de transmisión principal cable coaxial grueso (THICK COAXIAL CABLE), el cual sirve como "BACKBONE" para el complejo de la SPCC. A este cable se conectan mediante MAUs un computador HP-3000 y los dispositivos DTCs para el control de terminales y teleimpresores; así como concentradores personales mediante cable del tipo telefónico (UTP-Unshielded Twisted Pair). En esta red se halla la estación HP Open View para las tareas de supervisión y monitoreo; así como un SERVER HP-VECTRA para dar servicio a los computadores personales.

El equipamiento para interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de la interfase PSI de un computador HP3000 el cual mediante línea dedicada vía modem se conecta a 14.4 Kbit/s con las oficinas ubicadas en la ciudad de Tacna.

TABLA 6
EQUIPAMIENTO DE COMUNICACION DE DATOS
(WAN)

ROUTER	Enrutador de tres vías H.P.
THICK MAU	Transceptor de área local para cable coaxial grueso
THIN MAU	Transceptor de área local para cable coaxial delgado
F.O. TRANSCEIVER	Transceptor de Fibra Optica
ETHERTWIST Hub/8	Concentrador de Red de área local para cable UTP de 8 puertas
ETHERTWIST Hub/12	Concentrador de Red de área local para cable UTP de 12 puertas
ETHERTWIST Hub/48	Concentrador de Red de área local para cable UTP de 48 puertas
DTC	Controlador de Terminales de Datos
MODEM	Modem de Datos
MODEM	Modem de Datos
MUX VOZ/DATOS	Multiplexor de Voz/Datos
CONVERSION G.703/V.35	Conversor de Interfaz a 64 Kbit/s
CONVERSION G.703/V.35	Conversor de Interfaz a 2.048 Mbit/s
BRIDGE 10:10	Dispositivo Bridge de 10 a 10 Mbit/s
F.O. Hub	Concentrador de Red de área local para cable de fibra óptica

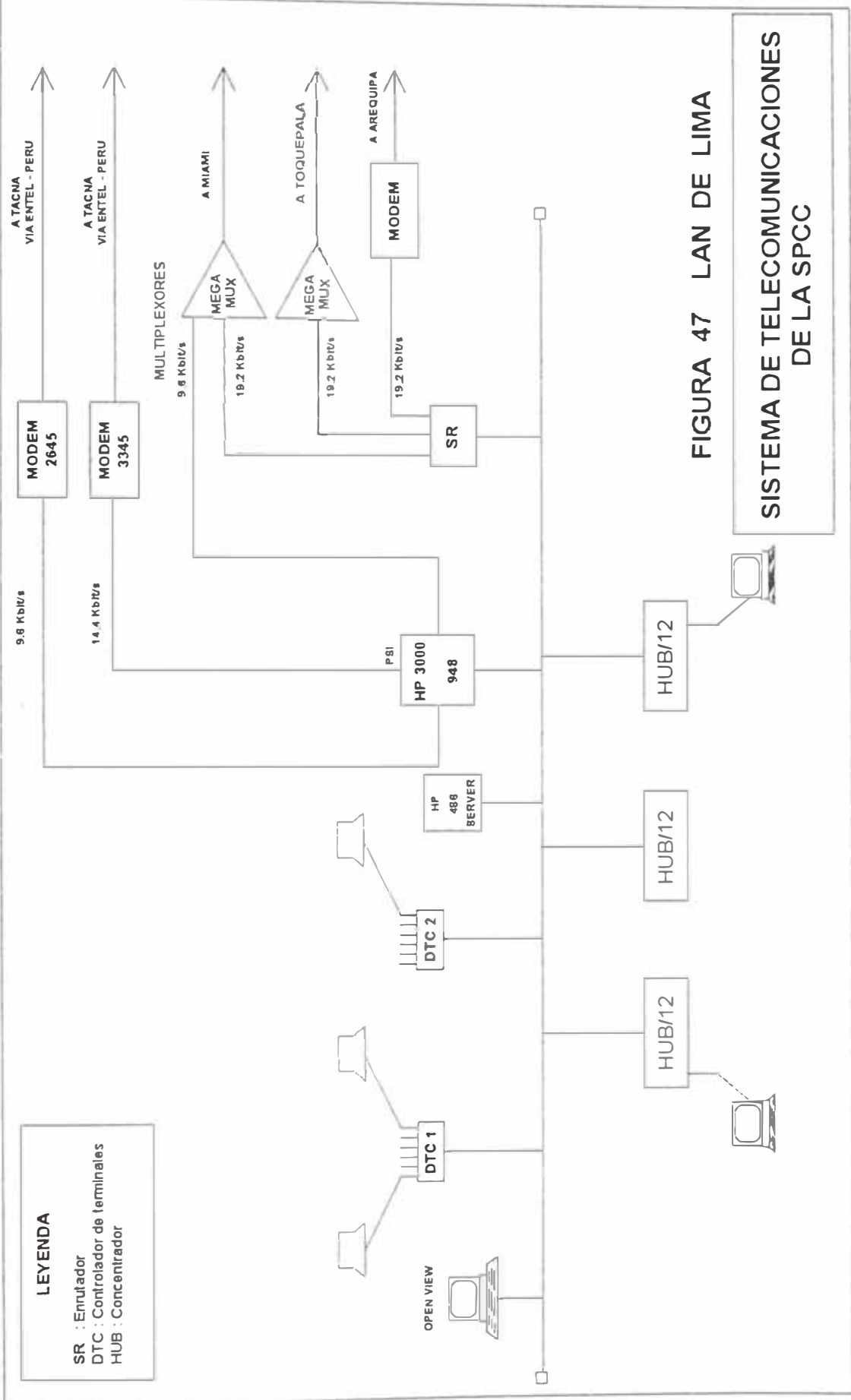
Además, mediante el dispositivo enrutador empleando dos canales del multiplexor se establece conexión con las oficinas de Miami y Toquepala ambas con velocidades de 19.2 Kbit/s, estando disponible un canal del enrutador para establecer un enlace con la ciudad de Arequipa mediante línea dedicada a 19.2 Kbit/s. En la Figura 47 se puede apreciar el esquema de esta red.

