



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO

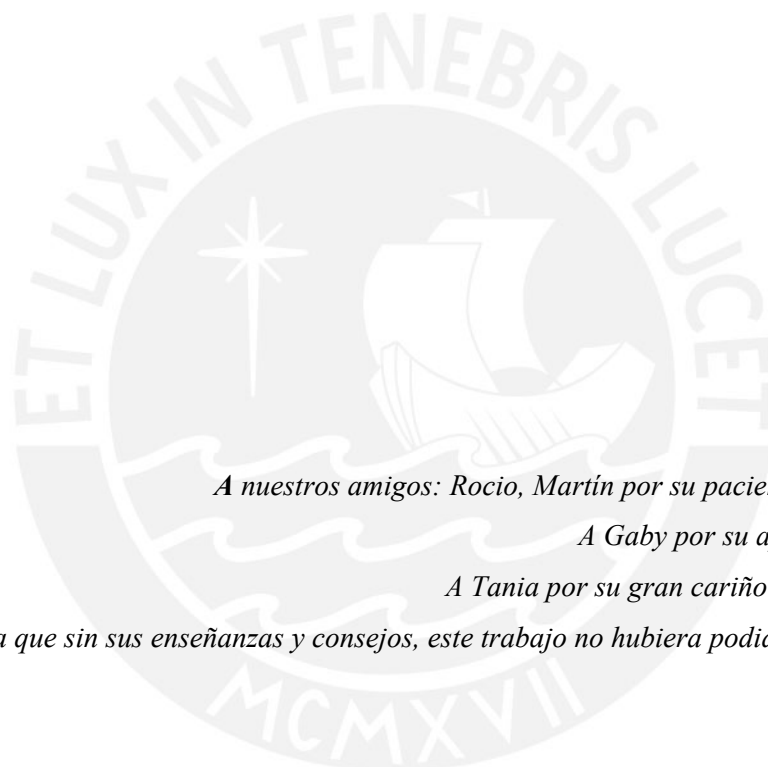
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Presentada por:

Javier Rodrigo Alvarado Martín
Jose Augusto Mendoza Espinoza

LIMA – PERÚ

2005



A nuestros amigos: Rocio, Martín por su paciencia y comprensión

A Gaby por su apoyo incondicional

A Tania por su gran cariño y constante aliento

A César, ya que sin sus enseñanzas y consejos, este trabajo no hubiera podido hacerse realidad

Jose y Javier

A mis Padres y Nelly por su apoyo durante toda la carrera

A Ximena por su ayuda y aliento

Javier

A mis padres, mis primeros maestros que incondicionalmente me guían y acompañan

A Vanessa y Guisella por su constante apoyo y confianza

A Catty por su compañía, aliento y apoyo incondicional

Jose

RESUMEN

La región Loreto, es una de las más importantes en nuestro país, como corazón de la amazonía peruana, presenta grandes posibilidades de explotación, desarrollo, y crecimiento que aún no han sido aprovechadas. El aumento del turismo, la regionalización, y el crecimiento económico han hecho que esta región cobre cada vez mayor importancia, aumentando así, sus necesidades de servicios de comunicación.

El rápido avance de las tecnologías de información, el desarrollo de la telefonía móvil, el aumento de tráfico de datos, así como la gran variedad de servicios de valor agregado disponibles como video conferencia, transmisión de imágenes y voz sobre IP requieren el uso de cada vez un mayor ancho de banda, una mejor calidad de servicio, y mejores prestaciones que se han visto limitadas por la limitada capacidad actual de los servicios prestados en la región. Asimismo las dificultades geográficas de la región como la densa vegetación de nuestra selva, lo agreste del terreno, las continuas inundaciones, el cálido medio ambiente, las dificultades de acceso y la falta de vías de comunicación terrestre han hecho que esta región quede aislada de la red nacional de telecomunicaciones terrestres, que actualmente sólo llega hasta la ciudad de Tarapoto, quedando la región de Loreto atendida sólo por comunicación satelital.

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo de tesis, pretende realizar el primer estudio y diseño de una red de comunicaciones, económica y técnicamente viable que satisfaga la creciente demanda y futuros requerimientos de comunicaciones de la región. Para esto se desarrollarán seis capítulos: el primero será dedicado a la introducción; el segundo desarrollará las tres tecnologías candidatas a ser implementadas; en el tercero

determinaremos cuáles son las necesidades de tráfico de la región; en el cuarto se elegirá la mejor tecnología para implementar la red sobre la base de un estudio tanto técnico como económico; en el quinto se desarrollará toda la ingeniería necesaria para la implementación del proyecto; en el sexto se hará una evaluación económica de la red diseñada y finalmente se presentarán las observaciones y conclusiones.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

TÍTULO	: Elección y diseño de una red de comunicaciones para la región Loreto
ÁREA	: comunicaciones + 213
ASESOR	: Percy Fernández Pilco
ALUMNOS	: Alvarado Martín, Javier Rodrigo 1994.1857.0.12 Mendoza Espinoza, Jose Augusto 1993.1840.1.12
FECHA	: 4 de Noviembre del 2002

DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS:

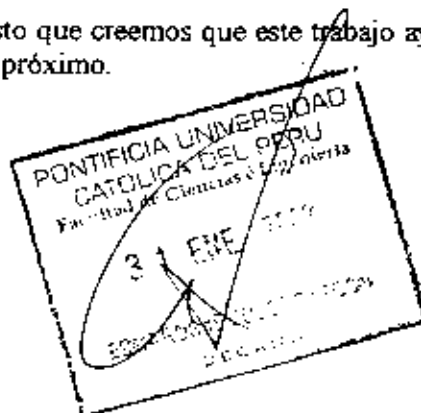
El presente trabajo tiene como objetivo el estudio, elección de tecnología y diseño de una red de comunicaciones económica y técnicamente viable que satisfaga la creciente demanda de nuevos servicios en la región Loreto.

Actualmente no existe ninguna red terrestre que atienda esta zona, debido a las dificultades principalmente geográficas que implica su instalación; importantes localidades como Iquitos, Nauta, Requena, etc. están siendo atendidas sólo por Sistemas de acceso Satelitales, pero la creciente demanda de servicios como son Telefonía móvil Digital (actualmente sólo se cuenta con tecnología analógica), acceso a Internet de alta velocidad, transmisión de imágenes y datos con una alta calidad de servicio, etc, hace que el limitado ancho de banda del acceso satelital con el que se cuenta actualmente no pueda abastecer dicha demanda.

La red planteada deberá abastecer las principales localidades del departamento. Hay que tener en cuenta para este diseño que actualmente una de las operadoras cuenta con una red Troncal de microondas hasta la ciudad de Tarapoto.

El trabajo consta de una comparación de las posibles tecnologías candidatas para implementar la red, estas serían, fibra óptica, acceso satelital, y radio microondas digital. Para esto se hará un estudio económico - técnico a fin de evaluar la mejor alternativa que pueda satisfacer de manera confiable y eficiente las necesidades de la zona, para determinar estas necesidades también se realizará un estudio de demanda. Luego de hacer dicha comparación y elegir la mejor alternativa, se realizará el diseño de la red, para esto se hará un estudio geográfico de la zona, se ubicaran las estaciones, se realizaran los cálculos del sistema, consumo de energía, se diseñarán los sistemas de tierra, supervisión y control, así como la infraestructura civil. Finalmente se presentará un estudio económico de la nueva red de comunicaciones.

Es por lo expuesto que creemos que este trabajo ayudará a la evaluación e implementación de esta red en un futuro próximo.



MAXIMO 200 PÁGINAS



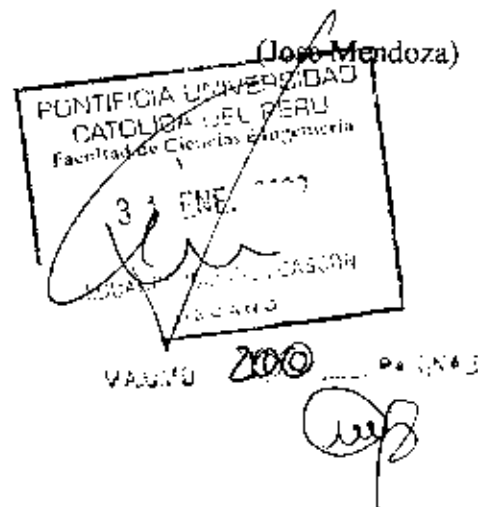
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

TÍTULO: Elección y diseño de una red de comunicaciones para el enlace de Tarapoto a Iquitos

ÍNDICE

1. Introducción (Javier Alvarado)
 - 1.1 Objetivo
 - 1.2 Alcance
 - 1.3 Finalidad
 2. Introducción a las tecnologías propuestas (Jose Mendoza)
 - 2.1 Fibra óptica
 - 2.2 Comunicación vía satélite
 - 2.3 Radio microondas digital
 3. Determinación de necesidades (Javier Alvarado)
 - 3.3 Estudio de tráfico
 4. Elección de la mejor alternativa de ingeniería desde el punto de vista técnico-económico (Jose Mendoza)
 5. Ingeniería del proyecto
 - 5.1 Ubicación de las estaciones (Javier Alvarado)
 - 5.2 Elección de la mejor ruta (Javier Alvarado)
 - 5.2 Cálculos del sistema (Jose Mendoza)
 - 5.3 Cálculo de consumo de energía (Jose Mendoza)
 - 5.4 Diseño de sistema de tierra (Javier Alvarado)
 - 5.5 Diseño del sistema de supervisión y control (Javier Alvarado)
 - 5.6 Especificaciones técnicas de los equipos (Javier Alvarado)
 - 5.7 Diseño de la infraestructura civil de las obras (Javier Alvarado)
 6. Evaluación económica (Jose Mendoza)
 - 6.1 Lista de Equipos
- Conclusiones y Recomendaciones
Anexos.
Bibliografía.



ÍNDICE TEMÁTICO

	Pag.
RESUMEN	1
TEMA DE TESIS	3
INDICE TEMÁTICO	5
INDICE DE CUADROS	8
INDICE DE FIGURAS	9
CAP 1: INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivo	10
1.2 Alcance	10
1.3 Finalidad	10
1.4 Reseña sobre las comunicaciones en el Perú	11
1.5 Generalidades sobre el departamento de Loreto	12
1.5.1 Situación actual de las telecomunicaciones.	12
CAP 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	14
2.1 Transmisión por Fibra Óptica.	14
2.1.1 Sistemas de comunicación por fibra óptica.	15
2.1.2 Fuentes luminosas.	17
2.1.3 Detectores ópticos	18
2.1.4 Amplificadores ópticos.	19
2.1.5 Multiplexación por división de longitud de onda.	20
2.1.6 Diseño de un enlace de fibra.	20
2.2 Transmisión por radio microondas.	22
2.2.1 Generalidades	22
2.2.2 Ventajas	22
2.2.3 Técnicas de modulación.	23
2.2.4 Desvanecimientos.	24
2.2.5 Diversidad de espacio.	24
2.2.6 Diversidad de frecuencia	25

	Pag.
2.2.7 Diseño de un enlace	26
2.2.8 Instalación de los equipos	26
2.2.9 Jerarquías digitales	27
2.2.9.1 Jerarquía digital Pleosincróna- PDH	27
2.2.9.2 Jerarquía digital Síncrona- SDH	30
2.3 Transmisión Satelital	35
 CAP 3: DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.	 40
3.1 Cálculo de tráfico debido a larga distancia Nacional	41
3.1.1 Cálculo del Tráfico de voz	41
3.1.2 Cálculo del Tráfico de datos	43
3.1.3 Cálculo del Tráfico por Cabinas Internet	44
3.1.4 Cálculo del tráfico futuro de la región	46
3.2 Cálculo de tráfico debido a larga distancia Departamental	49
 CAP 4: ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICA- ECONÓMICA	 51
4.1 Alternativa de transmisión por fibra óptica	51
4.2 Alternativa de transmisión por satélite	53
4.3 Alternativa de transmisión por radio microondas	55
 CAP 5: INGENIERÍA DEL PROYECTO	 58
5.1 Plan de enrutamiento	58
5.2 Orientación de las estaciones	61
5.3 Asignación de frecuencias	63
5.4 Diseño del sistema	63
5.5 Cálculo del comportamiento del sistema	67
5.6 Plan de Canalización del sistema	76
5.6.1 Tráfico de larga distancia nacional	76
5.6.2 Tráfico de larga distancia departamental	77
5.6.3 Plan de canalización.	78
5.7 Especificaciones técnicas de los equipos de radio	81
5.8 Composición de los equipos de comunicaciones por estación	91

	Pag.
5.9 Configuración por estación	93
5.10 Sistema de gestión centralizada de red.	95
5.11 Instalación de los equipos	103
5.12 Sistema de alimentación	104
5.12.1 Descripción de los sistemas	105
5.12.2 Descripción de los equipos	107
5.12.2.1 Sistema de alimentación DC	107
5.12.2.2 Sistema de energía fotovoltaico	108
5.12.3 Ejemplo de cálculo	110
5.13 Protección contra rayos y sistemas de puesta a tierra	113
 CAP 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA	 116
6.1 Inversión	116
6.2 Costos de operación y mantenimiento	117
6.2.1 Cálculo del CAPEX.	118
6.2.2 Cálculo del OPEX	124
6.3 Cálculo del retorno	128
 OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	 130
 BIBLIOGRAFÍA	 135
 ANEXOS	 138
INDICE DE ANEXOS	139

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 3.1: Cálculo del tráfico de voz	42
Cuadro 3.2: Cálculo del tráfico de datos.	44
Cuadro 3.3: Cálculo del tráfico de cabinas Internet.	46
Cuadro 3.4: Cálculo del tráfico estimado de voz	47
Cuadro 3.5: Cálculo del tráfico estimado de datos.	48
Cuadro 3.6: Cálculo del tráfico estimado de cabinas.	48
Cuadro 3.7: Cálculo del tráfico de número de habitantes por número de E1s	50
Cuadro 3.8: Cálculo de tráfico departamental, por ruta.	50
Cuadro 4.1: Costos del segmento satelital.	54
Cuadro 4.2: Comparación de las tres alternativas.	57
Cuadro 5.1: Valores empíricos de los parámetros (ITU Rec. 338)	69
Cuadro 5.2: Factor de reducción.	70
Cuadro 5.3: Factor de reducción debido a la inclinación del terreno.	72
Cuadro 5.4: Distribución de tráfico de larga distancia nacional	77
Cuadro 5.5: Distribución de tráfico de larga distancia departamental.	78
Cuadro 5.6: Distribución de las estaciones por su sistema de alimentación.	104
Cuadro 6.1 Lista de equipos de radio microondas	120
Cuadro 6.2 Lista de equipos Multiplexores	121
Cuadro 6.3 Lista de equipos de sistema de gestión centralizada	121
Cuadro 6.4 Lista de equipos de energía	122
Cuadro 6.5 Lista de bienes de Infraestructura	122
Cuadro 6.6 Detalle de costos de transporte	123
Cuadro 6.7 Detalle de costos de instalación	124
Cuadro 6.8 Resumen General del OPEX	127
Cuadro 6.9 Resumen General del CAPEX	128

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1.1: Estructura de un conductor de fibra óptica.	15
Figura 2.1.2: Atenuación y dispersión en fibra óptica	16
Figura 2.1.3: Distribución espectral de un LED y un LD.	18
Figura 2.1.4: Diagrama de bloques de un amplificador EFDA.	19
Figura 2.2.1: Esquema de un sistema de radio microondas digital.	22
Figura 2.2.2: Efecto de la diversidad de espacio.	25
Figura 2.2.3: Diversidad de frecuencia.	26
Figura 2.2.4: Tipos de torres.	27
Figura 2.2.5: Jerarquía digital PDH	29
Figura 2.2.6: Estructura de trama SDH.	33
Figura 2.3.1: Modelo de subida (Satelital).	35
Figura 2.3.2: Modelo de bajada (Satelital).	36
Figura 4.1: Mapa del oleoducto nor-peruano.	52
Figura 5.1: Diagrama de la red Tarapoto- Iquitos.	62
Figura 5.2: Determinación del tiempo de indisponibilidad.	66
Figura 5.3: Indisponibilidad en un trayecto bi-direccional.	66
Figura 5.4: Plan de Canalización (Tráfico Total) .	79
Figura 5.5: Plan de Canalización (Tráfico desagregado).	80
Figura 5.6: Configuración del sistema de gestión.	102

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio técnico y económico, que compare las tres tecnologías candidatas a implementarse, las cuales son: fibra óptica, las comunicaciones vía satélite y la transmisión por microondas terrestres SDH¹; y que permita la elección de la más adecuada para las necesidades de la región. Una vez elegida la tecnología a implementarse, se realizará el diseño y estudio económico de la red de comunicaciones.

1.2 Alcance

El estudio se realizará para la región Loreto, es decir para las zonas que actualmente se comunican sólo vía satélite, siendo las principales localidades Iquitos, Requena, Nauta y Yurimaguas; además, lograr la comunicación de otras localidades, más pequeñas, que estén próximas a la ruta de la red y que actualmente se encuentran totalmente aisladas.

1.3 Finalidad

La finalidad de este trabajo es hacer el estudio y diseño de la red de comunicaciones antes mencionada a fin de que sirva como plataforma para la implementación de la red y de esta manera se pueda brindar un mejor servicio a la región y se satisfagan de manera adecuada las futuras necesidades de la zona.

¹ SDH: Synchronus Digital Hierarchy

1.4 Reseña sobre las comunicaciones en el Perú

En el año 1968 se instaló en el país la primera estación satelital internacional de Sudamérica, con ello se inicia una nueva etapa en las comunicaciones nacionales. Posteriormente en 1971 aparecen las primeras redes troncales nacionales basadas en tecnología microonda analógica. Con una extensión de 4 700 Km. las redes troncales analógicas tenían la función de interconectar los pueblos del país.

La tecnología satelital se implementó a fin de interconectar aquellos pueblos alejados a los cuales no se podía llegar a través de las redes troncales terrestres.

Con las mejoras tecnológicas que ocurrieron en los años posteriores se fue reemplazando la red troncal analógica por una red digital, y es así como en 1995 tenemos la primera red digital SDH con mas de 4 850 Km a la fecha, esta red combinada con las redes troncales PDH² hacen la red troncal nacional de comunicaciones inalámbrica. Con la llegada de nuevas tecnologías y el aumento de los servicios de comunicaciones prestados, se construyen las primeras redes ópticas del país. Es así como a partir del año 2000 se tiene a toda la costa interconectada a través de una red SDH de fibra óptica (De Trujillo hasta Arequipa y luego a Juliaca) quedando la tecnología digital de microondas como respaldo de esta fibra. En la actualidad existen proyectos para cambiar la tecnología de este enlace de fibra usando tecnología WDM³, para aumentar su capacidad.

Si bien la mejora tecnológica tiende a implementar fibra óptica para las redes troncales, no podemos descartar el uso de otras tecnologías que sean tecnológicamente competentes para la implementación de las redes, por esto se debe evaluar las tecnologías a implementar dependiendo de las necesidades, costos y factibilidad del proyecto.

² Plesiochronous Digital Hierarchy

³ Wave Division Multiplexing

1.5 Generalidades sobre el departamento de Loreto

El departamento cuenta con una población de 931 444 habitantes⁴, está ubicado en la parte Nor-Oriental del Perú, geográficamente es el departamento más extenso, con una superficie de 368,851.95 Km² y el PBI proyectado para el departamento asciende a 3% en el 2003 y 3.4 % en el 2004⁵.

1.5.1 Situación actual de las telecomunicaciones.

En el departamento de Loreto las principales ciudades son : Iquitos, capital del departamento; Contamana, capital de la Provincia de Ucayali; Nauta, capital de la provincia de Loreto; Requena, capital de la Provincia de Requena y las ciudades de Lagunas y Caballococha.

Prácticamente el 100% de las comunicaciones del departamento son a través de sistemas satelitales con tecnologías analógica y digital IDR (portadoras digitales comprimidas) y no se cuenta con sistemas de respaldo.

Actualmente, la red terrestre de microondas digital con tecnología SDH no llega al departamento de Loreto. La ciudad de Pucallpa, en el departamento de Ucayali a 535Km en línea recta desde Iquitos y la ciudad de Tarapoto departamento de San Martín a 459 Km en línea recta desde Iquitos son las localidades más próximas hasta donde llega la red nacional SDH.

Debido a que prácticamente todas las comunicaciones de larga distancia son por vía satélite se presentan las siguientes limitaciones:

- Baja confiabilidad
- Limitación de ancho de banda
- Más de un salto satelital para comunicaciones nacionales
- Altos costos del segmento espacial
- Restricciones de velocidad en algunos servicios de Internet
- No se cuenta con sistema de respaldo

⁴ Según proyección del INEI para el 2004

⁵ Como porcentaje del PBI real, estimado.

Esta situación evidencia la necesidad de implementar una nueva red de telecomunicaciones o la ampliación de los servicios satelitales prestados a fin de brindar tanto calidad como variedad en los servicios de comunicaciones.



CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEORICA.

En el presente capítulo se presenta una breve descripción teórica de cada una de las tecnologías a ser evaluadas para la implementación de la red de comunicaciones, materia de estudio del presente trabajo de tesis. Las tecnologías a ser estudiadas son:

- 1.- Transmisión por Fibra Óptica.
- 2.- Transmisión por Radio Microondas.
- 3.- Transmisión Satelital

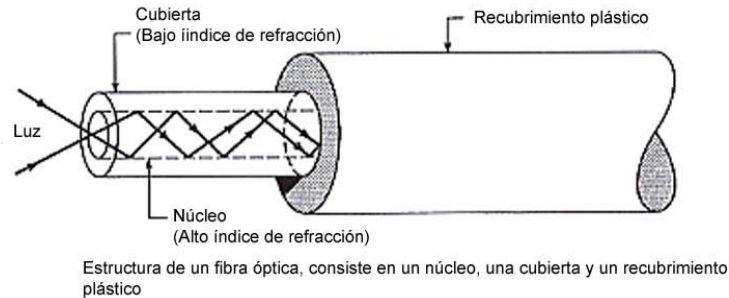
2.1 Transmisión por Fibra Óptica.

En 1884 el físico irlandés, John Tyndall, demostró que la luz podía ser guiada por un chorro de agua, aún cuando este estuviese curvado, así mostró que cuando el ángulo de incidencia es suficientemente pequeño, la luz que se propaga en un medio con alto índice de refracción no puede penetrar otro medio que tenga un índice más bajo. Este principio, conocido con el nombre de reflexión total interna es la base del funcionamiento de una fibra óptica, ya que permite confinar la luz al medio de mayor índice. Más tarde en 1927 J. L. Baird y C. W. Hansell, demostraron la posibilidad de transmitir imágenes empleado fibras de silicio.

La estructura física del conductor de fibra óptica comprende: un núcleo, comúnmente de sílica (SiO_2); una cubierta y un recubrimiento de algún material dieléctrico para protección.

En la figura 2.1.1 se muestra la reflexión total interna y la estructura de un conductor de Fibra.

Figura 2.1.1



2.1.1 Sistemas de comunicación por fibra óptica

En su esquema más simple un sistema de comunicación por fibra óptica esta compuesto por tres elementos:

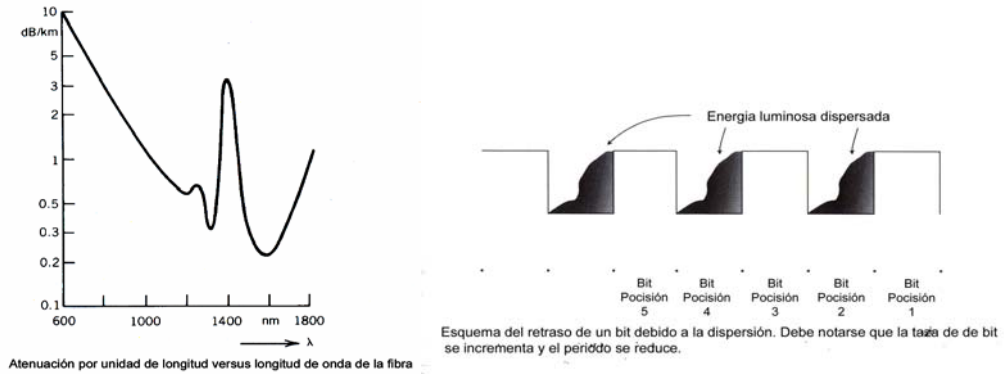
1. Un emisor óptico: Cuya función es transformar la información en forma de señal eléctrica a información en forma de luz.
2. Un canal de transmisión que es el conductor de fibra óptica.
3. Un receptor óptico: Cuya función es recibir la información en forma de luz y transformarla en información en forma de señal eléctrica.

Hay dos inconvenientes básicos que limitan la longitud de la transmisión sin repetidores o limitan la distancia entre repetidores. Estos son: la atenuación y la dispersión cromática.

- La atenuación es la disminución de la intensidad de la señal a medida que ésta viaja a través del cable de fibra óptica y normalmente se expresa en decibelios por kilómetro.
- La dispersión cromática que se manifiesta como interferencia intersimbólica (La interferencia intersimbólica, ocurre cuando energías retrasadas desde la posición 1 caen dentro de la posición 2 y posiblemente en la posición 3, 4, etc., es decir las longitudes de onda viajan a diferentes velocidades, confundiendo la decisión del circuito en la recepción final) usualmente se expresa como ancho de banda

por unidad de longitud, es decir como megahertz por kilómetro.⁶ En la figura 2.1.2 se aprecian los conceptos de atenuación y dispersión.

Figura 2.1.2



Los sistemas de fibra óptica presentan las siguientes características:

- Alta velocidad de transmisión, ya sea en datos, voz o vídeo.
- Bajo porcentaje de error de transmisión.
- Total inmunidad a interferencia de electromagnética o de radio frecuencia.
- Resistencia a la corrosión, fuego y químicos.
- Las ventajas que ofrece la fibra óptica autofinancian su costo, en comparación de las otras posibilidades.

Hay tres tipos de fibras ópticas que se distinguen por sus propiedades físicas y modales

- Índice escalonado (multimodo)
- Índice gradual (multimodo)
- Un solo modo (monomodo)

⁶ . Existen varias clases de dispersión como son la dispersión del material y la dispersión modal. La dispersión material se manifiesta cuando la línea de emisión espectral es muy tolerante (ancha). Por ejemplo cuando se usa un LED como fuente óptica. La dispersión modal ocurre cuando se envían varios modos. Algunos tienen más reflexiones dentro de una fibra que otros, así otra vez, causan una transmisión de energía de los modos de alto orden que llegan retrasados comparados con los modos de bajo orden.

La fibra de índice escalonado se caracteriza por un cambio abrupto en el índice de refracción, la fibra de índice gradual se caracteriza por un continuo cambio en el índice de refracción, ambas se catalogan como fibras multimodo pues pueden propagar más de un modo. Las fibras de índice continuo tienen mayor ancho de banda por distancia comparadas con las fibras de índice escalonado es decir pueden transmitir mayores tasas de bits, pero el inconveniente es que también son más caras.

Las fibras monomodo tienen un diámetro de núcleo tan pequeño que solo existe un solo modo de propagación y no existe dispersión, lo cual las hace mucho más apropiadas para comunicaciones a larga distancia.

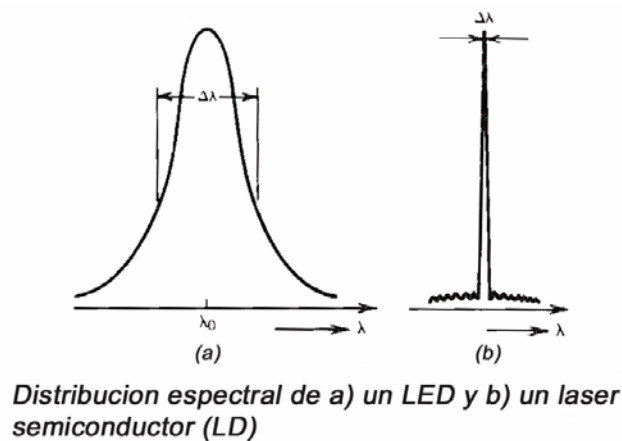
2.1.2 Fuentes luminosas.

La fuente luminosa tiene una función fundamental en las transmisiones de fibra óptica al convertir la energía eléctrica (corriente) a energía luminosa (luz) de manera que la luz sea enviada de manera eficiente a través de la fibra óptica. Las dos fuentes luminosas más usadas son: el diodo emisor de luz (LED) y el láser semiconductor también llamado diodo láser (LD). LEDs y LDs son fabricados de los mismos elementos semiconductores básicos y tienen juntas con estructuras similares. La diferencia consiste en la manera de emitir luz y sus características de performance.

Un LED es un dispositivo formado por dos capas N-P que emiten luz debido a un fenómeno espontáneo llamado electroluminiscencia. Los LDs emiten luz a través de emisiones estimuladas. Los LEDs son menos eficientes que los LDs pero considerablemente más económicos y tienen mayor tiempo de vida. La luz emitida por un LED es incoherente en un ancho espectral (de 30nm a 60nm). Por otro lado un láser semiconductor emite un espectro muy angosto (de 2nm a 4nm).

En la figura 2.1.3 podemos apreciar las distribuciones espectrales tanto de un LED como un LD.

Figura 2.1.3



2.1.3 Detectores ópticos.

Los detectores ópticos más comunes son los fotodiodos, PIN o APD, el término PIN proviene de la construcción del semiconductor cuando un material intrínseco I se coloca entre las capas N y P del diodo. El otro tipo de detector es el fotodiodo detector de avalancha (APD), el APD es un dispositivo de ganancia de 15 a 20 dB aproximadamente, a diferencia del diodo PIN que no tiene ganancia.

De los dos dispositivos antes mencionados el PIN es el más económico y requiere circuitería menos compleja.

En general los diodos PIN tiene un buen tiempo de respuesta de aproximadamente el 90% de la parte transitoria, pero el restante 10 %, que es la parte final del pulso, puede limitar de manera significativa la tasa de bits de la red de los sistemas digitales.

Los APD tienen mejor tiempo de respuesta que los PIN, pero los APD presentan cierta inestabilidad dependiendo de la temperatura. Para compensar esto normalmente los sistemas que utilizan APD, utilizan un sistema de control realimentado de voltaje. Ambos problemas, la inestabilidad ante variaciones de temperatura y el control de voltaje complican el diseño de una repetidora.

2.1.4 Amplificadores ópticos.

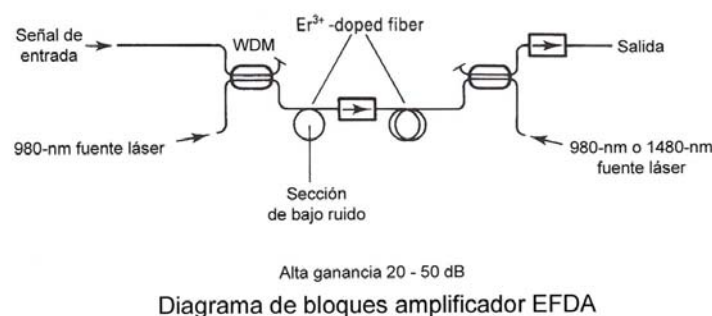
Los amplificadores ópticos tienen la función de amplificar la señal de luz incidente. Existen varios tipos: los amplificadores de láser semiconductores; amplificadores Raman; amplificadores Brillouin; amplificadores erbio-doped (EDFAs).

De los tipos mencionados, los EDPAs son los más aceptados, la razón es que operan con longitudes de onda cercanas a los $1.555 \mu\text{m}$, donde las pérdidas de la fibra son mínimas. En estos amplificadores es posible obtener ganancias en el rango de los 30 dB o 40 dB con solo unos cuantos milivatios de potencia cuando se usa láser de $0.980 \mu\text{m}$ o $1.480 \mu\text{m}$ ⁷.

Los EDFAs normalmente se instalan después de una fuente de láser semiconductor (transmisor) y/o directamente antes de los receptores. Con la implementación de EDFAs la longitud de un enlace de fibra puede ser extendida sin usar repetidores hasta 100 ó 250km adicionales.

En la figura 2.1.4 se muestra un diagrama de un amplificador EDFA

Figura 2.1.4



Comúnmente se usa también regeneradores ópticos, en los cuales, los fotones de entrada son convertidos a electrones, la señal eléctrica es amplificada,

⁷ G.P Arawal, fiber-optic Communication Systems, Wiley , New York, 1992.

vuelta a medir, cronometrada y finalmente se vuelve a convertir en fotones para ser transmitida dentro de la fibra y con esto se elimina la dispersión y el ruido.

2.1.5 Multiplexación por división de longitud de onda

Wavelength division multiplexing (WDM) o multiplexación por división de la longitud de onda es un concepto similar a la multiplexación por división de frecuencia (FDM), ampliamente difundida.

Usando WDM se aumenta la capacidad de transmisión de una fibra óptica, usando diferentes longitudes de onda para enviar varios canales y aumentar la capacidad de transmisión. Por ejemplo si se tiene una fibra por la cual se envían 2.4 Gbps si se convierte esto a WDM de 10 canales, donde cada canal de estos puede transportar 2.4 Gbps, la capacidad de la fibra es ahora 10×2.4 o 24Gbps.

La banda de 1550 nm⁸ es la más atractiva para el uso de WDM, pues la señal WDM puede ser amplificada con todas sus componentes juntas usando un simple EDFA.

2.1.6 Diseño de un enlace de fibra

El diseño de un enlace de fibra involucra diversos pasos. Primero se debe estudiar la factibilidad de uso de este sistema de transmisión para la aplicación deseada, para esto se deben tomar en cuenta los aspectos económicos y técnicos, así como establecer los parámetros básicos del sistema. Como son:

- Tipo de señal que será transmitida: Digital o analógica, video / CATV, tasa de bits y formato.
- Longitud del sistema, cuanta fibra se usará en los enlaces.
- Requerimientos de crecimiento (circuitos adicionales, incremento de las tasas de bits.)

⁸ Normalmente los sistemas de comunicación óptica operan en las regiones de longitudes de onda de 820nm, 1300nm y 1550nm.

- Requerimientos de disponibilidad
- Relación señal ruido, BER⁹, tolerancia a niveles perjudiciales,

El diseñador debe elegir las alternativas más económicas según sus requerimientos. Por ejemplo:

- Parámetros de la fibra: monomodo, multimodo, de índice escalonado, de índice gradual, número de fibras, ancho de banda.
- Longitud de onda de transmisión: 820nm. 1330nm. 1550nm.
- Tipo de fuente: LEDs o LDs.
- Tipo de detector PIN o APD
- Uso de amplificadores EDFA
- Repetidoras: si se requiere, y sus sistemas de energía.
- Modulación etc.

Se debe especificar la ruta a seguir, realizar los cálculos del sistema, es decir analizar las pérdidas por atenuación y/o distorsión.

Debe tomarse en cuenta el promedio de datos, promedios de errores de bit, anchos de banda, promedios de ruido en la señal, distancias de transmisión etc. La instalación de la fibra deberá ser llevada a cabo por una empresa especializada.

También deben ser incluidos en el diseño otros factores como el efecto del envejecimiento (de 1 a 3 dB normalmente), las pérdidas debido a los conectores, las pérdidas debido a la fibra misma (4dB/Km), efectos de la temperatura (± 1 dB), pérdidas en el receptor, margen de seguridad (3dB). Asimismo se debe realizar un análisis de sensibilidad para determinar los mínimos niveles de potencia óptica que debe haber en el receptor para que el sistema funcione correctamente.

⁹ Bit error rate: Taza de error de bits.

2.2 Transmisión por radio Microondas.

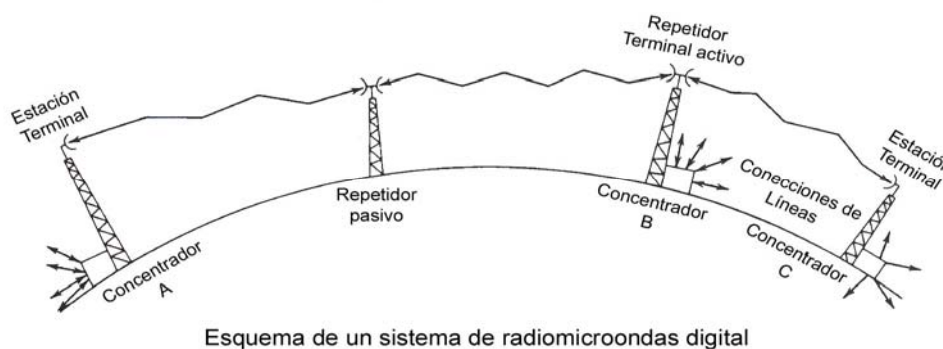
2.2.1 Generalidades:

Los sistemas de microondas involucran todos los sistemas de radio que trabajan en el rango de frecuencia de 300 MHz a 300 GHz. Es debido a tan amplio rango de frecuencias, que están involucrados diversos sistemas de comunicación. En esta sección se describen las microondas terrestres, que trabajan generalmente en el rango de 4 a 40 GHz.

Un típico enlace a microondas consta de dos antenas una emisora y una receptora, y estaciones con una circuitería que permite generar, distribuir, modular, amplificar, mezclar, filtrar y detectar la onda electromagnética.

El diseño de un enlace requiere fijar los objetivos o requerimientos del sistema, los cálculos de propagación, instalación de equipos y las pruebas. En figura 2.2.1 se muestra un sistema de microondas terrestres.

Figura. 2.2.1



2.2.2 Ventajas:

Las ventajas principales del empleo de radio enlaces microondas como medio de transmisión son: bajo costo comparativo, fácil y rápida instalación, buena performance, fácil mantenimiento y menor vulnerabilidad frente a vandalismo y desastres naturales.

La transmisión del mensaje se realiza a través de un canal, el cual es el medio de comunicación, que conecta dos o más puntos de la red. Un circuito define la configuración del equipo que puede proveer uno o varios canales para transmitir la información.

2.2.3 Técnicas de Modulación:

Las señales producidas por diferentes fuentes, deben ser adecuadas para su transmisión por un determinado canal, este proceso de conversión se denomina modulación, en el cual la señal original se llama banda base (BB), y se modula con respecto a otra señal llamada portadora. La modulación se utiliza para transmitir varias señales simultáneamente por un mismo medio. Cada señal se modula en un rango diferente de frecuencias, separadas de tal manera que no interfieran unas con otras, tal que el receptor utilice un filtro de banda y capture sólo aquella información que requiera. Esta técnica de modulación se conoce como Multiplexación por División de Frecuencias (FDM).

Existen varias técnicas de modulación digital en las cuales la señal portadora es alterada para transmitir la información, estas técnicas alteran la amplitud (ASK¹⁰), la frecuencia (FSK¹¹) y fase (PSK¹²) de la señal portadora. Otras técnicas combinan dos modulaciones como la QAM¹³ que combina la modulación de amplitud y fase sobre la señal portadora. La QAM de varios niveles se compone de ondas ortogonales (fase) moduladas en amplitud, con un número de elementos de código igual a 2^{2n} . En el caso de que $n=1$, entonces se tiene 4 niveles de código (puntos). Si $n=2$, entonces tendremos una señal 16QAM. Si cada nivel de código es representado por un punto en un eje de coordenadas, entonces el valor de dicho nivel es proporcional a su distancia al centro del eje.

¹⁰ Amplitude Shift Keying

¹¹ Frequency Shift Keying

¹² Phase Shift Keying

¹³ Quadrature Amplitude Modulation

Para sistemas microondas, las modulaciones más usadas son la PSK y la QAM, la modulación QAM se caracteriza por utilizar un menor ancho de banda sin embargo la PSK es más robusta es decir se pueden obtener saltos más largos con menos potencia.

2.2.4 Desvanecimientos

Las comunicaciones por microondas están expuestas a ciertos fenómenos que ocurren de manera natural y afectan la transmisión de las ondas electromagnéticas debido a la naturaleza de estas. Estos fenómenos son conocidos como desvanecimientos

El desvanecimiento es un fenómeno por el cual la señal recibida se pierde, es decir, cae abruptamente sin aparente causa alguna (desvanecimiento plano) o se distorsiona demasiado (desvanecimiento por dispersión). Las causas que originan estos desvanecimientos son la atmósfera y la tierra.

El desvanecimiento provocado por la atmósfera esta determinado por la distribución de las variaciones del índice de refracción en la atmósfera y las variaciones originadas por el cambio del tiempo.

El desvanecimiento provocado por la tierra es causado por las variaciones físicas de la tierra. Características de la superficie como la rugosidad y permeabilidad del terreno, la reflexión del mar, cambios en la marea, etc. Provocan cambios en el coeficiente de reflexión.

Para evitar los desvanecimientos se han creado las técnicas de diversidad, estas reducen el desvanecimiento seleccionando o combinando las salidas de dos o más receptores que no experimenten deterioro de la señal al mismo tiempo.

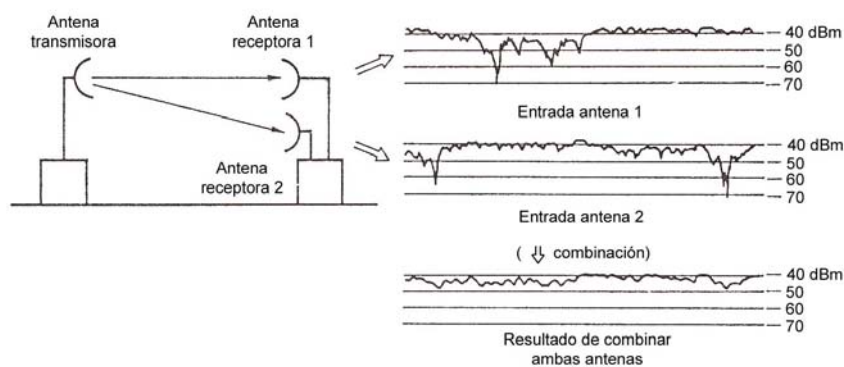
2.2.5 Diversidad de espacio

La diversidad de espacio opera bajo el principio que dos componentes de la misma señal que recorren caminos distintos no tendrán los mismos puntos de interferencia.

Generalmente se elige la mayor separación posible entre las antenas teniendo en cuenta la altura máxima de la torre.

Dependiendo de la técnica usada, las señales recibidas pueden ser seleccionadas, es decir se elige la mejor, o combinadas, para obtener una señal más limpia. En la figura 2.2.2 se muestra la técnica de diversidad de espacio.

Figura 2.2.2

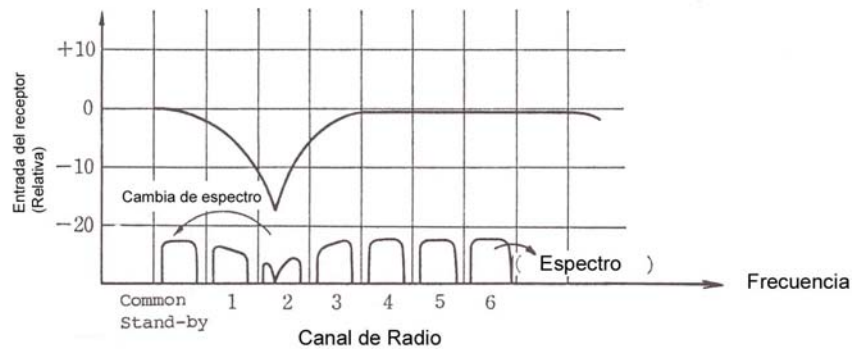


Efecto de la diversidad de espacio

2.2.6 Diversidad de frecuencia

Cuando las señales siguen un mismo trayecto pero tienen diferentes longitudes de onda es imposible que se produzca un profundo desvanecimiento simultáneo. Para esto se necesitan dos transmisores y dos receptores que envíen y reciban las mismas señales por dos frecuencias distintas. Normalmente solo se necesita una antena de transmisión y otra de recepción. Las salidas de los receptores se conectan en un combinador de diversidad que suma la potencia de las dos señales para formar una sola. En la mayoría de los casos la separación de frecuencias se sostiene dentro de la banda asignada para el servicio. En la figura 2.2.3 se muestra la técnica de la diversidad de frecuencia.

Figura 2.2.3



Diversidad de Frecuencia

2.2.7 Diseño de un enlace

El diseño del enlace se divide en dos partes, el diseño de propagación y el diseño del sistema. En el primero se debe especificar la ruta, para ello se utilizan cartas topográficas y se realiza un estudio de sitio de los posibles lugares en donde se colocarán las estaciones. Se elige el tipo de antena y polarización, así como las características de propagación de la trayectoria y el método para reducir los desvanecimientos.

En el diseño del sistema se especifica todos los parámetros de operación: La dimensión de transmisión, el tipo de comunicación, tipo de modulación, cálculos de pérdidas, cálculo del ruido, nivel de recepción etc. Para garantizar la factibilidad de un enlace se debe realizar un cálculo teórico de propagación, a fin de determinar el margen del sistema ante posibles pérdidas de la señal y su disponibilidad según las recomendaciones internacionales.

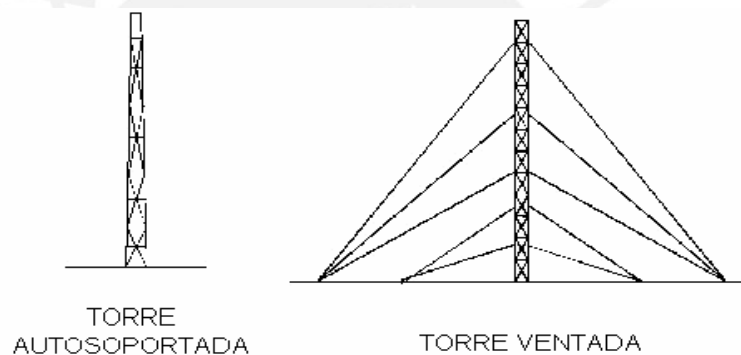
2.2.8 Instalación de los equipos.

Las estaciones deben contar con un lugar adecuado para la instalación de los equipos, y con una torre para colocar las antenas, asimismo, la disposición de los equipos, la instalación eléctrica y los sistemas de protección deben ser adecuados y diseñados especialmente para cada estación.

En telecomunicaciones se utiliza torres de dos tipos, las torres auto-soportadas y las torres ventadas. Una torre auto-soportada o auto-sustentada, se le denomina a aquella estructura metálica la cual se puede soportar por si misma, es decir, no requiere de elementos externos para sostenerse. Las torres auto-soportadas se implementan cuando el área disponible es mínima y la altura de la antena no es mucha.

La torre ventada es aquella estructura metálica que requiere de cables o arriostres para sostenerse, es decir, necesita ser retenida en cada una de sus aristas y a diferentes alturas para mantenerse en pie. Estas se implementan cuando el área o terreno disponible es grande. En la figura 2.2.4 se muestra los dos tipos de torres antes descritos.

Figura 2.2.4 – Tipos de Torres



La antena se fija a la torre a través de un soporte de antena el cual permite el movimiento de la antena tanto horizontal como verticalmente a fin de alinear la antena con la siguiente estación. Este se debe diseñar en función de las cargas que actúan sobre él que serían el peso de la antena, el momento que ejerce la antena sobre la torre y la fuerza del viento, etc.

2.2.9 Jerarquías Digitales:

2.2.9.1 Jerarquía Digital Plesiocrona - PDH.

Antes del surgimiento de la jerarquía digital sincrónica (SDH), la transmisión se hacía básicamente utilizando la jerarquía digital plesiocrona (PDH), la idea básica es la de hacer una serie de

multiplexaciones de señales procedentes de fuentes distintas, para así formar una señal común con una velocidad de bits superior. Haciendo determinada cantidad de multiplexaciones se van logrando las diferentes jerarquías propias de PDH. Dichas Jerarquías, están estandarizadas, pero estos estándares no son iguales en todo el mundo, pues hay varios estándares dependiendo de lo adoptado en cada país. Los principales estándares son el ITU y el ANSI, a continuación se detallan dichos estándares:

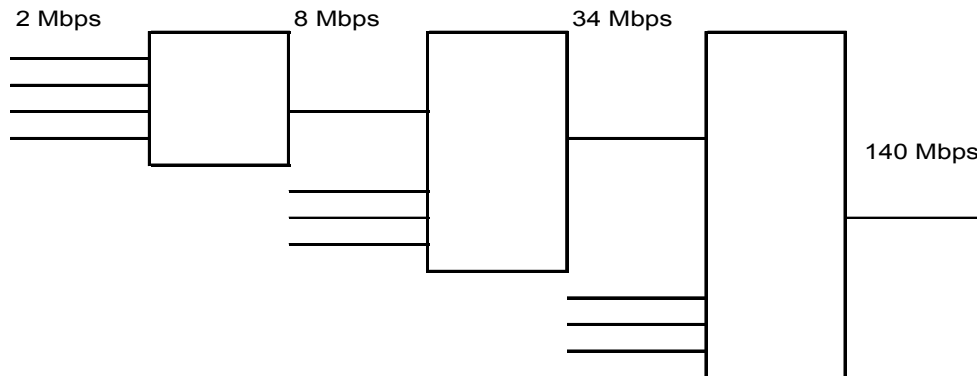
ITU			
Señal	Tasa de Bits	Denominación	Canales
E1	2,048 Mbps	2 Mbps	32 x 64 Kbps
E2	8,448 Mbps	8 Mbps	128 x 64 Kbps
E3	34,368 Mbps	34 Mbps	16 E1s
E4	139,264 Mbps	140 Mbps	64 E1s

ANSI			
Señal	Tasa de Bits	Denominación	Canales
T1	2,544 Mbps	1.5 Mbps	24 x 64 Kbps
T2	6,312 Mbps	6 Mbps	96 x 64 Kbps
T3	44,736 Mbps	45 Mbps	28 T1s

El estándar ITU es usado principalmente de Europa y Asia, mientras que el ANSI es usado principalmente en Estados Unidos. En el Perú el estándar más usado es el ITU. A estas velocidades se llega haciendo una serie de multiplexaciones , las cuales se realizan tomando cuatro líneas de la jerarquía inferior y multiplexando las mismas se llega a la siguiente jerarquía.

La figura 2.2.5 muestra dicha multiplexación:

Figura 2.2.5 – Jerarquía PDH



Como se puede apreciar la jerarquía tiene como fuente n canales de 64Kbps, estos canales podrían ser por ejemplo un sistema PCM30, una central de conmutación digital, o cualquier dispositivo que cumpla con la norma. Es importante mencionar que para cada nivel de jerarquía son insertados algunos bits adicionales, destinados a la generación de la trama y también para llevar información adicional dentro de la misma (Bits de Cabecera)

Desventajas de la PDH

- No existe un estándar mundial en el formato digital, existen tres estándares incompatibles entre sí, el europeo, el estadounidense y el japonés.
- No existe un estándar mundial para las interfaces ópticas. La interconexión es imposible a nivel óptico.
- La estructura asíncrona de multicanalización es muy rígida
- Capacidad limitada de administración

Debido a las desventajas de PDH, era obvia una nueva técnica de multicanalización, nace así SONET/SDH.

2.2.9.2 Jerarquía Digital Síncrona - SDH.

En el año 1985 la empresa Bell Core, le hace una propuesta al ANSI de estandarizar las velocidades mayores a 140 Mbps, que hasta ahora eran propietarias de cada empresa. En 1986, Bell Core y AT&T proponen a la CCITT, posibles velocidades de transmisión para que las mismas sean estandarizadas, cada una de estas empresas propone diferentes velocidades de transmisión. Recién en 1988 se produce la primera regulación de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH). La CCITT saca entonces, las recomendaciones G707, G708 y G709, que constituyen la primera regulación de esta forma de transmisión.

Desde 1988 al día de hoy, ha habido 6 modificaciones de las recomendaciones, estando vigente hoy en día solamente la recomendación G707, que es la usada e la actualidad.

La existencia de diversas jerarquías digitales (la Europea y la Americana), hace que, cuando el tráfico sobrepasa las fronteras nacionales, haya necesidad de efectuar conversiones generalmente costosas para llevar la señal a otro país. Esto y las desventajas de la PDH actual -mencionadas anteriormente forzaron a crear una jerarquía digital que proporcionara un estándar mundial unificado que a su vez ayude a una efectiva y económica administración de la red. Y que satisfaga las demandas de nuevos servicios y más capacidad de transmisión, por parte de los usuarios. Por esto además de ser un estándar mundial y ofrecer un método de multiplexación síncrona, SDH es una alternativa de evolución de las redes de transporte, que nace debido al acelerado crecimiento de las actuales redes de transmisión, demanda de nuevos servicios y aparición de nuevos operadores de red.

SDH satisface las exigencias de flexibilidad y calidad que requiere un mercado que esta continuamente en cambio. Además, SDH beneficia también a las empresas operadoras en cuanto a la optimización de su

rentabilidad, reducción de costos de operación, mantenimiento y facilidad de supervisión.

Características de SDH:

- Nuevas topologías de red especialmente en la parte de acceso.
- Acceso directo a afluentes de baja velocidad sin tener que demultiplexar toda la señal que viene a alta velocidad, como ocurre con la PDH actual.
- Altas velocidades de transmisión, los modernos sistemas SDH logran velocidades de hasta 10 Gbits/s.
- Facilidad de multiplexación y demultiplexación, comparado con los sistemas PDH, es mucho más fácil extraer o insertar canales de menor velocidad en las señales compuestas SDH. Esto se debe a que en SDH todos los canales están perfectamente identificados por medio de etiquetas y punteros que hacen posible conocer exactamente la posición de los canales individuales.
- Mejor capacidad de operación, administración y mantenimiento.
- Adopción de canales auxiliares estandarizados.
- Estandarización de interfaces.
- Fácil crecimiento hacia velocidades mayores, en la medida que lo requiera la red.
- Implementación de sistemas con estructura flexible que pueden ser utilizados para construir nuevas redes (incluyendo LAN, MAN, ISDN).

Estructura Básica de SDH:

SDH trabaja con una estructura básica. Esta estructura es llamada trama básica, la cual tiene una duración de 125 microsegundos, y corresponde a una matriz de 9 filas y 270 columnas, cuyos elementos son octetos y como su duración es de 125 microsegundos, o sea que se repite 8000 veces por segundo, su velocidad binaria será: $19,440 \times 8,000 = 155,520$ Kbits/seg.

Esta trama básica recibe el nombre de STM_1 " *Modulo de Transporte Síncrono de Nivel 1*" (STM_1 = Synchronous Transport Module 1).

En la trama se distinguen tres áreas:

- Tara de Sección (Section OverHeat).
- Punteros de AU (AU pointer).
- Carga Útil (Payload).

Contenedor Virtual (VC).

Para que un tributario pueda entrar a formar parte de la carga útil de un STM-1 previamente debe ser "empacado" adecuadamente, para ello se procesa con el fin de convertirlo en un contenedor virtual (VC: Virtual Container). Este VC es una señal síncrona en frecuencia con el STM_1 y ocupara un determinado lugar en la sección de carga útil de la trama. Dependiendo del tamaño de la información estas se ubican en diferentes contenedores las cuales son:

VC de bajo orden

VC-11: tamaño equivalente 1.5 Mb/s
VC-12: tamaño equivalente 2 Mb/s
VC-2: tamaño equivalente 6.3 Mb/s

VC de alto orden

VC-3: tamaño equivalente 34 Mb/s y 45 Mb/s
VC-4: tamaño equivalente 140 Mb/s

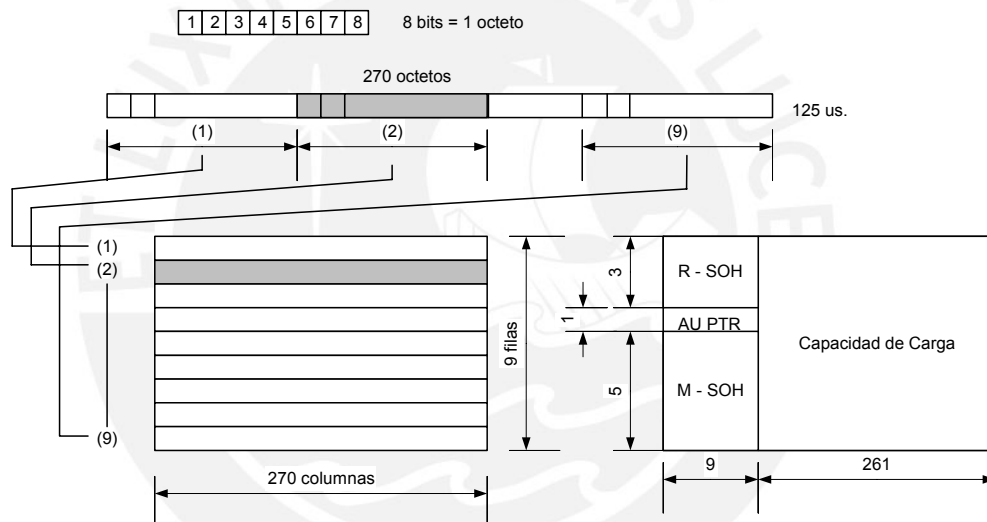
Las velocidades de bit para los niveles mas altos de las jerarquías SDH van de acuerdo al nivel N del Modulo de Transporte Síncrono (STM). Según la recomendación G707 del CCITT estas velocidades son:

Nivel Señal	Velocidad	Velocidad Real
STM - 1	155.520 x 1	155.520 Mbits/s
STM - 4	155.520 x 4	622.080 Mbits/s
STM - 16	155.520 x 16	2,488.320 Mbits/s
STM - 64	155.520 x 64	9,953.280 Mbits/s
STM – 256	155.520 x 256	39,812.12 Mbits/s

A diferencia de la jerarquía digital pleosincrona, la velocidad del STM-N se obtiene multiplicando la velocidad del módulo básico STM_1, por N, donde N es un entero.

Todas las estructuras de la trama SDH, utilizan una estructura de 9 filas, así las señales de 1.5 Mb/s y 2 Mb/s pueden convivir dentro de cada trama, dando como resultado que todos los octetos de una columna pertenezcan a la misma fuente de información, lo cual permite un proceso simplificado en el multiplexaje de las señales en SDH. En la figura 2.2.5 se muestra el esquema de la trama SDH.

Figura 2.2.6 TRAMA SDH



R – SOH (Regenerator Section Overhead): Esta sección está destinada a transferir información entre los elementos regeneradores. La sección regeneradora contiene una estructura de 12 bytes. Las funciones Básicas de esta sección son las siguientes:

- Chequeo de Paridad
- Alineación de trama
- Identificación de la STM-1
- Canales destinados a los usuarios
- Canales de comunicación de datos
- Canales de comunicación de voz

M – SOH (Multiplexer Section Overhead): Esta sección provee las funciones necesarias para monitorear y transmitir datos de la red de gestión entre elementos de red. Las funciones básicas de esta sección son:

- Chequeo de paridad.
- Punteros del Payload
- Conmutación automática a la protección
- Canales de comunicación de datos.
- Canales de comunicación de voz.

Path Overhead: Esta sección está construida por 9 bytes, los cuales ocupan la primera columna de la STM-1, los mismos están destinados a manejar toda la información concerniente al camino por el cuál circulará la comunicación. Las funciones básicas de esta sección son las siguientes:

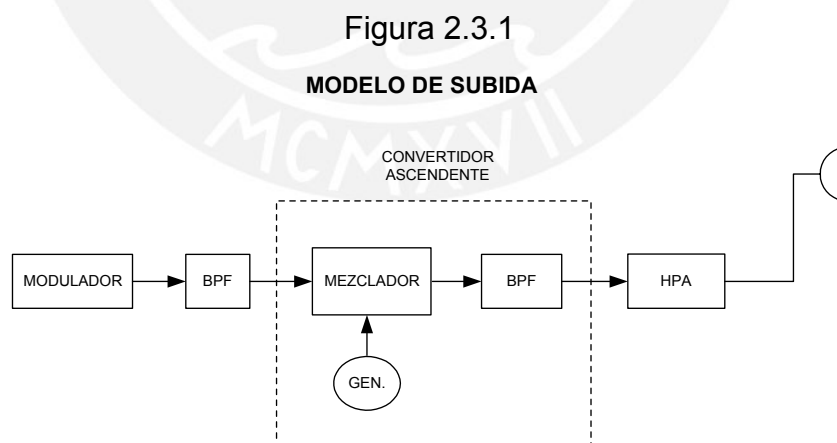
- Mensajes de trayectoria del camino
- Chequeo de paridad
- Estructura del contenedor virtual
- Alarmas e información de performance
- Indicación de multitrama para las unidades tributarias
- Conmutación por protección de camino.

2.3 Transmisión Satelital.

Un satélite de comunicaciones se puede ver como una gran repetidora de microondas en el cielo (transponder). El satélite contiene varios transponders, cada uno de los cuales capta alguna porción del espectro, amplifica la señal de entrada y después la envía en otra frecuencia para evitar la interferencia con la señal de entrada. Los haces retransmitidos pueden ser amplios y cubrir una fracción sustancial de la superficie de la Tierra, o estrechos y cubrir un área de sólo cientos de kilómetros de diámetro.

Esencialmente un sistema satelital consta de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una de bajada.

El principal componente de la sección de subida es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste en un modulador de IF¹⁴, un convertidor de microondas de IF a RF¹⁵, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar el ancho de banda del espectro de salida (un filtro pasa banda BPF). En la figura 2.3.1 se aprecia el diagrama de bloque del modelo de subida.



Un transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un modulador

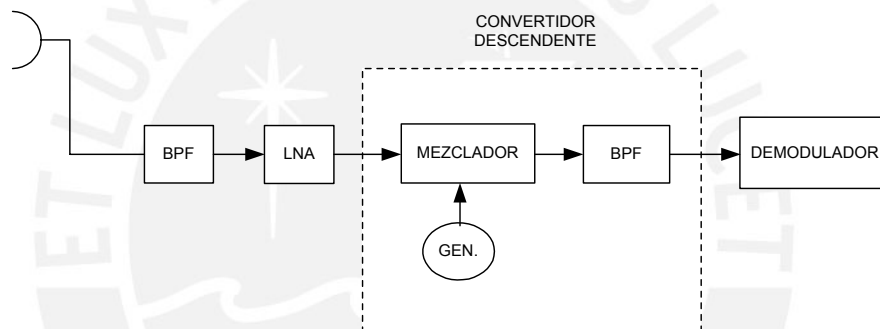
¹⁴ Frecuencia intermedia

¹⁵ Radio frecuencia

de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa banda de salida.

En el modelo de bajada, el receptor de la estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un dispositivo de RF a IF. El BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador /pasa- bandas que convierte la señal de RF a una frecuencia de IF. En la figura 2.3.2 se aprecia el diagrama de bloques del modelo de bajada.

Figura 2.3.2

MODELO DE BAJADA

Orbitas:

Los satélites no síncronos o también llamados orbitales, giran alrededor de la Tierra en un patrón elíptico o circular de baja altitud. Si el satélite está girando en la misma dirección que la rotación de la Tierra y a una velocidad angular superior que la de la Tierra, la órbita se llama órbita progrado. Si el satélite está girando en la dirección opuesta a la rotación de la Tierra, o en la misma dirección, pero a una velocidad angular menor a la de la Tierra, la órbita se llama órbita retrograda.

De esta manera, los satélites orbitales están alejándose continuamente o cayendo a tierra y no permanecen estacionarios en relación a ningún punto en particular de la Tierra. Por lo tanto se tienen que usar cuando están disponibles, lo cual puede ser un corto periodo de tiempo, como 15 minutos por órbita.

Otra desventaja de los satélites orbitales es la necesidad de equipo complicado y costoso para el rastreo en las estaciones terrestres. Cada estación terrestre debe localizar el satélite conforme está disponible en cada órbita y después unir sus antenas al satélite y localizarlo cuando pasa. Una gran ventaja de los satélites orbitales es que no se requieren motores de propulsión para mantenerlos en sus órbitas respectivas.

Los satélites geoestacionarios o geo-síncronos son satélites que giran en un patrón circular, con una velocidad angular igual a la de la Tierra. Por lo tanto permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra. Una ventaja es que están disponibles para todas las estaciones de la Tierra, dentro de su sombra, el 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye a todas las estaciones de la Tierra que tienen un camino visible a él y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite. Una desventaja es que a bordo, requieren de dispositivos de propulsión sofisticados y pesados para mantenerlos fijos en una órbita. El tiempo de órbita de un satélite geo-síncrono es de 24 horas, igual que la Tierra.

Hay tres problemas básicos en las transmisiones por satélite, el primero es el retardo debido a las grandes distancias que tiene que viajar la señal, este es del orden de los 250ms (para un satélite geoestacionario) para un enlace entre una estación terrena y el satélite, es decir que la señal se retardará $2 \times 250\text{ms}$ (ida y vuelta), unos 500ms que es mucho mayor al retardo de cualquier sistema convencional terrestre. Esto trae como consecuencia un eco en los circuitos telefónicos, produce retardo y repetición de los bloques o paquetes de transmisión de los sistemas digitales. Por lo que los sistemas satelitales requieren mucho cuidado en el tratamiento de las señales.

El segundo problema son las pérdidas, pues estas son proporcionales a las distancia y son del orden de los 145 dB o más en cada trayecto. Esto hace que se tenga que usar transmisores de alta potencia y antenas de muy alta ganancia en las estaciones terrenas para el enlace ascendente, y por otro lado para el enlace descendente la potencia es limitada debido a que el satélite obtiene su potencia de celdas solares.

Y el tercer problema es la congestión debido al número satélites en órbita, lo que hace que la interferencia de entre los sistemas satelitales aumente.

Las frecuencias más usadas para comunicaciones satelitales comerciales en el espectro de 1000 – 10000 Mhz son:

3700 – 4200 Mhz (Downlink)

5925 – 6425 Mhz (Uplink)

7250 – 7750 Mhz (Downlink)¹⁶

7900 – 8400 Mhz (Uplink)

Estas bandas han sido preferidas por los ingenieros debido a que tienen menor absorción debido a la atmósfera que las altas frecuencias, las pérdidas debido a las lluvias no son tomadas en consideración, poseen menor ruido ya sea espacial o causado por el hombre, menores pérdidas en espacio libre y a que las tecnologías actuales están bien desarrolladas para estas bandas. También hay otras bandas disponibles para el uso satelital por encima de los 10 Ghz, a frecuencias superiores a este valor la atenuación debido a la lluvia y la absorción atmosférica deben ser tomadas en cuenta. Una solución a estos problemas es el uso de diversidad de espacio discutido anteriormente, para lo que se usa antenas separadas entre 4 y 10 Km.

La habilidad de interconectar varias estaciones terrenas a través de un solo satélite es llamada acceso múltiple, y sirve para administrar el tráfico que va por diferentes rutas, estas técnicas pueden ser de dos tipos por asignación temporal o cuasi permanente y asignada por demanda (DAMA), la asignada por demanda puede ser a su vez de dos tipos la asignación en el dominio de la frecuencia (FDMA)¹⁷ y la asignada en el dominio del tiempo (TDMA)¹⁸. El uso de FDMA mejora la conectividad y el acceso múltiple debido a que existen numerosas portadoras por transponder pero, por otro lado, tiene el inconveniente que genera ruido de Inter.-modulación en el amplificador del

¹⁶ Usadas para aplicaciones militares.

¹⁷ Frequency Division Multiple Access

¹⁸ Time Division Multiple Access

transponder, lo cual obliga a que este trabaje en condiciones de bajo rendimiento de potencia.

Con TDMA, en cada instante solo hay una portadora, por lo que no existen problemas de Inter-modulación y se puede hacer trabajar el amplificador del transponder en saturación obteniéndose un máximo de rendimiento, el inconveniente de esta técnica es que requiere una temporización estricta, gran capacidad de almacenamiento y procesamiento de la señal.

La tecnología satelital fue la primera en ser implementada para comunicaciones a larga distancia, debido a la amplia sombra del satélite. Hoy con los avances tecnológicos se construyen equipos cada vez más potentes y de mayor confiabilidad, que permiten reducir al mínimo los problemas antes expuestos. Compañías especializadas alquilan transponders (ancho de banda) satelitales a las operadoras, por esto las operadoras solo invierten en la construcción de las estaciones satelitales. La tecnología satelital es ampliamente difundida para televisión, comunicaciones, usos militares, etc.

CAPITULO 3

DETERMINACIÓN DE NECESIDADES

En este capítulo se realizará un cálculo de la necesidad de comunicaciones de la región, basado en el estudio del tráfico telefónico para las líneas de abonados locales, empresas, teléfonos públicos, celulares y tráfico de Internet.

El volumen de tráfico se mide con la unidad llamada Erlang. Un Erlang representa una línea troncal usada permanentemente por el lapso de una hora. Por ejemplo una línea usada 30 minutos cada hora utiliza 0.5 Erlang, 2 líneas usadas cada una 30 minutos utilizan un total de 1 Erlang, una línea usada 20 minutos (0.33 Erlang) y otra usada 30 minutos (0.5 Erlang) utilizan un total de 0.83 Erlang; o también si tenemos 60 llamadas por hora, de 1 minuto cada una, entonces necesitaremos manejar 1 Erlang.

El problema es que en la vida real las llamadas no están especificadas en el tiempo ni tienen la misma longitud. A veces la línea puede estar ocupada (esto de llama bloqueo) y otras veces puede estar libre pero no haber llamadas.

Se define como Grado de Servicio al porcentaje de llamadas que no se cursan inmediatamente por falta de circuitos disponibles¹⁹, el grado de servicio es juzgado por el abonado, es decir, un cliente que no puede dejar de atender llamadas como hospitales, organismos del estado, demandará un grado de servicio mayor que un usuario común.

¹⁹ I seminario AHCIEET sobre ingeniería de tráfico, Tegucigalpa 30 junio-4 julio 1986

La teoría de Erlang determina cual es la probabilidad de que una llamada entrante sea bloqueada, con lo cual podemos estimar el número de líneas necesarias para implementar la red. Como objetivo de diseño usaremos para los cálculos una probabilidad de bloqueo uniforme de 0.01

Para el cálculo total del tráfico que deberá soportar la red troncal, se debe tomar en cuenta:

- Tráfico de Larga distancia nacional: es el tráfico desde / hacia el departamento de Loreto.
- Tráfico de Larga distancia departamental: Es el tráfico entre las distintas provincias y ciudades de Loreto.

3.1 Cálculo de tráfico debido a Larga distancia Nacional:

3.1.1 Cálculo del Tráfico de Voz:

En Loreto hay 24 588 líneas instaladas privadas, 1781 son líneas de telefonía pública y el número de celulares es de 19 715 a setiembre del 2003²⁰, De las líneas privadas asumiremos que el 10% de son líneas para uso comercial, y un 30% de estas se asume son líneas de Fax.

Se asumen los siguientes valores típicos de Erlang²¹:

- Abonado Particular: 0.02 Erlang
- Abonado Comercial: 0.3 Erlang
- Abonado Público: 0.05 Erlang

Como se puede apreciar en el cuadro 3.1, multiplicando el número de usuarios con el número de Erlang, se obtiene que el tráfico total de Loreto es de 1,712.2 Erlang. Este tráfico es el total cursado, incluyendo las llamadas locales y las de larga distancia, pero la red planteada sólo acarrearía el tráfico de larga distancia.

²⁰ www. osiptel.gob.pe. Indicadores del sector.

²¹ I seminario AHCIET sobre ingeniería de tráfico, Tegucigalpa 30 junio-4 julio 1986

El promedio por línea a nivel nacional es de 319 minutos en llamadas locales, y 42 minutos de llamadas de larga distancia²², es decir que las llamadas de larga distancia representan el 11.63% de las llamadas totales.

Asumiendo una probabilidad de bloqueo de 0.01, que es el estándar para redes telefónicas²³. Obtenemos de las tablas de Erlang que se necesitan 222 canales para lograr transportar la demanda de tráfico estimado.

Un canal E1 consta de 30 canales de 64 Kbps²⁴ para la transmisión de datos, por esto el departamento necesitaría 7.4 E1s para manejar todo el tráfico telefónico de la ciudad.

Hay que considerar que este es un cálculo aproximado y que no se esta considerando el ancho de banda dedicado a la operación de la red, bandas de guarda, ni canales de señalización ni de sincronización. Por esto se puede concluir que el departamento de Loreto requiere aproximadamente de 8 E1 para manejar el tráfico de voz. El cuadro 3.1 muestra los resultados de los cálculos.

Cuadro 3.1

Cálculo del tráfico de Voz

TRAFICO	ERLANG	USUARIOS	TOTAL
COMERCIAL	0.3	2458	737.4
RESIDENCIAL	0.02	22130	442.6
PUBLICA	0.05	1781	89.05
CELULAR	0.01	19715	197.15
FAX	0.3	820	246
TOTAL ERLANG			1712.2
LARGA DISTANCIA			199.13
PROBABILIDAD DE BLOQUEO			0.01
CANALES DE 64 KBPS			222
NÚMERO DE E1			7.4

²² Fuente: Telefónica del Perú

²³ Peter A. Stara, Queuing Theory and Erlang, appendix D,

²⁴ No se considera que en realidad consta 32 y que se utiliza uno para sincronía y otro para señalización

3.1.2 Cálculo del Tráfico de Datos:

Para estimar el tráfico de datos de la región se ha preparado un modelo basado en el número de empresas que utilizarían enlaces dedicados. Se ha obtenido que entre las 10 000 mejores empresas del país, 128 se encuentran en Loreto²⁵. Se asume que estas empresas cuentan con servicio de Internet y correo electrónico, además que poseen enlaces de diferente CIR²⁶ (100%, 50% y 30%) según su importancia y poder adquisitivo.

Para hacer la distribución se ha considerado que aquellas que se ubican entre las mejores 2000 del país adquieren un CIR de 100%, las ubicadas hasta el puesto 5000, un CIR de 50%, y el resto un CIR de 30%, también se asume que se les ofrece tres tipos de enlaces de 256, 128 y 64 Kbps, los cuales ubicamos según la ubicación de la empresa en la escala.

Como se puede apreciar en el Cuadro 3.2 se obtiene un total de 138 canales de 64 Kbps, y como se vio anteriormente un E1 consta de 30 canales para la transmisión de tráfico, se obtiene un total de 5 E1s para administrar el tráfico de datos de la región.

También se ha considerado que entidades financieras y empresas petroleras alquilan directamente E1s para la comunicación con sus oficinas principales en Lima y otras ciudades, asumimos un total de 6 E1s para cubrir este segmento del mercado.

El tráfico total de datos de la región sería un total de 11E1s. A este valor se debe agregar el tráfico de Internet generado por la población.

²⁵ Perú: The top 10000 Companies, TOP PUBLICATIONS S.A.C. lima, 2002

²⁶ Committed information rate: que indica el ancho de banda mínimo garantizado, de bajada de datos, es decir, la compañía garantiza que la velocidad de los datos no es menor al 100, 50 o 30 % de 128kbps o 256 Kbps según sea la conexión.

Cuadro 3.2

Cálculo de Tráfico de Datos

CIR	ENLACE (KBPS)	EMPRESAS	CANALES DE 64 KBPS
100%	256	11	44
	128	10	20
50%	128	35	35
	64	12	6
30%	128	41	27
	64	19	6
CANALES DE 64 KBPS			138
NÚMERO DE E1			5
E1 ALQUILADOS			6
TOTAL DE E1			11

3.1.3 Cálculo del tráfico por cabinas Internet.

Debido a que no existe un número exacto de los usuarios de Internet en el país, y menos en la región, y que el cálculo del tráfico por Internet escapa a la teoría tradicional de tráfico, se realizará la estimación del tráfico a través de las cabinas públicas Internet.

La encuesta de apoyo Opinión y Mercado S.A.²⁷ define internauta como la persona que ingresa a Internet 1 o 2 veces por semana, en Lima, estos usuarios representan el 19% de la población. De los internautas en el Perú, el 83% lo hace a través de una cabina pública, el 18% desde el trabajo, 17% desde centros de estudio y 6% desde otras fuentes. Es decir, la mayoría de usuarios de Internet lo hace desde las cabinas públicas²⁸. No existe un cálculo exacto del número de cabinas públicas de Internet que existen en el Perú, por ejemplo se estimó que en el 2000, a nivel nacional habían 580 cabinas²⁹ y se estimó que el ritmo de crecimiento anual era de 400 anuales.

²⁷ Usos y Actitudes hacia Internet y perfil del internauta Limeño 2002, Apoyo Opinión y Mercado S.A. 2002

²⁸ Diagnostico de la situación de Internet en el Perú. Osiptel. Lima mayo 2002

²⁹ J. Kunigami, Kunigami2000, Osiptel

Dependiendo de la fuente, el número varía, según Osiptel se estima 1,740 cabinas para el 2002³⁰, el 90 % de las cuales con enlaces dedicados alámbricos, el 52% de las cabinas se encuentra en Lima y el número restante se divide entre el resto de provincias.

Asimismo existe la intención del gobierno de colocar 1 500 nuevas cabinas anualmente hasta el 2005³¹. Para lo cual ha creado el programa FITEL³², que es un programa para la promoción de las telecomunicaciones que recibe sus fondos del 1% de la facturación bruta anual de las empresas de telecomunicaciones así como de créditos internos y externos de terceros.

En provincias el número de cabinas públicas Internet varía dependiendo de la importancia de la provincia, es así que, provincias como Arequipa tienen entre 50 y 60 cabinas, Cuzco entre 25 y 30, Moquegua 12, etc.

El número de cabinas públicas registradas para el departamento de Loreto es de 12³³. Este número son las cabinas registradas, por lo que debemos considerar que puedan existir otras no registradas³⁴. Se asume un número de 30 cabinas, que es un número promedio para provincias con poblaciones similares a las de Loreto.

Se considerará que las cabinas tienen conexiones de 128 y 64 Kbps., que es la velocidad estándar en las cabinas en Loreto registradas.

Asumiendo que el 80 % de los usuarios de Internet lo hace desde una cabina pública, y que existen 30 cabinas en Loreto, con velocidades de 128Kbps y 64 Kbps. Se considera también un CIR 50 y 30 %.

Entonces se necesitaría 23 canales de 64 Kbps para atender a las 30 cabinas, lo cual daría un total aproximado de 1 E1s, para atender el tráfico de Internet. En el cuadro 3.3 se muestran los resultados.

³⁰ Diagnostico de la situación de Internet en el Perú. Osiptel mayo 2002

³¹ Oscar del Alamo, El milagro de las cabinas, Osiptel 2002

³² FITEL: Fondo de inversión en telecomunicaciones.

³³ Directorio nacional de cabinas Públicas del Perú. WWW.adonde.com/cabinas

³⁴ Por inspección en la zona se puede observar que existen más de 10 cabinas en la ciudad de Loreto

Cuadro 3.3

Cálculo del tráfico de cabinas Internet

CIR	ENLACE KBPS	CABINAS	CANALES DE 64 KBPS
50%	128	15	15
	64	10	5
30%	128	5	3
	64		
CANALES DE 64 KBPS			23
TOTAL DE E1			1

Se concluye que el tráfico del Departamento de Loreto analizando telefonía fija, pública, celular e Internet asciende a 20 E1s. Como se mencionó anteriormente este es un cálculo aproximado, pero se muestra que este es un valor superior a la capacidad que se ofrece en la región, que actualmente es aproximadamente 13 E1, y se realiza a través de 13 portadoras satelitales de 2048 Kbps, sacrificando así, la calidad del servicio.

Esto se demuestra con la baja calidad de audio y dificultades para pasar FAX en las horas de mayor tráfico (10:00 a 12:00 hrs.), así como los cortes ocasionados por las lluvias, e interferencia de portadoras extrañas, que actualmente experimenta la región.

Se evidencia que es necesaria la mejora de los servicios de comunicaciones para la región.

3.1.4 Cálculo de tráfico futuro de la región:

También se debe considerar que las proyecciones económicas para los siguientes años indican que el movimiento económico del país y de la región mejorará. Por ello se espera que tanto empresas como usuarios mejoren su poder adquisitivo, lo cual será reflejado en un aumento de la demanda de nuevos y mejores servicios de comunicaciones. En el anexo 3.1 se muestra

información sobre las proyecciones económicas para los siguientes años tanto a nivel nacional como para el departamento.

Para estimar las futuras necesidades³⁵ de la región se debe considerar que la penetración telefónica³⁶ en la actualidad es de 7% a nivel nacional, es decir que Iquitos, con una población cercana a las 900 000 personas, debería poseer unas 63 000 líneas. Asimismo el número líneas celulares tiende a superar al número de líneas fijas.

Para el cálculo, se utilizará los criterios antes aplicados para líneas comerciales, residenciales, cabinas y empresas. Además se supondrá que en el futuro, la región deberá llegar a los niveles que debería tener actualmente, es decir al 7% de penetración.

Los resultados de la estimación del futuro tráfico de voz se muestran en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4

cálculo del tráfico estimado de voz

TRÁFICO	ERLANG	USUARIOS	TOTAL
COMERCIAL	0.3	6300	1890
RESIDENCIAL	0.02	56700	1134
PÚBLICA	0.05	2500	125
CELULAR	0.01	63000	630
FAX	0.3	1890	567
TOTAL EN ERLANG			4346
LARGA DISTANCIA			505.44
PROBABILIDAD DE BLOQUEO			0.01
CANALES DE 64KBPS			532
NÚMERO DE E1			18

Para el tráfico de datos consideramos básicamente, los enlaces que antes tenían un CIR de 30%, mejorarán a un CIR de 50% y se mantendrá el mismo número de empresas.

³⁵ Consideramos las estimaciones a 5 años, que es el tiempo para el cual se diseñan las redes, pues cada 5 años se estima que debería haber una mejora tecnológica en la red.

³⁶ Número de líneas por habitante.

Se supondrá también que el número de E1 alquilados aumentará a 12 pues, con la mejora tecnológica, nuevas operadoras entrarán a dar servicio, por ello alquilarán directamente E1s. Los resultados del cálculo se muestran en el cuadro 3.5

Se considera también que las cabinas Internet aumentarán al doble gracias a las bondades del programa FITEL. Los resultados para el cálculo de cabinas se muestran en el cuadro 3.6

Cuadro 3.5

Cálculo del tráfico estimado de datos

CIR	ENLACE (KBPS)	EMPRESAS	CANALES DE 64 KBPS
100%	256	11	44
	128	10	20
50%	128	76	76
	64	27	13.5
CANALES DE 64 KBPS			154
NÚMERO DE E1			5
E1 ALQUILADOS			12
TOTAL DE E1			17

Cuadro 3.6

Cálculo del tráfico estimado de cabinas

CIR	KBPS	CABINAS	CANALES DE 64 KBPS
50%	128	30	30
	64	20	10
30%	128	10	6
	64		
			46
TOTAL DE E1			2

Como se puede apreciar, la región requerirá de 37 E1s para manejar el futuro tráfico de comunicaciones con los demás departamentos del país y para comunicación internacional. Lo cual es muy superior a lo que se ofrece actualmente, esto evidencia nuevamente la necesidad de implementar una nueva red de comunicaciones.

3.2 Cálculo de tráfico interno de Loreto (tráfico departamental):

En este punto se calculará el tráfico entre cada una de las estaciones terminales, de la red, debido a la poca información acerca de estadísticas de tráfico para la región, para propósitos de cálculo se tomará en cuenta la población de cada una de las zonas que deberán ser atendidas

En el Anexo 3.2 se adjunta la población de cada una de las provincias y ciudades de Loreto, que serán atendidas por el presente proyecto.

Para el cálculo del tráfico entre cada una de las terminales de Loreto se tomará en cuenta sólo el tráfico de Voz, pues el tráfico de datos entre está será muy escaso. Se tomará como objetivo de diseño los siguientes valores:

- Objetivo de tráfico: 0.002 Erlang
- Probabilidad de Bloqueo: 0.01

De la tabla de Erlang obtenemos:

Asumiendo un E1 (30 canales) y una probabilidad de bloqueo de 0.01 obtenemos 20.337 Erlang.

Por lo tanto para 0,002 Erlang se puede atender 10,168 líneas telefónicas.