Toquepala

La red de área local ubicada en Toquepala - Staff emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado (THIN COAXIAL CABLE), el cual sirve como "BACKBONE" para el complejo de la SPCC en este centro operativo. A este cable se conectan mediante MAUs los dispositivos DTCs para el control de los terminales y teleimpresores, así como concentradores HUBs los cuales permiten el acceso de computadores personales empleando cable UTP. También se conecta un SERVER HP-VECTRA para dar servicio a los computadores personales y un computador HP-3000.

Para establecer un enlace con la red local de la localidad Plaza se hace uso de dispositivos BRIDGEs 10:10 Mbit/s los cuales se conectan mediante cable de fibra óptica. En la localidad Plaza la red dispone de un Hub de 12 puertos y de BRIDGEs adicionales a fin de integrar la Mina y el Molino.

El equipamiento para la interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de tres interfaces PSI del computador HP3000 el cual mediante canales digitales de los multiplexores PCM, a velocidades de 64 kbits/s, se conecta con las oficinas ubicadas en las ciudades de Tacna, Cuajone e Ilo (Fundición). Para establecer la conexión con el multiplexor PCM se hace



necesario el empleo de conversores de interfaz G.703/V.35.

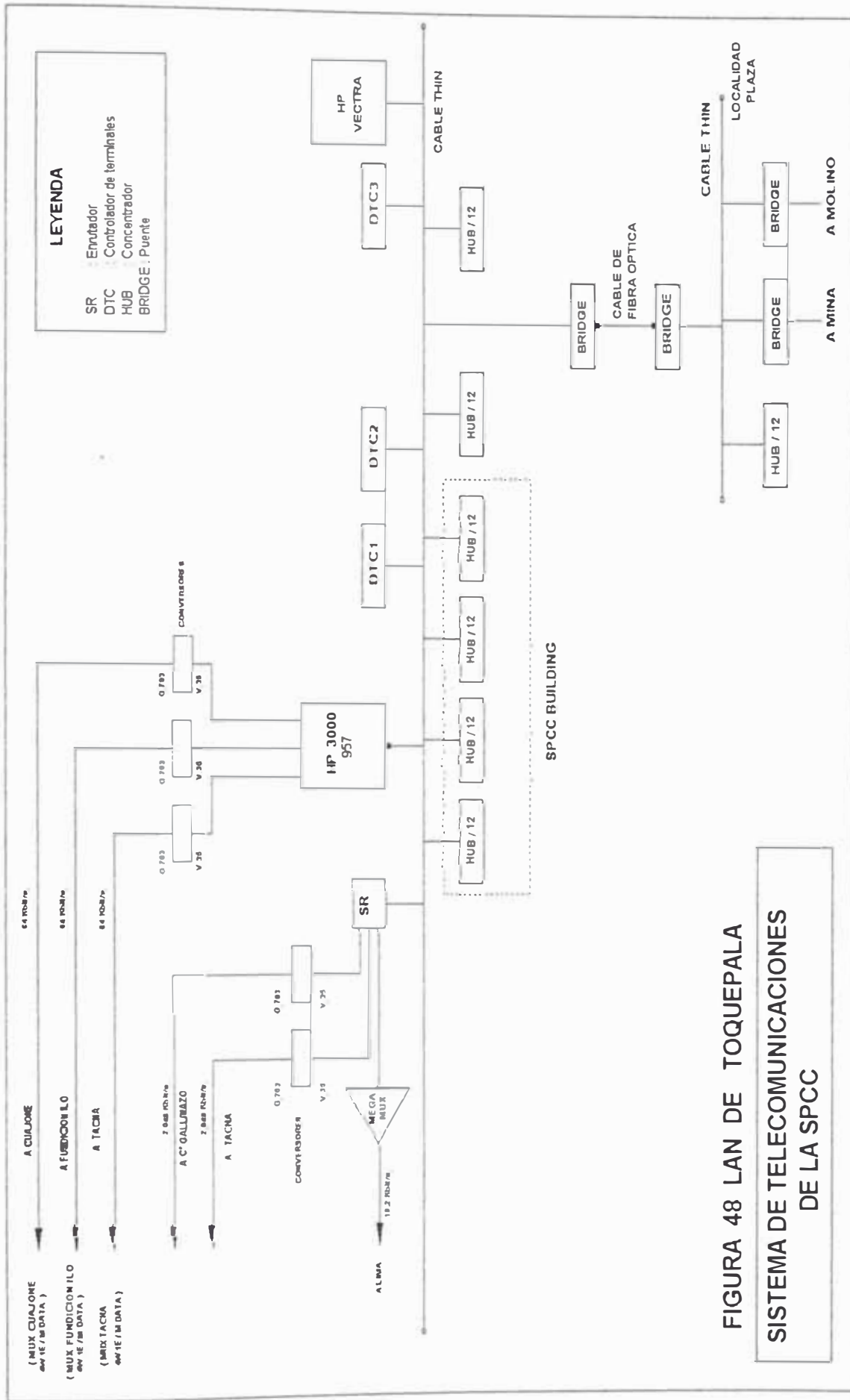
Además, mediante el dispositivo enrutador, empleando dos canales de 2.048 Mbit/s del equipo MULDEX se establece conexión con Tacna y Cerro Gallinazo. Aquí también se requiere emplear conversores de interfaz G.703/V.35. El otro canal del enrutador se emplea para el enlace con la ciudad de Lima a través del multiplexor de voz/datos a 19.2 Kbit/s. En la Figura 48 se puede apreciar el esquema de la red de área local de Toquepala.

Tacna

La red de área local ubicada en Tacna emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado (THIN COAXIAL CABLE). A este cable se conectan mediante MAUs dos computadores HP-3000, los dispositivos DTCs para el control de los terminales y teleimpresores, un computador funcionando como Servidor HP-VECTRA y concentradores HUBs los cuales permiten el acceso de computadores personales mediante cable UTP. Para dar servicio al edificio Begonias se establece un enlace de fibra óptica para interconectar un HUB Ethertwist/48 de la red con un HUB Ethertwist/12 del edificio indicado.