Si tomamos en cuenta que la penetración telefónica es de 7% entonces un E1 cubriría una población total de 145,257 habitantes

En el cuadro 3.7 se muestra el cálculo para uno, dos y tres E1s

Cuadro 3.7**Cálculo de número de habitantes atendidos por número de E1s**

TRÁFICO	CANALES	PROB DE BLOQUEO	ERLANG OBTENIDO	ERLANG OBJETIVO	Nº DE LÍNEAS	HABITANTES
1 E1	30	0.01	20.337	0.002	10,169	145,264
2 E1	60	0.01	46.950	0.002	23,475	335,357
3 E1	90	0.01	74.684	0.002	37,342	533,457

Tomando en cuenta las poblaciones para cada una de las poblaciones que atenderá cada una de las estaciones terminales, en el cuadro 3.8 se presenta el tráfico calculado para cada una de las rutas.

Cuadro 3.8**Cálculo de tráfico departamental por ruta**

RUTA	TRÁFICO CALCULADO (E1)
TARAPOTO - YURIMAGUAS	2
TARAPOTO - LAGUNAS	1
TARAPOTO - SJ SARAMURO	1
TARAPOTO - NAUTA	1
TARAPOTO - REQUENA	1
TARAPOTO - IQUITOS	2
YURIMAGUAS - LAGUNAS	1
YURIMAGUAS - SJ SARAMURO	1
YURIMAGUAS - NAUTA	1
YURIMAGUAS - REQUENA	1
YURIMAGUAS - IQUITOS	2
LAGUNAS - SJ SARAMURO	1
LAGUNAS - NAUTA	1
LAGUNAS - REQUENA	1
LAGUNAS - IQUITOS	1
SJ SARAMURO - NAUTA	1
SJ SARAMURO - REQUENA	1
SJ SARAMURO - IQUITOS	1
NAUTA - REQUENA	1
NAUTA - IQUITOS	1
REQUENA - IQUITOS	1

CAPÍTULO 4

ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICO - ECÓNOMICA

En este capítulo se evaluará cuál de las tres tecnologías presentadas es la mejor alternativa para ser implementada en la futura red de comunicaciones, se tomarán en cuenta tanto el capital de inversión como la conveniencia desde el punto de vista técnico.

4.1 Alternativa de transmisión por Fibra óptica

Esta alternativa presenta las ventajas propias de la fibra óptica las cuales son: Inmunidad al ruido electromagnético, gran ancho de banda, poco peso, alta velocidad de transmisión, resistencia a la corrosión.

Se debe considerar que la capacidad estimada para la región es de 37 E1, que es considerablemente baja si se toma en cuenta que la fibra óptica puede tener una capacidad de 2.5 Gbps si se implementa con tecnología SDH o varias veces mayor, 160 Gbps si se implementa con tecnología DWDM³⁷

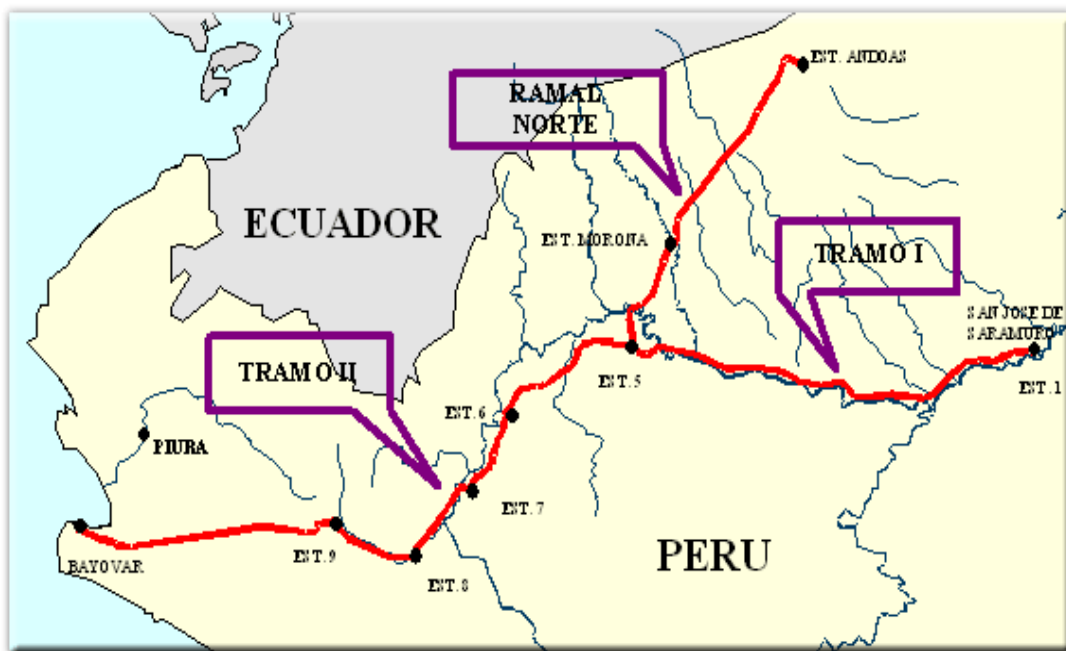
También se debe considerar la difícil geografía de la región, que es una zona muy agreste, con grandes ríos, pantanos, y propensa a las inundaciones, por lo tanto a interrupciones de tráfico debido a el corte de la fibra; asimismo la falta de vías de comunicación hace muy difícil la instalación, sino imposible, debido a que la fibra debe ser desenrollada a lo largo del trayecto, atravesando ríos y selva.

³⁷ Dense Wavelength division multiplexing, visto en el capítulo 2: Usando DWDM (Dense Wavelength division multiplexing) se ha llegado hasta 10.5 Terabits por segundo. Record mundial de NEC 2003

Una opción para la instalación de fibra sería un proyecto conjunto en el que la fibra sea instalada sobre la infraestructura de una red eléctrica (Cable de Guarda) hasta Iquitos, de esta forma se puede lograr economía de escala, al repartir el costo de la inversión (Electricidad y Comunicaciones); sin embargo no existe ningún proyecto a futuro para suministro eléctrico para la zona debido a que Iquitos cuenta con sus propias centrales térmicas, las cuales, satisfacen las necesidades eléctricas de la zona.

Existen otros proyectos que plantean la posibilidad de tender fibra óptica sobre el trayecto del oleoducto nor-peruano hasta la estación San José de Saramuro, y luego tender radio hasta la ciudad de Iquitos, el oleoducto nor-peruano parte del puerto de Bayóvar en el departamento de Piura y llega a la estación San José de Saramuro recorriendo 856 Km entre estos dos puntos. Existe otro ramal del oleoducto que se dirige al norte hasta la estación Andoas cerca de la frontera con el Ecuador, pero este tramo no lo tomaremos en cuenta debido a que se aleja de la ruta a Iquitos. En la figura 4.1 mostramos el mapa de recorrido del oleoducto.

Figura 4.1: Mapa del oleoducto nor-peruano



La longitud de esta red sería de 856 Km. de fibra óptica y 338.9 Km. de radio, sin contar la conexión con Requena que serían 69.15 Km. adicionales tendidos por radio. Es decir un total de 1 264 Km.

Esta ruta no solo tiene la desventaja de su longitud, sino que la ruta del oleoducto no atraviesa ninguna ciudad importante, ya que las ciudades importantes se ubican en la costa; o más al sur de la ruta del oleoducto por lo que la ciudad de Yurimaguas queda fuera de esta red.

El costo aproximado de fibra instalada es de 9 US\$ por metro (US\$ 4 el costo y US\$ 5 la instalación)³⁸ Es decir que la instalación de fibra por el oleoducto costaría unos 9 millones de US\$; más unos US\$ 480 000 en equipos.

Desde San José de Saramuro hasta Iquitos se podrían tender unas 9 estaciones de microondas, calculamos unos 300 000 US\$ por estación³⁹, es decir, una red de cerca de 12.18 millones de dólares.

En conclusión el costo de instalación de fibra sería demasiado elevado por las dificultades de la zona, que prácticamente hacen imposible el tendido del cable y la instalación de la fibra. Por otro lado, las necesidades de la región no justificarían tanta inversión ni tanta capacidad instalada. Solo sería factible la instalación de fibra aprovechando un proyecto conjunto Fibra - Microondas, que para los casos vistos, los costos son demasiados altos o no están proyectados.

4.2 Alternativa de transmisión por satélite:

Esta alternativa es la que se usa actualmente en la región. Si bien, presenta los problemas mencionados en la introducción, una nueva red satelital digital, con una capacidad adecuada, y con una buena calidad de servicio es tecnológicamente competente para brindar un servicio adecuado a la población de la región. En esta sección se realizará el cálculo aproximado del costo de la nueva red digital satelital.

³⁸ Fuente: Nestic Perú

³⁹ Dependiendo la configuración de los equipos de radio

Analizaremos los costos del alquiler del segmento satelital, se considera que la red debe ser capaz de transportar 37 E1s -obtenido en el capítulo anterior- para ello mostramos el cuadro 4.1

Cuadro 4.1
Costos del segmento satelital.

	PRECIO	TRANS 72MHZ	MESES	AÑOS	TOTAL US\$
ALQUILER SEGMENTO	69790	2	12	5	8374800

El operador de la red debe alquilar el segmento satelital a la compañía satelital correspondiente. Los segmentos satelitales se ofrecen como una parte de la banda especificada para satélites. El alquiler de una porción de esta banda depende del tamaño del espectro que uno requiera, así se ofrecen segmentos de 0.1, 0.2, 0.4, 1.8, 2, 9, 12, 36 y 72 Mhz Los precios de estos segmentos varían también según los años del contrato de alquiler.

Para grandes capacidades de información se alquila los segmentos satelitales más grandes, por ello se ha escogido el alquiler de dos segmentos de 72 Mhz, en un período de dos a cinco años, el costo de este segmento es de US\$ 69 790 mensual aproximadamente⁴⁰, por ello el alquiler de dos segmentos por un lapso de cinco años sería de 8.37 millones de dólares.

Se ha elegido dos segmentos de 72 MHz, pues, usando una modulación QPSK, fec⁴¹ 4/3, viterbi, 72 Mhz pueden dar 16 o 17 E1 y usando 36 Mhz 8 E1s⁴², pues el número de E1 depende de los parámetros de transmisión. Por lo que requeriríamos de 2 segmentos de 72 Mhz, para llevar el tráfico antes calculado.⁴³

⁴⁰ INTELSAT. Rate terms and conditions for service, February 19st, 2004

⁴¹ FEC: Forward error correction.

⁴² También para 8PSK, fec 2/3 , reed solomon, 72 Mhz alcanza para 23 E1s y 36 Mhz para 11 E1s

⁴³ En realidad se requeriría algo más de dos segmentos de 72Mhz, pero esos valores sirven para comprobar que el alquiler del ancho de banda es bastante elevado.

Como se puede apreciar, el costo del segmento satelital es bastante elevado, y si el ancho de banda quedase saturado, habría que alquilar mayor ancho de banda o no alquilar más ancho de banda y sacrificar calidad en el servicio. Además hay que calcular el costo de la implementación de la red satelital, el cual, si bien no sería tan elevado debido a que solo se colocarían pocas estaciones, será considerable.

En conclusión la capacidad de la red satelital estaría limitada por el elevado costo del segmento satelital, lo que limitaría el número y calidad de los servicios ofrecidos. La implementación de la red no sería tan cara comparada con otras opciones, y el mantenimiento sería simple por el reducido número de estaciones satelitales.

La pregunta inmediata que aparece es: ¿Está la población de la región en la capacidad de pagar un alto costo por un ancho de banda adecuado?, La experiencia demuestra que el operador prefiere sacrificar calidad en el servicio, a aumentar el ancho de banda y la población a aceptar esta situación.

4.3 Alternativa de transmisión por radio Microondas.

La tercera alternativa para la implementación de la red es la tecnología de microondas digitales terrestres.

Como se explicó en el segundo capítulo, las microondas terrestres tienen varias ventajas comparativas, basadas principalmente en la robustez del sistema y la gran capacidad de transmisión.

Por ser un sistema aéreo, no presenta las dificultades de instalación como en el caso de la fibra óptica, y el ancho de banda esta garantizado por su gran capacidad.

Debido a la existencia de una red nacional de comunicaciones de microondas. Los operadores ya instalados cuentan con el permiso de uso de frecuencias, por ello, no sería necesario el pago al estado por el uso de estas, solo pagaría el canon anual que es relativamente bajo.

Se podría implementar una red de microondas de un STM-1 (155 Mbps). Con lo cual garantizaríamos que las necesidades actuales y futuras de la región sean satisfechas. En el caso de que se quiera ampliar la red, esto resultaría mucho más barato que alquilar mayor ancho de banda satelital, lo cual es una ventaja comparativa frente a la opción satelital.

Otra ventaja de la implementación de microondas es la posibilidad de interconexión con la red nacional, lo cual permitiría una mejor supervisión y mantenimiento de la red.

Un inconveniente de esta tecnología es la cantidad de estaciones repetidoras que se deben instalar, ya que estas deben estar espaciadas unos 50 Km⁴⁴.

Aproximadamente se necesitaría entre 20 y 25 estaciones para cubrir una ruta desde Pucallpa o Tarapoto hasta Iquitos. Se estima que cada estación debe costar un promedio de US\$ 300 000 incluyendo la construcción, los equipos de radio, las antenas, la instalación y el transporte. El mantenimiento se podría hacer por vía fluvial.

El costo de instalar 25 estaciones sería aproximadamente de US\$ 7 500 000, lo cual es considerablemente menor al costo solo de alquiler del segmento satelital.

En el cuadro 4.2 se aprecian las tres alternativas comparadas

⁴⁴ 50 km es una distancia promedio, las distancias reales se deben obtener al hacer los cálculos de enlace.

Cuadro 4.2: Comparación de las tres alternativas.

Tecnología	Ventaja	Desventaja	Costo aproximado US\$
Fibra óptica	Gran capacidad de transmisión Pocas repetidoras Características de la fibra. Fácil ampliación	Alto costo. Instalación prácticamente imposible en la selva La red dependería de un proyecto conjunto	12.18 millones
Satélite	Costo de la red	Costo del segmento satelital Ancho de banda limitado	8.37 millones + Costo de la red
Microondas	Gran ancho de banda Interconexión con la red nacional de microondas Fácil ampliación	Número de repetidoras	7.5 millones

Por lo expuesto anteriormente, consideramos que la mejor opción para la implementación del sistema de comunicaciones es el uso de microondas terrestres SDH ya que comparativamente tiene mejor ancho de banda que la opción satelital, y el costo de la red sería menor.

CAPÍTULO 5

INGENIERÍA DEL PROYECTO

En el presente capítulo se realizará el diseño de la red de microondas que satisfaga la demanda de tráfico en el departamento de Loreto. De acuerdo a las necesidades de la región obtenidas en el capítulo 3, se plantea una red de microondas que utiliza 21 estaciones para conectar Tarapoto con Iquitos. Se debe tomar una banda de frecuencia baja debido que a menor frecuencia menores las posibilidades de desvanecimiento por cambios en el medio ambiente de esta zona, se propone la banda de 6GHz. La capacidad de la red será de un STM-1 o 155 Mbps, el sistema estará constituido por dos canales, un canal de trabajo de RF⁴⁵ y un canal RF de protección, formando un sistema 1+1 redundante.

5.1 Plan de enrutamiento.

Dada la configuración actual de la red nacional de microondas, se planteó dos rutas para la elección de la ruta más conveniente para llegar a la ciudad de Iquitos, capital del departamento de Loreto:

- La primera considera llegar a la ciudad de Iquitos desde la ciudad de Pucallpa (535 Km en línea recta), instalando estaciones terminales en las ciudades de Contamana, Requena, Nauta e Iquitos y repetidoras a lo largo de la ruta.
- La segunda ruta considera llegar a la ciudad de Iquitos desde la ciudad de Tarapoto (459 Km en línea recta), y tendría estaciones terminales en las ciudades de Yurimaguas, Requena, Nauta e Iquitos, esta ruta incluye

⁴⁵ Radio frecuencia

- a la ciudad de Yurimaguas; esta es una ruta más corta y el tráfico de información viajaría desde Trujillo que es un tramo que no está saturado y tiene capacidad de ampliación según su configuración actual (Red de Fibra existente Lima - Trujillo), a diferencia de la ruta vía Pucallpa la cual es más larga, y el tráfico de información pasaría a través del tramo Lima - Oroya el cual prácticamente está saturado en capacidad por lo que se requeriría mayor cantidad de equipos.

Por lo expuesto anteriormente consideramos que la mejor alternativa a implementarse para el diseño de una red de microondas hasta la ciudad de Iquitos sería vía Tarapoto. El enrutamiento de los radio-enlaces se determina mediante un estudio de sitio. En este caso, se ha escogido los lugares mediante cartas topográficas, y se ha considerado los siguientes criterios para su elección:

- Enlaces no mayores a 50 Km (Según cálculos de enlace).
- 20 metros de separación entre la antena principal y la de diversidad.
- Altura de los árboles de 40 metros, según información de zona.
- Enlace con diversidad para saltos mayores a 35 Km.

De acuerdo a la configuración de la red, las rutas de los radio-enlaces pueden clasificarse de la siguiente forma:

Tramo 1	Longitud
Tarapoto - C. Escalera	7.0 Km.
C. Escalera - Loma 160	48.4 Km.
Loma 160 – Loma Yurimaguas	28.8 Km.
Yurimaguas - Loma Yurimaguas	9.4 Km.
Loma Yurimaguas - Santa Cruz	41.3 Km.
Santa Cruz - Lagunas	37.6 Km.
Lagunas - Punta Arenas	43.8 Km.
Punta Arenas – Cota 92	22.3 Km.
Cota 92 - San Jose de Saramuro	40.3 Km.

San Jose de Saramuro - Santa Rosa	48.9 Km.
Santa Rosa - Chapajilla	35.4 Km.
Chapajilla - San Regis	43.0 Km.
San Regis - San Antonio	31.3 Km.
TOTAL	437.5 Km.

Tramo 2

San Antonio - Nauta	5.7 Km.
San Antonio - Km 60	34.2 Km.
Km 60 - Varillar	41.7 Km.
Varillar - Iquitos	21.0 Km.
TOTAL	102.6 Km.

Tramo 3

San Antonio - Jenaro herrera	41.7 Km.
Jenaro Herrera - R.P. Requena	24.5 Km.
R.P. Requena – Requena	2.95 Km.
TOTAL	69.15 Km.

Siendo la longitud total del sistema de 609.25 Km.

Con el objeto de mantener una alta calidad en la transmisión, se adopta sistemas de diversidad de espacio de acuerdo a su necesidad, siendo 8 el número total de estos, los que se distribuyen de la siguiente manera, 6 en el tramo 1, 1 en el tramo 2, 1 en el tramo 3 y la configuración de la red considera 21 estaciones:

- 9 estaciones terminales.
- 12 estaciones repetidoras.
- 8 enlaces con diversidad de espacio.

También se ha considerado que las localidades de lagunas, Nauta, Requena, Yurimaguas, San Jose de Saramuro (perteneciente a Petroperú) e Iquitos son actualmente estaciones satelitales por lo que cuentan con infraestructura instalada.

La ruta a seguir se muestra en la figura 5.1 mostrada en la siguiente página.

5.2 Orientación de las estaciones

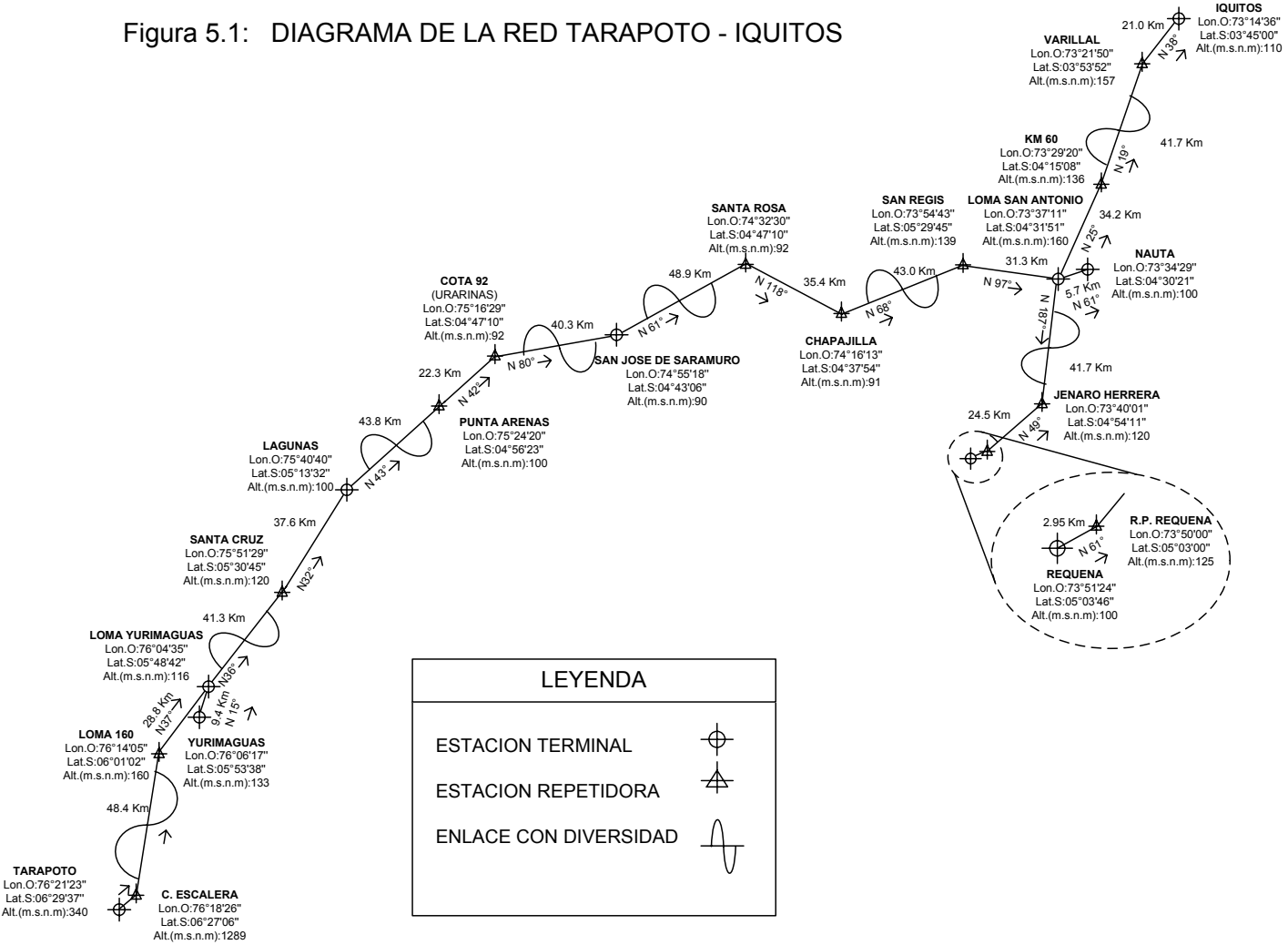
La orientación de cada una de las estaciones con respecto tanto a la anterior como con la siguiente estación, y la ubicación de torres y equipos se indica con el azimut, es decir el ángulo con respecto al norte real en cada punto. La ubicación y altura de las estaciones son el resultado del estudio de las cartas topográficas, haciendo posible la determinación de la ruta y el trazo de los perfiles del terreno. En el anexo 5.1 se muestran los mapas con la ubicación de las estaciones y en el anexo 5.2 se muestran los perfiles de cada uno de los enlaces.

Para que la potencia emitida por la antena, pueda llegar hasta la antena receptora con suficiente confiabilidad, es indispensable que exista suficiente luz (línea de vista) con respecto a los obstáculos en la forma que se indica a continuación.

- a) La luz libre con respecto al obstáculo para $K=3/4$, debe ser mayor que el radio de la primera zona de Fresnel.
- b) La luz libre con respecto al obstáculo para $K = 2/3$, debe ser mayor que el $2/3$ del radio de la primera zona de Fresnel.
- c) La luz libre con respecto al obstáculo de la antena para diversidad de espacio (2da antena) para el valor $K=4/3$, debe ser mayor que $2/3$ del valor del radio de la primera zona de Fresnel.

El valor de K a que se hace referencia en el párrafo anterior es el llamado factor del radio de tierra equivalente y representa el efecto que produce la atmósfera en la propagación de las microondas, cuyo valor para la propagación de las microondas en la condición atmosférica normal es de $K=4/3$.

Figura 5.1: DIAGRAMA DE LA RED TARAPOTO - IQUITOS



Las alturas de las torres calculadas para satisfacer todos y cada una de las condiciones arriba descritas se muestran en el anexo 5.3

5.3 Asignación de frecuencias

En general para los enlaces de microondas normalmente usan las bandas de 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 18, 23, 26, 38 GHz. de acuerdo a las recomendaciones de la ITU. Para el caso de las redes de microondas. Para el tipo de clima de la zona de Loreto (Alta temperatura y Humedad) es recomendable el uso de bajas frecuencias, pues éstas son mas resistentes a desvanecimientos debido a variaciones de temperatura, además que permite la implementación de cálculos de mayor distancia.

Para el diseño se ha elegido la frecuencia conocida como U6 que esta comprendida en la banda de 6,460 Mhz y los 7,080 Mhz, la cual tiene como frecuencia central los 6,770 Mhz la cual se utilizará en los cálculos de propagación.

Para la asignación de frecuencias de cada una de las estaciones se debe tener las siguientes consideraciones:

- Considerar la separación mínima de frecuencia con respecto a los canales adyacentes.
- La interferencia respecto a las estaciones vecinas.
- Evitar la interferencia de estaciones lejanas.

La frecuencia asignada a cada una de las estaciones se muestra en el anexo 5.4.

5.4 Diseño del sistema

A continuación se describen los objetivos de comportamiento de todos los enlaces incluidos en el sistema propuesto.

La ITU –T ha elaborado su recomendación G.826 sobre los parámetros y objetivos de las características de error para trayectos digitales internacionales.

Estos trayectos pueden estar basados en una red de transporte SDH, PDH u otra.

El objetivo de extremo para un trayecto Digital hipotético de referencia (HDPR) de 27500 Km. a la velocidad STM-1 (155.52 Mbits/s) especificado en la G.826 es el siguiente:

ESR⁴⁶:16%

SERS:0.2%

BBER:0.02%

Donde, ESR, SERR y BBER son relaciones del número de eventos de error sobre el total de los respectivos segundos o bloques⁴⁷ en el tiempo disponible durante un intervalo de medición fijo.

ES (Segundo con error): Período de un segundo con uno o más bloques errados.

SES (segundo severamente errado): Período de un segundo que contiene 30% o más de los bloques errados o al menos un Período Severamente Disturbado.

BBE (Error de bloque de fondo): Bloque errado que no se encuentra dentro de un Segundo Severamente Errado (SES).

Como normalmente se trabaja con trayectos menores a 27 500 Km. se establecen distancias menores como HDPR de 2500 y 500 Km. A fin de simplificar las recomendaciones sobre los sistemas de radio enlaces. Debido a la complejidad y falta de guía de los sub-objetivos de transmisión, conmutación y multiplexaje, pero con miras a establecer los objetivos de comportamiento severos, se asignará al trayecto de 500 Km. Un 1% de los objetivos de extremo a extremo (HDPR de 27 500Km.). Esto esta basado en el uso de la regla de distribución de 1% por 500Km.

⁴⁶ R indica tasa, por sus siglas en ingles (Rate).

⁴⁷ Bloque: set de bits consecutivos asociados a una ruta.

En consecuencia, el objetivo de características de error para cada sentido de un trayecto de radio enlace digital de 500 Km. de longitud, que forma parte de la porción internacional de un HDPR de 27 500 km. Según lo definido en la G.826 de la ITU-T será el siguiente:

ESR:0.16% (1% de 16^{48})

SERS:0.002%

BBER:0.0002%

Generalmente el parámetro de error más crítico es el objetivo de SERS y una vez cumplido el objetivo de SERS para un sistema con una determinada longitud de salto, los otros objetivos de ESR y BBER quedarán satisfechos.

En conclusión una vez construida la red se debe escoger un canal entre dos estaciones terminales y colocar un medidor de BER por un lapso de 30 días, según la norma, del medidor de BER se obtienen las tasas de ESR, SERS y BBER las cuales deben ser menores a los valores especificados anteriormente para un HDPR de 500 Km.

Periodo de indisponibilidad:

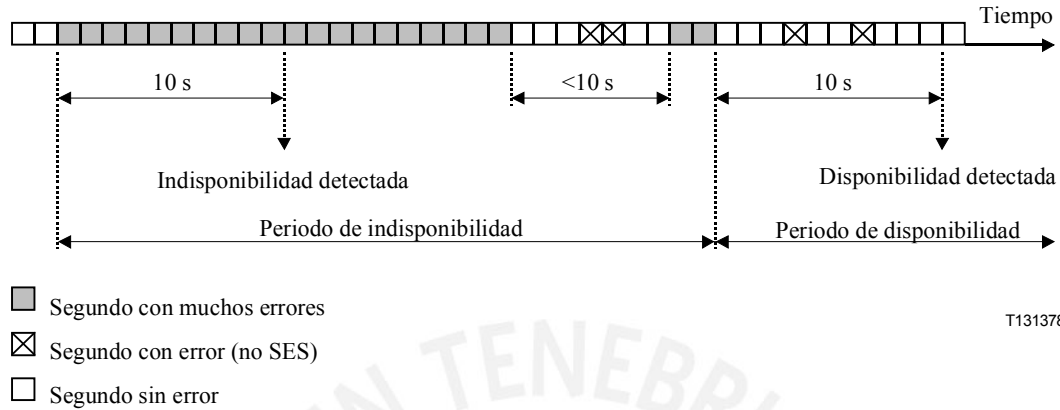
El período de indisponibilidad de un enlace se define como el tiempo en que el enlace esta fuera de servicio, es decir, el tiempo de indisponibilidad comparado con el total de tiempo de medición.

Como se muestra en la figura 5.2 un periodo de indisponibilidad comienza con el primero de diez eventos SES consecutivos. Estos diez segundos se consideran parte del tiempo de indisponibilidad, cuando terminan los eventos SES se cuenta 10 segundos más, al término de los cuales se analizan los siguientes eventos, cuando acaben los eventos SES se indica el término del período de indisponibilidad. Un nuevo periodo de disponibilidad comienza con

⁴⁸ No deberá ser mayor al 0.16%

el primero de diez eventos no SES consecutivos. Estos diez segundos se consideran que forman parte del tiempo de disponibilidad.

Figura 5.2 Determinación del tiempo de indisponibilidad



Un trayecto bidireccional está en estado de indisponibilidad si uno o ambos sentidos están en el estado de indisponibilidad. Esto se muestra en la figura 5.3

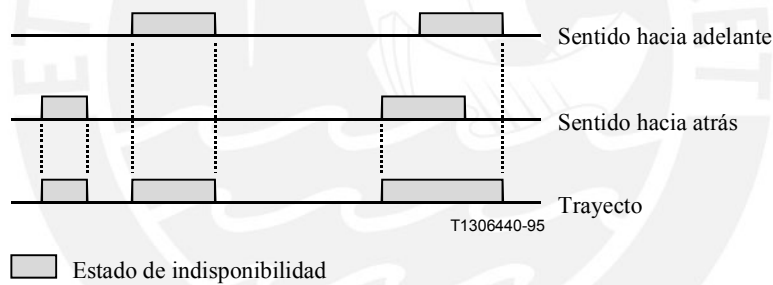


Figura 5.3 Indisponibilidad de un trayecto bidireccional.

5.5 Cálculo del comportamiento del sistema.

Los cálculos del sistema son modelos matemáticos y estadísticos que garantizan el cumplimiento de las especificaciones antes descritas y aseguran la adecuada propagación de las ondas. Estos están basados en la teoría de propagación.

En esta sección se presentará el método y un ejemplo del cálculo utilizado y sus resultados, para el enlace de C. Escalera a la Loma 160. Los cálculos para todos los enlaces se muestran en el anexo 5.5

a) Datos de las estaciones

i. Alturas de antenas

Altura de la antena 1: 48 m

Altura de la antena 2: 60 m. (Alturas propuestas)

ii. Longitud del alimentador o guía de onda. (Desde la antena hasta el equipo)

Alimentador1: 64 m

Alimentador2: 81 m.

iii. Perdidas en el alimentador (Datos del alimentador según la hoja técnica)

$L_{e1} = 64 \text{ m} \times 0.044 \text{ dB/m}$

$L_{e2} = 81 \text{ m} \times 0.044 \text{ dB/m}$

iv. Tipo de antena

Estación A: HPX, diam. 1.8m.

Estación B: HPX, diam. 1.8 m. (propuesta)

v. Ganancia de la Antena (dato del fabricante)

$G_1 = 39.5 \text{ dB}$

$G_2 = 39.5 \text{ dB}$

b) Cálculo del nivel de recepción:

vi. Distancia del saltod = 48.4 Km.

vii. Total de perdidas del alimentador

$$L_{et} = L_{e1} + L_{e2} = 6.3 \text{ dB}$$

viii. Perdidas del circuito de derivación:

$$L_{BC} = 4.9 \text{ dB (Dependiendo del fabricante).}$$

ix. Pérdidas de espacio libre:

$$L_s = 92.4 + 20 \text{ Log (f.d)} = 92.4 + 20 \text{log (6.77x 48.4)} = 142.7 \text{ dB}$$

donde: f: frecuencia [Ghz]
d: Distancia del salto[Km]

x. Pérdidas totales:

$$L_t = L_{et} + L_{BC} + L_s = 6.3 + 4.9 + 142.7 = 153.9 \text{ dB}$$

xi. Potencia de transmisión (dependiendo del equipo):

$$P_t = 33 \text{ dBm}$$

xii. Ganancia total:

$$G_t = G_1 + G_2 = 79 \text{ dB}$$

xiii. Nivel de recepción: el nivel obtenido debe ser mayor que el Nivel Umbral mínimo dado por el Fabricante, y no debe sobrepasar el nivel de saturación del equipo, ya que se corre el riesgo de saturar y malograr el Receptor.

$$R_x = G_t + P_t - L_t = 79 + 33 - 153.9 = -41.9 \text{ dBm}$$

xiv. Nivel Umbral (BER 10^{-4}), depende del fabricante del equipo:

$$N_{th} = -75.1$$

xv. Margen de desvanecimiento: Debe ser mayor a 30 dB, como objetivo de diseño.

$$M_f = R_x - N_{th} = -41.9 - (-75.1) = 33.2 \text{ dB}$$

c) Cálculo de la probabilidad de interrupción o desvanecimiento.

El factor de ocurrencia de desvanecimiento plano viene dado por la expresión.

$$Pr = KQf^B d^C$$

Donde: Pr: Factor de ocurrencia de desvanecimientos planos

d: Longitud del trayecto (Km)

f: Frecuencia (Ghz)

K: Factor dependiente de las condiciones climáticas.

Q: Factor dependiente de las condiciones topográficas.

Utilizando los valores obtenidos experimentalmente descritos en el Rec. 338-6 del CCIR, tenemos:

$$B=1$$

$$C=3$$

$$K.Q. = \frac{A \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$$

Donde, S₁: Rugosidad del terreno (6m ≤ S ≤ 42m)

A: Factor climático regional (K.Q.) según se indica en el cuadro 5.1

Cuadro 5.1: Valores Empíricos de los parámetros (ITU Rec. 338)

KQ para regiones climáticas marítimas moderadas, mediterránea, costera o de alta humedad y temperatura "MT"	$\frac{4.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
KQ para región climática subtropical marítima "MS"	$\frac{3.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
KQ para regiones climáticas de clima moderada continental o de interior a mediana latitud "CT"	$\frac{2.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$

KQ para regiones climáticas montañosas muy secas "MO"	$\frac{10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
---	-----------------------------

xvi. Condiciones del terreno (según cuadro anterior):
MT alta humedad y temperatura

xvii. Rugosidad del terreno:
Superficie plana 6m

xviii. Cálculo de KQ
 $KQ = 4.1 \times 10^{-5} / S^{1.3}$
 $KQ = 0.000004$
 Donde S: Rugosidad del Terreno (Item xvii)

xix. PR Factor de ocurrencia del equivalente de Rayleigh.
 $PR_{USA} = KQ \times f \times d^3$
 $PR_{USA} = 0.000004 \times 6.770 \times (48.4)^3 = 3.06416$

xx. Factor de reducción:

Cuadro 5.2

Promedio de altura de la línea de vista	Factor de reducción
~ 300 m	1
300 m ~ 500 m	0.5
500 m ~	0.33

$F_r = 1$

xxi. PM: Probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento de Rayleigh
 $PM = 0.2 \times PR_{USA} \times F_r = 0.2 \times 3.06416 \times 1$
 $PM = 0.6128328$

xxii. NF: figura de ruido del receptor (característica del equipo)
 $NF = 1.5$

xxiii. Symbol rate: S_r

Factor dependiente del tipo de modulación:

$$S_r = \text{capacidad del sistema} / 2, \text{ para 4 QAM}$$

$$S_r = 41.518 \text{ para 32 QAM}$$

$$S_r = 30.100645 \text{ para 64 QAM (Modulación usada en equipo elegido)}$$

$$S_r = 24.080516 \text{ para 128 QAM}$$

xxiv. C/N ruido térmico:

$$C/N = 113.9 + R_x - NF \times 10 \text{ Ln } S_r / \text{Ln } 10$$

$$C/N = 113.9 + (-41.9) - 1.5 \times 10 \times 1.47 = 55.7 \text{ dB}$$

xxv. Nivel de interferencia D/U: Este parámetro se considera para enlaces ya instalados en donde se puede medir el nivel de interferencia.

xxvi. Nivel Umbral ($BER = 10^{-4}$)

$$N_{th2} = 113.9 + N_{th} - NF - 10 \log (S_r)$$

$$N_{th2} = (-75.1) - 1.5 - 10 \times \text{Log } 30.1 = -91.4 \text{ dB}$$

$$N_{th2} = 113.9 + (-91.4) =$$

$$N_{th2} = 22.5 \text{ dB}$$

xxvii. Margen de desvanecimiento plano: El desvanecimiento plano ocurre cuando la señal desaparece. Indica el margen adicional al límite de ganancia para que ocurra un desvanecimiento, debe obtenerse un valor mayor a 30 dB como objetivo de diseño.

$$FFM = -10 \text{ Log } (10 - (C/N)/10 + 10 - (D/U)/10) - C/N_b$$

$$\text{Si } D/U = 0^{49} \text{ entonces } FFM = C/N - N_{th} = 55.7 - 22.5 = 33.2 \text{ dB}$$

xxviii. Probabilidad de salir de servicio debido al desvanecimiento plano:

$$PN = PR_{USA} \times F_r \times 10^{-FFM/10}$$

$$PN = 3.0641639 \times 1 \times 10^{-33.2/10}$$

$$PN = 0.1472075 \%$$

⁴⁹ Ver XXV

d) Cálculo del tiempo esperado fuera de servicio

xxix. Valor medio del tiempo de retardo de eco

$$TAU = 0.07 \times 3.7 \times [d_{[millas]}/20]^3$$

$$TAU = 0.07 \times 3.7 \times (48.4 / 1.609/20)^3$$

$$TAU = 0.8812066$$

xxx. Factor de reducción debido a la inclinación del terreno: Cuadro 5.3

$$Fr = 0.2$$

Inclinación del terreno [m/Km]	Factor de reducción	
	Sin diversidad	Con diversidad
0-4	1	1
5-4	1	1/2
5-6	2/3	1/5
6-7	1/3	1/15
7 →	1/5	1/40

xxxi. PD: Tiempo fuera de servicio debido al desvanecimiento dispersivo

$$PD = (TAU/(1/Sr.1000))^2 \times 2 \times K1 \times 0.2 \times PM \times Fr =$$

$$PD = (0.8812 / 3.32 \times 10^{-2} \times 1000)^2 \times 2 \times 0.6 \times 0.2 \times 61.28328 \times 0.2 =$$

$$PD = 0.0020695\%$$

xxxii. Tiempo esperado fuera de servicio

$$T_o = PN + PD$$

$$T_o = 0.0.1472075 + 0.0020695$$

$$T_o = 0.1492771 \%$$

Los siguientes puntos muestran un cálculo de probabilidades de tiempo fuera de servicio cuando se implementa la diversidad de frecuencia.

xxxiii. Separación de canales RF:

80 Mhz (Dato del equipo)

- xxxiv. $INFD_{\text{calculado}}$: factor de diversidad de frecuencia cuando ocurre el desvanecimiento dispersivo:

$$INFD_{\text{calculado}} = \frac{80}{f \cdot d} \cdot \frac{\Delta f 10^{-3}}{f} \cdot 10^{\frac{FFM}{10}}, \quad \Delta f: \text{separación de canales RF.}$$

$$INFD_{\text{calculado}} = 80 \times 80 \times 10^{33.2/10} \times 10^{-3} / (6.77^2 \times 48.4)$$

$$INFD_{\text{calculado}} = 6$$

- xxxv. INDF: Factor de mejoramiento máximo para diversidad de frecuencia.

Si no hay diversidad de frecuencia $INFD = 1$

Si $INFD_{\text{calculado}} > 5$ entonces $INFD = 5$

Sino $INFD = INFD_{\text{calculado}}$

$INFD = INFD_{\text{calculado}} = 5$

- xxxvi. IDFD Factor de mejoramiento de la señal cuando hay diversidad de frecuencia y ocurre un desvanecimiento plano.

Si no hay diversidad de frecuencia $IDFD = 1$, sino $IDFD = 25$

$IDFD = 25$

- xxxvii. PN con FD: Cálculo de la probabilidad del tiempo fuera de servicio debido al desvanecimiento plano

$$PN_{FD} = PN / INFD$$

$$PN_{FD} = 0.1472075 / 5$$

$$PN_{FD} = 0.0294415 \%$$

- xxxviii. PD con FD: cálculo de la probabilidad del tiempo fuera de servicio debido al desvanecimiento dispersivo.

$$PD_{FD} = PD / IDFD$$

$$PD_{FD} = 0.0020695 / 25$$

$$PD_{FD} = 0.0000828 \%$$

- xxxix. Tiempo fuera de servicio con diversidad de frecuencia.

$$TO_{FD} = PN_{FD} + PD_{FD}$$

$$TO_{FD} = 0.0294415 + 0.0000828$$

$$TO_{FD} = 0.0295243 \%$$

A continuación se calcula el tiempo fuera de servicio cuando se implementa la diversidad de espacio.

- xi. Datos: Tipo de antena, altura, diámetro, ganancia.
HPX, 15 m. , diámetro: 1.8, ganancia 39.5 dB.
- xli. $INSD_{\text{Calculado}}$: factor de mejoramiento cuando se implementa diversidad de espacio y ocurre un desvanecimiento plano.

$$INSD_{\text{calculado}} = S^2 \cdot \frac{f}{d} \cdot 10^{\frac{FFM-V}{10}} \cdot (1.2) \cdot 10^{-3}$$

donde: S: Ganancia de la antena

V: Diferencia de ganancia entre la antena principal y la de diversidad.

$$INSD_{\text{calculado}} = 20^2 \times 6.770 \times 10^{33.2/10} \times 1.2 \times 10^{-3} / 48.4$$

$$INSD_{\text{calculado}} = 139.75$$

- xlii. INSD: factor de mejoramiento máximo.
Si $INSD_{\text{calculado}} > 200$ entonces $INFD = 200$
Sino $INSD = INSD_{\text{calculado}}$
 $INSD = 139.75$
- xliii. PN con SD + FD: Tiempo fuera de servicio cuando ocurre un desvanecimiento plano y están implementadas la diversidad de frecuencia y la diversidad de espacio:
 $PN_{SD+FD} = PN_{FD} / INSD$
 $PN_{SD+FD} = 0.0294415 / 139.75$
 $PN_{SD+FD} = 0.0002107 \%$
- xliv. Factor de reducción para T/D, explicado en el Ítem xxx.
Factor = 0.025

- xlv. PD con SD + FD: Tiempo fuera de servicio cuando ocurre un desvanecimiento dispersivo y están implementadas la diversidad de frecuencia y la diversidad de espacio:

$$PD_{SD+FD} = \frac{Fr.PD_{FD}}{\left(\frac{1000}{Sr}\right)^2 \frac{1}{6K1}}$$

$$PD_{SD+FD} = 0.025 \times 0.0000828 / ((1000/30.1)/0.8812066)^2 \times 1/3.6$$

$$PD_{SD+FD} = 0.0 \%$$

- xlvi. Tiempo fuera de servicio con diversidad de espacio y frecuencia:

$$TO_{SD+FD} = PN_{SD+FD} + PD_{SD+FD}$$

$$TO_{SD+FD} = 0.0002107 + 0 = 0.0002107 \%$$

- xlvii. Valor objetivo: según norma G. 826: V_o

$$V_o = 0.004 \%$$

- xlviii. Margen del sistema⁵⁰: Es el margen que se obtiene de la diferencia entre el valor estadístico de tiempo de indisponibilidad calculado sobre el objetivo.

$$Me = 10 \text{Log} \frac{V_o}{TO_{SD+FD}}$$

$$M_e = 10 \text{Log} (0.004 / 0.0002107)$$

$$M_e = 12.8 \text{ dB}$$

⁵⁰ Típicamente este valor debe ser mayor de 6 db. Para aceptar el cálculo.

5.6. Plan de Canalización del sistema:

En esta sección se diseñará el plan de canalización, que es la distribución del tráfico en cada una de las rutas de la red, y la manera como se distribuyen los canales E1 desde / hacia cada una de las estaciones terminales.

Para el diseño del plan de canalización de la red se deberá tomar en cuenta el tráfico calculado en el Capítulo 3:

- Tráfico de Larga distancia nacional: es el tráfico desde / hacia el departamento de Loreto.
- Tráfico de Larga distancia departamental: Es el tráfico entre las distintas provincias y ciudades de Loreto.

5.6.1. Tráfico de Larga distancia nacional:

Tal como se vio en el Capítulo 3 se determinó que el tráfico de larga distancia, voz y datos del departamento es de un total de 37 E1s. Este tráfico deberá ser distribuido entre cada una de las estaciones terminales de la red, debido a la falta de información sobre tráfico y líneas telefónicas para cada una de las provincias de Loreto, para la distribución del tráfico se tomará como base la población que deberá ser atendida por cada una de las siguientes estaciones terminales.

La red propuesta atenderá básicamente las siguientes Provincias del departamento de Loreto:

- Maynas
- Alto Amazonas
- Loreto
- Requena

Tal como se puede apreciar en el Anexo 5.6, distribución de tráfico de larga distancia nacional. Para cada una de las estaciones terminales se calculó

proporcionalmente el tráfico en base a la población que atenderá cada una de ellas ⁵¹.

En el cuadro 5.4 se muestran la distribución de tráfico obtenidos a partir de el análisis poblacional:

Cuadro 5.4: Distribución de tráfico de larga distancia nacional

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	Población Atendida por red troncal 2000	Porcentaje Población Atendida	Trafico E1s fuera de Loreto	Estación Terminal
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
DEPARTAMENTO LORETO	777,965	100.00%	37	
PROVINCIA MAYNAS	506,045	65.05%	24	IQUITOS
PROVINCIA ALTO AMAZONAS	149,242	19.18%	7	
YURIMAGUAS	59,733	81.91%	6	YURIMAGUAS
LAGUNAS	13,192	18.09%	1	LAGUNAS
PROVINCIA LORETO	64,317	8.27%	3	
NAUTA	33,918	67.00%	2	NAUTA
San Jose Saramuro		33.00%	1	SJ SARAMURO
REQUENA	58,361	7.50%	3	REQUENA

5.6.2. Tráfico de Larga distancia departamental:

Tal como se vio en el Capítulo 3, el tráfico departamental fue calculado en base a el tráfico estimado de Larga distancia de voz, en base a la población que puede ser atendida por cada E1 entre estaciones Terminales, así se obtuvo que:

- Para 1 E1, es posible atender una población total de 145,264 habitantes.
- Para 2 E1, es posible atender una población total de 335,357 habitantes.

Entonces relacionando estos datos con cada una de las posibles rutas de comunicación obtenemos los datos del cuadro 5.5, distribución de tráfico de larga distancia departamental.

⁵¹ INEI Datos Población Departamento de Loreto año 2002

Cuadro 5.5**Distribución de larga distancia departamental**

RUTA	TRÁFICO CALCULADO (E1)
TARAPOTO - YURIMAGUAS	2
TARAPOTO - LAGUNAS	1
TARAPOTO - SJ SARAMURO	1
TARAPOTO - NAUTA	1
TARAPOTO - REQUENA	1
TARAPOTO - IQUITOS	2
YURIMAGUAS - LAGUNAS	1
YURIMAGUAS - SJ SARAMURO	1
YURIMAGUAS - NAUTA	1
YURIMAGUAS - REQUENA	1
YURIMAGUAS - IQUITOS	2
LAGUNAS - SJ SARAMURO	1
LAGUNAS - NAUTA	1
LAGUNAS - REQUENA	1
LAGUNAS - IQUITOS	1
SJ SARAMURO - NAUTA	1
SJ SARAMURO - REQUENA	1
SJ SARAMURO - IQUITOS	1
NAUTA - REQUENA	1
NAUTA - IQUITOS	1
REQUENA - IQUITOS	1

5.6.3. Plan de canalización total:

Para el diseño del plan de canalización de la red será necesario, tomar en cuenta tanto el tráfico de larga distancia nacional como el tráfico de larga distancia departamental.

En el Anexo 5.7 se muestra el cálculo canales E1s que deberán ser canalizados, para cada uno de los tramos de la red.

En el Figura 5.4 se presenta el diagrama de Plan de Canalización de la red (Tráfico Total).

En la Figura 5.5 se presenta el diagrama de tráfico desagregado del mismo Plan de Canalización de la Figura 5.4.

FIGURA 5.4 - PLAN DE CANALIZACIÓN RED TRONCAL DE COMUNICACIONES DEPARTAMENTO DE LORETO (TRÁFICO TOTAL)

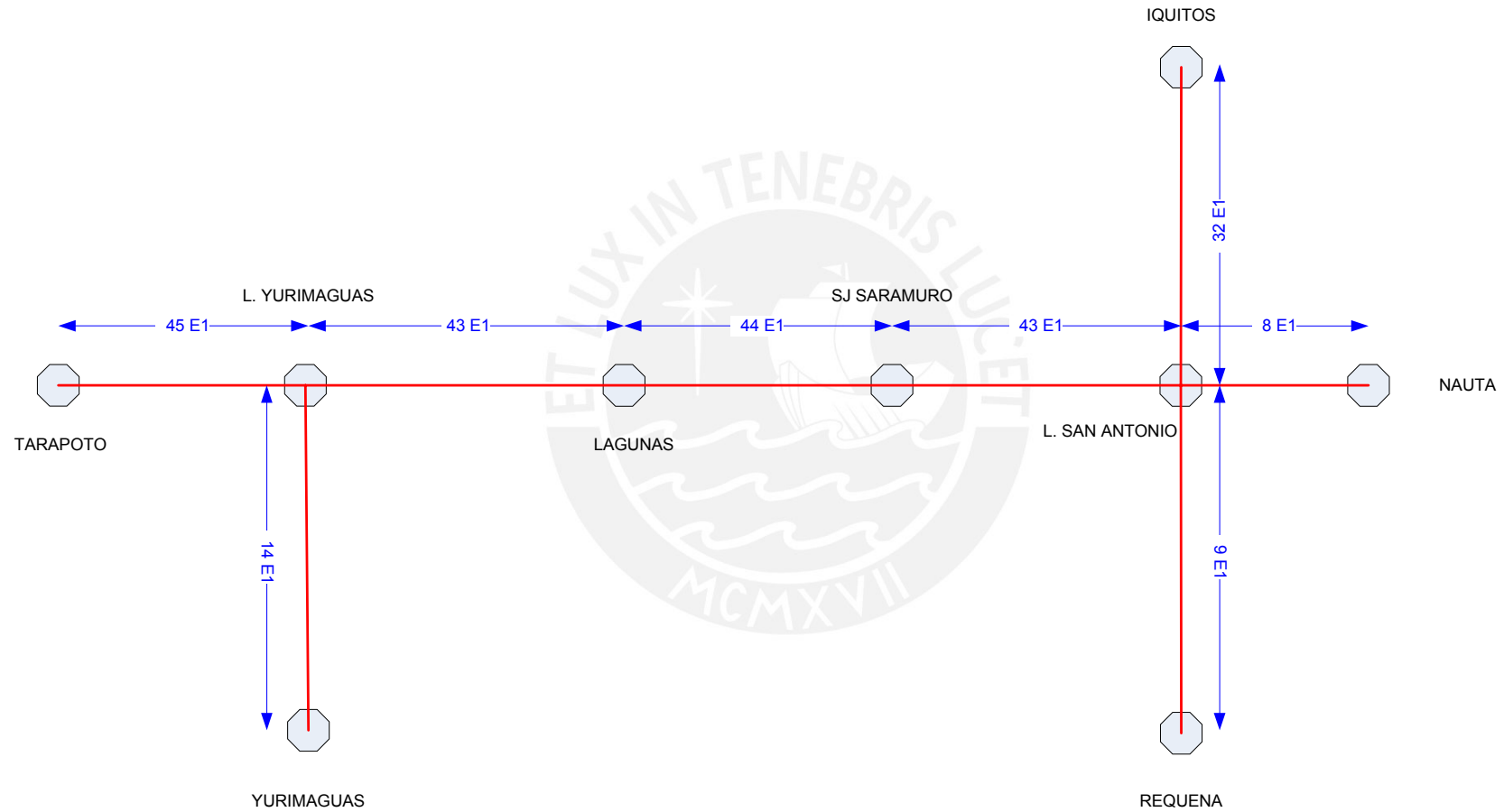
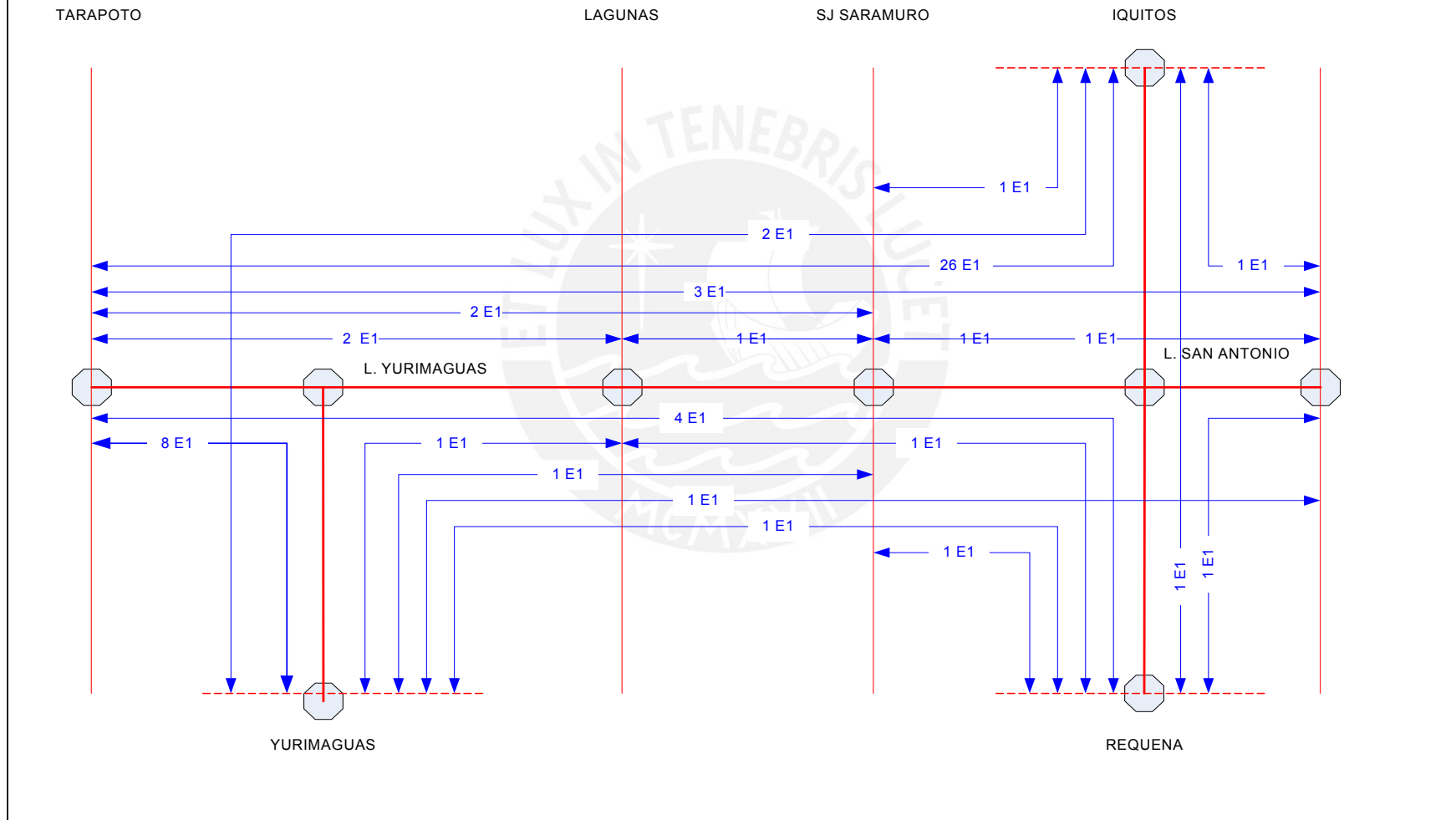


FIGURA 5.5 - PLAN DE CANALIZACIÓN RED TRONCAL DE COMUNICACIONES DEPARTAMENTO DE LORETO (TRÁFICO DESAGREGADO)



5.7. Especificaciones técnicas de los equipos de radio

Esta sección describe las características que deben cumplir los equipos SDH requeridos para la implementación y puesta en servicio de la red troncal de comunicaciones Tarapoto – Iquitos.

Los sistemas y subsistemas descritos, así como todas y cada una de las características, configuraciones y metodologías indicadas en ella, constituyen el esquema mínimo requerido a fin que se pueda implementar cualquier marca de equipos que cumplan con las especificaciones siguientes.

En la elaboración de esta sección, se ha tenido en cuenta las Recomendaciones ITU-T, ITU-R (G.707 a G709 para jerarquías SDH, G781 a G784, G957 a G958, etc.), así como diferentes normas y proyectos de norma ETSI.

Requerimiento:

Para la red Tarapoto – Iquitos los equipos de radio deberán de tener la capacidad de transmitir datos en forma bidireccional en Jerarquía digital síncrona con capacidades de un STM-1 con diversidad de frecuencia (canal de protección), STM- 1 (1+1).

Los equipos deberán cumplir con las siguientes recomendaciones ITU-T y ETS:

- Rec. ITU-T G703 Interfaz STM-1 eléctrico
- Rec. ITU-T G957 Interfaz STM-1 óptico⁵²
- Rec. ITU-T G708, G740 acceso a cabeceras de sección
- Rec. ITU-T G782 requisitos de sincronización
- Rec. ITU-T G783 G825 relojes internos de sincronización.
- Rec. ITU-T G826 objetivos de características de error.

Modularidad

El sistema deberá de ser del tipo totalmente interior, “full indoor” (montaje interno), no se consideraran para el presente proyecto los equipos de montaje

⁵² La Interfaz óptica es opcional, dependiendo de la interfase requerida en cada estación.

partido ODU/IDU, ni el montaje totalmente exterior, “full outdoor” (montaje Externo); debido a las severas condiciones climáticas de la zona, se requiere un equipo de configuración robusta y con una potencia de transmisión mayor, al promedio de los equipos de de montaje partido (unidad exterior / Unidad interior).

El sistema deberá estar compuesto por una unidad interna y sistema irradiante (antena) externa interconectadas por guías de onda. Deberán permitir configuración 1+1 hot stand-by ampliable hasta N+1, de canal en canal, donde N puede ser 7 u 11 en el caso se use XPIC (cancelación de interferencia por polarización cruzada).

El equipo deberá poseer unidades modulares: transmisor, receptor, circuito de derivación modulador, demodulador, unidad de alimentación, unidad de acceso para gestión, unidad de exteriorización de alarmas. Todas estas unidades deberán estar montadas en un bastidor que cumpla con las recomendaciones ETSI. La remoción y/o reinstalación de cualquier sub-bastidor o unidad así como la adición de un radio canal ampliación de 1+1 a 2+1 por ejemplo; deberá ser posible de ejecución sin que haya necesidad de corte de alimentación de energía al equipamiento, salvo aquellas partes integrantes vitales y comunes al sistema.

Características Eléctricas y Mecánicas

Características de alimentación:

Tensión de +/-48 Vcc +/-20%. De preferencia se escogerá un radio con opción de alimentación desde +/-19V y hasta +/-72V (pueden existir en alguna de las estaciones generadores que provean estas tensiones). Asimismo tendrá:

- Protección contra sobre-tensiones o baja tensión en la entrada de alimentación.
- Protección contra sobrecargas de tensión o corriente en las salidas del alimentador.

- Protección contra inversión de polaridad en la entrada de alimentación.
- Indicación luminosa del correcto funcionamiento del convertor de alimentación.
- Los márgenes de tolerancia serán los indicados en el ETS 300132.
- En cuanto al consumo, es de especial importancia que sea el menor posible a fin de reducir costos en el sistema de energía.

Requisitos mecánicos:

El equipo de radio deberá instalarse en bastidor de 600 mm que sean conformes, en cuanto a sus dimensiones, color, peso, resistencia mecánica y fijación, a la especificación del ETSI ETS 300 119-1 a 4. Los subbastidores que contengan a los diferentes módulos o tarjetas deberán ser acordes con la ETS 300 119-4.

Los conectores de los cables deberán ser fácilmente accesibles con la unidad en su ubicación definitiva. Los puntos de prueba deben ser fácilmente accesibles con el sistema en funcionamiento en su ubicación definitiva.

Arquitectura básica del sistema:

Unidad Transmisora (Tx):

Cumplirá fundamentalmente las funciones de convertidor ascendente y amplificador de potencia; la señal de oscilador local para el mezclador la proporcionará un oscilador de dieléctrico o elemento que asegure estabilidad de frecuencia. La etapa de amplificación, por medio de la implementación de una función de linealización, deberá estar en condiciones de transmitir niveles elevados de potencia manteniendo bajos los consumos.

La potencia máxima nominal a la salida del transmisor debe ser de 33 dBm para lograr los objetivos de diseño asumidos en los cálculos.

Los equipos de radio deberán contar con control automático de potencia (ATPC⁵³), el cual permite una reducción de la interferencia dentro del sistema y una reducción del consumo de energía, deberá ser posible reducir la potencia de salida hasta en 20 dB, en pasos de 1 dB.

- Estabilidad de potencia:
La potencia de salida deberá mantenerse dentro de ± 1 dB para todas las condiciones ambientales, características de la zona.
- Estabilidad de frecuencia
La estabilidad de la frecuencia de salida ante variaciones de la temperatura ambiente será de ± 20 ppm o mejor, para todas las condiciones ambientales. Ante variaciones de la tensión de alimentación primaria, esta frecuencia no deberá variar en más de 1 ppm., en todo el rango admisible de variación.
- Emisiones fuera de banda
Menores que 100 μ W, según la Rec. 329-5 del ITU - R.
Valores típicos son:
de 9 KHz a 21,5 GHz: ≤ -60 dBm con 10 KHz de BW⁵⁴ del analizador.
De 21,5 GHz a 30 GHz: ≤ -30 dBm con 1 MHz de BW del analizador.
- Distorsión del amplificador
Deberá cumplirse que al conectar un analizador de espectro a la salida RF del amplificador o al punto de monitoreo de RF del transmisor, habiendo previamente conectado la salida de un generador de 4 tonos a la entrada FI del módulo convertidor de transmisión, el nivel de las armónicas producidas con respecto al nivel de señal transmitido, sea igual o menor que 38 dB.

⁵³ ATPC (Automatic Transmission Power Control)

⁵⁴ BW: Ancho de banda

- Puntos de monitoreo (RF y OL)
Las unidades contarán con algún medio que permita verificar fácilmente el nivel de salida de RF y niveles de Oscilador Local (OL), en lo posible sin necesidad de utilizar un medidor de potencia. Se podrán utilizar salidas (conectores tipo SMA) monitoras atenuadas, en cuyo caso se indicará en forma visible y permanente el nivel (en dBm) asociado a dicha salida.
- Pérdida de inserción en la línea de RF
La pérdida de inserción en la línea de salida de RF, incluyendo pérdidas de filtro circulador, cables de RF internos y externos al grupo de derivación tendrá un valor típico ≤ 3 dB.

Unidad receptora (Rx):

El receptor estará constituido preferentemente, por un pre-amplificador de ganancia variable y un amplificador de FI de ganancia y pendiente ajustables. Se preverá una configuración con diversidad de espacio con combinador de FI, constituida por un receptor principal y un receptor de diversidad de espacio.

- Opción de diversidad de espacio:
El sistema deberá poseer la opción de ser equipado con diversidad de espacio, para mejorar su respuesta a posibles desvanecimientos en algunos saltos, estos serán determinados por el cálculo del sistema.
- Puntos de sensado (nivel AGC)
Las unidades dispondrán de una tensión proporcional al campo recibido accesible en forma sencilla, que permita verificar en forma rápida el nivel de campo recibido. Contarán, además, con un instrumento de panel con la misma finalidad.

- Rechazo de señales espurias
Toda señal espuria deberá ser rechazada en 70 dB. Este rechazo corresponde al nivel de señal interferente por encima del nivel de señal útil que no produce una degradación de la tasa de error. En todos los casos el nivel de señal recibida útil corresponderá al nivel de señal que produce una BER de 10^{-6} .
- Pérdidas de inserción
Incluyendo los filtros de los canales de Tx/Rx debe ser < 6 dB.
- Figura de ruido
Debe ser menor que 6 dB a la entrada del receptor para una potencia que corresponda a una tasa de error de 10^{-5}
- Umbrales de recepción
Se tomará como valor normal para un umbral de 10^{-3} un nivel de señal recibida $=-80,5$ dBm (medido a la entrada del branching).
- Rechazo de señal cocanal⁵⁵
La señal interferente en cocanal será rechazada en 37 dB. Este rechazo corresponde al nivel de señal interferente por debajo del nivel de señal útil que produce una degradación de la tasa de error desde una BER de 10^{-6} (sin señal interferente), a una BER= 10^{-3} .

Unidad Moduladora Demoduladora.

Se consideran como integrantes de esta unidad los siguientes componentes:

- Unidad moduladora (unidad procesadora en banda base + unidad moduladora a 32, 64, 128 QAM u otra).

⁵⁵ Señal interferente que ingresa a un canal adyacente.

- Unidad demoduladora (convertidor IF/BB⁵⁶)
- Existe también la posibilidad de transmitir más de una trama STM-1 por radiocanal, mediante la utilización de XPIC (Cross Polarization Interference Canceller), algoritmo encargado de cancelar la interferencia producida por transmitir en polarización vertical y horizontal a la vez en un solo canal radioeléctrico

Adicionalmente el sistema debe contar con sistema de corrección de errores FEC (Forward Error Correction).

En general, esta unidad realizará las funciones de Add-Drop del SOH, modulación y demodulación, otras funciones incluyen las de interleaving y deinterleaving (para evitar problemas de pérdida del puntero AU en el interior de la trama STM-1) y scrambling.

Además, esta unidad contará con ecualizadores adaptativos, con la finalidad de contrarrestar efectos debidos a desvanecimientos selectivos.

Interface de tráfico Principal.

La interfase de tráfico principal debe ser eléctrica de 75Ohm balanceada BNC, con las siguientes características:

Interface eléctrica STM-1:

- Deberá cumplir con la ITU-T G.703;
- La tasa nominal deberá ser 155.520 Kbps con una tolerancia de + /- 20ppm.
- Máxima salida Jitter ITU-T G.825
- Transferencia Jitter ITU-T G.958 type A
- Tolerancia Jitter ITU-T G.825, 4.1

Interfaces Externas que el sistema debe proveer.

Interfaces de Sincronización

- Interfaz de entrada a 2 MHz

⁵⁶ BB: Banda base

- Interfaz de salida a 2 MHz

Interfaces de Gestión de Redes, para integración con sistema de gestión superior

- Interfaz plataforma TMN⁵⁷
- Interfaz plataforma SNMP⁵⁸

Interfaces para Bytes de Overhead

- Interfaz a 64 Kbps
- Interfaz a 2 Mbps
- Interfaz V.11

Secciones de adaptación y regeneración de radio

La sección de adaptación es usada en la terminación de un enlace en orden a convertir las señales de entrada, formato STM-1, a una señal STM-1 compatible para la transmisión vía radio sin errores por la operación de conmutación. Típicamente, cada canal de radio estará provisto de su propia sección de adaptación.

Protecciones eléctricas del sistema

Se dispondrá de 2 unidades alimentadoras (redundante) que recibirán tensión de entrada continua, con valores comprendidos entre $-24V$ y $-60V$, que generarán en su salida las tensiones continuas necesarias para alimentar todos los módulos. Operarán en paralelo y cada alimentador estará en condiciones de alimentar el sub-bastidor completamente equipado.

Sincronización

Los requisitos de sincronización deberán cumplir con la Recomendación. G.782 y G.783 de la ITU-T.

Se deberá poder funcionar en cualquiera de los siguientes modos de sincronización:

- Sin ningún tipo de referencias de sincronización.

⁵⁷ TMN: Telecommunication Management Network.

⁵⁸ SNMP: Simple network management protocol

- Operando una de las estaciones terminales del enlace radioeléctrico como maestro (sincronizado bien con su reloj interno o bien con una referencia externa) y el resto de estaciones repetidoras y la otra terminal sincronizándose a partir de la señal STM-1 recibida del equipo maestro (terminal distante).
- Con todos los equipos síncronos que forman o están en los nodos de la red SDH, temporizados con relojes conformes a G.811, G.812, G.81s.

Los equipos tendrán capacidad de conmutar entre las distintas señales de referencia disponibles cuando se detecten fallos. Las prioridades entre referencias de temporización deberán poder establecerse de forma individual sobre cada equipo mediante comandos software.

En caso de fallo de todas las referencias, el equipo pasará a funcionar con su reloj interno, que deberá ser conforme a las Recomendaciones G.783 y G.825 del ITU-T y tener una precisión mejor de 4.6 ppm.

Así mismo estos equipos deberán ofrecer al menos una salida de sincronización según G.703/10 a 75 ohmios, a efectos de poder transmitir la sincronización a otras estaciones o equipos. La funcionalidad squelching (silenciamiento) deberá estar disponible.

Unidad de derivación de RF

Pérdidas de retorno/pérdidas de inserción: en todos los accesos de entrada se deberá verificar que la potencia que regresa a la etapa de Tx debido a reflexiones en la guía de onda y la antena no comprometa el buen funcionamiento del sistema. La pérdida de retorno no será superior a 23 dB.

Sistema de alarmas:

El sistema deberá estar equipado con un sistema de supervisión y monitoreo interno que se muestre a través de un display (led) y que permita el reporte de alarmas a través de contactos secos. Al menos las siguientes alarmas deberán ser reportadas:

- Alarma Urgente (se interrumpe el servicio)
- Alarma no Urgente (no se interrumpe el servicio)
- Alarma externa (Externa al equipo, falla de configuración)
- Alarma Interna (Falla del equipo)

Servicios y capacidades auxiliares

- Canales de órdenes (Order Wire)

El equipo permitirá que un operador dotado de microteléfono de teclado acceda al byte E1 (para canal de servicio ómnibus o apto para comunicaciones entre Terminales y repetidoras de radio) o al byte E2 (para canal de servicio expreso o acceso a cabeceras de radio solamente) del SOH de línea (de acuerdo a la recomendación G.708).

- Canales de datos de usuario

Los canales de datos de usuario proporcionados por los equipos a través del octeto F1, presentarán alguna de las siguientes interfaces:

- G. 703 co-direccional a 64 kbit/s.
- V.10/V.11. (F1, byte SOH ITU-T G.708)

Deberá poderse acceder al menos a un canal de datos G.703 co-direccional de 64 Kbit/s entre cada sección de multiplexación.

- Interface de servicios de línea

El equipamiento deberá contar con una interface de servicios de línea, canal de servicios, con llamada selectiva con señalización DTMF⁵⁹ o E&M⁶⁰

- Canal Way side

Adicionalmente deberá ser posible transmitir al menos 1 canal de 2 Mbps G.703 por cada canal RF como capacidad auxiliar, usando los bytes SOH.

5.7 Composición de los equipos de comunicaciones por estación

⁵⁹ DTMF: Dual tone multi frequency

⁶⁰ E&M: Ear and Mounth

Las estaciones terminales albergarán los radios transmisores / receptores, los moduladores / demoduladores necesarios y los equipos multiplexores STM-1, que contarán con una tarjeta de interfase de 2Mbps a fin de obtener los tributarios E1. Todas las estaciones terminales tienen un DDF⁶¹ para la conexión del radio y el multiplexor.

Las estaciones repetidoras contarán con dos equipos de radio transmisor receptor por dirección a fin de hacer la regeneración de la señal para transmitirla.

En el anexo 5.8 se muestran los esquemas de las configuraciones de los equipos de comunicaciones.

5.8. Composición de los equipos de comunicación por estación:

Estación Loma Yurimaguas: Cuenta con:

Un multiplexor de inserción / extracción ADM STM -1 sin tributarios E1⁶².

Tres equipos de radio transmisor / receptor STM-1 con interfaz eléctrica y en configuración redundante (1+1).

Un DDF para la conexión de los radios y el multiplexor.

Estación Tarapoto, Yurimaguas, Requena, Nauta e Iquitos: Cuenta con:

Un multiplexor STM-1 que opera en modo terminal que tiene dos tarjetas interfaz de 2 Mbps lo cual representa 2x21 canales tributarios de 2 Mbps.

Un equipo de radio transmisor / receptor STM-1 con interfaz eléctrica y configuración redundante (1+1).

Un DDF para la conexión de los radios y el multiplexor.

Estación Lagunas y San Jose de Saramuro: Cuenta con:

Un multiplexor de inserción / extracción ADM STM – 1.

Dos tarjetas de interfaz de 2 Mbps, lo cual representa 2x21 canales de 2 Mbps.

⁶¹ El DDF(Digital distribution frame) es un bastidor para la distribución de la conexión de los tributarios (E1s y STM-1s)

⁶² Se podría configurar esta estación como una doble repetidora, pero el convertirla en Terminal y el uso de un ADM es una opción más barata.

Un equipo de radio transmisor / receptor STM-1 con interfaz eléctrica y configuración redundante (1+1) por dirección.

Un DDF para la conexión de los radios y el multiplexor.

Estación C. Escalera, loma 160, Santa Cruz, Punta Arenas, Cota 92, Km 60, Varillar, Santa Rosa, Chapajilla, San Regis, R.P. Requena y Jenaro Herrera:

Estas estaciones son repetidores regenerativos, es decir cuentan con:

Un transmisor / receptor y un modulador / demodulador por dirección en configuración redundante (1+1).

Estación Loma San Antonio: Cuenta con:

Un multiplexor de inserción / extracción STM- 4 sin tributarios E1.

Cuatro equipos de radio transmisor / receptor STM-1 con interfaz eléctrica y configuración redundante (1+1).

Un DDF para la conexión de los radios y el multiplexor.

Guía de onda.

Cuando se trabaja con frecuencias de 3 a 300 Ghz, es imposible usar líneas de transmisión convencionales (cables coaxiales), debido a que las pérdidas dieléctricas de este tipo de materiales producen alta atenuación. En estos casos se requiere el uso de Guías de onda que son conductores huecos metálicos, normalmente de forma rectangular o elíptica por donde se traslada la onda electromagnética, con pocas pérdidas.

Las dimensiones de la guía de onda se eligen de acuerdo a la frecuencia.

En el anexo 5.9 se muestran los cálculos realizados para determinar la longitud del alimentador o guía de onda por estación.

La guía de onda se conecta al radio a través del duplexor de frecuencias que es un equipo que se encarga de separar las frecuencias de transmisión y recepción. Se debe tener presente que en las estaciones con diversidad de espacio, llevan dos antenas, la guía de onda se coloca por antena y se conectan al radio, por ello usan mayor cantidad de alimentador.

5.9. Configuración por estación.

En la siguiente sección se presenta la configuración de cada una de las estaciones. Para el diseño se considera que las estaciones de Iquitos, Nauta, Requena, Jenaro Herrera, Lagunas y Yurimaguas son estaciones ya existentes que se usan como estaciones satelitales, por lo que no habría necesidad de construir una nueva estación, sino solamente de construir la torre. En las estaciones restantes no existe infraestructura alguna⁶³ por ello se debe realizar la construcción de toda la estación.

El diseño de la estación y la ubicación de la torre deben estar precedidos de un estudio de campo, es decir una visita al lugar donde estará ubicada cada estación para delimitar y estudiar el terreno. Como no es objetivo del presente estudio hacer una visita a cada una de las estaciones, se mostrará dos configuraciones básicas y generales de estaciones, una para estaciones alimentada por energía solar y la otra, para estaciones que tengan alimentación de la red AC, la diferencia entre ambas configuraciones radica en la ubicación de los paneles y la sala de energía requerida para albergar los equipos de alimentación.

La torre y la caseta, estas conectadas a través de la escalerilla que es una estructura metálica que atraviesa la estación y soporta el peso de la guía de onda.

Para el caso de estaciones solares, los paneles solares están ubicados a un lado de la caseta, es posible también colocarlos sobre el techo de la estación, en caso no haya espacio disponible en la estación.

Para las estaciones alimentadas con energía AC, la caseta debe ser más grande para poder albergar una sala en donde irán instalados los equipos de energía.

⁶³ En San Jose de Saramuro existe una estación de comunicaciones de Petroperú, pero es necesaria la construcción de una caseta y torre.

En el anexo 5.10 se muestran los esquemas básicos de las estaciones y la ubicación relativa de los equipos dentro de la caseta, así como esquemas de las estaciones Nauta, Requena y Lagunas existentes propiedad del operador dominante y cuya infraestructura puede ser usada. Los planos de las estaciones de Iquitos, Yurimaguas y Jenaro Herrera, deben ser determinados en el estudio de campo.

Los equipos que aparecen son el radio, el multiplexor y el DDF (Digital distribution frame), estos están ubicados en la parte central de la estación. El banco y el cargador de baterías, así como el deshidratador de la guía de onda (equipos de energía) se encuentran a un lado de la estación, quedando así espacio para colocar futuros equipos.

Los sistemas de radio son albergados en unos racks llamados bastidores, los cuales se encuentran de muchos tipos dependiendo el sistema que albergan. Para el caso de SDH se usa normalmente bastidores del tipo SLIM y/o ETSI. Para el diseño se ha escogido los del tipo ETSI de 2.2m. Pues tienen espacio para colocar cuatro radios (sistemas), así se requiera ampliar en el futuro más canales, habría espacio en el bastidor. A diferencia del tipo SLIM que en el caso de ampliar un canal, se debería comprar un bastidor adicional.

Un típico bastidor ETSI es un rack que tiene una altura de 2.2m de altura por 0.6m de frente y 0.3 m de profundidad.

Los equipos que se albergan en el bastidor son:

Transmisores (TX): Equipo transmisor.

Receptores (RX): Equipo receptor, que puede ser de dos tipos, con diversidad y sin diversidad dependiendo el requerimiento del enlace.

Circuito de derivación (BR: branching circuit): Es un equipo que contiene todos los filtros que requiere el transmisor.

Circuito de operación y mantenimiento (OAM): Interfase para la transmisión de señales de supervisión y control.

Modulador (MOD): Equipo modulador.

Demodulador (DEM): Equipo demodulador.

Fuente de alimentación (PS: Power supply): Las fuentes son independientes para cada sistema.

Way side (WS): Es una tarjeta adicional que permite obtener un canal adicional de 2Mbps.

Digital service channel (DSC): Es una tarjeta que permite la implementación de un canal digital.

Order way (OW): Es una tarjeta que permite la implementación de un canal de voz para el mantenimiento, y se usa para la comunicación entre estaciones.

En el anexo 5.11 se muestra la vista externa y configuración de los equipos dentro de un bastidor, y presentamos la distribución de los equipos dentro de los bastidores por estación y por dirección. La letra “P”, en los anexos se utiliza para denominar al equipo de protección y la letra “R” para el equipo de uso regular.

5.10. Sistema de gestión centralizada de red.

La siguiente sección describe las características que deberá tener el sistema de gestión y supervisión de red, encargado de la gestión del sistema de radio Microondas SDH Tarapoto – Iquitos.

El sistema de gestión de red NMS por sus siglas en Ingles Network Management System permite realizar la gestión de los elementos de red NE (Network Elements) de una determinada tecnología, en forma remota. Además

cada NMS brinda una interfaz a la capa superior de gestión, para lograr la integración con otros gestores de muchas tecnologías.

Descripción General:

Para la gestión de los radios SDH se utilizará una estación de gestión de red central (Server NMS) que estará ubicado en la ciudad de Tarapoto, el cual gestionará el total de los equipos de la red.

En la ciudad de Lima se deberá instalar una estación “Cliente” del NMS de Tarapoto a fin de contar con toda la gestión en Lima en tiempo real.

La gestión se deberá realizar en dos niveles:

- Gestión de Red (para gestión de conectividad de Red)
- Gestión de Elementos de Red (de un Equipo Particular)

Funciones Principales mínimas requeridas:

- Gestión de Configuración:
 - o Inventario
 - o Diseño de Rutas
 - o Aprovisionamiento, etc
- Gestión de Fallas:
 - o Mapa de Red
 - o Visualización de alarmas
 - o Reporte histórico de Alarmas
 - o LOG de eventos, etc.
- Gestión de Performance:
 - o Telemetría
 - o Recolección y visualización de información de Performance.
- Gestión de seguridad:
 - o Perfiles de Usuarios y Passwords (claves de acceso)
 - o Asignación de Privilegios
 - o Dominios de Administración
 - o LOG de comandos, etc
- Gestión de sistema:

- Bases de Datos
- Conectividad
- Licencias de NE
- Vistas de estado de Red, etc

Consola tipo LCT (Local Craft Terminal):

En la pantalla del LCT se deberá poder abrir una consola para un elemento de Red, haciendo clic sobre el símbolo que representa el NE en el NMS. Desde esta consola, el operador podrá efectuar el aprovisionamiento remoto de cada elemento de red, como así también realizar pruebas sobre los mismos.

Consola Local de Radio (LCT):

El sistema de gestión también deberá incluir una consola de supervisión local enlace por enlace (computadora portátil) está permitirá la gestión completa de los mismos desde cada sitio (estación).

La arquitectura del sistema de gestión deberá de ser del tipo Cliente – Servidor y el acceso Multiusuario.

Configuración del hardware:

Para asegurar la mayor disponibilidad y confiabilidad del sistema los servidores deberán ser UNIX de preferencia SUN de alto rendimiento, con las siguientes especificaciones:

- Fuentes de alimentación redundante Hot-Swap.
- Discos Rígidos redundantes Hot-Swap de alta preformase (10,000RPM y MTBF>1.2Mhoras)
- Soporte para RAID 0, 1, 0+1 y otras.
- Varios niveles de diagnostico del sistema (hardware y Software)
- Dispositivos de Back up autónomo en cintas de alta capacidad de transferencia (1Mb/s)
- Redundancia de Servidor:
 - Se usará una opción de un sistema de alta disponibilidad. Para esto será necesaria la implementación de dos servidores (de

similares características) Servidor en paralelo a fin de lograr una disponibilidad cercana al 100%.

- Se implementará como una opción más económica para la empresa operadora un sistema Cold – Standby, con bandejas de discos Extraíbles y la implementación de un sistema spare o backup listo para actuar en caso de fallas del servidor principal, esta solución no cumple con una disponibilidad del 100% pero es una solución más económica.