El equipamiento para interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de tres interfaces PSI de uno de los computadores HP3000 a través de los cuales mediante dos líneas dedicadas vía modems se conecta a 14.4 kbit/s y 9.6 Kbit/s con Lima y a través de un canal digital de 64 Kbit/s del multiplexor PCM se conecta con Toquepala.

Además, mediante el dispositivo enrutador, empleando un canal de 2.048



**FIGURA 48 LAN DE TOQUEPALA
SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC**

Mbit/s del equipo MULDEX se establece conexión con Toquepala. Como en los casos anteriores también se requiere emplear un conversor de interfaz G.703/V.35. Otro canal del enrutador se emplea para el enlace con la ciudad de Arequipa vía modem y línea dedicada. En la Figura 49 se puede apreciar el esquema de la red de área local de Tacna.

Fundición (Ilo)

La red de área local ubicada en Fundición emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado en cada uno de los edificios (THIN COAXIAL CABLE). En el edificio de Administración y RR.II. se conecta al cable principal un computador HP-3000, un Servidor HP-VECTRA, un dispositivo DTC para el control de los terminales y teleimpresores, concentradores HUBs los cuales permiten el acceso de computadores personales empleando cable UTP, y un HUB de fibra óptica el cual permite establecer enlaces con el edificio de Microondas y la Planta de Energía. En el Edificio de Microondas existe una red de área local a la que se conectan un Bridge 10:10 y otro Hub de fibra óptica para dar servicio al edificio de Electrónica y la Caseta de Control. En esta red se encuentra además un enrutador.

En la Planta de Energía existe un Bridge 10:10 para conectarse a la red del Edificio de Administración, un HUB de ocho puertos para cables UTP y un HUB de fibra óptica que permite atender a las oficinas de Metalúrgia, Contabilidad/Ingeniería, Administrativa, Mecánica/Logística y la Sala de Control, así como una estación de trabajo de la planta de energía.

El equipamiento para la interconexión con las demás localidades de la SPCC

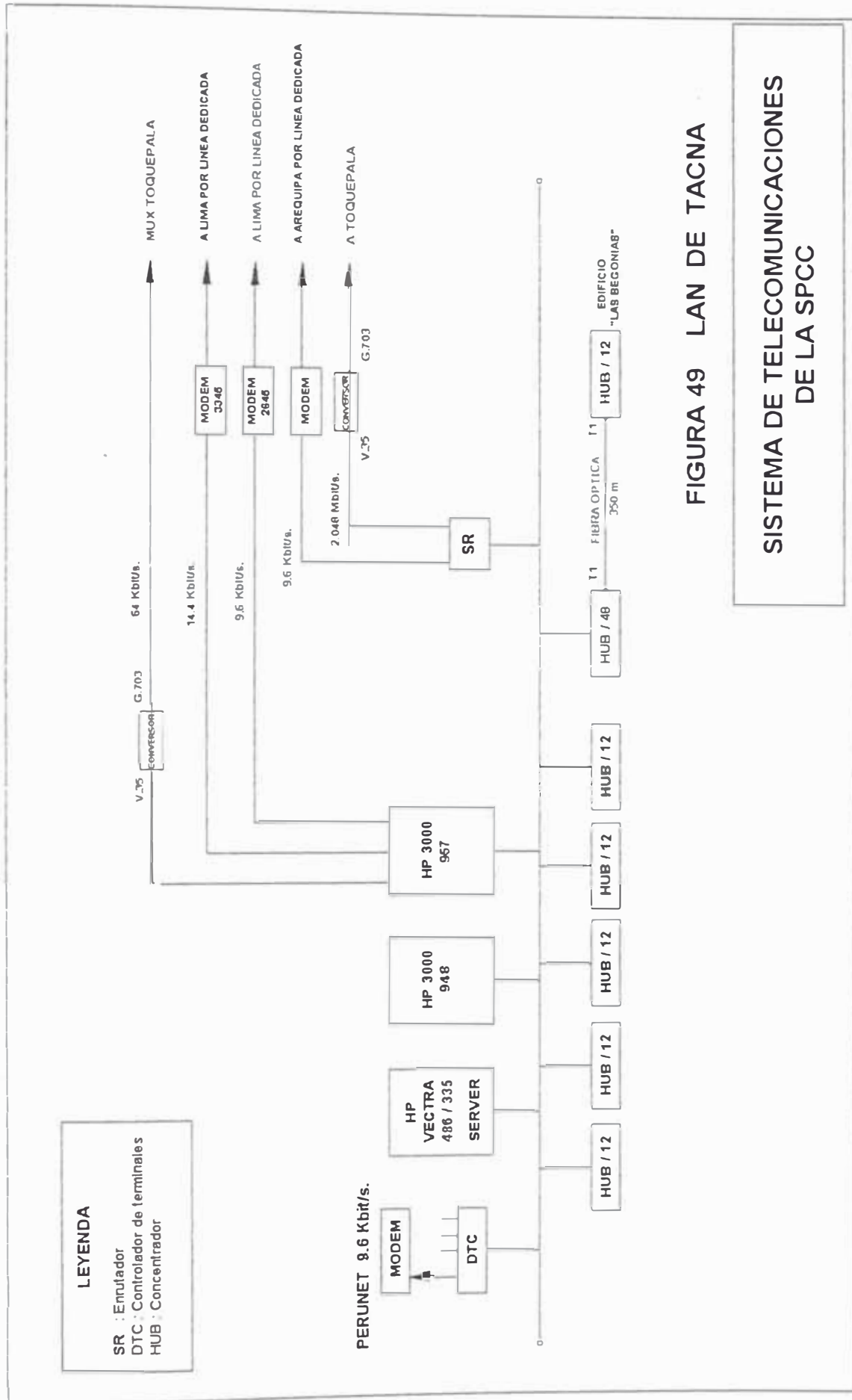


FIGURA 49 LAN DE TACNA

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

consta de dos interfaces PSI del computador HP3000 el cual mediante canales digitales de los multiplexores PCM, a velocidades de 64 Kbits/s, se conecta con las localidades de Cuajone y Toquepala. Además, mediante el dispositivo enrutador, empleando dos canales de 64 Kbit/s del multiplexor PCM, se establece conexiones con Pueblo Nuevo y el Puerto . El otro canal disponible del enrutador se conecta al MULDEX para establecer un enlace digital a 2.048 Mbit/s con Cerro Gallinazo. Aquí también se requiere emplear conversores de interfaz para los enlaces de 64 kbit/s y 2.048 Mbit/s. En la Figura 50 se puede apreciar el esquema de la red de area local de Fundición.

Cuajone

La red de área local ubicada en Cuajone emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado (THIN COAXIAL CABLE). A esta red se conectan un computador HP-3000, un Servidor HP-VECTRA, los dispositivos DTCs para el control de los terminales y teleimpresores, así como concentradores HUBs los cuales permiten el acceso de computadores personales empleando cable UTP.

El equipamiento para la interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de dos interface PSI del computador HP3000 el cual mediante canales digitales de los multiplexores PCM, a velocidades de 64 kbit/s, se conecta con las localidades de Ilo (Fundición) y Toquepala. Para establecer la conexión con el multiplexor PCM se hace necesario el empleo de conversores de interfaz G.703/V.35.

Además, mediante el dispositivo enrutador empleando un canal de 2.048 Mbit/s del equipo MULDEX se establece conexión con Cerro Gallinazo. Aquí

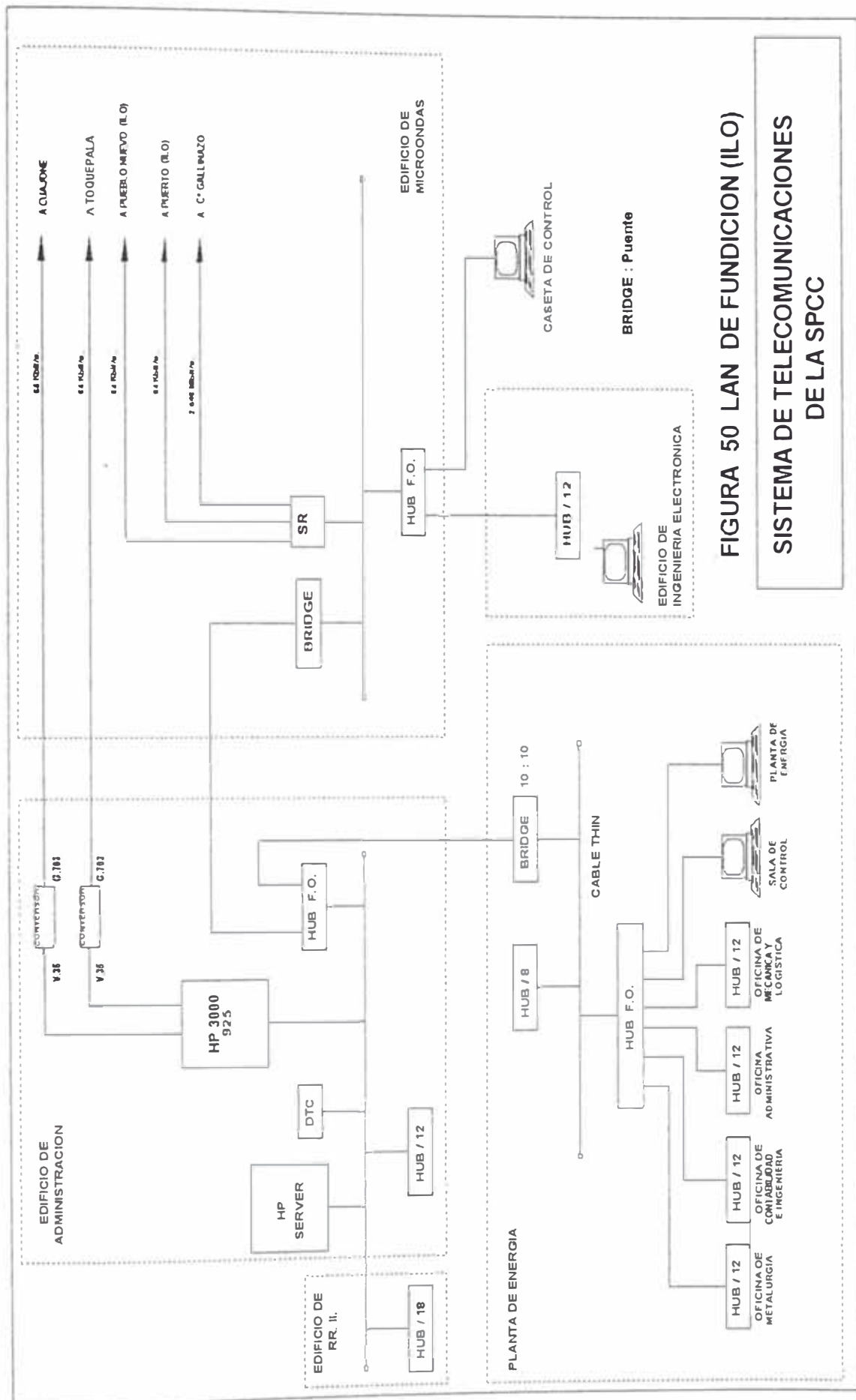


FIGURA 50 LAN DE FUNDACION (ILO)
SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

también se requiere emplear conversores de interfaz G.703/V.35. En la Figura 51 se puede apreciar el esquema general de la red de área local de Cuajone.

Pueblo Nuevo (Ilo)

La red de área local ubicada en Pueblo Nuevo emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado (THIN COAXIAL CABLE). A esta red se conecta un HUB de 12 puertos para dar acceso a computadores personales empleando cable UTP.

El equipamiento para la interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de un enrutador el cual emplea un canal digital de 64 kbit/s del multiplexor PCM para establecer un enlace con Fundición. Para establecer la conexión con el multiplexor PCM se hace necesario el empleo de conversores de interfaz G.703/V.35.