Funcionalidades adicionales

El sistema de gestión contará con las siguientes funcionalidades opcionales a fin de lograr la integración del NMS con los sistemas de gestión de otras tecnologías y la supervisión de otros equipos:

- Recolección de Eventos de diferentes tecnologías.
Capacidad de recolectar las alarmas de diferentes tipos de equipos y manejar estas alarmas en un único y consistente ambiente (una única aplicación). Para la recolección de mensajes de eventos se utilizarán protocolos ASCII, TL/1, SNMP o CMIP.
- Traducción de mensajes de eventos (alarmas)
Capacidad de manejar alarmas de diferentes equipos que utilicen diferentes protocolos de comunicación y convertirlos a un formato estándar conforme la ITU-T Rec X.733 (recomendación sobre la forma de recolectar alarmas).
- Correlación de eventos:
La correlación de eventos permite relacionar causas comunes de alarmas, eliminar mensajes transitorios que no representan una falla real. Su función principal es la de realizar el trabajo de análisis de alarmas en tiempo real y proveer al usuario operador de la plataforma la información justa y necesaria para determinar un problema específico en la red.

Básicamente permite:

- Ocultar avalanchas de eventos producidas en la red por una causa concreta o determinada, indicando al usuario esa causa concreta.
- Determinar una causa de una falla, en base a un grupo de eventos recibidos y mostrarla al usuario indicando la probabilidad de certeza estimada de que sea esa la falla real.
- Eliminar repeticiones periódicas de eventos
- Permitir que eventos o alarmas cancelen alarmas activas.

Mediante la edición de reglas de correlación, se puede dar consistencia a la información de fallas, de forma tal que el usuario / operador posee la causa original de los problemas, como ventaja adicional, el operador puede no recibir una avalancha de información en caso de fallas que se deben a un solo elemento, pero que generan múltiples mensajes en varios módulos del equipo.

- Entorno Gráfico:

El uso de entorno gráfico permite una interfase gráfica entre el NMS y el o los operarios de tal manera que la labor de los operadores sea mucho más amigable.

Esta funcionalidad permite la gestión en forma gráfica, por medio de mapas topológico - geográficos, representación con iconos de los elementos de red y del estado de los mismos, por medio de cambios de colores.

La interfase al usuario deberá ser a través de menús replegables, que permitan el rápido acceso a las funcionalidades ofrecidas por el NMS.

- Tratamiento de Problemas:

Se debe permitir la administración de problemas integrados a las alarmas, realizando el seguimiento de cada problema, con posibilidad de enviar mail/pager a los responsables asignados de cada problema. A su vez se debe permitir que los responsables asignados, incluyan

comentarios y cambien el estado de los problemas: ABIERTO – EN PROCESO – DEMORADO –SOLUCIONADO - CERRADO, etc.

- Seguridad de acceso al sistema:

El acceso al sistema debe cumplir con las siguientes funcionalidades:

- Validación mediante ingreso de Usuario / Contraseña para conectarse vía Web al sistema.
- Creación / Modificación / Baja de Perfiles: Crea perfiles típicos de administrador, operador, operador con restricciones, etc.
- Creación / Modificación / Baja de Usuarios: Permite asignar usuarios relacionados con un determinado perfil.
- Cambio de clave de acceso: Permite que cada usuario administre su clave de acceso.
- Creación / Modificación / Baja de Dominios Lógicos: Permite definir dominios lógicos de trabajo y asignarlos a cada uno de los usuarios del sistema, de forma tal de restringir el ámbito de operación de cada uno de los usuarios.

Configuración del sistema de supervisión:

Cómo se puede apreciar en la Fig. 5.4 la configuración del sistema de gestión de red estará basado en una Plataforma del tipo “Cliente – Servidor” donde:

- Cliente:
 - Provee la interfase gráfica al operador.
 - Un cliente puede comunicarse con múltiples servidores.
 - Un servidor puede aceptar múltiples clientes.
- Servidor:
 - Maneja la base de datos de información de cada uno de los elementos de red.
 - Maneja y unifica la información de cada uno de los elementos de la red a ser gestionados.

- DCN (Data Communication Network):
 - o Red de comunicación de datos, es la línea de comunicación entre servidores, entre clientes servidores, y elementos de red.
 - o Está formado por los routers, switches, modems, y todos los elementos de comunicación que intervienen en la línea de transmisión de datos.

Plataforma de hardware:

Servidor Tarapoto:

- SUN Ultra60 Modelo 1360 (1 CPU) o Modelo 2360 (2-CPU)
- 512M Byte Memory RAM (Mínimo) – 1GB es recomendado
- Monitor CRT de 17”
- Disco Duro 18GByte (4.2 GB x 3 Sets es más recomendable) HOT SWAP.
- CD-ROM Drive 644M Byte (Interno)
- DAT Drive 4mm (Externo) Para Back-up.
- Tarjetas Ethernet PCI por 2.

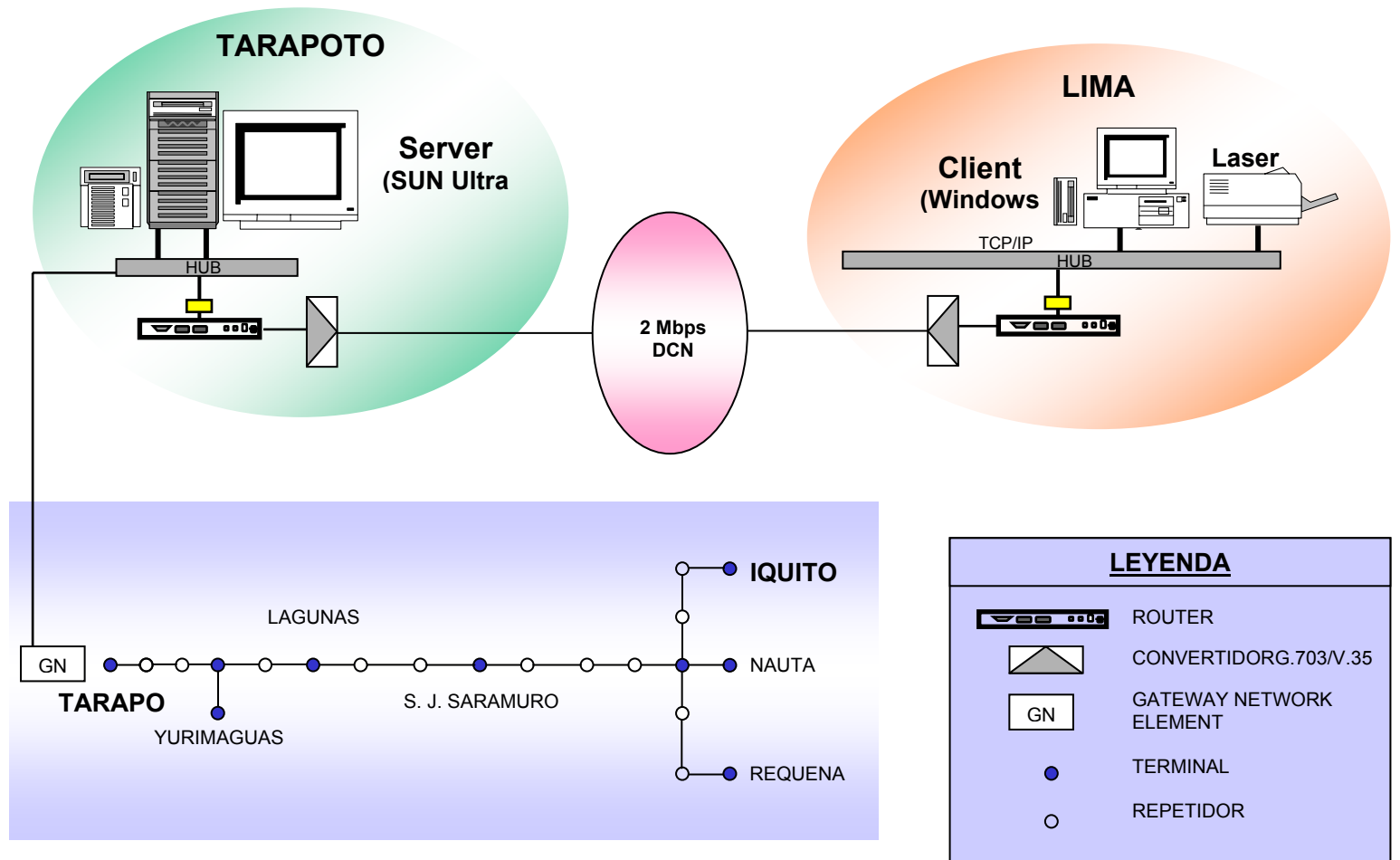
Cliente Lima:

- PC con Windows NT con 256M Byte RAM (mínimo),
- Monitor CRT 21”
- Disco Duro de 10G Byte como mínimo
- CD-ROM Drive 644MByte (Interno)
- Impresora de red (Opcional).

Plataforma de Software:

	Servidor	Cliente
Sistema Operativo	SUN Solaris 2.6	Windows NT
Interfase Gráfica	-	HP Open View
Base de Datos	Informix,	-
Communication	ORBIX, SUNLINK OSI,	ORBIX
Software de aplicación	Propietario de fabricante para Servidor	Propietario de fabricante para Cliente

**FIG. 5.6 – CONFIGURACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN
RED SDH TARAPOTO - IQUITOS**



5.11. Instalación de los equipos:

En la presente sección se describirá la instalación típica de los equipos dentro de la caseta. La instalación de los equipos debe ser realizada por una compañía instaladora local, que tenga experiencia en la instalación de equipos SDH.

El anexo 5.12 muestra un detalle de los trabajos de instalación típicos que se deben realizar en una estación. En ella podemos apreciar el pararrayos (A2) y la torre (A1) que alberga a la antena. La antena (C3) se une a la torre a través del soporte de antena (C4) el cual permite direccionar la antena en forma horizontal tanto como vertical de tal manera que la antena pueda apuntar a la siguiente estación, esto debido a que si estuviera rígida a la torre, solo tendría una dirección y sería imposible apuntarla con la siguiente estación. La señal recibida por la antena se transmite al radio a través de la guía de onda o alimentador (C2) que es un conductor de la onda electromagnética, que se fija con grapas de sujeción (C5) a una escalerilla metálica que atraviesa la caseta (A5), entrando por una ventana en la pared (A6) y sirve para que la guía de onda no se dañe por acciones mecánicas. La guía se conecta a un duplexor de frecuencias (C6) que divide las frecuencias de transmisión y recepción y luego al radio (C1), y al deshidratador (C10) el cual mantiene al alimentador seco circulando aire enfriado por su interior.

En el extremo de la estación o en otra sala se encuentra la sala de energía en donde van ubicadas las baterías (B1) y el rectificador (B2), que se conectan a la fuente de energía que puede ser paneles solares, el generador o la red AC.

El sistema de transmisión esta compuesto por el radio, el multiplexor y el DDF (C9). La señal eléctrica STM-1 (C11) sale del radio y se conecta al multiplexor a través del DDF, del multiplexor se obtienen los 63 E1s y estos regresan al DDF para ser distribuidos como tributarios de 2 Mbps, en el detalle del anexo 5.12 se muestra también la conexión del multiplexor al DDF a través de cable Flex 5 y los respectivos conectores macho y hembra, la salida del DDF se realiza a través de un conector U (U- Link).

El detalle muestra también que el DDF tiene normalmente una capacidad para 96 tributarios pero en nuestro caso solo utilizaríamos 63.

Solo para el caso de la estación Tarapoto estamos colocando un sistema de gestión (O1) que se conecta al radio.

Todos los sistemas de transmisión se alimentan del rectificador a través de interruptores termomagnéticos (B3) que alimentan al radio, multiplexor y al deshidratador. Y junto con el pararrayos se conectan al pozo de tierra (A3) a través de los cables adecuados (A4 y C8).

5.12. Sistema de alimentación

En esta sección se describirá el sistema de alimentación para cada una de las estaciones.

Los sistemas de alimentación propuestos para el proyecto se clasifican en dos tipos: el primero se compone de un equipo de alimentación DC derivado de la red AC y con respaldo de un grupo electrógeno Diesel. Y el segundo se compone de un sistema de energía solar. En el cuadro 5.5 se muestra la distribución de las estaciones por sistema.

Cuadro 5.6 Distribución de las estaciones por sistema de alimentación.

Estaciones con alimentación solar	Estaciones con alimentación AC
C. escalera	Iquitos
Loma 160	Yurimaguas
Loma Yurimaguas	Nauta
Santa Cruz	Jenaro Herrera
Lagunas	R.P. Requena
Punta arenas	Requena
Urarinas	Tarapoto
Sn. Jose Saramuro	
Santa Rosa	

Chapajilla	
San Regis	
Loma San Antonio	
Km 60	
Varillar	

Las estaciones con alimentación AC son estaciones que están conectadas a redes de distribución de energía o lugares que generan su propia energía. Y las estaciones con alimentación solar son estaciones que carecen de energía AC. En el anexo 5.13 se muestra el sistema nacional de transmisión de energía eléctrica en donde se aprecian las zonas que carecen de energía.

5.12.1. Descripción de los sistemas.

El primer sistema, el equipo de alimentación DC con grupo electrógeno diesel opera de la siguiente manera:

El cargador rectificador recibe normalmente energía de la red AC a través de un panel de transferencia automática y luego suministra energía DC al equipo de comunicación, mientras hace simultáneamente la carga en flotación del banco de baterías. En caso ocurra una falla en la red AC, se suministra energía DC sin interrupciones a los equipos de comunicación a través de descarga de baterías. Simultáneamente, el generador arranca automáticamente y suministra energía al cargador de baterías, luego, el cargador de batería opera nuevamente en carga de flotación. El equipo de alimentación DC con grupo electrógeno diesel consta principalmente de las baterías, el cargador-rectificador y el grupo electrógeno Diesel.

Un banco de baterías tendrá la capacidad suficiente para suministrar energía DC a los equipos de comunicaciones por 12 horas a temperatura ambiente de 25°C.

El cargador-rectificador de baterías estará en configuración N+1⁶⁴ con características idénticas y tendrá la capacidad de proporcionar corriente de recarga por 20 horas para las baterías.⁶⁵

El grupo electrógeno tendrá la suficiente capacidad para suministrar energía AC al equipo de alimentación DC y otras cargas hasta 3KVA.⁶⁶

Asimismo el sistema de alimentación DC con grupo electrógeno requiere de: Panel de transferencia automática⁶⁷ (TTA), panel de distribución, batería para arranque de motor, tanque de combustible de servicio (600 LTR.), tanque de aceite lubricante (100 LTR.), y disyuntor de circuito de la línea principal.⁶⁸

El equipo de alimentación de DC por sistema de energía solar opera de la siguiente manera:

Durante la claridad del sol, el conjunto de módulos solares convierte la luz a energía eléctrica DC. La cual es suministrada a la carga mientras se están cargando las baterías. Cuando un nivel de carga llega a un valor impedido, un circuito de protección opera para proteger la batería contra la sobrecarga. Si la célula solar no produce suficiente energía por causa de la baja luz del sol, la batería mantiene de corriente a la carga. La batería tiene suficiente capacidad para suministrar corriente con una autonomía de 10 días.

El sistema de energía fotovoltaico esta formado por el conjunto de celdas fotovoltaicas (CCF), el panel de control y las baterías:

⁶⁴ N+1: N equipos rectificadores y uno de protección.

⁶⁵ El cargador rectificador debe ser dimensionado, para que tenga la potencia necesaria para hacer la rectificación de la energía AC, alimentar la carga, y hacer la carga de las baterías.

⁶⁶ Luz, deshidratador, etc.

⁶⁷ TTA: hace la conmutación automática, de la red AC a alimentación por baterías en caso de fallo del suministro de energía AC.

⁶⁸ Estos equipos no se cotizan normalmente por separado, a excepción del panel de distribución, sino que se incluyen como parte de los sistemas componentes del sistema AC, antes descrito.

Un conjunto de CCF consiste en cuatro (4) módulos solares conectados en serie para obtener un sistema de -48 voltios⁶⁹. Estos conjuntos son conectados en paralelo para obtener la capacidad requerida.

El panel de control fotovoltaico es un regulador (nivel 1) que controla las entradas de tensión de los paneles solares, previene una sobrecarga de las baterías, sensa la radiación solar y controla la corriente entregada a la carga.

El banco de baterías consiste en células conectadas en serie para obtener el sistema de -48 voltios, y es conectado en paralelo para la capacidad requerida. El tiempo de autonomía es de 10 días en la potencia de consumo a 25°C .

Otros componentes del sistema de energía solar son: panel de control (nivel 21), para la interfase con un MODEM y sensores de radiación solar.⁷⁰

En el anexo 5.14 se muestran las configuraciones de suministro de energía típicas:

- Sistema de energía AC con grupo electrógeno de respaldo.
- Sistema de energía alimentado por energía solar⁷¹.

5.12.2 Descripción de los equipos.

5.12.2.1 Sistema de alimentación DC

1) Régimen de entrada AC

Fase:	monofásica, bifilar
Voltaje:	$220\text{V} \pm 10\%$, -20%
Frecuencia:	$60\text{Hz} \pm 5\%$

⁶⁹ Cuatro (4) módulos solares pueden ser conectados de maneras distintas para obtener voltajes de 12V y 48V.

⁷⁰ Estos componentes se consideran como parte de los sistemas descritos anteriormente.

⁷¹ En el anexo se muestra la configuración para sistemas de 6120 W, los sistemas de 10200 W son similares salvo que tienen mas grupos de paneles.

2) Rendimiento de salida DC

Voltaje nominal -48V

3) Cargador de baterías

Régimen: Continuo

Enfriamiento: convección de aire natural.

Carga: Carga de voltaje constante con características de reducción.

4) Baterías

Tipo: Plomo – ácido.

Tiempo de autonomía: 12 horas a 25°C.

Número de celdas: Celdas conectadas en serie según el cálculo para cada estación.

Expectativa de vida: 20 años a 20°C en condiciones de carga de flotación.

5) Grupo electrógeno

Capacidad: Según anexo 5.18

Fase: Monofásica, bifilar

Voltaje: Dentro de 220 V \pm 2%.

Frecuencia: 60 Hz.

Factor de potencia: 0.8 (retardo)

Enfriamiento de motor: Enfriado por aire.

Operación no atendida: hasta 750 horas.

5.12.2.2 Sistema de energía fotovoltaico:

1) Módulo solar

Tipo del módulo: Monocristal

Potencia típica del módulo: 85W

Voltaje: 18 V

Corriente: 4.72 A

2) Batería de acumuladores

Tipo:	Célula de plomo – ácido.
Tiempo de autonomía:	10 días 25°C.
Número de células:	Celdas conectadas en serie para – 48V y los bancos en paralelo para la capacidad requerida, según los cálculos para cada estación.

Para calcular la capacidad de los equipos se utiliza las siguientes formulas:

Sistema de alimentación DC con Generador Eléctrica Diesel.

Primero dimensionaremos el Cargador/Rectificador, para esto requerimos hallar la potencia consumida por los equipos de radio por estación según la configuración de cada estación diseñada en capítulo anterior.

El cálculo del consumo de potencia de los equipos de radio se muestra en el anexo 5.15.

Para el dimensionamiento del banco de baterías y rectificador se utilizará las siguientes formulas.

Potencia para la rectificación. $P_{dc} = I_{crit} \times V_{dc\ min}$

Capacidad de las baterías. $CapBat = \frac{P_{dc} \times T}{V_{dc\ min}}$

Potencia para la recarga de las baterías. $P_{rb} = \frac{Capbat \times V_{nom.}}{RT}$

Donde:

I_{crit} : Corriente Crítica

$V_{dc\ min}$: Voltaje mínimo

T: Tiempo de autonomía

RT: Tiempo de recarga de las baterías.

Sistema de energía solar:

- 1) Baterías

$$Cb = [I_{es} \times K] / 0.8$$
 Donde:
 $Cb(AH)$: Capacidad requerida
 $I_{es}(A)$: Consumo de energía (promedio de corriente de carga diaria)
 K : Autonomía (horas) de 10 días
 0.8 : Factor de dimensión.

- 2) Conjunto solar (cada conjunto consiste de cuatro (4) módulos de 85 Wp)

$$SL(AH) = I_{es} \times PSH$$

$$BL(AH) = I_{es} \times (24h - PSH)$$

$$Nv = (SL - BL/n) \times 1.05 / (I \times PSH)$$
 Donde:
 Nv : Número de conjunto solar requerido conectado en paralelo.
 $I_{es}(A)$: Consumo de corriente promedio de carga diaria.
 PSH : Hora de la luz solar pico
 n : Eficiencia de la batería
 I : Corriente de salida del conjunto solar por $100mW/cm^2$ (= 4.72A)
 1.05 : Factor de seguridad.
 $SL(AH)$: Energía suministrada por conjunto solar durante el día.
 $BL(AH)$: Energía suministrada por las baterías durante la noche.

5.12.3 Ejemplo de cálculo.

Según lo expuesto anteriormente se presenta un ejemplo de cálculo para cada uno de los dos tipos de sistemas de alimentación.

Primero es necesario calcular la potencia requerida por la estación, para esto se obtiene una lista de los equipos, y la potencia que cada uno demanda.

Por ejemplo para la estación C. Escalera tenemos.

2 transmisores / receptores, de 5W,	2 x 55 W
2 transmisores / receptores, de 10W	2 x 95 W
4 modulares / demoduladores	4 x 30 W
2 Circuito de operación y mantenimiento	2 x 32 W
1 deshidratador	1 x 17 W

Lo cual suma un total de $P = 501 \text{ W}$.

Conociendo el consumo por estación se procede a dimensionar el sistema de alimentación, para la estación C. Escalera que sería alimentada con un sistema de energía solar.

Hallamos la corriente consumida

$$I_{es} = P / 48$$

$$I_{es} = 501 / 48 = 10.44 \text{ A}$$

Dato: autonomía de las baterías en horas (K) = 240 horas

Capacidad requerida de la batería

$$C_b = [I_{es} \times K] / 0.8$$

$$C_b = (10.44 \times 240) / 0.8 = 3132$$

Con este valor seleccionamos las baterías 3DC-75-25 x 4. Cuatro (4) bancos en paralelo.

Capacidad solar requerida.

$$N_v = [A \times H_p + A(24 - H_p) / 0.9] \times 1.05 / (4.45 \times H_p)$$

Donde H_p : Número de horas de insolación pico.

$$N_v = [10.44 \times 6 + 10.44 (24 - 6) / 0.9] \times 1.05 / (4.72 \times 6) = 11$$

$$\text{Capacidad solar requerida } N_v \times 340 = 11 \times 340 = 3740 \text{ W.}$$

Para el cálculo de costo de los equipos se usaran modelos de 6120 y 10200 Watts para prever futuras ampliaciones.

Los resultados de los cálculos de todas las estaciones que utilizan energía solar de se muestran en el anexo 5.16.

Para el caso de una estación que cuente con alimentación AC se eligen las baterías y el generador.

Por ejemplo para la estación Nauta se tiene:

Potencia $P = 394 \text{ W}$.

$$\text{Corriente consumida } I_{cons} = \frac{P}{V_{dc \min}} = \frac{394}{42} = 9.38 \text{ A}$$

$$\text{Corriente Crítica } I_{cons} \times 1.5 = 9.38 \times 1.5 = 14.07 \text{ A}$$

Potencia del rectificador (Dato) = 800 W

Tiempo de autonomía de las baterías (Dato) $T = 12$ horas

Tiempo de recarga de las baterías (Dato) $RT = 20$ horas.

$$\text{Potencia necesaria para rectificar } P_{dc} = I_{crit} \times V_{dc \min} = 14.07 \times 42 = 591 \text{ W}$$

$$\text{Número de rectificadores de 800 W para la rectificación } n = \frac{591}{800} = 0.7388$$

$$\text{Capacidad de baterías } CapBat = \frac{P_{dc} \times T}{V_{dc \min}} = \frac{591 \times 12}{42} = 168.86 \text{ AH}$$

Potencia necesaria para la recarga de baterías

$$P_{rb} = \frac{Capbat \times V_{nom.}}{RT} = \frac{168.86 \times 48}{20} = 405.25 \text{ W}$$

$$\text{Número de rectificadores de 800 W para la recarga } m = \frac{405.25}{800} = 0.507$$

Redundancia $r = 1$

$$\text{Total de rectificadores } n + m + r = 2.245 \cong 3$$

$$\text{Potencia a la entrada del cargador } P_C = P_{dc} + P_{rb} = 591 + 405.25 = 996 \text{ W}$$

$$\text{Cargas misceláneas } C_m = 3 \text{ KW}$$

$$\text{Carga Total } CT = P_C + C_m = 996 + 3000 = 3996 \text{ W}$$

$$\text{Capacidad del generador } CapGen = CT \times 1.25 = 4005 \text{ W (1.25 factor de seguridad)}$$

Grupo electrógeno seleccionado 1C SS-9.5 KW. Se elige un grupo electrógeno de 9.5 KW, que es una potencia superior a todas las cargas encontradas. Asimismo provee un buen margen de seguridad para futuras cargas.

De esta manera seleccionamos el tipo de baterías, el grupo electrógeno y el cargador necesarios para las estaciones. Los resultados de los cálculos para las demás estaciones se muestran en los anexos 5.17 y 5.18.

5.13. Protección contra rayos y sistemas de puesta a tierra.

Todas las instalaciones de las estaciones deberán estar protegidas con un adecuado sistema de protección contra descargas atmosféricas e inducciones electrostáticas. Dicha protección comprenderá a los equipos de telecomunicaciones y energía

Se deben hacer mediciones de resistividad del terreno, y verificar la calidad del mismo durante el estudio de campo.

Para este proyecto, debido a la falta de información sobre el terreno propondremos los posibles sistemas de protección para conseguir una resistencia igual o menor a 10 ohmios.

Los sistemas de protección están comprendidos, por el pararrayos que es el elemento captor de descargas e inducciones y la bajada al sistema de tierra que esta constituido por el pozo a tierra.

La finalidad del pararrayos es crear una región ionizada alrededor del elemento captor, facilitando una trayectoria de menor resistencia para la corriente piloto (trazador) emitida por la nube, permitiendo así la formación de un canal de descarga y orientando el camino del rayo. Para ello se empleará un pararrayo tetrapuntal que irá instalado en un soporte montado en la parte superior de la torre con conexión directa al sistema de tierra mediante un cable de cobre de gran capacidad de corriente.

Características del pararrayo:

Forma:	Tetrapuntal (un estilete central y 3 laterales)
Material:	Bronce pulido cromado.
Dimensiones:	Estilete central de 26 x 2.2 cm. Estilete lateral de 16 x 1.6 cm.
Peso:	aprox. 1.3 kg.
Campo de protección:	Cónico, vértice en el dispositivo captor. El ángulo entre la generatriz y el eje vertical es de 45° para una seguridad del 98.5%.
Ubicación:	Aislado sobre un soporte y ubicado en la parte más alta de la torre.
Soporte:	Mástil de fierro galvanizado de 1½" de diámetro situado en el punto predominante de la torre y la altura mayor o igual a 1.5m. de manera que dé protección a todos los elementos del sistema a instalarse.
Conector pararrayos:	De cobre cromado.
Cable de bajada:	De cobre, calibre 1/0 AWG, con separación mínima de la estructura de 20cm., mediante soportes separadores.
Aisladores de cable:	Tipo carrete, de baquelita de alta resistencia eléctrica y mecánica, incorporada en los soportes separadores.

Sistema de tierra

En general la construcción de los pozos será del tipo vertical.

Tipo de sistema:	Vertical
Número de pozos:	1
Tipo de pozo(electrodo):	Electrodo simple.
Electrodo:	Varilla de Cu. Con 99.99% electrolito para electrodo simple. Dimensión del electrodo: Vertical, largo 1.5m; diámetro ¾".

Cables de interconexión: De cobre Nro.10 AWG forrado: para equipos y masas metálicas.

De cobre desnudo Nro. 1/0 AWG para la bajada del pararrayos.

De cobre forrado Nro. 1/0 AWG para línea a tierra de la base de torre, línea a tierra de la platina de equipos y línea a tierra de la estructura de paneles solares.

Conectores para cables: Terminales de cobre de compresión de alta tensión y conectores de bronce.

Material de relleno: Tierra de cultivo cernida.

Tratamiento químico: Electrolítico o higroscópica

Electrodo simple: 1 Dosis

Aplicación: En terrenos cultivables, suelos pedregosos y arenosos.

En el anexo 5.19 se muestran los sistemas de pararrayos y tierra.

En formato electrónico (disco compacto) se adjunta la información técnica de cada uno de los equipos materia de la presente tesis.

CAPÍTULO 6

EVALUACIÓN ECONÓMICA

El objetivo de este capítulo es analizar los aspectos económicos del proyecto evaluar los costos de inversión CAPEX así como los costos de operación OPEX, haciendo un estudio de inversión del proyecto, la factibilidad y los costos fijos de la empresa operadora en el corto y mediano plazo.

6.1 Inversión

Para el análisis del CAPEX (**CAPital EXPediture**) se considerarán los siguientes rubros:

- **Bienes importados**, en este rubro se incluirá, todo el equipamiento que se requiere adquirir en el extranjero. Se considera dentro de este rubro a todo los equipos electrónicos de alta tecnología y que no se fabrican en el país, estos son:
 - Equipo de radio digital de microondas SDH, moduladores,
 - Multiplexores,
 - Bastidores, y materiales de instalación.
 - Sistemas aéreos: antenas, guías de onda y alimentadores, etc.

Es conveniente que la adquisición de los equipos sea hecha a través de un representante local del fabricante elegido y estos deben incluir los costos de transporte y seguro internacional a demás de la nacionalización de los bienes, es decir compra hecha en términos D.D.P⁷². Un punto muy importante a la hora de elegir al fabricante es la

⁷² DDP: Delivery Duty Free.

experiencia que este tenga en el mercado local, en proyectos de Microondas; a demás de la capacidad e infraestructura con que este cuente para brindar un adecuado soporte técnico postventa, garantía suministro de repuestos durante la vida útil de la red, respaldo de la casa matriz para respaldar la garantía y el mantenimiento de los equipos y así asegurar el óptimo funcionamiento de la red. Además de los equipos en si es necesario costear cursos de entrenamiento para que el operador cuente con un equipo de técnicos preparados para el correcto mantenimiento de la red.

- **Bienes locales**, este rubro incluye todos los bienes que por su costo y disponibilidad conviene ser adquiridos en el mercado nacional, como son los materiales de instalación, bastidores y conectores para los distribuidores digitales, los gastos relativos a la infraestructura y energía, así como los materiales para la construcción de las estaciones, torres y soportes de antena.
- **Servicios de instalación**, son los costos relativos a los gastos de instalación de la red y el personal que la realizará.
 - *Implementación de infraestructura (Obras civiles y torres)*
 - *Instalación, pruebas y puesta en servicio de los equipos de telecomunicaciones (equipos de radio microondas, y multiplexores).*
 - *Instalación Pruebas y puesta en servicio de sistemas de energía (AC/DC y fotovoltaicos)*
 - *Transporte local de los equipos hasta los sitios de instalación (estaciones).*

6.2 Costos de Operación y mantenimiento:

Para el análisis del OPEX (**OP**erating **EX**pediture) se consideran los siguientes rubros:

- **Operación y mantenimiento**, son los costos fijos necesarios para la operación y mantenimiento de la red a fin de garantizar una alta calidad de servicio a los clientes.
- **Uso espectro de frecuencias**, costos relativos al Canon que la empresa operadora deberá pagar al estado por el uso del espectro radioeléctrico.
- **Gastos de Energía**, costos relativos de consumo de energía eléctrica y consumo de combustible para los motores generadores de energía.
- **Costos de seguridad**, costo relativo al personal de vigilancia, para la seguridad de las estaciones.

6.2.1 Cálculo del CAPEX:

Bienes importados: el costo de los equipos de radio digital microondas y multiplexores SDH se costearán en función de la configuración descrita en el capítulo anterior, los precios se presentan en términos F.C.A y D.D.P. El precio DDP se determina con la siguiente formula⁷³:

Precio CIF = Precio FCA+ Flete y Seguro Internacional.

Precio DDP = Precio CIF + (%Arancel x Precio CIF) + (%Gastos de importación x Precio CIF)⁷⁴

Para calcular los costos de flete y seguro se solicitó al fabricante los pesos y medidas aproximadas de los equipos con estos se obtuvo el costo del transporte marítimo y seguro desde Japón, anexo 6.2. Con estos costos se calcularon los costos CIF, luego se consultó con un operador logístico local sobre las partidas arancelarias de cada ITEM para clasificarlos en los Items

⁷³ FCA: Free carrier, entregado en origen en cualquier medio de transporte

DDP: delivery duty free. Importación con los gastos de flete, importación y seguro pagados

⁷⁴ CIF: Cost insurance and freight, importación con gastos de flete y transporte pagados.

afectos al 7%, 4% y los afectos al 12% de arancel, finalmente se debe calcular los gastos de importación como son:

- a) Comisión de Agente de Aduana.
- b) Almacenaje (solamente los del almacén aduanero)
- c) Descarga (incluyendo handling charge)
- d) Transporte desde el almacén de aduanas hacia el almacén del cliente

Los cuales suman un aproximado del 2% del precio CIF.

En el cuadro 6.1 se detallan los precios de los equipos de radio y la cantidad, así como el total de los bienes importados, los equipos que se presentan son los radios TR / RX, moduladores / demoduladores, circuito de derivación, bastidores, antenas, guía de onda, materiales de instalación, manuales, herramientas y repuestos; en el cuadro 6.2 se detallan los equipos multiplexores SDH.

Los precios son referenciales obtenidos de diversos fabricantes; por último en el cuadro 6.3 se detalla los equipos necesarios para la implementación del sistema de gestión centralizada, necesarios para la supervisión y el gestión de la red.

Asimismo en el anexo 6.1 se presenta el detalle de los bienes importados por estación.

El cálculo de los costos de importación (conversión de precio FOB a DDP) se presenta en el anexo 6.2

Bienes locales:

Estarán conformados por todos los equipos e infraestructura que por su disponibilidad en el mercado local, es mucho más conveniente su adquisición local. En el cuadro 6.4 se muestra la lista de precios del sistema de energía. En el cuadro 6.5 se muestra una descripción de la infraestructura requerida, consideramos en este rubro, la construcción de la torre, la estación, y los soportes de antenas, mostramos sus costos y el total de los mismos.

Las torres y los soporte de antenas deberán ser contratadas a contratistas locales que se encargarán tanto de la construcción como de la instalación de la torre, según el estudio realizado se deben construir 18 torres nuevas y se aprovecharían 3 existentes. La fabricación de los soportes de antena deberá ser encargada al mismo fabricante de las torres a fin de ahorrar costo y uniformizar materiales.

CUADRO 6.1

LISTA DE EQUIPOS DE RADIO MICROONDAS (EQUIPOS IMPORTADOS)

Description	Unit price US\$ FOB	CANT	TOTAL US\$ FOB	TOTAL US\$ DDP
1 EQUIPO DE RADIO DIGITAL (SDH)				
1.1 TRANSMISOR-RECEPTOR SDH				
1.1.1 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	6,000.00	46	276,000.00	313,016.20
1.1.2 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	7,000.00	34	238,000.00	269,919.54
1.2 MODULADOR-DEMULADOR SDH				
1.2.1 MODULADOR-DEMULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	7,000.00	17	119,000.00	134,959.77
1.2.2 MODULADOR-DEMULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	9,000.00	11	99,000.00	112,277.44
1.2.3 INTERFASE ELECTRICA 150MB	500.00	32	16,000.00	18,978.88
1.3 CIRCUITO DE DERIVACION PARA SDH				
1.3.1 6GHZ, SIN SD, 1 DIRECION (4RF)	5,000.00	23	115,000.00	136,410.47
1.3.2 6GHZ, CON SD, 1 DIRECION (4RF)	7,000.00	17	119,000.00	141,155.08
1.4 MATERIAL DE SISTEMA PARA SDH				
1.4.1 BASTIDOR ETSI 2.2m PARATERMINAL (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	5,500.00	16	88,000.00	104,383.68
1.4.2 BASTIDOR ETSI 2.2m X 2 PARA REPETIDORA (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	9,750.00	12	117,000.00	138,782.76
1.5 SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (LADO RADIO)				
1.5.1 MODULO OAM&P, TERMINAL 1+N, 1 RACK	6,500.00	16	104,000.00	123,362.56
1.5.2 MODULO OAM&P, REPETIDOR, 1+N, 2 RACK	7,500.00	12	90,000.00	106,756.08
1.5.3 LCT SISTEMA DE GESTIÓN ENLACE POR ENLACE	5,000.00	6	30,000.00	35,585.34
2 SISTEMA AEREO				
2.1 ANTENAS PARABOLICAS, U6GHZ ANDREW (6425 -7125 GHz)				
2.1.1 HPX4-65 (HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.2M)	3,500.00	8	28,000.00	30,880.64
2.1.2 UHX6-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.8M)	7,000.00	7	49,000.00	54,041.05
2.1.3 UHX8-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:2.4M)	8,500.00	30	255,000.00	281,234.40
2.1.4 UHX10-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.0M)	11,000.00			
2.1.5 UHX12-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.7M)	14,000.00	4	56,000.00	61,761.24
2.1.6 UHX15-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:4.6M)	21,500.00	6	129,000.00	142,271.46
2.2 GUIA DE ONDA (HITACHI)				
2.2.1 GUÍA DE ONDA 6GHZ POR METRO (HE65B)	30.00	5,653	169,590.00	201,190.27
2.2.2 GRAPAS PARA GUIA DE ONDA HE65B (CADA METRO)	10.00	5,653	56,530.00	67,044.58
2.2.3 CONECTORES PARA GUÍA DE ONDA HE65B POR PAR	550.00	54	29,700.00	35,229.60
2.2.4 VENTANA PASAMURO PARA GUIA DE ONDA HE65B	50.00	54	2,700.00	3,202.74
2.2.5 KIT DE CONECCIÓN A TIERRA PARA GUIA DE ONDA HE65B	50.00	54	2,700.00	3,202.74
2.2.6 DESHIDRATADOR DE 48 PIES PARA GUIA DE ONDA 4 SALIDAS, DBE-L1E7	2,000.00	21	42,000.00	49,819.56
3 MATERIAL DE INSTALACION				
3.1.1 PARA 1 BASTIDOR	2,500.00	39	97,500.00	115,652.55
4 MANUALES				
4.1.1 MANUAL DE INSTRUCCION	300.00	19	5,700.00	6,761.15
4.1.2 MANUAL DE INSTALACION	300.00	19	5,700.00	6,761.15
5 HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO				
5.1.1 PARA SDH (JUEGO)	2,000.00	21	42,000.00	49,819.56
6 REPUESTOS				
6.1.1 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	6,000.00	10	60,000.00	68,047.00
6.1.2 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	7,000.00	8	56,000.00	63,510.48
6.2.1 MODULADOR-DEMULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	7,000.00	4	28,000.00	31,755.24
6.2.2 MODULADOR-DEMULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	9,000.00	4	36,000.00	40,828.16
6.2.3 INTERFASE ELECTRICA 150MB	500.00	10	5,000.00	5,930.90
TOTAL			2,567,120.00	2,954,532.27

CUADRO 6.2

LISTA DE EQUIPOS MULTIPLEXORES (EQUIPOS IMPORTADOS)

Description	Unit price US\$ FOB	CANT	TOTAL US\$ FOB JAPÓN	TOTAL US\$DDP
1 EQUIPO Multiplexor STM-1 / STM-4 compacto				
1.1.1 TARJETA DE EXTENSIÓN DE 32 E1s (TRIBUTARIO)	1,000.00	6	6,000.00	6,960.00
1.1.2 TARJETA DE EXTENSIÓN DE 155 MB (TRIBUTARIO)	2,000.00	3	6,000.00	6,960.00
1.1.3 TARJETA DE EXTENSIÓN DE 622 MB (TRIBUTARIO)	3,000.00			
1.1.4 TARJETA AGREGADO DE 155 MB ELECTRICA	800.00	13	10,400.00	12,064.00
1.1.5 TARJETA AGREGADO DE 622 MB ELECTRICA	3,000.00			
1.1.6 TARJETA MADRE (CPU)	2,000.00	9	18,000.00	20,880.00
1.1.7 POWER SUPPLY	550.00	9	4,950.00	5,742.00
1.1.8 SUB - BASTIDOR	200.00	9	1,800.00	2,088.00
1.1.9 MANUAL	300.00	9	2,700.00	3,132.00
1.1.10 LCT software	5,000.00	7	35,000.00	40,600.00
1.2.1 RACK TIPO NEWTON DE 19"	250.00	9	2,250.00	2,610.00
1.2.2 DISTRIBUIDOR DIGITAL DE 21 TRIBUTARIOS PARA RACK DE 19"	300.00	9	2,700.00	3,132.00
1.2.3 JUEGO DE CONECTORES BNC/SIEMENS PARA 21 TRIBUTARIOS	1,000.00	8	8,000.00	9,280.00
1.2.3 CABLE COAXIAL FLEX 5 PARA CABLEADO DE TRIBUTARIOS POR METRO	1.50	6,180	9,270.00	10,753.20
TOTAL			107,070.00	124,201.20

CUADRO 6.3

LISTA DE EQUIPOS SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA (EQUIPOS IMPORTADOS)

Descripción	Unid	Precio Unitario	CANT Total	TOTAL US\$ FOB	TOTAL US\$ DDP
1. SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL					
1.1 Supervisor central					
1.1.1 WORKSTATION SUN BLADE 2000 (SERVIDOR)	Set	30,000	1	30,000	34,800
1.1.2 SOFTWARE DE GESTIÓN PROPRIETARIO	Set	80,000	1	80,000	92,800
1.1.3 SOFTWARE (THIRD PARTY) (Solaris 6.0,unix)	Set	30,000	1	30,000	34,800
1.1.4 CONFIGURACIÓN DE BASE DE DATOS	Set	20,000	1	20,000	23,200
**** 1.1 Sub Total				160,000	185,600
1.2 PARA TERMINAL REMOTO					
1.2.1 WORKSTATION SUN BLADE 100 (SERVIDOR)	Set	12,000	1	12,000	13,920
1.2.2 HP OPEN VIEW (Third Party Software)	Set	30,000	1	30,000	34,800
1.2.3 SOFTWARE PROPIETARIO DE APLICACIÓN	Set	5,000	1	5,000	5,800
**** 1.2 Sub Total				47,000	54,520
1.3 Data Communication Channel (DCN)					
1.3.1 Router (CISCO 2600)	UNID	6,000	2	12,000	13,920
**** 1.3 Sub Total				12,000	13,920
1.4 VARIOS					
1.4.1 IMPRESORA HP LASER B/N	UNID	6,000	2	12,000	13,920
1.4.2 UPS	UNID	200	2	400	464
1.4.3 MANUAL	COPIA	300	2	600	696
**** 1.4 Sub Total				13,000	15,080
**** GRAND TOTAL ****				232,000	269,120

CUADRO 6.4

LISTA DE EQUIPOS DE ENERGÍA (EQUIPOS LOCALES)

	Descripción	Precio Unitario	CANT	TOTAL US\$ Local
1	Equipos de Energía			
	1.1 Equipos de energía solar			
1.1.1	Sistema de Paneles de 6120 Watts (18 x 4 x BP585)	50,000.00	12	600,000.00
1.1.2	Sistema de Paneles de 10200 Watts (30 x 4 x BP585)	75,000.00	2	150,000.00
	1.2 Banco de Baterías (10 días)			
1.2.1	3DC-75-25 x 4 paralelo	50,000.00	10	500,000.00
1.2.2	3DC-75-25 x 8 paralelo	80,000.00	3	240,000.00
1.2.3	3DC-75-25 x 10 paralelo	100,000.00	1	100,000.00
1.3	Panel de distribución AC/PDB	1,400.00	7	9,800.00
1.4	Rectificador Cargador 800 Watts	1,200.00	21	25,200.00
	1.5 Banco de Baterías (12 horas)			
1.5.1	6DC-60-9 X 1 BANCO	4,000.00	6	24,000.00
1.5.2	6DC-60-11 X 1 BANCO	4,200.00	1	4,200.00
	1.6 Grupo electrógeno			
1.6.1	1 fase - SS-9.5 Kw	18,000.00	7	126,000.00
	TOTAL (US\$ Local)			1,779,200.00

CUADRO 6.5

LISTA DE BIENES DE INFRAESTRUCTURA (LOCAL)

	DESCRIPCIÓN	Precio Unitario	cant	TOTAL (soles)
1	SOPORTE DE ANTENAS			
1.1	SOPORTE DE ANTENA SDH	3,000.00	58	174,000.00
2	TORRES			
2.1	METRO LINEAL DE TORRE INTSTALADO SELVA	3,500.00	1880	6,580,000.00
4	OBRAS CIVILES			
4.1	OBRAS CIVILES (CASETA Y CIMENTACIÓN DE TORRE)	140,000.00	14	1,960,000.00
	**** Total de la RED			8,714,000.00

En el anexo 6.3 se muestran los costos por estaciones de los bienes locales.

Servicios:**Transporte:**

Los gastos de transporte son aquellos debido al traslado, seguro y almacenaje de los equipos. El costo del transporte esta condicionado a la zona de instalación y su accesibilidad, el peso y el volumen de carga y el tipo de transporte necesario, todos los servicios de transporte deberán ser contratados

a empresas especializadas del rubro. En el cuadro 6.6 se presentan los costos relativos a los gastos de transporte (Obtenidos de empresas locales especializadas) según los criterios antes mencionados.

CUADRO 6.6
DETALLE DE COSTOS DE TRANSPORTE

	DESCRIPCION	UNIDAD	Precio Unitario	Cant	PRECIO TOTAL
1	TRABAJO EN ALMACEN EN LIMA				
1.1	Descargar	hora	70.00	504	35280.00
1.2	Almacenar	kg x dia	0.05	400000	20000.00
1.3	Estiva	hora	70.00	504	35280.00
2	TRANSPORTE DE LIMA A OTRA CIUDAD - A MÁS DE 1000 Km de Lima				
2.1	Camión de 20 Toneladas con destino costa	viaje	3000.00		
2.2	Camión de 20 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	3500.00		
2.3	Trailer de 35 Toneladas con destino costa	viaje	4500.00		
2.4	Trailer de 35 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	5500.00	69	379500.00
3	Transporte de Acceso				
3.1	Carga de transporte de acceso	hora	70.00	576	40320.00
3.2	Camión (4 - 5 Ton) / Transporte Fluvial	dia	450.00	72	32400.00
3.3	Mano de Obra (persona)	hora	70.00	1440	100800.00
4	Lugar de Destino				
4.2	Descarga	hora	70.00	1008	70560.00
TOTAL TRANSPORTE LOCAL S/.					714,140.00

Instalación:

La instalación de los equipos de radio, Multiplexores, equipos de energía, la guía de onda y las antenas deben ser encargadas a compañías locales instaladoras con experiencia.

Normalmente estas compañías varían sus precios dependiendo del equipo, configuración a instalar, el tamaño de las antenas y la longitud de la guía de onda. También incluyen condiciones de la zona como el tiempo de acceso de Lima, la altura sobre el nivel del mar y otros factores de trabajo.

En el cuadro 6.7 se muestra un resumen de los costos de instalación de los equipos.

CUADRO 6.7
DETALLE DE INSTALACIÓN

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	cant	TOTAL (soles)
1	ESTUDIO DE CAMPO			
1.2	Estudio de campo enlace microondas.	4,000.00	20	80,000.00
2	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RADIO			
2.1	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 sin diversidad	3,800.00	24	91,200.00
2.2	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 con diversidad	4,250.00	16	68,000.00
2.3	Protocolo de Pruebas de equipo de radio SDH (por dirección)	1,500.00	40	60,000.00
3	INSTALACIÓN DE EQUIPO MULTIPLEXOR SDH			
3.1	Instalación de rack equipo multiplexor STM-1	3,500.00	8	28,000.00
3.2	Instalación de rack equipo multiplexor STM-4	4,200.00	1	4,200.00
3.3	Instalación de distribuidor digital de 96 tributarios con puertas	700.00	9	6,300.00
3.4	Cableado de 23 tributarios de 2 MB en distribuidor digital	5,000.00	7	35,000.00
3.5	Pruebas locales para mux STM-1	2,500.00	8	20,000.00
3.6	Pruebas locales para mux STM-4	1,500.00	1	1,500.00
4	Instalación de Antenas (Por diametro de Antenas)			
4.1	Instalacion de antena de 1.2 mts. de diametro (con radome)	2,400.00	8	19,200.00
4.2	Instalacion de antena de 1.8 mts. de diametro (con radome)	2,700.00	7	18,900.00
4.3	Instalacion de antena de 2.4 mts. de diametro (con radome)	3,000.00	30	90,000.00
4.4	Instalacion de antena de 3.0 mts. de diametro (con radome)	3,400.00		
4.5	Instalacion de antena de 3.6 mts. de diametro (con radome)	4,000.00	4	16,000.00
4.6	Instalación de antena de 4.6 mts. de diametro (con radome)	6,000.00	6	36,000.00
5	Instalación de Alimentador			
5.1	Costo por metro	150.00	5653	847,950.00
6	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA			
6.1	CONFIGURACIÓN EN SITIO DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA (POR ELEMENTO DE RED)	2,000.00	43	86,000.00
6.2	CONFIGURACIÓN DE CANAL REMOTO	700.00	2	1,400.00
6.3	CONFIGURACIÓN DE SUN WORKSTATION	8,000.00	2	16,000.00
5	Desplazamiento de grupo de instalación a un radio de más de 600 Km de Lima	600.00	48	28,800.00
	TOTAL POR ESTACIÓN SIN CARACTERÍSTICAS			1,474,450.00
	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACION			
	Incremento en el precio de la instalación por trabajos realizados a más de 600 km de Lima	0.20		
	Incremento en el precio de la instalación por estaciones sin acceso terrestre	0.12		
	TOTAL SOLES LOCAL			2,701,700.00

En el anexo 6.4 se muestran los detalles de los servicios por estación.

6.2.2 Cálculo del OPEX

Operación y Mantenimiento:

Para una correcta operación de la red se efectuará un plan de mantenimiento tanto correctivo como preventivo.

- Mantenimiento Preventivo, consistirá en una visita cada 6 meses (dos veces al año) a todas las estaciones donde efectuarán las pruebas y el mantenimiento recomendado por los fabricantes.
- Mantenimiento Correctivo, se realizará cada vez que se detecte alguna falla en alguna de las estaciones, el tiempo de respuesta deberá ser inmediato pues la falla podría implicar implica interrupción del tráfico.

Para los gastos de operación y mantenimiento se toman en cuenta dos rubros:

- Costo de Personal para el mantenimiento de la red: En este rubro se incluye todo el personal necesario para el operación y el correcto mantenimiento de la red, se incluye el siguiente personal:
 - o Un Ingeniero Jefe de Red, será el responsable del buen funcionamiento de la red, y encargado de todo el personal de la zona.
 - o Ingeniero Supervisor de estación, uno en cada estación principal (terminal) los cuales tendrán a su cargo la operación y el adecuado mantenimiento de las estaciones repetidoras próximas a la estación terminal asignada.
 - o Técnico asistente de estación, dos por cada ingeniero supervisor, encargados de dar apoyo técnico a los ingenieros supervisores.
 - o Técnico supervisor de Sistema de gestión: Encargado de evaluar los reportes del comportamiento general del sistema, e informar sobre las posibles fallas del sistema para su atención inmediata, se consideran tres ingenieros para cubrir tres turnos y garantizar una atención las 24 horas del día.
 - o Personal de seguridad para cada una de las estaciones.
- Bienes y materiales necesarios para un correcto mantenimiento, en este rubro se incluyen los siguientes items:
 - o Vehículos 4x4 para cada uno de los grupos, consideramos costo mensual y anual estándar en el mercado.
 - o Alquiler de lanchas, pues hay muchas estaciones que no cuentan con acceso terrestre, solo fluvial, las lanchas se usarán básicamente para el Mantenimiento Preventivo, dos veces al año.
 - o Costo anual para renovación de Instrumentos de Medición

- Costo anual para la compra de herramientas, accesorios y materiales necesarios para un correcto mantenimiento.

Alquiler de uso del espectro de frecuencias:

Los montos por concepto de CANON por la utilización de espectro radioeléctrico correspondiente al periodo de un año, y de conformidad con lo establecido en el artículo 210, de la última modificación del Reglamento General de la ley de Telecomunicaciones (DS: 012-2004-MTC) publicado en el Diario Oficial el Peruano del 19 de Marzo del 2004 indica:

Para Servicios Portadores.

El cobro se hace como porcentaje de la UIT, que actualmente es S/. 3,200 Por cada estación terrestre que utilice sistemas de transmisión digitales, por frecuencia de transmisión y por capacidad instalada del sistema:

Hasta 2.048 Mbits/seg	S/.	256.00
Mayor que 2.048 Mbits/seg hasta 8,448 Mbits/seg	S/.	384.00
Mayor que 8,448 Mbits/seg hasta 34,368 Mbits/seg	S/.	512.00
Mayor que 34,368 Mbits/seg	S/.	640.00

Por ejemplo:

Un salto de 34 Mbps (16 E1) pagaría por año $2 \times S/. 512 = S/. 1,024.00$

Un salto de un STM-1 (1+0) pagaría por año $2 \times S/. 640.00 = S/. 1,280.00$

Un salto de un STM-1 (1+1) pagaría por año $2 \times (2 \times S/. 640.00) = S/. 2,560.00$

Gastos relativos al consumo de energía por estación:

Para completar el cálculo del OPEX no debemos olvidar de cotizar los costos por el consumo de energía, tanto eléctrica como el combustible para los equipos generadores de respaldo.

- Consumo de energía eléctrica, asumimos un costo de 0.42 soles por KW.h, teniendo el consumo estimado de cada estación se puede estimar el costo anual de suministro de energía eléctrica total de la red.
- Consumo de Combustible (Diesel) para los equipos generadores de respaldo, asumimos un consumo aproximado de 2.2 GL/h de consumo promedio de cada uno de los motores generadores, y un corte de energía comercial de 24 horas mensuales por estación, se puede estimar un costo anual del combustible necesario para el buen funcionamiento de la red.

En el cuadro 6.8 un resumen del OPEX anual para la operación de la red de microondas y en el cuadro 6.9 se muestra un resumen general del CAPEX y así mismo en el anexo 6.5 se puede apreciar el detalle del cálculo por estación.

CUADRO 6.8
RESUMEN GENERAL DEL OPEX

	Description	Costo Mensual (S/.)	Costo Anual (S/.)	CANT	TOTAL ANUAL
1	Operación y Mantenimiento				
1.1	Personal de mantenimiento				
1.1.1	Ingeniero jefe de red	4000	56,000.00	1	56,000.00
1.1.2	Ingeniero supervisor de estación	3000	42,000.00	6	252,000.00
1.1.3	Técnico asistente de estación	1500	21,000.00	12	252,000.00
1.1.4	Técnico Supervisor de sistema de gestión	1500	21,000.00	3	63,000.00
1.1.5	Personal de Seguridad	1000	14,000.00	21	294,000.00
1.2	Materiales				
1.2.1	Alquiler mensual de vehículo 4x4 (Incluye mantenimiento y combustible)	4500	54,000.00	6	324,000.00
1.2.2	Alquiler diario de Lancha	500	6,000.00	12	72,000.00
1.2.3	Instrumentos de medición		30,000.00	1	30,000.00
1.2.4	Accesorios y herramientas		10,000.00	1	10,000.00
2.1	Costo consumo de Energía Eléctrica				
	Consumo de energía por estación (Watts)				
	Consumo en KW. Hora por estación anuales		0.53	36,297	19,055.74
2.2	Costo Consumo Combustible Diesel				
	Horas sin energía eléctrica al año (72 horas mensuales)				
	Consumo de Combustible diesel (2 galones por hora)		17.00	5,184	88,128.00
3	Canon de Frecuencias				
3.1	Costo anual por uso de canal y por dirección		640.00	80	51,200.00
	TOTAL OPEX SOLES				1,511,383.74

En el cuadro 6.9 se muestra un resumen general del CAPEX.

CUADRO 6.9
RESUMEN GENERAL DEL CAPEX.

ITEM	DESCRIPCION	COSTOS TOTALES	
		M.E. (US\$ DDP)	M.N. (S/.)
1	EQUIPOS DE RADIO SDH	2,954,532.27	
2	EQUIPOS DE MULTIPLEXACIÓN	124,201.20	
3	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA	269,120.00	
4	SISTEMA DE ENERGÍA	1,779,200.00	
5	SERVICIOS DE CAPACITACIÓN RADIO (LOCAL)		55,000.00
6	SERVICIOS DE CAPACITACIÓN MULTIPLEXOR (LOCAL)		35,000.00
7	SERVICIO DE CAPACITACIÓN SISTEMA DE SUPERVISIÓN (LOCAL)		70,000.00
8	SERVICIOS DE INSTALACIÓN (RADIO MICROONDAS)		2,701,700.00
9	TRANSPORTE LOCAL		714,140.00
10	INFRAESTRUCTURA INSTALADA		8,714,000.00
TOTAL CAPEX GENERAL		5,127,053.47	12,289,840.00

6.3 Cálculo del Retorno:

En esta sección veremos los ingresos esperados por el operador de la red. Como se mencionó en el capítulo tres, el promedio nacional de llamadas de larga distancia es de 42 minutos mensuales, por abonado, considerando las 24,588 líneas instaladas en la región y calculando 0.704 soles por minuto de larga distancia⁷⁵. Se obtiene un ingreso aproximado de 727, 018 soles mensuales.

⁷⁵ Precio aproximado de llamada nacional, no estamos considerando las llamadas internacionales, a medida que crezca el número de teléfonos mayor negocio.

En un año y haciendo la conversión a dólares⁷⁶, se obtendría 2'423,393 dólares, solo por ingreso telefónico.

También se debe agregar que el operador alquilará E1s para otros operadores locales, empresas, Internet, cable, etc. El valor de un E1 en provincia es aproximadamente 7100 US\$ mensuales⁷⁷. Se propondrá dos modelos, uno optimista y uno pesimista para el alquiler de E1s.

En el optimista se alquilarían 10 E1s y en el Pesimista 4 E1s, lo cual proporcionaría ingresos de 852,000 US\$ y 511,200 US\$ anuales respectivamente.

Se considera que la inversión debe recuperarse en 5 años, pues se considera que cada 5 años debe haber una mejora de la red, en los equipos, para permitir que la red satisfaga la creciente demanda.

En 5 años la red habría producido:

Por telefonía de voz: 12'116,966 US\$

Por Alquiler de E1 en una situación pesimista 2'556,000 US\$

Por alquiler de E1s en una situación optimista: 4'260,000 US\$.

En conclusión la red de microondas reportaría ingresos por:

Modelo Optimista: 16'376,966 US\$

Modelo Pesimista: 14'672,966 US\$

⁷⁶ Se considera el tipo de cambio a 3.5 soles por dólar.

⁷⁷ Fuente: Telefónica del Perú

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Observaciones:

A través del desarrollo de las Telecomunicaciones, observamos que como alternativa al uso de redes cableadas, par de cobre, fibra óptica; aparecen las redes inalámbricas es decir redes que no necesitan un medio físico como medio de transmisión, el medio de transmisión en este caso es el espacio libre. Dentro de las redes de transporte inalámbricas las que han podido alcanzar mayor desarrollo y despliegue debido a su alta capacidad de transmisión son las de transmisión digital SDH.

El sistema de transmisión digital SDH (Jerarquía Digital Sincrona), está ampliamente difundido y utilizado en países con características geográficas difíciles en los que la instalación de redes de fibra óptica es muy difícil por no decir imposible, debido a su alto costo de instalación y mantenimiento.

La principal desventaja de la transmisión digital por microondas frente a la Transmisión por fibra óptica es la capacidad, es por esto que se debe hacer un análisis costo - beneficio a fin de elegir la mejor alternativa de solución.

Actualmente no se cuenta con ninguna red terrestre que atienda el departamento de Loreto, debido principalmente a dificultades geográficas que implica su instalación e implementación; localidades como Iquitos, Nauta, Requena, etc, vienen siendo atendidas sólo por Satélite, pero la creciente demanda de servicios como son telefonía móvil digital, Transmisión de datos

móvil, acceso a Internet de alta velocidad (ADSL), etc; hace que lo limitado del segmento satelital no pueda abastecer dicha demanda, por lo tanto, es evidente la necesidad de una nueva red de comunicaciones en el departamento de Loreto que brinde a la población de la zona, adecuados sistemas de comunicaciones, acordes con los adelantos tecnológicos, que les permitan una apertura al mundo globalizado; mejorando así su capacidad de hacer negocios, acceso a educación a distancia (tele-educación), cultura, promoción y desarrollo en general.

La demanda de tráfico de voz y datos calculado en la presente tesis es de treinta y siete E1s, el cuál es un tráfico muy pequeño comparado a otros departamentos más pequeños y con menos población; esto se puede tomar como un indicador del limitado desarrollo de la región, en lo que a comunicaciones se refiere, dejando en evidencia el gran potencial para el desarrollo y expansión del mercado de telecomunicaciones.

Actualmente ya se cuenta con redes terrestres hasta la ciudad de Tarapoto, situación esta impensable hasta hace unos años debido a la dificultad geográfica de la región; creemos que se debe aprovechar esto, ya que el llegar hasta Iquitos es sólo un paso más que se debe dar a fin de lograr un país completamente comunicado.

Conclusiones y Recomendaciones:

El estudio realizado en la presente tesis, ha evidenciado que la región de Loreto a pesar de ser un territorio sumamente extenso y con considerable población, evidencia carencias básicas como son: redes de distribución eléctrica, falta de vías de comunicación, limitación de los sistemas de comunicaciones y que necesitan atención inmediata por parte de las autoridades. Los presupuestos asignados para la región son escasos para cubrir sus principales necesidades, por esto que se debe buscar y fomentar la

inversión privada así con nuevos proyectos para fomentar un creciente desarrollo de la región.

Después de el análisis Costo-Beneficio efectuado se llegó a la conclusión de que la mejor tecnología a ser implementada para la red planteada es la tecnología por microonda digital, como se analizó en el capítulo 4 las características geográficas de la región juegan un papel muy importante pues es una zona muy difícil, con ríos caudalosos, zonas completamente inundadas gran parte del año, bosque muy agrestes, etc. que hacen casi imposible, la instalación de cualquier sistema por cable. La implementación de un sistema satelital fue descartada debido al costo del segmento satelital el cual limita el ancho de banda del sistema.

Como se analizó en el Capítulo 6, la implementación de la red es económicamente rentable, principalmente para el operador dominante. Pero también es necesario que el organismo regulador fomente el desarrollo de más y mejores servicios para la población de las principales ciudades de nuestra selva peruana.

Los sistemas de comunicaciones por Microondas son la mejor solución para redes de transporte (Troncales) en lugares de difícil geografía, como lo es en gran parte de nuestro país, y esto está demostrado en que la más grande red de comunicaciones que interconecta casi todo el Perú es justamente una red de Microondas SDH / PDH. El uso de sistemas de fibra debe realizarse en lugares donde la instalación y el mantenimiento no sea tan complicado ni costoso, además la demanda de mercado lo permita, como es el caso de la costa, donde una red DWDM se justificaría debido al gran tráfico que generan ciudades como Arequipa, Ica, Trujillo y Chiclayo.

El uso de sistemas satelitales debe realizarse para acceso a zonas rurales (Estaciones Vsat) donde la demanda de tráfico telefónico y de datos no justifique la implementación de una red terrestre ya sea por microondas o por fibra óptica.

La implementación de una red nacional mixta, es decir fibra óptica, microondas y Satélite no tiene ningún inconveniente técnico, ya que la integración de las tres tecnologías es posible, tanto desde el punto de vista de transmisión como de Gestión. En el mundo hay muchos ejemplos de países de redes similares.

La red de comunicaciones planteada es una necesidad para el desarrollo económico de la región, en el sentido que facilitara las transacciones comerciales, el intercambio cultural y dará todas las ventajas que las comunicaciones y el mundo globalizado pueden ofrecer. Y como se ha demostrado es tanto técnica como económicamente factible por lo que su implementación deberá ser prevista en el corto plazo.

Este es un proyecto muy amplio, de gran envergadura y alto monto de inversión. Esta tesis ha tratado la mayor cantidad de temas posibles, y se ha tratado de hacer la mayor cantidad de diseños necesarios para la implementación del mismo, hay algunos puntos que se han mencionado pero en caso de implementarse el proyecto deberán realizarse como efectuar estudio de calidad del terreno para efectuar el diseño de la cimentación de las torres, cálculos estructurales para las edificaciones, etc.

Es imprescindible la realización de un estudio de de campo a fin de confirmar los datos obtenidos de las cartas topográficas, líneas de vista, características de los terrenos, rutas de acceso, etc. También es necesario un estudio legal para la adquisición de los terrenos, evitar terrenos que estén protegidos por el Instituto Nacional de Cultura (huacas, zonas arqueológicas), etc.

No se ha hecho un estudio de impacto ambiental, pero este será necesario antes de la implementación de la red. Pero cabe acotar que un sistema de microondas aéreo es el sistema que menos impacto ambiental puede generar en comparación con otros sistemas.

Los materiales utilizados en la red de microondas deben ser de primera calidad y encargados a empresas especializadas, con amplia experiencia en la fabricación de estos materiales, así como es preferible optar por empresas

locales con amplia experiencia integración e instalación de este tipo de sistemas.

Finalmente debemos resaltar que debido a las características climáticas de la zona, es necesario que los equipos elegidos para implementar la red sean de reconocida calidad y robustez; para el análisis de costos se ha hecho uso de información de una marca en particular, debido a que la mayor cantidad de equipos de este tipo implementados en el país son de esta marca, lo cual haría una integración muy sencilla a las otras redes; sin embargo en el mercado existen muchas otras opciones disponibles en el mercado; por lo cual antes de decidirse por un equipo en particular, se deberá tener en cuenta la mejor opción técnica económica, para al final optar por la solución que ofrezca a la vez un alto grado de calidad, asociado con una buena alternativa económica.



Nauta N° 10-O
 Requena N° 11-O
 Yurimaguas N° 12-K
 Lagunas N° 11-L
 Tamshiyacu N° 9-P
 Lima, IGP, 2002

- Izsák, M.** Budavox Handbook of telecommunication.
 1era edición
 Budapest: Budavox Telecommunication, 1978.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones** Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones
 Modificación 015-2003-MTC; publicada el 19-03-2004
 Lima, MTC, 1994
- Muller, Nathan J.** Desktop encyclopedia of telecommunications
 2da Edición
 New York: McGraw Hill, 2000
- Muller, Nathan J.** Networking A to Z
 1era edición
 New York: McGraw Hill, 2003
- Roddy, Dennis** Microwave Technology
 1era. edición
 New Jersey: Prentice Hall, 1986
- Stara, Peter A.** Queuing Theory and Erlang
 Appendix D
- Varios** Digital Microwave Radio
 MSD-3004

Tokyo-Japan, NEC Corp, 1998

Varios

G. 826 Recommendation

End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections

Revisión Diciembre 2002

Genova, ITU-T, Diciembre 1996

Varios

G. 703 Recommendation

Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces

Revisión Noviembre 2001

Genova, ITU-T, Diciembre 1991

Varios

Perú: The Top 10,000 Companies.

Edición 2003

Lima: TOP PUBLICATIONS S.A.C, 2003

Varios

Usos y actitudes hacia internet y perfil del internauta Limeño.

Lima: Apoyo Opinión y Mercado, 2002

Varios

Diagnostico de la situación de Internet en el Perú

Lima, Osiptel, Mayo 2002

Varios

Rate, terms and conditions for service

Intelsat, Febrero 2004.

Varios

Arancel de Aduanas 2004.

Edición 2004.

Lima, Edilcex, 2004

BIBLIOGRAFÍA

- Arawal, G.P** Fiber Optic Communication Systems
1era edición
New York: Willey, 1992.
- Collin, Robert** Foundations for Microwave Engineering.
1era edición
New Jersey: Prentice Hall, 1966.
- Cook, Nigel** Microwave principles and systems
1era edición
New Jersey: Prentice Hall, 1986
- Del Alamo Oscar** El milagro de las cabinas.
1era edición
Lima, Osiptel 2002
- Freeman, George** Reference manual for Telecommunications
Engineering
2da edición
New York: Willey, 1993
- Instituto Geográfico Nacional** Cartas Topográficas
- | | |
|------------|---------|
| Chapadilla | N° 10Ñ |
| Iquitos | N° 8-P |
| Urarinas | N° 10-M |
| Tarapoto | N° 13-K |
| Yanacu | N° 10-N |
| Santa Rosa | N° 9-N |
| Santa Cruz | N° 12-L |

ANEXOS

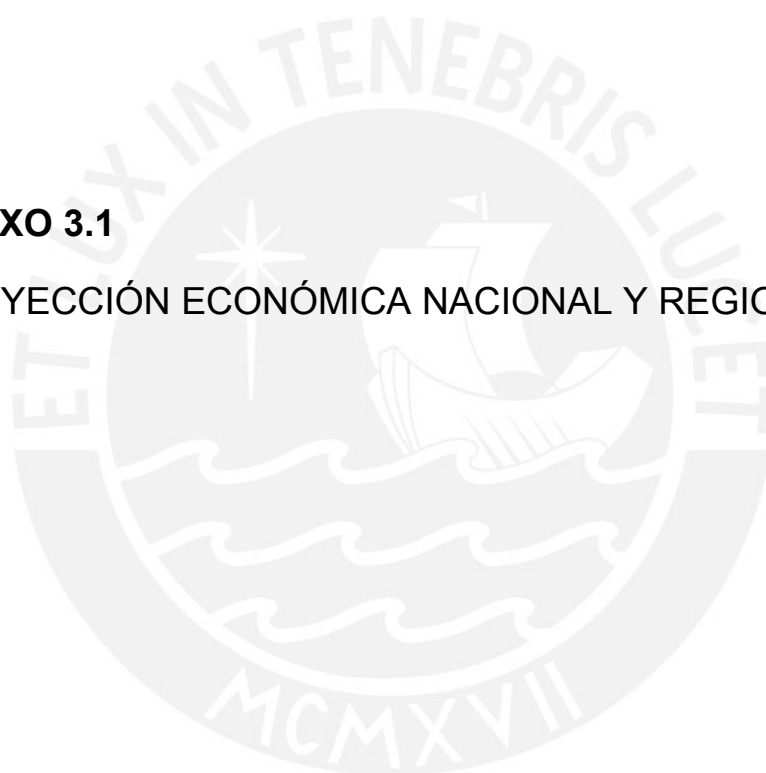


INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 3.1** PROYECCIÓN ECONÓMICA NACIONAL Y REGIONAL.
- ANEXO 3.2** POBLACIÓN DE PROVINCIAS Y DISTRITOS DE LORETO -INEI
-
- ANEXO 5.1** UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES
- ANEXO 5.2** PERFILES TOPOGRÁFICOS POR ENLACE
- ANEXO 5.3** ALTURA DE TORRES Y ANTENAS
- ANEXO 5.4** PLAN DE FRECUENCIAS
- ANEXO 5.5** CÁLCULO DE PROPAGACIÓN POR ENLACE.
- ANEXO 5.6** DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO DE LARGA DISTANCIA NACIONAL.
- ANEXO 5.7** CÁLCULO DE CANALES E1, POR TRAMO.
- ANEXO 5.8** CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN
- ANEXO 5.9** CÁLCULO DE LONGITUD DE GUÍA DE ONDA
- ANEXO 5.10** PLANO TÍPICO DE CASSETAS (FLOOR LAYOUT)
- ANEXO 5.11** VISTA FRONTAL DE BASTIDORES DE RADIO
- ANEXO 5.12** DIAGRAMA DE INSTALACIÓN TÍPICA
- ANEXO 5.13** MAPA DE SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
- ANEXO 5.14** DIAGRAMAS TÍPICOS DE SISTEMA DE ENERGÍA
- ANEXO 5.15** CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA POR ESTACIÓN
- ANEXO 5.16** CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR
- ANEXO 5.17** CÁLCULO DE BANCO DE BATERÍAS Y RECTIFICADORES
- ANEXO 5.18** CÁLCULO DE MOTOR – GENERADOR
- ANEXO 5.19** DIAGRAMA DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN
POZOS DE TIERRA Y PARA-RAYOS
-
- ANEXO 6.1** DETALLE DE COSTOS DE EQUIPOS POR ESTACIÓN
- ANEXO 6.2** CÁLCULO DE COSTOS DE IMPORTACIÓN
DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN
- ANEXO 6.3** DETALLE DE COSTOS DE BIENES LOCALES POR ESTACIÓN
- ANEXO 6.4** DETALLE DE LOS COSTOS DE SERVICIOS LOCALES POR ESTACIÓN
- ANEXO 6.5** DETALLE DEL OPEX POR ESTACIÓN.
-
- ANEXO 7** INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DE REFERENCIA

ANEXO 3.1

PROYECCIÓN ECONÓMICA NACIONAL Y REGIONAL



ANEXO 3.1 - PROYECCIÓN ECONÓMICA POR DEPARTAMENTOS

 ESCENARIO BASE
 PRODUCTO BRUTO INTERNO POR DEPARTAMENTOS

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Amazonas	588	575	602	608	634	649	659	678	707
Ancash	3554	4070	5318	5,537	5,540	5,711	5,807	6,015	6,255
Apurímac	767	671	709	717	730	746	753	772	792
Arequipa	6688	6904	7191	7,460	7,802	8,129	8,491	8,705	8,934
Ayacucho	1194	1201	1254	1,278	1,314	1,351	1,394	1,434	1,484
Cajamarca	3988	4043	4530	4,875	5,130	5,357	5,523	5,708	6,018
Cusco	3304	3285	3251	3,455	3,782	3,921	4,035	4,261	4,408
Huancavelica	1328	1291	1384	1,424	1,447	1,485	1,502	1,528	1,542
Huánuco	1682	1643	1641	1,771	1,835	1,889	1,928	1,985	2,042
Ica	3042	2980	3112	3,294	3,463	3,634	3,742	3,933	4,057
Junín	4539	4524	4603	4,672	4,807	4,944	5,037	5,185	5,326
La Libertad	5525	5583	5803	6,023	6,296	6,540	6,772	7,002	7,443
Lambayeque	4038	4129	4356	4,482	4,641	4,791	4,945	5,121	5,325
Lima	60823	60637	63503	66,061	68,713	71,595	74,361	77,244	80,511
Loreto	2971	2972	3040	3,131	3,238	3,367	3,474	3,615	3,744
Madre de Dios	522	560	576	599	620	645	664	692	723
Moquegua	1824	1925	1954	2,020	2,111	2,169	2,246	2,346	2,460
Pasco	1456	1505	1722	1,716	1,753	1,863	1,898	1,944	1,983
Piura	4772	4710	4856	5,070	5,265	5,439	5,615	5,810	6,047
Puno	2926	2873	3001	3,088	3,198	3,313	3,461	3,608	3,746
San Martín	1898	1894	1959	1,994	2,078	2,150	2,234	2,312	2,403
Tacna	1987	2146	2166	2,206	2,319	2,386	2,465	2,552	2,589
Tumbes	601	607	630	650	669	705	734	775	805
Ucayali	1253	1213	1272	1,339	1,408	1,475	1,531	1,582	1,639
SEIN 1/	113435	114120	120355	125,147	130,146	135,264	139,975	145,154	150,961
Nacional	121267	121943	128434	133,468	138,793	144,256	149,270	154,808	160,983

1/ Excluye los departamentos de Tumbes, Amazonas, San Martín, Loreto, Madre de Dios y Ucayali.

Fuente: APOYO Consultoría S.A.

ESCENARIO BASE PRODUCTO BRUTO INTERNO POR DEPARTAMENTOS

(Var. % real)

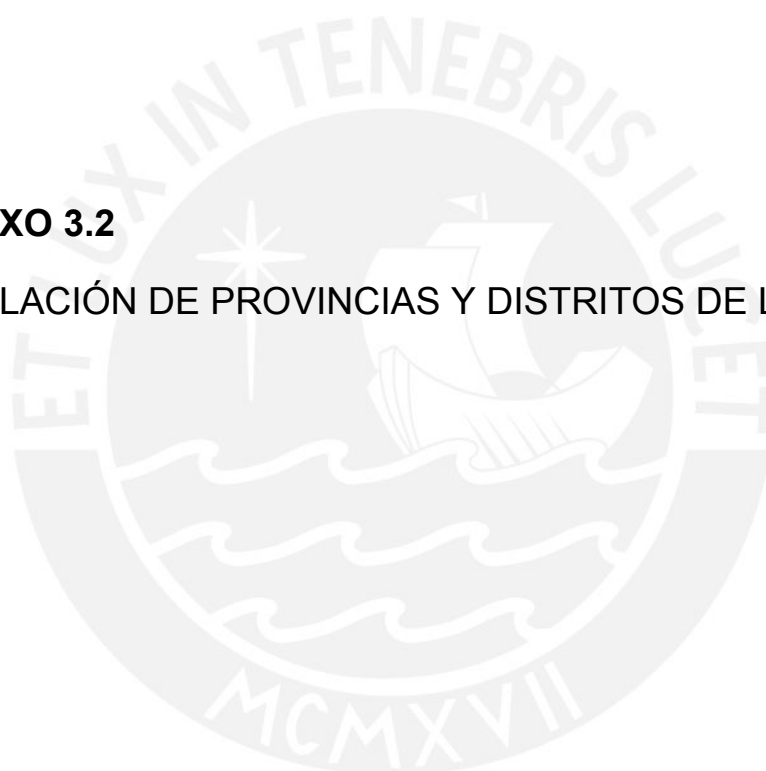
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Promedio
Amazonas	1.0	-2.1	4.7	0.9	4.3	2.4	1.5	2.9	4.3	2.7
Ancash	2.5	14.5	30.7	4.1	0.1	3.1	1.7	3.6	4.0	2.8
Apurímac	-1.2	-12.5	5.7	1.0	1.8	2.3	0.9	2.5	2.6	1.9
Arequipa	4.0	3.2	4.2	3.7	4.6	4.2	4.5	2.5	2.6	3.7
Ayacucho	0.4	0.6	4.4	1.9	2.8	2.8	3.2	2.9	3.5	2.8
Cajamarca	4.8	1.4	12.1	7.6	5.2	4.4	3.1	3.3	5.4	4.9
Cusco	3.2	-0.6	-1.1	6.3	9.5	3.7	2.9	5.6	3.4	5.2
Huancavelica	-3.1	-2.8	7.2	2.9	1.7	2.6	1.1	1.7	0.9	1.8
Huánuco	2.6	-2.3	-0.1	7.9	3.6	2.9	2.0	3.0	2.9	3.7
Ica	5.1	-2.0	4.4	5.8	5.1	4.9	3.0	5.1	3.2	4.5
Junín	3.3	-0.3	1.7	1.5	2.9	2.9	1.9	2.9	2.7	2.5
La Libertad	5.5	1.1	3.9	3.8	4.5	3.9	3.6	3.4	6.3	4.2
Lambayeque	2.2	2.3	5.5	2.9	3.6	3.2	3.2	3.6	4.0	3.4
Lima	2.9	-0.3	4.7	4.0	4.0	4.2	3.9	3.9	4.2	4.0
Loreto	2.9	0.0	2.3	3.0	3.4	4.0	3.2	4.1	3.6	3.5
Madre de Dios	10.3	7.4	2.8	4.0	3.5	4.1	2.9	4.2	4.5	3.9
Moquegua	5.9	5.5	1.5	3.4	4.5	2.8	3.5	4.5	4.8	3.9
Pasco	1.0	3.4	14.4	-0.4	2.2	6.3	1.9	2.4	2.0	2.4
Piura	2.7	-1.3	3.1	4.4	3.9	3.3	3.2	3.5	4.1	3.7
Puno	6.3	-1.8	4.5	2.9	3.6	3.6	4.5	4.2	3.8	3.8
San Martín	3.1	-0.2	3.4	1.8	4.2	3.5	3.9	3.5	3.9	3.5
Tacna	7.9	8.0	1.0	1.8	5.1	2.9	3.3	3.5	1.4	3.0
Tumbes	-3.6	1.1	3.7	3.2	2.9	5.4	4.1	5.6	3.9	4.2
Ucayali	-6.4	-3.1	4.8	5.3	5.2	4.7	3.8	3.3	3.6	4.3
SEIN 1/	3.3	0.6	5.5	4.0	4.0	3.9	3.5	3.7	4.0	3.8
Nacional	3.1	0.6	5.3	3.9	4.0	3.9	3.5	3.7	4.0	3.8

1/ Excluye los departamentos de Tumbes, Amazonas, San Martín, Loreto, Madre de Dios y Ucayali.

Fuente: APOYO Consultoría S.A.

ANEXO 3.2

POBLACIÓN DE PROVINCIAS Y DISTRITOS DE LORETO.