Además, mediante el dispositivo enrutador, empleando un canal de 2.048 Mbit/s del equipo MULDEX, se establece conexión con Cerro Gallinazo. Aquí también se requiere emplear conversores de interfaz G.703/V.35. En la Figura 52 se muestra el esquema de la red de área local de Pueblo Nuevo.

Puerto (Ilo)

La red de área local ubicada en el Puerto emplea como medio de transmisión principal cable coaxial delgado (THIN COAXIAL CABLE). A esta red se conectan un computador HP-3000, un servidor HP-VECTRA, los dispositivos DTCs para el control de los terminales y teleimpresores, así como, concentradores HUBs los cuales permiten el acceso de computadores

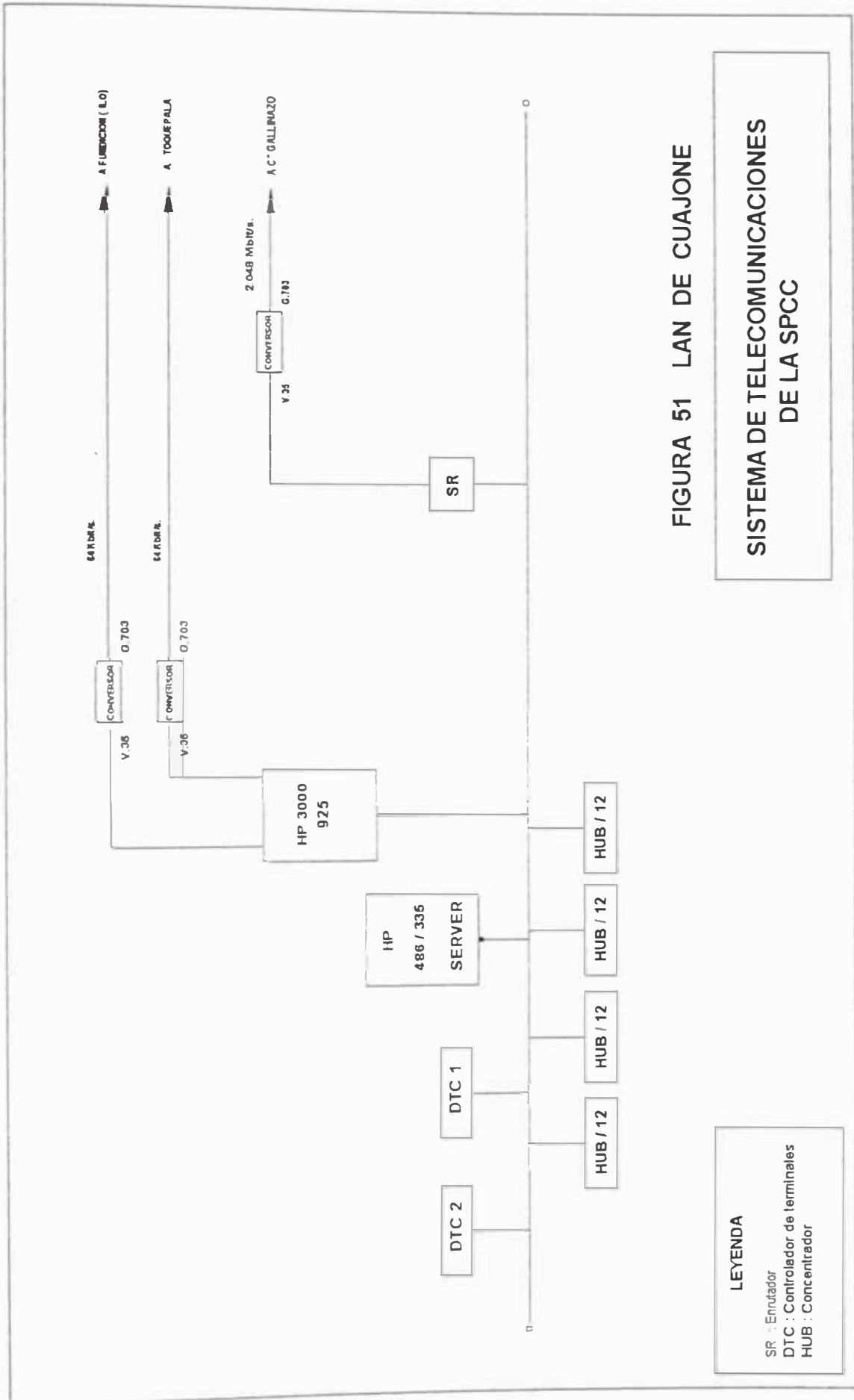


FIGURA 51 LAN DE CUAJONE

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA SPCC

LEYENDA
 SR : Enrutador
 DTC : Controlador de terminales
 HUB : Concentrador

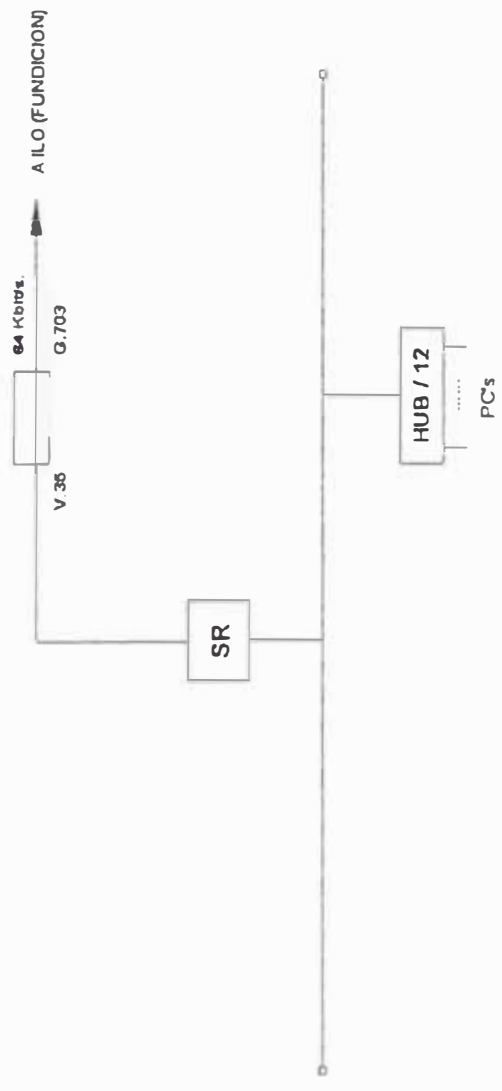


FIGURA 52
LAN DE PUEBLO NUEVO (ILO)

LEYENDA
SR : Enrutador
HUB : Concentrador

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
DE LA SPCC

personales empleando cable UTP.

El equipamiento para la interconexión con las demás localidades de la SPCC consta de dos interfaces PSI del computador HP3000 el cual mediante canales digitales de los multiplexores PCM, a velocidades de 64 Kbit/s, se conecta con Fundición y Toquepala. Para establecer la conexión con el Multiplexor PCM se hace necesario el empleo de conversores de interfaz G.703/V.35.

Además, mediante el dispositivo enrutador empleando un canal de 2.048 Mbit/s del equipo MULDEX se establece conexión con Cerro Gallinazo. Aquí también se requiere emplear conversores de interfaz G.703/V.35. En la Figura 53 se muestra el esquema de la red de area local del Puerto.

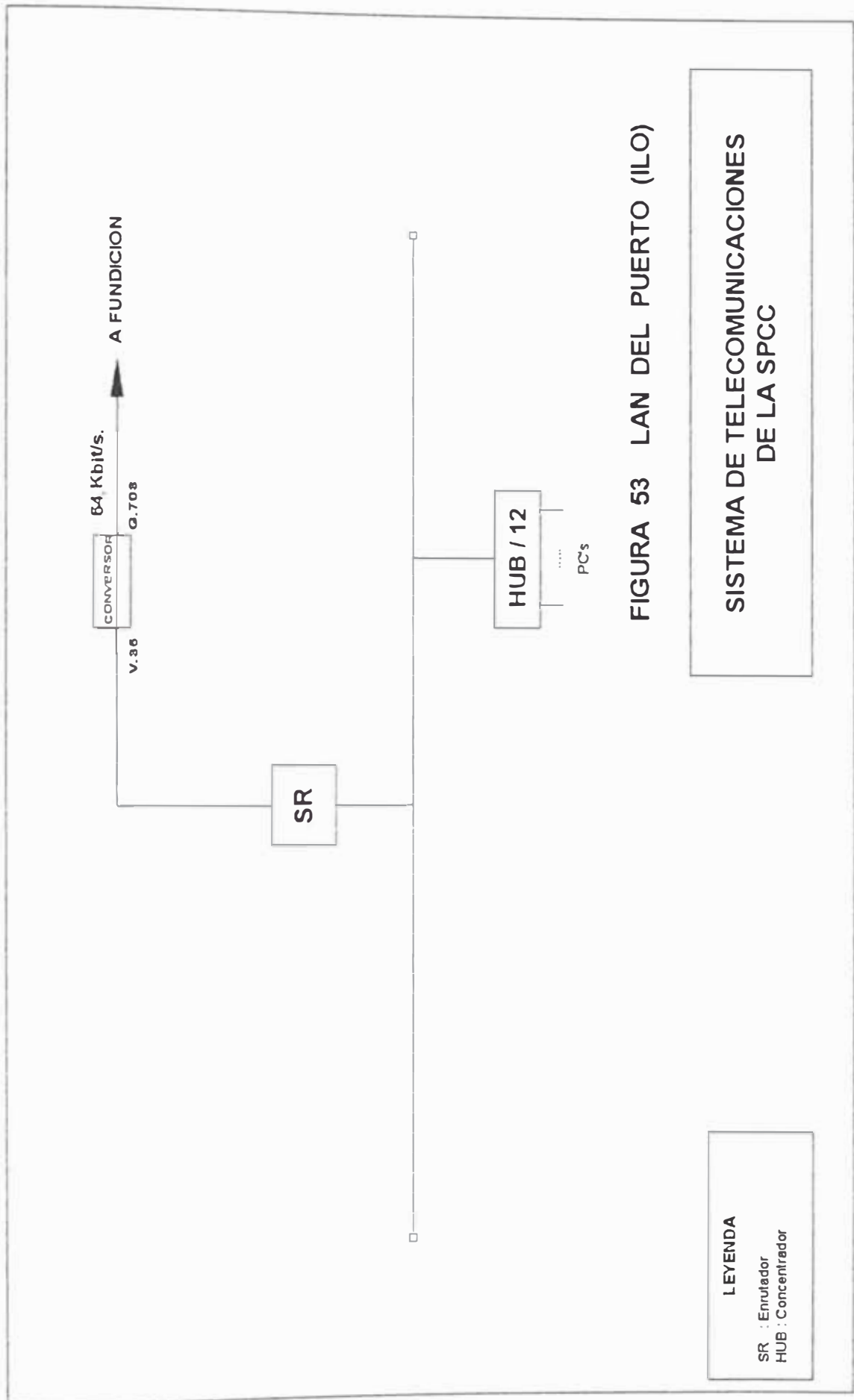


FIGURA 53 LAN DEL PUERTO (ILO)

LEYENDA
 SR : Emulador
 HUB : Concentrador

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
 DE LA SPCC

IV COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se presentan los costos de implementación del proyecto, en lo referente a la red de microondas, red via satélite y subsistema telefónico.

Los costos correspondientes a los suministros importados se expresan en dólares americanos FOB; los demás costos, a fin de uniformizarlos y mantener su vigencia, también se presentan en dólares americanos, según el tipo de cambio correspondiente.