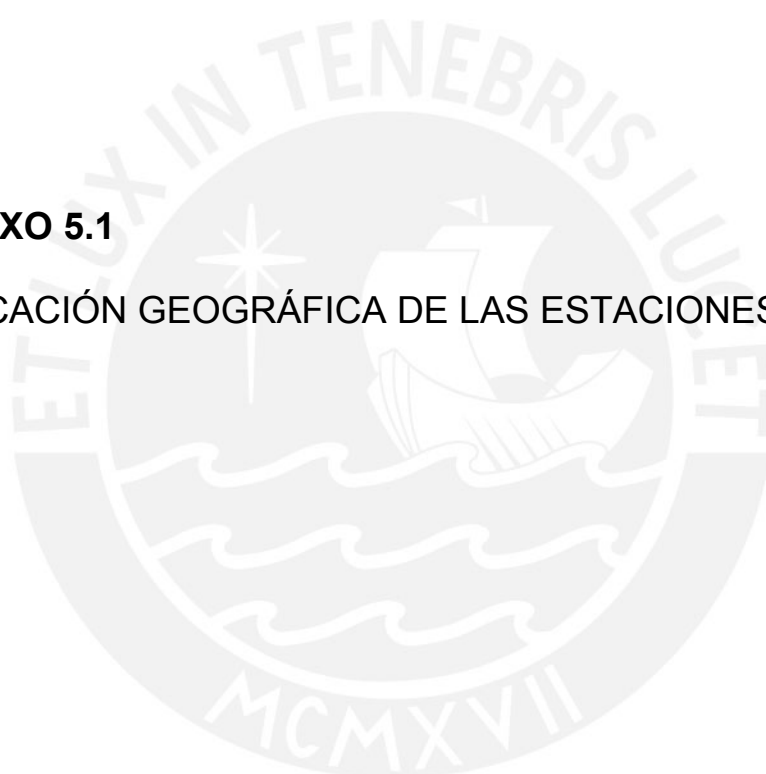
ANEXO 3.2

POBLACIÓN DEPARTAMENTO LORETO
INEI

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITOS	2,000		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
LORETO	880,471	451,483	428,988
MAYNAS	506,045	255,369	250,676
IQUITOS	331,548	164,352	167,196
ALTO NANAY	2,459	1,352	1,107
FERNANDO LORES	18,737	9,951	8,786
INDIANA	16,900	8,949	7,951
LAS AMAZONAS	13,869	7,629	6,240
MAZAN	15,250	8,126	7,124
NAPO	14,917	8,084	6,833
PUNCHANA	73,043	36,356	36,687
PUTUMAYO	9,788	5,392	4,396
TORRES CAUSANA	6,584	3,555	3,029
YAQUERANA	2,950	1,623	1,327
ALTO AMAZONAS	149,242	77,563	71,679
YURIMAGUAS	59,733	30,345	29,388
BALSAPUERTO	13,418	6,707	6,711
BARRANCA	11,537	6,410	5,127
CAHUAPANAS	10,077	4,934	5,143
JEBEROS	3,289	1,706	1,583
LAGUNAS	13,192	6,800	6,392
MANSERICHE	9,600	4,882	4,718
MORONA	1,141	719	422
PASTAZA	17,118	9,667	7,451
SANTA CRUZ	4,515	2,362	2,153
TENIENTE CESAR LOPEZ ROJAS	5,622	3,031	2,591
LORETO	64,317	33,543	30,774
NAUTA	33,918	17,533	16,385
PARINARI	8,118	4,317	3,801
TIGRE	5,299	2,810	2,489
TROMPETEROS	6,167	3,149	3,018
URARINAS	10,815	5,734	5,081
MARISCAL RAMON CASTILLA	43,092	22,928	20,164
RAMON CASTILLA	15,069	7,869	7,200
PEBAS	12,366	6,742	5,624
YAVARI	8,111	4,377	3,734
SAN PABLO	7,546	3,940	3,606
REQUENA	58,361	30,626	27,735
REQUENA	23,364	11,997	11,367
ALTO TAPICHE	1,944	1,081	863
CAPELO	4,137	2,212	1,925
EMILIO SAN MARTIN	4,921	2,643	2,278
MAQUIA	7,829	4,112	3,717
PUINAHUA	5,053	2,703	2,350
SAQUENA	3,847	2,064	1,783
SOPLIN	456	261	195
TAPICHE	895	515	380
JENARO HERRERA	5,915	3,038	2,877
UCAYALI	59,414	31,454	27,960
CONTAMANA	20,237	10,508	9,729
INAHUAYA	2,123	1,140	983
PADRE MARQUEZ	8,514	4,680	3,834
PAMPA HERMOSA	4,343	2,322	2,021
SARAYACU	14,766	7,866	6,900
VARGAS GUERRA	9,431	4,938	4,493

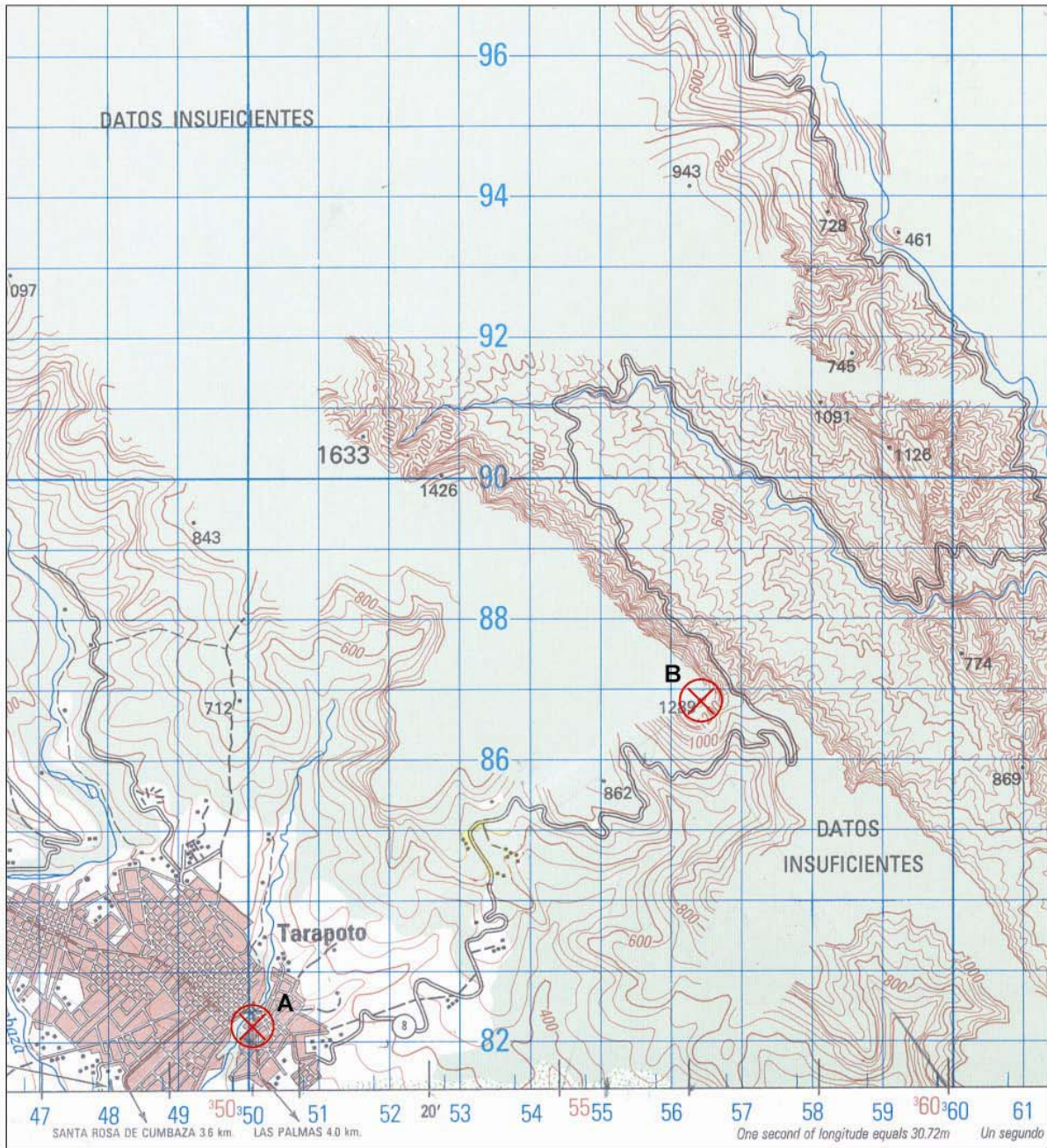
ANEXO 5.1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

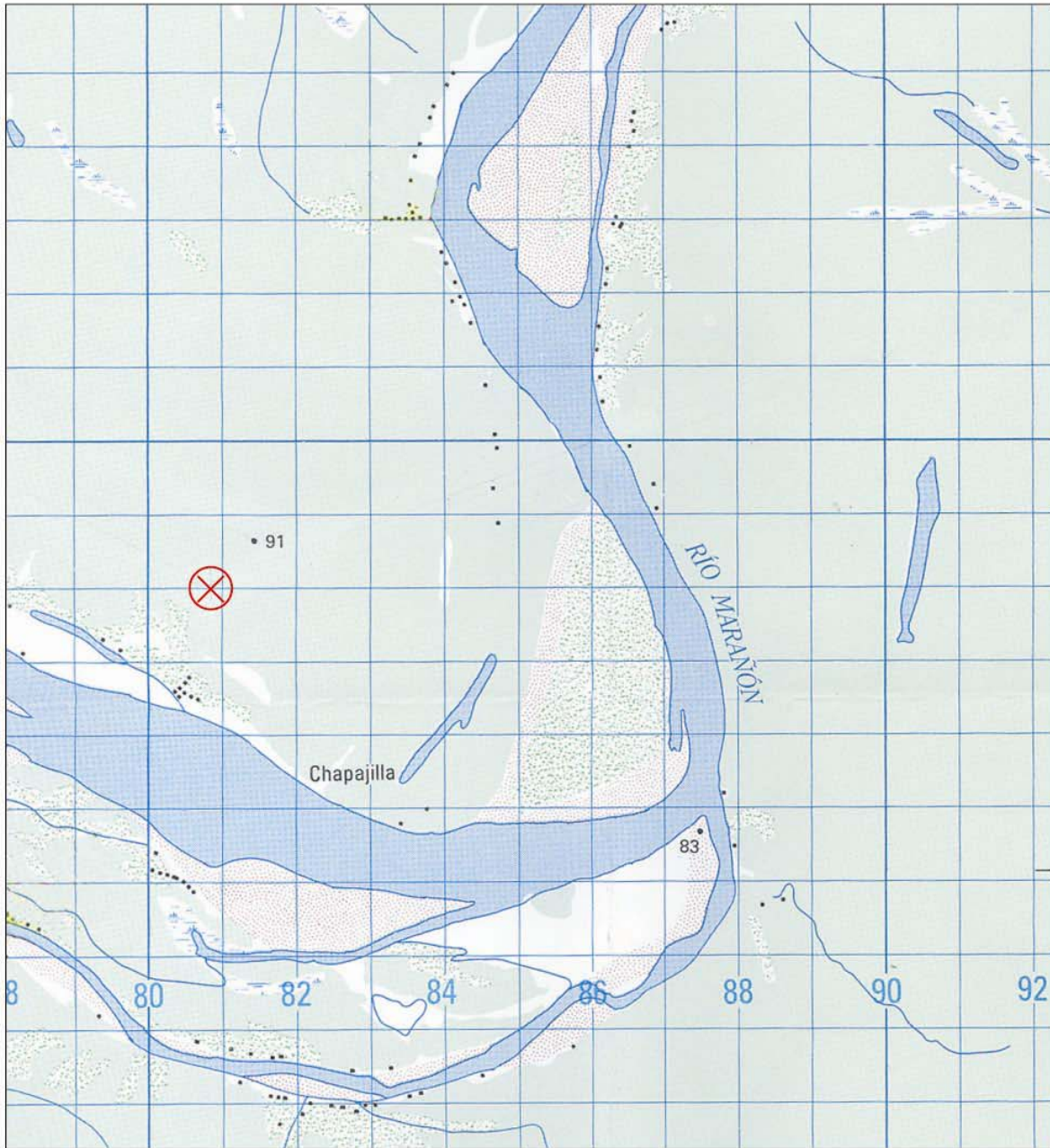
TARAPOTO - C. ESCALERA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ				
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO				
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : TARAPOTO CODIGO : 13 - K ESCALA : 1/100 000 ESCALA : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR			
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.	
	A	06°29' 37"	76°21' 05"	340 m.s.n.m
	B	06°27' 06"	76°18' 26"	1289 m.s.n.m

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

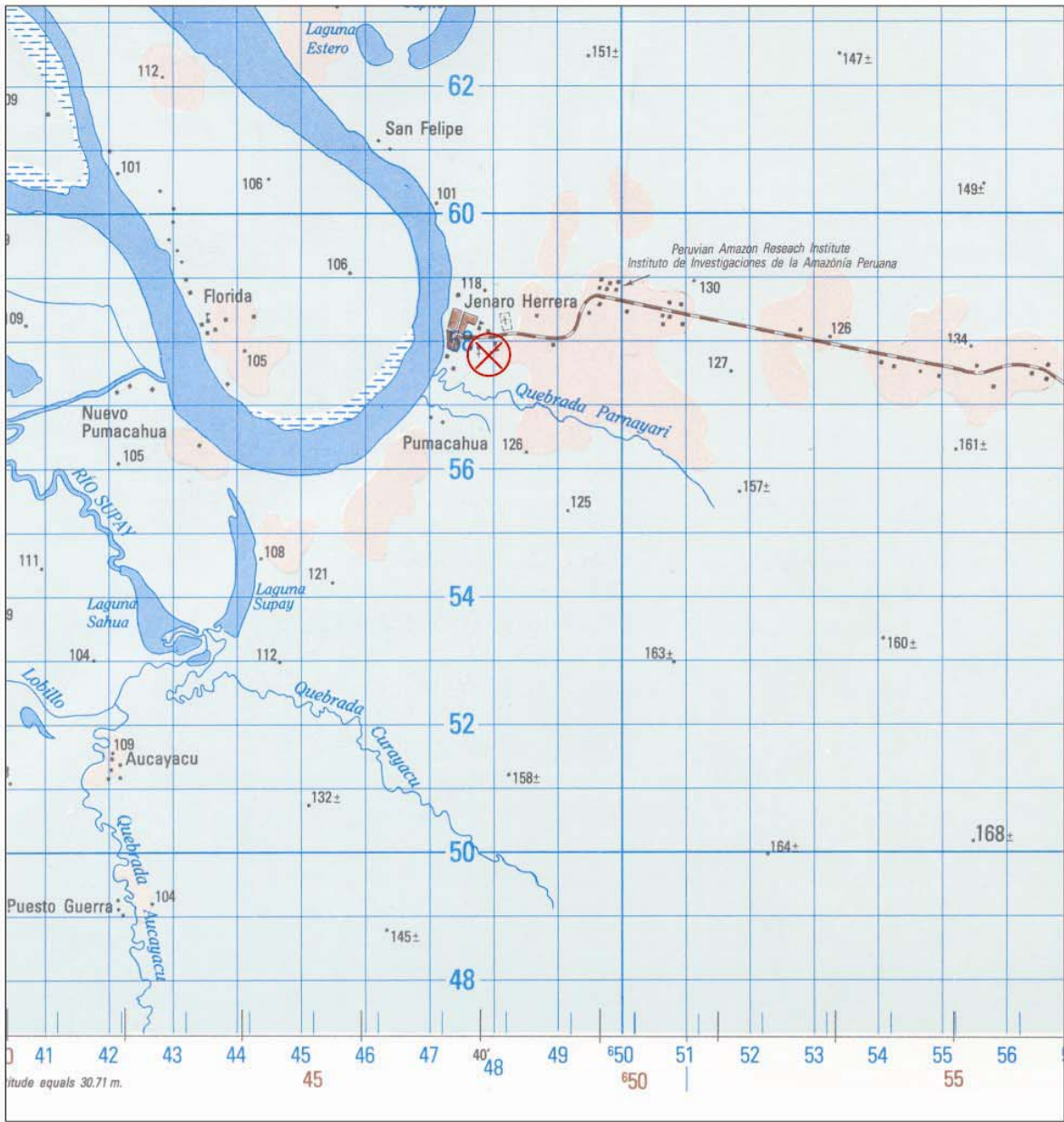
CHAPAJILLA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS		: ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO	
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : CHAPAJILLA CODIGO : 10 - N ESCALA : 1/100 000 ⊗ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°37'54"	74°16'13"	91

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

JENARO HERRERA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : NAUTA CODIGO : 10 - O ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°54'11"	73°40'01"	120

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

KM 60



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : TAMSHIYACU CODIGO : 9 - P ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°15'8"	73°29'20"	136

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

LAGUNAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : LAGUNAS CODIGO : 11 - L ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	05°13'32"	75°40'40"	100

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

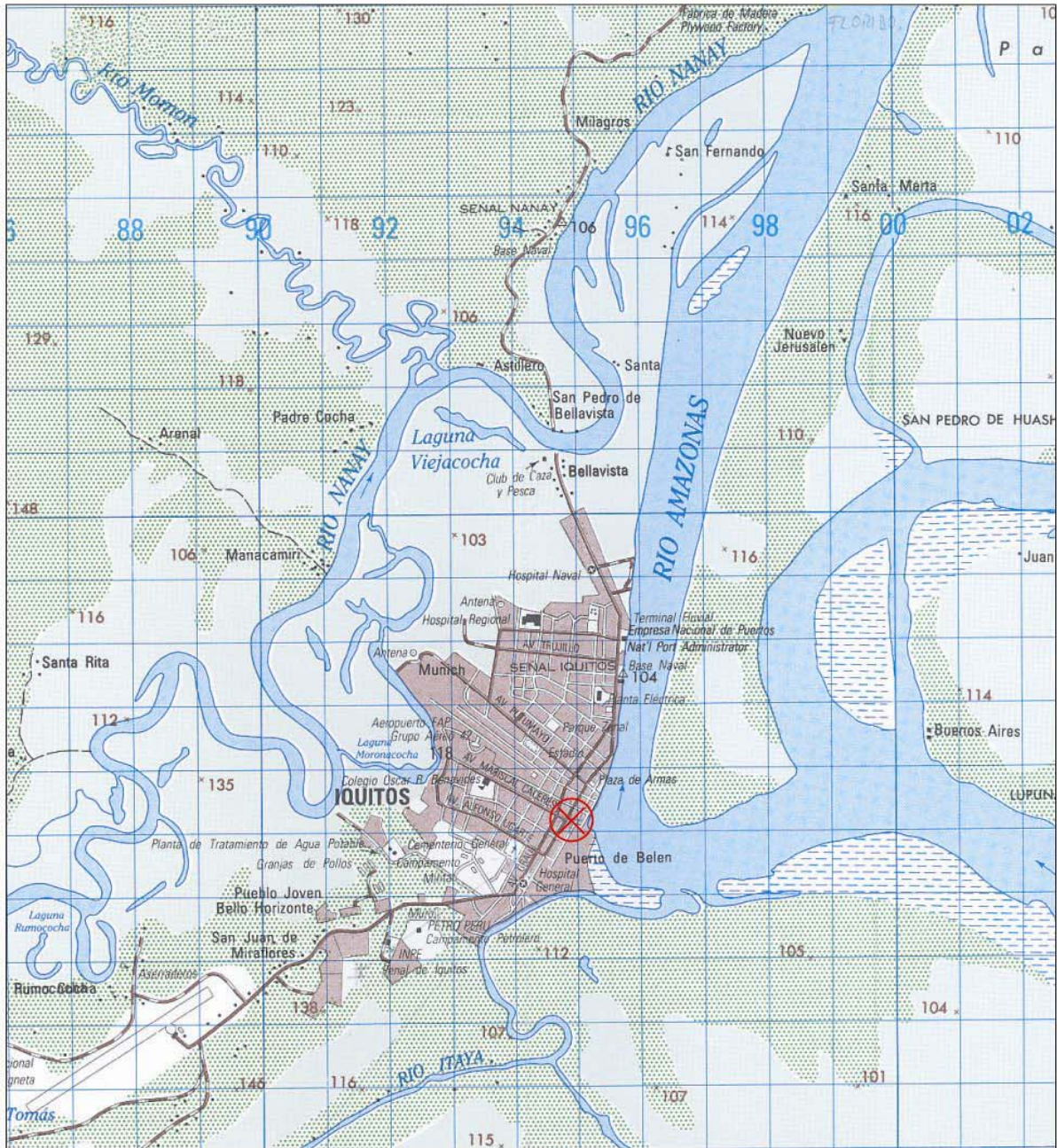
YURIMAGUAS - Loma yurimaguas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ				
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO				
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : YURIMAGUAS CODIGO : 12 - K ESCALA : 1/100 000 ⊗ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR			
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.	
	A	05°53'38"	76°06'17"	133
	B	05°48'42"	76°04'35"	116

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

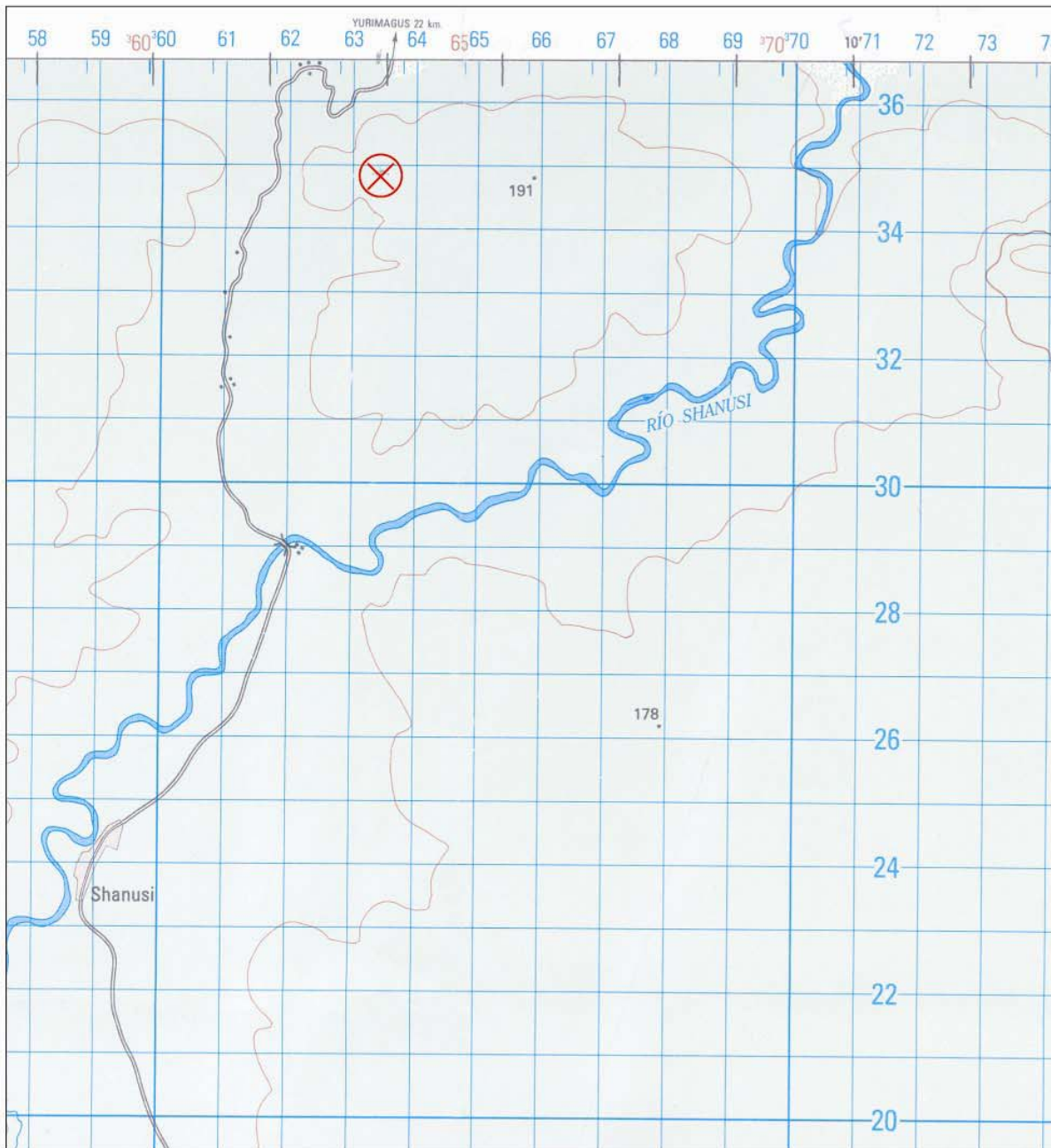
IQUITOS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : IQUITOS CÓDIGO : 8 - P ESCALA : 1/100 000 ⊗ : UNICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	03°45'00"	73°14'48"	110

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

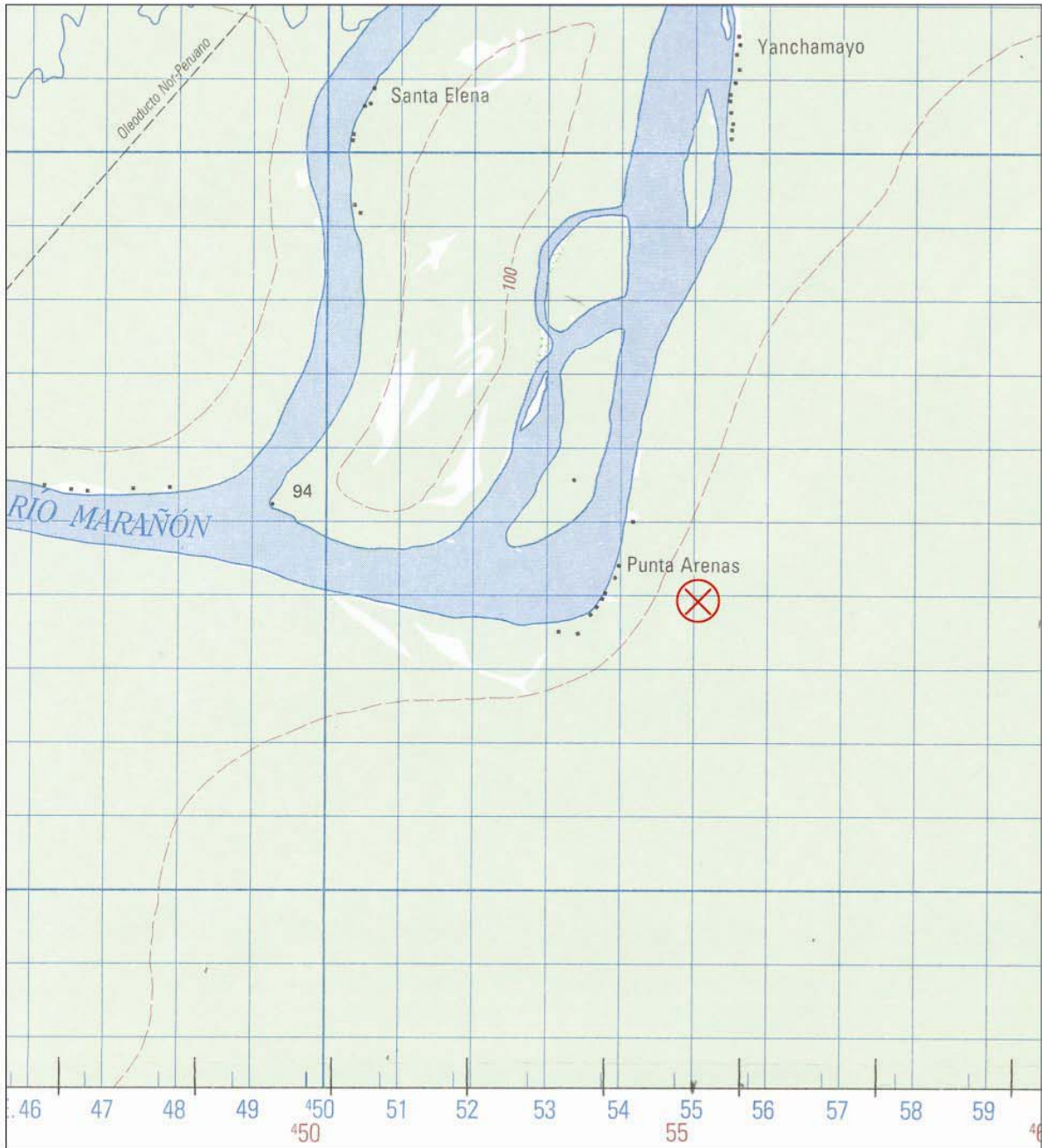
LOMA 160



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : YURIMAGUS CODIGO : 11 - K ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	06°01'02"	76°14'05"	160

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

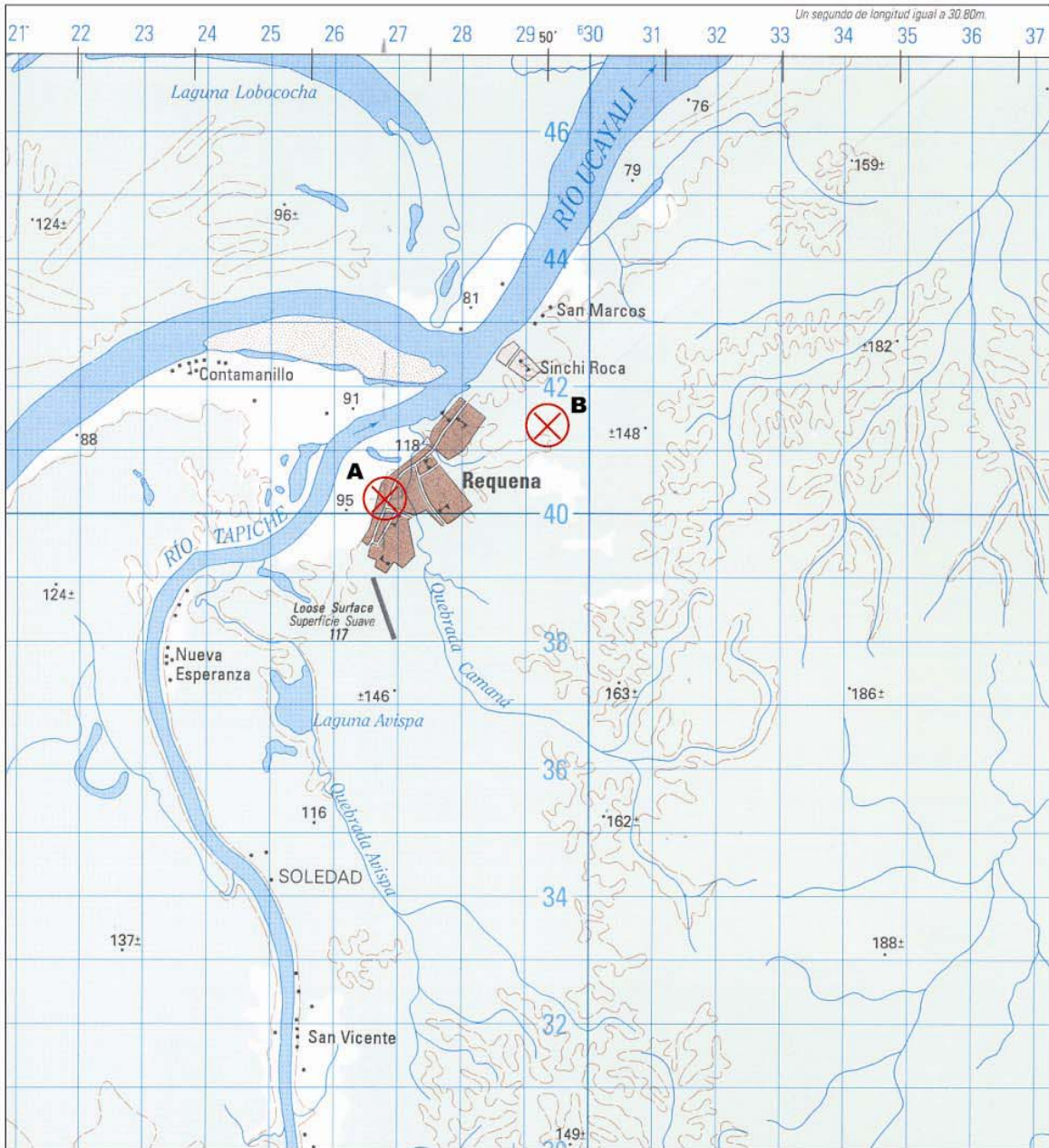
PUNTA ARENAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : TARAPOTO CODIGO : 13 - K ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°56'23"	75°24'20"	100

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

REQUENA
REP. REQUENA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : REQUENA CODIGO : 11 - O ESCALA : 1/100 000 ⊗ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	A 05°03'46"	73°51'24"	100
	B 05°03'00"	73°50'00"	125

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

SAN ANTONIO - NAUTA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : NAUTA CODIGO : 10 - 0 ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	A	04°30'21"	73°34'29"
B	04°31'51"	73°37'11"	160

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

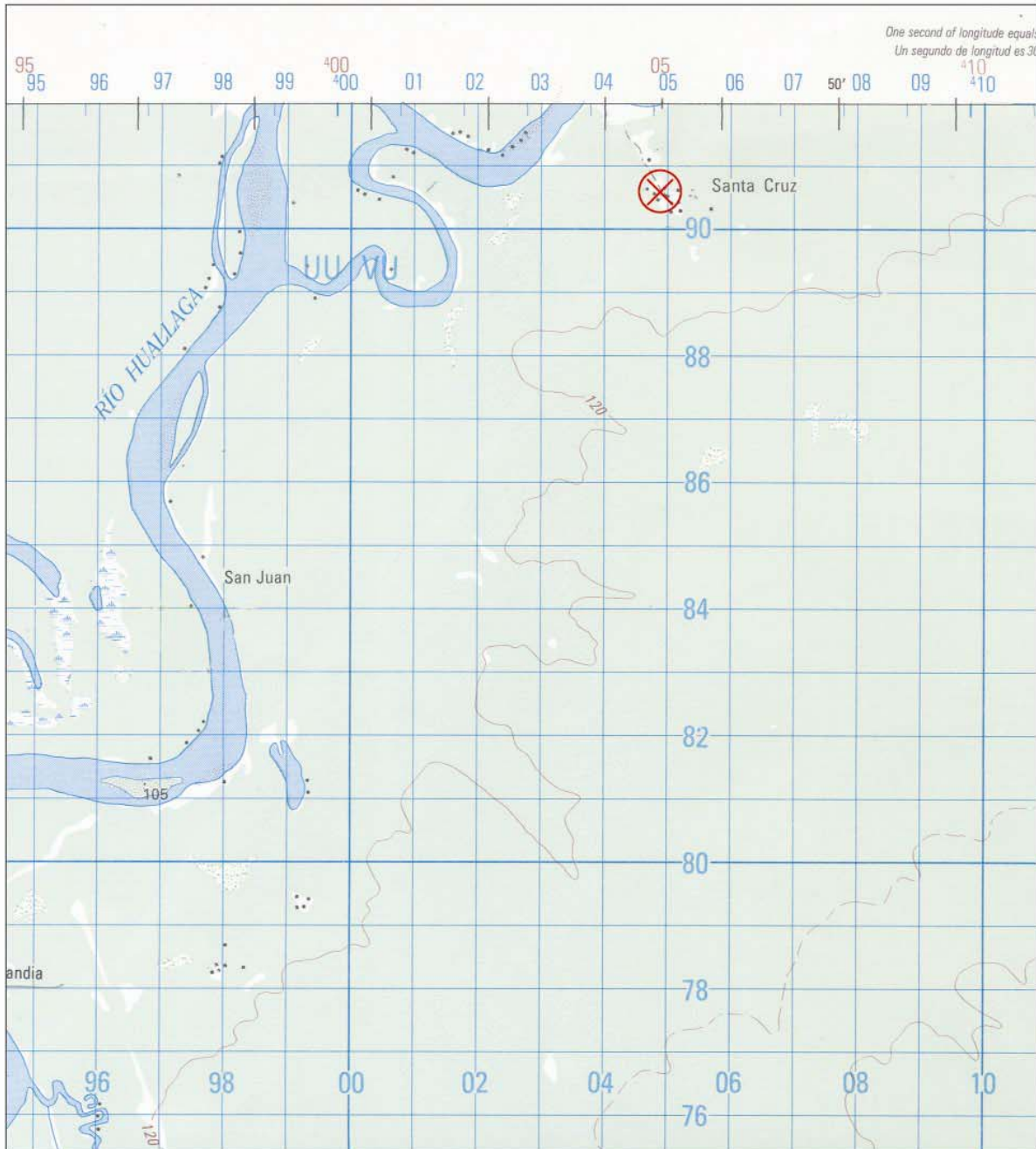
SAN REGIS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS	: ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO		
REF	: CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.		
NOMBRE DE CARTA	: NAUTA		
CODIGO	: 10 - O		
ESCALA	: 1/100 000		
⊗	: UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN		
		COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR	
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°29'45"	73°54'43"	139

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

SANTA CRUZ



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO

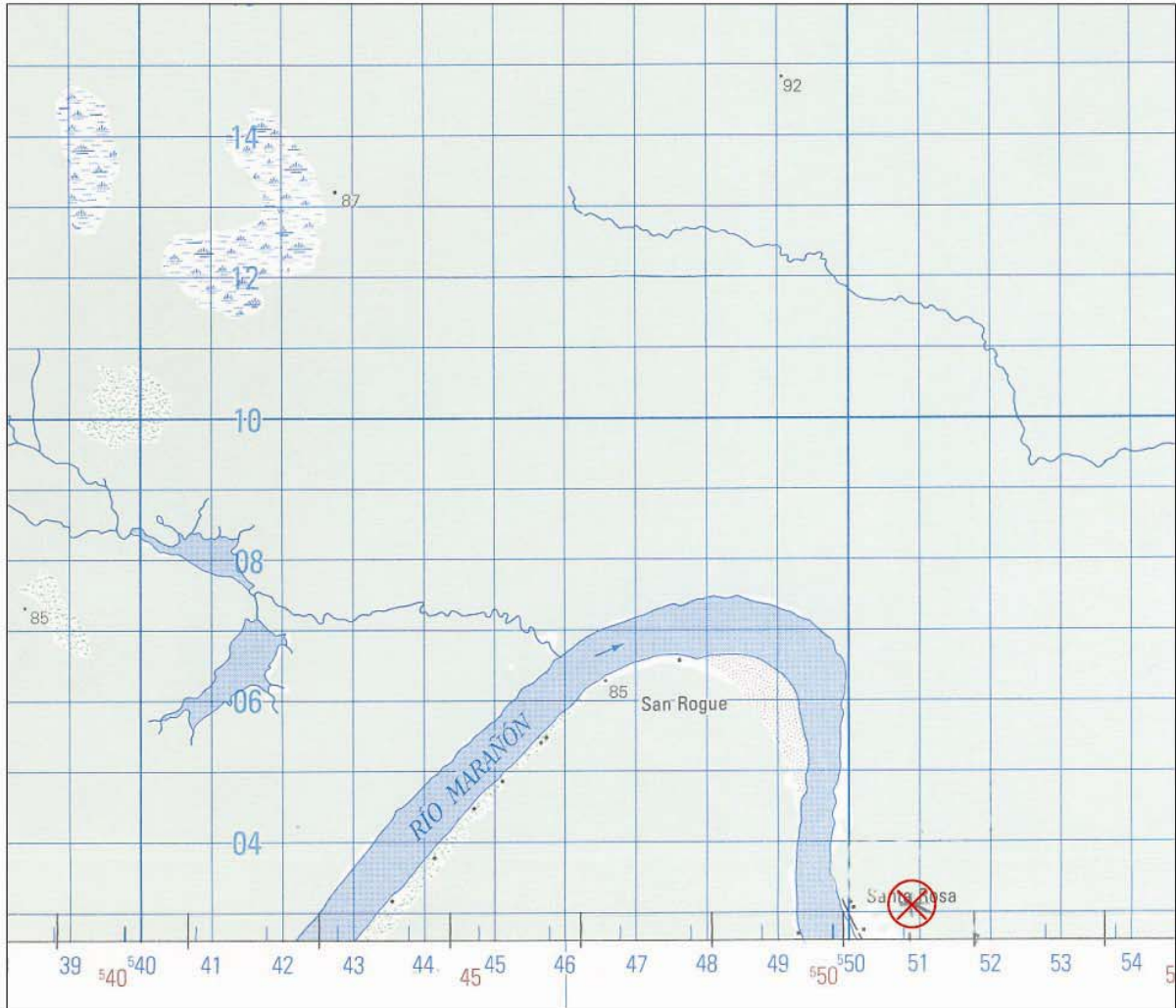
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.
 NOMBRE DE CARTA : SANTA CRUZ
 CODIGO : 12 - L
 ESCALA : 1/100 000
 : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN

COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR

LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
05°30'45"	75°51'29"	120

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

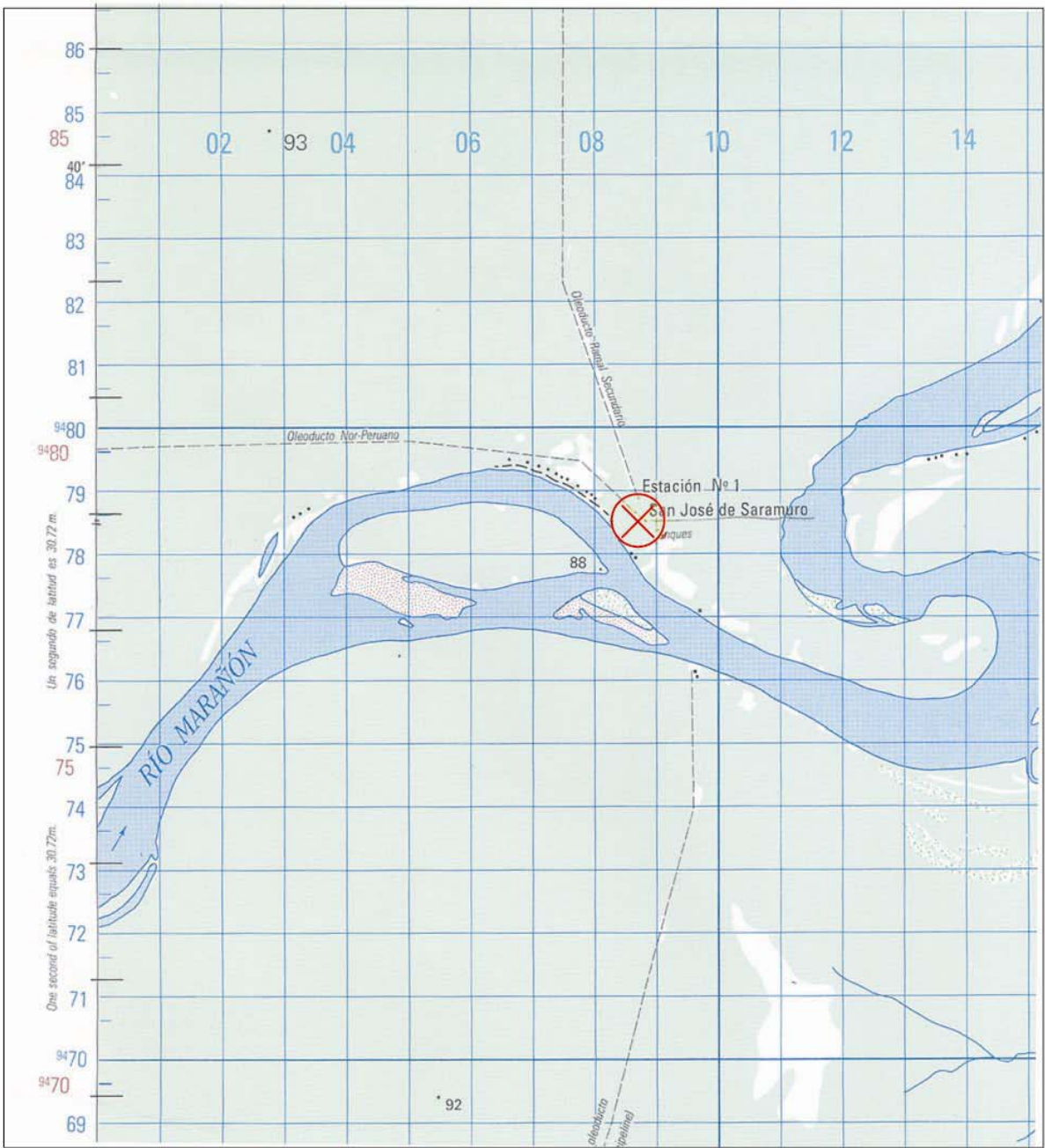
SANTA ROSA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : SANTA ROSA CODIGO : 9 - N ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°29'42"	74°32'30"	85

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

SAN JOSE DE SARAMURO



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ			
TESIS	: ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO		
REF	: CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.		
NOMBRE DE CARTA	: YANACU		
CODIGO	: 10 - N		
ESCALA	: 1/100 000		
⊗	: UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN		
COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR			
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°43'06"	74°55'18"	90

LOCALIZACION GEOGRAFICA

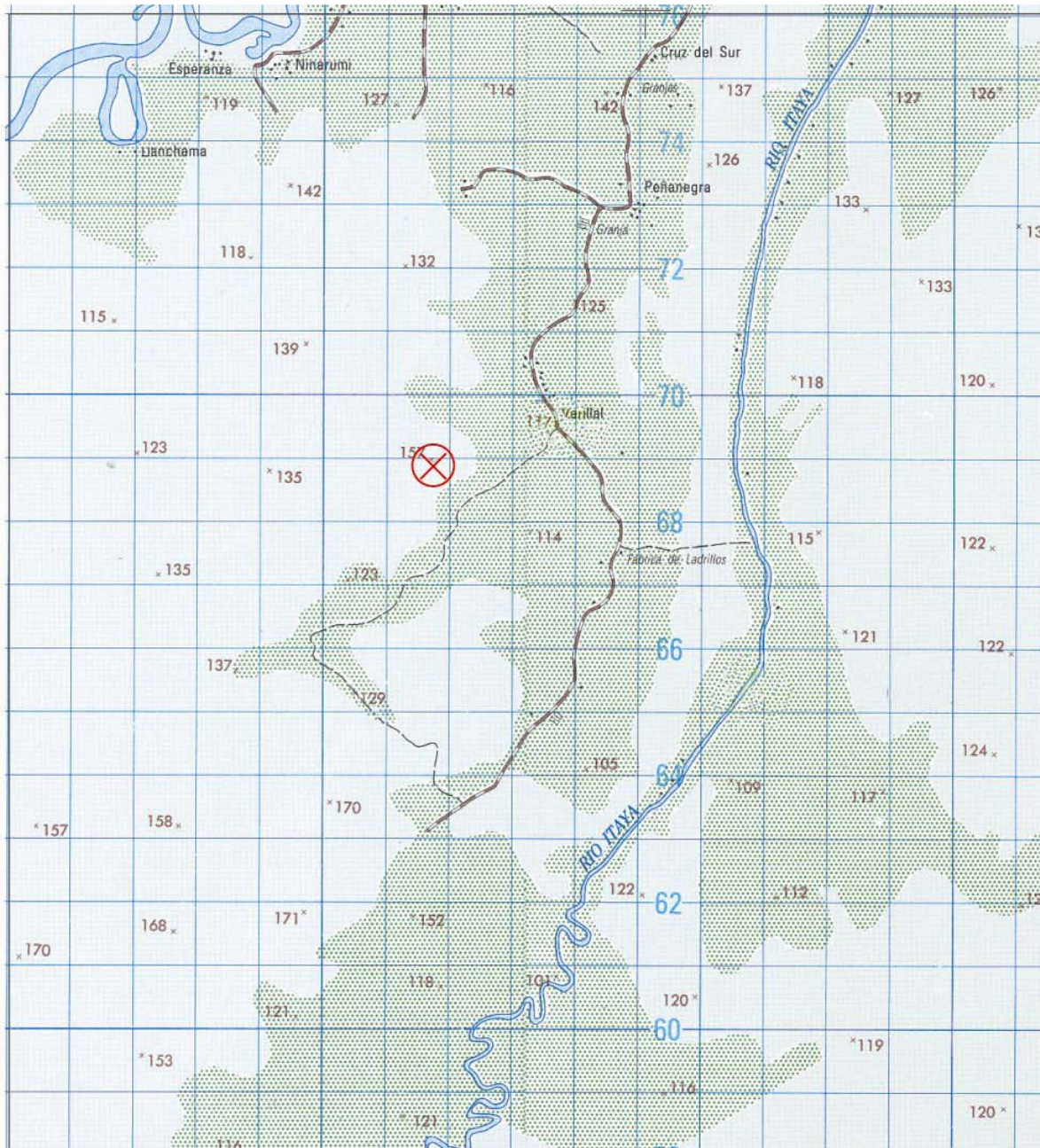
URARINAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
TESIS : ELECCION Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGION LORETO			
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. NOMBRE DE CARTA : URARINAS CODIGO : 10 - M ESCALA : 1/100 000 ☒ : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR		
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
	04°47'10"	75°16'29"	92

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

VARILLAR



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

TESIS : ELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA LA REGIÓN LORETO

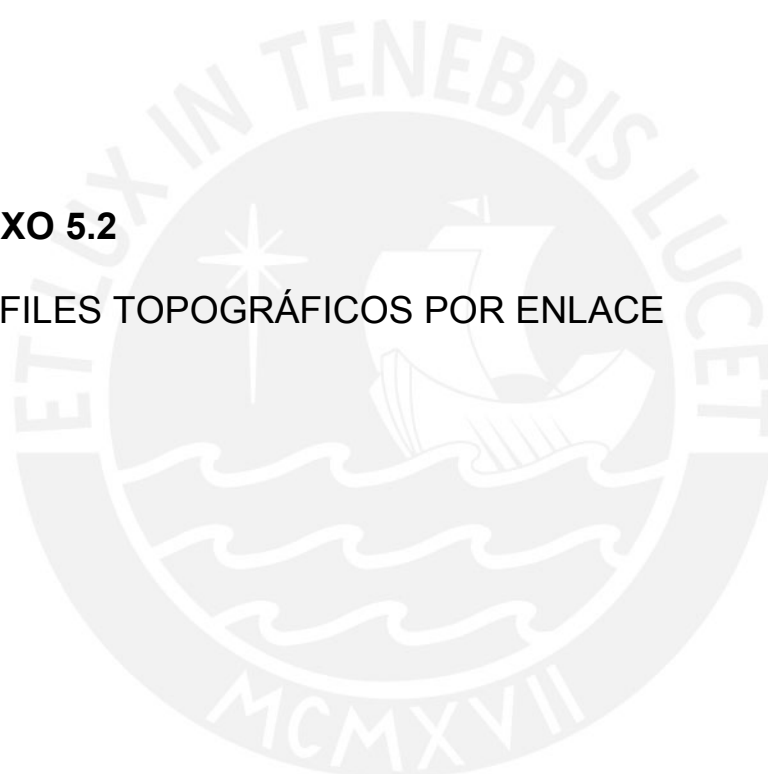
REF : CARTA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.
 NOMBRE DE CARTA : IQUITOS
 CODIGO : 8 - P
 ESCALA : 1/100 000
 : UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN

COORDENADAS Y ALTITUD DEL LUGAR

LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA M.S.N.M.
03°53'52"	73°21'50"	157

ANEXO 5.2

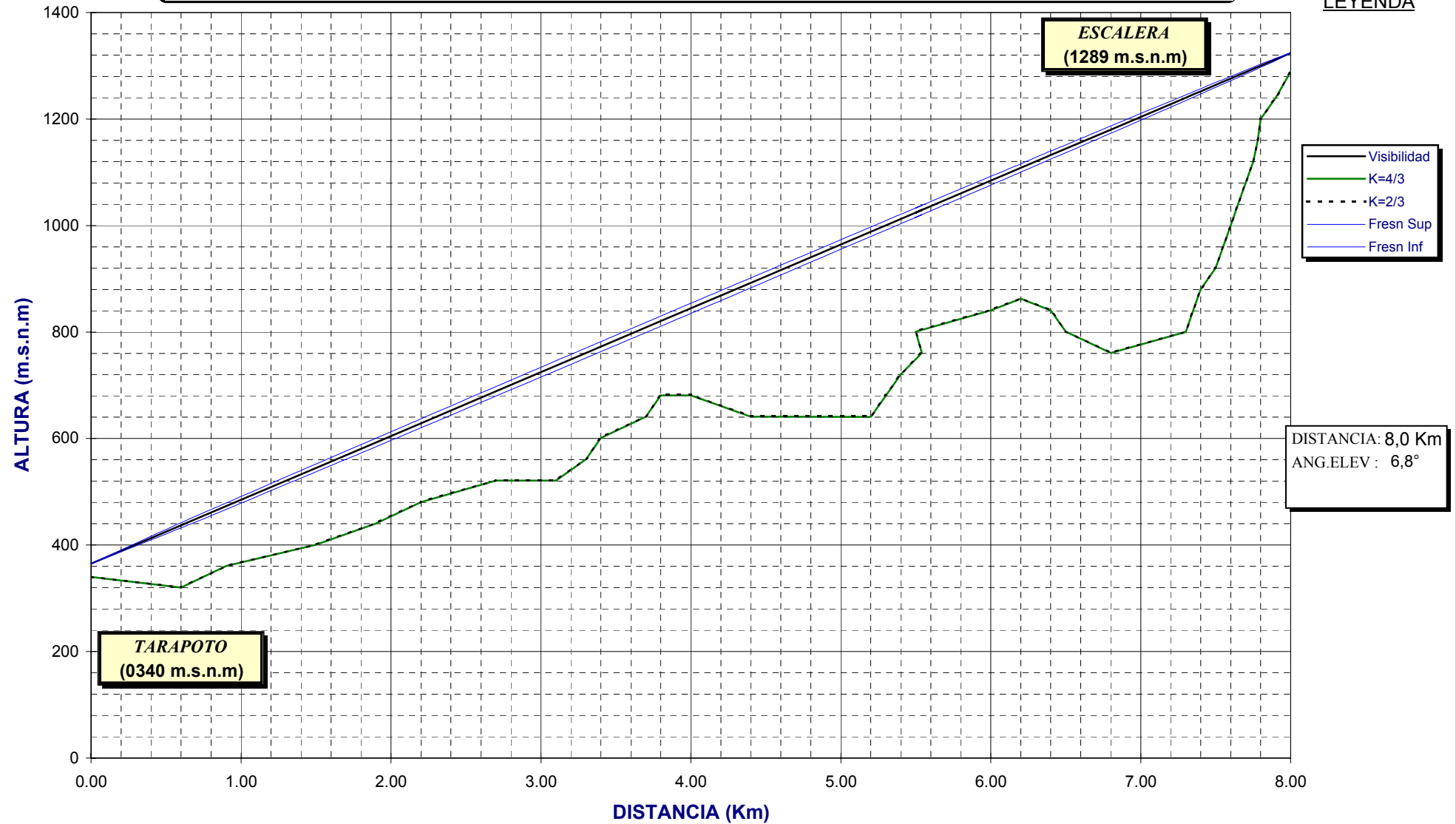
PERFILES TOPOGRÁFICOS POR ENLACE



PERFIL:

TARAPOTO - C.ESCALERA

LEYENDA



PERFIL:

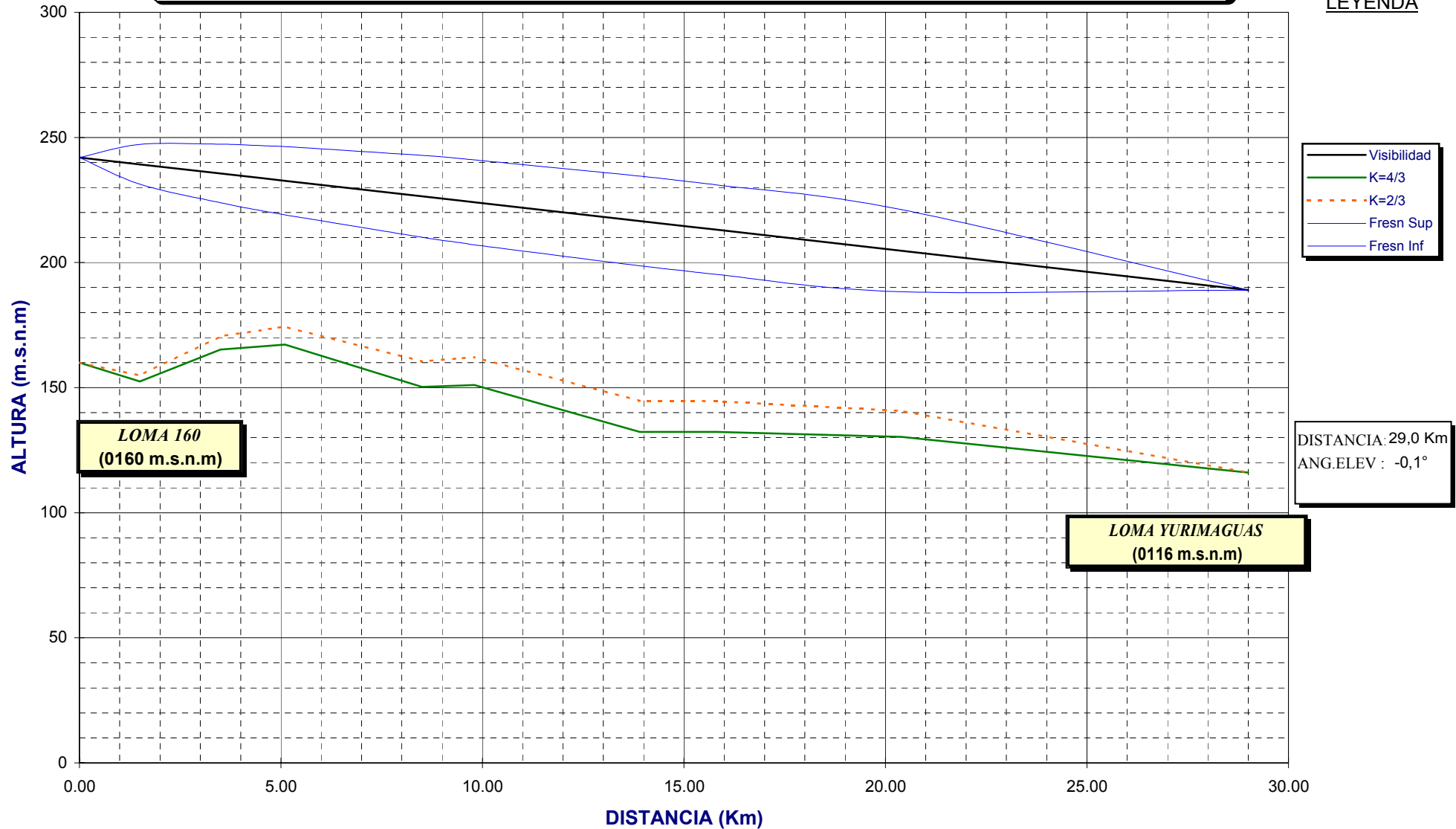
ESCALERA - LOMA 160



PERFIL:

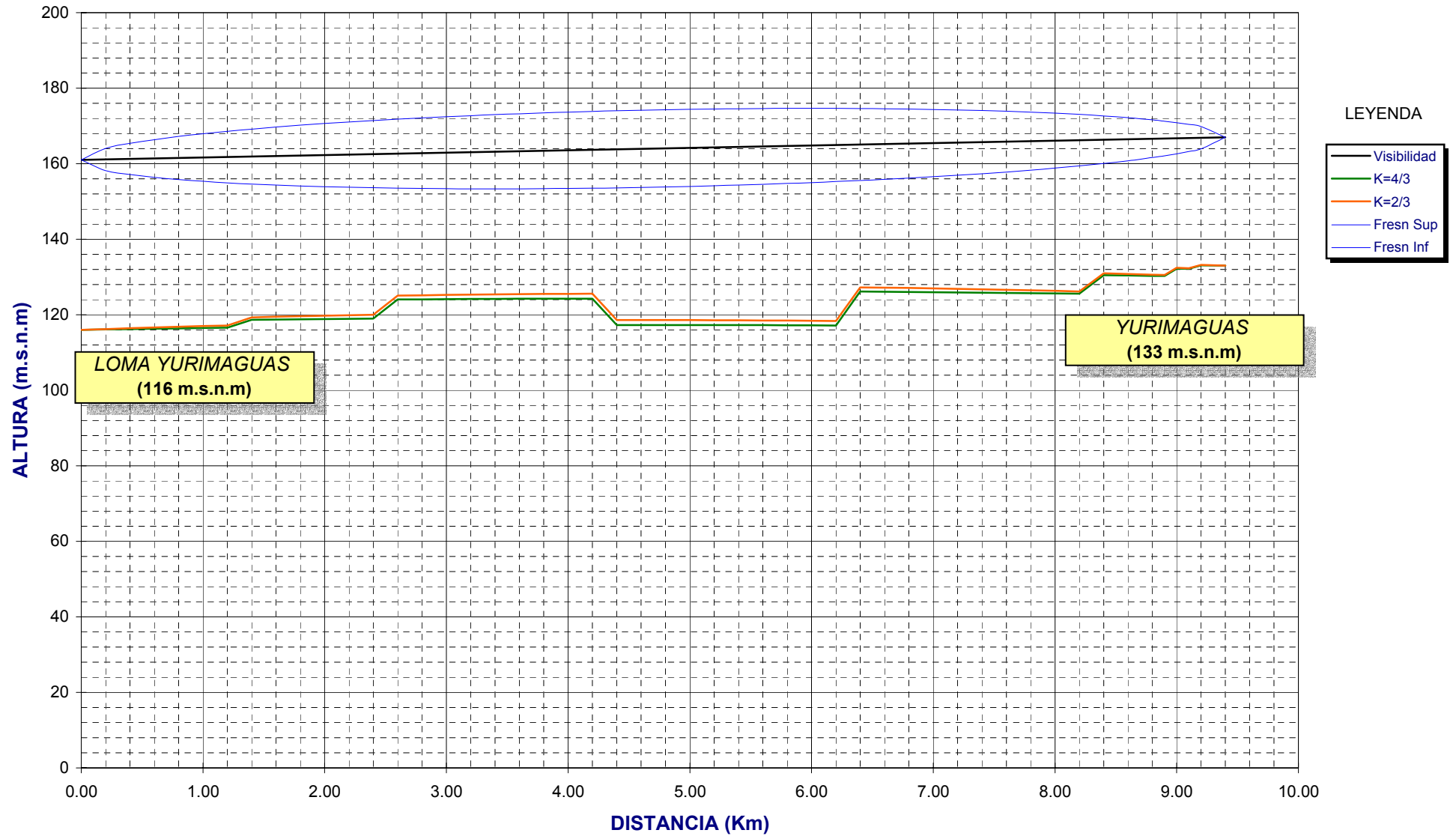
LOMA160 - LOMA YURIMAGUAS

LEYENDA



PERFIL:

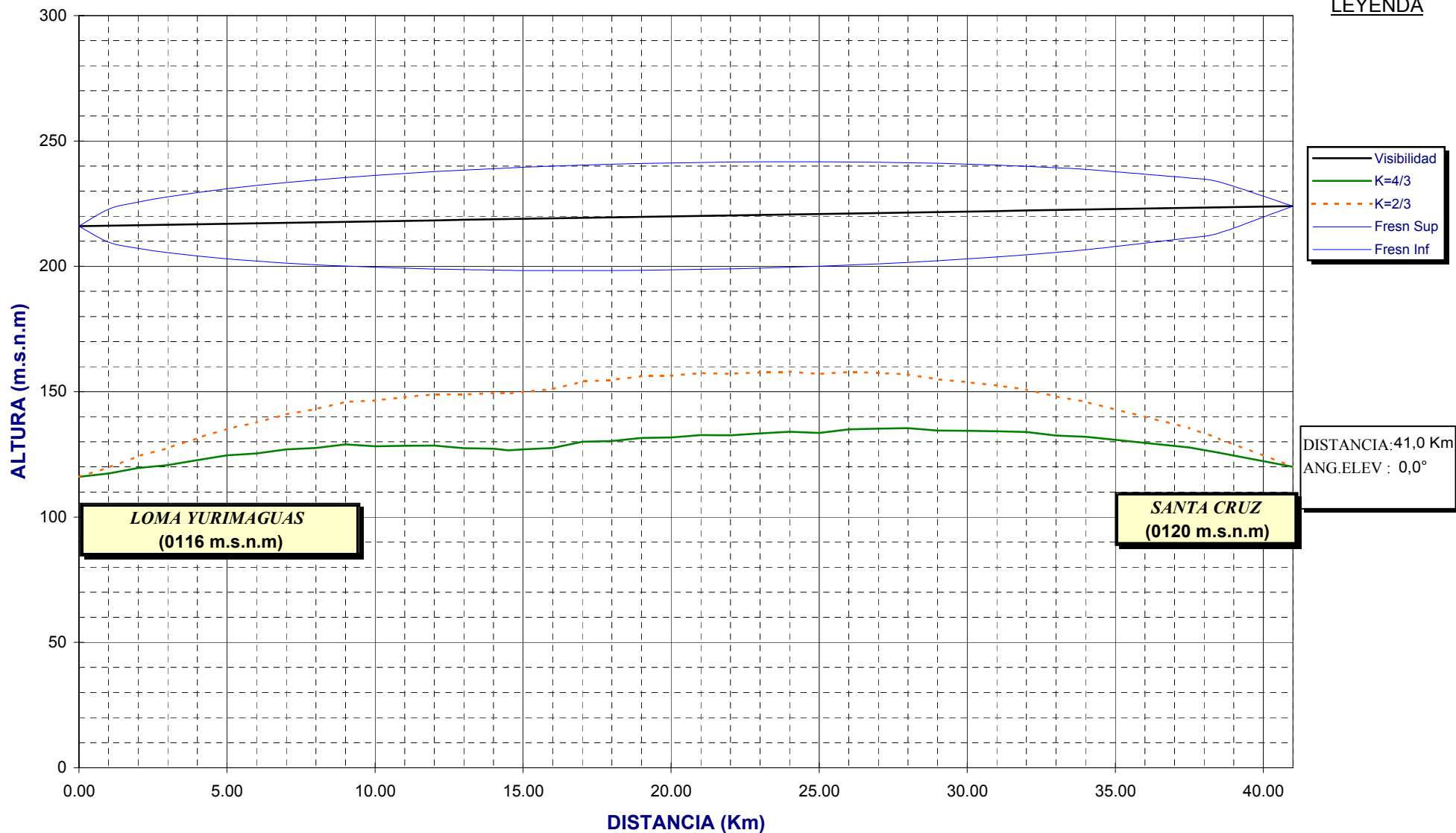
LOMA YURIMAGUAS - YURIMAGUAS



PERFIL:

LOMA YURIMAGUAS - SANTA CRUZ

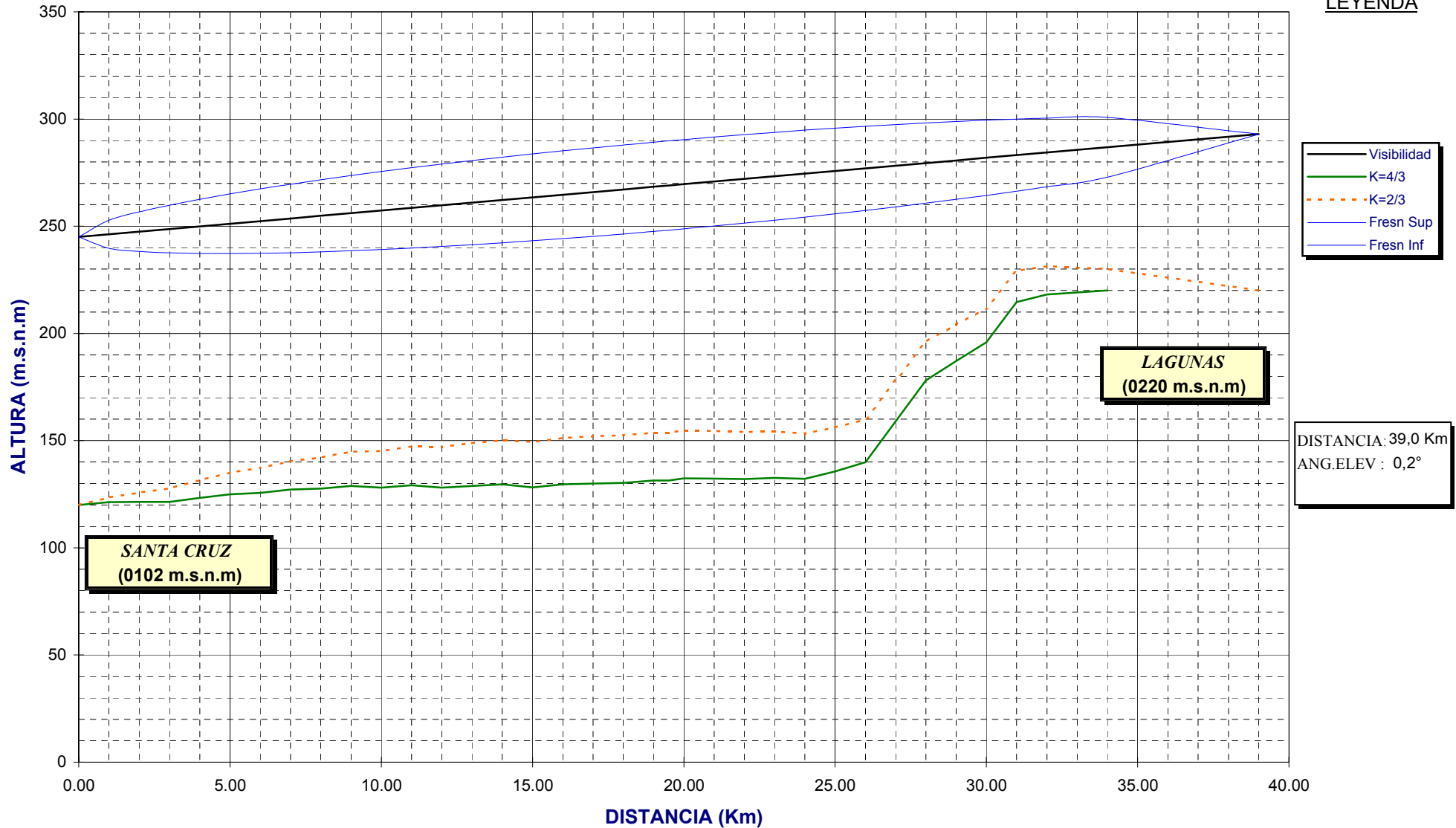
LEYENDA



PERFIL:

SANTA CRUZ - LAGUNAS

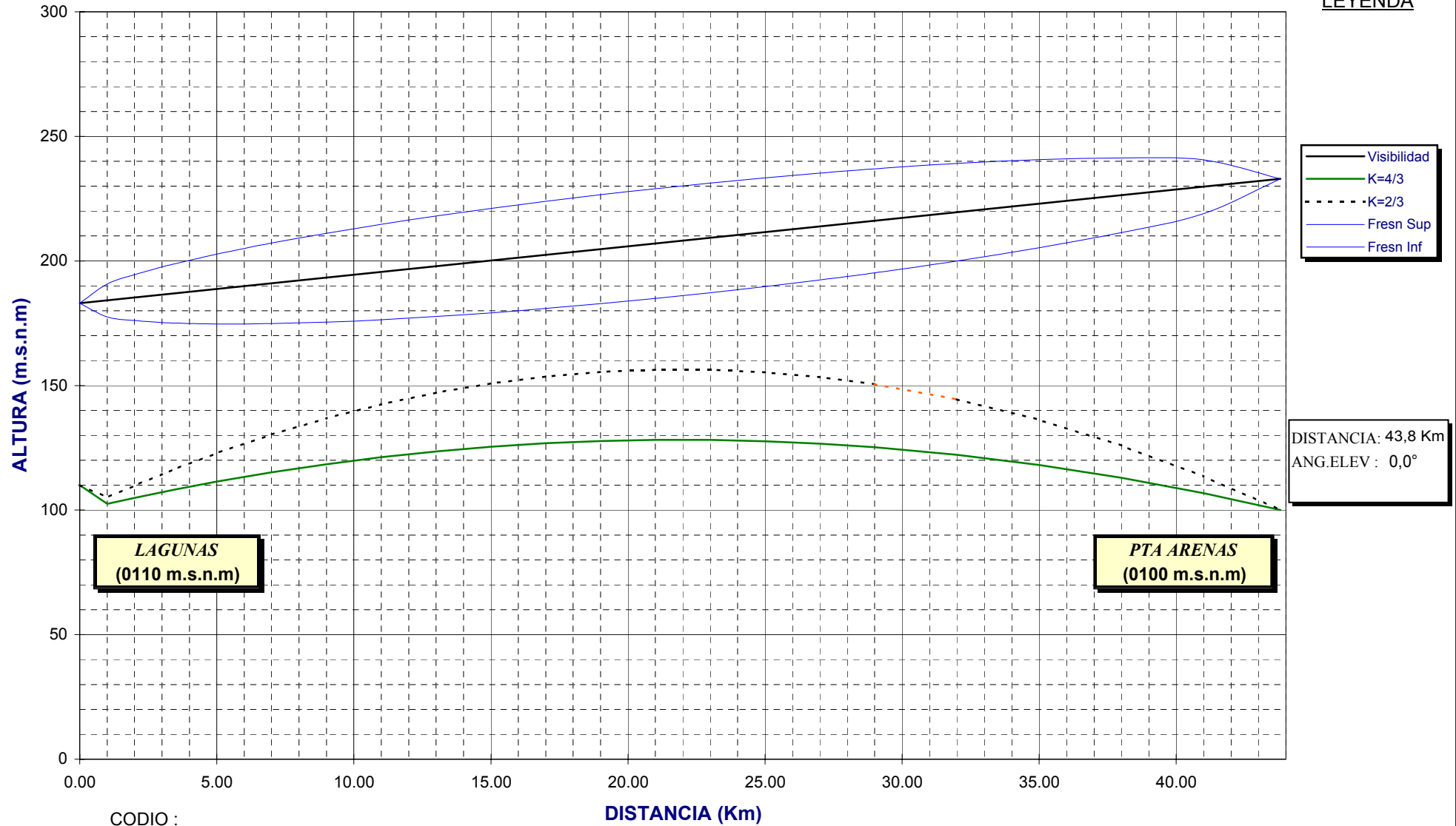
LEYENDA



PERFIL:

LAGUNAS - PTA ARENAS

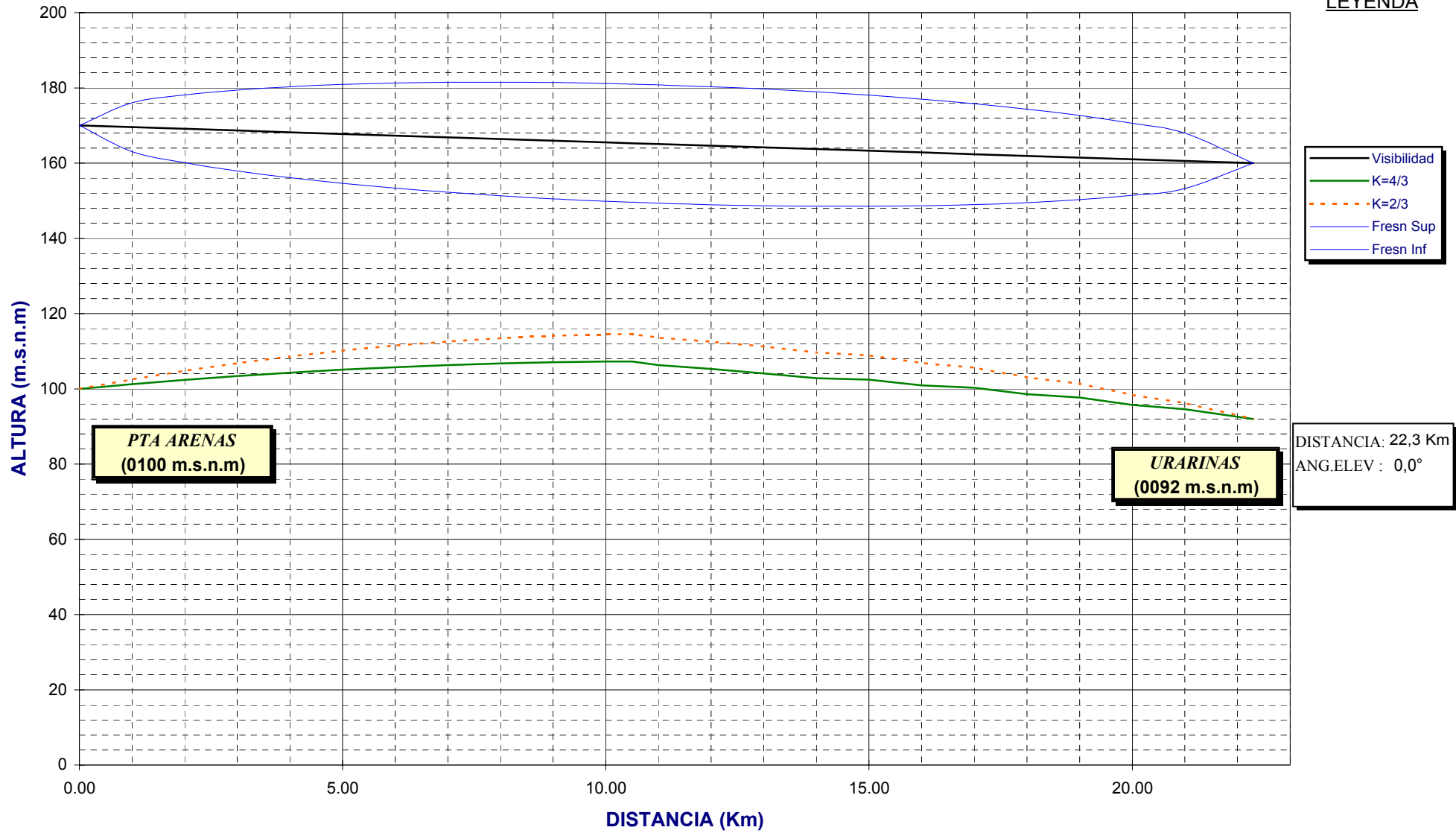
LEYENDA



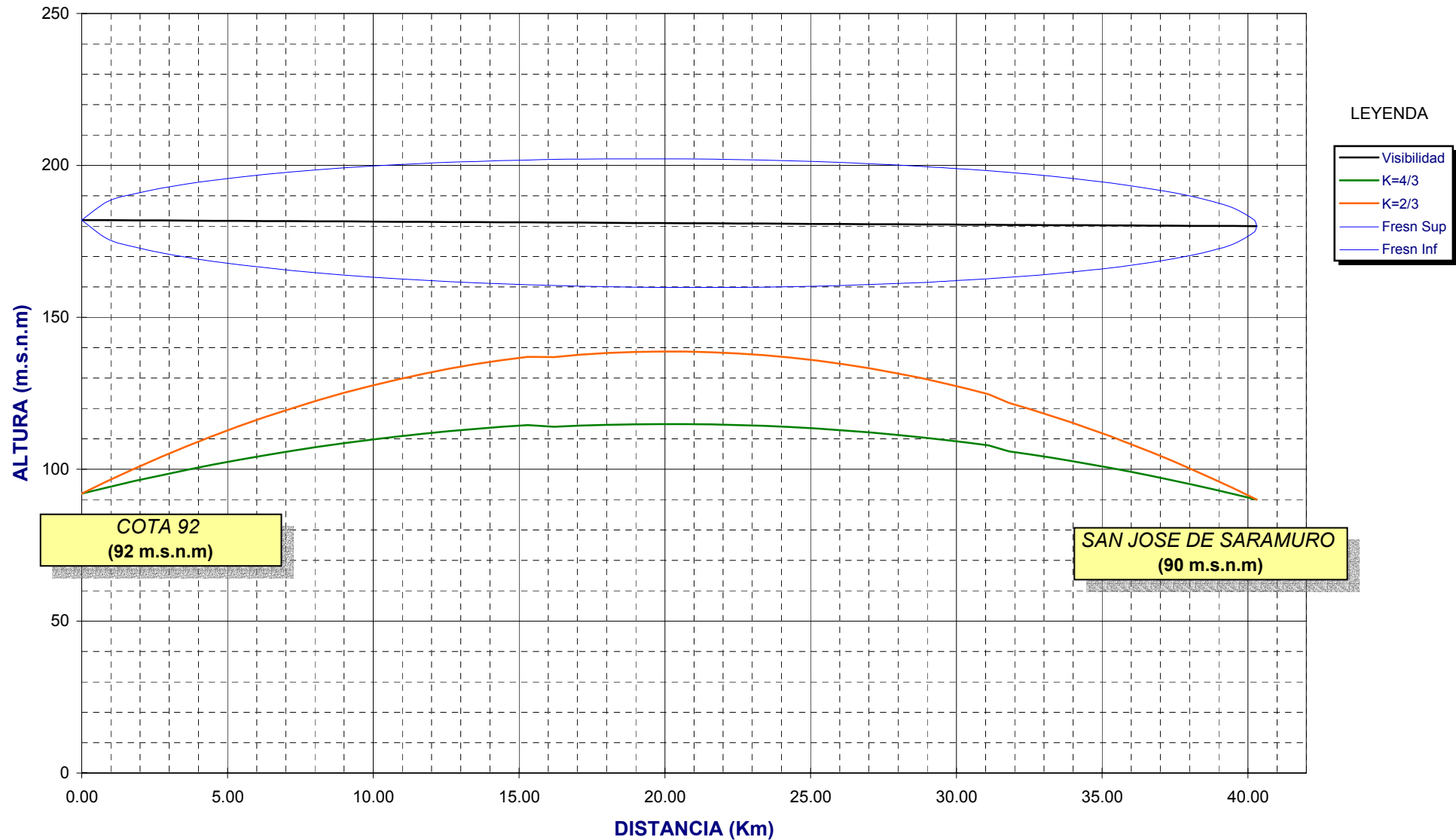
PERFIL:

PTA ARENAS - COTA 92

LEYENDA

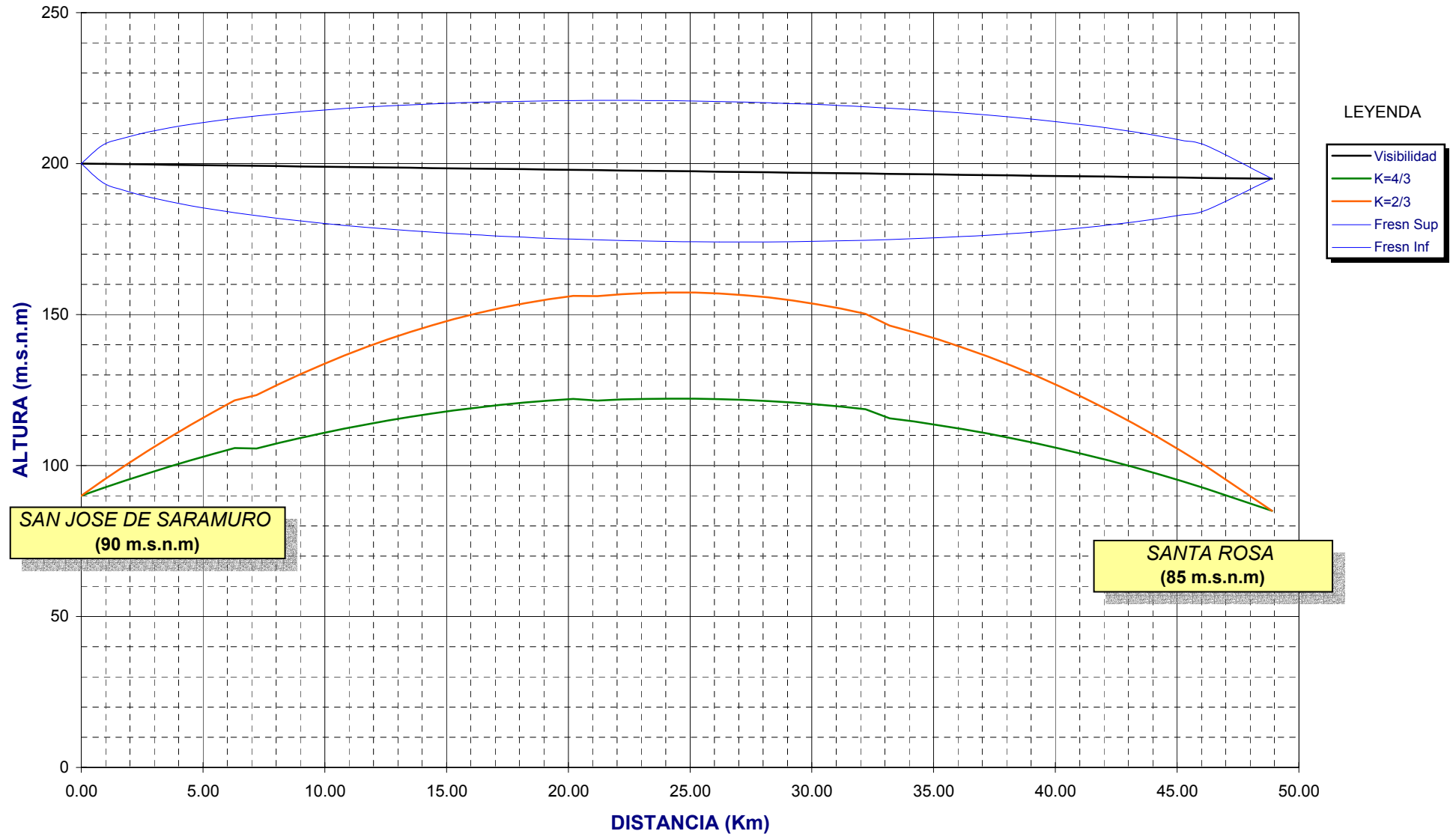


PERFIL: COTA 92 - SAN JOSE DE SARAMURO



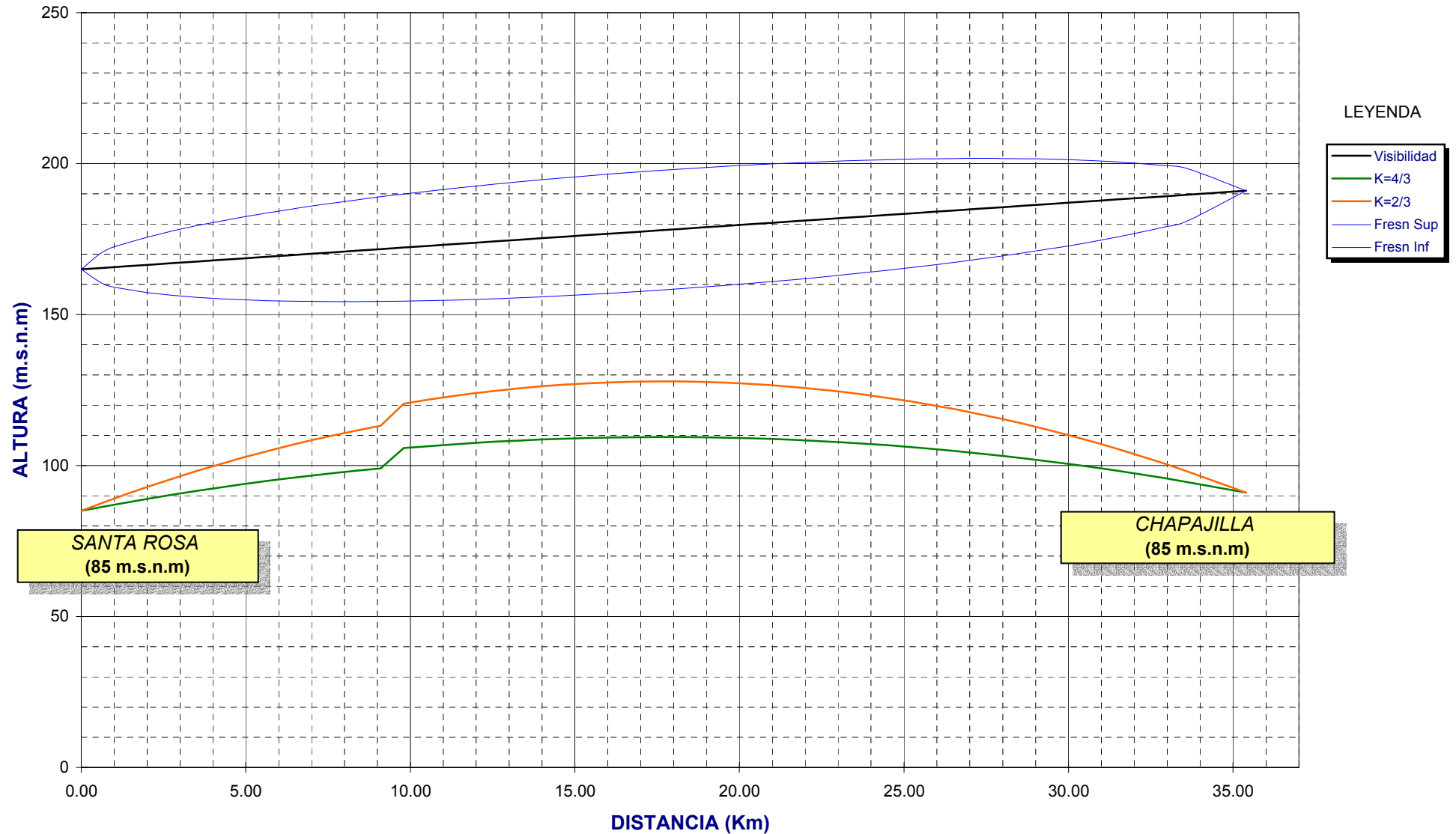
PERFIL:

SAN JOSE DE SARAMURO - SANTA ROSA



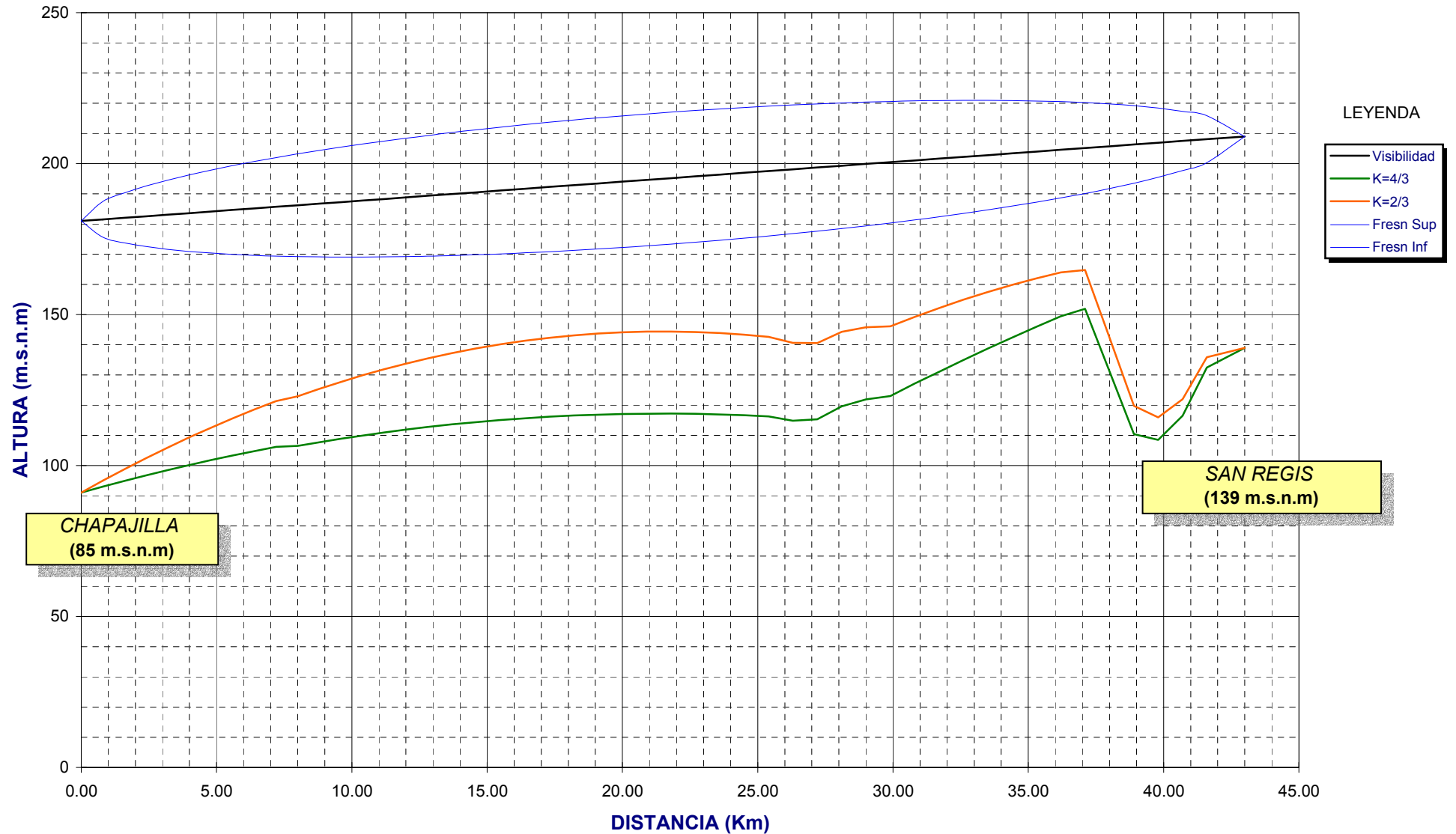
PERFIL:

SANTA ROSA - CHAPAJILLA



PERFIL:

CHAPAJILLA - SAN REGIS



LEYENDA

- Visibilidad
- K=4/3
- K=2/3
- Fresn Sup
- Fresn Inf

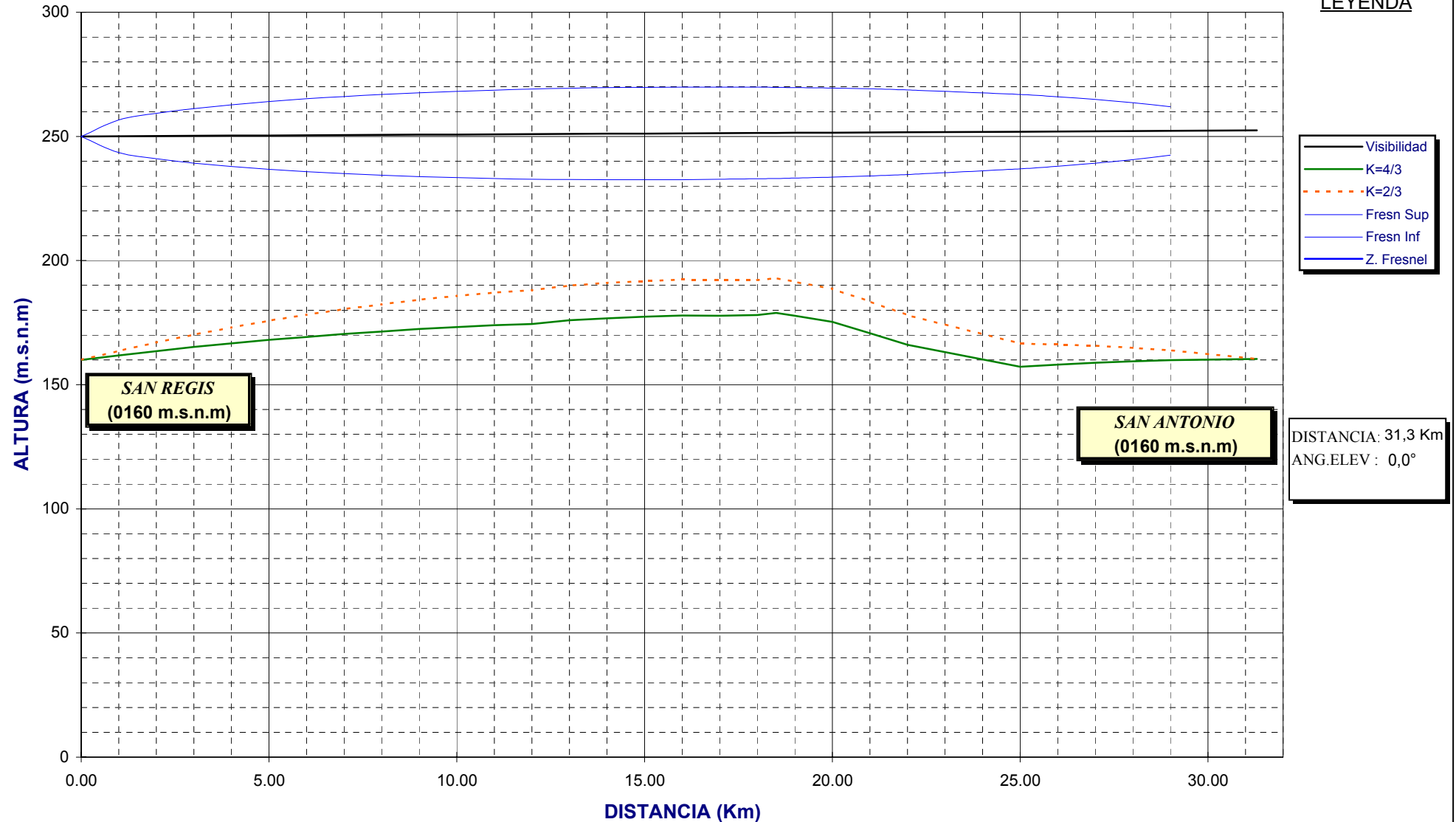
CHAPAJILLA
(85 m.s.n.m)

SAN REGIS
(139 m.s.n.m)

PERFIL:

SAN REGIS - LOMA SAN ANTONIO

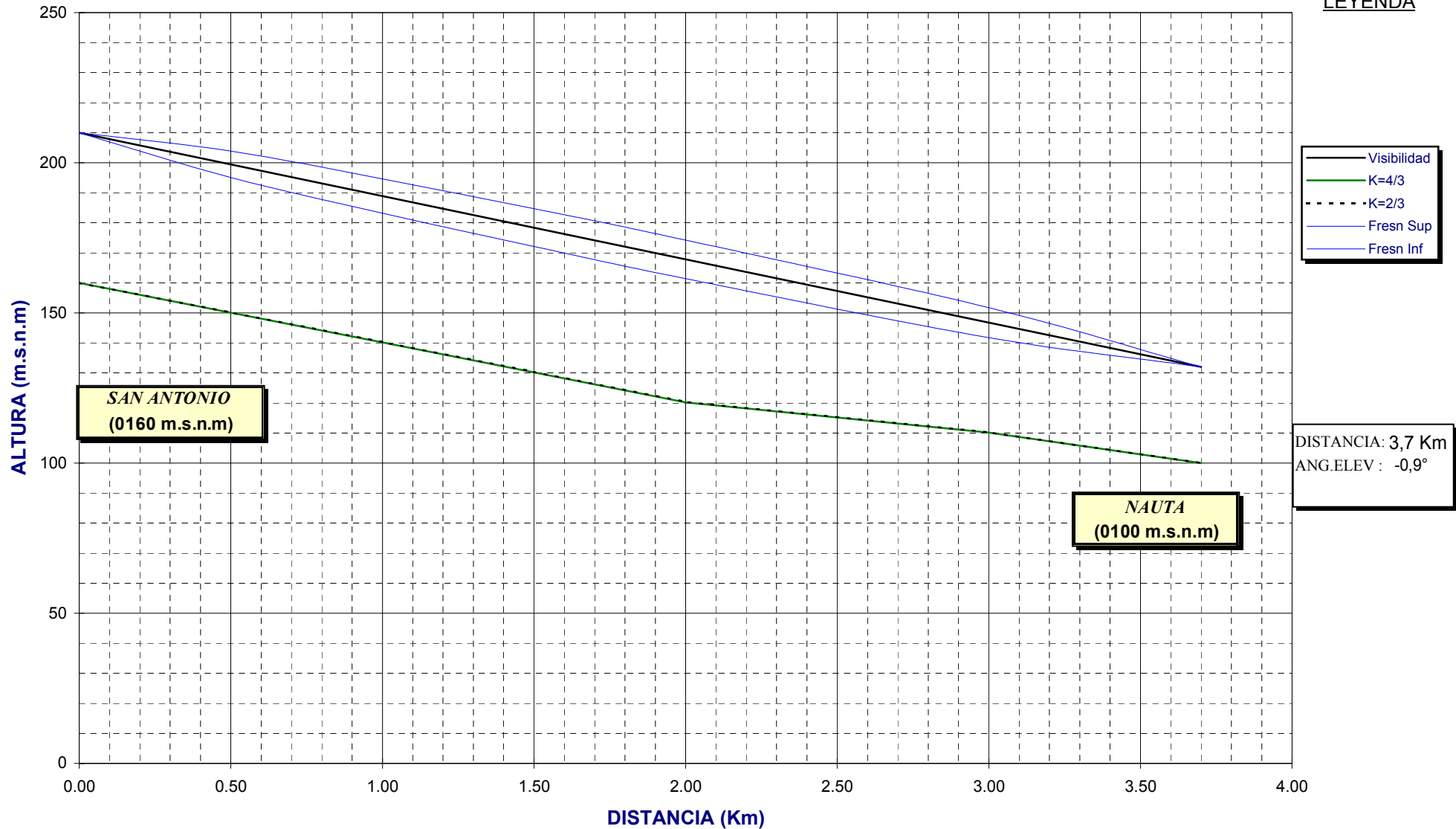
LEYENDA



PERFIL:

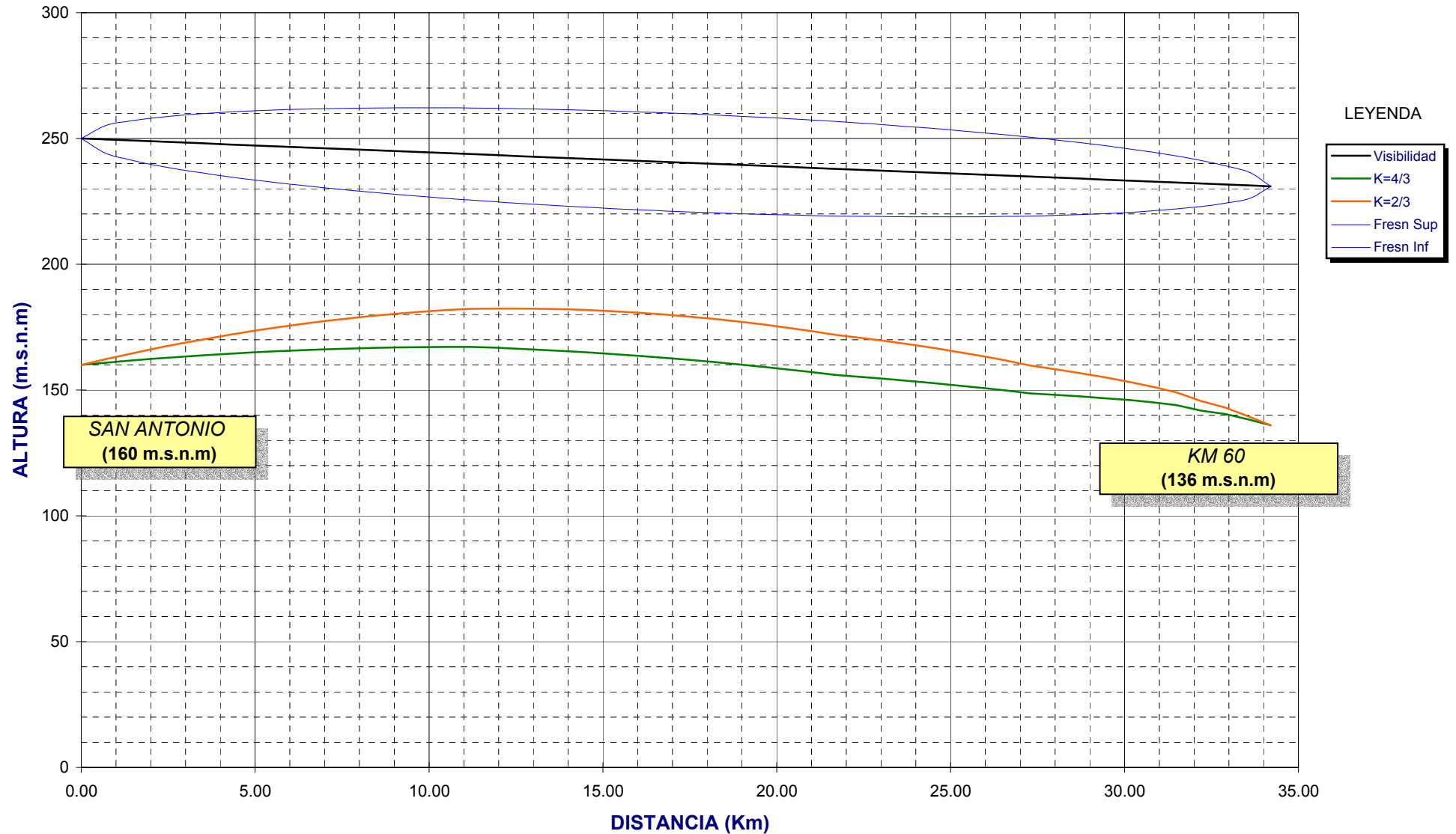
SAN ANTONIO - NAUTA

LEYENDA



PERFIL:

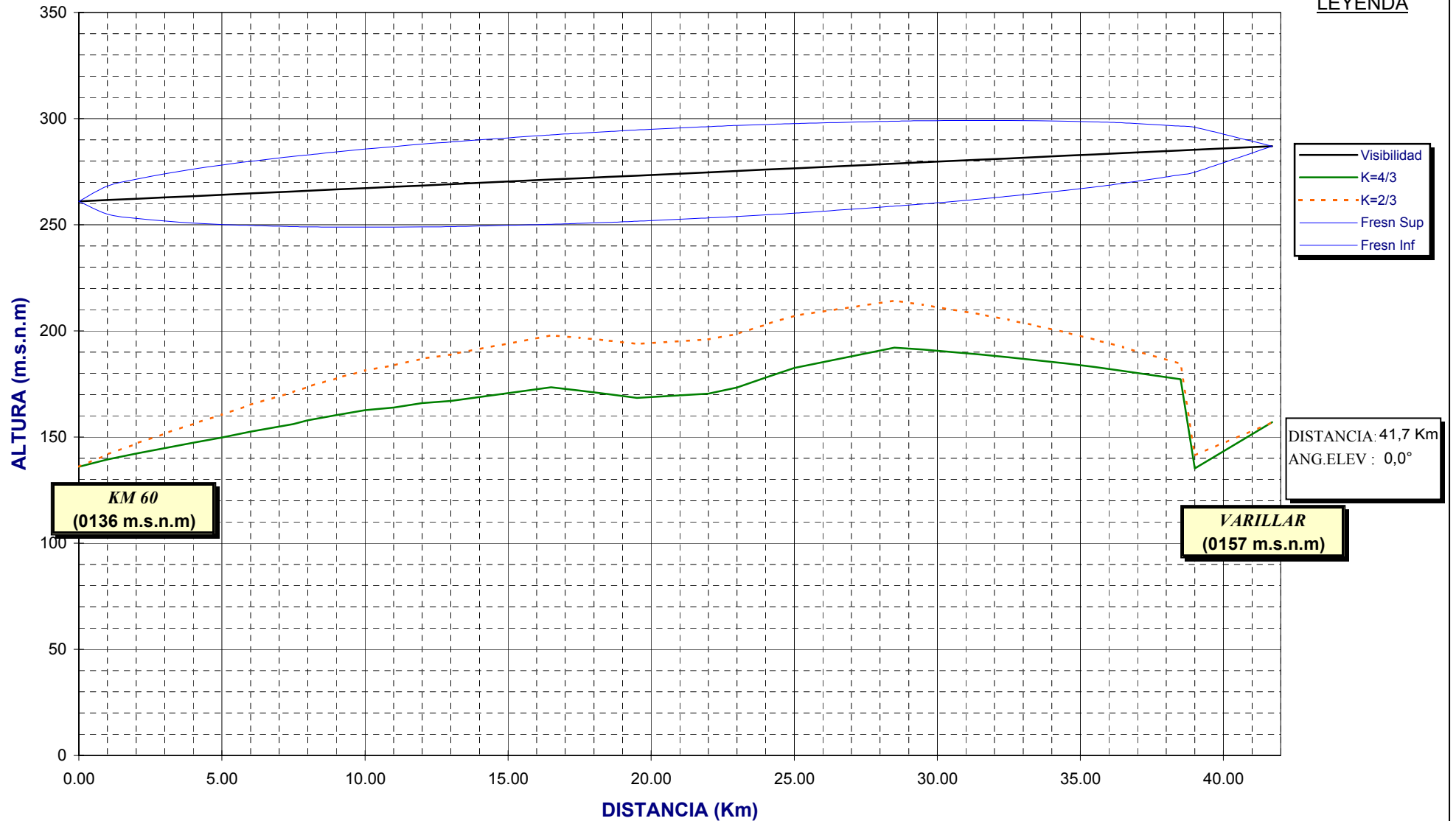
SAN ANTONIO - KM 60



PERFIL:

KM 60 - VARILLAR

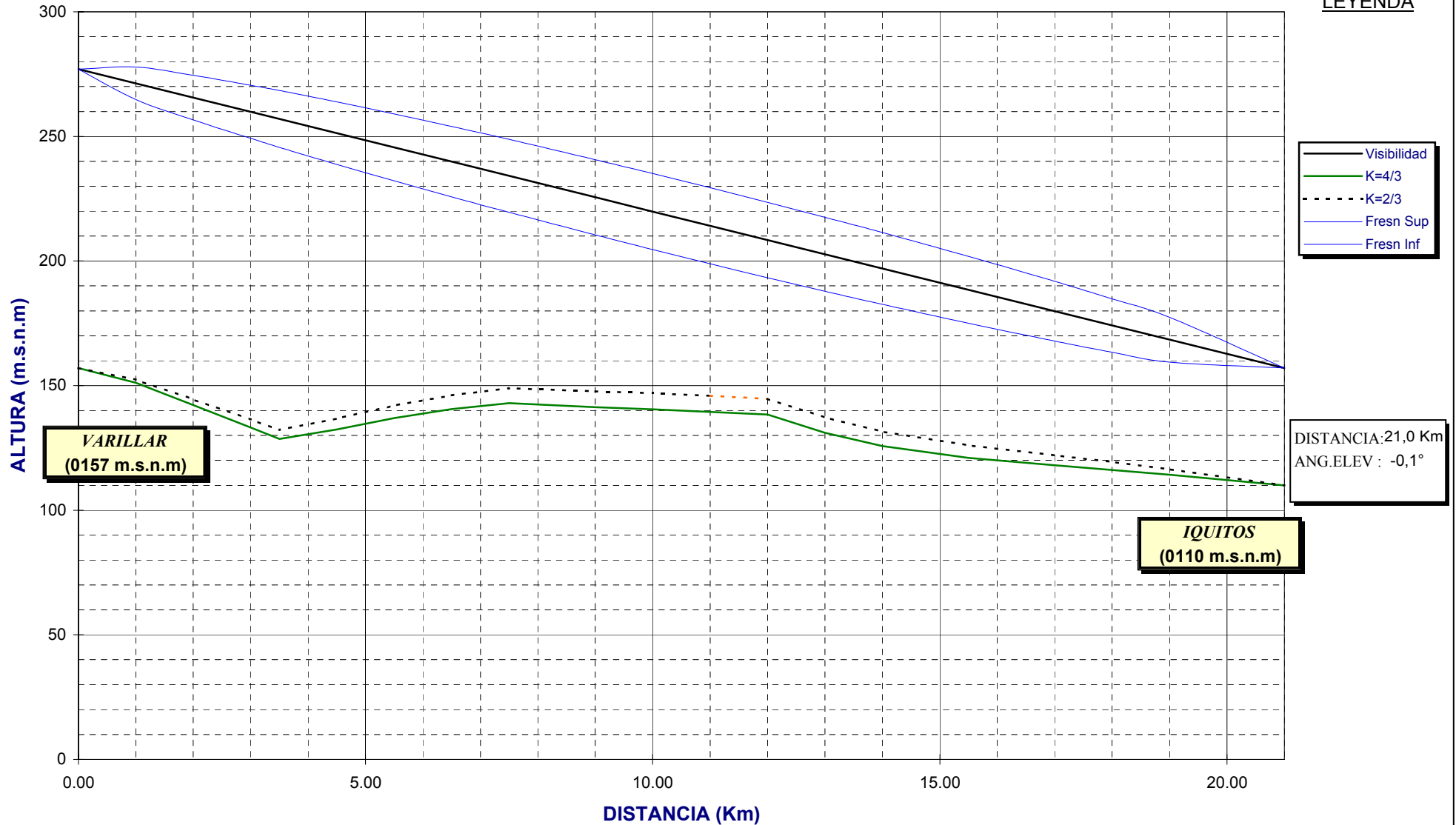
LEYENDA



PERFIL:

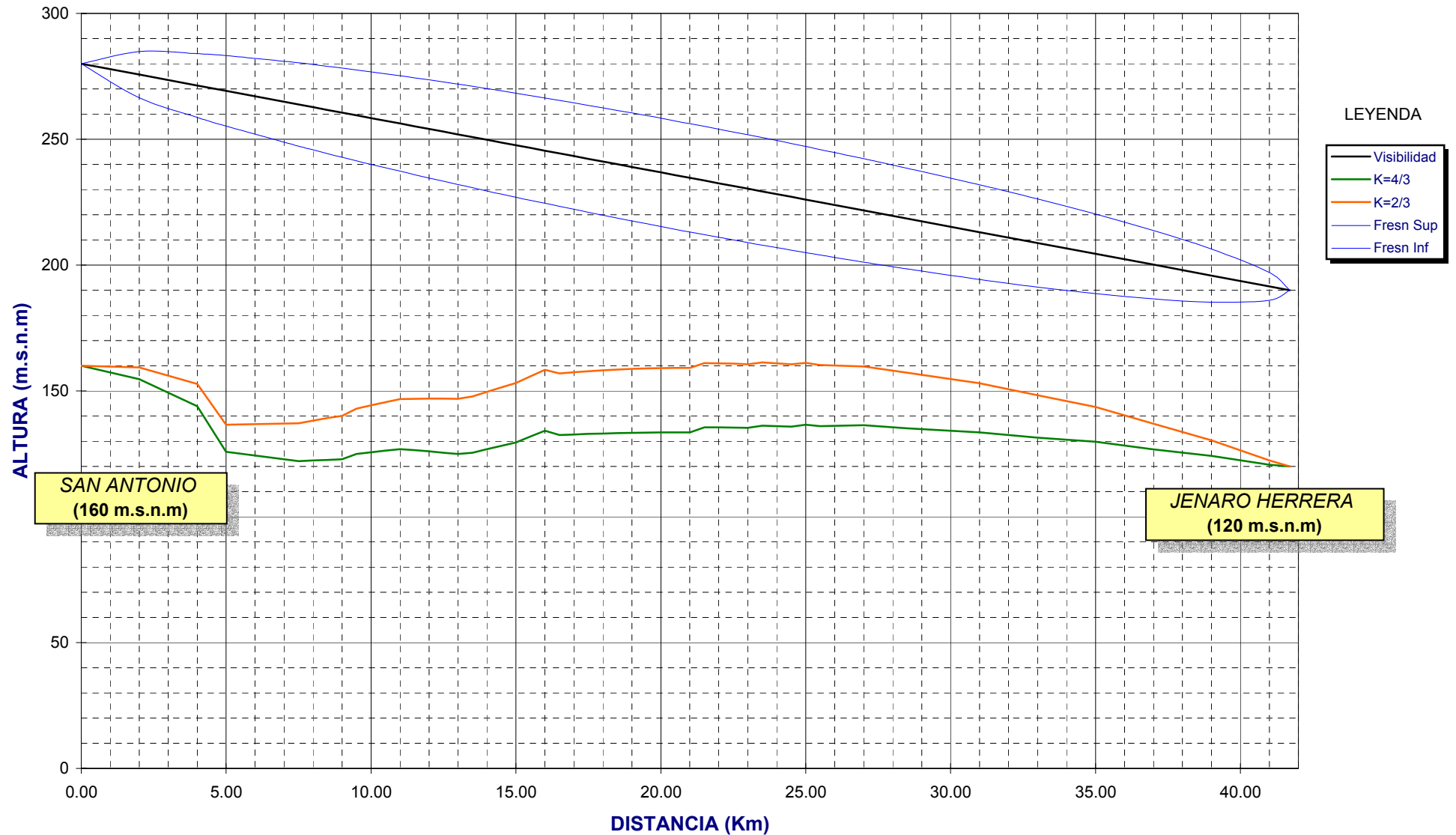
VARILLAR - IQUITOS

LEYENDA



PERFIL:

SAN ANTONIO - JENARO HERRERA



LEYENDA

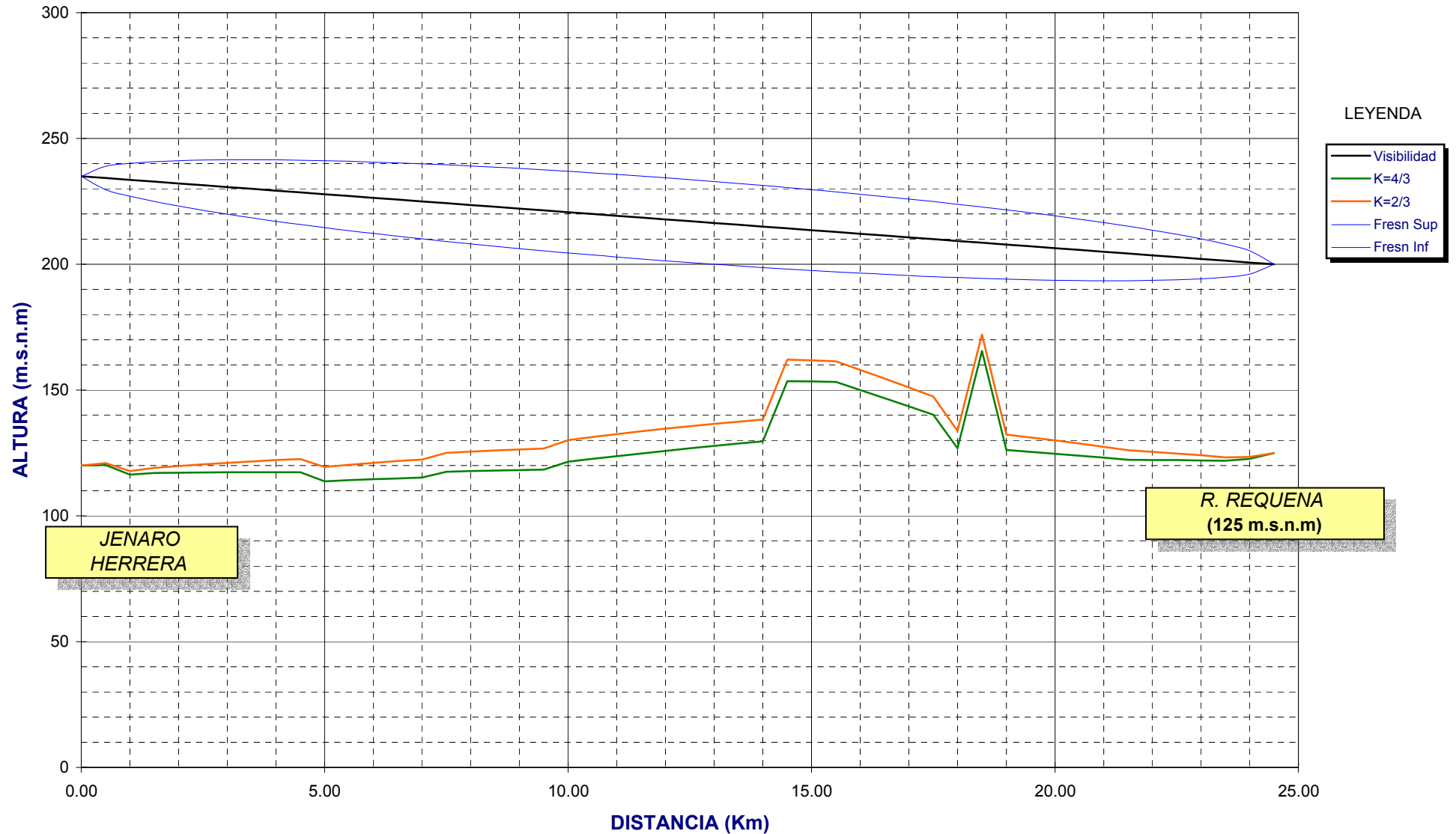
- Visibilidad
- K=4/3
- K=2/3
- Fresn Sup
- Fresn Inf

SAN ANTONIO
(160 m.s.n.m)

JENARO HERRERA
(120 m.s.n.m)

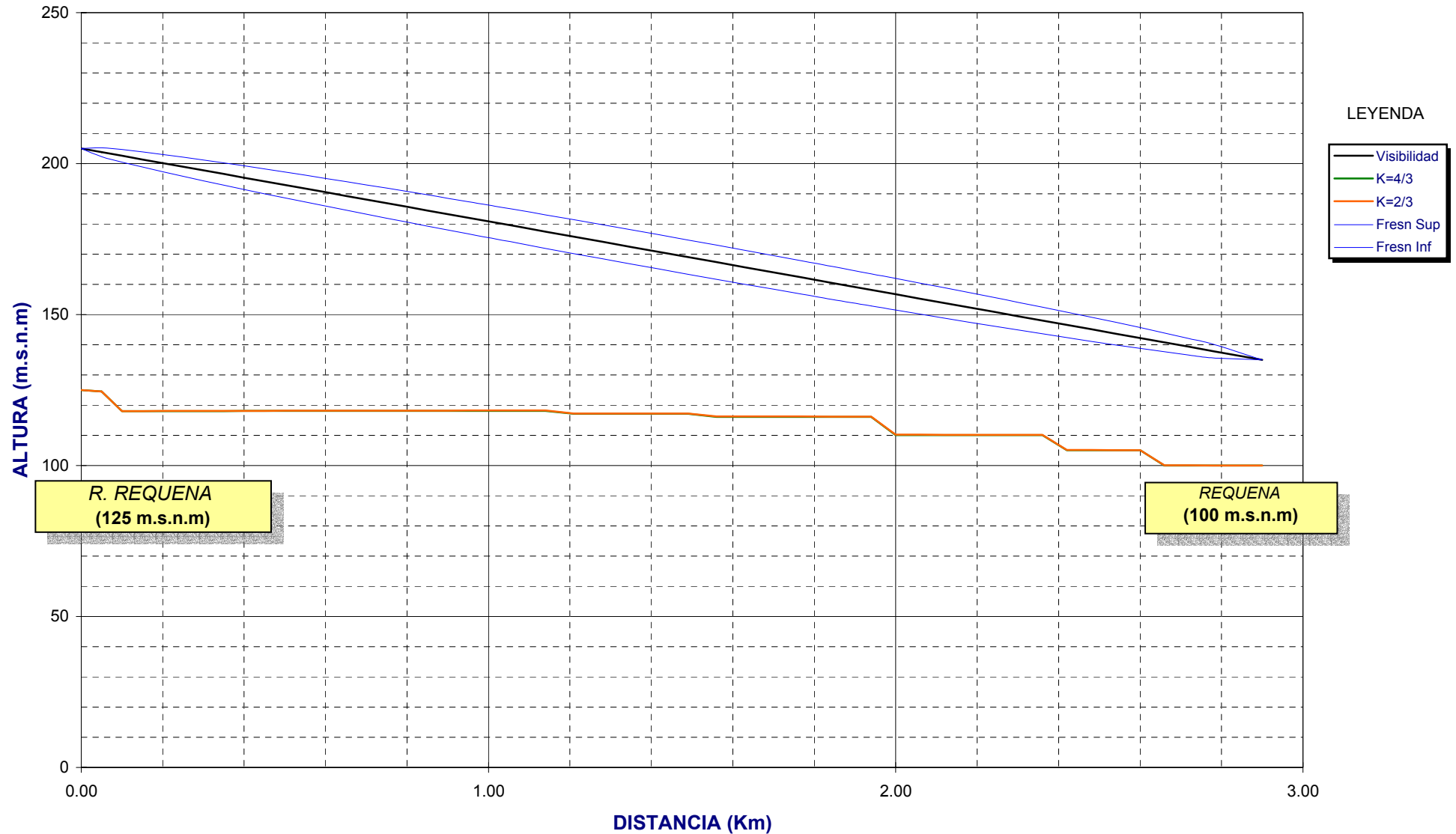
PERFIL:

JENARO HERRERA - R. REQUENA



PERFIL:

R. REQUENA - REQUENA



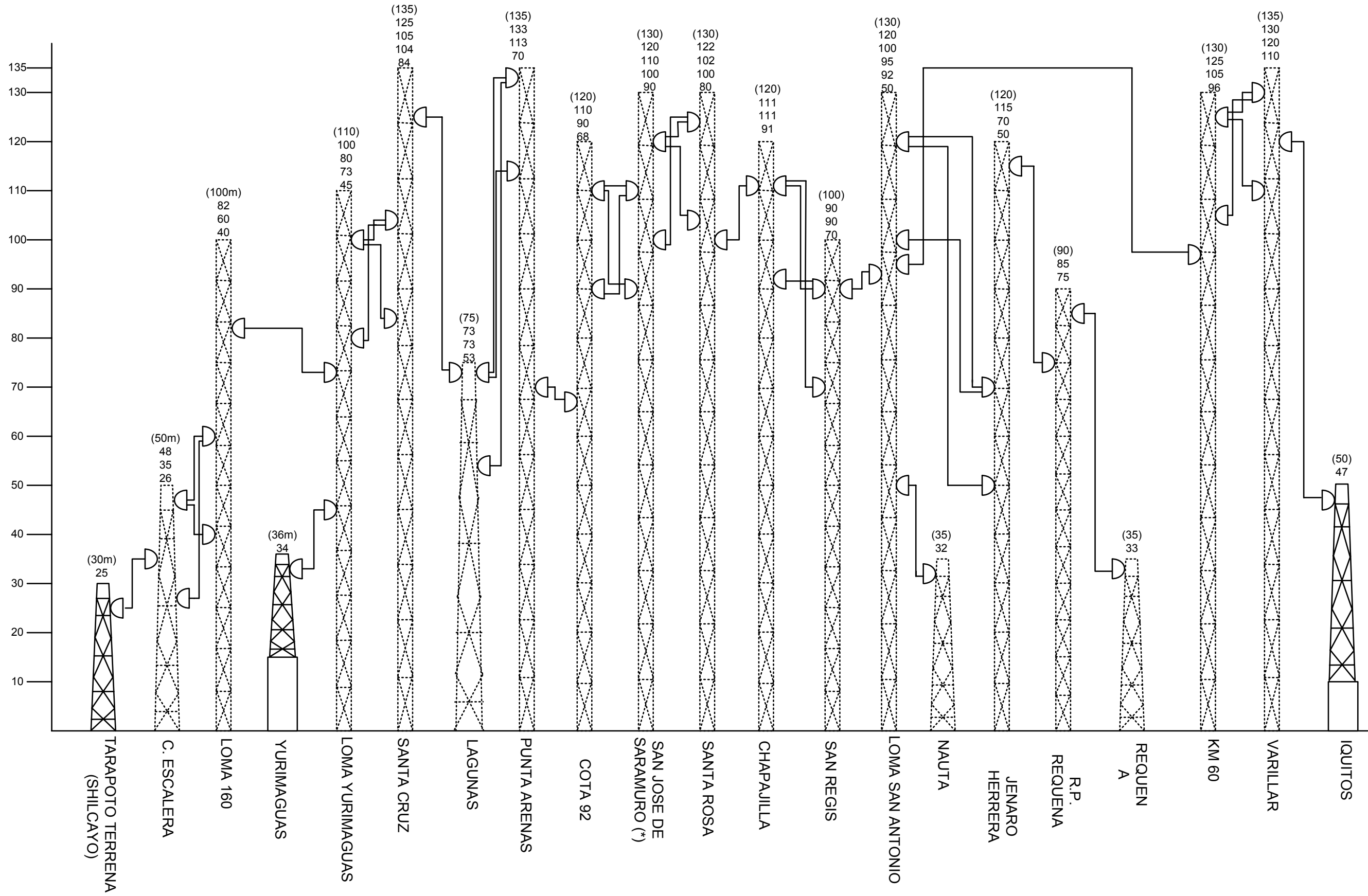
LEYENDA

- Visibilidad
- K=4/3
- K=2/3
- Fresn Sup
- Fresn Inf

ANEXO 5.3

ALTURA DE TORRES Y ANTENAS

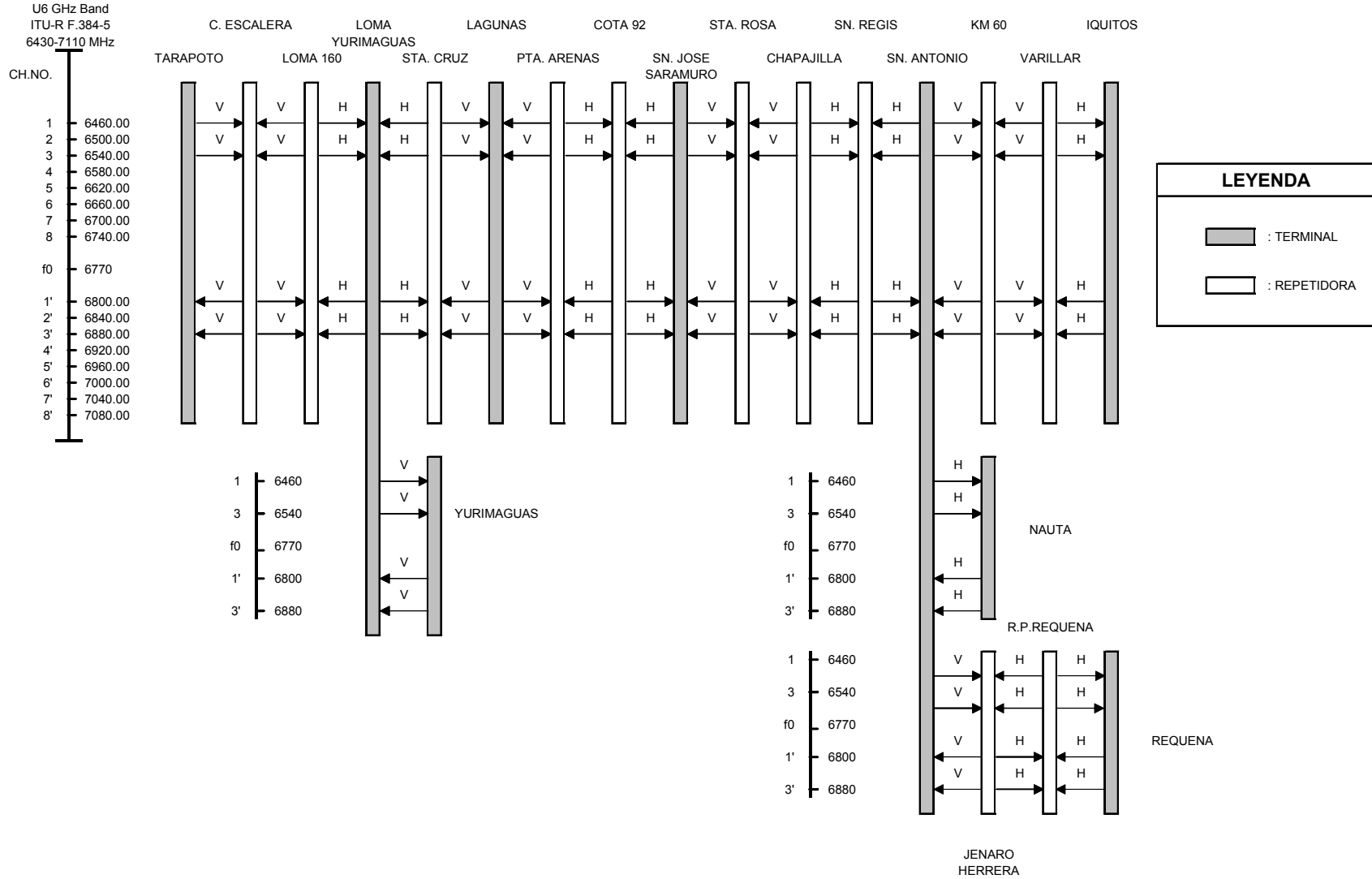
Anexo 5.3 ALTURA DE TORRES Y ANTENAS



ANEXO 5.4

PLAN DE FRECUENCIAS

ANEXO 5.4 PLAN DE FRECUENCIAS



ANEXO 5.5

CÁLCULO DE PROPAGACIÓN POR ENLACE

ANEXO 5.5 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

NUMERO DE SALTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESTACION A	TARAPOTO	C.ESCALERA	LOMA 160	LOMA YURIMAGUAS	LOMA YURIMAGUAS	STA CRUZ	LAGUNAS	PTA. ARENAS	COTA 92	SAN JOSE DE SARAMUROS	SANTA ROSA	SANTA ROSA
ESTACION B	C.ESCALERA	LOMA 160	LOMA YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	STA CRUZ	LAGUNAS	PTA. ARENAS	COTA 92	SAN JOSE DE SARAMUROS	SANTA ROSA	CHAPAJILLA	CHAPAJILLA
1	FRECUENCIA [GHZ]	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770
2	CONFIGURACION	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1
3	MODULACION	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
4	CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0
5	DISTANCIA DEL SALTO [KM]	7.0	48.4	28.8	9.4	41.3	37.6	43.8	22.3	40.3	48.9	35.4
6	ELEVACION DE LA ESTACION A [M]	340	1,289	160	116	116	120	100	100	92	90	85
7	ELEVACION DE LA ESTACION B [M]	1,289	160	116	133	120	100	100	92	90	85	90
8	INCLINACION DEL TERRENO [M/KM]	137.0	23.1	1.8	0.6	0.2	1.9	1.4	0.4	0.0	0.1	0.7
9	ALTURA ANTENA EN A [M]	25.0	48.0	82.0	45.0	100.0	125.0	73.0	70.0	110	120	100
10	ALTURA ANTENA EN B [M]	35.0	60.0	73.0	34.0	104.0	73.0	133.0	68.0	110	122	120
11	LONGITUD DEL ALIMENTADOR EN A [M]	43.0	65.0	99.0	62.0	117.0	142.0	90.0	87.0	136.0	146.0	126.0
12	LONGITUD DEL ALIMENTADOR EN B [M]	47.0	77.0	90.0	46.0	121.0	90.0	150.0	85.0	136.0	148.0	137.0
13	PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR M [DB/M]	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
14	PERDIDAS POR ALIMENTADOR [DB]	3.9	6.2	8.2	4.7	10.4	10.1	10.4	7.5	11.8	12.8	11.4
15	PERDIDAS EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
16	PERDIDAS EN ESPACIO LIBRE [DB]	125.9	142.7	138.2	128.5	141.3	140.5	141.8	136.0	141.1	142.8	140.0
17	PERDIDAS ADICIONALES [DB]	10.0										
18	PERDIDAS TOTALES [DB]	144.7	153.8	151.3	138.1	156.6	155.5	157.2	148.4	157.8	160.5	156.3
19	TIPO DE ANTENA EN A	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX
20	TIPO DE ANTENA EN B	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX
21	DIAMETRO DE ANTENA EN A [M]	1.2	1.8	3.7	1.2	2.4	4.6	2.4	2.4	2.4	2.4	4.6
22	DIAMETRO DE ANTENA EN B [M]	1.2	1.8	3.7	1.2	2.4	4.6	2.4	2.4	2.4	2.4	4.6
23	GANANCIA DE ANTENA EN A [DBI]	35.9	39.5	45.4	35.9	42.0	46.9	42.0	42.0	42.0	42.0	46.9
24	GANANCIA DE ANTENA EN B [DBI]	35.9	39.5	45.4	35.9	42.0	46.9	42.0	42.0	42.0	42.0	46.9
25	GANANCIA DE ANTENA [DBI]	71.8	79.0	90.8	71.8	84.0	93.8	84.0	84.0	84.0	84.0	93.8
26	POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
27	NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-39.9	-41.8	-27.5	-33.3	-39.6	-28.7	-40.2	-31.4	-40.8	-43.5	-29.5
28	THRESHOLD (BER=10^-4) [DBM]	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1
29	MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	35.2	33.3	47.6	41.8	35.5	46.4	34.9	43.7	34.3	31.6	45.6
30	CONDICION DE TERRENO (MT,MS,CT,MO)	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT
31	RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
32	10^-5/S^1.3	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010
33	KQ	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040
34	PR.USA	0.0092698	3.0641639	0.6455849	0.0224471	1.9038207	1.4366118	2.2709012	0.2997026	1.7688501	3.1601120	1.1989075
35	FACTOR DE REDUCCION	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	PR (PR,USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.0092698	3.0641639	0.6455849	0.0224471	1.9038207	1.4366118	2.2709012	0.2997026	1.7688501	3.1601120	1.1989075
37	PM	0.0018540	0.6128328	0.1291170	0.0044894	0.3807641	0.2873224	0.4541802	0.0599405	0.3537700	0.6320224	0.2397815
38	PROB.DE DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH (PR) [%]	0.92698	306.41639	64.55849	2.24471	190.38207	143.66118	227.09012	29.97026	176.88501	316.01120	119.89075
39	PROB.OF DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH (PM) [%]	0.18540	61.28328	12.91170	0.44894	38.07641	28.73224	45.41802	5.99405	35.37700	63.20224	23.97815
40	NF [DB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
41	SIMBOL RATE [MHZ]	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
42	RUIDO TERMICO C/N [DB]	57.7	55.8	70.1	64.3	58.0	68.9	57.4	66.3	56.8	54.1	68.1
43	INTERFERENCIA D/U [DB]											
44	THRESHOLD (BER=10^-4) [DB]	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
45	MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	35.2	33.3	47.6	41.8	35.5	46.4	34.9	43.7	34.3	31.6	45.6
46	PN [%]	0.0002818	0.1428499	0.0011274	0.0001474	0.0534569	0.0032968	0.0731684	0.0012667	0.0664781	0.2179704	0.0033267

ANEXO 5.5 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

	NUMERO DE SALTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	ESTACION A	TARAPOTO	C.ESCALERA	LOMA 160	LOMA YURIMAGUAS	LOMA YURIMAGUAS	STA CRUZ	LAGUNAS	PTA. ARENAS	COTA 92	SAN JOSE DE SARAMUROS	SANTA ROSA
	ESTACION B	C.ESCALERA	LOMA 160	LOMA YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	STA CRUZ	LAGUNAS	PTA. ARENAS	COTA 92	SAN JOSE DE SARAMUROS	SANTA ROSA	CHAPAJILLA
47	TAU (MEAN VALUE) [NS]	0.0026659	0.8812066	0.1856603	0.0064554	0.5475097	0.4131475	0.6530764	0.0861899	0.5086942	0.9087998	0.3447874
48	FACTOR DE REDUCCION PARA T/D	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
49	PARAMETRO K1 NORMALIZADO	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
50	PD [%]	0.0000000	0.0020695	0.0000968	0.0000000	0.0024819	0.0010664	0.0042121	0.0000097	0.0019906	0.0113505	0.0006198
51	TIEMPO FUERA DE SERVICIO [%]	0.0002818	0.1449195	0.0012241	0.0001474	0.0559388	0.0043632	0.0773806	0.0012764	0.0684687	0.2293209	0.0039466
52	SEPARACION DE CANAL RF [MHZ]	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
53	INFD CALCULADO	65.6	6.2	277.7	226.3	12.0	161.8	9.9	148.2	9.2	4.1	142.2
54	INFD	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.1	5.0
55	IDFD	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
56	PN CON FD [%]	0.0000564	0.0285700	0.0002255	0.0000295	0.0106914	0.0006594	0.0146337	0.0002533	0.0132956	0.0526501	0.0006653
57	PD CON FD [%]	0.0000000	0.0000828	0.0000039	0.0000000	0.0000993	0.0000427	0.0001685	0.0000004	0.0000796	0.0004540	0.0000248
58	TIEMPO FUERA DE SERVICIO CON FD [%]	0.0000564	0.0286528	0.0002293	0.0000295	0.0107906	0.0007020	0.0148022	0.0002537	0.0133752	0.0531041	0.0006901
59	IMPLEMENTACION DE DIVERSIDAD DE ESPACIO (Y/N)	N	Y	N	N	Y	N	Y	N	Y	Y	N
60	ESTACION CON S/D (A OR B)	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A
61	TIPO DE ANTENA DE S/D	HPX	HPX			HPX		HPX		HPX	HPX	
62	S/D ALTURA ANTENA [M]		28.0			80.0		53.0		90.0	100.0	
63	S/D DIAMETRO DE LA ANTENA [M]		1.8			2.4		2.4		2.4	2.4	
64	S/D GANANCIA DE LA ANTENA [DBI]		39.5			42.0		42.0		42.0	42.0	
65	S/D DIFERENCIA DE ALTURA DE ANTENAS [M]		20.0			20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
66	DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]											
67	INSD CALCULADO		144.02			280.22		230.27		214.55	96.34	
68	INSD		144.02			200.00		200.00		200.00	96.34	
69	PN CON F/D + S/D [%]		0.0001984			0.0000535		0.0000732		0.0000665	0.0005465	
70	FACTOR DE REDUCCION PARA T/D		0.025			1.000		1.000		1.000	1.000	
71	PD CON FD + SD [%]		0.0000000			0.0000001		0.0000002		0.0000001	0.0000012	
			WITH S/D			WITH S/D		WITH S/D		WITH S/D	WITH S/D	
72	TIEMPO FUERA DE SERVICIO CON F/D Y S/D [%]	0.0000564	0.0001984	0.0002293	0.0000295	0.0000536	0.0007020	0.0000734	0.0002537	0.0000665	0.0005477	0.0006901
73	VALOR OBJETIVO(G.826) [%]	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000
74	MARGEN DEL SISTEMA [DB]	18.5	13.0	12.4	21.3	18.7	7.6	17.4	12.0	17.8	8.6	7.6

ANEXO 5.5 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

NUMERO DE SALTO		12	13	14	15	16	17	17	18	19
ESTACION A	CHAPAJILLA	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	LOMA SAN ANTONIO	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	LOMA SAN ANTONIO	KM 60	VARILLAL	
ESTACION B	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM 60	VARILLAL	IQUITOS	
1	FRECUENCIA [GHZ]	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770
2	CONFIGURACION	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1
3	MODULACION	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
4	CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0
5	DISTANCIA DEL SALTO [KM]	43.0	31.3	5.7	41.7	24.5	3.00	34.2	41.7	21.0
6	ELEVACION DE LA ESTACION A [M]	90	139	160	160	120	125	160	136	157
7	ELEVACION DE LA ESTACION B [M]	139	160	100	120	125	120	136	157	110
8	INCLINACION DEL TERRENO [M/KM]	0.7	0.7	13.7	2.2	1.4	19.0	0.3	0.6	5.8
9	ALTURA ANTENA EN A [M]	111	90	50	120	115	85	90	125	120
10	ALTURA ANTENA EN B [M]	90	92	32	70	75	33	105	130	45
11	LONGITUD DEL ALIMENTADOR EN A [M]	137.0	116.0	71.0	146.0	142.0	112.0	121.0	151.0	146.0
12	LONGITUD DEL ALIMENTADOR EN B [M]	116.0	118.0	44.0	91.0	102.0	50.0	122.0	156.0	70.0
13	PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR M [DB/M]	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
14	PERDIDAS POR ALIMENTADOR [DB]	11.0	10.2	5.0	10.3	10.6	7.0	10.6	13.4	9.4
15	PERDIDAS EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
16	PERDIDAS EN ESPACIO LIBRE [DB]	141.7	138.9	124.1	141.4	136.8	118.6	139.7	141.4	135.5
17	PERDIDAS ADICIONALES [DB]			10.0			10.0			
18	PERDIDAS TOTALES [DB]	157.6	154.0	144.0	156.6	152.3	140.5	155.2	159.7	149.8
19	TIPO DE ANTENA EN A	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX
20	TIPO DE ANTENA EN B	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX	HPX
21	DIAMETRO DE ANTENA EN A [M]	2.4	3.7	1.2	1.8	2.4	1.2	4.6	2.4	2.4
22	DIAMETRO DE ANTENA EN B [M]	2.4	3.7	1.2	1.8	2.4	1.2	4.6	2.4	2.4
23	GANANCIA DE ANTENA EN A [DBI]	42.0	45.4	35.9	39.5	42.0	35.9	46.9	42.0	42.0
24	GANANCIA DE ANTENA EN B [DBI]	42.0	45.4	35.9	39.5	42.0	35.9	46.9	42.0	42.0
25	GANANCIA DE ANTENA [DBI]	84.0	90.8	71.8	79.0	84.0	71.8	93.8	84.0	84.0
26	POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	30.0	33.0	33.0	33.0
27	NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-40.6	-30.2	-39.2	-44.6	-35.3	-38.7	-28.4	-42.7	-32.8
28	THRESHOLD (BER=10^-4) [DBM]	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1
29	MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	34.5	44.9	35.9	30.5	39.8	36.4	46.7	32.4	42.3
30	CONDICION DE TERRENO (MT,MS,CT,MO)	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT
31	RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
32	10^-5/S^1.3	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010	0.0000010
33	KQ	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040	0.0000040
34	PR.USA	2.1487271	0.8287221	0.0050050	1.9596751	0.3974424	0.0007297	1.0810710	1.9596751	0.2502844
35	FACTOR DE REDUCCION	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	PR (PR,USA X FACTOR DE REDUCCION)	2.1487271	0.8287221	0.0050050	1.9596751	0.3974424	0.0007297	1.0810710	1.9596751	0.2502844
37	PM	0.4297454	0.1657444	0.0010010	0.3919350	0.0794885	0.0001459	0.2162142	0.3919350	0.0500569
38	PROB.DE DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH (PR) [%]	214.87271	82.87221	0.50050	195.96751	39.74424	0.07297	108.10710	195.96751	25.02844
39	PROB.OF DESVANECIMIENTODE RAYLEIGH (PM) [%]	42.97454	16.57444	0.10010	39.19350	7.94885	0.01459	21.62142	39.19350	5.00569
40	NF [DB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
41	SIMBOL RATE [MHZ]	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
42	RUIDO TERMICO C/N [DB]	57.0	67.4	58.4	53.0	62.3	58.9	69.3	54.9	64.9
43	INTERFERENCIA D/U [DB]									
44	THRESHOLD (BER=10^-4) [DB]	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
45	MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	34.5	44.9	35.9	30.5	39.8	36.4	46.7	32.4	42.3
46	PN [%]	0.0760056	0.0026827	0.0001296	0.1756239	0.0041705	0.0000167	0.0022916	0.1119653	0.0014576

ANEXO 5.5 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

NUMERO DE SALTO		12	13	14	15	16		17	18	19
ESTACION A		CHAPAJILLA	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	LOMA SAN ANTONIO	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	LOMA SAN ANTONIO	KM 60	VARILLAL
ESTACION B		SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM 60	VARILLAL	IQUITOS
47	TAU (MEAN VALUE) [NS]	0.6179410	0.2383278	0.0014393	0.5635725	0.1142983	0.0002098	0.3108995	0.5635725	0.0719780
48	FACTOR DE REDUCCION PARA T/D	1.0	1.0	0.2	1.0	1.0	0.2	1.0	1.0	0.7
49	PARAMETRO K1 NORMALIZADO	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
50	PD [%]	0.0035682	0.0002047	0.0000000	0.0027068	0.0000226	0.0000000	0.0004544	0.0027068	0.0000038
51	TIEMPO FUERA DE SERVICIO [%]	0.0795738	0.0028874	0.0001296	0.1783307	0.0041930	0.0000167	0.0027460	0.1146721	0.0014614
52	SEPARACION DE CANAL RF [MHZ]	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
53	INFD CALCULADO	9.2	137.8	94.6	3.7	54.3	203.1	192.6	5.9	114.2
54	INFD	5.0	5.0	5.0	3.7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
55	IDFD	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
56	PN CON FD [%]	0.0152011	0.0005365	0.0000259	0.0470020	0.0008341	0.0000033	0.0004583	0.0223931	0.0002915
57	PD CON FD [%]	0.0001427	0.0000082	0.0000000	0.0001083	0.0000009	0.0000000	0.0000182	0.0001083	0.0000002
58	TIEMPO FUERA DE SERVICIO CON FD [%]	0.0153438	0.0005447	0.0000259	0.0471103	0.0008350	0.0000033	0.0004765	0.0225013	0.0002917
59	IMPLEMENTACION DE DIVERSIDAD DE ESPACIO (Y/N)	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N
60	ESTACION CON S/D (A OR B)	A			A					
61	TIPO DE ANTENA DE S/D	HPX			HPX				HPX	
62	S/D ALTURA ANTENA [M]	91.0			100.0				105.0	
63	S/D DIAMETRO DE LA ANTENA [M]	2.4			1.8				2.4	
64	S/D GANANCIA DE LA ANTENA [DBI]	42.0			39.5				42.0	
65	S/D DIFERENCIA DE ALTURA DE ANTENAS [M]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
66	DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]									
67	INSD CALCULADO	213.65			86.95				136.39	
68	INSD	200.00			86.95				136.39	
69	PN CON F/D + S/D [%]	0.0000760			0.0005405				0.0001642	
70	FACTOR DE REDUCCION PARA T/D	1.000			1.000				1.000	
71	PD CON FD + SD [%]	0.0000002			0.0000001				0.0000001	
		WITH S/D			WITH S/D				WITH S/D	
72	TIEMPO FUERA DE SERVICIO CON F/D Y S/D [%]	0.0000762	0.0005447	0.0000259	0.0005406	0.0008350	0.0000033	0.0004765	0.0001643	0.0002917
73	VALOR OBJETIVO(G.826) [%]	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000	0.0040000
74	MARGEN DEL SISTEMA [DB]	17.2	8.7	21.9	8.7	6.8	30.8	9.2	13.9	11.4

ANEXO 5.6

DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO DE LARGA DISTANCIA
NACIONAL

ANEXO 5.6
DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO DE LARGA DISTANCIA NACIONAL

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITOS	Población Atendida por red troncal 2000	Porcentaje Población Atendida	Tráfico E1s fuera de Loreto	Estación Terminal
TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
LORETO	777965	100.00%	37	
MAYNAS	506045	65.05%	24	IQUITOS
IQUITOS	331548			
ALTO NANAY	2459			
FERNANDO LORES	18737			
INDIANA	16900			
LAS AMAZONAS	13869			
MAZAN	15250			
NAPO	14917			
PUNCHANA	73043			
PUTUMAYO	9788			
TORRES CAUSANA	6584			
YAQUERANA	2950			
ALTO AMAZONAS	149242	19.18%	7	
YURIMAGUAS	59733	81.91%	6	YURIMAGUAS
BALSAPUERTO	13418			
BARRANCA	11537			
CAHUAPANAS	10077			
JEBEROS	3289			
LAGUNAS	13192	18.09%	1	LAGUNAS
MANSERICHE	9600			
MORONA	1141			
PASTAZA	17118			
SANTA CRUZ	4515			
TENIENTE CESAR LOPEZ ROJAS	5622			
LORETO	64317	8.27%	3	
NAUTA	33918		2	NAUTA
PARINARI	8118			
TIGRE	5299			
TROMPETEROS	6167			
URARINAS	10815			
San Jose Saramuro			1	SJ SARAMURO
REQUENA	58361	7.50%	3	REQUENA
REQUENA	23364			
ALTO TAPICHE	1944			
CAPELO	4137			
EMILIO SAN MARTIN	4921			
MAQUIA	7829			
PUINAHUA	5053			
SAQUENA	3847			
SOPLIN	456			
TAPICHE	895			
JENARO HERRERA	5915			

ANEXO 5.7

CÁLCULOS DE CANALES E1, POR TRAMO.

**ANEXO 5.7
CÀLCULO DE CANALES E1, POR TRAMO**

TIPO DE TRÁFICO	RUTA	TARAPOTO	L YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	L YURIMAGUAS	LAGUNAS	SJ SARAMURO	L SAN ANTONIO	NAUTA	L SAN ANTONIO	REQUENA	L SAN ANTONIO	IQUITOS
		TRÁFICO DESDE/HACIA LORETO	HACIA YURIMAGUAS	6	6								
HACIA LAGUNAS	1				1								
HACIA SJ SARAMURO	1				1	1							
HACIA NAUTA	2				2	2	2	2					
HACIA REQUENA	3				3	3	3			3			
HACIA IQUITOS	24				24	24	24						24
TOTAL E1 POR TRAMO	37		6		31	30	29	2		3			24

**ANEXO 5.7
CÀLCULO DE CANALES E1, POR TRAMO**

TIPO DE TRÁFICO	RUTA	TARAPOTO	L YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	L YURIMAGUAS	LAGUNAS	SJ SARAMURO	L SAN ANTONIO	NAUTA	L SAN ANTONIO	REQUENA	L SAN ANTONIO	IQUITOS	
TRÁFICO INTER-DEPARTAMENTAL	TARAPOTO - YURIMAGUAS		2	2										
	TARAPOTO - LAGUNAS		1		1									
	TARAPOTO - SJ SARAMURO		1		1	1								
	TARAPOTO - NAUTA		1		1	1	1	1						
	TARAPOTO - REQUENA		1		1	1	1			1				
	TARAPOTO - IQUITOS		2		2	2	2						2	
	YURIMAGUAS - LAGUNAS				1	1								
	YURIMAGUAS - SJ SARAMURO				1	1	1							
	YURIMAGUAS - NAUTA				1	1	1	1	1					
	YURIMAGUAS - REQUENA				1	1	1	1			1			
	YURIMAGUAS - IQUITOS				2	2	2	2						2
	LAGUNAS - SJ SARAMURO						1							
	LAGUNAS - NAUTA						1	1	1					
	LAGUNAS - REQUENA						1	1			1			
	LAGUNAS - IQUITOS						1	1						1
	SJ SARAMURO - NAUTA							1	1					
	SJ SARAMURO - REQUENA							1			1			
	SJ SARAMURO - IQUITOS							1						1
	NAUTA - REQUENA									1	1			
	NAUTA - IQUITOS									1				1
REQUENA - IQUITOS											1		1	
TOTAL E1 POR TRAMO		8	2	6	12	14	14	4	2	5	1	8		

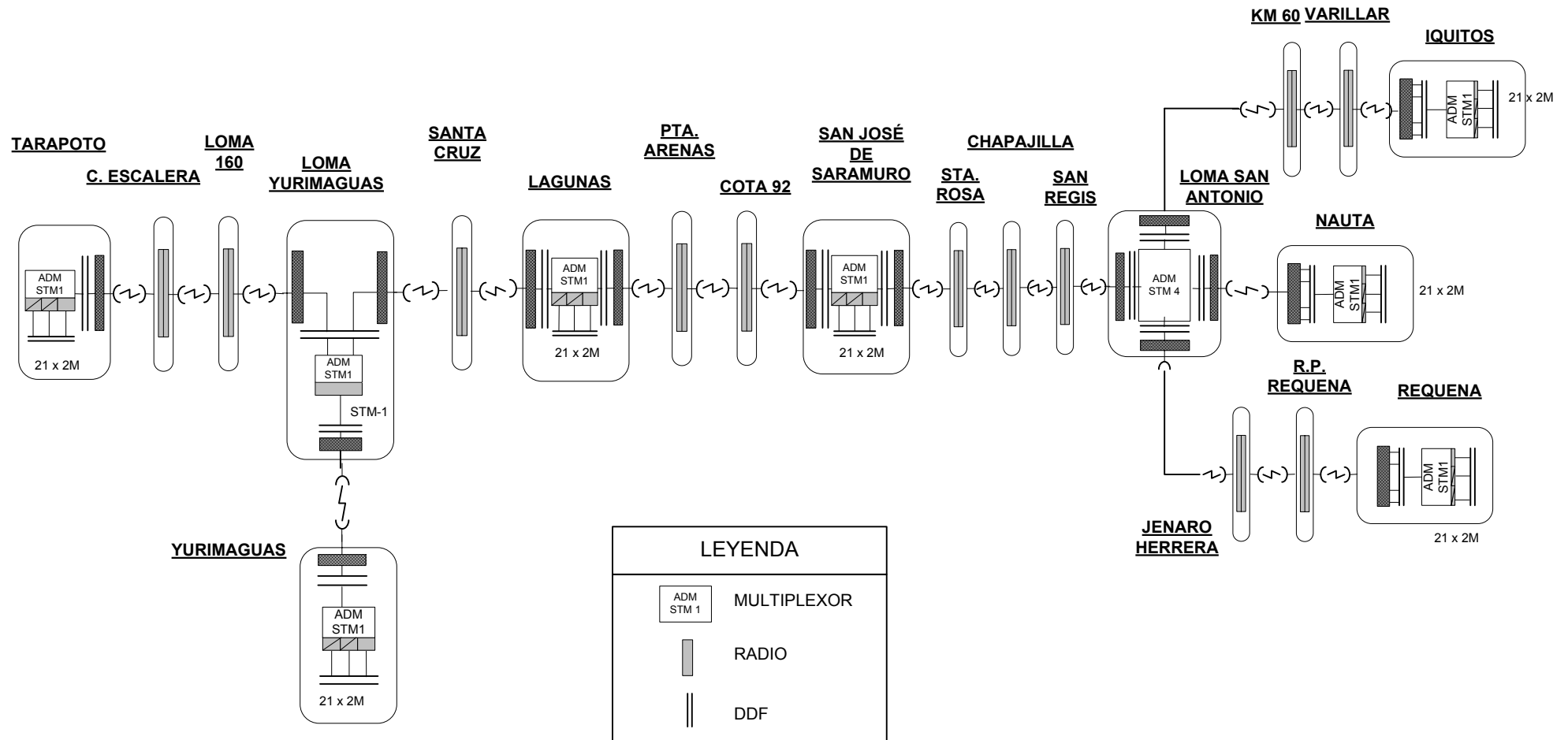
**ANEXO 5.7
CÀLCULO DE CANALES E1, POR TRAMO**

TIPO DE TRÁFICO	RUTA	TARAPOTO		L YURIMAGUAS		YURIMAGUAS		L YURIMAGUAS		LAGUNAS		SJ SARAMURO		L SAN ANTONIO		NAUTA		L SAN ANTONIO		REQUENA		L SAN ANTONIO		IQUITOS
		TRÁFICO TOTAL	LARGA DISTANCIA NACIONAL TOTAL E1 POR TRAMO		37		6				31		30		29		2				3			
LARGA DISTANCIA DEPARTAMENTAL TOTAL E1 POR TRAMO			8		2		6		12		14		14		4		2		5		1			8
TOTAL RED (E1 POR TRAMO)			45		8		6		43		44		43		6		2		8		1			32

ANEXO 5.8

CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

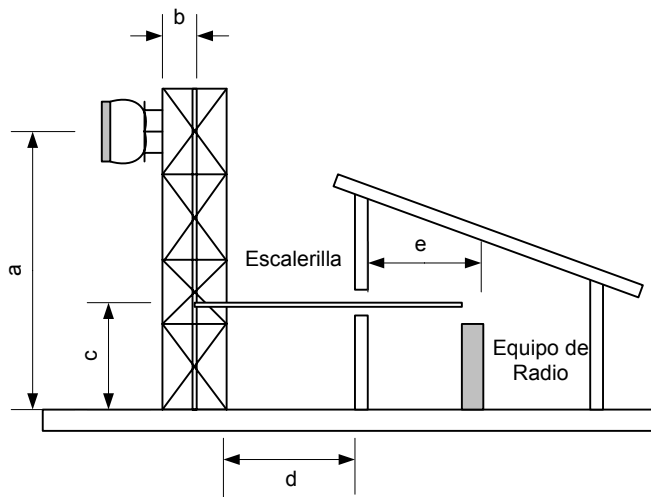
ANEXO 5.8 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES



ANEXO 5.9

CÁLCULO DE LONGITUD DE GUÍA DE ONDA

ANEXO 5.9 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE GUÍA DE ONDA



L.T. = L + MS : Longitud total

L = a + b - c + d + e

L: Longitud de la guía de onda

a: Altura de la antena

M.S.: margen de seguridad

T.E.: Total por estación

A: Altura de la torre

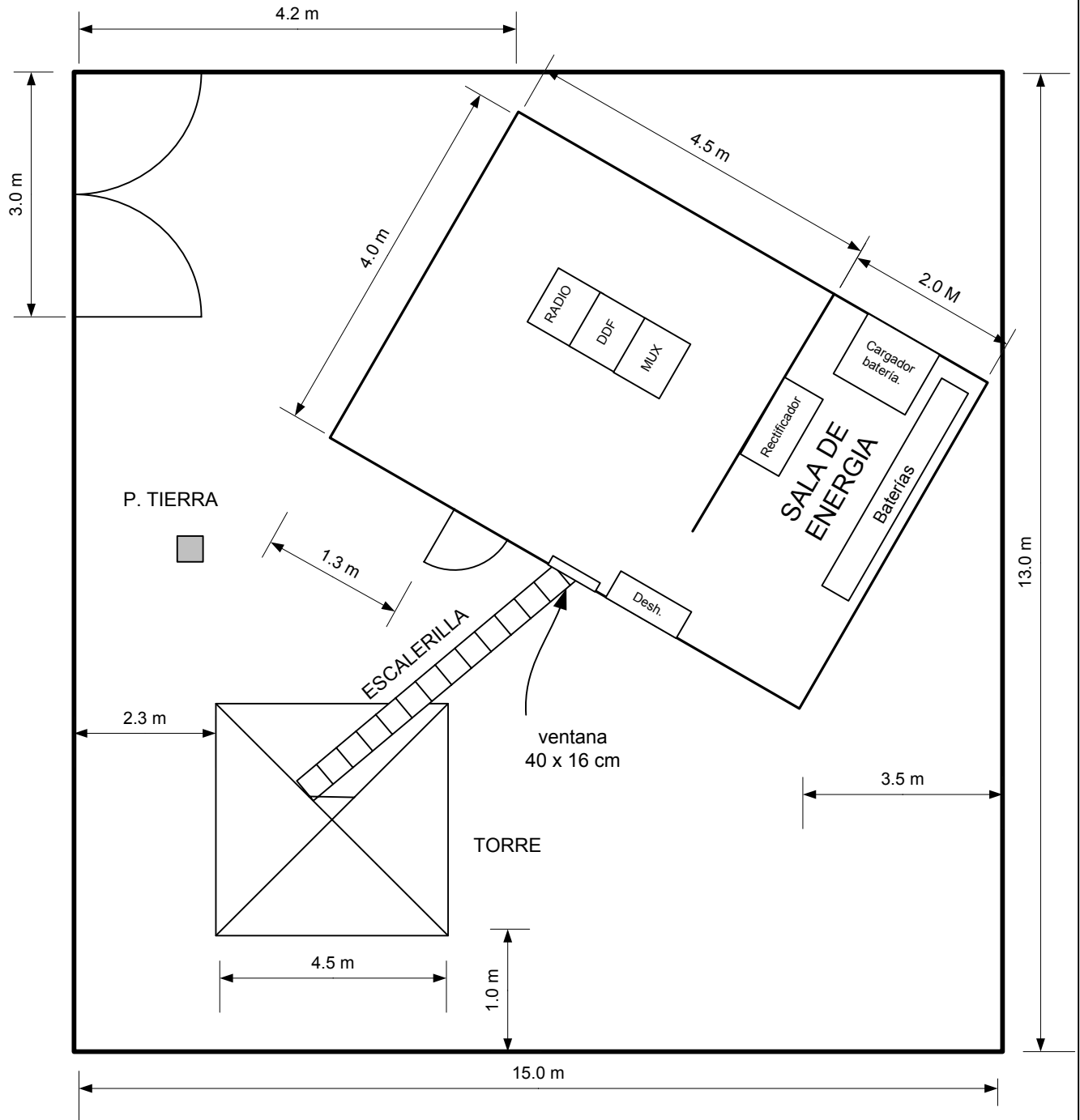
SD: Diversidad de espacio

	ESTACIÓN	DIRECCION	ALTURA TORRE (m.)	a	b	c	d	e	L	M.S.	L.T.	SD	T. E.
1	TARAPOTO	ESCALERA	25	25	1	2	5	3	32	11	43		43
2	ESCALERA	TARAPOTO	50	35	1	2	5	3	42	5	47		
3	ESCALERA	LOMA 160	50	48	1	2	5	3	55	10	65	45	157
4	LOMA 160	ESCALERA	100	60	1	2	5	3	67	10	77	57	
5	LOMA 160	Loma yurimaguas	100	82	1	2	5	3	89	10	99		233
6	Loma yurimaguas	LOMA 160	110	73	1	2	5	3	80	10	90		
7	Loma yurimaguas	YURIMAGUAS	110	45	1	2	5	3	52	10	62		
8	Loma yurimaguas	STA. CRUZ	110	100	1	2	5	3	107	10	117	97	366
9	YURIMAGUAS	Loma yurimaguas	36	34	1	2	5	3	41	5	46		46
10	STA. CRUZ	Loma yurimaguas	135	104	1	2	5	3	111	10	121	101	
11	STA. CRUZ	LAGUNAS	135	125	1	2	5	3	132	10	142		364
12	LAGUNAS	STA. CRUZ	75	73	1	2	5	3	80	10	90		
13	LAGUNAS	PTA. ARENAS	75	73	1	2	5	3	80	10	90	70	250
14	PTA. ARENAS	LAGUNAS	135	133	1	2	5	3	140	10	150	130	
15	PTA. ARENAS	COTA 92	135	70	1	2	5	3	77	10	87		367
16	COTA 92	PTA. ARENAS	120	68	1	2	5	3	75	10	85		
17	COTA 92	SARAMURO	120	110	1	2	5	3	117	10	127	107	319
18	SARAMURO	COTA 92	130	110	1	2	5	3	117	10	127	107	
19	SARAMURO	SANTA ROSA	130	120	1	2	5	3	127	10	137	117	488
20	SANTA ROSA	SARAMURO	130	122	1	2	5	3	129	10	139	119	
21	SANTA ROSA	CHAPAJILLA	130	100	1	2	5	3	107	10	117		375
22	CHAPAJILLA	SANTA ROSA	120	111	1	2	5	3	118	10	128		
23	CHAPAJILLA	SN. REGIS	120	111	1	2	5	3	118	10	128	108	364
24	SN. REGIS	CHAPAJILLA	100	90	1	2	5	3	97	10	107	87	
25	SN. REGIS	SN. ANTONIO	100	90	1	2	5	3	97	10	107		301
26	SN. ANTONIO	SN. REGIS	130	92	1	2	5	3	99	10	109		
27	SN. ANTONIO	NAUTA	130	50	1	2	5	3	57	10	67		
28	SN. ANTONIO	KM 60	130	95	1	2	5	3	102	15	117		
29	SN. ANTONIO	JENARO HERRERA	130	120	1	2	5	3	127	15	142	122	557
30	NAUTA	SN. ANTONIO	35	32	1	2	5	3	39	5	44		44
31	JENARO HERRERA	SN. ANTONIO	120	70	1	2	5	3	77	10	87	67	
32	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	120	115	1	2	5	3	122	10	132		286
33	R.P. REQUENA	REQUENA	90	85	1	2	5	3	92	10	102		
34	R.P. REQUENA	JENARO HERRERA	90	75	1	2	5	3	82	10	92		194
35	REQUENA	R.P. REQUENA	35	33	1	2	5	3	40	5	45		45
36	KM 60	SN. ANTONIO	130	96	1	2	5	3	103	10	113		
37	KM 60	VARILLAR	130	125	1	2	5	3	132	10	142	122	377
38	VARILLAR	KM 60	135	130	1	2	5	3	137	10	147	127	
39	VARILLAR	IQUITOS	135	120	1	2	5	3	127	10	137		411
40	IQUITOS	VARILLAR	50	47	1	2	5	5	56	10	66		66

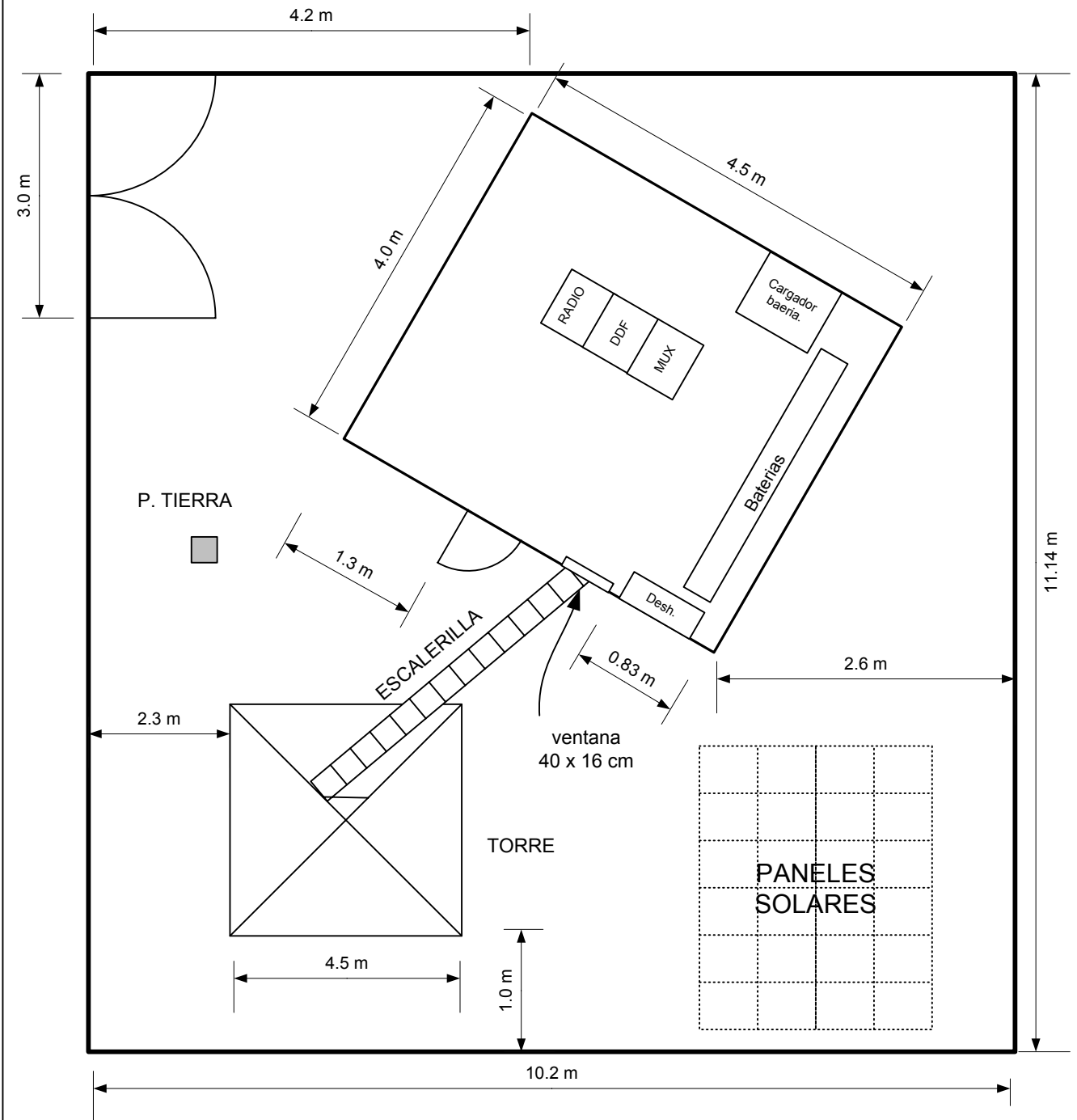
ANEXO 5.10

PLANO TÍPICO DE CASETAS (FLOOR LAYOUT)