4.1 Costos de la red de microondas

• Equipos de radio y multiplex 2/8	260,000
• Antenas	73,000
• Alimentadores	37,000
• Equipos de supervisión	40,000
• Multiplexores de 2 Mbit/s	80,000

• Equipos de energía	40,000
• Materiales de instalación	49,000
• Deshidratadores	15,000
• Herramientas de instalación y mantenimiento	10,000
• Repuestos	35,000
• Documentación	15,000
• Equipos de medición	100,000

TOTAL US\$ FOB 754,000

• Instalación de red de microondas	50,000
• Torres	55,000
• Entrenamiento	18.000

TOTAL US\$ 123,000

4.2 Costos de la red vía satélite

Estación terrena de Lima

- Equipos 249,600
- Instalación e integración 31,900

SUB-TOTAL US\$ 281,500

Estación terrena de Toquepala

- Equipos 148,150
- Instalación e integración 24,000

SUB-TOTAL US\$ 172,150

TOTAL US\$ 453,650

4.3 Costos del sub-sistema telefónico

• Centrales telefónicas (Cuajone, Fundición, Pueblo Nuevo, Tacna y Lima), incluyendo materiales de instalación, equipos de energía, MDF y repuestos	655,000
• Instalación y entrenamiento	33,000
<hr/>	
TOTAL US\$	688,000

SELECCION DEL EQUIPAMIENTO

En este capítulo se presenta el procedimiento seguido para la selección del equipamiento de la red de microondas, el cual comprendió las siguientes actividades

5.1 Preparación de las bases para la adquisición

En base a los resultados del estudio de ingeniería, se prepararon las especificaciones técnicas para el suministro, instalación, interconexión, pruebas y puesta en servicio de la red de microondas.

Estas bases consideraron los siguientes aspectos :

- Descripción de la red a implementar
- Metrados del equipamiento
- Características técnicas del equipamiento
- Garantías, plazo de entrega, documentación, etc.
- Información sobre el fabricante y el soporte en el país.

- Propuestas opcionales.
- Formatos para la propuesta económica.

Las características técnicas están de acuerdo con las recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) y el Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT), así como de la Administración Peruana.

5.2 Concurso de precios por invitación

Se convocó a un concurso de precios por invitación, solicitando la presentación de propuestas técnico-económicas a tres firmas proveedoras locales para el suministro, instalación, interconexión, pruebas y puesta en servicio de la red de microondas, bajo la modalidad llave en mano.

5.3 Evaluación de propuestas

Las propuestas fueron evaluadas en sus aspectos técnicos y económicos.

Para la evaluación técnica, se consideraron los siguientes ítems :

- Equipos transceptores de radio
- Multiplex de 2 Mbit/s

- Multiplex 2/8 Mbit/s
- Equipos de supervisión
- Equipos de energía
- Antenas
- Cable alimentador y componentes
- Condiciones ambientales

A cada uno de estos items se les asignó una ponderación.

Para la evaluación económica, se procedió primero a hacer las propuestas comparables, de acuerdo a los requerimientos de la red.

Posteriormente se realizó una ponderación entre los aspectos técnicos y económicos, asignando a los aspectos técnicos un 65% y a los aspectos económicos un 35%.

VI INSTALACION DEL SISTEMA

En este capítulo se describen las actividades llevadas a cabo para la instalación de la red de microondas; asimismo, se presenta el cronograma del proyecto referido a dicha red.

El proceso de instalación de la red de microondas contó con la supervisión de una entidad especializada en proyectos de telecomunicaciones. Esta supervisión se encargó también de los aspectos de interconexión con los subsistemas de telefonía, datos y red via satélite.

6.1 Construcción de la infraestructura básica

Esta actividad se desarrolló previa a la llegada de los equipos, y consistió básicamente en la construcción de casetas y adecuación de ambientes para los equipos, instalación de las torres para las antenas, instalación de pararrayos y preparación de los sistemas de tierra. Asimismo, en algunas de las estaciones se llevó a cabo la construcción/adecuación de los caminos de acceso.

En lo referente a los sistemas de tierra, cabe destacar que se tuvo dificultades, en algunos puntos, para obtener valores adecuados de resistencia, debido a la

naturaleza rocosa de los terrenos. Se superó con la utilización de pozos de tierra interconectados, tratándose cada pozo con productos químicos especiales. En una de las estaciones (C° Incapuquio) se tuvo que cambiar la tierra en un volumen de $10 \times 5 \times 1.5 \text{ m}^3$, colocándose además un enmallado.

6.2 Instalación de equipos

Esta actividad comprendió la realización de instalaciones internas, en las casetas o ambientes de los equipos, y externas, hacia las torres de telecomunicaciones.

En las instalaciones internas, se realizaron las siguientes actividades:

- Instalación de los bastidores
- Instalación de los equipos de energía
- Instalación de los transceptores de radio
- Instalación de los multiplexores
- Instalación de los equipos de supervisión.
- Cableado y entorchado de los canales telefónicos, de datos y facsímil

Cabe destacar, en lo referente a la energía, que todas las estaciones de la red de microondas disponen de energía comercial a 220 Vac. En la estación repetidora de C° Gallinazo se toma la energía de una línea de 11 KV de

ENTEL PERU, con una derivación de 800 m aproximadamente, y utilizando un transformador de 10 KVA. En la estación repetidora Para se utiliza energía de ENTEL PERU, contándose además con el grupo electrógeno de dicha empresa.

En lo concerniente a instalaciones externas, se realizó la instalación de los cables alimentadores y antenas. Cabe destacar que la antena ubicada en fundición tiene tratamiento especial para resistir las condiciones ambientales corrosivas de la zona.

6.3 Pruebas

Las pruebas tuvieron por objeto :

- Corroborar las características de los equipos en funcionamiento, para recepcionar la red de microondas en óptimo estado.
- Tener un documento técnico con la performance de la red para evaluar por comparación el rendimiento futuro.
- Que el personal técnico adquiriera los conocimientos y procedimientos, ya que las mismas pruebas deberán realizarse periódicamente dentro del plan de mantenimiento de la red.

Para la realización de las pruebas, previamente se preparó, coordinadamente entre la SPCC, el suministrador y la supervisión, un protocolo de pruebas en el cual se estipularon las pruebas que se tenían que realizar así como el

procedimiento para efectuarlas.