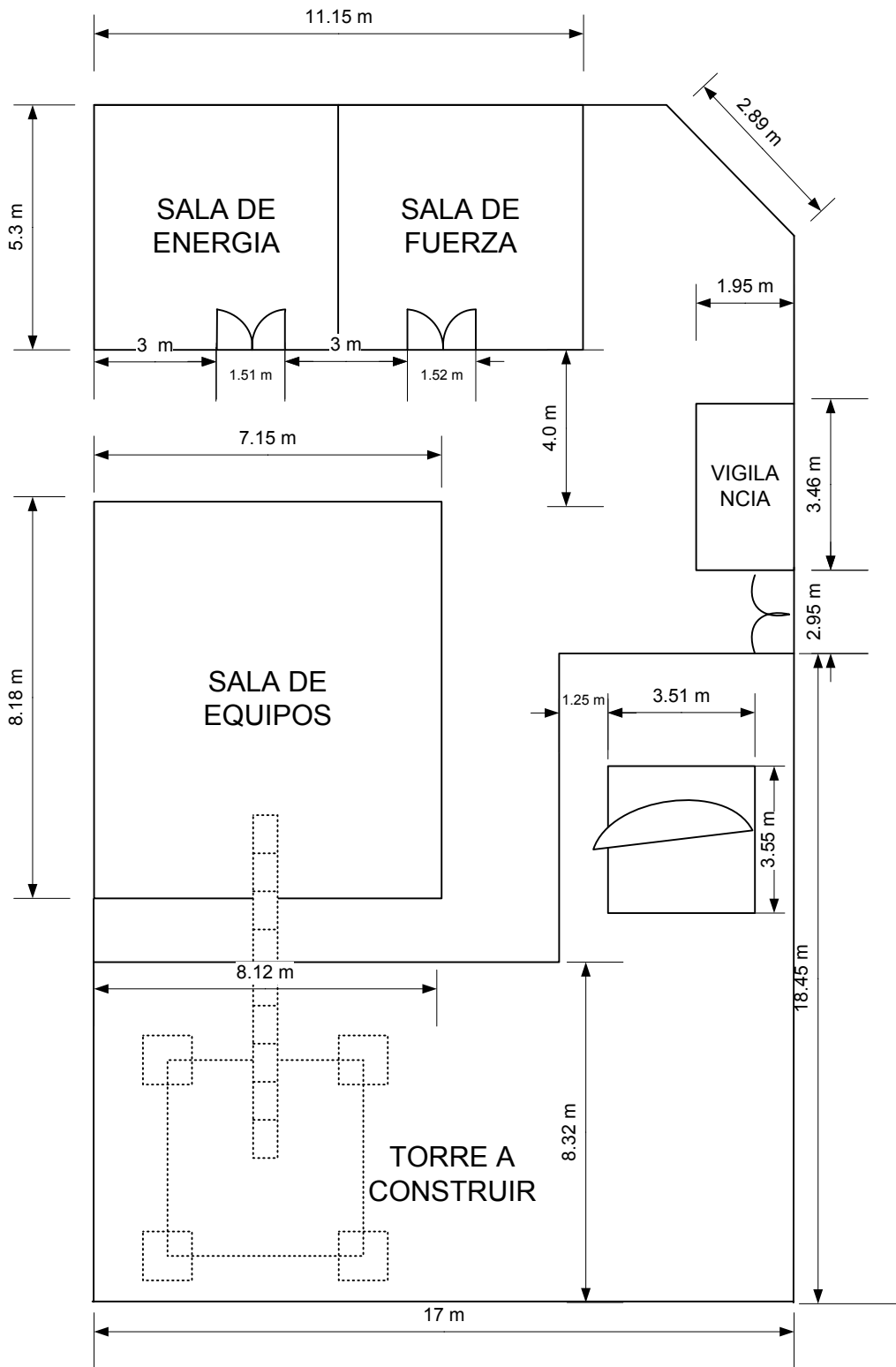
ANEXO 5.10 - A: PLANO TÍPICO DE ESTACIÓN ALIMENTADA CON ENERGÍA DE LA RED AC



ANEXO 5.10 - B: PLANO TÍPICO DE ESTACIÓN ALIMENTADA CON ENERGÍA SOLAR

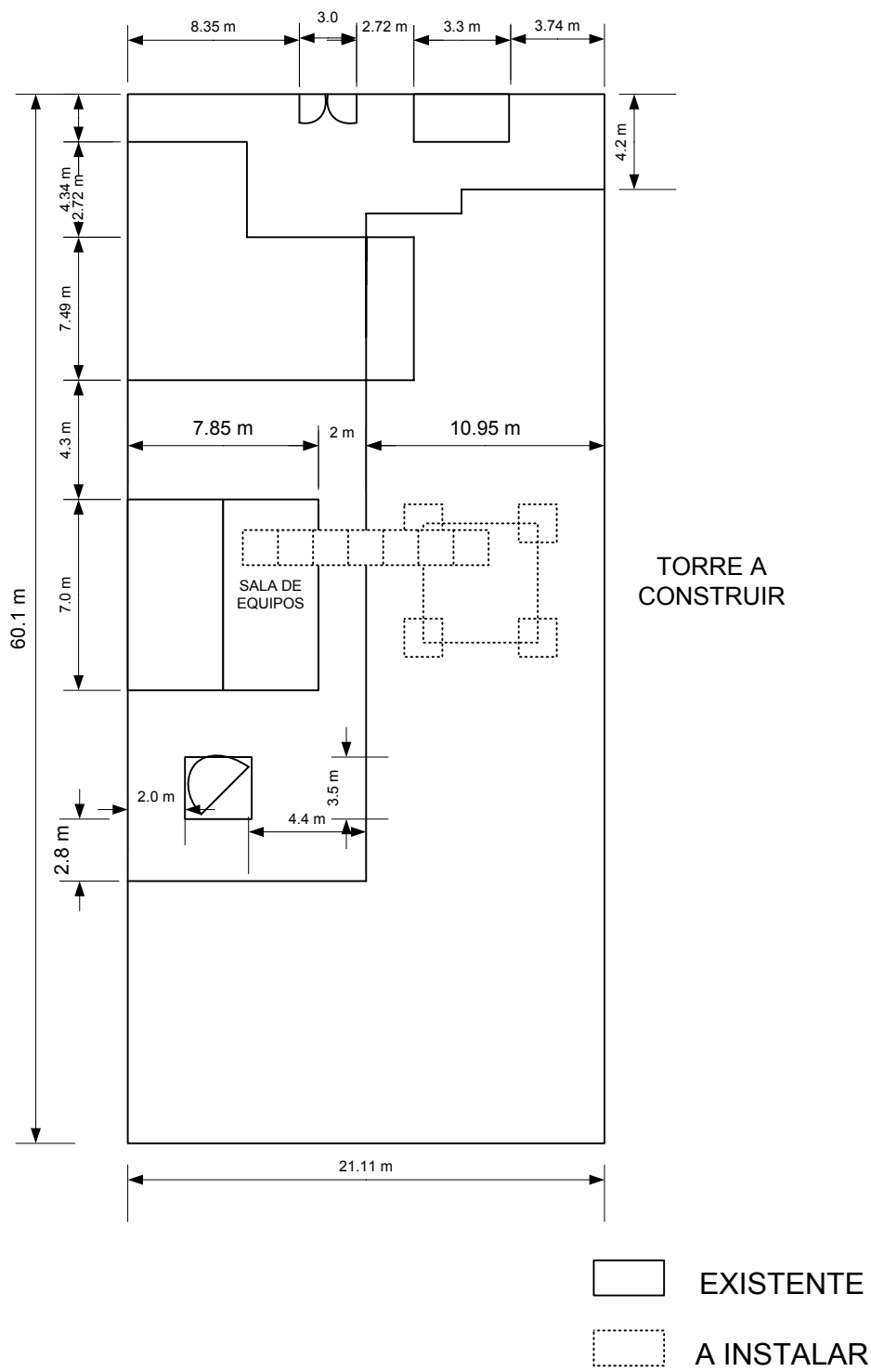


ANEXO 5.10 - C: PLANO DE ESTACIÓN EXISTENTE NAUTA

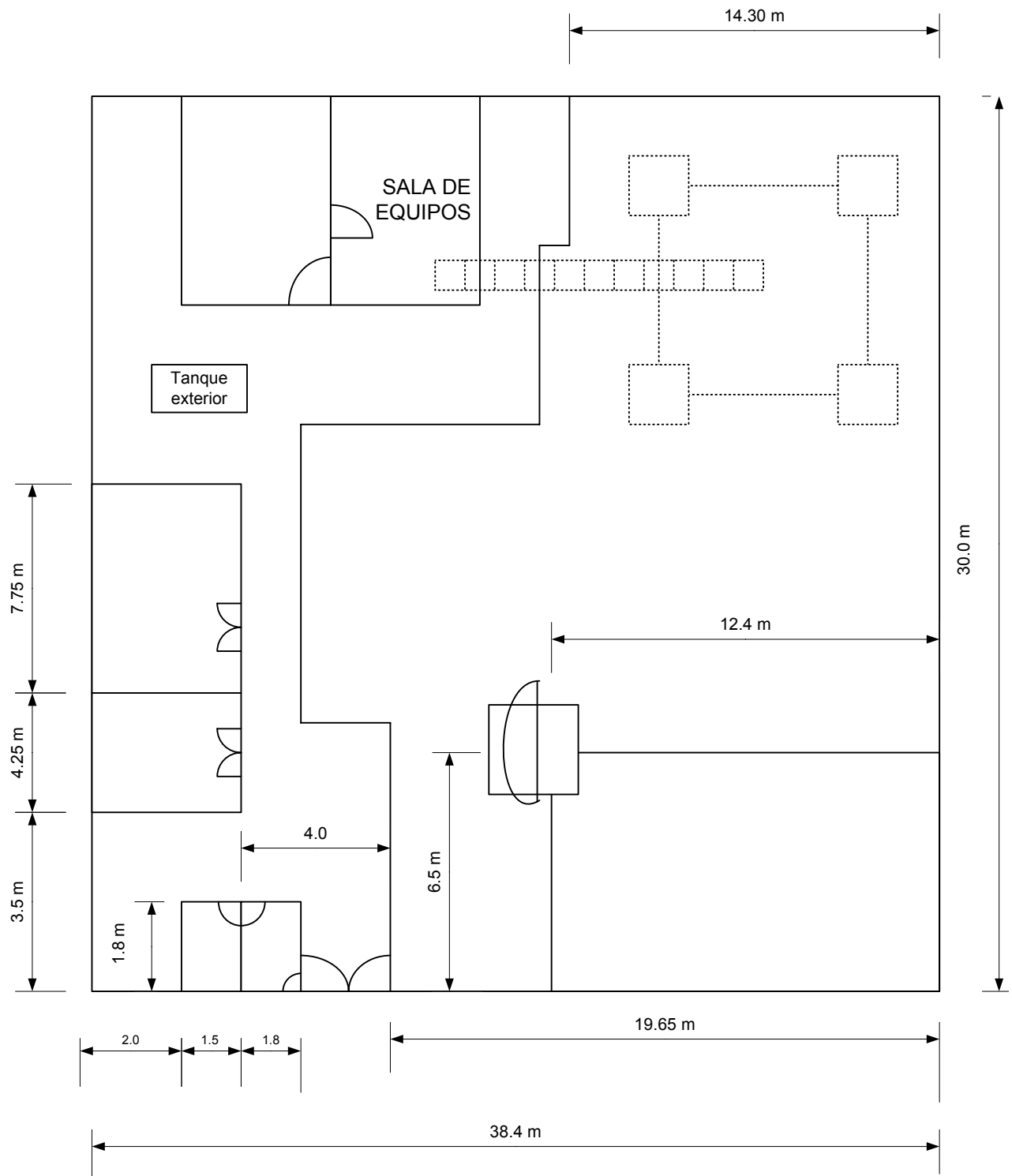


EXISTENTE
 A INSTALAR

ANEXO 5.10 - D: PLANO DE ESTACIÓN EXISTENTE LAGUNAS



ANEXO 5.10 - E PLANO DE ESTACIÓN EXISTENTE REQUENA

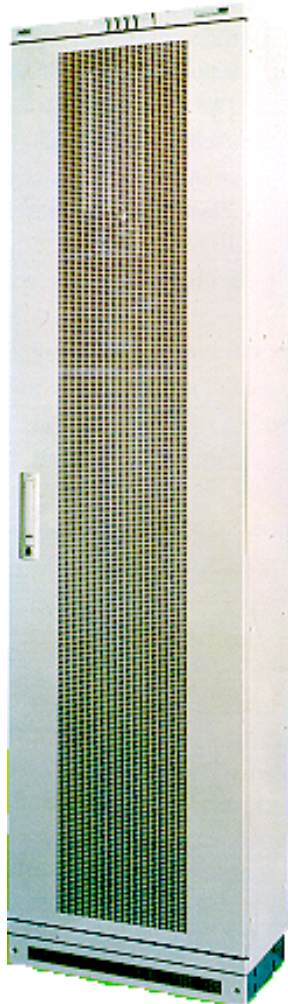


EXISTENTE
A INSTALAR

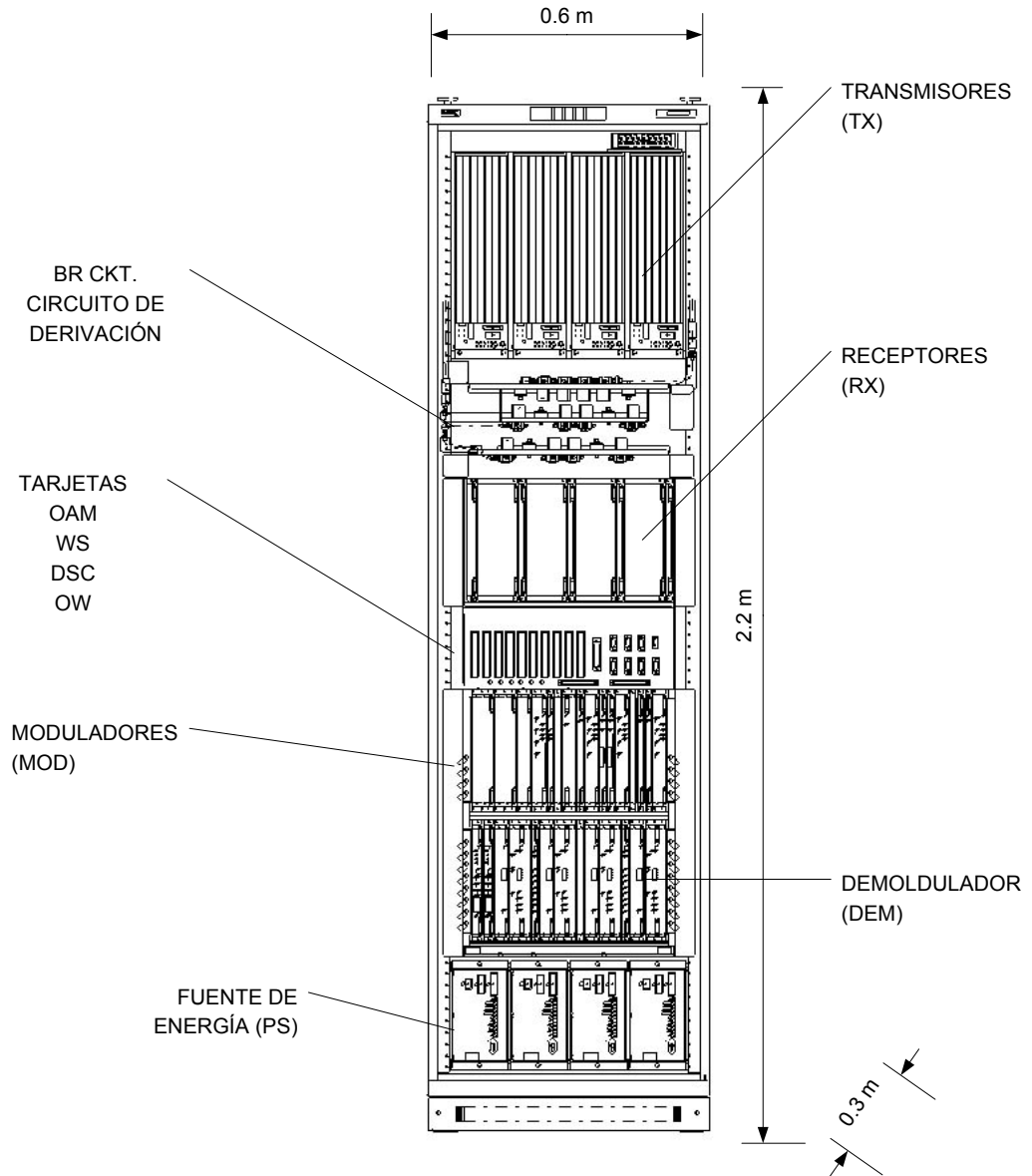
ANEXO 5.11

VISTA FRONTAL DE BASTIDORES DE RADIO

VISTA EXTERNA DE UN BASTIDOR ETSI



CONFIGURACIÓN TÍPICA DE UN BASTIDOR ETSI



ESTACIÓN TARAPOTO

ESTACIÓN C. ESCALERA

A C. ESCALERA

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

A TARAPOTO

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

A LOMA 160

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX:	TRANSMISOR	PS:	POWER SUPPLY
RX:	RECEPTOR	P:	PROTECCIÓN
BR:	CIRCUITO DE DERIVACIÓN	R1:	REGULAR
MOD:	MODULADOR	WS:	WAY SIDE
REP:	REPETIDOR	DSC:	DIGITAL SERVICE CHANEL
OAM:	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OW:	ORDER WAY
DEM:	DEMODULADOR	SD:	DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN LOMA 160

A C. ESCALERA

A LOMA YURIMAGUAS

TX P	TX R1			TX P	TX R1		
BR CKT. SD				BR CKT.			
RX P SD	RX R1 SD			RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW	OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1			MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1			DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS			PS	PS		

ESTACIÓN LOMA YURIMAGUAS

A LOMA 160

A YURIMAGUAS

A SANTA CRUZ

TX P	TX R1			TX P	TX R1			TX P	TX R1		
BR CKT.				BR CKT.				BR CKT. SD			
RX P	RX R1			RX P	RX R1			RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW	OAM	WS	DSC	OW	OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1			MOD REP P	MOD REP R1			MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1			DEM REP P	DEM REP R1			DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS			PS	PS			PS	PS		

TX:	TRANSMISOR	PS:	POWER SUPPLY
RX:	RECEPTOR	P:	PROTECCIÓN
BR:	CIRCUITO DE DERIVACIÓN	R1:	REGULAR
MOD:	MODULADOR	WS:	WAY SIDE
REP:	REPETIDOR	DSC:	DIGITAL SERVICE CHANEL
OAM:	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OW:	ORDER WAY
DEM:	DEMODULADOR	SD:	DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN SANTA CRUZ

A LOMA YURIMAGUAS

A LAGUNAS

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

ESTACIÓN LAGUNAS

A SANTA CRUZ

A PUNTA ARENAS

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX: TRANSMISOR

RX: RECEPTOR

BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN

MOD: MODULADOR

REP: REPETIDOR

OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

DEM: DEMODULADOR

PS: POWER SUPPLY

P: PROTECCIÓN

R1: REGULAR

WS: WAY SIDE

DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL

OW: ORDER WAY

SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN PUNTA ARENAS

A LAGUNAS

A COTA 92

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

ESTACIÓN COTA 92

A PUNTA ARENAS

A SAN JOSÉ DE SARAMURO

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX: TRANSMISOR
 RX: RECEPTOR
 BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN
 MOD: MODULADOR
 REP: REPETIDOR
 OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
 DEM: DEMODULADOR

PS: POWER SUPPLY
 P: PROTECCIÓN
 R1: REGULAR
 WS: WAY SIDE
 DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL
 OW: ORDER WAY
 SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN SAN JOSÉ DE SARAMURO

A COTA 92

A SANTA ROSA

TX P	TX R1				
BR CKT. SD					
RX P SD	RX R1 SD				
OAM	WS	DSC	OW		
MOD TER P	MOD TER R1				
DEM TER P	DEM TER R1				
PS	PS				

ESTACIÓN SANTA ROSA

A SAN JOSÉ DE SARAMURO

A CAHAPAJILLA

TX P	TX R1				
BR CKT. SD					
RX P SD	RX R1 SD				
OAM	WS	DSC	OW		
MOD REP P	MOD REP R1				
DEM REP P	DEM REP R1				
PS	PS				

<p>TX: TRANSMISOR</p> <p>RX: RECEPTOR</p> <p>BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN</p> <p>MOD: MODULADOR</p> <p>REP: REPETIDOR</p> <p>OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p> <p>DEM: DEMODULADOR</p>	<p>PS: POWER SUPPLY</p> <p>P: PROTECCIÓN</p> <p>R1: REGULAR</p> <p>WS: WAY SIDE</p> <p>DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL</p> <p>OW: ORDER WAY</p> <p>SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO</p>
---	--

ESTACIÓN CHAPAJILLA

A SANTA ROSA

A SAN REGIS

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

ESTACIÓN SAN REGIS

A CHAPAJILLA

A LOMA SAN ANTONIO

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX:	TRANSMISOR	PS:	POWER SUPPLY
RX:	RECEPTOR	P:	PROTECCIÓN
BR:	CIRCUITO DE DERIVACIÓN	R1:	REGULAR
MOD:	MODULADOR	WS:	WAY SIDE
REP:	REPETIDOR	DSC:	DIGITAL SERVICE CHANEL
OAM:	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OW:	ORDER WAY
DEM:	DEMODULADOR	SD:	DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN LOMA SAN ANTONIO

ESTACIÓN NAUTA

A SAN REGIS

A NAUTA

A KM 60

A JENARO HERRERA

A LOMA SAN ANTONIO

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD TER P	MOD TER R1		
DEM TER P	DEM TER R1		
PS	PS		

<p>TX: TRANSMISOR</p> <p>RX: RECEPTOR</p> <p>BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN</p> <p>MOD: MODULADOR</p> <p>REP: REPETIDOR</p> <p>OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p> <p>DEM: DEMODULADOR</p>	<p>PS: POWER SUPPLY</p> <p>P: PROTECCIÓN</p> <p>R1: REGULAR</p> <p>WS: WAY SIDE</p> <p>DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL</p> <p>OW: ORDER WAY</p> <p>SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO</p>
---	--

ESTACIÓN JENARO HERRERA

A LOMA
SAN ANTONIO

A R.P.REQUENA

TX P	TX R1			TX P	TX R1		
BR CKT. SD				BR CKT.			
RX P SD	RX R1 SD			RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW	OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1			MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1			DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS			PS	PS		

ESTACIÓN R.P. REQUENA

A JENARO
HERRERA

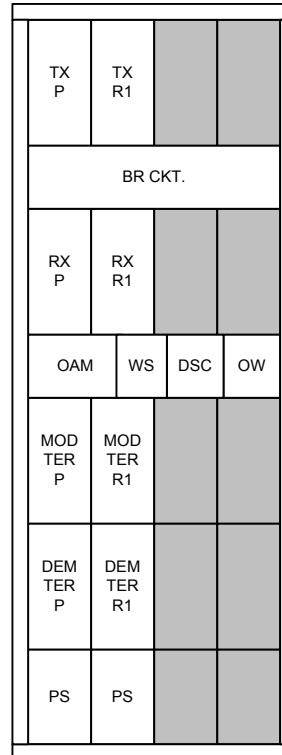
A REQUENA

TX P	TX R1			TX P	TX R1		
BR CKT.				BR CKT.			
RX P	RX R1			RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW	OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1			MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1			DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS			PS	PS		

TX:	TRANSMISOR	PS:	POWER SUPPLY
RX:	RECEPTOR	P:	PROTECCIÓN
BR:	CIRCUITO DE DERIVACIÓN	R1:	REGULAR
MOD:	MODULADOR	WS:	WAY SIDE
REP:	REPETIDOR	DSC:	DIGITAL SERVICE CHANEL
OAM:	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OW:	ORDER WAY
DEM:	DEMODULADOR	SD:	DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN REQUENA

A R.P. REQUENA



TX: TRANSMISOR

RX: RECEPTOR

BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN

MOD: MODULADOR

REP: REPETIDOR

OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

DEM: DEMODULADOR

PS: POWER SUPPLY

P: PROTECCIÓN

R1: REGULAR

WS: WAY SIDE

DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL

OW: ORDER WAY

SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO

ESTACIÓN KM. 60

A LOMA SAN ANTONIO

TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

A VARILLAR

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

ESTACIÓN VARILLAR

A KM. 60

TX P	TX R1		
BR CKT. SD			
RX P SD	RX R1 SD		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

A IQUITOS

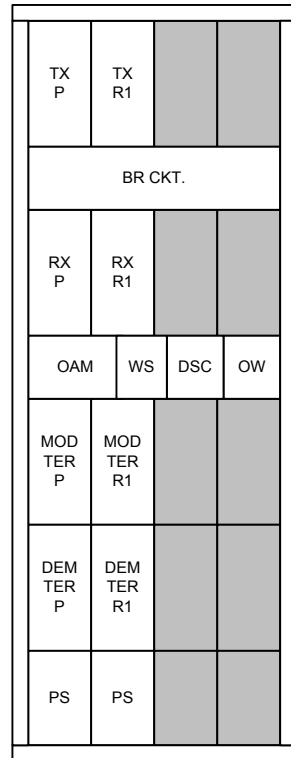
TX P	TX R1		
BR CKT.			
RX P	RX R1		
OAM	WS	DSC	OW
MOD REP P	MOD REP R1		
DEM REP P	DEM REP R1		
PS	PS		

TX: TRANSMISOR
 RX: RECEPTOR
 BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN
 MOD: MODULADOR
 REP: REPETIDOR
 OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
 DEM: DEMODULADOR

PS: POWER SUPPLY
 P: PROTECCIÓN
 R1: REGULAR
 WS: WAY SIDE
 DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL
 OW: ORDER WAY
 SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO

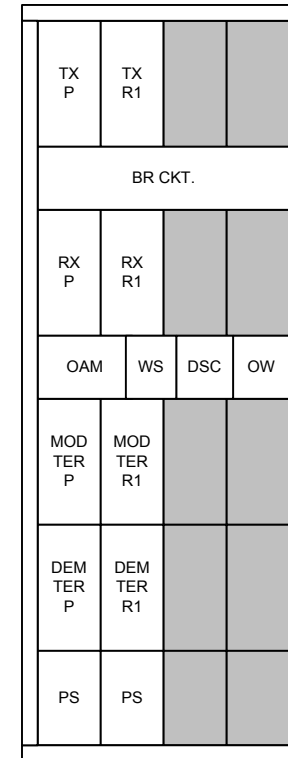
ESTACIÓN YURIMAGUAS

A LOMA YURIMAGUAS



ESTACIÓN IQUITOS

A VARILLAR



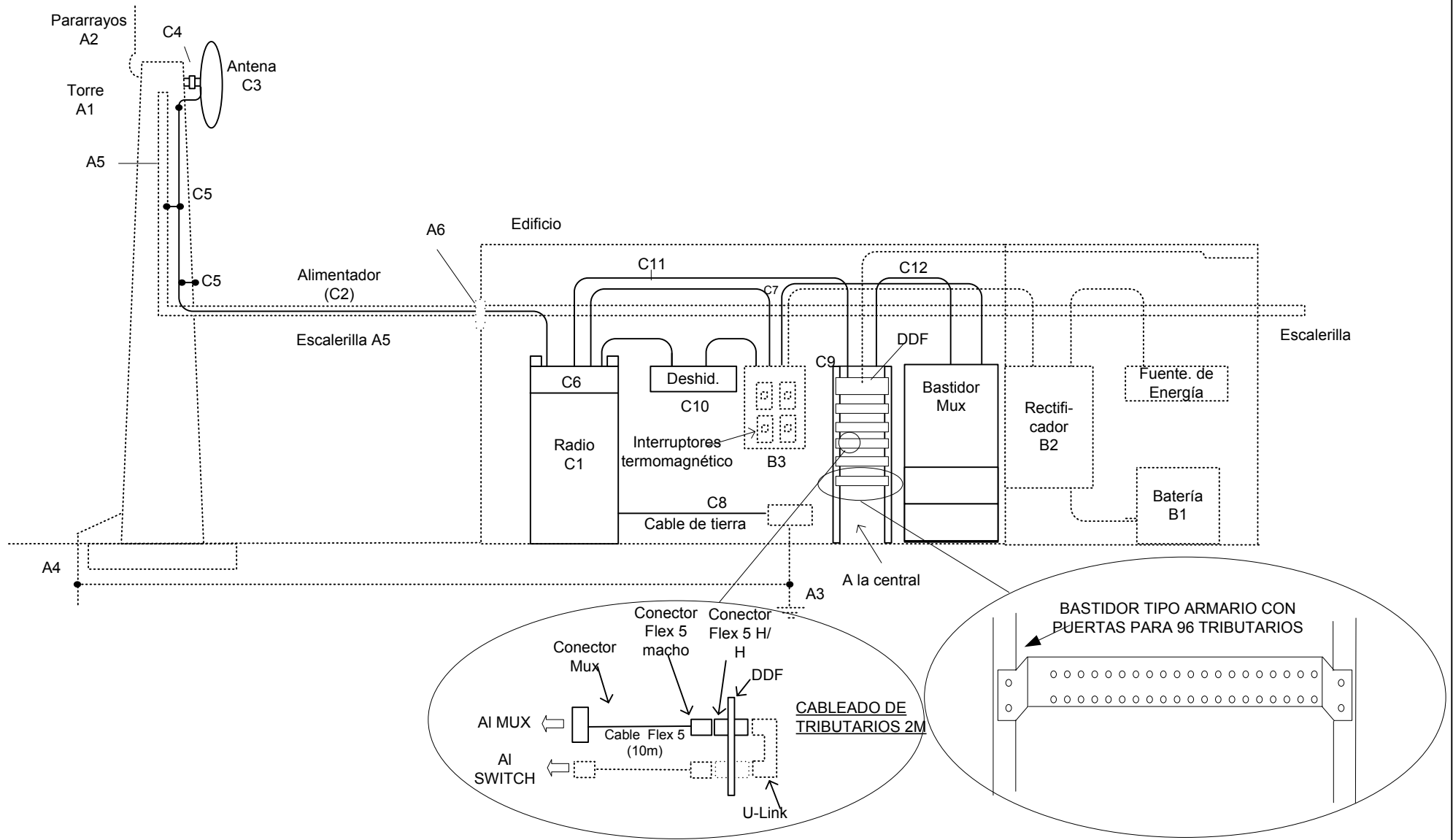
TX: TRANSMISOR
 RX: RECEPTOR
 BR: CIRCUITO DE DERIVACIÓN
 MOD: MODULADOR
 REP: REPETIDOR
 OAM: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
 DEM: DEMODULADOR

PS: POWER SUPPLY
 P: PROTECCIÓN
 R1: REGULAR
 WS: WAY SIDE
 DSC: DIGITAL SERVICE CHANEL
 OW: ORDER WAY
 SD: DIVERSIDAD DE ESPACIO

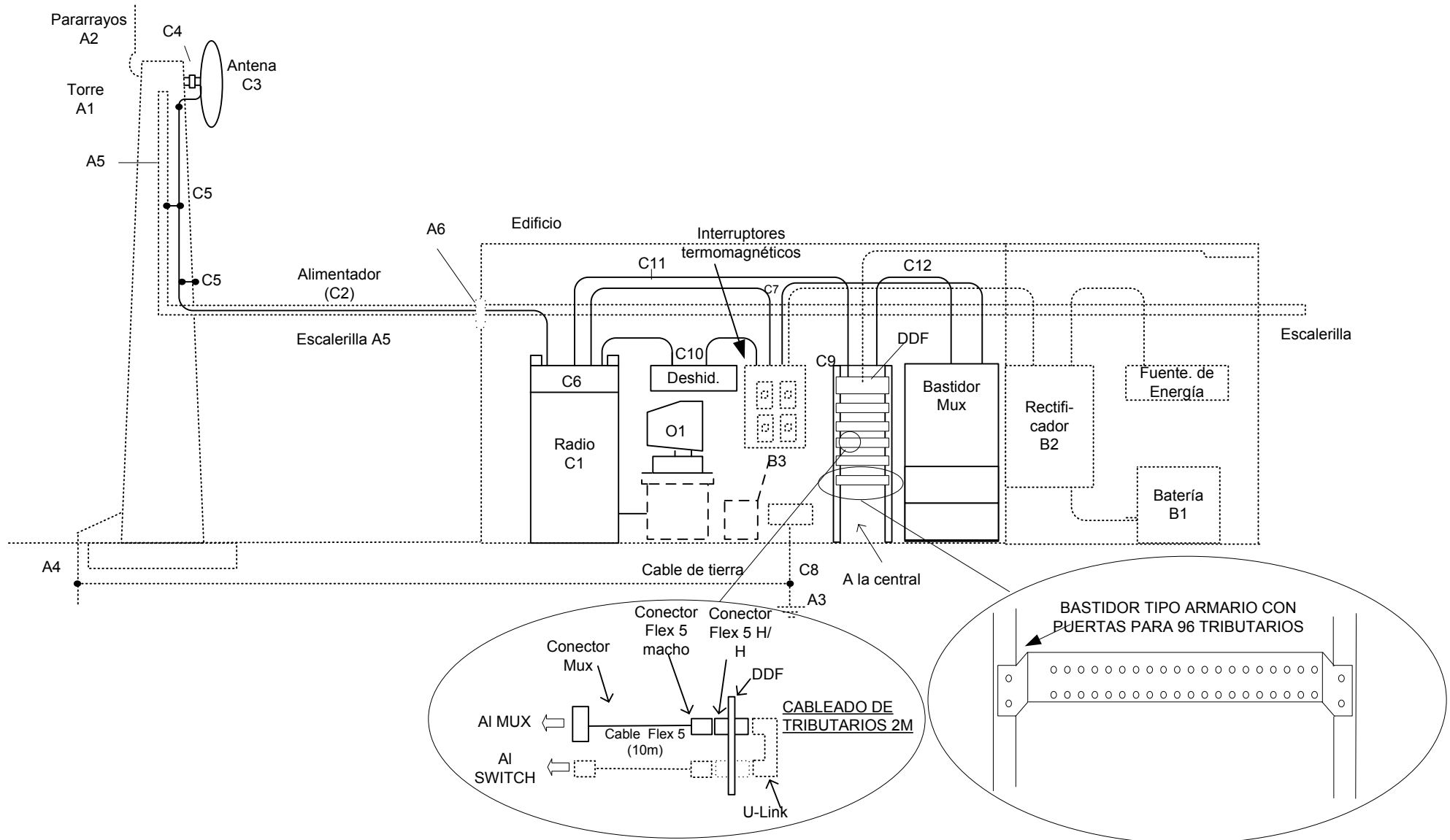
ANEXO 5.12

DIAGRAMA DE INSTALACIÓN TÍPICA

ANEXO 5.12 - A DIAGRAMA DE INSTALACIÓN TÍPICA



ANEXO 5.12 - B DIAGRAMA DE INSTALACIÓN TÍPICA PARA ESTACIÓN CON SUPERVISIÓN (ESTACIÓN TARAPOTO)

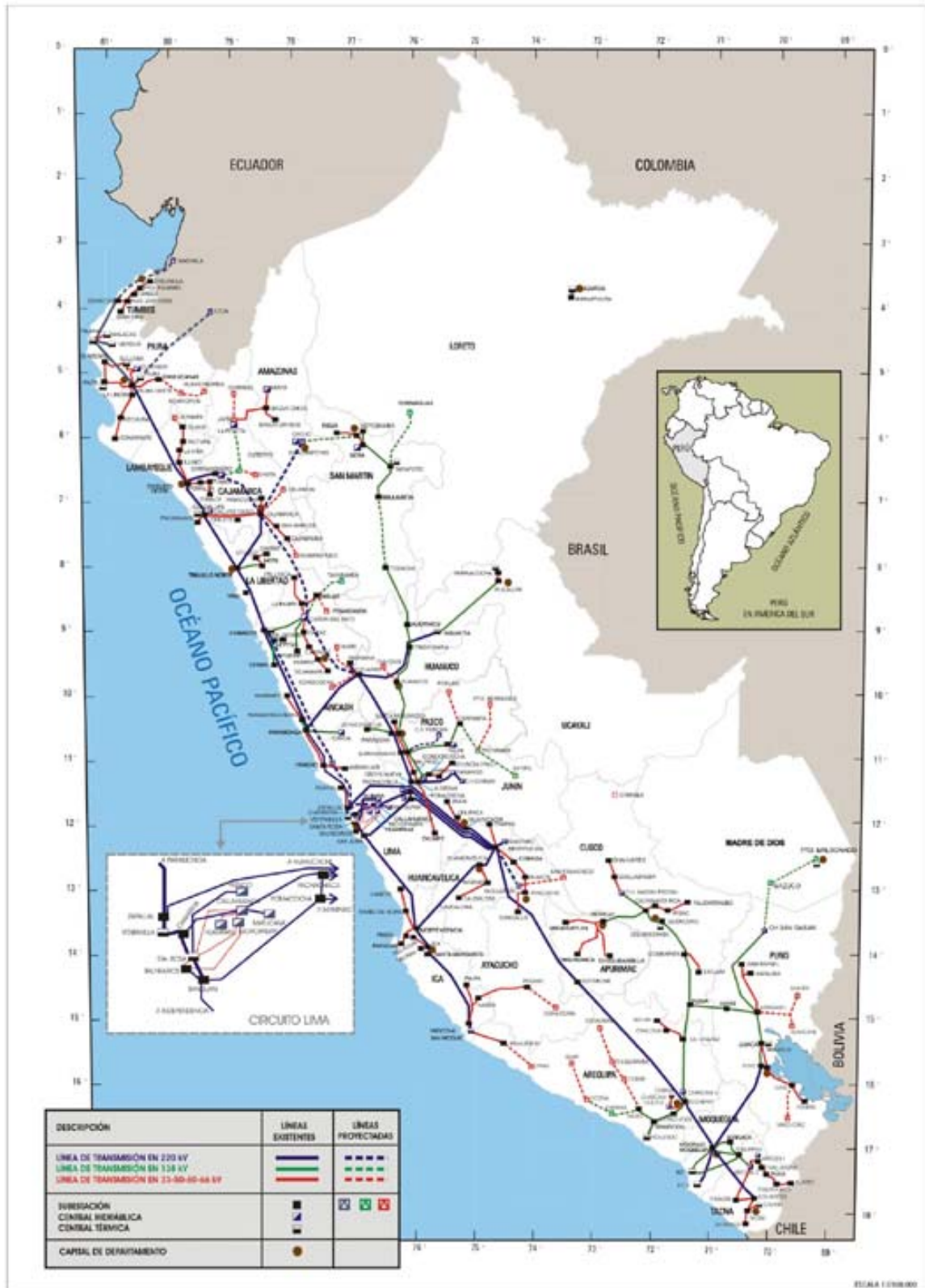


ANEXO 5.13

MAPA DE SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA

ANEXO 5.13

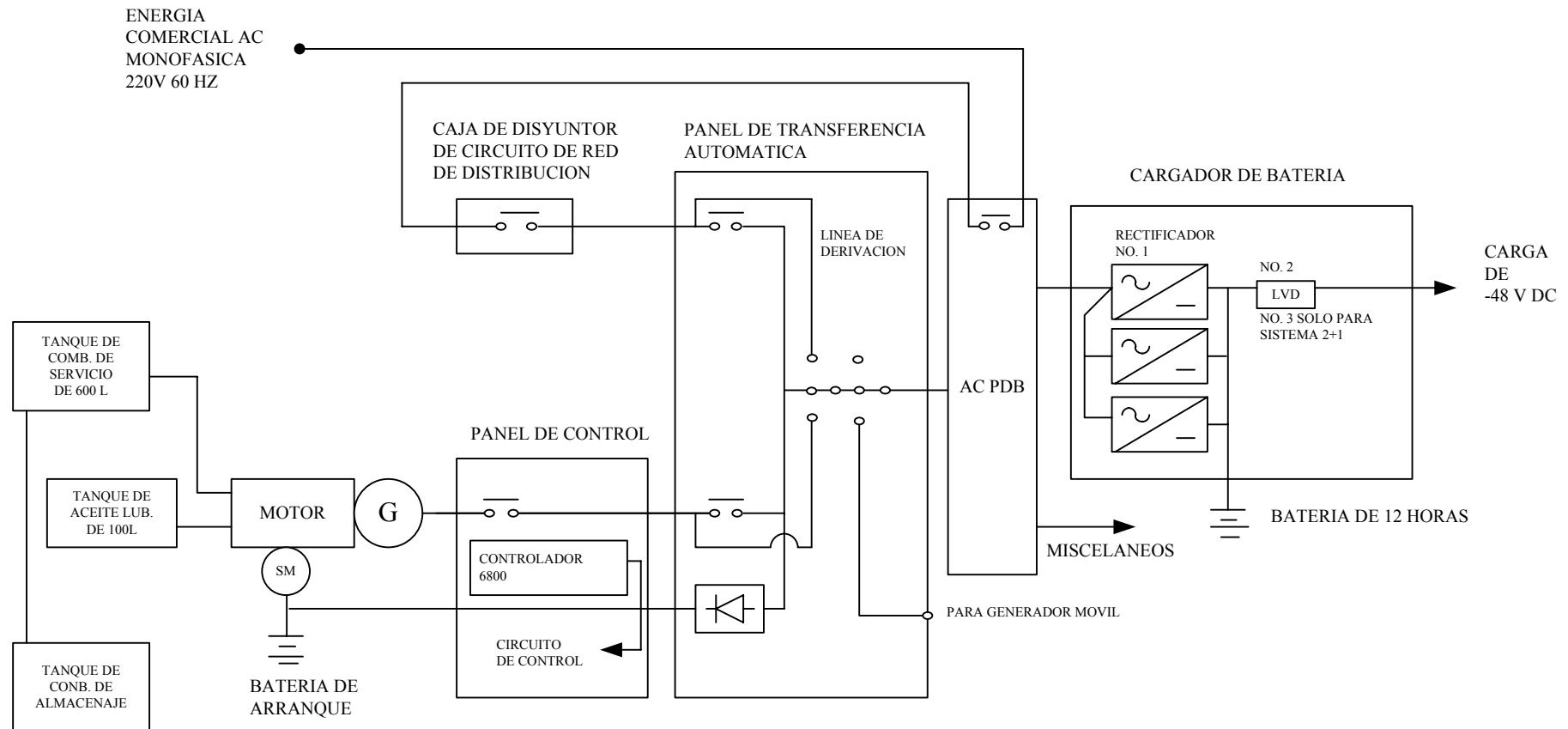
MAPA DEL SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



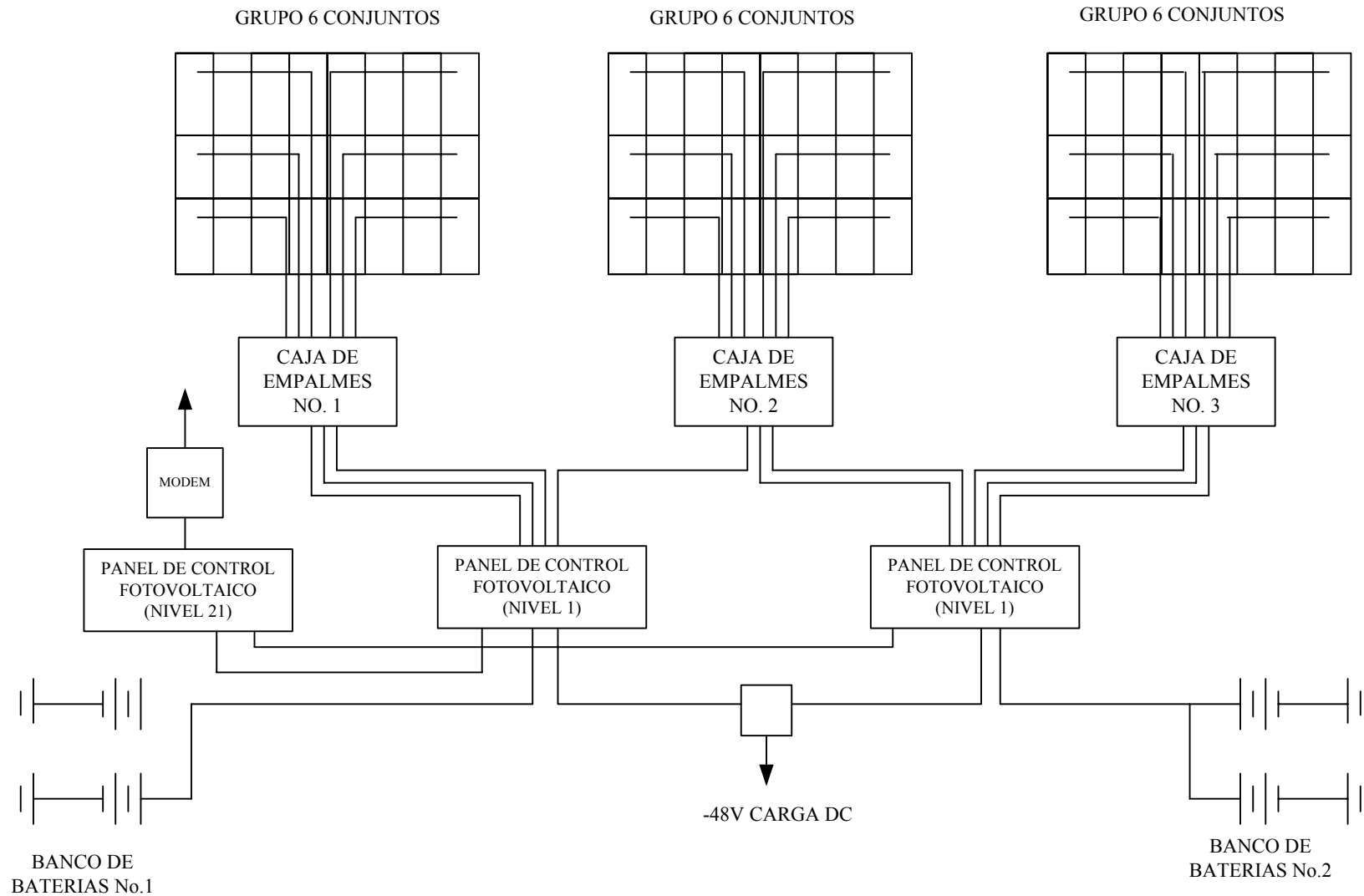
ANEXO 5.14

DIAGRAMAS TÍPICOS DE SISTEMA DE ENERGÍA

ANEXO 5.14 - A : DIAGRAMA TÍPICO DE SISTEMA DE ENERGÍA AC CON GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL



ANEXO 5.12 - B : DIGRAMA TÍPICO DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN CON ENERGÍA SOLAR



ANEXO 5.15

CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA POR ESTACIÓN

ANEXO 5.15
CONSUMO DE POTENCIA

No.
Estación
Latitud (S)
Longitud (W)
Altitud (m)

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11
TARAPOTO	C. ESCALERA	Loma 160	Loma Yurimaguas	Yurimaguas	STA. CRUZ	LAGUNAS	PTA. ARENAS	URARINAS	SN. JOSE SARAM
6'29'37	6'27'06	6'53'38	5'48'42	5'53'38	5'30'45	5'13'32	4'56'23	4'47'10	4'43'06
76'29'37	76'27'06	76'18'26	76'04'35	76'06'17	75'51'29	75'40'40	75'24'20	75'16'29	74'32'30
340	1,289	160	116	133	120	100	100	92	85

DATO DE
FABRICANTE

MODULOS DE RADIO	CONSUMO (Watts)	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	
TR (5W, 4-6GHz, w/o S/D)	55	2	110	2	110			2	110	2	110											
TR (5W, 4-6GHz, e/w S/D)	65																					
TR (10W, 4-6GHz, w/o S/D)	85			2	170	2	170	2	170			2	170	2	170	2	170	2	170	2	170	170
TR (10W, 4-6GHz, e/w S/D)	95			2	190	2	190	2	190			2	190	2	190	2	190	2	190	2	190	190
MD (Term.)	55	2	110					6	330	2	110			4	220					4	220	220
MD (Rep.)	30			4	120	4	120					4	120			4	120	4	120			
OAM&P (Term.)	47	1	47					3	141	1	47			2	94					2	94	94
OAM&P (Rep.)	32			2	64	2	64					2	64			2	64	2	64	2	64	64
DHYD	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	17
MUX STM-1	110	1	110					1	110	1	110			1	110					1	110	110
MUX STM-4	160																					
Total (Watts por estación)			394		501		561		1,068		394		561		801		561		561		801	801

ANEXO 5.15
CONSUMO DE POTENCIA

No.
Estación
Latitud (S)
Longitud (W)
Altitud (m)

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
STA. ROSA	CHAPAJILLA	SAN REGIS	SN. ANTONIO	NAUTA	KM 60	VARILLAR	IQUITOS	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA
4'29'42	4'37'54	4'29'45	4'31'51	4'30'21	4'15'08	3'53'52	3'14'48	4'54'11	5'03'00	5'03'46
74'32'30	74'16'13	73'54'43	73'37'11	73'34'29	73'37'11	73'29'20	73'14'48	73'40'01	73'50'00	73'51'24
85	91	139	160	100	136	157	110	120		100

DATO DE
FABRICANTE

MODULOS DE RADIO	CONSUMO (Watts)	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total		
TR (5W, 4-6GHz, w/o S/D)	55							2	110	2	110												
TR (5W, 4-6GHz, e/w S/D)	65																						
TR (10W, 4-6GHz, w/o S/D)	85	2	170	2	170	2	170	2	170			2	170	2	170	2	170	2	170	2	170	2	170
TR (10W, 4-6GHz, e/w S/D)	95	2	190	2	190	2	190	4	380			2	190	2	190			2	190	2	190		
MD (Term.)	55									2	110					2	110						
MD (Rep.)	30	4	120	4	120	4	120	8	240			4	120	4	120			4	120	4	120	2	60
OAM&P (Term.)	47							4	188	1	47					1	47					1	47
OAM&P (Rep.)	32	2	64	2	64	2	64					2	64	2	64			2	64	2	64		
DHYD	17	1	17	1	17	1	17	2	34	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17
MUX STM-1	110									1	110					1	110					1	110
MUX STM-4	160							1	160														
Total (Watts por estación)			561		561		561		1,282		394		561		561		454		561		561		404

ANEXO 5.16

CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR

ANEXO 5.16 CÁLCULO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

N°	ESTACIÓN	DC DEL EQUIPO		ALIMENTACIÓN DE -48 V DC				
		PROMEDIO DIARIO (W)	CORRIENTE "Ies" (A)	AUTONOMIA (k) (horas)	CAPACIDAD REQUERIDA (Cb)	BATERÍA SELECCIONADA	CAPACIDAD SOLAR REQUERIDA	CAPACIDAD SOLAR SELECCIONADA
2	C. ESCALERA	501	10.44	240	3132	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	11	6120
3	LOMA 160	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
4	Loma Yurimaguas	1068	22.25	240	6675	Dc-75-25 x 7 paralelo	23	10200
5	KM 60	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
6	STA. CRUZ	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
7	LAGUNAS	801	16.69	240	5007	Dc-75-25 x 7 paralelo	17	10200
8	PTA. ARENAS	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
9	URARINAS	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
10	SN. JOSE SARAM	801	16.69	240	5007	Dc-75-25 x 7 paralelo	17	10200
11	STA. ROSA	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
12	CHAPAJILLA	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
13	SAN REGIS	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
14	VARILLAR	561	11.69	240	3507	Dc-75-25 x 2 paralelo x 2	12	6120
15	SN. ANTONIO	1281	26.69	240	8007	Dc-75-25 x 7 paralelo	27	10200

NOTA 2: Horas de insolación pico = 6

ANEXO 5.17

CÁLCULO DE BANCO DE BATERÍAS Y RECTIFICADORES

ANEXO 5.17 DIMENSIONAMIENTO DE BATERIAS Y RECTIFICADORES

ESTACIÓN	POT.	Vdc	Vdc min	I cons.	I critica	Pot. Rectif.	T (horas)	RT	Pdc	n	Batt. Cap.	Prb	m	r	n+m+r	Total Rectif
TARAPOTO	394	48	42	9.38	14.07	800	12	20	591	0.7388	168.86	405.257	0.507	1	2.24532	3
IQUITOS	454	48	42	10.81	16.21	800	12	20	681	0.8513	194.57	466.971	0.584	1	2.43496	3
NAUTA	394	48	42	9.38	14.07	800	12	20	591	0.7388	168.86	405.257	0.507	1	2.24532	3
YURIMAGUAS	394	48	42	9.38	14.07	800	12	20	591	0.7388	168.86	405.257	0.507	1	2.24532	3
JERARO HERRERA	561	48	42	13.36	20.04	800	12	20	841.5	1.0519	240.43	577.029	0.721	1	2.77316	3
R:P:REQUENA	561	48	42	13.36	20.04	800	12	20	841.5	1.0519	240.43	577.029	0.721	1	2.77316	3
REQUENA	404	48	42	9.62	14.43	800	12	20	606	0.7575	173.14	415.543	0.519	1	2.27693	3

Potencia de equipos de comunicación

pot

Potencia para rectificarcargar

Pdc

Voltaje nominal del Sistema

Vcd

Número de rectificadores para la carga

n

Voltaje minimo del sistema

Vdc min

Capacidad de Batería Minima requerida

Batt. Cap.

corriente consumida

I cons

Potencia para recarga de baterías

Prb

Corriente critica

I crit

Número de rectificadores para la batería

m

Número de rectificadores para la redundancia

r

Tipo de Rectificador (W)

Pot. Rectif.

Número total de rectificadores del sistema

n+m+r

Autonomía del sistema

T (hours)

Tiempo de Recarga de las baterías

RT

ANEXO 5.18

CÁLCULO DE MOTOR – GENERADOR

ANEXO 5.18 CÁLCULO DEL MOTOR Y GENERADOR

N°	ESTACIÓN	CARGA AC 220			CAPACIDAD GENERADOR X 1.25	G.E.	MODELO DEL MOTOR	MODELO DEL GENERADOR
		ENTRADA CARGADOR (W)	EXISTENTE	TOTAL				
1	TARAPOTO	996	3000	3996	4995	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
2	IQUITOS	1148	3000	4148	5185	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
3	NAUTA	996	3000	3996	4995	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
4	YURIMAGUAS	996	3000	3996	4995	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
5	JENARO HERRERA	1419	3000	4419	5523	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
6	R.P. REQUENA	1419	3000	4419	5524	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G
7	REQUENA	1022	3000	4022	5027	1C SS-9.5 KW	F2L1011F	BC184G

G.E: Grupo electrogeno seleccionado

F2L1011F

Marca: KLHD

BC184G

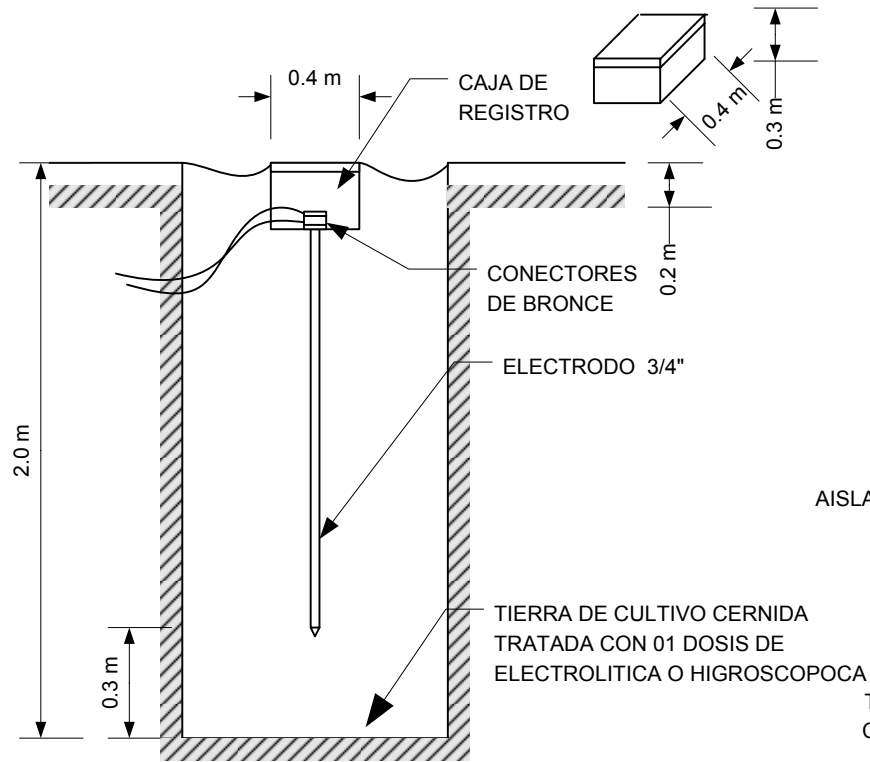
Marca Stamford

ANEXO 5.19

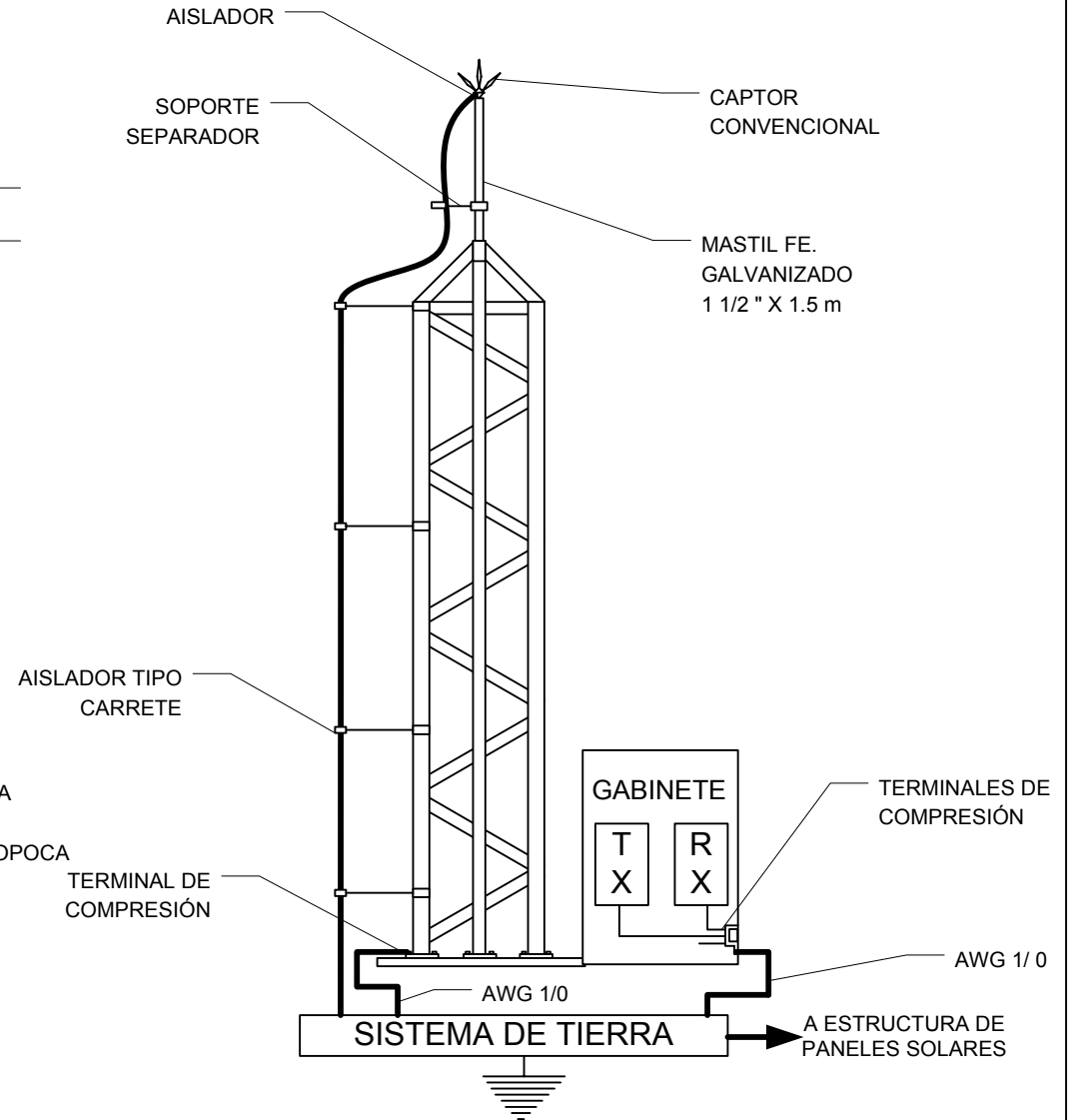
DIAGRAMA DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN
POZOS DE TIERRA Y PARA-RAYOS

ANEXO 5.19: DIAGRAMA DE SISTEMAS DE TIERRA Y PARARRAYOS

SISTEMA DE TIERRA POZO VERTICAL



PARARRAYOS



ANEXO 6.1

DETALLE DE COSTOS DE EQUIPOS POR ESTACIÓN

**RESUMEN GENERAL DE LA COTIZACION PRESUPUESTAL
RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS**

ITEM	DESCRIPCION	COSTOS TOTALES	
		M.E. (US\$ DDP)	M.N. (S/.)
1	EQUIPOS DE RADIO SDH	2,954,532.27	
2	EQUIPOS DE MULTIPLEXACIÓN	124,201.20	
3	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA	269,120.00	
4	SISTEMA DE ENERGÍA	1,779,200.00	
5	SERVICIOS DE CAPACITACIÓN RADIO (LOCAL)		55,000.00
6	SERVICIOS DE CAPACITACIÓN MULTIPLEXOR (LOCAL)		35,000.00
7	SERVICIO DE CAPACITACIÓN SISTEMA DE SUPERVISIÓN (LOCAL)		70,000.00
8	SERVICIOS DE INSTALACIÓN (RADIO MICROONDAS)		2,701,700.00
9	TRANSPORTE LOCAL		714,140.00
10	INFRAESTRUCTURA INSTALADA		8,714,000.00
TOTAL CAPEX GENERAL		5,127,053.47	12,289,840.00

RED MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.1-A - Equipos de radio Microondas

Description	Unit price US\$ FOB	15	16	17	18	19	20	21	CANT	TOTAL US\$ FOB	TOTAL US\$ DDP
		NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM. 60	VARILLAR	IQUITOS			
1 EQUIPO DE RADIO DIGITAL (SDH)											
1.1 TRANSMISOR-RECEPTOR SDH											
1.1.1 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	6,000.00	2	2	2	2	2	2	2	46	276,000.00	313,016.20
1.1.2 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	7,000.00		2	2			2		34	238,000.00	269,919.54
1.2 MODULADOR-DEMODULADOR SDH											
1.2.1 MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	7,000.00	2			1				17	119,000.00	134,959.77
1.2.2 MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	9,000.00		1			1	1		11	99,000.00	112,277.44
1.2.3 INTERFASE ELECTRICA 150MB	500.00	2			2			2	32	16,000.00	18,978.88
1.3 CIRCUITO DE DERIVACION PARA SDH											
1.3.1 6GHZ, SIN SD, 1 DIRECION (4RF)	5,000.00	1	1	1	1	1	1	1	23	115,000.00	136,410.47
1.3.2 6GHZ, CON SD, 1 DIRECION (4RF)	7,000.00		1	1		1	1		17	119,000.00	141,155.08
1.4 MATERIAL DE SISTEMA PARA SDH											
1.4.1 BASTIDOR ETSI 2.2m PARATERMINAL (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	5,500.00	1			1				16	88,000.00	104,383.68
1.4.2 BASTIDOR ETSI 2.2m X 2 PARA REPETIDORA (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	9,750.00		1	1		1	1		12	117,000.00	138,782.76
1.5 SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (LADO RADIO)											
1.5.1 MODULO OAM&P, TERMINAL 1+N, 1 RACK	6,500.00	1			1				16	104,000.00	123,362.56
1.5.2 MODULO OAM&P, REPETIDOR, 1+N, 2 RACK	7,500.00		1	1		1	1		12	90,000.00	106,756.08
1.5.3 LCT SISTEMA DE GESTIÓN ENLACE POR ENLACE	5,000.00	1			1				6	30,000.00	35,585.34
2 SISTEMA AEREO											
2.1 ANTENAS PARABOLICAS, U6GHz ANDREW (6425 -7125 GHz)											
2.1.1 HPX4-65 (HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.2M)	3,500.00	1		1	1				8	28,000.00	30,880.64
2.1.2 UHX6-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.8M)	7,000.00		1						7	49,000.00	54,041.05
2.1.3 UHX8-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:2.4M)	8,500.00		1	1		2	3	1	30	255,000.00	281,234.40
2.1.4 UHX10-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.0M)	11,000.00										
2.1.5 UHX12-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.7M)	14,000.00								4	56,000.00	61,761.24
2.1.6 UHX15-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:4.6M)	21,500.00					1			6	129,000.00	142,271.46
2.2 GUIA DE ONDA (HITACHI)											
2.2.1 GUÍA DE ONDA 6GHZ POR METRO (HE65B)	30.00	44	286	194	45	377	411	66	5,653	169,590.00	201,190.27
2.2.2 GRAPAS PARA GUIA DE ONDA HE65B (CADA METRO)	10.00	44	286	194	45	377	411	66	5,653	56,530.00	67,044.58
2.2.3 CONECTORES PARA GUÍA DE ONDA HE65B POR PAR	550.00	1	2	1	1	3	3	1	54	29,700.00	35,229.60
2.2.4 VENTANA PASAMURO PARA GUIA DE ONDA HE65B	50.00	1	2	1	1	3	3	1	54	2,700.00	3,202.74
2.2.5 KIT DE CONECCIÓN A TIERRA PARA GUIA DE ONDA HE65B	50.00	1	2	1	1	3	3	1	54	2,700.00	3,202.74
2.2.6 DESHIDRATADOR DE 48 PIES PARA GUIA DE ONDA 4 SALIDAS, DBE-L1E7	2,000.00	1	1	1	1	1	1	1	21	42,000.00	49,819.56
3 MATERIAL DE INSTALACION											
3.1.1 PARA 1 BASTIDOR	2,500.00	1	2	1	1	2	2	1	39	97,500.00	115,652.55
4 MANUALES											
4.1.1 MANUAL DE INSTRUCCION	300.00	1	1			1	1	1	19	5,700.00	6,761.15
4.1.2 MANUAL DE INSTALACION	300.00	1	1			1	1	1	19	5,700.00	6,761.15
5 HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO											
5.1.1 PARA SDH (JUEGO)	2,000.00	1	1	1	1	1	1	1	21	42,000.00	49,819.56
6 REPUESTOS											
6.1.1 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	6,000.00								10	60,000.00	68,047.00
6.1.2 TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	7,000.00								8	56,000.00	63,510.48
6.2.1 MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	7,000.00								4	28,000.00	31,755.24
6.2.2 MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	9,000.00								4	36,000.00	40,828.16
6.2.3 INTERFASE ELECTRICA 150MB	500.00								10	5,000.00	5,930.90
TOTAL										2,567,120.00	2,954,532.27

RED DE MICROONDAS SDH (1+1): TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.1-C - SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA

	Descripción	Unid	Precio Unitario	TARAPOTO		LIMA		CANT Total	TOTAL US\$ FOB	TOTAL US\$ DDP
				Cant	Precio	Cant	Precio			
1.	SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL									
1.1	Supervisor central									
1.1.1	WORKSTATION SUN BLADE 2000 (SERVIDOR)	Set	30,000	1	30,000			1	30,000	34,800
1.1.2	SOFTWARE DE GESTIÓN PROPRIETARIO	Set	80,000	1	80,000			1	80,000	92,800
1.1.3	SOFTWARE (THIRD PARTY) (Solaris 6.0,unix)	Set	30,000	1	30,000			1	30,000	34,800
1.1.4	CONFIGURACIÓN DE BASE DE DATOS	Set	20,000	1	20,000			1	20,000	23,200
	**** 1.1 Sub Total				160,000				160,000	185,600
1.2	PARA TERMINAL REMOTO									
1.2.1	WORKSTATION SUN BLADE 100 (SERVIDOR)	Set	12,000			1	12,000	1	12,000	13,920
1.2.2	HP OPEN VIEW (Third Party Software)	Set	30,000			1	30,000	1	30,000	34,800
1.2.3	SOFTWARE PROPIETARIO DE APLICACIÓN	Set	5,000			1	5,000	1	5,000	5,800
	**** 1.2 Sub Total						47,000		47,000	54,520
1.3	Data Communication Channel (DCN)									
1.3.1	Router (CISCO 2600)	UNID	6,000	1	6,000	1	6,000	2	12,000	13,920
	**** 1.3 Sub Total				6,000		6,000		12,000	13,920
1.4	VARIOS									
1.4.1	IMPRESORA HP LASER B/N	UNID	6,000	1	6,000	1	6,000	2	12,000	13,920
1.4.2	UPS	UNID	200	1	200	1	200	2	400	464
1.4.3	MANUAL	COPIA	300	1	300	1	300	2	600	696
	**** 1.4 Sub Total				6,500		6,500		13,000	15,080
	TOTAL				172,500		59,500		232,000	269,120

ANEXO 6.2

CÁLCULO DE COSTOS DE IMPORTACIÓN DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

RED MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.2-A Calculo de Pesos y medidas de equipos de radio Microondas

Item No.	Description	Kg	M3	Estaciones			TOTAL		
				Q'TY	Kg	M3	Q'TY	Kg	M3
1 .	Bastidor de radio SDH								
1 . 1 .	2000S (E/W OAM&P)								
1 . 1 . 2	2TR / RACK	212.0	1.099	28	5,936.0	30.772	28	5,936.0	30.772
2	Guia de onda								
2 . 1 . 3	HE65B	1.4		5,653	7,914.2		5,653	7,914.2	
	- REEL (- 400M)	365.0	5.950	17	6,205.0	101.150	17	6,205.0	101.150
	- REEL (- 150M)	102.0	1.730						
	- REEL (- 100M)	98.0	1.620	5	490.0	8.100	5	490.0	8.100
2 . 1 . 5	DESHIDRARTADOR, DBE-L1E7	19.0	0.112	21	399.0	2.352	21	399.0	2.352
3 .	MATERIALES MISCELANEOS	50.0	0.500	39	1,950.0	19.500	39	1,950.0	19.500
4 .	MANUAL	20.0	0.010	38	760.0	0.380	38	760.0	0.380
	TOTAL				23,660	163.0		23,660	163.0
1	ANTENNA								
1 1	UHX / HP								
1 . 1 . 1	1.2M	195.0	2.400	8	1,560.0	19.200	8	1,560.0	19.200
1 . 1 . 2	1.8M	309.0	4.000	7	2,163.0	28.000	7	2,163.0	28.000
1 . 1 . 3	2.4M	420.0	5.200	30	12,600.0	156.000	30	12,600.0	156.000
1 . 1 . 4	3.0M	514.0	7.800						
1 . 1 . 5	3.7M	732.0	13.400	4	2,928.0	53.600	4	2,928.0	53.600
1 . 1 . 6	4.5M	1,138.0	16.000	6	6,828.0	96.000	6	6,828.0	96.000
	TOTAL				26,080	353.0		26,080	353.0
	TOTAL				49,740	516.0		49,740	516.0

RED DE MICROONDAS SDH (1+1): TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.2-B CÁLCULO DE FLETE Y SEGURO EQUIPOS DE RADIO MICRROONDAS

DESDE: TOKYO - JAPÓN
HASTA: PUERTO DEL CALLAO - PERÚ
MEDIO: MARÍTIMO

VALOR FOB: **US\$2,567,120.00**

PESO Y MEDIDA:

VOLUMEN : **516** M3

1) **TRANSPORTE MARÍTIMO**

NÚMERO DE CONTENEDORES DE 20ft 31

PRECIO UNITARIO POR CONTENEDOR DE 20ft (US\$) **US\$3,000.00**

COSTO TOTAL DE TRANSPORTE (US\$) : US\$93,000.00

2) **SEGURO**

PORCENTAJE DE FOB(%) 0.5%

COSTO SEGURO INTERNACIONAL (US\$) : US\$12,835.60

COSTO TOTAL DE FLETE Y SEGURO (US\$) : US\$105,835.60

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.2-C - CALCULO DE COSTO DDP DE EQUIPO DE RADIO SDH

Item	Description	Q'ty	a	b	c=axb	d=(*)	e=axd	f=b+d	g=axf	h	I=fxh
			FCU	FCU	FCU	FCU	FCU	FCU	FCU	FCU	FCU
EQUIPO DE RADIO DIGITAL (SDH)											
TRANSMISOR-RECEPTOR SDH											
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	46	6,000.00	276,000.00	247.38	11,379.48	6,247.38	287,379.48	7%	437.32	
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	34	7,000.00	238,000.00	288.61	9,812.74	7,288.61	247,812.74	7%	510.20	
MODULADOR-DEMODULADOR SDH											
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	17	7,000.00	119,000.00	288.61	4,906.37	7,288.61	123,906.37	7%	510.20	
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	11	9,000.00	99,000.00	371.07	4,081.77	9,371.07	103,081.77	7%	655.97	
	INTERFASE ELECTRICA 150MB	32	500.00	16,000.00	20.62	659.84	520.62	16,659.84	12%	62.47	
CIRCUITO DE DERIVACION PARA SDH											
	6GHZ, SIN SD, 1 DIRECION (4RF)	23	5,000.00	115,000.00	206.15	4,741.45	5,206.15	119,741.45	12%	624.74	
	6GHZ, CON SD, 1 DIRECION (4RF)	17	7,000.00	119,000.00	288.61	4,906.37	7,288.61	123,906.37	12%	874.63	
MATERIAL DE SISTEMA PARA SDH											
	BASTIDOR ETSI 2.2m PARATERMINAL (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	16	5,500.00	88,000.00	226.77	3,628.32	5,726.77	91,628.32	12%	687.21	
	BASTIDOR ETSI 2.2m X 2 PARA REPETIDORA (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	12	9,750.00	117,000.00	401.99	4,823.88	10,151.99	121,823.88	12%	1,218.24	
SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (LADO RADIO)											
	MODULO OAM&P, TERMINAL 1+N, 1 RACK	16	6,500.00	104,000.00	268.00	4,288.00	6,768.00	108,288.00	12%	812.16	
	MODULO OAM&P, REPETIDOR, 1+N, 2 RACK	12	7,500.00	90,000.00	309.23	3,710.76	7,809.23	93,710.76	12%	937.11	
	LCT SISTEMA DE GESTIÓN ENLACE POR ENLACE	6	5,000.00	30,000.00	206.15	1,236.90	5,206.15	31,236.90	12%	624.74	
SISTEMA AEREO											
ANTENAS PARABOLICAS, U6GHz ANDREW (6425 -7125 GHz)											
	HPX4-65 (HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.2M)	8	3,500.00	28,000.00	144.31	1,154.48	3,644.31	29,154.48	4%	145.77	
	UHX6-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.8M)	7	7,000.00	49,000.00	288.61	2,020.27	7,288.61	51,020.27	4%	291.54	
	UHX8-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:2.4M)	30	8,500.00	255,000.00	350.46	10,513.80	8,850.46	265,513.80	4%	354.02	
	UHX10-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.0M)		11,000.00		453.53		11,453.53		4%	458.14	
	UHX12-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.7M)	4	14,000.00	56,000.00	577.22	2,308.88	14,577.22	58,308.88	4%	583.09	
	UHX15-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:4.6M)	6	21,500.00	129,000.00	886.45	5,318.70	22,386.45	134,318.70	4%	895.46	
GUIA DE ONDA (HITACHI)											
	GUIA DE ONDA 6GHZ POR METRO (HE65B)	5,653	30.00	169,590.00	1.24	7,009.72	31.24	176,599.72	12%	3.75	
	GRAPAS PARA GUIA DE ONDA HE65B (CADA METRO)	5,653	10.00	56,530.00	0.41	2,317.73	10.41	58,847.73	12%	1.25	
	CONECTORES PARA GUIA DE ONDA HE65B POR PAR	54	550.00	29,700.00	22.68	1,224.72	572.68	30,924.72	12%	68.72	
	VENTANA PASAMURO PARA GUIA DE ONDA HE65B	54	50.00	2,700.00	2.06	111.24	52.06	2,811.24	12%	6.25	
	KIT DE CONECCIÓN A TIERRA PARA GUIA DE ONDA HE65B	54	50.00	2,700.00	2.06	111.24	52.06	2,811.24	12%	6.25	
	DESHIDRATADOR DE 48 PIES PARA GUIA DE ONDA 4 SALIDAS, DBE-L1E7	21	2,000.00	42,000.00	82.46	1,731.66	2,082.46	43,731.66	12%	249.90	
MATERIAL DE INSTALACION											
	PARA 1 BASTIDOR	39	2,500.00	97,500.00	103.08	4,020.12	2,603.08	101,520.12	12%	312.37	
MANUALES											
	MANUAL DE INSTRUCCION	19	300.00	5,700.00	12.37	235.03	312.37	5,935.03	12%	37.48	
	MANUAL DE INSTALACION	19	300.00	5,700.00	12.37	235.03	312.37	5,935.03	12%	37.48	
HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO											
	PARA SDH (JUEGO)	21	2,000.00	42,000.00	82.46	1,731.66	2,082.46	43,731.66	12%	249.90	
REPUESTOS											
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	10	6,000.00	60,000.00	247.38	2,473.80	6,247.38	62,473.80	7%	437.32	
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	8	7,000.00	56,000.00	288.61	2,308.88	7,288.61	58,308.88	7%	510.20	
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	4	7,000.00	28,000.00	288.61	1,154.44	7,288.61	29,154.44	7%	510.20	
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	4	9,000.00	36,000.00	371.07	1,484.28	9,371.07	37,484.28	7%	655.97	
	INTERFASE ELECTRICA 150MB	10	500.00	5,000.00	20.62	206.20	520.62	5,206.20	12%	62.47	
Total				2,567,120.00		105,847.76		2,672,967.76			

Costo de flete 105,835.60
 Porcentaje de flete 4.1230%

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.2-C - CALCULO DE COSTO DDP DE EQUIPO DE RADIO SDH

Item	Description	Q'ty	a		b		j=f+l		k=axj		L=bx "2%" 0.02		m=j+l		n=axm	
			FCA	CIF+Advaloren	CIF+Advaloren	CIF+Advaloren	Costos de Import	DDP	Total	DDP						
			Precio Unit	Precio Unit	Precio Unit	Precio Total	Precio Unit	Precio Unit	Precio Total	Precio Unit	Precio Unit	Precio Total	Precio Unit	Precio Unit	Precio Total	Precio Unit
EQUIPO DE RADIO DIGITAL (SDH)																
TRANSMISOR-RECEPTOR SDH																
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	46	6,000.00	6,684.70	307,496.20	120.00	6,804.70	313,016.20								
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	34	7,000.00	7,798.81	265,159.54	140.00	7,938.81	269,919.54								
MODULADOR-DEMODULADOR SDH																
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	17	7,000.00	7,798.81	132,579.77	140.00	7,938.81	134,959.77								
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	11	9,000.00	10,027.04	110,297.44	180.00	10,207.04	112,277.44								
	INTERFASE ELECTRICA 150MB	32	500.00	583.09	18,658.88	10.00	593.09	18,978.88								
CIRCUITO DE DERIVACION PARA SDH																
	6GHz, SIN SD, 1 DIRECION (4RF)	23	5,000.00	5,830.89	134,110.47	100.00	5,930.89	136,410.47								
	6GHz, CON SD, 1 DIRECION (4RF)	17	7,000.00	8,163.24	138,775.08	140.00	8,303.24	141,155.08								
MATERIAL DE SISTEMA PARA SDH																
	BASTIDOR ETSI 2.2m PARATERMINAL (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	16	5,500.00	6,413.98	102,623.68	110.00	6,523.98	104,383.68								
	BASTIDOR ETSI 2.2m X 2 PARA REPETIDORA (CON MATERIALES DE SISTEMA 1+1)	12	9,750.00	11,370.23	136,442.76	195.00	11,565.23	138,782.76								
SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (LADO RADIO)																
	MODULO OAM&P, TERMINAL 1+N, 1 RACK	16	6,500.00	7,580.16	121,282.56	130.00	7,710.16	123,362.56								
	MODULO OAM&P, REPETIDOR, 1+N, 2 RACK	12	7,500.00	8,746.34	104,956.08	150.00	8,896.34	106,756.08								
	LCT SISTEMA DE GESTIÓN ENLACE POR ENLACE	6	5,000.00	5,830.89	34,985.34	100.00	5,930.89	35,585.34								
SISTEMA AEREO																
ANTENAS PARABOLICAS, U6GHz ANDREW (6425 -7125 GHz)																
	HPX4-65 (HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.2M)	8	3,500.00	3,790.08	30,320.64	70.00	3,860.08	30,880.64								
	UHX6-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:1.8M)	7	7,000.00	7,580.15	53,061.05	140.00	7,720.15	54,041.05								
	UHX8-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:2.4M)	30	8,500.00	9,204.48	276,134.40	170.00	9,374.48	281,234.40								
	UHX10-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.0M)		11,000.00	11,911.67		220.00	12,131.67									
	UHX12-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:3.7M)	4	14,000.00	15,160.31	60,641.24	280.00	15,440.31	61,761.24								
	UHX15-65 (ULTRA HIGH PERFOR, DUAL POL., CON RADOME, DIA:4.6M)	6	21,500.00	23,281.91	139,691.46	430.00	23,711.91	142,271.46								
GUIA DE ONDA (HITACHI)																
	GUIA DE ONDA 6GHZ POR METRO (HE65B)	5,653	30.00	34.99	197,798.47	0.60	35.59	201,190.27								
	GRAPAS PARA GUIA DE ONDA HE65B (CADA METRO)	5,653	10.00	11.66	65,913.98	0.20	11.86	67,044.58								
	CONECTORES PARA GUIA DE ONDA HE65B POR PAR	54	550.00	641.40	34,635.60	11.00	652.40	35,229.60								
	VENTANA PASAMURO PARA GUIA DE ONDA HE65B	54	50.00	58.31	3,148.74	1.00	59.31	3,202.74								
	KIT DE CONECCIÓN A TIERRA PARA GUIA DE ONDA HE65B	54	50.00	58.31	3,148.74	1.00	59.31	3,202.74								
	DESHIDRATADOR DE 48 PIES PARA GUIA DE ONDA 4 SALIDAS, DBE-L1E7	21	2,000.00	2,332.36	48,979.56	40.00	2,372.36	49,819.56								
MATERIAL DE INSTALACION																
	PARA 1 BASTIDOR	39	2,500.00	2,915.45	113,702.55	50.00	2,965.45	115,652.55								
MANUALES																
	MANUAL DE INSTRUCCION	19	300.00	349.85	6,647.15	6.00	355.85	6,761.15								
	MANUAL DE INSTALACION	19	300.00	349.85	6,647.15	6.00	355.85	6,761.15								
HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO																
	PARA SDH (JUEGO)	21	2,000.00	2,332.36	48,979.56	40.00	2,372.36	49,819.56								
REPUESTOS																
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ SIN DIVERSIDAD DE ESPACIO)	10	6,000.00	6,684.70	66,847.00	120.00	6,804.70	68,047.00								
	TR / RX (155MB, 10W, 6GHZ CON DIVERSIDAD DE ESPACIO)	8	7,000.00	7,798.81	62,390.48	140.00	7,938.81	63,510.48								
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA TERMINAL (1+1)	4	7,000.00	7,798.81	31,195.24	140.00	7,938.81	31,755.24								
	MODULADOR-DEMODULADOR SDH PARA REPETIDORA (1+1)	4	9,000.00	10,027.04	40,108.16	180.00	10,207.04	40,828.16								
	INTERFASE ELECTRICA 150MB	10	500.00	583.09	5,830.90	10.00	593.09	5,930.90								
Total					2,903,189.87			2,954,532.27								

Costo de flete
 Porcentaje de flete

ANEXO 6.3

DETALLE DE COSTOS DE BIENES LOCALES POR
ESTACIÓN

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUI
 ANEXO 6.3-A - EQUIPOS DE ENERGÍA

		13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	Descripción	Precio Unitario	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM. 60	VARILLAR	IQUITOS	CANT	TOTAL US\$ Local
1	Equipos de Energía												
	1.1 Equipos de energía solar												
1.1.1	Sistema de Paneles de 6120 Watts (18 x 4 x BP585)	50,000.00	1						1	1		12	600,000.00
1.1.2	Sistema de Paneles de 10200 Watts (30 x 4 x BP585)	75,000.00		1								2	150,000.00
	1.2 Banco de Baterías (10 días)												
1.2.1	3DC-75-25 x 4 paralelo	50,000.00	1						1	1		10	500,000.00
1.2.2	3DC-75-25 x 8 paralelo	80,000.00										3	240,000.00
1.2.3	3DC-75-25 x 10 paralelo	100,000.00		1								1	100,000.00
1.3	Panel de distribución AC/PDB	1,400.00			1	1	1	1			1	7	9,800.00
1.4	Rectificador Cargador 800 Watts	1,200.00			3	3	3	3			3	21	25,200.00
	1.5 Banco de Baterías (12 horas)												
1.5.1	6DC-60-9 X 1 BANCO	4,000.00			1		1	1			1	6	24,000.00
1.5.2	6DC-60-11 X 1 BANCO	4,200.00				1						1	4,200.00
	1.6 Grupo electrógeno												
1.6.1	1 fase - SS-9.5 Kw	18,000.00			1	1	1	1			1	7	126,000.00
	TOTAL (US\$ Local)												1,779,200.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUI
 ANEXO 6.3-A - EQUIPOS DE ENERGÍA

		13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	Descripción	Precio Unitario	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM. 60	VARILLAR	IQUITOS	CANT	TOTAL US\$ Local
1	Equipos de Energía												
	1.1 Equipos de energía solar												
1.1.1	Sistema de Paneles de 6120 Watts (18 x 4 x BP585)	50,000.00	1						1	1		12	600,000.00
1.1.2	Sistema de Paneles de 10200 Watts (30 x 4 x BP585)	75,000.00		1								2	150,000.00
	1.2 Banco de Baterías (10 días)												
1.2.1	3DC-75-25 x 4 paralelo	50,000.00	1						1	1		10	500,000.00
1.2.2	3DC-75-25 x 8 paralelo	80,000.00										3	240,000.00
1.2.3	3DC-75-25 x 10 paralelo	100,000.00		1								1	100,000.00
1.3	Panel de distribución AC/PDB	1,400.00			1	1	1	1			1	7	9,800.00
1.4	Rectificador Cargador 800 Watts	1,200.00			3	3	3	3			3	21	25,200.00
	1.5 Banco de Baterías (12 horas)												
1.5.1	6DC-60-9 X 1 BANCO	4,000.00			1		1	1			1	6	24,000.00
1.5.2	6DC-60-11 X 1 BANCO	4,200.00				1						1	4,200.00
	1.6 Grupo electrógeno												
1.6.1	1 fase - SS-9.5 Kw	18,000.00			1	1	1	1			1	7	126,000.00
	TOTAL (US\$ Local)												1,779,200.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1): TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.3-B - BIENES LOCALES

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	TARAPOTO		C. ESCALERA		LOMA 160		LOMA YURIMAGUAS		YURIMAGUAS		SANTA CRUZ		LAGUNAS		PUNTA ARENAS	
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo
1	SOPORTE DE ANTENAS																	
1.1	SOPORTE DE ANTENA SDH	3,000.00	1	3,000.00	3	9,000.00	3	9,000.00	4	12,000.00	1	3,000.00	4	12,000.00	4	12,000.00	3	9,000.00
2	TORRES																	
2.1	METRO LINEAL DE TORRE INTSTALADO SELVA	3,500.00			50	175,000.00	100	350,000.00	110	385,000.00			135	472,500.00	75	262,500.00	135	472,500.00
4	OBRAS CIVILES																	
4.1	OBRAS CIVILES (CASETA Y CIMENTACIÓN DE TORRE)	140,000.00			1	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00			1	140,000.00			1	140,000.00
	**** Total de la RED			3,000.00	324,000.00	499,000.00	537,000.00	3,000.00	624,500.00	274,500.00	621,500.00							

RED DE MICROONDAS SDH (1+1): TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.3-B - BIENES LOCALES

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	URARINAS		S J SARAMURO		SANTA ROSA		CHAPAJILLA		SAN REGIS		LOMA SAN ANTONIO		NAUTA		JENARO HERRERA	
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo
1	SOPORTE DE ANTENAS																	
1.1	SOPORTE DE ANTENA SDH	3,000.00	3	9,000.00	4	12,000.00	3	9,000.00	3	9,000.00	3	9,000.00	5	15,000.00	1	3,000.00	3	9,000.00
2	TORRES																	
2.1	METRO LINEAL DE TORRE INTSTALADO SELVA	3,500.00	120	420,000.00	130	455,000.00	130	455,000.00	120	420,000.00	100	350,000.00	130	455,000.00	35	122,500.00	120	420,000.00
4	OBRAS CIVILES																	
4.1	OBRAS CIVILES (CASETA Y CIMENTACIÓN DE TORRE)	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00	1	140,000.00				
	**** Total de la RED			569,000.00	607,000.00	604,000.00	569,000.00	499,000.00	610,000.00	125,500.00	429,000.00							

RED DE MICROONDAS SDH (1+1): TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.3-B - BIENES LOCALES

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	R.P. REQUENA		REQUENA		KM 60		VARILLAR		IQUITOS		TOTAL	
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	(soles)	
1	SOPORTE DE ANTENAS													
1.1	SOPORTE DE ANTENA SDH	3,000.00	2	6,000.00	1	3,000.00	3	9,000.00	3	9,000.00	1	3,000.00	58	174,000.00
2	TORRES													
2.1	METRO LINEAL DE TORRE INTSTALADO SELVA	3,500.00	90	315,000.00	35	122,500.00	130	455,000.00	135	472,500.00			1880	6,580,000.00
4	OBRAS CIVILES													
4.1	OBRAS CIVILES (CASETA Y CIMENTACIÓN DE TORRE)	140,000.00	1	140,000.00			1	140,000.00	1	140,000.00			14	1,960,000.00
	**** Total de la RED			461,000.00		125,500.00		604,000.00		621,500.00		3,000.00		8,714,000.00

ANEXO 6.4

DETALLE DE LOS COSTOS DE SERVICIOS LOCALES
POR ESTACIÓN

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
ANEXO 6.4-A COSTOS DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN	Precio Unitario	LIMA		TARAPOTO		C. ESCALERA		LOMA 160		LOMA YURIMAGUAS		YURIMAGUAS	
		cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo
1 ESTUDIO DE CAMPO													
1.2 Estudio de campo enlace microondas.	4,000.00			1	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	2	8,000.00		
2 INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RADIO													
2.1 Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 sin diversidad	3,800.00			1	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	2	7,600.00	1	3,800.00
2.2 Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 con diversidad	4,250.00					1	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00		
2.3 Protocolo de Pruebas de equipo de radio SDH (por dirección)	1,500.00			1	1,500.00	2	3,000.00	2	3,000.00	3	4,500.00	1	1,500.00
3 INSTALACIÓN DE EQUIPO MULTIPLEXOR SDH													
3.1 Instalación de rack equipo multiplexor STM-1	3,500.00			1	3,500.00					1	3,500.00	1	3,500.00
3.2 Instalación de rack equipo multiplexor STM-4	4,200.00												
3.3 Instalación de distribuidor digital de 96 tributarios con puertas	700.00			1	700.00					1	700.00	1	700.00
3.4 Cableado de 23 tributarios de 2 MB en distribuidor digital	5,000.00			1	5,000.00							1	5,000.00
3.5 Pruebas locales para mux STM-1	2,500.00			1	2,500.00					1	2,500.00	1	2,500.00
3.6 Pruebas locales para mux STM-4	1,500.00												
4 Instalación de Antenas (Por diametro de Antenas)													
4.1 Instalacion de antena de 1.2 mts. de diametro (con radome)	2,400.00			1	2,400.00	1	2,400.00			1	2,400.00	1	2,400.00
4.2 Instalacion de antena de 1.8 mts. de diametro (con radome)	2,700.00					2	5,400.00	2	5,400.00				
4.3 Instalacion de antena de 2.4 mts. de diametro (con radome)	3,000.00									2	6,000.00		
4.4 Instalacion de antena de 3.0 mts. de diametro (con radome)	3,400.00												
4.5 Instalacion de antena de 3.6 mts. de diametro (con radome)	4,000.00							1	4,000.00	1	4,000.00		
4.6 Instalacion de antena de 4.6 mts. de diametro (con radome)	6,000.00												
5 Instalación de Alimentador													
5.1 Costo por metro	150.00			37	5,550.00	155	23,250.00	241	36,150.00	366	54,900.00	46	6,900.00
6 SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA													
6.1 CONFIGURACIÓN EN SITIO DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA (POR ELEMENTO DE RED)	2,000.00	1	2,000.00	1	2,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	3	6,000.00	1	2,000.00
6.2 CONFIGURACIÓN DE CANAL REMOTO	700.00	1	700.00	1	700.00								
6.3 CONFIGURACIÓN DE SUN WORKSTATION	8,000.00	1	8,000.00	1	8,000.00								
5 Desplazamiento de grupo de instalación a un radio de más de 600 Km de Lima	600.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	4	2,400.00	2	1,200.00
TOTAL POR ESTACIÓN SIN CARACTERISTICAS			11,900.00		40,850.00		51,300.00		65,800.00		106,750.00		29,500.00
CARACTERISTICAS DE LA ESTACION													
Incremento en el precio de la instalación por trabajos realizados a más de 600 km de Lima	0.20		11,900.00		8,170.00		10,260.00		13,160.00		21,350.00		5,900.00
Incremento en el precio de la instalación por estaciones sin acceso terrestre	0.12		11,900.00		4,902.00		6,156.00		7,896.00		12,810.00		3,540.00
TOTAL SOLES LOCAL			35,700.00		53,922.00		67,716.00		86,856.00		140,910.00		38,940.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
ANEXO 6.4-A COSTOS DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	SANTA CRUZ		LAGUNAS		PUNTA ARENAS		URARINAS		SJ DE SARAMURO		SANTA ROSA	
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo
1	ESTUDIO DE CAMPO													
1.2	Estudio de campo enlace microondas.	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00
2	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RADIO													
2.1	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 sin diversidad	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00			1	3,800.00
2.2	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 con diversidad	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00	2	8,500.00	1	4,250.00
2.3	Protocolo de Pruebas de equipo de radio SDH (por dirección)	1,500.00	2	3,000.00	2	3,000.00	2	3,000.00	2	3,000.00	2	3,000.00	2	3,000.00
3	INSTALACIÓN DE EQUIPO MULTIPLEXOR SDH													
3.1	Instalación de rack equipo multiplexor STM-1	3,500.00			1	3,500.00					1	3,500.00		
3.2	Instalación de rack equipo multiplexor STM-4	4,200.00												
3.3	Instalación de distribuidor digital de 96 tributarios con puertas	700.00			1	700.00					1	700.00		
3.4	Cableado de 23 tributarios de 2 MB en distribuidor digital	5,000.00			1	5,000.00					1	5,000.00		
3.5	Pruebas locales para mux STM-1	2,500.00			1	2,500.00					1	2,500.00		
3.6	Pruebas locales para mux STM-4	1,500.00												
4	Instalación de Antenas (Por diametro de Antenas)													
4.1	Instalacion de antena de 1.2 mts. de diametro (con radome)	2,400.00												
4.2	Instalacion de antena de 1.8 mts. de diametro (con radome)	2,700.00												
4.3	Instalacion de antena de 2.4 mts. de diametro (con radome)	3,000.00	2	6,000.00	2	6,000.00	3	9,000.00	3	9,000.00	4	12,000.00	2	6,000.00
4.4	Instalacion de antena de 3.0 mts. de diametro (con radome)	3,400.00												
4.5	Instalacion de antena de 3.6 mts. de diametro (con radome)	4,000.00												
4.6	Instalacion de antena de 4.6 mts. de diametro (con radome)	6,000.00	1	6,000.00	1	6,000.00							1	6,000.00
5	Instalación de Alimentador													
5.1	Costo por metro	150.00	364	54,600.00	250	37,500.00	367	55,050.00	319	47,850.00	488	73,200.00	375	56,250.00
6	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA													
6.1	CONFIGURACIÓN EN SITIO DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA (POR ELEMENTO DE RED)	2,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00
6.2	CONFIGURACIÓN DE CANAL REMOTO	700.00												
6.3	CONFIGURACIÓN DE SUN WORKSTATION	8,000.00												
5	Desplazamiento de grupo de instalación a un radio de más de 600 Km de Lima	600.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00
	TOTAL POR ESTACIÓN SIN CARACTERISTICAS			86,850.00		81,450.00		84,300.00		77,100.00		117,600.00		88,500.00
	CARACTERISTICAS DE LA ESTACION													
	Incremento en el precio de la instalación por trabajos realizados a más de 600 km de Lima	0.20		17,370.00		16,290.00		16,860.00		15,420.00		23,520.00		17,700.00
	Incremento en el precio de la instalación por estaciones sin acceso terrestre	0.12		10,422.00				10,116.00		9,252.00		14,112.00		10,620.00
	TOTAL SOLES LOCAL			114,642.00		97,740.00		111,276.00		101,772.00		155,232.00		116,820.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
ANEXO 6.4-A COSTOS DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	CHAPAJILLA		SAN REGIS		LOMA S. ANTONIO		NAUTA		JENARO HERRERA		R.P. REQUENA	
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo
1	ESTUDIO DE CAMPO													
1.2	Estudio de campo enlace microondas.	4,000.00	1	4,000.00	1	4,000.00	3	12,000.00			1	4,000.00	1	4,000.00
2	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RADIO													
2.1	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 sin diversidad	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	3	11,400.00	1	3,800.00	1	3,800.00	2	7,600.00
2.2	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 con diversidad	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00	1	4,250.00			1	4,250.00		
2.3	Protocolo de Pruebas de equipo de radio SDH (por dirección)	1,500.00	2	3,000.00	2	3,000.00	4	6,000.00	1	1,500.00	2	3,000.00	2	3,000.00
3	INSTALACIÓN DE EQUIPO MULTIPLEXOR SDH													
3.1	Instalación de rack equipo multiplexor STM-1	3,500.00							1	3,500.00				
3.2	Instalación de rack equipo multiplexor STM-4	4,200.00					1	4,200.00						
3.3	Instalación de distribuidor digital de 96 tributarios con puertas	700.00					1	700.00	1	700.00				
3.4	Cableado de 23 tributarios de 2 MB en distribuidor digital	5,000.00							1	5,000.00				
3.5	Pruebas locales para mux STM-1	2,500.00							1	2,500.00				
3.6	Pruebas locales para mux STM-4	1,500.00					1	1,500.00						
4	Instalación de Antenas (Por diametro de Antenas)													
4.1	Instalacion de antena de 1.2 mts. de diametro (con radome)	2,400.00					1	2,400.00	1	2,400.00			1	2,400.00
4.2	Instalacion de antena de 1.8 mts. de diametro (con radome)	2,700.00					2	5,400.00			1	2,700.00		
4.3	Instalacion de antena de 2.4 mts. de diametro (con radome)	3,000.00	2	6,000.00	2	6,000.00					1	3,000.00	1	3,000.00
4.4	Instalacion de antena de 3.0 mts. de diametro (con radome)	3,400.00												
4.5	Instalacion de antena de 3.6 mts. de diametro (con radome)	4,000.00			1	4,000.00	1	4,000.00						
4.6	Instalacion de antena de 4.6 mts. de diametro (con radome)	6,000.00	1	6,000.00			1	6,000.00						
5	Instalación de Alimentador													
5.1	Costo por metro	150.00	364	54,600.00	301	45,150.00	557	83,550.00	44	6,600.00	286	42,900.00	194	29,100.00
6	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA													
6.1	CONFIGURACIÓN EN SITIO DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA (POR ELEMENTO DE RED)	2,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	4	8,000.00	1	2,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00
6.2	CONFIGURACIÓN DE CANAL REMOTO	700.00												
6.3	CONFIGURACIÓN DE SUN WORKSTATION	8,000.00												
5	Desplazamiento de grupo de instalación a un radio de más de 600 Km de Lima	600.00	2	1,200.00	2	1,200.00	4	2,400.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00
	TOTAL POR ESTACIÓN SIN CARACTERISTICAS			86,850.00		75,400.00		151,800.00		29,200.00		68,850.00		54,300.00
	CARACTERISTICAS DE LA ESTACION													
	Incremento en el precio de la instalación por trabajos realizados a más de 600 km de Lima	0.20		17,370.00		15,080.00		30,360.00		5,840.00		13,770.00		10,860.00
	Incremento en el precio de la instalación por estaciones sin acceso terrestre	0.12		10,422.00		9,048.00		18,216.00				8,262.00		6,516.00
	TOTAL SOLES LOCAL			114,642.00		99,528.00		200,376.00		35,040.00		90,882.00		71,676.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
ANEXO 6.4-A COSTOS DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN		Precio Unitario	REQUENA		KM. 60		VARILLAL		IQUITOS		cant	TOTAL (soles)
			cant	costo	cant	costo	cant	costo	cant	costo		
1	ESTUDIO DE CAMPO											
1.2	Estudio de campo enlace microondas.	4,000.00			1	4,000.00	1	4,000.00			20	80,000.00
2	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RADIO											
2.1	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 sin diversidad	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	1	3,800.00	24	91,200.00
2.2	Instalacion de 01 rack en configuracion 1+1 con diversidad	4,250.00			1	4,250.00	1	4,250.00			16	68,000.00
2.3	Protocolo de Pruebas de equipo de radio SDH (por dirección)	1,500.00	1	1,500.00	2	3,000.00	2	3,000.00	1	1,500.00	40	60,000.00
3	INSTALACIÓN DE EQUIPO MULTIPLEXOR SDH											
3.1	Instalación de rack equipo multiplexor STM-1	3,500.00	1	3,500.00					1	3,500.00	8	28,000.00
3.2	Instalación de rack equipo multiplexor STM-4	4,200.00									1	4,200.00
3.3	Instalación de distribuidor digital de 96 tributarios con puertas	700.00	1	700.00					1	700.00	9	6,300.00
3.4	Cableado de 23 tributarios de 2 MB en distribuidor digital	5,000.00	1	5,000.00					1	5,000.00	7	35,000.00
3.5	Pruebas locales para mux STM-1	2,500.00	1	2,500.00					1	2,500.00	8	20,000.00
3.6	Pruebas locales para mux STM-4	1,500.00									1	1,500.00
4	Instalación de Antenas (Por diametro de Antenas)											
4.1	Instalacion de antena de 1.2 mts. de diametro (con radome)	2,400.00	1	2,400.00							8	19,200.00
4.2	Instalacion de antena de 1.8 mts. de diametro (con radome)	2,700.00									7	18,900.00
4.3	Instalacion de antena de 2.4 mts. de diametro (con radome)	3,000.00			2	6,000.00	3	9,000.00	1	3,000.00	30	90,000.00
4.4	Instalacion de antena de 3.0 mts. de diametro (con radome)	3,400.00										
4.5	Instalacion de antena de 3.6 mts. de diametro (con radome)	4,000.00									4	16,000.00
4.6	Instalacion de antena de 4.6 mts. de diametro (con radome)	6,000.00			1	6,000.00					6	36,000.00
5	Instalación de Alimentador											
5.1	Costo por metro	150.00	45	6,750.00	377	56,550.00	411	61,650.00	66	9,900.00	5653	847,950.00
6	SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA											
6.1	CONFIGURACIÓN EN SITIO DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN CENTRALIZADA (POR ELEMENTO DE RED)	2,000.00	1	2,000.00	2	4,000.00	2	4,000.00	3	6,000.00	43	86,000.00
6.2	CONFIGURACIÓN DE CANAL REMOTO	700.00									2	1,400.00
6.3	CONFIGURACIÓN DE SUN WORKSTATION	8,000.00									2	16,000.00
5	Desplazamiento de grupo de instalación a un radio de más de 600 Km de Lima	600.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	2	1,200.00	48	28,800.00
	TOTAL POR ESTACIÓN SIN CARACTERISTICAS			29,350.00		88,800.00		90,900.00		37,100.00		1,474,450.00
	CARACTERISTICAS DE LA ESTACION											
	Incremento en el precio de la instalación por trabajos realizados a más de 600 km de Lima	0.20		5,870.00		17,760.00		18,180.00		7,420.00		
	Incremento en el precio de la instalación por estaciones sin acceso terrestre	0.12				10,656.00		10,908.00		4,452.00		
	TOTAL SOLES LOCAL			35,220.00		117,216.00		119,988.00		48,972.00		2,701,700.00

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS

ANEXO 6.4-B - COSTOS DE TRANSPORTE LOCAL

	DESCRIPCION	UNIDAD	Precio Unitario	TARAPOTO	C. ESCALERA	LOMA 160	LOMA YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	SANTA CRUZ	LAGUNAS	PUNTA ARENAS	COTA 92 (URARINAS)	SA JOSE DE SARAMURO	SANTA ROSA	CHAPAJILLA
1	TRABAJO EN ALMACEN EN LIMA														
1.1	Descargar	hora	70.00	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
1.2	Almacenar	kg x dia	0.05	10000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
1.3	Estiva	hora	70.00	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
2	TRANSPORTE DE LIMA A OTRA CIUDAD														
2.1	Camión de 20 Toneladas con destino costa	viaje	3000.00												
2.2	Camión de 20 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	3500.00												
2.3	Trailer de 35 Toneladas con destino costa	viaje	4500.00												
2.4	Trailer de 35 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	5500.00	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3
3	Transporte de Acceso														
3.1	Carga de transporte de acceso	hora	70.00		48	48	48		48	48	48	48			48
3.2	Camión (4 - 5 Ton) / Transporte Fluvial	dia	450.00		6	6	6		6	6	6	6			6
3.3	Mano de Obra (persona)	hora	70.00		120	120	120		120	120	120	120			120
4	Lugar de Destino														
4.2	Descarga	hora	70.00	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
TOTAL TRANSPORTE LOCAL S/.															

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS

ANEXO 6.4-B - COSTOS DE TRANSPORTE LOCAL

	DESCRIPCION	UNIDAD	Precio Unitario	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM. 60	VARILLAL	IQUITOS	Cant	PRECIO TOTAL
1	TRABAJO EN ALMACEN EN LIMA													
1.1	Descargar	hora	70.00	24	24	24	24	24	24	24	24	24	504	35280.00
1.2	Almacenar	kg x dia	0.05	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	10000	400000	20000.00
1.3	Estiva	hora	70.00	24	24	24	24	24	24	24	24	24	504	35280.00
2	TRANSPORTE DE LIMA A OTRA CIUDAD													
2.1	Camión de 20 Toneladas con destino costa	viaje	3000.00											
2.2	Camión de 20 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	3500.00											
2.3	Trailer de 35 Toneladas con destino costa	viaje	4500.00											
2.4	Trailer de 35 Toneladas con destino sierra/selva	viaje	5500.00	3	3	4	3	3	4	3	3	4	69	379500.00
3	Transporte de Acceso													
3.1	Carga de transporte de acceso	hora	70.00		48			48		48	48		576	40320.00
3.2	Camión (4 - 5 Ton) / Transporte Fluvial	dia	450.00		6			6		6	6		72	32400.00
3.3	Mano de Obra (persona)	hora	70.00		120			120		120	120		1440	100800.00
4	Lugar de Destino													
4.2	Descarga	hora	70.00	48	48	48	48	48	48	48	48	48	1008	70560.00
TOTAL TRANSPORTE LOCAL S/.												TOTAL S/.	714,140.00	

ANEXO 6.5

DETALLE DEL OPEX POR ESTACIÓN

RED DE MICROONDAS SDH (1+1) : TARAPOTO - IQUITOS
 ANEXO 6.5 - COSTO DE OPEX ANUAL POR ESTACIÓN

Description	Costo Mensual (S/.)	Costo Anual (S/.)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	CANT	TOTAL ANUAL
			CHAPAJILLA	SAN REGIS	LOMA SAN ANTONIO	NAUTA	JENARO HERRERA	R.P. REQUENA	REQUENA	KM. 60	VARILLAR	IQUITOS		
1 Operación y Mantenimiento														
1.1 Personal de mantenimiento														
1.1.1 Ingeniero jefe de red	4000	56,000.00											1	56,000.00
1.1.2 Ingeniero supervisor de estación	3000	42,000.00											6	252,000.00
1.1.3 Técnico asistente de estación	1500	21,000.00											12	252,000.00
1.1.4 Técnico Supervisor de sistema de gestión	1500	21,000.00											3	63,000.00
1.1.5 Personal de Seguridad	1000	14,000.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	294,000.00
1.2 Materiales														
1.2.1 Alquiler mensual de vehículo 4x4 (Incluye mantenimiento y combustible)	4500	54,000.00											6	324,000.00
1.2.2 Alquiler diario de Lancha	500	6,000.00											12	72,000.00
1.2.3 Instrumentos de medición		30,000.00											1	30,000.00
1.2.4 Accesorios y herramientas		10,000.00											1	10,000.00
2.1 Costo consumo de Energía Eléctrica														
Consumo de energía por estación (Watts)														
Consumo en KW. Hora por estación anuales		0.53					594		761	604			754	19,055.74
							5,132		6,575	5,219			6,515	36,297
2.2 Costo Consumo Combustible Diesel														
Horas sin energía eléctrica al año (72 horas mensuales)														
Consumo de Combustible diesel (2 galones por hora)		17.00					864		864	864			864	88,128.00
													5,184	
3 Canon de Frecuencias														
3.1 Costo anual por uso de canal y por dirección		640.00	4	4	8	2	4	4	2	4	4	2	80	51,200.00
TOTAL OPEX SOLES														1,511,383.74

ANEXO 7

INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DE REFERENCIA



1011. The engine for construction equipment.



11 - 55.5 kW at 1500 - 3000 min⁻¹



Engines with integrated cooling system

These are the characteristics of the 1011:

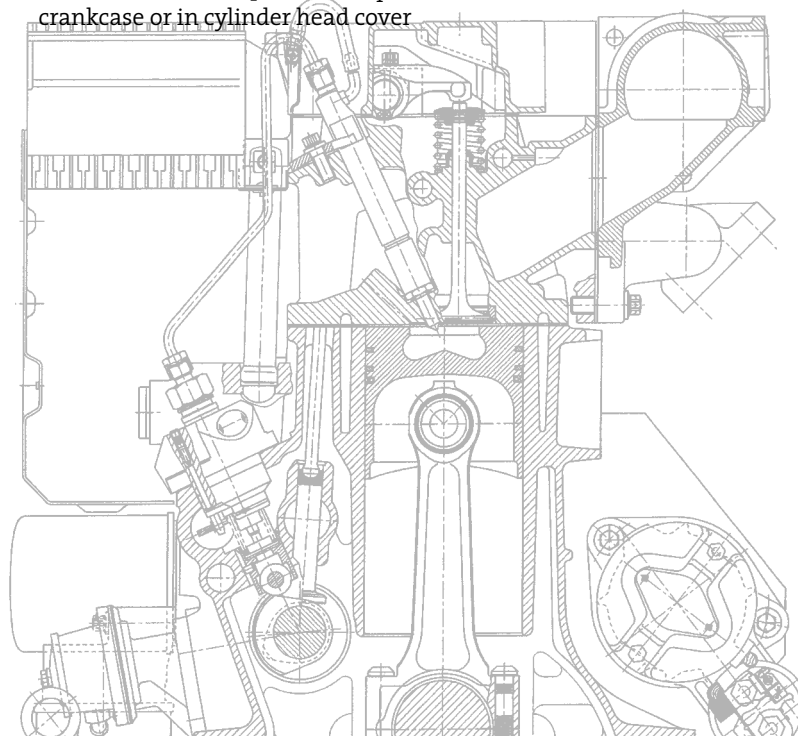
- 2-, 3- and 4-cylinder naturally aspirated in-line engines.
- 4-cylinder engine also turbocharged.
- Integrated cooling system (engine is supplied complete with cooler)
- Cooling and lubrication with oil.
- Acoustically optimized crankcase.
- All service points on one engine side.
- Compact engine design.
- Worldwide service network with more than 3,000 service bases.

These are the benefits for you:

- ▶ Low noise emission, no expensive insulation measures for noise reduction.
- ▶ Long maintenance intervals: 1,000 h oil change intervals and low fuel consumption allow savings in operating costs.
- ▶ Low installation costs.
- ▶ Service- and user-friendly.
- ▶ Cooling and lubrication with oil avoid corrosion and cavitation. High reliability, long service life and less wear parts.

Engine description

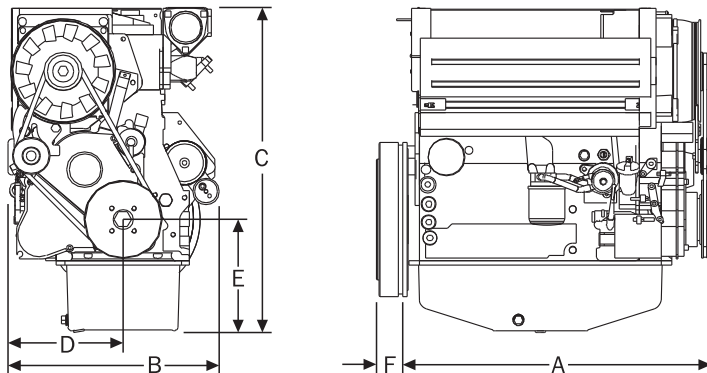
Type of cooling:	Integrated oil cooling
Crankcase:	Grey cast iron
Crankcase breather :	Closed-circuit breather
Cylinder head:	Block-type cast iron cylinder head
Valve arrangement/ Timing:	Overhead valves in cylinder head, one inlet and one exhaust valve per cylinder, actuated from belt-driven camshaft via tappets, push rods and rocker arms
Piston:	Three-ring piston, two compression rings and one oil scraper ring
Piston cooling:	Oil-cooled with spray nozzles
Connecting rod:	Drop-forged steel rod
Crankshaft and big-end bearings:	Ready-to-install plain bearings
Crankshaft:	Nodular cast iron
Camshaft:	Steel shaft in bi-metal bearings
Lubrication system:	Forced-feed circulation lubrication with rotary pump which feeds both lubricating and cooling systems (and cab heating if fitted)
Lube oil cooler:	Integrated in engine, of light metal
Lube oil filter:	Paper-type micro-filter as replaceable-cartridge full flow filter
Injection pump/ governor:	Single injection pumps with mechanical centrifugal governor
Fuel lift pump:	Serviceable, with integrated strainer
Injection nozzle:	Five-hole nozzle
Fuel filter:	Replaceable cartridge
Alternator:	Three-phase alternator, 14 V; 55 A (Standard)
Starter motor:	2,2 kW; 12 V
Heating system:	Optional connection for cab heating
Options:	Intake manifold connections, exhaust manifold connections, hydraulic pumps, engine mounts rigid and flexible, oil pans, dipsticks, SAE 3/4/5/6 flywheel housings, alternators 12 and 24 V, oil filter positions horizontal and vertical, oil filler neck on side of crankcase or in cylinder head cover



► Technical data

Engine type		F2L1011F	F3L1011F	F4L1011F	BF4L1011FT	BF4L1011F
Number of cylinders		2	3	4	4	4
Bore/stroke	mm	91/105	91/105	91/105	91/105	91/105
Displacement	l	1.37	2.05	2.73	2.73	2.73
Compression ratio		18.5	18.5	18.5	17.0	17.0
Max. rated speed	min ⁻¹	3300	3300	3300	2500	3000
Mean piston speed	m/s	11.6	11.6	11.6	10.5	10.5
Power ratings for construction equipment engines⁹⁾						
Power ratings for automotive and industrial engines ²⁾						
	kW	22.0	33.0	44.0	46.0	55.5
at speed	min ⁻¹	3000	3000	3000	2500	2800
Mean effective pressure	bar	6.44	6.44	6.44	8.07	8.71
Power ratings for continuous operation ³⁾						
	kW	21.0	31.0	42.0	-	53.0
at speed	min ⁻¹	3000	3000	3000	-	3000
Mean effective pressure	bar	6.15	6.05	6.15	-	8.32
Max. torque	Nm	80.5	121.0	161.0	199.0	218.0
at speed	min ⁻¹	1800	1800	1800	1800	1800
Minimum idle speed	min ⁻¹	900	900	900	900	900
Specific fuel consumption ⁴⁾	g/kWh	233	223	220	209	209
Weight to DIN 70020, Part 7A ⁵⁾	kg	167	208	249	256	256

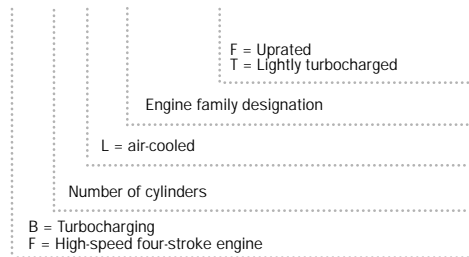
► Dimensions



Motor		A	B	C*	D	E*	F
F2L1011F	mm	407	451	683	243	225	80
F3L1011F	mm	519	451	678	243	220	80
F4L1011F	mm	630	451	703	243	245	80
BF4L1011F/T	mm	630	495	703	243	245	80

► Model designation

BF 4 L 1011 FT

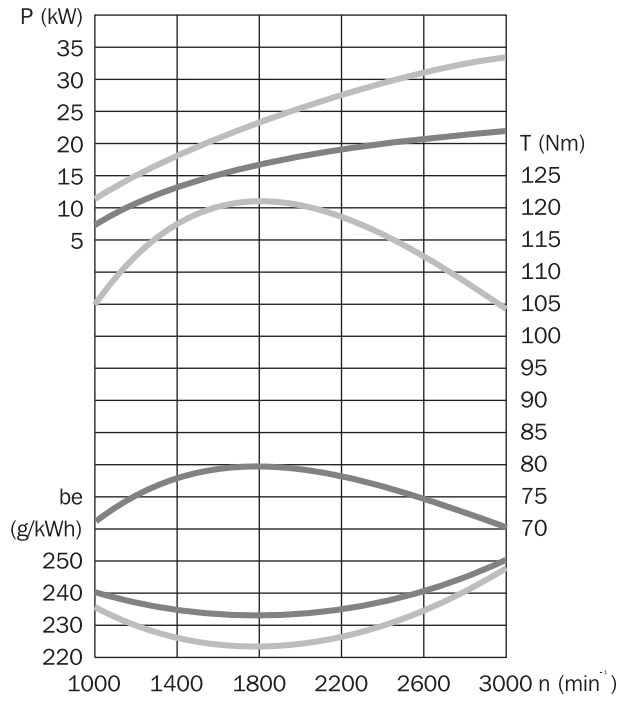


- 1) Power ratings at flywheel net, including integrated cooling system.
- 2) For intermittent operation to ISO 3046-1/ISO 1585.
- 3) Power ratings to ISO 3046-1 (ICFN).
- 4) At optimal operating point. Specific fuel consumption based on diesel fuel with a specific gravity of 0.835 kg/dm³ at 15°C.
- 5) Including integrated cooling system, dry weight.

* With standard oil pan.

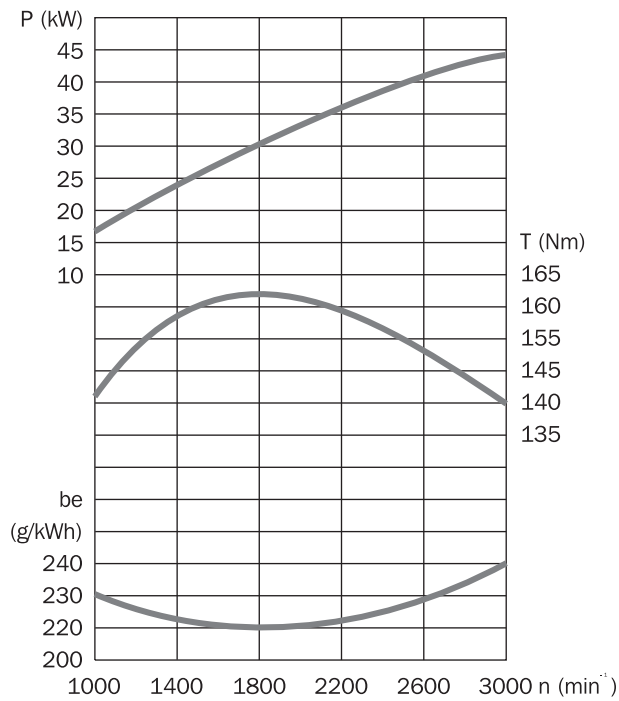
The values given in this data sheet are for information purposes only and not binding. The information given in the offer is decisive.

► Standard engines



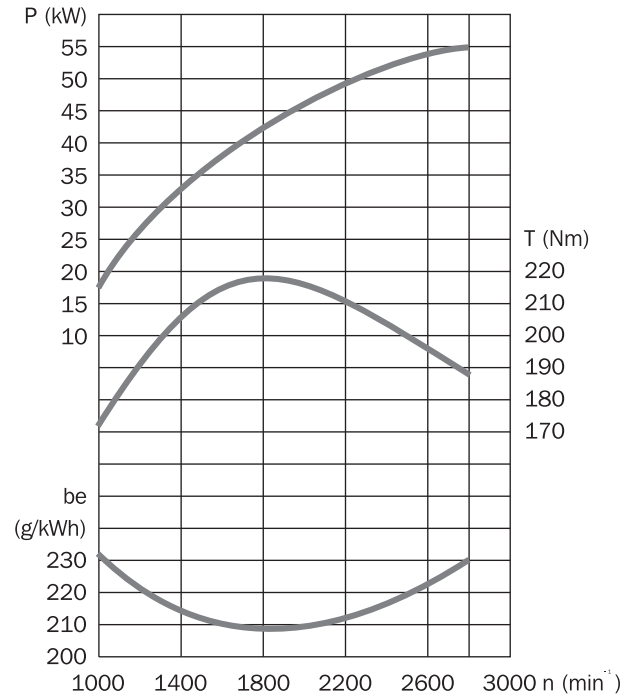
► F2L1011F

► F3L1011F

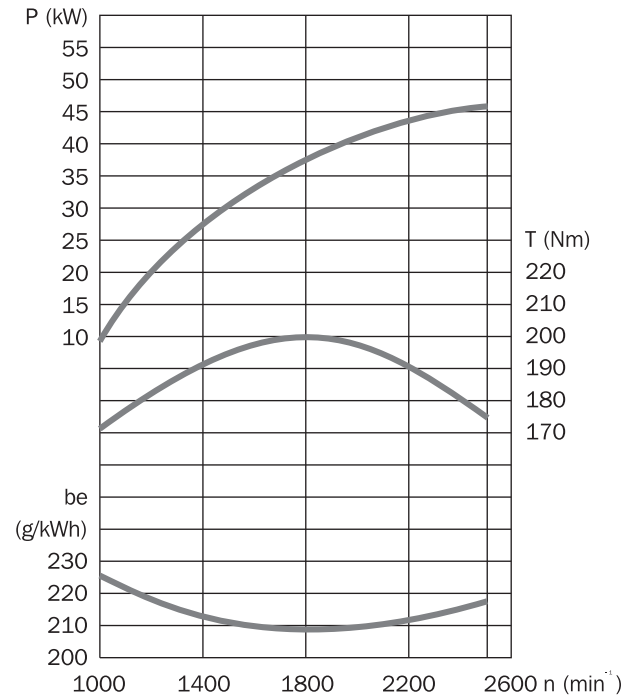


► F4L1011F

► Standard engines



► BF4L1011F



► BF4L1011FT



Knowing it's DEUTZ.

DEUTZ AG

Deutz-Mülheimer Str. 147-149

D-51057 Köln

Telephone: ++ 49 (0) 2 21-8 22 - 25 10

Fax: ++ 49 (0) 2 21-8 22 - 25 29

Internet: <http://www.deutz.de>



Array Support Structures



One of the most important factors in keeping costs to a minimum in solar systems is ease of installation. Our solar array structures are designed to minimise installation time without compromising strength and durability. Given that most solar arrays are located in remote harsh environments, a high quality structure is the key to assuring a reliable long term solar solution.

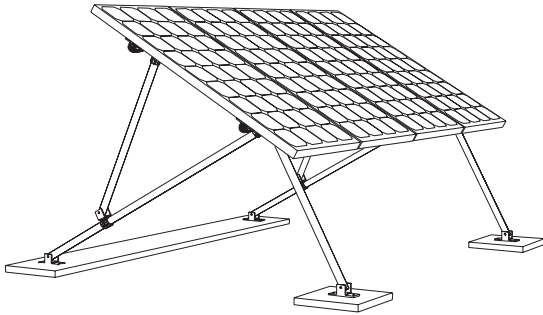
All our structures have been designed to comply with relevant standards by our highly skilled structural engineers to give you peace of mind and protection. Typically, our structures come complete with high tensile galvanised fasteners and hot dipped galvanised steel metal work which provides long term protection in harsh environmental conditions.

Our range of structures is designed to cater for a wide variety of applications. If you have special structural needs our engineers are available to custom design a structure to suit whatever requirements you might have. The following is a guide to selecting the best structure to suit your needs from our standard range.

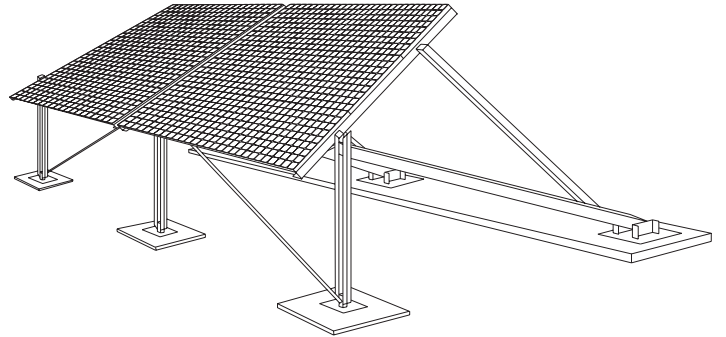
In addition to our standard range of array structures, BP Solar custom designs structures for your specific needs. If you require a structure that isn't shown here, please contact our sales team for assistance.

Structure type Application	H type	X type	T type	P type	G type
Large scale, industrial, can be linked	✓	✓			
Medium scale, industrial and domestic			✓		
Small scale industrial and domestic			✓	✓	✓
Ground mounting	✓	✓	✓	✓	✓
Roof mounting			✓		✓
Pole mounting				✓	
All Stainless steel (marinised)					✓
High level (>1.6m from ground)	✓	✓		✓	✓
Low level (<1.6m from ground)			✓		
Available as kit (without steel)			✓		
Uses "quick clamp" module fastening components			✓		
Adjustable tilt angle facility	✓		✓	✓	✓
Compact, light weight design			✓	✓	✓

[Home](#)[Branches](#)[Data Sheets](#)[Applications
World Wide](#)



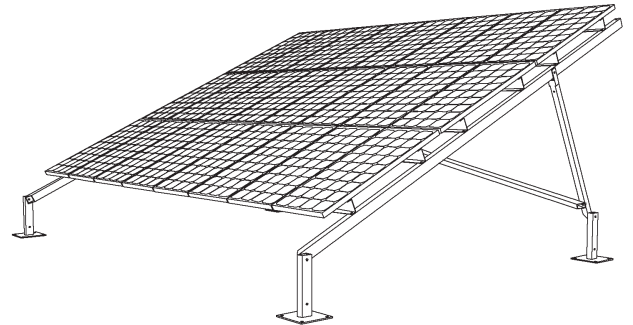
T Type



H Type



P Type

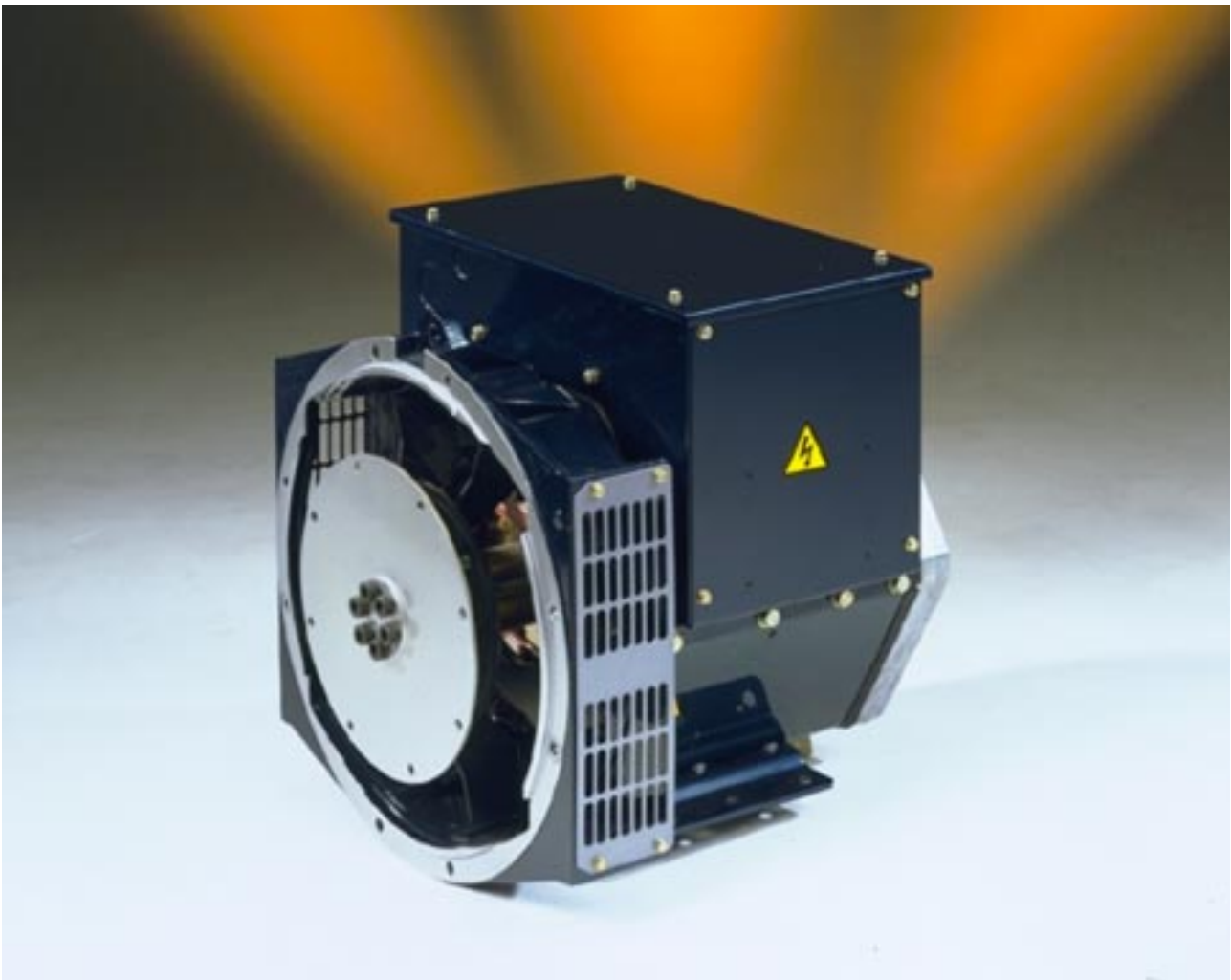


X Type

Structure type	Number of modules	Overall width (to edge of foot)	Foundation centres (width)	Foundation centres (depth)	Overall height (min-max)	Approximate weight (kg)
H24	24	4.3m	4.48m	3.31m	3.0-4.7m	282
H21	21	3.77m	3.94m	3.31m	3.0-4.7m	275
H18	18	3.6m	3.40m	3.31m	3.0-4.7m	260
H15	15	2.69m	2.86m	3.31m	3.0-4.7m	255
H12	12	2.15m	2.32m	3.31m	3.0-4.7m	250
X24	24	4.63m	4.38m	3.15m	1.5-2.2m	250
X18	18	3.55m	3.30m	3.15m	1.5-2.2m	240
T7	7	3.78m	2 x 1.6m	1.57m	0.95-1.55m	40
T6	6	3.24m	2.5m	1.57m	0.95-1.55m	36
T5	5	2.69m	2.0m	1.57m	0.95-1.55m	33
T4	4	2.16m	1.6m	1.57m	0.95-1.55m	30
T3	3	1.61m	1.4m	1.57m	0.95-1.55m	28
P4	4	2.16m	0.075m pole	N/A	4.0m	40
P3	3	1.61m	0.075m pole	N/A	4.0m	36
P2	2	1.07m	0.050m pole	N/A	(pole not supplied)	33
P1	1	0.53m	0.050m pole	N/A	(pole not supplied)	31
G4	4	1.19m	0.66-0.86m	1.55-2.0m	0.55-2.20m	35

Note: Total footprint area of structures are equal to Foundation Centre Width x Foundation Centre Depth (approx).





Manual D'Instalacion, Servicio Y Mantenimiento

Para Generadores De La Gama BC

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Antes de poner el grupo electrógeno en marcha se recomienda leer cuidadosamente el manual de funcionamiento del propio grupo electrógeno, así como, el presente manual para hacerse familiar con el funcionamiento del equipo.

FUNCIONAMIENTO SEGURO Y RENDIMIENTO ADECUADO REQUIEREN PROFUNDOS CONOCIMIENTOS DEL EQUIPO.

Muchos accidentes pueden evitarse observando rigurosamente las normas fundamentales de seguridad.

DESCARGAS ELECTRICAS PUEDEN CAUSAR SEVERAS LESIONES PERSONALES O LA MUERTE.

- Asegurarse de que la instalación cumpla con todas las normas de seguridad y del reglamento de baja tensión. La ejecución de cualquier instalación debe estar en manos de un electricista competente y autorizado.
- No poner el generador en marcha con las tapas protectoras quitadas.
- Antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento deshabilitar el circuito de arranque del motor de accionamiento.
- Inhabilitar circuitos para la marcha en paralelo con la red o con otros grupos y/o poner notas de advertencias en los interruptores para evitar un cierre accidental.

Observar todas las notas de **IMPORTANTE, PRECAUCION, ADVERTENCIA y PELIGRO** que se explican a continuación:

Importante ! Se refiere a procedimientos o prácticas peligrosas o inseguras que pueden resultar en daños del producto o daños en el equipo relacionado.

Precaucion ! Se refiere a procedimientos o prácticas peligrosas o inseguras que pueden resultar en daños en el generador o en daños personales.



Advertencia !

Se refiere a procedimientos o prácticas peligrosas o inseguras que **PUEDEN** resultar en graves daños personales o en la muerte.



Peligro !

Se refiere a un peligro directo que **RESULTA** en graves daños personales o en la muerte.

Debido al desarrollo continuo de nuestros productos, toda información en el presente manual, correcta a la fecha de imprenta, puede haber sufrido cambios. Por lo tanto, el presente manual no representa una información en firme.

PREFACIO

El objeto del presente manual es facilitar al usuario del generador STAMFORD la comprensión del funcionamiento fundamental, el criterio de aplicación y los procedimientos para la instalación y el mantenimiento. Donde la ignorancia del uso correcto o de los procedimientos adecuados puede resultar en lesiones personales o averías técnicas, se han incorporado notas de ADVERTENCIA o PRECAUCION. Es importante leer el presente manual antes de montar y usar el equipo.

Todo el personal de Newage International, de sus sucursales y distribuidores siempre está a disposición de los clientes para aclarar cualquier duda en la aplicación de los generadores STAMFORD.



Advertencia !

Cualquier negligencia durante instalación, servicio, mantenimiento o recambio de piezas puede resultar en desgracias personales o averías técnicas. El personal técnico debe estar formado para el servicio eléctrico/mecánico.

DECLARACION DE COMPLIMIENTO CEE

Todos los generadores **STAMFORD** se suministran con una declaración de cumplimiento con la legislación relevante de la CEE. Véan típica muestra a continuación.

○

EC DECLARATION OF INCORPORATION

IN ACCORDANCE WITH THE SUPPLY OF MACHINERY (SAFETY) REGULATIONS 1992 AND THE SUPPLY OF MACHINERY (SAFETY) (AMENDMENT) REGULATIONS 1994 IMPLEMENTING THE EC MACHINERY DIRECTIVE 89/392/EEC AS AMENDED BY 91/368/EEC.

THIS STAMFORD A.C. GENERATOR WAS MANUFACTURED BY NEWAGE INTERNATIONAL LTD, BARNACK ROAD, STAMFORD, LINCOLNSHIRE, ENGLAND.

THIS COMPONENT MACHINERY MUST NOT BE PUT INTO SERVICE UNTIL THE MACHINERY INTO WHICH IT IS TO BE INCORPORATED HAS BEEN DECLARED IN CONFORMITY WITH THE PROVISIONS OF THE SUPPLY OF MACHINERY (SAFETY) REGULATIONS 1992/MACHINERY DIRECTIVE.

FOR AND ON BEHALF OF THE MANUFACTURER

<small>NAME:</small>
<small>POSITION:</small>
<small>SIGNATURE</small>

De acuerdo con la Directiva Europea para Maquinaria, sección 1.7.4., es la responsabilidad del fabricante del grupo electrógeno de asegurar que tanto el número de fabricación del alternador, así como el número de identificación estén claramente indicados en el recuadro blanco de la portada del presente manual.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA

Información adicional

Directiva Europea 89/336/EEC

Para instalaciones dentro de la Comunidad Europea, los productos eléctricos han de cumplir con los requerimientos de la directiva arriba mencionada. Por consiguiente, los generadores c.a. de Newage se suministran en base a que:

1 Sean utilizados para la generación de energía eléctrica o para funciones relacionadas.

1 Sean utilizados en las siguientes aplicaciones:

Grupos móviles (tanto encarrozados como no encarrozados - para aplicación temporal)
Grupos estacionarios en contenedores (para aplicación temporal o permanente)
Equipo de barco bajo cubierta (para aplicación marina auxiliar)
Vehículos comerciales (transporte terrestre, refrigeración, etc.)
Transporte por ferrocarril (aplicación auxiliar)
Vehículos industriales (excavadoras, grúas, etc.)
Instalaciones fijas (factorías industriales, plantas de proceso)
Instalaciones fijas (industrias comerciales y residenciales - casa, oficinas, hospitales, etc.)
Plantas de congelación, uso en horas de mayor consumo
Proyectos de energía alternativa

1 Los generadores standard están diseñados para cumplir con las normas industriales de emisión e inmunidad. En cuanto los generadores deben cumplir con las normas residenciales y comerciales, refiéranse al documento de Newage No. N4/X/011, ya que puede que sean necesarios accesorios adicionales.

1 La puesta a tierra requiere una conexión del bastidor del generador al conductor de tierra in situ, utilizando un cable de una longitud mínima y práctica.

1 El mantenimiento y servicio con repuestos no originales, invalida toda responsabilidad de Newage con respecto a la Directiva Europea sobre Compatibilidad Electromagnética.

1 Toda instalación, mantenimiento y servicio ha de ser ejecutado por personal cualificado y conocedor de las directivas europeas relevantes.

INDICE

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD			IFC
PREFACIO			1
INDICE			2&3
SECCION 1		INTRODUCCION	4
	1.1	INTRODUCCION	4
	1.2	DESIGNACION	4
	1.3	TORNILLERIA PARA BRIDAS	4
	1.4	LOCALIZACION DEL NUMERO DE FABRICACION	4
	1.5	PLACA DE CARACTERISTAS	4
SECCION 2		TEORIA DE FUNCIONAMIENTO	5
	2.1	GENERADORES AUTOEXCITADOS CON REGULACION POR UNIDAD DE CONTROL DE VOLTAJE (AVR)	5
	2.1.1	AVR ALIMENTADO POR EL ESTATOR PRINCIPAL	5
	2.1.2	AVR ALIMENTADA POR UN BOBINADO AUXILIAR	5
	2.2	GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR	6
SECCION 3		APLICACION DEL GENERADOR	7
SECCION 4		INSTALACION PRIMERA PARTE	10
	4.1	ELEVACION	10
	4.2	MONTAJE AL MOTOR	10
	4.2.1	GENERADORES DE DOS COJINETES	10
	4.2.2	GENERADORES DE UN SOLO COJINETE	10
	4.2.2.1	GENERADORES DE UN SOLO COJINETE - DE CUATRO Y DE DOS POLOS	11
	4.2.2.2	INSTRUCCIONES DE MONTAJE AL MOTOR PARA GENERADORES DE DOS POLOS EN VERSION DE UN SOLO COJINETE (CON TALADROS PARA PASADORES POSICIONADORES EN EL VOLANTE DEL MOTOR)	12
	4.2.3	GENERADORES CON EJE CONICO	12
	4.3	PUESTA A TIERRA	12
	4.4	COMPROBACIONES PREVIAS AL FUNCIONAMIENTO	13
	4.4.1	COMPROBACION DE AISLAMIENTO	13
	4.4.2	SENTIDO DE ROTACION	13
	4.4.3	TENSION Y FRECUENCIA	13
	4.4.4	AJUSTE DE LA AVR	13
	4.4.4.1	AVR - TIPO SX460	13
	4.4.4.2	AVR - TIPO SA465	14
	4.4.4.3	AVR - TIPO SA665	14
	4.4.5	SISTEMA DE EXCITACION CONTROLADO POR TRANSFORMADOR (Serie 5)	14
	4.5	PRUEBAS DEL GRUPO ELECTROGENO	15
	4.5.1	MEDIDORES Y CABLEADO DE PRUEBAS	15
	4.6	ARRANQUE INICIAL	15
	4.7	PRUEBAS CON CARGA	15
	4.7.1	GENERADORES CONTROLADOS POR AVR - AJUSTES	15
	4.7.1.1	UFRO (Atenuación progresiva de subfrecuencia)	16
	4.7.2	GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR	16
		AJUSTE DEL TRANSFORMADOR	
	4.8	ACCESORIOS	16
SECCION 5		INSTALACION - SEGUNDA PARTE	17
	5.1	GENERALE	17
	5.2	PRENSAESTOPAS	17
	5.3	PUESTA A TIERRA	17
	5.4	PROTECCION	17
	5.5	PUESTA EN SERVICIO	17
SECCION 6		ACCESORIOS	18
	6.1	AJUSTE DE TENSION A DISTANCIA (TODAS LAS AVR's)	18
	6.2	PUESTA EN PARALELO	18
	6.2.1	CAIDA DE TENSION	18
	6.2.1.1	AJUSTE	19
	6.2.2	CONTROL ASTATICO	19

INDICE

SECCION 7	SERVICIO Y MANTENIMIENTO	20
7.1	ESTADO DE LOS DEVANADOS	20
7.2	COJINETES	20
7.3	FILTROS DE AIRE	20
7.3.1	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	20
7.3.2	BAÑO EN ACEITE	21
7.4	LOCALIZACION DE AVERIAS	21
7.4.1	LOCALIZACION DE AVERIAS:TODAS LAS AVR _s	21
7.4.2	LOCALIZACION DE AVERIAS: CONTROL POR TRANSFORMADOR	21
7.4.3	COMPROBACION DE VOLTAJE RESIDUAL	21
7.5	PRUEBA DE EXCITACION POR FUENTE AJENA	22
7.5.1	DEVANADOS DEL GENERADOR, DIODOS GIRATORIOS	22
7.5.1.1	VOLTAJE EQUILIBRADO EN BORNES PRINCIPALES	22
7.5.1.2	VOLTAJE DESEQUILIBRADO EN BORNES PRINCIPALES	23
7.5.2	PRUEBA DE CONTROL DE EXCITACION	24
7.5.2.1	PRUEBA ESTATICA DE LA AVR	24
7.5.2.2	CONTROL POR TRANSFORMADOR	24
7.5.3	DESMONTAJE E INSTALACION DE CONJUNTOS DE COMPONENTES	24
7.5.3.1	DESMONTAJE DE COJINETES	24
7.5.3.2	CONJUNTO DEL ROTOR PRINCIPAL	25
7.5.3.3	REMONTAJE DEL GENERADOR AL MOTOR	26
7.6	VOLVER AL ESTADO DE SERVICIO	26
SECCION 8	REPUESTOS Y SERVICIO DE POSTVENTA	27
8.1	REPUESTOS RECOMENDADOS	27
8.1.1	GENERADORES CONTROLADOS POR AVR	27
8.1.2	GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR	27
8.1.3	HERRAMIENTA DE MONTAJE	27
8.2	SERVICIO DE POSTVENTA	27
Fig. 6	RELACION DE PIEZAS (Fig. 6): GENERADOR TIPICO DE UN SOLO COJINETE	28 29
Fig. 7	RELACION DE PIEZAS (Fig. 7): GENERADOR TIPICO DE UN COJINETE - DISPOSICION CON EJE CONICO (BCL)	30 31
Fig. 8	RELACION DE PIEZAS (Fig. 8): GENERADOR TIPICO DE UN COJINETE (SERIE 5,)	32 33
Fig. 9	RELACION DE PIEZAS (Fig. 9): GENERADOR TIPICO DE DOS COJINETES	34 35
Fig. 10	CONJUNTO RECTIFICADOR GIRATORIO	36
CONDICIONES DE GARANTIA		CPI

SECCION 1

INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION

La gama de generadores de corriente alterna BC16/18 abarca máquinas sin escobillas de campo giratorio, disponibles para tensiones hasta 660 V/50Hz (1500 rpm - 4 polos y 3000 rpm - 2 polos) ó 60Hz (1800 rpm - 4 polos y 3600 rpm - 2 polos), fabricados según norma BS 5000, parte 3 y otras normas internacionales.

Todos los modelos de la gama BC16/18 son autoexcitados, recibiendo su excitación desde los devanados principales de salida con la ayuda de las Unidades de Control de Voltaje SX460/SA465 o de un sistema de excitación controlado por transformador.

Los modelos BC184 están disponibles con un bobinado auxiliar en el estator principal en conjunto con la AVR SA665.

A petición, se facilitan Hojas de Detalles Técnicos.

1.2 DESIGNACION

El tipo del alternador se designa mediante código como sigue:

B	C	L	I	1	6	4	A	1
B	C	.	I	1	6	2	D	1
B	C	A	I	1	6	2	D	1
B	C	.	M	1	8	4	F	2

GAMA DE GENERADOR BC

TIPO ESPECIFICADO L = PARA MOTOR TS O TR
A = PARA MOTOR ALPHA

APLICACION INDUSTRIAL - (I) O APLICACION MARINA = M

ALTURA DE EJE EN CM EN TIPO DE GENERADORES BC/UC

NUMERO DE POLOS 2 ó 4

LONGITUD DEL NUCLEO

NUMERO DE COJINETES 1 ó 2

1.3 TORNILLERIA PARA BRIDAS

Algunas bridas indicadas a continuación están montadas sólo parcialmente para simplificar su desmontaje antes del montaje del generador/motor. La restante tornillería se encuentra en una bolsa de plástico dentro de la caja de bornes.

Tipos De Brlas

Brida SAE2

Brida SAE3

Anillo De Adaptación SAE5

Brida SAE6

Pasadores posicionadores

1.4 LOCALIZACION DEL NUMERO DE FABRICACION

Cada generador tiene su número de fabricación grabado en la parte superior de su carcasa en el lado no-accionamiento.

Dentro del la caja de bornes vienen pegados dos rótulos rectangulares con el número de identificación. Uno de ellos en la parte interior del panel lateral de la propia caja de bornes, y otro en la carcasa del alternador.

1.5. PLACA DE CARACTERISTAS

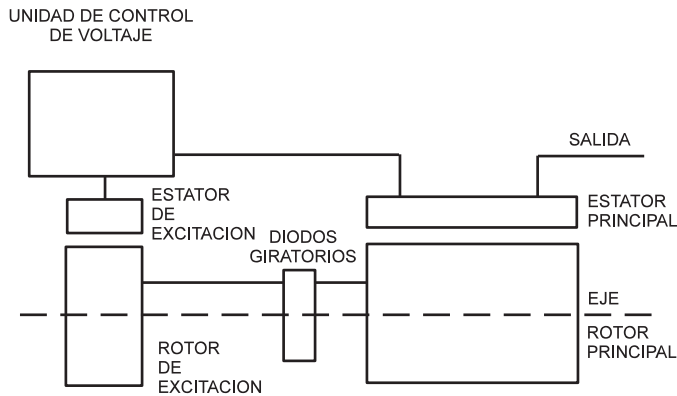
Esta placa/rótulo se suministra suelta con el alternador en la contraportada del presente manual, para su colocación una vez montado y pintado el alternador. La placa viene con un adhesivo especial que hace imposible retirarlo después de 24 horas.

SECCION 2

TEORIA DE FUNCIONAMIENTO

2.1 GENERADORES AUTOEXCITADOS CON REGULACION POR UNIDAD DE CONTROL DE VOLTAJE (AVR)

2.1.1 AVR ALIMENTADO POR EL ESTATOR PRINCIPAL



El estator principal proporciona energía para la excitación del campo a través de la Unidad de Control de Voltaje (AVR) tipo SX460 ó SA465 que es el dispositivo para regular el nivel de excitación que requiere el campo según carga aplicada. La AVR responde a la señal derivada de los devanados del estator principal. Al controlar la potencia baja del campo de excitación, se consigue el control de la potencia alta exigida por el campo principal mediante la salida rectificada del estator de excitación.

La AVR detecta la tensión media entre dos fases para regular la tensión de salida dentro del margen establecido. Adicionalmente, detecta la velocidad del motor de accionamiento y proporciona una caída de tensión en proporción a la caída de frecuencia por debajo de un punto ajustable, evitando así una sobreexcitación y facilitando un alivio al motor de accionamiento en caso de golpes de carga.

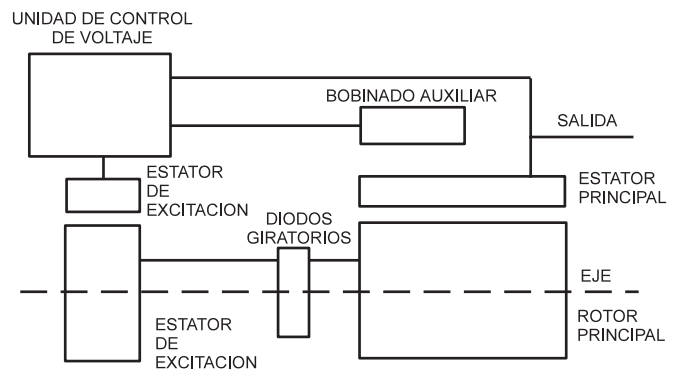
El funcionamiento detallado y el ajuste de todos los circuitos en las AVRs se describe en el subinciso PRUEBAS CON CARGA.

La AVR SA465 lleva incorporada adicionalmente circuitos que en conjunto con accesorios sirven para la puesta en paralelo con un control de caída de tensión en cuadratura o estático, y con control de kVAr/factor de potencia.

El funcionamiento y el ajuste de los accesorios que pueden ser instalados en el interior de la caja de bornes del generador, se describe en la sección de accesorios del presente manual.

Se facilitan instrucciones por separado para otros accesorios disponibles, previstos para montar dentro del cuadro de maniobra.

2.1.2 AVR ALIMENTADA POR UN BOBINADO AUXILIAR



El bobinado auxiliar proporciona energía para la excitación del campo a través de la AVR SA665 que es el dispositivo para regular el nivel de excitación que requiere el campo según carga aplicada. La AVR responde a la señal derivada de los devanados del estator principal. Al controlar la potencia baja del campo de excitación, se consigue el control de potencia alta exigida por el campo principal mediante la salida rectificada del estator de excitación. La AVR detecta la tensión de salida dentro del margen establecido. Adicionalmente, detecta la velocidad del motor de accionamiento y proporciona una caída de frecuencia por debajo de un punto ajustable, evitando así una sobreexcitación y facilitando un alivio al motor de accionamiento en caso de golpes de carga.

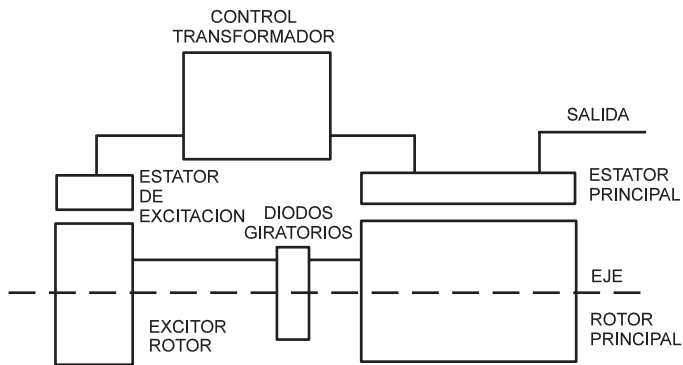
En condiciones de cortocircuito en la salida del estator principal, el bobinado auxiliar sigue generando voltaje desde el conjunto de armónicas del campo magnético del núcleo del estator principal, proporcionando así la alimentación necesaria a través de la AVR SA665 para mantener la corriente del cortocircuito.

El funcionamiento detallado de todos los circuitos y su ajuste se describe en el subinciso PRUEBAS CON CARGA.

Detalles del funcionamiento de los accesorios que pueden ser instalados dentro de la caja de bornes del generador se encuentran en la sección de accesorios del presente manual.

Se facilitan instrucciones por separado para otros accesorios disponibles, previstos para montar dentro del cuadro de maniobra.

2.2 GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR



El estator principal proporciona energía para excitar el campo de excitación por medio del transformador rectificador. El transformador combina elementos de tensión y corriente derivados de la salida del estator principal para formar la base de un sistema de control con circuito abierto, el cual es de naturaleza autorregulador. El propio sistema compensa las magnitudes de intensidad y factor de potencia, mantiene la corriente de cortocircuito y tiene adicionalmente buenas características de arranque de motores eléctricos.

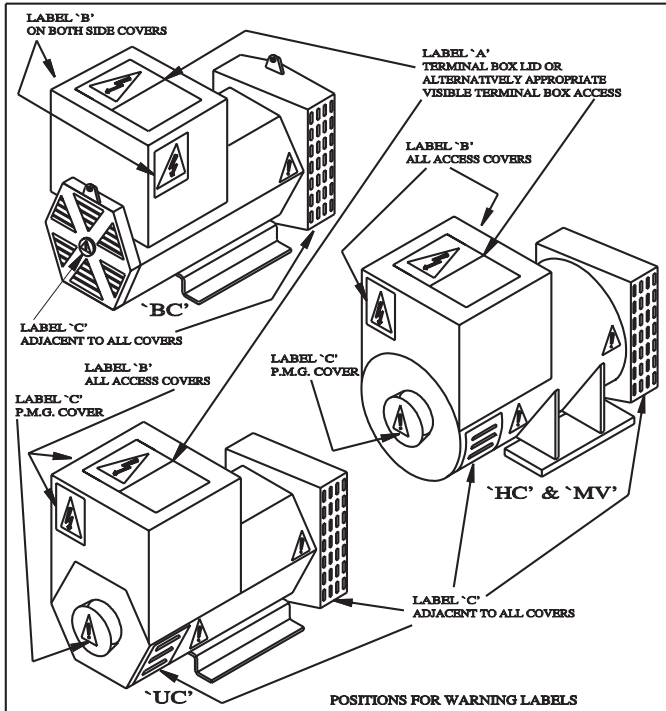
Los alternadores trifásicos suelen estar controlados por un transformador trifásico para mejorar el comportamiento con cargas desequilibradas. Esta versión es de una sola tensión trifásica. Opcionalmente, se pueden suministrar con un transformador monofásico para facilitar la reconexión a varias tensiones trifásicas y monofásicas.

Este sistema de excitación no permite la conexión de accesorios.

SECCION 3

APLICACION DEL GENERADOR

El generador se suministra como componente para formar un grupo electrógeno. Por consiguiente, no resulta práctico colocar todos los rótulos de advertencia/precaución durante el proceso de su fabricación. Los rótulos adhesivos necesarios se suministran sueltos junto con el presente manual y con instrucciones claras para su colocación.



Los generadores están diseñados para el funcionamiento a 40°C y para una altura de 1000 m sobre el nivel de mar, de acuerdo con la norma BS 5000.

Temperaturas en exceso de 40°C y alturas por encima de 1000 m requieren una reducción de potencia. Potencia y temperatura ambiente figuran en la placa de características. Consulte a su distribuidor en caso de dudas.

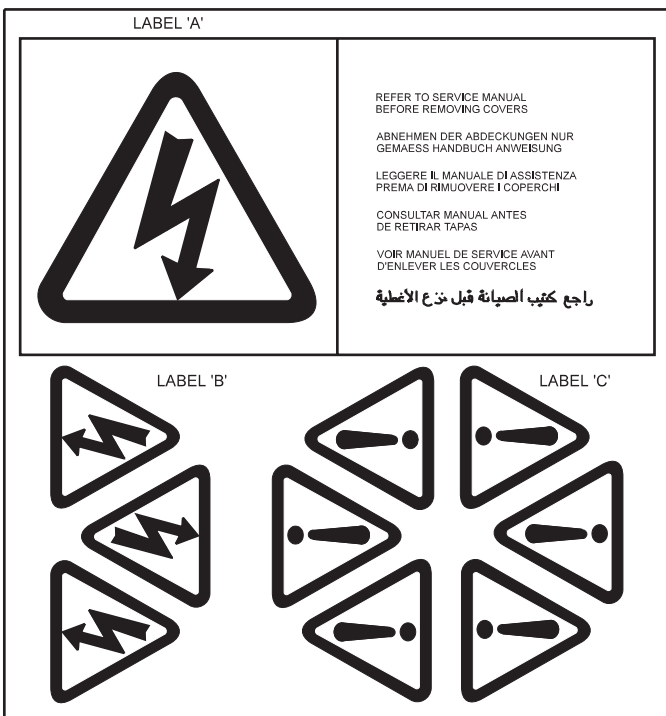
Los generadores son de refrigeración por aire mediante ventilador incorporado, protegido por rejilla de antigotéico. No están previstos para uso en la intemperie, excepto que estén adecuadamente protegidos. Se recomienda conectar una calefacción de anticondensación durante el almacenamiento y en grupos de emergencia para proteger los devanados contra la humedad.

Generadores instalados dentro de carrocerías no deben trabajar con temperatura en exceso a la mencionada, sin haber considerado previamente la reducción de la potencia nominal.

La carrocería debe estar hecha de tal forma, que la aspiración de aire para el motor de accionamiento esté separada del conducto para la aspiración de aire del generador, especialmente cuando el ventilador del radiador es de tipo aspirante. Adicionalmente debe evitarse que el generador aspire aire húmedo. Para evitarlo pueden instalarse filtros de aire de 2 escalones.

La entrada de aire del generador es a través de la tapa en el extremo final del lado no-accionamiento. El diseño del grupo y de la carrocería debe ser de tal manera que la entrada no queda reducida. Recomendamos una distancia mínima de 50 mm entre la entrada de aire del generador y cualquier superficie plana vertical.

Salidas/entradas de aire deben dar como caudales mínimos y caídas de presión máximas los mencionados en la siguiente tabla:



Tipo	Caudal de aire		Caída de presión adicional (entrada/ salida)
	50Hz	60Hz	
BC164	0.13m³/sec	0.16m³/sec	3 mm hidrométricos (0.1")
	(277cfm)	(341cfm)	
BC184	0.13m³/sec	0.16m³/sec	
	(277cfm)	(341cfm)	
BC162	0.19m³/sec	0.23m³/sec	
	(398cfm)	(490cfm)	
BC182	0.19m³/sec	0.23m³/sec	
	(398cfm)	(490cfm)	

Como opción existe la posibilidad de fabricar el generador con filtros de aire puestos.

Generadores de la gama BCL no llevan instalado un ventilador. Es el ventilador del volante del motor que pasa aire a través del generador. Por lo siguiente, una restricción adicional del flujo de aire (como pueden ser filtros) no es permisible tanto en el generador como en la carrocería.

Es la responsabilidad del fabricante del grupo asegurarse de que las etiquetas correspondientes estén pegadas en el lugar correcto, claramente visibles.

Importante ! La disminución del flujo de aire o protección inadecuada del generador pueden causar daños en los devanados.

El equilibrado dinámico del conjunto rotor ha sido efectuado durante el proceso de fabricación según norma BS 6861, parte 1, grado 2.5 para asegurar que las vibraciones estén dentro de los límites que establece la norma BS 4999, parte 142.

Las principales frecuencias de vibración, producidas por el generador son las siguientes:

4 polos	1500 r.p.m.	25 Hz
	1800 r.p.m.	30 Hz
2 polos	3000 r.p.m.	50 Hz
	3600 r.p.m.	60 Hz

No obstante, las vibraciones inducidas por el motor de accionamiento son de naturaleza compleja y contienen frecuencias de 1, 3, 5 ó más veces de la frecuencia fundamental de vibración.

Estas vibraciones inducidas pueden dar por resultado niveles de vibración del generador más altos que los propios del generador. El fabricante del grupo electrógeno es responsable de asegurar que la alineación y la rigidez de la bancada y soportes cumplan con los límites de la norma BS 5000, parte 3.

En grupos de emergencia, donde el período de funcionamiento es más corto, y por lo tanto existe un número de horas de servicio reducido, pueden tolerarse niveles de vibraciones más altos que los establecidos en la norma mencionada, hasta un máximo de 18mm/seg.

Los generadores de dos cojinetes, acoplados sin brida y con un acoplamiento elástico, requieren una bancada robusta, dotada de apoyos con soportes mecanizados entre motor/generador y bancada para asegurar una perfecta alineación. El montaje con bridas puede incrementar la rigidez general del conjunto. El momento de flexión entre envoltorio del motor y encastre de la brida del generador no debe ser más de 17 kgm. Se recomienda utilizar un acoplamiento elástico diseñado para la específica combinación motor/generador, para reducir al mínimo los efectos torsionales.

Generadores de dos cojinetes accionados por polea requieren un diámetro y diseño de polea de manera que la carga/fuerza lateral aplicada al eje sea céntrica a la extensión y no exceda de los valores indicados en la tabla a continuación:

Gama 2/4 polos	Fuerza lateral		Extensión del eje mm
	kgf	N	
BC16	92	900	82
BC18	173	1700	82

En caso de otras extensiones de eje que de las indicadas en la tabla anterior, consultar fábrica.

La alineación de generadores de un solo cojinete es crítica ya que pueden producirse vibraciones a consecuencia de la flexión de las bridas entre motor y generador. Por lo que concierne al generador, el momento de flexión en este punto no debe ser superior a 17 kgm.

Generadores de un solo cojinete requieren una bancada robusta, dotada de apoyos con soportes mecanizados entre motor/generador y bancada para asegurar una alineación perfecta.

Se da por hecho que el generador se incorpora en un grupo electrógeno, operando de manera que sólo sea expuesto a una carga de choque de max. 3g. En caso de que la carga de choque fuese superior a 3g, deberían utilizarse dispositivos antivibratorios para asegurar la absorción de la carga en exceso.

El momento de flexión máximo admitido de la brida del motor debe autorizar el fabricante del motor.

Importante ! Los soportes finales en el lado accionamiento en generadores de un solo cojinete están diseñados para ser atornillados a la carcasa del volante del motor con tornillos Allen.

Vibraciones torsionales se producen en todos los sistemas con ejes accionados por motores explosivos y pueden alcanzar magnitudes perjudiciales a ciertas velocidades críticas. Por lo tanto es absolutamente necesario considerar el efecto que tienen estas vibraciones sobre el eje del generador y el acoplamiento.


El fabricante del grupo electrógeno es el responsable de la compatibilidad del conjunto. A petición se facilitan planos con las dimensiones y los momentos de inercia del rotor para que sea mandado al fabricante del motor para su aprobación. En caso de generadores de un solo cojinete, estos planos contienen también los detalles de los discos de acoplamiento.

Importante ! La incompatibilidad torsional y/o niveles de vibraciones excesivos, pueden causar averías en motor, generador o en ambas máquinas.


La caja de bornas está contruida de paneles desmontables para facilitar la elección de la salida de los cables de potencia y la colocación de los prensaestopas correspondientes. En su interior se encuentran los bornes principales adecuadamente aislados para conexiones de fases y neutro, así como una toma de puesta a tierra. Puntos de puesta a tierra adicionales están provistos en los apoyos del generador.

El Neutro NO ESTA conectado a la carcasa.

El devanado del estator principal lleva 12 hilos conectados a la placa de los bornes principales.


Advertencia ! No se han efectuado conexiones a tierra en el generador. Por lo tanto, hay que observar las normas pertinentes locales con respecto a la puesta a tierra. Una incorrecta puesta a tierra o protecciones defectuosas/ no adecuadas, pueden causar daños personales graves.


A petición se facilitan curvas de corriente (curvas decrecientes) y datos de las reactancias del generador para facilitar la selección de los disyuntores, calcular la corriente del cortocircuito y demás protecciones.


Advertencia ! Cualquier negligencia durante instalación, mantenimiento o recambio de piezas puede llevar a desgracias personales o técnicas. El personal técnico debe estar formado para servicio eléctrico/ mecánico.

SECCION 4

INSTALACION PRIMERA PARTE

4.1 ELEVACION



El izado incorrecto o la capacidad de elevación inadecuada puede resultar en graves lesiones personales o desperfectos en el equipo. LA CAPACIDAD MINIMA DE ELEVACION ES DE 250 kgs. No deben emplearse las orejetas de izar del generador para elevar el grupo electrógeno completo.



Advertencia !

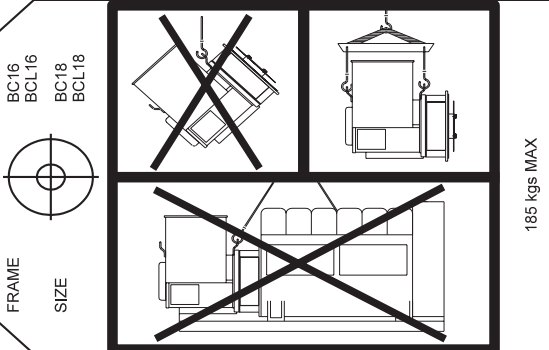
Se proveen dos orejetas de izar en cada extremo del generador para uso con un aparejo de izar del tipo gemelo y pasador o gancho. Es preciso emplear cables de adecuada longitud y capacidad de elevación con una barra separadora para evitar daños a la caja de bornes.

La correcta disposición de izado se indica en el rótulo al lado de la orejeta de izar (véanse ejemplo a continuación).

IMPORTANT

REFER TO SERVICE MANUAL BEFORE REMOVING COVERS. IT IS THE GENERATOR SET MANUFACTURER'S RESPONSIBILITY TO FIT THE SELF ADHESIVE WARNING LABELS SUPPLIED WITH THE GENERATOR. THE LABEL SHEET CAN BE FOUND WITH THE INSTRUCTION BOOK.