6.3.1 Pruebas de los transceptores

Se realizaron las siguientes pruebas :

- Potencia de salida del transmisor
- Nivel de recepción
- Característica de AGC del receptor
- Chequeo de alarmas
- Nivel de umbral
- Tasa de bitios errados (BER)

6.3.2 Pruebas de los multiplexores de 2 Mbit/s

Se realizaron las siguientes pruebas :

- Ajuste de nivel
- Respuesta en frecuencia
- Ruido de canal en reposo
- Relación señal a distorsión final
- Variación de la ganancia con respecto al nivel de entrada

- Atenuación de telediafonía
- Atenuación de paradiafonía
- Operación del circuito de señalización

6.3.3 Pruebas de los multiplexores de 2/8 Mbit/s

Se realizaron las siguientes pruebas :

- Monitoreo de la señal de entrada/salida de 2 Mbit/s
- Monitoreo de la señal de entrada/salida de 8Mbit/s
- Medición de la tasa de error en la señal de 2 Mbit/s

6.3.4 Pruebas de los equipos de supervisión y control

Se realizaron las siguientes pruebas :

- Voltaje de entrada/salida
- Alarmas de alimentación
- Operación funcional

6.3.5 Pruebas del sistema irradiante

Se realizó la medición de la relación de onda estacionaria.

Todas las pruebas dieron por resultado valores de los parámetros dentro de

sus rangos especificados.

Luego de concluidas las pruebas, la SPCC, el suministrador y el supervisor firmaron actas de conformidad.

6.4 Capacitación

Los aspectos de capacitación del personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de microondas se planificaron para ser llevados a cabo de una forma integral.

Se realizaron las siguientes actividades :

- Curso básico sobre sistemas digitales, microondas y multiplexores, con una duración de 40 horas y 15 participantes.
- Participación como observadores durante el proceso de instalación y pruebas de la red. En esta oportunidad se les iba dando explicaciones técnicas a los participantes.
- Curso orientado al mantenimiento, con realización de pruebas en el sistema en operación, con una duración de 40 horas y 7 participantes.

Por otra parte, en lo referente al equipamiento de conmutación digital, satélite y transmisión de datos también se capacitó al personal técnico encargado.

6.5 Cronograma del proyecto

En la figura 54 se presenta el cronograma del proyecto en lo referente a la red de microondas.

CONCLUSIONES

1. El presente trabajo resume la experiencia real sobre el desarrollo de un proyecto de telecomunicaciones, en el cual se ha hecho uso de métodos y procedimientos de ingeniería que han permitido obtener un sistema de telecomunicaciones potente y flexible a futuras ampliaciones, reconfiguraciones e introducción de nuevos servicios.
2. Es importante que las empresas tomen conciencia, como en la presente experiencia, de la eficacia de las telecomunicaciones como medio de transporte del recurso información, buscando la modernización y constante actualización de sus sistemas de telecomunicaciones. Ello redundará favorablemente en la gestión empresarial y el desarrollo económico en general.
3. La red de microondas digital elegida constituye una buena solución técnica, a un costo moderado, para los requerimientos de soporte de transmisión, a nivel zonal, del presente proyecto, proporcionando un manejo flexible del ancho de banda disponible a nivel de canales de 64 Kbit/s y 2 Mbit/s.
4. Se desprende del desarrollo del presente trabajo, la alta complejidad de los sistemas de telecomunicaciones e informática en la actualidad por lo que es necesario contar con profesionales con un alto nivel de especialización,

para el desarrollo, operación y mantenimiento de los mismos. Sería conveniente, por tanto, que las currículas y los syllabus de la especialidad sean periódicamente revisados para adecuarlos al estado tecnológico actual.

5. El sistema de telecomunicaciones expuesto permite captar la integración entre las telecomunicaciones y la informática (telemática), logrando así disponer del acceso a las facilidades de procesamiento (Computadores centrales y servidores de archivo) desde terminales o computadores personales ubicadas en distintas localidades geográficas. En el caso expuesto se cuenta con una red telemática de amplitud regional e internacional.
6. La disponibilidad actual de sofisticados centros de conmutación permite la conformación, como en el proyecto expuesto, de potentes redes telefónicas que posibilitan la fácil y oportuna comunicación entre personas, utilizando un esquema de numeración sencillo y con cobertura regional e internacional.
7. Los equipos de telecomunicaciones para centros de conmutación, actualmente incorporan una alta complejidad tecnológica, como resultado de una integración hardware/software (equipo/programas), donde para el hardware se hace uso de sofisticados circuitos de alto nivel de integración y el software incorpora técnicas avanzadas de programación en tiempo real, modularidad y flexibilidad. En lo concerniente al software, sería conveniente considerar en la currícula de la especialidad un curso sobre programación para sistemas en tiempo real.

BIBLIOGRAFIA

1. Servicios Fijos que emplean Sistemas de Relevadores Radioeléctricos. CCIR, Volúmen IX, 1990.
2. Aspectos generales de los sistemas de transmisión digital; equipos terminales. CCITT, Libro Azul, Fascículo III.4, Recomendaciones G.700 a G.795, 1988.
3. Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas. Funciones y flujos de información para los servicios de la RDSI. Suplementos. CCITT, Libro Azul, Fascículo VI.1, Recomendaciones Q.1 a Q.118 bis, 1988.
4. Comunicación de datos por la red telefónica. CCITT, Libro Azul, Fascículo VIII.1, Recomendaciones de la serie V, 1988.
5. Radio System Design for Telecommunications (1 - 100 Ghz). Roger Freeman, John Wiley & Sons, 1987.
6. Resumen de conceptos teóricos requeridos en el diseño de enlaces PCM por microondas. INICTEL, 1986.
7. Sistemas de Conmutación Digital. Colección Técnica AHCIET-ICI. I. Padilla - I. Perez - C. Moroño - L.M. Rodríguez - A. Asorey, 1986.
8. Data Communications, A User's Guide. Ken Sherman, Prentice Hall, 1990.
9. Sistemas de Señalización en Redes Telefónicas. Colección Técnica AHCIET-ICI. B. Vega Palacios, 1985.
10. Digital Telephony. John Bellamy, John Wiley & Sons, 1982.