Generadores de la gama BCL no llevan ningún ventilador para soportar el extremo lado accionamiento. Se suministran con un fleje de transporte que sujeta el cubo de acoplamiento al anillo de adaptación en el extremo lado accionamiento.

Una vez retirada la arandela de retención o el fleje de transporte, el rotor puede girar en el bastidor. Por lo tanto, se requiere cuidado durante el acoplamiento y alineación para mantener el bastidor en un plano horizontal.

4.2 MONTAJE AL MOTOR

4.2.1 GENERADORES DE DOS COJINETES

Deberá montarse un acoplamiento elástico, alineándolo de acuerdo con las intrucciones del fabricante del acoplamiento.

Si se emplea una brida de adaptación, es preciso verificar la alineación de las superficies mecanizadas, situando el generador encarado con el motor. Calzar los apoyos del generador si fuera necesario. Asegurar que se hayan montado las rejillas/chapas de protección del adaptador una vez que se haya terminado el montaje del conjunto generador/motor. Los grupos montados sin bridas necesitan una protección adecuada que debe proveer el fabricante del grupo.

En el caso de generadores accionados por polea, asegurar la alineación correcta del extremo lado accionamiento y de las poleas de arrastre para evitar fuerzas axiales sobre los cojinetes. Se recomienda un dispositivo tensor para permitir un ajuste adecuado de la tensión de la polea durante la alineación.

La polea y sus protecciones han de suministrarse por el fabricante del grupo electrógeno.

Importante ! Una tensión incorrecta de las poleas resulta en un desgaste excesivo de los cojinetes.

Precaucion ! La incorrecta protección y/o alineación del generador puede resultar en graves daños personales y/o en desperfectos del equipo.

4.2.2 GENERADORES DE UN SOLO COJINETE

La alineación de generadores de un solo cojinete es crítica. Si fuera necesario, calzar los apoyos del generador para asegurar la alineación de las superficies mecanizadas.

Para propósitos de transporte y almacenaje, tanto los encastres de la carcasa, como los discos de acoplamiento vienen protegidos con una capa antioxidante. Antes de ensamblar el alternador con el motor, esta capa **HA DE QUITARSE**.

Un método práctico para quitar esta capa antioxidante es limpiar las superficies con un disolvente antigrasa basado en un disolvente de petróleo.

Precaucion ! Se debe impedir que cualquier disolvente entre en contacto prolongado con la piel

Para el acoplamiento a diferentes carcasas de volante de motor, los generadores pueden suministrarse con una disposición de soporte/escudo final-brida, como lo indicado a continuación:

Soporte Final/Brida

- SAE5
- SAE4
- SAE3
- SAE2

SAE5 más anillo de adaptación SAE6.

Importante ! Las bridas están diseñadas para un montaje con tornillos Allen. Generadores de la gama BC18 con una brida SAE 5 llevan un ventilador con un diámetro reducido, y por lo consiguiente deben operar a una potencia reducida. Los tornillos de sujeción del ventilador deben apretarse con un presión de 0.59kgm (6Nm 4.4lb. ft.)

El orden del montaje al motor debe ser generalmente como se indica a continuación:

1. En el motor, verificar la distancia entre la superficie del encastre del volante y la superficie de encaje del envolvente del volante. Deberá encontrarse dentro de 0.5 mm de su distancia nominal. Esto es necesario para asegurar que no se apliquen ni empujes ni presión al cojinete del generador o al cojinete del motor.
2. Comprobar que los pernos que sujetan los discos flexibles al cubo del acoplamiento estén apretados y bloqueados en posición. La presión de apriete deberá ser de 7.6kgm (75Nm).
3. Desmontar las tapas del extremo accionamiento del generador para obtener acceso a los pernos del acoplamiento y del adaptador.
4. Verificar que los discos de acoplamiento estén concéntricos con el encastre del generador. Esto se puede ajustar suspendiendo el rotor por medio de una cuerda de suspensión a través de la abertura del adaptador.
5. Encarar el generador con el motor y enganchar tanto discos de acoplamiento como carcasas al mismo tiempo. Por último, correrlo hacia adentro, apretando los pernos de la carcasa y de los discos de acoplamiento. Deberán utilizarse arandelas de calibre grueso entre el cabezal del perno y los discos en el volante.
6. Apretar los discos de acoplamiento al volante. Consultar el manual del motor para la presión de apriete.

Importante ! Al acoplar los discos de acoplamiento asegurar que los orificios para los pernos de sujeción del volante se encuentren entre las paletas del ventilador para el libre acceso a dichos pernos. Utilizar la polea del motor para girar el rotor.

4.2.2.1 GENERADORES DE UN SOLO COJINETE - DE CUATRO Y DE DOS POLOS

Generadores de la gama BCA pueden suministrarse para acoplarlos a diferentes combinaciones de volantes y envolventes de motores.

Importante ! Es muy importante saber la combinación del volante y envolvente del motor, antes de la fabricación del generador.

Importante ! El generador puede perder durante su montaje el voltaje residual. Para reestablecer dicho voltaje, refiéranse al subinciso 7.4.3.

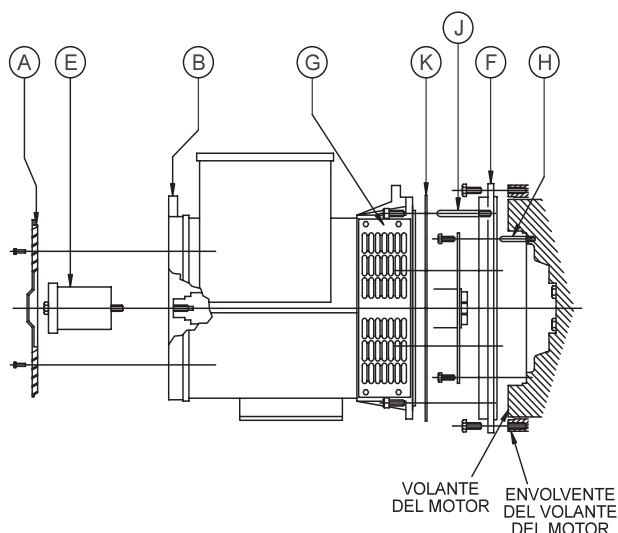
INSTRUCCIONES DE MONTAJE DEL GENERADOR AL MOTOR

1. Retirar la tapa apersianada "A" del soporte final lado no accionamiento "B".
2. Montar la barra posicionadora "E" (Newage N° AF1609), atornillándola en el eje.
3. Retirar la barra de retención "K".
4. Retirar las rejillas laterales "G".

5. En caso de que el anillo de adaptación fuese una pieza individual (indicado como "F"), atornillado al soporte final lado no accionamiento, debería ser retirado también y montado al envolvente del volante del motor.
6. Encroscar dos pasadores posicionadores "H" en dos agujeros superiores del volante del motor.
7. Poner dos pasadores posicionadores "J" en dos agujeros superiores del envolvente del volante del motor/agujeros posicionadores de la brida.
8. Elevar el generador por las orejetas de izar en ambos extremos con un aparejo de izar con una capacidad de media tonelada (según norma BS3032, o con el aparejo de izar del tipo gancho (Newage N° LE130).
9. Girar el rotor del generador de manera que dos agujeros superiores del disco de acoplamiento estén en contigua alineación axial.
10. Mover el rotor del generador hacia adelante, pero sólo por la mitad (50mm) del recurrido que permite la barra posicionadora "E". Puede ser necesario golpear ligeramente para que el cojinete salga de su alojamiento.

Importante ! No mueva más que debido el rotor hacia adelante para evitar el riesgo que el rotor descansa sobre las cabezas del devando. Esto resultaría en daños del devanado, especialmente cuando se hacen movimientos rotativos durante la alineación con los pasadores "H".

11. Suspender el peso del rotor en el extremo final del acoplamiento durante su desplazamiento para posicionar los agujeros del disco de acoplamiento sobre los pasadores "H". La barra posicionadora "E" permitirá otro desplazamiento del rotor por aprox. 50mm. Una vez posicionado los discos de acoplamiento en el volante del motor, poner tornillos de seguridad y arandelas. Retirar los pasadores "H" y sustituirlos por dos tornillos de seguridad y arandelas adicionales.
12. Empujar el generador sobre el adaptador de guía del motor encima del pasador posicionador "J", así como sobre el encastre del envolvente del volante del motor o anillo de adaptación "F", y fijarlo con tornillos y arandelas. Retirar los pasadores "H" y arandelas adicionales.
13. Retirar la barra posicionadora "E" y reponer el tornillo M10 "C".
14. Retirar el aparejo de izar y reponer las rejillas laterales "G", así como la tapa apersianada "A".



4.2.2 INSTRUCCIONES DE MONTAJE AL MOTOR PARA GENERADORES DE DOS POLOS EN VERSION DE UN SOLO COJINETE (CON TALADROS PARA PASADORES POSICIONADORES EN EL VOLANTE DEL MOTOR)

- 1-5. Seguir los pasos 1 - 5 descritos en subinciso 4.2.2.1.
6. Poner los dos pasadores posicionadores en agujeros diamétricamente opuestas en el volante del motor, dejando suficiente diametro paralelo para encajar bien el anillo espaciador con los discos de acoplamiento.
7. Montar el anillo espaciador encima de los dos pasadores posicionadores y apretarlo firmemente contra el volante del motor.
8. Seguir con los pasos 6-8 del subinciso 4.2.2.1.
9. Girar el rotor del generador de manera que los dos agujeros pasadores de los discos de acoplamiento estén bien alineados con los pasadores posicionadores del volante del motor, y que los dos agujeros superiores de los discos de acoplamiento estén en contigua alineación axial con los dos pasadores posicionadores "H" del volante de motor.
10. Seguir con el paso 10 del subinciso 4.2.2.1.
11. Suspender el peso del rotor en el extremo del acoplamiento durante su desplazamiento para posicionar los agujeros del disco de acoplamiento encima los pasadores "H".

Importante ! Debe asegurarse de que los agujeros de los pasadores posicionadores en los discos de acoplamiento estén correctamente alineados.

Con los discos de acoplamiento firmemente apretados contra el volante del motor, poner los tornillos de seguridad y las arandelas.

Retirar los pasadores "H" y sustituirlos por dos tornillos y arandelas adicionales.

12. Seguir los pasos 12-14 del subinciso 4.2.2.1.

4.2.3 GENERADORES CON EJE CONICO

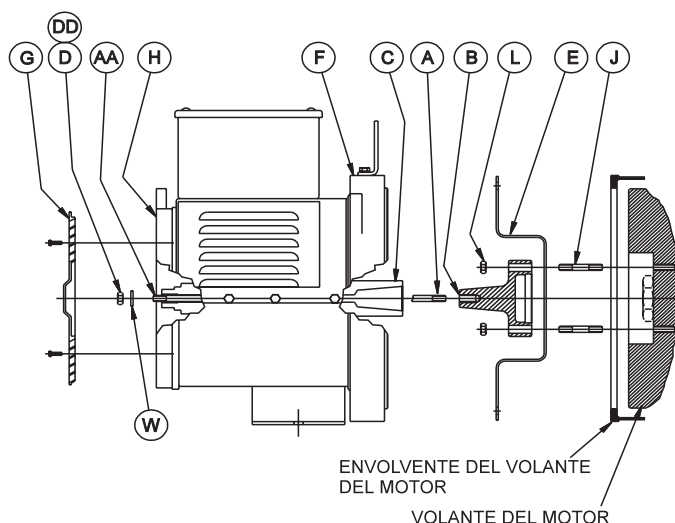
La disposición con eje cónico se emplea en los generadores de la gama BCL.

Al igual que con generadores de un solo cojinete, la alineación es crítica. Si fuera necesario, calzar los apoyos del generador para asegurar la alineación de las superficies mecanizadas.

El orden del montaje al motor deberá ser como se indica a continuación:

1. Retirar la tapa final apersianada "G" del soporte final lado no accionamiento "H" y la tuerca hexagonal M10 "D" del pasador de seguridad del eje "AA". Retirar la barra de retención "E" y retirar el eje embriado/pasador de seguridad del eje "A/B" del rotor.
2. Asegurar que los encastres, caras y rebajados tanto del generador como del volante del motor estén libres de pintura y agentes de conservación.

3. Colocar el conjunto eje embriado/pasador de seguridad del eje "A/B" en el encastre del volante del motor y fijarlo con pasadores "J" y tuercas M12 hex. "L", o con pernos. Consultar el manual del motor para la presión de apriete.
4. Asegurar que ambos conos estén limpios y libre de virolas, aceite y grasa. Correr completamente el generador con el rotor hacia el motor, asegurando que el pasador de seguridad del eje "A" entre céntricamente en el taladro del eje del rotor. Consultar al fabricante del motor para la presión de apriete.
5. Atornillar la brida del generador "F" a la carcasa del volante del motor. Antes de apretarlo, golpear ligeramente la brida en posición. Consultar al fabricante del motor para la presión de apriete.
6. Poner tuerca autotrabante M10 Binx "DD" para hacer salir el pasador de seguridad del eje "AA". La presión de apriete es de 45.0 Nm.
7. Reponer la tapa final apersianada "G" en el soporte final lado no accionamiento "H".
8. Comprobar por vibraciones excesivas en el momento de la puesta en marcha inicial.



Precaucion ! La incorrecta protección y/o alineación pueden resultar en graves daños personales y/o desperfectos del equipo.

4.3 PUESTA A TIERRA

El bastidor del generador deberá unirse sólidamente con la bancada del grupo electrógeno. En caso de montar soportes antivibratorios entre el alternador y su bancada, es preciso instalar un conductor de tierra adecuado (normalmente de la mitad de sección de los cables principales de alimentación) para puentear los soportes antivibratorios.

Advertencia ! Consultar las disposiciones locales para asegurar que se haya seguido el correcto procedimiento de la puesta a tierra.

4.4 COMPROBACIONES PREVIAS AL FUNCIONAMIENTO

4.4.1 COMPROBACION DE AISLAMIENTO

Antes de arrancar el grupo electrógeno, después de haber finalizado su montaje e instalación, debe verificarse la resistencia de aislamiento del devanado.

La AVR debe desconectarse durante esta prueba. Emplear un megóhmetro de 500 V o un instrumento similar. Desconectar cualquier conductor de puesta a tierra entre neutro y masa, y medir la resistencia de uno de los terminales de salida U, V o W a tierra. La resistencia de aislamiento debe resultar en un valor de más de 5 megohmios a tierra. Si la resistencia fuera por debajo de 5 megohmios, sería preciso secar el devanado tal como se indica en la sección de servicio y mantenimiento del presente manual.

Importante ! Los devanados han sido sometidos a pruebas de alta tensión durante el proceso de fabricación. Otras pruebas posteriores pueden desmejorar el aislamiento y por lo tanto reducir la necesario demostrar al cliente las pruebas de alta tensión, éstas deberían llevarse a cabo a niveles de tensiones reducidas, es decir: (tensión de prueba = $0,8 \times (2 \times \text{tensión nominal} + 1000)$)

4.4.2 SENTIDO DE ROTACION

Todas las máquinas llevan un ventilador con paletas radiales, siendo adecuado para un funcionamiento en uno u otro sentido. El generador se suministra para proporcionar una secuencia de fases U V W, con el generador girando hacia la derecha, mirando desde el extremo accionamiento (a menos que se especifique lo contrario en el pedido). En caso de que se ha de invertir la rotación después de haberse despachado la máquina, solicitar los correspondientes esquemas de conexión a fábrica/distribuidor.

4.4.3 TENSION Y FRECUENCIA

Comprobar que la tensión y la frecuencia indicada en la placa de características del generador corresponda a la aplicación del grupo electrógeno.

Generadores trifásicos llevan normalmente un devanado reconectable con 12 hilos de salida. Si fuera necesario reconectar el estator a otro voltaje, consultar los esquemas de conexión en la contraportada del presente manual.

4.4.4 AJUSTE DE LA AVR

Para efectuar la selección y ajuste de la AVR, desmontar la tapa de su alojamiento y consultar los subincisos indicados a continuación, según la AVR instalada.

El tipo de la AVR se indica en la placa de características del generador.

AVR SX460 - Subinciso 4.4.4.1
 AVR SA465 - Subinciso 4.4.4.2
 AVR SA665 - Subinciso 4.4.4.3

La mayoría de los valores vienen preajustados desde fábrica para facilitar una regulación satisfactoria durante las pruebas iniciales de funcionamiento. Es posible que se requiere un ajuste posterior para obtener una óptima regulación en condiciones normales de funcionamiento del grupo electrógeno. Para detalles, consultar el subinciso "PRUEBAS CON CARGA".

4.4.4.1 AVR - TIPO SX460

Se deben comprobar los siguientes puentes en la AVR para asegurar que estén correctamente puestos, correspondiente a la aplicación del grupo electrógeno.

Consultar Fig. 1 para localizar los puentes de selección.

1. Selección de Frecuencia

Frecuencia 50 Hz	Puente C-50
Frecuencia 60 Hz	Puente C-60

2. Selección Ajuste a Distancia

No existe potenciómetro para ajuste a distancia Puente 1-2

Se requiere potenciómetro para ajuste a distancia Eliminar puente 1-2 y conectar el potenciómetro en paralelo con las clemas 1 y 2.

3. Selección de alimentación

Alto Voltaje	Entrada 220/240V	SIN PUENTE
Bajo Voltaje	Entrada 110/120V	PUENTE 3-4

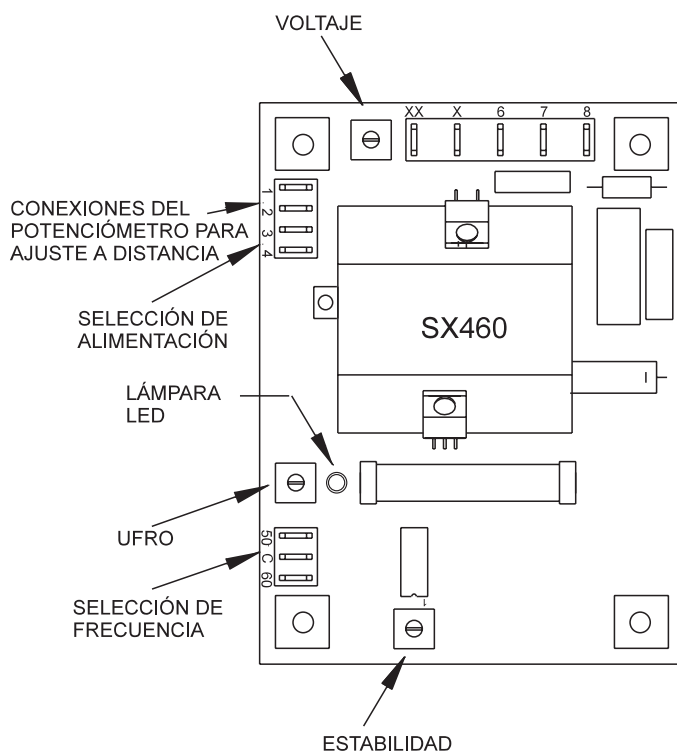


Fig. 1

4.4.4.2 AVR - TIPO SA465

Se deben comprobar los siguientes puentes en la AVR para asegurar que estén correctamente puestos, correspondiente a la aplicación del grupo electrógeno.

Consultar Fig. 2 para localizar los puentes de selección.

1. Selección de Frecuencia

Frecuencia 50 Hz Posicionar conmutador SW1 en posición 5
 Frecuencia 60 Hz Posicionar conmutador SW1 en posición 6

2. Selección de Ajuste a Distancia

No existe potenciómetro para ajuste a distancia Puente 1-2

Se requiere potenciómetro para ajuste a distancia Eliminar puente 1-2 y conectar el potenciómetro en paralelo con las clemas 1 y 2.

3. Selección de alimentación

Alto Voltaje Entrada 220/240V SIN PUENTE
 Bajo Voltaje Entrada 110/120V PUENTE L-L

4. Selección de Estabilidad

Posicionar conmutador SW2 en posición 4.

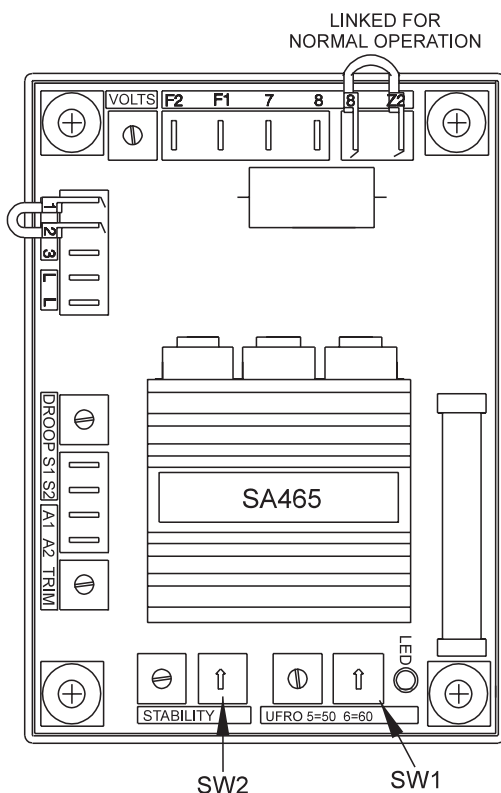


Fig. 2

4.4.4.3 AVR - TIPO SA665

Se deben comprobar los siguientes puentes en la AVR para asegurar que estén correctamente puestos, correspondiente a la aplicación del grupo electrógeno.

Consultar Fig. 3 para localizar los puentes de selección.

1. Selección de Frecuencia

Frecuencia 50 Hz Posicionar conmutador SW1 en posición 5
 Frecuencia 60 Hz Posicionar conmutador SW1 en posición 6

2. Selección de Ajuste a Distancia

No existe potenciómetro para ajuste a distancia Puente 1-2

Se requiere potenciómetro para ajuste a distancia Eliminar puente 1-2 y conectar el potenciómetro en paralelo con las clemas 1 y 2.

3. Selección de alimentación

Alto Voltaje Entrada 220/240V SIN PUENTE
 Bajo Voltaje Entrada 110/120V PUENTE L-L

4. Selección de Estabilidad

Posicionar conmutador SW2 en posición 4.

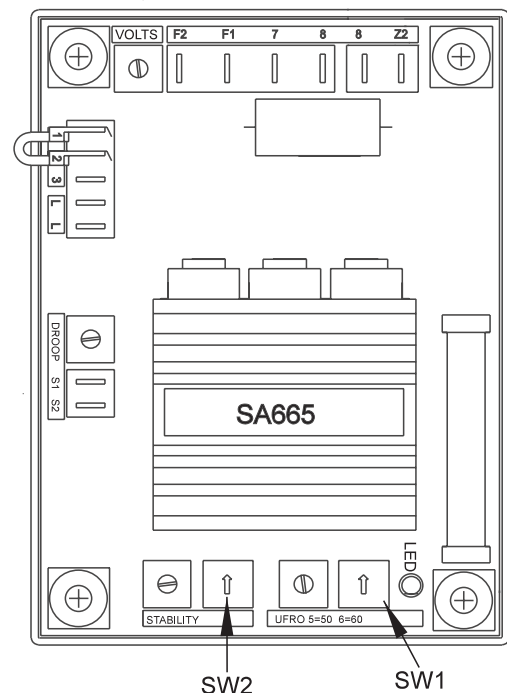



Fig. 3

4.4.5 SISTEMA DE EXCITACION CONTROLADO POR TRANSFORMADOR (Serie 5)

Este sistema de control está identificado por la palabra TRANSF en la placa de características.

El control de excitación viene ya ajustado desde fábrica para el voltaje específico indicado en la placa de características, y no requiere otros ajustes.

4.5 PRUEBAS DEL GRUPO ELECTROGENO



Durante las pruebas será necesario quitar las tapas para ajustar los controles, quedando los bornes u otros componentes "activos". Sólo personal cualificado para servicio eléctrico debe llevar a cabo las pruebas y/o ajustes.

Advertencia !

4.5.1 MEDIDORES Y CABLEADO DE PRUEBAS

Conectar cualquier cableado de instrumento que se requiere para las pruebas iniciales con conectores permanentes o con abrazaderas de resorte.


Los instrumentos mínimos para las pruebas deberían ser un voltímetro entre fases o entre fase y neutro, un frecuencímetro, un amperímetro y un vatímetro.

Si se emplea carga reactiva, conviene utilizar un medidor de factor de potencia.

Importante ! Al utilizar cables de alimentación a fines de pruebas, asegurar que la sección del cable cumpla, por lo menos, con la tensión nominal del propio generador. Las cabezas de los cables de alimentación deben colocarse por encima de las cabezas de los conductores del devanado y sujetadas con la tuerca provista.

Precaucion ! Verificar que todas las cabezas de cableado para conexiones internas o externas estén sólidamente fijadas. Colocar todas las tapas de la caja de bornes y todas las protecciones. Negligencia en la fijación del cableado puede resultar en graves daños personales y/o averías del equipo.

4.6 ARRANQUE INICIAL



Durante las pruebas será necesario quitar las tapas para ajustar los controles, quedando los bornes u otros componentes "activos". Sólo personal cualificado para servicio eléctrico debe llevar a cabo las pruebas y/o ajustes.

Advertencia ! Reponer todas las tapas de acceso después de haber complementado los ajustes.

Después de haber complementado el montaje del grupo electrógeno y antes de arrancarlo, asegurar que todas las pruebas previas al funcionamiento, recomendadas por el fabricante del motor, se hayan llevado a cabo, y que los ajustes del regulador del motor sean de tal manera que el generador no esté sometido a sobrevelocidades mayores del 125% de la velocidad nominal.

Importante ! Una sobrevelocidad del generador durante el ajuste inicial del regulador de velocidad puede resultar en daños de los componentes giratorios del generador.

Desmontar adicionalmente la tapa de acceso a la AVR (en los generadores controlados por AVR) y girar el potenciómetro VOLTS completamente hacia la izquierda. Arrancar el grupo electrógeno sin carga a velocidad nominal. Girar lentamente el potenciómetro VOLTS hacia la derecha hasta llegar a tensión nominal.

Consultar Fig. 1, 2 ó 3 para localizar el potenciómetro de ajuste.

Importante ! No se debe aumentar la tensión por encima del voltaje indicado en la placa de características del generador.


El potenciómetro de ajuste de estabilidad "STABILITY" debería ajustarse a la mitad de su recorrido (consultar Fig. 1,2, ó 3 para su localización). Con la correcta selección de estabilidad, un reajuste normalmente no es necesario. Sin embargo, si fuera necesario por oscilación en el voltímetro proceder como sigue:

En cuanto a AVRs SA465 y SA665, un ajuste más fino de estabilidad se puede obtener a través del conmutador SW2.

Posicionar el conmutador en posición 8 resulta en una respuesta lenta de la AVR. Posicionar el conmutador en posición 0 resulta en un respuesta rápida de la AVR.

1. Operar el grupo electrógeno en vacío y asegurar que la velocidad sea correcta y estable.
2. Girar el potenciómetro de ajuste STABILITY hacia la derecha. Después girarlo lentamente hacia la izquierda hasta que el voltaje empiece a dar señales de inestabilidad. El punto de ajuste fino está ligeramente hacia la derecha de esta posición (es decir, el punto en que el voltaje está justamente estable, lindando la región de inestabilidad).

4.7 PRUEBAS CON CARGA



Durante las pruebas será necesario quitar las tapas para ajustar los controles, quedando los bornes u otros componentes "activos". Sólo personal cualificado para servicio eléctrico debe llevar a cabo las pruebas y/o ajustes.

Advertencia ! Reponer todas las tapas de acceso después de haber complementado los ajustes.

4.7.1 GENERADORES CONTROLADOS POR AVR - AJUSTES

Consultar Fig. 1, 2 ó 3 para localizar los potenciómetros de ajuste.

Una vez ajustado VOLTS y ESTABILIDAD durante el arranque inicial, un ajuste del control de función UFRO normalmente no es necesario.

Sin embargo, si se detecta una pobre regulación con carga, consultar el subinciso a continuación para a) verificar si los síntomas observados indican que un ajuste es necesario, y b) para efectuar el ajuste correctamente.

4.7.1.1 UFRO (Atenuación progresiva de subfrecuencia)

La AVR lleva incorporado un circuito de protección contra baja velocidad, el cual facilita unas características de voltaje/velocidad (Hz) como ilustrado a continuación:

El potenciómetro de control UFRO ajusta el "punto de baja velocidad".

Síntomas de un ajuste incorrecto son a) el diodo luminoso (LED) que se encuentra justamente por encima del potenciómetro de control UFRO está permanentemente encendido cuando el generador está con carga, y b) pobre regulación de voltaje con carga, es decir, operando en la región de la disminución indicada en la ilustración Fig. 4.

Un ajuste hacia la derecha reduce el punto de baja velocidad y apaga el LED. Para un ajuste óptimo, el LED debería iluminarse en cuanto la frecuencia cae justamente por debajo de la frecuencia nominal, es decir, 47 Hz en generadores a 50 Hz ó 57 Hz en generadores a 60 Hz.

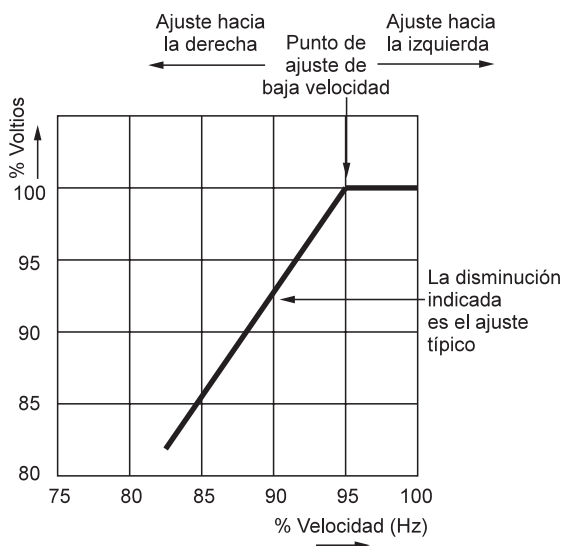


Fig. 4

4.7.2 GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR - AJUSTE DEL TRANSFORMADOR

Normalmente, un ajuste no es necesario. Sin embargo, en caso de que el voltaje con y/o sin carga no fuese aceptable, el ajuste de los entrehierros del transformador se efectuaría como descrito a continuación.

Parar el generador. Desmontar la caja de protección del transformador (normalmente en la parte izquierda de la caja de bornes, mirando desde el extremo no accionamiento).

Aflojar los tres pernos de montaje del transformador a lo largo de la parte superior del transformador, así como los dos pernos del soporte de montaje a la placa base.

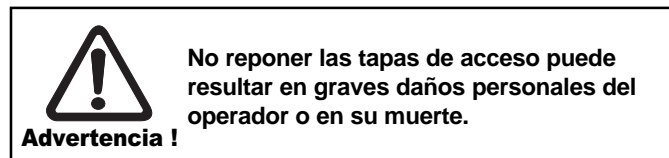
Arrancar el grupo electrógeno con un voltímetro conectado entre los terminales principales de salida.

Ajustar el entrehierro entre la sección de la laminación superior

del transformador y las columnas del transformador para obtener el voltaje requerido en vacío. Apretar ligeramente los tres pernos de montaje. Conectar y desconectar la carga dos o tres veces. La aplicación de carga, normalmente aumenta el voltaje ligeramente. Con la carga desconectada, verificar otra vez el voltaje en vacío.

Reajustar el entrehierro y apretar finalmente los pernos de montaje.

Reponer las tapas de acceso.



4.8 ACCESORIOS

Consultar la sección 6 "ACCESORIOS" del manual presente para procedimientos de ajustes en relación con accesorios instalados en el generador.

Si hubiesen accesorios para el montaje en el cuadro de maniobra suministrados con el generador, consultar los procedimientos específicos para la instalación de accesorios, que se han insertado en la contraportada del presente manual.

SECCION 5

INSTALACION - SEGUNDA PARTE

5.1 GENERALE

La magnitud de la instalación en la obra dependerá del grupo electrógeno que se fabrique, es decir, si el generador se instala en un grupo carrozado con cuadro de maniobra e interruptor integrado, o si la instalación en la obra queda limitada a la conexión de la carga a los terminales de salida del grupo electrógeno. En este caso, deberá consultarse el manual de instrucciones del fabricante del grupo electrógeno, así como cualquier disposiciones locales pertinentes.

En caso de que el generador fuese instalado en un grupo sin cuadro de maniobra y sin interruptor, entonces deberían observarse los puntos relativos a la conexión que se indican a continuación.

5.2 PRENSAESTOPAS

La caja de bornes se suministra normalmente para una salida de cables por el panel lateral derecho, mirando desde el lado accionamiento. El panel lateral es desmontable para poder taladrar/perforar con el fin de adaptar prensaestopas o cajas de prensaestopas. En caso de una salida de cables por el panel lateral izquierdo, se deben intercambiar los paneles laterales. Una longitud suficiente de los cables hacia la AVR está provisto.

Los cables de entrada deberán sostenerse ya sea por debajo o por encima del nivel de la caja de bornes y a una distancia suficiente de la línea general del grupo electrógeno para evitar un radio estrecho en el punto de entrada de la caja de bornes, permitiendo así el movimiento del grupo sobre sus soportes antivibratorios sin esfuerzo del cable.

Antes de efectuar conexiones finales, comprobar la resistencia del aislamiento de los devanados. La AVR debe desconectarse durante esta prueba.

Debe emplearse un megóhmetro de 500 V o un instrumento similar. En caso de que la resistencia del aislamiento fuese por debajo de 5 megohmios, sería preciso secar los devanados tal como detallado en la sección de servicio y mantenimiento del presente manual.

Durante la conexión a los bornes, las cabezas de los cables de entrada deben colocarse por encima de las cabezas de los conductores del devanado y sujetadas con la tuerca provista.

Importante ! Para evitar la posibilidad que penetren virutas en los componentes eléctricos de la caja de bornes, es indispensable retirar los paneles para taladrar.

5.3 PUESTA A TIERRA

El neutro del generador no está conectado al bastidor del mismo cuando es suministrado de fábrica. Está previsto un borne para la toma de tierra dentro de la caja de bornes, cerca a los bornes principales. En caso de que fuese necesario operar la máquina con el neutro conectado a tierra, es preciso conectar un conductor grueso de tierra (normalmente, equivalente a la mitad de sección de los conductores de línea) entre el neutro y el borne de tierra dentro de la caja de bornes. Bornes de tierra


adicionales están previstos en los soportes del generador. Estos ya deberían estar conectados a la bancada del grupo electrógeno por el fabricante del mismo. Sin embargo, deberán conectarse al sistema de puesta a tierra en el lugar de la instalación.

Precaucion ! Conviene consultar las disposiciones vigentes o el reglamento de seguridad local sobre electricidad para asegurar que se hayan seguido los procedimientos correctos para la puesta a tierra.

5.4 PROTECCION

Es la responsabilidad del usuario final y sus contratistas o subcontratistas de garantizar que todo el sistema de protección cumpla con los requisitos de cualquier autoridad de inspección, electricidad local o reglamento de seguridad pertinente a la localidad de la instalación.

A fin de facilitar al diseñador del sistema la necesaria protección o discriminación, se suministran a petición las curvas de intensidad desde fábrica, junto con los valores de reactancia del generador para poder calcular las corrientes del cortocircuito.

**Una instalación y/o los sistemas de protección incorrectos pueden resultar en graves daños personales y/o desperfectos del equipo.**
Advertencia !

5.5 PUESTA EN SERVICIO

Asegurar que todo el cableado externo sea correcto y que se hayan llevado a cabo todas las comprobaciones previas al funcionamiento recomendadas por el fabricante del grupo electrógeno, antes de arrancar el grupo electrógeno.

Los potenciómetros de control de la AVR deberían haber sido ajustados durante las pruebas del fabricante del grupo electrógeno. Por lo tanto, normalmente no se requieren más ajustes. Si fuesen necesarios ajustes in situ, consultar sección 4 para los ajustes de la AVR y/o sección 6 para los ajustes de puesta en paralelo.

En caso de mal funcionamiento durante la puesta en servicio, consultar el procedimiento a seguir para la localización de averías en la sección de servicio y mantenimiento del presente manual.

SECCION 6

ACCESORIOS

Opcionalmente, se pueden instalar accesorios de control en la caja de bornes del generador. Si ya vienen instalados en el momento de suministro, los esquemas en la contraportada del presente manual indican las conexiones correspondientes. Si los accesorios se suministran aparte, las instrucciones de montaje vienen junto con los propios accesorios.

Los accesorios disponibles son un transformador de corriente para el funcionamiento en paralelo para generadores con AVR SA465 y AVR SA665 y un potenciómetro para el ajuste de tensión a distancia. El último accesorio sólo se suministra suelto y se puede utilizar con todas las AVRs.

NOTA: Ninguno de los accesorios se pueden utilizarse con generadores controlados por transformador.

6.1 AJUSTE DE TENSION A DISTANCIA (TODAS LAS AVRs)

Se puede instalar un potenciómetro de ajuste de voltaje a distancia en el cuadro de maniobra.

Quitar el puente entre terminales 1 y 2 de la AVR y conectar el potenciómetro a distancia a estos terminales.

6.2 PUESTA EN PARALELO

El entendimiento de las explicaciones sobre la puesta en paralelo es útil, antes de la instalación del equipo de puesta en paralelo y el ajuste de la caída de tensión. Al operar en paralelo con otros generadores o con la red, es indispensable que la secuencia de fases del generador entrante corresponda a la de la barra colectora y que cumpla también con todas las condiciones siguientes antes de conectar el generador entrante a la barra colectora (o generador funcional).

1. Las frecuencias deben ser iguales.
2. Tensiones en vacío y caída de tensión con carga deben ser idénticas.
3. Los ángulos de fases de los voltajes deben ser iguales.

Para asegurar que se cumplan estas condiciones, pueden utilizarse una variedad de métodos desde sencillas lámparas sincronizadoras hasta equipos de sincronización completamente automáticos.

Importante ! Si no se cumplan las condiciones 1, 2 y 3 al cerrar el disyuntor, se generan esfuerzos mecánicos y eléctricos, que pueden resultar en averías del equipo.

Una vez que se haya conectado en paralelo, se necesita un mínimo de instrumentos para cada generador, a saber: voltímetro, amperímetro, vatímetro (para medir la potencia total de cada generador), así como un frecuencímetro para ajustar los mandos del motor y generador para el reparto de kilovatios en relación con la potencia del motor y el reparto de kVAr en relación con la potencia del generador.

Es importante saber que:

1. Los kW proceden del motor, y las características del regulador de velocidad determinan el reparto de kW entre los grupos electrógenos.

2. Los kVA proceden del generador, y el control de excitación determina el reparto de kVAr.

Consultar las instrucciones del fabricante del grupo electrógeno para el ajuste del regulador de velocidad.

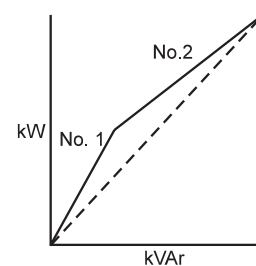
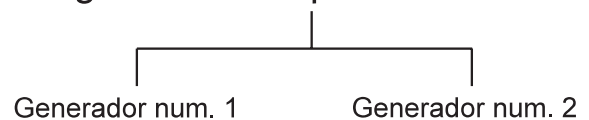
6.2.1 CAIDA DE TENSION

El método más común utilizado para repartir kVAr consiste en crear una característica de tensión del generador que cae con un factor de potencia descendente (aumentando los kVAr). Esto se consigue con un transformador de corriente (CT) que proporciona una señal dependiendo del ángulo de fase de la corriente (es decir, el factor de potencia) a la AVR.

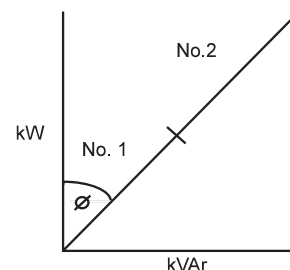
El transformador de corriente trabaja en conjunto con una resistencia de carga en la AVR. Un porcentaje del voltaje de esta resistencia se suma al circuito de la AVR. Un aumento de caída se obtiene girando el potenciómetro de control DROOP hacia la derecha.

Las curvas a continuación muestran el efecto de la caída en un sencillo sistema de dos generadores:

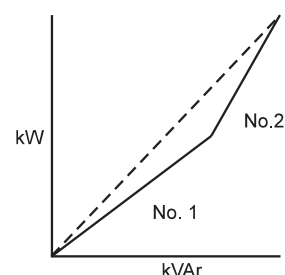
Carga con factor potencia $\cos \phi$



Caída num 1 mayor que num 2



Caída num 1 igual a num 2



Caída num 1 menor que num 2

En general, una caída del 5%, con un f.p. cero a plena carga es suficiente para asegurar el reparto de kVAr.

El equipo para puesta en paralelo que se suministra ya instalado en el generador, viene comprobado con respecto a su correcta polaridad y preajustado a un nivel de caída nominal.

A pesar de esto, el procedimiento de ajuste que se indica a continuación puede ser de gran ayuda.

6.2.1.1 AJUSTE

Según la carga disponible, los siguientes ajustes deben emplearse - todos basados en una corriente nominal.

Carga con f.p. 0.8 a plena carga - Ajustar caída al 3%
Carga con f.p. cero a plena carga - Ajustar caída al 5%

El ajuste de caída con una carga con factor de potencia bajo es el más exacto.

Operar cada generador como conjunto independiente (es decir, en servicio isla) a velocidad nominal o velocidad nominal más un 4%, según el tipo de regulador y voltaje nominal. Aplicar carga a corriente nominal del generador. Ajustar el potenciómetro de control DROOP en consonancia con los valores antes mencionados. Girando hacia la derecha resulta en un aumento de la caída. Consultar Fig. 2, Fig. 3 para la localización del correspondiente potenciómetro. Después del ajuste comprobar el nivel de voltaje SIN CARGA y reajustarlo si fuese necesario.

Nota 1) Si la tensión sube al aplicar carga significa que el transformador de corriente está conectado erróneamente al revés. Basta con invertir los hilos S1-S2 en la AVR. La rotación inversa también requiere cambiar S1-S2.

Nota 2) El aspecto más importante es ajustar todos los generadores idénticamente. El nivel exacto de la caída es menos crítico.

Nota 3) Un generador, funcionando en servicio isla con un equipo de puesta en paralelo instalado con un f.p. 0.8 a carga nominal, no puede mantener la usual constancia de tensión. Se puede conectar un interruptor en los bornes S1-S2 para eliminar el efecto de la caída y restablecer la regulación usual.

Importante ! LA PARADA ACCIDENTAL del motor Diesel puede resultar en que el generador opere como motor eléctrico con sus consecuentes daños correspondientes. Relés de corriente inversa deben instalarse para disparar el contactor principal. PERDIDA DE EXCITACION en el generador puede resultar en corrientes circulatorias altas con su daños consecuentes en los devanados del generador. Equipos de detección de pérdida de excitación deben instalarse para disparar el contactor principal.

6.2.2 CONTROL ASTATICO

El transformador de corriente para la caída se puede utilizar con una disposición de conexiones que permite la regulación con su constancia de tensión habitual durante el funcionamiento en paralelo.

Este accesorio solamente se suministra como juego de puesta en paralelo ya instalado en fábrica. Sin embargo, a petición al cursar el pedido del generador, los esquemas en la contraportada del presente manual indican las conexiones necesarias en la instalación. Se recomienda al usuario final que instale un interruptor para el secundario del transformador de corriente.

Caso de desear convertir la caída de cuadratura a un control estático, esquemas están disponibles a petición.

El procedimiento para el ajuste es exactamente igual al de la caída de cuadratura (DROOP). Consultar el subinciso 6.2.1.1.

Importante ! Al emplear esta disposición de conexiones, se requiere un interruptor entre cada resistencia de carga del transformador de corriente (CT), bornes S1-S2. El interruptor debe estar cerrado a) cuando un grupo electrógeno no está operando y b) cuando se elige un grupo para servicio isla.

SECCION 7

SERVICIO Y MANTENIMIENTO



Advertencia ! fuera de servicio antes de empezar con los trabajos de servicio o mantenimiento. Aislar cualquier suministro de corriente a calefacciones de anticondensación.

Los procedimientos de servicio y localización de averías presentan riesgos que pueden ocasionar graves daños personales o incluso la muerte. Solamente personal capacitado debe ejecutar tareas mecánicas y eléctricas. Asegurar que los dispositivos de arranque del motor estén

Durante el mantenimiento rutinario, se recomienda una atención periódica al estado de los devanados (en especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo) y a los cojinetes. Consultar subincisos 7.1 y 7.2 respectivamente.

Cuando los generadores están provistos de filtros de aire, se requiere una inspección y mantenimiento periódico de los mismos. Consultar subinciso 7.3.

7.1 ESTADO DE LOS DEVANADOS

Se puede determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a tierra.

La AVR debe estar desconectada durante esta prueba, conectando a masa los hilos del detector de temperatura de la resistencia. Conviene utilizar un megóhmetro de 500 voltios o un instrumento similar.

El aislamiento de la resistencia a masa debe estar por encima de 1 megohmio para todos los devanados.

En caso de que la resistencia fuese por debajo de este valor, sería imprescindible secar los devanados del generador.

Se puede llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y/o salida de aire del generador.

Alternativamente, se pueden cortocircuitar los devanados del estator principal, provocando un cortocircuito total trifásico en los bornes principales con el grupo electrógeno en marcha y la AVR desconectada en los bornes F1 y F2. Una fuente de corriente continua está entonces conectada a los bornes F1 (positivo) y F2 (negativo). Es preciso que la fuente de corriente continua sea variable entre 0 y 24 V y capaz de suministrar 1 Amp. Se requiere un amperímetro de pinzas de c.a. o similar instrumento para medir la corriente de fase en el devanado.

Ajustar la alimentación de corriente continua a cero. Arrancar el grupo electrógeno e incrementar lentamente la corriente continua para que pase a través del devanado del estator principal. El nivel de corriente no debe exceder la corriente nominal del generador.

Con este método, 60 minutos son normalmente suficientes para secar los bobinados.

Importante ! No se debe provocar el cortocircuito con la AVR conectada en circuito. Corriente en exceso de la nominal del generador causa desperfectos en los devanados.

Después del secado, las resistencias de aislamiento deben ser comprobadas otra vez para verificar que se haya obtenido el valor mínimo anteriormente mencionado.

Al volver a efectuar la prueba, se recomienda que la resistencia de aislamiento del estator principal sea comprobada como sigue:

Separar los neutros.

Conectar a masa las fases:	Megger contra la fase:
V y W	U
U y W	V
U y V	W

Si no se obtuviera el valor mínimo de 1 megohmio, sería preciso continuar con el proceso de secado y repetir la prueba.

7.2. COJINETES

Todos los cojinetes son de engrase permanente para un funcionamiento libre de mantenimiento.

Durante una revisión general, se recomienda sin embargo, comprobarlos por desgaste o pérdida de aceite y reemplazarlos si fuese necesario. También se recomienda comprobar periódicamente si se recalientan los cojinetes o si producen excesivo ruido durante su funcionamiento útil.

En caso de verificar vibraciones excesivas después de un cierto tiempo, esto sería debido al desgaste del cojinete, en cuyo caso conviene examinarlo por desperfectos o pérdida de grasa y reemplazarlo si fuese necesario. En todo caso se deben reemplazar los cojinetes después de 40.000 horas en servicio.

Cojinetes en generadores accionados por polea están sometidos a más fuerzas que cojinetes en generadores accionados directamente. Por lo tanto, los cojinetes deben ser reemplazados después de 25.000 horas en servicio. Debe asegurarse que las fuerzas laterales no superen los niveles indicados en las SECCION 3 del manual presente.

Importante ! La vida de los cojinetes depende de las condiciones de funcionamiento y de ambiente.

Importante ! Largos períodos sin funcionamiento en condiciones sujetos a vibraciones, pueden resultar en que los cojinetes se aplanen. Ambientes muy húmedos pueden resultar en que se emulsione la grasa causando corrosión.

Importante ! Altas vibraciones axiales del motor o mal alineación del grupo electrógeno fuerzan los cojinetes.

7.3. FILTROS DE AIRE



Peligro !

El desmontaje del filtro habilita el acceso a PARTES BAJO TENSION. Solamente desmontar los filtros con el grupo electrógeno fuera de servicio.

Los intervalos para el mantenimiento de los filtros depende de la severidad de las condiciones de trabajo in situ. Inspecciones regulares son necesarias para determinar su limpieza.

7.3.1 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Desmontar los filtros y sumergirlos o lavarlos con abundancia hasta que estén limpios, empleando un detergente adecuado.

Alternativamente después de desmontado los filtros se puede emplear una manguera de alta presión con una boquilla plana. Pasar el agua pulverizada a través de los filtros desde el lado limpio (lado de malla fina), dirigiendo firmemente la boquilla a la superficie de los filtros. El uso de agua fría puede ser suficiente según el grado de suciedad. Sin embargo, se prefiere el uso de agua caliente.

Se puede comprobar la limpieza de los filtros mirando a través de los mismos a contraluz.

Si los filtros están completamente limpios no se apreciarán manchas oscuras. Secar los filtros completamente antes de su baño en aceite.

7.3.2 BAÑO EN ACEITE

Se sumerge totalmente el filtro en un baño de aceite del tipo "Filterkote K" o aceite lubricante comercial SAE 20/50. El empleo de aceites con una viscosidad superior o inferior no se recomienda.

Permitir que los filtros se escurran antes de remontarlos y ponerlos en servicio.

7.4. LOCALIZACION DE AVERIAS

Importante ! Antes de empezar con cualquier procedimiento de localización de averías, examinar todos los cables por posibles conexiones cortadas o sueltas.

Se pueden instalar tres sistemas de control de excitación en los generadores que comprende el presente manual que pueden ser identificados por el último dígito en la designación del tipo del generador. Consultar la placa de características del generador para proceder luego con el correspondiente subinciso indicado a continuación:

DIGITO	EXCITACION	SUBINCICO
4	AVR SA465	7.4.1
5	Control por Transformador	7.4.2
6	AVR SX460/SA665	7.4.1

7.4.1 LOCALIZACION DE AVERIAS:TODAS LAS AVR

No se genera voltaje al arrancar el grupo electrógeno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar voltaje residual. Consultar subinciso 7.4.3. 3. Proceder con la prueba de excitación por fuente ajena para verificar el generador y la AVR. Consultar subinciso 7.5
Voltaje inestable, tanto con como sin carga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar estabilidad de la velocidad. 2. Comprobar el ajuste de estabilidad. Consultar subinciso 4.6.
Voltaje alto, tanto con como sin carga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar que la carga del generador no sea capacitiva (factor de potencia avanzado).
Voltaje bajo, sin carga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar continuidad en puente entre terminales 1 y 2 o en hilos del potenciómetro para ajuste a distancia.
Voltaje bajo, con carga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar el ajuste del potenciómetro "UFRO". Consultar subinciso 4.7.1.1. 3. Proceder con la prueba de excitación por fuente ajena para verificar el generador y la AVR. Consultar subinciso 7.5

7.4.2 LOCALIZACION DE AVERIAS: CONTROL POR TRANSFORMADOR

No se genera voltaje al arrancar el grupo electrógeno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar los rectificadores del transformador. 2. Comprobar que el bobinado secundario del transformador no esté en circuito abierto.
Voltaje bajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar el ajuste de los entrehierros del transformador. Consultar subinciso 4.7.2.
Voltaje alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar velocidad. 2. Comprobar el ajuste de los entrehierros del transformador. Consultar subinciso 4.7.2. 3. Comprobar el bobinado secundario del transformador por espiras cortocircuitadas.
Excesiva caída de voltaje con carga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar caída de velocidad con carga. 2. Comprobar rectificadores del transformador. Comprobar el ajuste de los entrehierros del transformador. Consultar subinciso 4.7.2.

7.4.3 COMPROBACION DE VOLTAJE RESIDUAL

Este procedimiento es aplicable a generadores con control por AVR. Con el grupo electrógeno parado, quitar la tapa de acceso a la AVR y desconectar los hilos F1 y F2 de la AVR.

Arrancar el grupo y medir el voltaje entre los terminales 7 y 8 de la AVR. Se requiere un mínimo de 5 voltios en estos terminales. Si el voltaje es por debajo de 5 voltios, parar el grupo. Volver a conectar los hilos F1 y F2 a la AVR. Empleando una batería de 12 voltios, se conecta el borne negativo de la batería a la terminal F2, y el borne positivo de la batería a través de un diódo de un solo paso a la terminal F1. Ver Fig. 5.

Importante ! Al no interconectar el diódo de bloqueo, tal como se muestra en el dibujo, la AVR resulta destruida.

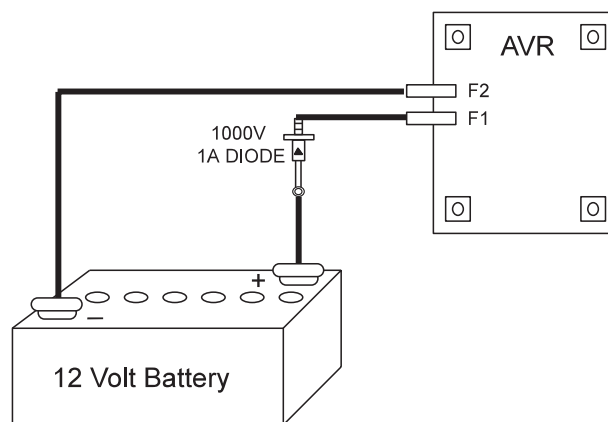


Fig. 5

Importante ! En caso de utilizar la batería del grupo eléctrico, se debe desconectar el neutro del estator principal del generador de tierra.

Volver a arrancar el grupo y observar el voltaje de salida del estator principal que debería estar alrededor de su valor nominal, o el voltaje entre terminales 7 y 8 de la AVR que debería estar entre 170 y 250 voltios.

Parar el grupo y desconectar la batería de los terminales F1 y F2. Volver a arrancar el grupo. El generador ahora debería funcionar normalmente.

Si no se genera voltaje, se puede suponer que existe un fallo en el generador o en la AVR. Proceder con el PROCEDIMIENTO DE EXCITACION POR FUENTE AJENA para comprobar los devanados del generador, los diodos giratorios y la AVR. Consultar subinciso 7.5.

7.5 PRUEBA DE EXCITACION POR FUENTE AJENA

Empleando esta prueba se pueden comprobar los devanados del generador, los diodos giratorios y la AVR.

1. Con el grupo electrógeno parado, quitar la tapa de acceso a la AVR y desconectar los hilos F1 y F2 de la AVR o del puente rectificador del transformador.
2. Conectar una lámpara de uso doméstico de 60W 240V (o dos lámparas de 120V en serie) a los terminales F1 y F2 de la AVR (solamente necesario para el subinciso 7.5.2.1). Para generadores controlados por transformador, consultar subinciso 7.5.2.2 para pruebas del transformador.
3. Conectar una fuente de 0-12V, 1Amp c.c. a los hilos F1 y F2. El positivo de la fuente de alimentación se conecta al hilo F1 y el negativo al hilo F2.

La prueba se simplifica dividiéndola en dos partes:

7.5.1 DEVANADOS DEL GENERADOR, DIODOS GIRATORIOS

7.5.2 PRUEBA DE CONTROL DE EXCITACION

7.5.1 DEVANADOS DEL GENERADOR, DIODOS GIRATORIOS

Importante ! Los valores de resistencia indicados se refieren a un devanado estandar. Consultar fábrica para generadores con un devanado o voltaje diferente. Asegurar que todos los hilos desconectados sean aislados y sin contacto a tierra.

Esta prueba se realiza con los hilos F1 y F2 desconectados de la AVR o del puente rectificador del transformador, empleando una fuente de 12V c.c. a los hilos F1 y F2.

Arrancar el grupo y hacerlo operar a velocidad nominal, sin carga.

Medir el voltaje en los bornes principales de salida U, V y W. Este voltaje debe estar equilibrado y dentro del 10% del voltaje nominal del generador. En generadores con un bobinado auxiliar en el estator principal (sólo con AVR SA665), el voltaje en las clemas 8 y Z2 de la AVR debe ser aproximadamente de 150 V c.a.

7.5.1.1 VOLTAJE EQUILIBRADO EN BORNES PRINCIPALES

Si todos los voltajes están equilibrados dentro de un límite del 1% en los bornes principales, se puede suponer que todos los devanados de excitación, devanados principales y diodos giratorios se encuentran en buen estado. Por lo tanto, el fallo debe estar en la AVR o en el control por transformador. Para la prueba, consultar subinciso 7.5.2.

Si el voltaje está equilibrado pero bajo, debe haber un fallo en los devanados principales de excitación o en el conjunto de los diodos giratorios. Proceder como sigue para su identificación:

Diódos Giratorios

Los diodos en el conjunto rectificador principal se pueden comprobar con un multímetro. Los hilos flexibles conectados a cada diodo deben ser desconectados en el extremo del terminal y se debe medir la resistencia positiva y reversa. Un diodo en buen estado indicará una resistencia infinita en dirección inversa, y una resistencia baja en dirección positiva. Un diodo defectuoso indicará una desviación completa en ambos sentidos con la escala del multímetro en 10.000 ohmios, o una resistencia infinita en ambos sentidos.

Cambio de Diódos Defectuosos

El conjunto rectificador está dividido en dos placas, la positiva y la reversa, y el rotor principal está conectado en paralelo con estas placas. Cada placa lleva 3 diodos; la negativa lleva los diodos inversos y la positiva lleva los diodos positivos. Al montar los diodos se debe respetar la polaridad. Así como, es preciso apretarlos sin pasarse, pero lo suficiente para garantizar un buen contacto mecánico y eléctrico a la placa. La presión de apriete recomendada es de 4,06-4,74 Nm (36-42lb in).

Supresor de Cresta (Varistor)

El supresor de cresta es un varistor de óxido metálico y está conectado a los extremos de las dos placas rectificadoras para evitar que altos voltajes transitorios inversos del devanado de inducción causen desperfectos en los diodos. Este dispositivo no tiene polaridad y muestra una lectura virtualmente infinita en ambos sentidos, empleando un medidor de resistencias ordinario. En caso de que se encontrase defectuoso, lo que normalmente es visible al comprobarlo ya que acusa cortocircuitos y muestra señales de desintegración, sería preciso reemplazarlo.

Devanados Principales de Excitación

Si, después de haber encontrado y corregido cualquier fallo en el conjunto rectificador, la salida del generador sigue siendo baja durante la excitación por fuente ajena, entonces se deben comprobar las resistencias de los devanados del rotor principal, estator y rotor de excitación, ya que el fallo debe estar en uno de estos devanados (ver tabla de resistencias). La resistencia del estator de excitación se mide en los hilos F1 y F2. El rotor de excitación está conectado a 6 tornillos de contacto, así como a los terminales de los hilos procedentes de los diodos. El devanado principal del rotor está conectado a las dos placas rectificadoras. Antes de medir, deben desconectarse los hilos respectivos.

Los valores de resistencia deben estar dentro de un límite de +/- 10% de los valores indicados en la tabla a continuación:

Modelo	Rotor Principal	Estator De Excitacion			Rotor De Excitacion
		Tipo 1	Tipo 2*	Tipo 3**	
BC164A	0.44	19	26	110	0.26
BC164B	0.48	19	26	110	0.26
BC164C	0.52	19	26	110	0.26
BC164D	0.56	19	26	110	0.26
BC184E	0.64	20	27	115	0.21
BC184F	0.74	22	30	127	0.23
BC184G	0.83	22	30	127	0.23
BC162D	0.81	18	-	-	0.26
BC162E	0.89	18	-	-	0.26
BC162F	0.95	18	-	-	0.26
BC162G	1.09	19	-	-	0.27
BC182H	1.17	20	-	-	0.21
BC182J	1.28	20	-	-	0.21
BC182K	1.4	20	-	-	0.21

* Utilizado con generadores monofásicos o trifásicos controlados por transformador monofásico.

** Utilizado con generadores trifásicos controlados por transformador trifásico.

Generadores con un bobinado auxiliar

Modelo	Rotor Principal	Estator De Excitacion	Rotor De Excitacion
BC184E	0.64	8	0.21
BC184F	0.74	8	0.23
BC184G	0.83	8	0.23

Valores de resistencias incorrectas indican una avería en los devanados y reemplazamiento de conjuntos de componentes será necesario. Consultar subinciso 7.5.3. Desmontaje e instalación de conjuntos de componentes.

7.5.1.2 VOLTAJE DESEQUILIBRADO EN BORNES PRINCIPALES

Voltajes desequilibrados indican un fallo en el devanado del estator principal o en los cables principales hacia el interruptor. **NOTA:** Un fallo en el devanado del estator o en los cables resultará también en un notable aumento de carga sobre el motor al aplicar excitación. Desconectar los cables principales y separar los conductores del devanado U1-U2, U5-U6, V1-V2, V5-V6, W1-W2 y W5-W6 con el fin de aislar cada sección del devanado.

Medir la resistencia en cada sección. Los valores deben ser equilibrados y dentro del límite de +/- 10% de los valores indicados a continuación:

GENERADORES CONTROLADOS POR AVR			
Modelo	Resistencias De Seccion		
	Devanado 311	Devanado 05	Devanado 06
BC164A	0.81	0.41	0.31
BC164B	0.51	0.30	0.19
BC164C	0.36	0.21	0.13
BC164D	0.3	0.32	0.21
BC184E	0.20	0.20	0.13
BC184F	0.13	0.14	0.09
BC184G	0.11	0.11	0.07
BC162D	0.68	0.30	0.25
BC162E	0.42	0.21	0.15
BC162F	0.31	0.17	0.11
BC162G	0.21	0.10	0.095
BC182H	0.16	0.075	0.055
BC182J	0.13	0.06	0.042
BC182K	0.10	0.047	0.030

Generadores con un bobinado auxiliar

GENERADORES CONTROLADOS POR AVR		
Modelo	Resistencias De Seccion	
	Estator Principal Devanado 311	Bobinado auxiliar
BC184E	0.19	1.88
BC184F	0.13	1.44
BC184G	0.1	1.32

GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR							
Resistencias De Seccion							
Modelo	Devanados Trifasicos					Devanados Monofasicos	
	380V	400V	415V	416V	460V	240V	240V
	50Hz	50Hz	50Hz	60Hz	60Hz	50Hz	60Hz
BC164A	2.4	2.56	2.62	1.98	2.36	0.37	0.25
BC164B	1.68	1.75	1.81	1.36	1.7	0.26	0.17
BC164C	1.16	1.19	1.21	0.91	1.16	0.17	0.12
BC164D	0.83	0.84	0.87	0.74	0.93	0.28	0.22
BC184E	0.59	0.60	0.63	0.48	0.61	0.16	0.12
BC184F	0.41	0.43	0.45	0.35	0.43	0.15	0.08
BC184G	0.33	0.34	0.36	0.26	0.33	0.09	0.07

Medir la resistencia de aislamiento entre secciones y entre cada sección y tierra.

Una resistencia del devanado desequilibrada o incorrecta y/o baja resistencia de aislamiento a tierra indica la necesidad de rebobinar el estator. Consultar subinciso 7.5.3 para desmontaje y reemplazamiento de conjuntos de componentes.

7.5.2 PRUEBA DE CONTROL DE EXCITACION

7.5.2.1 PRUEBA ESTATICA DE LA AVR

Todas las AVRs pueden comprobarse con el procedimiento siguiente:

1. Desconectar los hilos F1 y F2 procedente del campo de excitación de los terminales F1 y F2 de la AVR.
2. Conectar una lámpara de uso doméstico de 60W 240V a los terminales F1 y F2 de la AVR.
3. Girar el potenciómetro VOLTS de la AVR completamente en sentido de reloj.
4. Alimentar los hilos F1 y F2 del campo de excitación con 12V c.c., 1 A. F1 es de polaridad positivo.
5. Poner el grupo en marcha a velocidad nominal.
6. Comprobar que el voltaje de salida del generador se encuentre dentro de un límite del $\pm 10\%$ del voltaje nominal.

El voltaje en los terminales 7-8 de la AVR SX460 o en P2-P3 de la AVR SX440 o SX421 debe estar entre 170 y 250 voltios. Si el voltaje de salida es correcto, pero el voltaje en los terminales 7-8 (o P2-P3) es bajo, comprobar los hilos auxiliares y conexiones a los bornes principales.

La lámpara conectada a F1 y F2 debería iluminar continuamente. Girar el potenciómetro VOLTS completamente hacia la izquierda debe resultar en que se apaga la lámpara.

Si la lámpara no ilumina, la AVR está averiada y debe ser reemplazada.

Importante ! Después de esta prueba, girar el potenciómetro VOLTS completamente hacia la izquierda.

7.5.2.2 CONTROL POR TRANSFORMADOR

El conjunto rectificador del transformador solamente puede verificarse por continuidad, pruebas de resistencia y mediciones del aislamiento de resistencia.

Transformador monofásico

Separar los conductores primarios T1-T2-T3-T4 y conductores secundarios 10 y 11. Examinar los devanados por daños. Medir resistencia entre T1-T2 y T3-T4. Los valores serán bajos pero equilibrados. Comprobar que la resistencia entre hilos 10 y 11 esté en un régimen de 5 ohmios. Comprobar el aislamiento de resistencia de cada sección del devandado a tierra y entre secciones. Un aislamiento de resistencia bajo, resistencias primarias de devanados desequilibradas, secciones de devanados en circuito abierto o en cortocircuito indican que el conjunto transformador debe ser reemplazado.

Transformador trifásico

Separar los conductores primarios T1-T2-T3 y conductores secundarios 6-7-8 y 10-11-12.

Examinar los devanados por daños. Medir resistencia entre T1-T2, T2-T3 y T3-T1. Los valores serán bajos pero equilibrados. Comprobar que las resistencias entre 6-10, 7-11 y 8-12 estén en un régimen de 8 ohmios.

Comprobar el aislamiento de resistencia de cada sección del devanado a tierra y entre secciones.

Un aislamiento de resistencia bajo, primarias o secundarias resistencias de devanados desequilibradas, secciones de devanados en circuito abierto o en cortocircuito indican que el conjunto transformador debe ser reemplazado.

Conjunto Rectificador Trifásico y Monofásico

Con los hilos 10-11-12-F1 y F2 desconectados del conjunto rectificador (el hilo 12 no existe en conjuntos monofásicos), comprobar con un multímetro las resistencias positivas e inversas entre terminales 10-F1, 11-F1, 12-F1, 10-F2, 11-F2 y 12-F2.

La lectura debe resultar en una baja resistencia positiva y alta resistencia inversa. En caso de que no fuese así, el conjunto debería ser reemplazado.

7.5.3 DESMONTAJE E INSTALACION DE CONJUNTOS DE COMPONENTES

Importante ! Las instrucciones para desmontaje e instalación a continuación asumen que el generador ha sido separado previamente del grupo eléctrogeno. En cuanto a generadores de un solo cojinete, antes de separarlo, posicionar el rotor principal de manera que una cara polar completa de su núcleo indique hacia abajo. Emplear la polea del motor para girar el rotor. Se emplean roscas métricas en todos los componentes.

Precaucion ! Cuando se elevan generadores de un solo cojinete, es preciso asegurar que el generador se mantenga en una posición horizontal. El rotor gira libremente en el bastidor del generador y puede deslizarse hacia fuera si no se eleva el generador correctamente. Una elevación incorrecta puede resultar en graves daños personales.

7.5.3.1 DESMONTAJE DE COJINETES

Importante ! Antes de separar un generador del motor, posicionar el rotor principal de manera que una cara polar completa de su núcleo indique hacia abajo.

El desmontaje de los cojinetes puede llevarse a cabo después de haber extraído el conjunto rotor, o simplemente, desmontando el escudo/soprote final.

Consultar subinciso 7.5.3.2. - Conjunto Rotor Principal

Los cojinetes vienen con engrase permanente.

1. Los cojinetes están montados a presión y pueden extraerse del eje con extractores manuales o hidráulicos de 3 ó 2 garras.
2. Quitar el pequeño fijador circular del eje en el extremo lado no-accionamiento (sólo puesto en máquinas de un solo cojinete).

Al montar nuevos cojinetes, emplear un calentador para dilatarlos antes del montaje. Golpear suavemente el cojinete en su posición, asegurando que entre en contacto con el reborde del eje.

Reponer el fijador circular de retención en los generadores de un solo cojinete.

7.5.3.2 CONJUNTO DEL ROTOR PRINCIPAL

Generadores de un solo cojinete

1. Quitar los cuatro tornillos que sujetan la rejilla de antigoteo en el extremo lado no accionamiento y retirar la rejilla.
2. Quitar los tornillos y rejillas en ambos lados de la brida.
3. Asegurar que el rotor sea suspendido en el extremo lado accionamiento.
4. Golpear suavemente el rotor desde el lado no accionamiento para expulsar el cojinete fuera del soporte/escudo final y de su posición dentro del aro tórico.
5. Continuar empujando hacia fuera el rotor, separándolo así del orificio interior del estator. Se debe pasar gradualmente una cuerda de suspensión a lo largo del rotor a medida que se vaya retirando para asegurar que esté en todo momento totalmente sostenido.

Importante ! Al remontar, posicionar el rotor de manera que una cara polar completa de su núcleo indique hacia abajo.

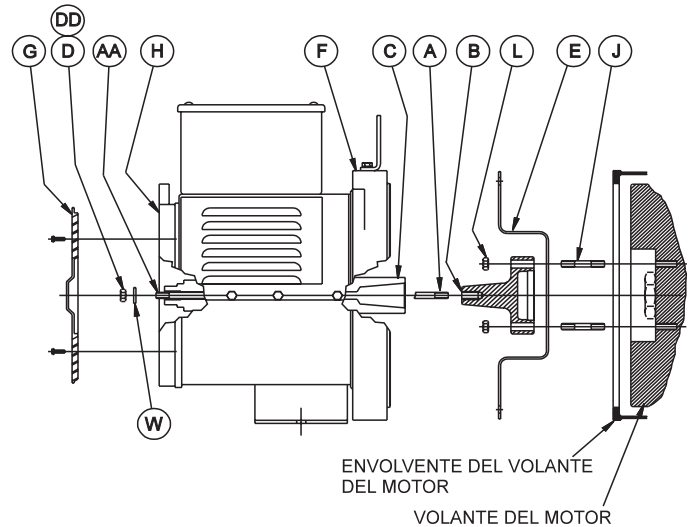
Generadores de dos cojinetes

1. Quitar los 8 pernos que sujetan la brida al soporte/escudo delantero en el lado accionamiento.
2. Retirar la brida. Puede ser preciso suspender la brida dependiendo de su tamaño y peso.
3. Desmontar las rejillas de pantalla o, en su caso, las rejillas de antigoteo en ambos lados en el extremo accionamiento.

Ahora se debe asegurar que el rotor esté posicionado de manera que una cara polar completa de su núcleo indique hacia abajo.

4. Quitar los 8 tornillos Allen que sujetan el soporte/escudo delantero en el lado accionamiento a la brida.
5. Golpear suavemente el soporte/escudo delantero del lado accionamiento hacia fuera y retirarlo.
6. Asegurar que el rotor esté suspendido en el extremo accionamiento.

7. Quitar los cuatro tornillos que sujetan la rejilla de antigoteo en el extremo lado no accionamiento y retirar la rejilla.
8. Golpear suavemente el rotor desde el lado no accionamiento para expulsar el cojinete fuera del soporte/escudo final y de su posición dentro del aro tórico.
9. Continuar empujando hacia afuera el rotor, separándolo así del orificio interior del estator. Se debe asegurar que esté en todo momento totalmente sostenido.



Generadores con eje cónico (BCL)

1. Retirar la tapa final apersianada "G" del soporte/escudo final lado no accionamiento "H".
2. Quitar la tuerca autotrabante M10 BINX "DD".
3. El pasador de seguridad del eje "AA" ha sido tratado con un agente de bloqueo de rosca, previo a su montaje en el eje embriado "B". Esto dificulta el desmontaje del pasador de seguridad del eje "AA".
4. Si el pasador de seguridad del eje "AA" se deja desmontar, continuar con los pasos 5 a 12 para desmontar el generador del motor.
Si el pasador de seguridad del eje "AA" no se deja desmontar, continuar con los pasos 13 a 18 para desmontar el generador completo del motor.
5. Posicionar una barra metálica rectangular (o similiar) con un orificio central de 15mm y ponerla al nivel con la cara posterior vertical del soporte/escudo final lado no accionamiento "H". Asegurar que el orificio esté alineado con el orificio cónico del final del eje.
6. Insertar un perno hexagonal M14x25 a través del orificio de la barra y atornillarlo en el final del eje. El rotor se saca hacia el lado no accionamiento, librándolo así el eje cónico del motor.
7. Quitar los pernos hexagonales M14x25.
8. Quitar los 10 pernos que sujetan la brida al motor.
9. Separar el generador del motor.

10. Asegurar que el rotor esté suspendido en el lado accionamiento.
11. Golpear ligeramente el rotor desde el lado no accionamiento para expulsar el cojinete fuera del soporte/escudo final y de su posición dentro del aro tórico.
12. Continuar empujando hacia fuera el rotor, separándolo así del orificio interior del estator. Se debe pasar gradualmente una cuerda de suspensión a lo largo del rotor a medida que se vaya retirando para asegurar que esté en todo momento totalmente sostenido.
13. En caso de que no haya sido posible desmontar el pasador de seguridad del eje "AA", el siguiente procedimiento sería necesario.
14. Retirar los 10 pernos que sujetan la brida al motor.
15. Utilizando un mazo, golpear ligeramente en el soporte final lado no accionamiento, para así separar la brida de adaptación del encastre del envolvente del motor.
Efectivamente, este procedimiento resulta en la mayoría de las veces en que el pasador de seguridad del eje se libra.
16. Ahora el conjunto bastidor del estator está libre. Sin embargo, el rotor todavía está todavía firmemente unido con el eje embriado. Por lo tanto, el conjunto bastidor del estator debe ser suspendido por una grúa y ser retirado cuidadosamente por encima del conjunto rotor, evitando de dañar cualquiera de los devanados.
17. Con el conjunto rotor ahora expuesto, ahora es posible de aplicar con un mazo un golpe seco a la cara polar del rotor. Esto libra el rotor del eje cónico embriado.

Puede ser necesario de aplicar el golpe seco a más de un polo del rotor.

Para asegurar que el rotor no pueda caerse y dañarse, el tornillo autotrabante M10 BINX se debe remontar, apretándolo sólo con los dedos, al pasador de seguridad del eje, dejando por lo menos unos 2mm espacio entre tornillo y cara final del eje del rotor.

18. Con el pasador de seguridad del eje ahora libre, el rotor puede retirarse del eje embriado, una vez que se hayan retirado los tornillos autotrabantes

Se ha de asegurar de que el peso del rotor esté suspendido durante su retirada, para evitar daños en el conjunto rotor.

El remontaje del conjunto rotor se efectúa invirtiendo los pasos del desmontaje.

7.5.3.3 REMONTAJE DEL GENERADOR AL MOTOR

Antes de empezar con el remontaje, se debe comprobar que los componentes no estén dañados y que los cojinetes no pierdan grasa.

Se recomienda reemplazar los cojinetes durante una revisión general.

Antes del remontaje al motor, comprobar el eje y los discos de acoplamiento por daños o desgaste.

También se deben comprobar los discos por grietas, señales de fatiga y los orificios de los discos por dilatación.

Asegurar que los pernos que sujetan los discos lleven un platillo de presión y que estén apretados con una presión de 7.6kgm (75Nm).

Ejes cónicos se deben comprobar por daños en el cono del eje y del cubo de acoplamiento. Asegurar que ambos conos estén libre de aceite antes de reponerlos.

Consultar subinciso 4.2.3. para el montaje al motor.

NOTA:

La tuerca autotrabante M10 BINX siempre debe ser reemplazada. La presión de apriete es de 4.6kgm (45Nm).

Componentes dañados o desgastados deben ser reemplazados.

7.6 VOLVER AL ESTADO DE SERVICIO

Después de haber subsanado cualquier fallo encontrado, retirar todas las conexiones de prueba y reconectar todos los conductores del sistema de control. Volver a arrancar el grupo y ajustar el potenciómetro VOLTS en generadores controlados por AVR, girando lentamente hacia la derecha hasta obtener el voltaje nominal.

Reponer todas las tapas de la caja de bornes y de acceso y reconectar la alimentación de la calefacción.

Precaucion ! Negligencia al reponer todas las protecciones, tapas de acceso y de la caja de bornes puede resultar en graves daños personales o en la muerte.

SECCION 8

REPUESTOS Y SERVICIO DE POSTVENTA

8.1 REPUESTOS RECOMENDADOS

Los repuestos se suministran adecuadamente embalados para su fácil identificación. Los repuestos auténticos se reconocen por el nombre NUPART.

Recomendamos los repuestos siguientes para servicio y mantenimiento. En cuanto a aplicaciones críticas, se debe disponer de un juego de estos repuestos con el generador.

8.1.1 GENERADORES CONTROLADOS POR AVR

1. Juego de Díodos (6 díodos con un supresor de cresta)	RSK	1101
2. AVR SA465	E000	24650
AVR SA665	E000	26650
AVR SX460	E000	24600
3. Cojinete lado no accionamiento	051	01058
4. Cojinete lado accionamiento BC16 Y BC18	051	01032

8.1.2 GENERADORES CONTROLADOS POR TRANSFORMADOR

1. Juego de Díodos (6 díodos con un supresor de cresta)	RSK	1101
2. Conjunto Rectificador	E000	22006
3. Cojinete lado no accionamiento	051	01058
4. Cojinete lado accionamiento BC16 Y BC18	051	01032

Al cursar un pedido se debe indicar el número de fabricación del generador junto con la descripción de los repuestos solicitados. El número de fabricación se encuentra en la placa de características y en el eje del extremo accionamiento.

Pedidos y consultas de repuestos deben dirigirse a:

Newage International Limited
Nupart Department
PO Box 17, Barnack Road
STAMFORD
Lincolnshire
PE9 2NB
ENGLAND

Teléfono: 44 (0) 1780 484000.
Telex: 32268 Cables Newage Stamford
Fax: 44 (0) 1780 66074

Pueden también dirigirse a cualquier sucursal relacionada en la contraportada del presente manual.

8.1.3 HERRAMIENTA DE MONTAJE

Bara Posicionadora (para generadores de un solo cojinete)	AF1609
Llave de Carraca (para tornillos M10)	AF1599

8.2 SERVICIO DE POSTVENTA

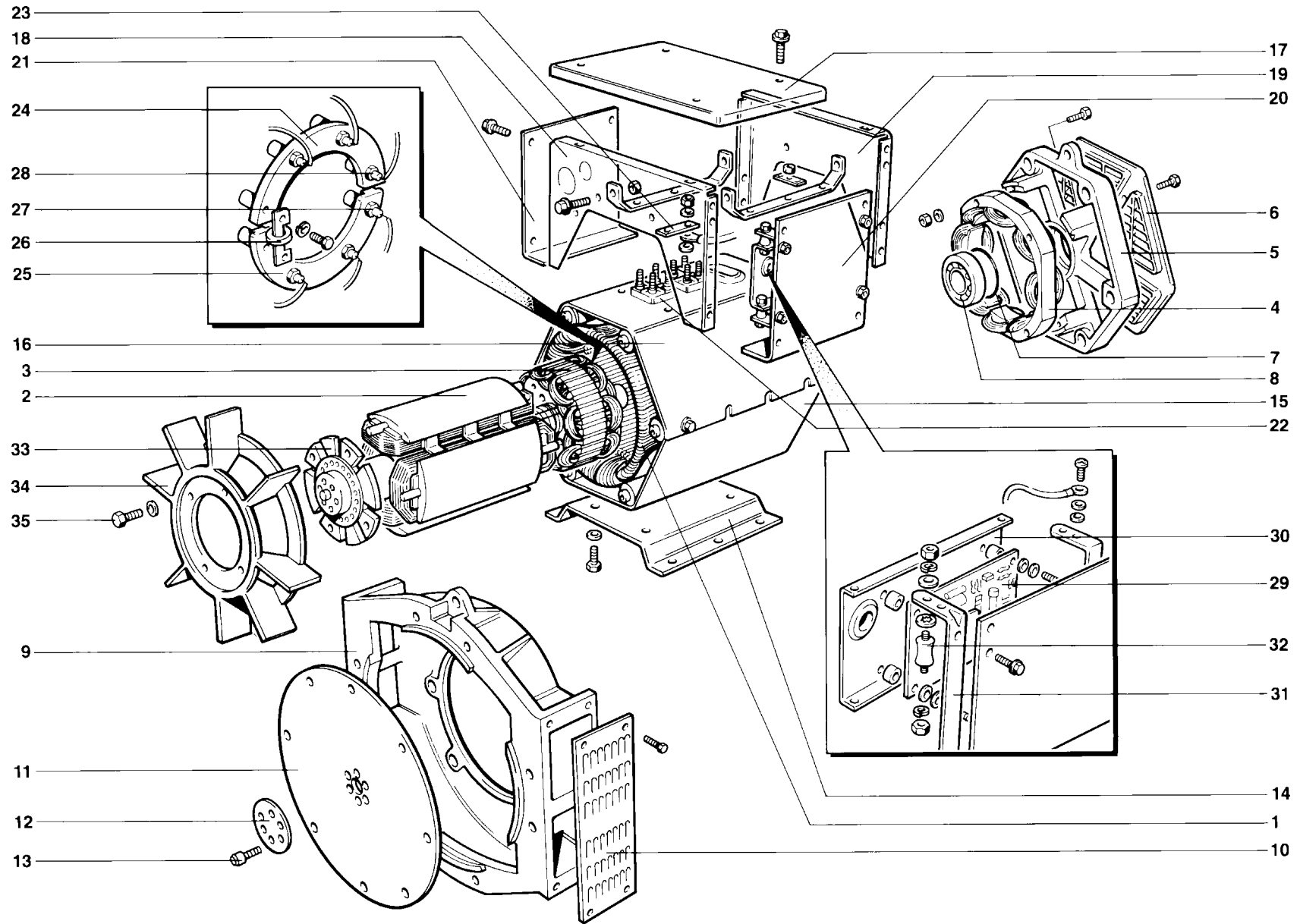
Se dispone de un servicio técnico completo por nuestro Departamento de Servicio en Stamford o a través de nuestras sucursales. También disponemos de facilidades de reparación en nuestra fábrica en Stamford.

**RELACION DE PIEZAS
GENERADOR TIPICO DE UN SOLO COJINETE**

Ref. Ilustración	Descripción	Ref. Ilustración	Descripción
1	Estator	24	Conjunto rectificador - parte positiva
2	Rotor	25	Conjunto rectificador - parte inversa
3	Rotor de excitación	26	Varistor
4	Estator de excitación	27	Diódo - positivo
5	Soporte L.N.A.	28	Diódo - inverso
6	Tapa L.N.A.	29	AVR
7	Aro tórico del cojinete L.N.A.	30	Placa de montaje para AVR
8	Cojinete L.N.A.	31	Soporte de montaje para AVR
9	Brida L.A.	32	AVM
10	Rejilla L.A.	33	Cubo del ventilador
11	Cubo de acoplamiento	34	Ventilador
12	Platillo de presión	35	Tornillo de sujeción del ventilador
13	Perno de acoplamiento		
14	Apoyo		
15	Panel de carcasa, parte inferior		
16	Panel de carcasa, parte superior		
17	Tapa de la caja de bornes		
18	Panel delantero, L.A.		
19	Panel trasero, L.N.A.		
20	Panel lateral (AVR)		
21	Panel lateral		
22	Placa de bornes principales		
23	Puente de bornes		

L.N.A. - Lado no accionamiento
L.A. - Lado accionamiento
AVR - Unidad Control de Voltaje
AVM - Tacos Antivibratorios

Fig. 6
GENERADOR TIPICO DE UN SOLO COJINETE

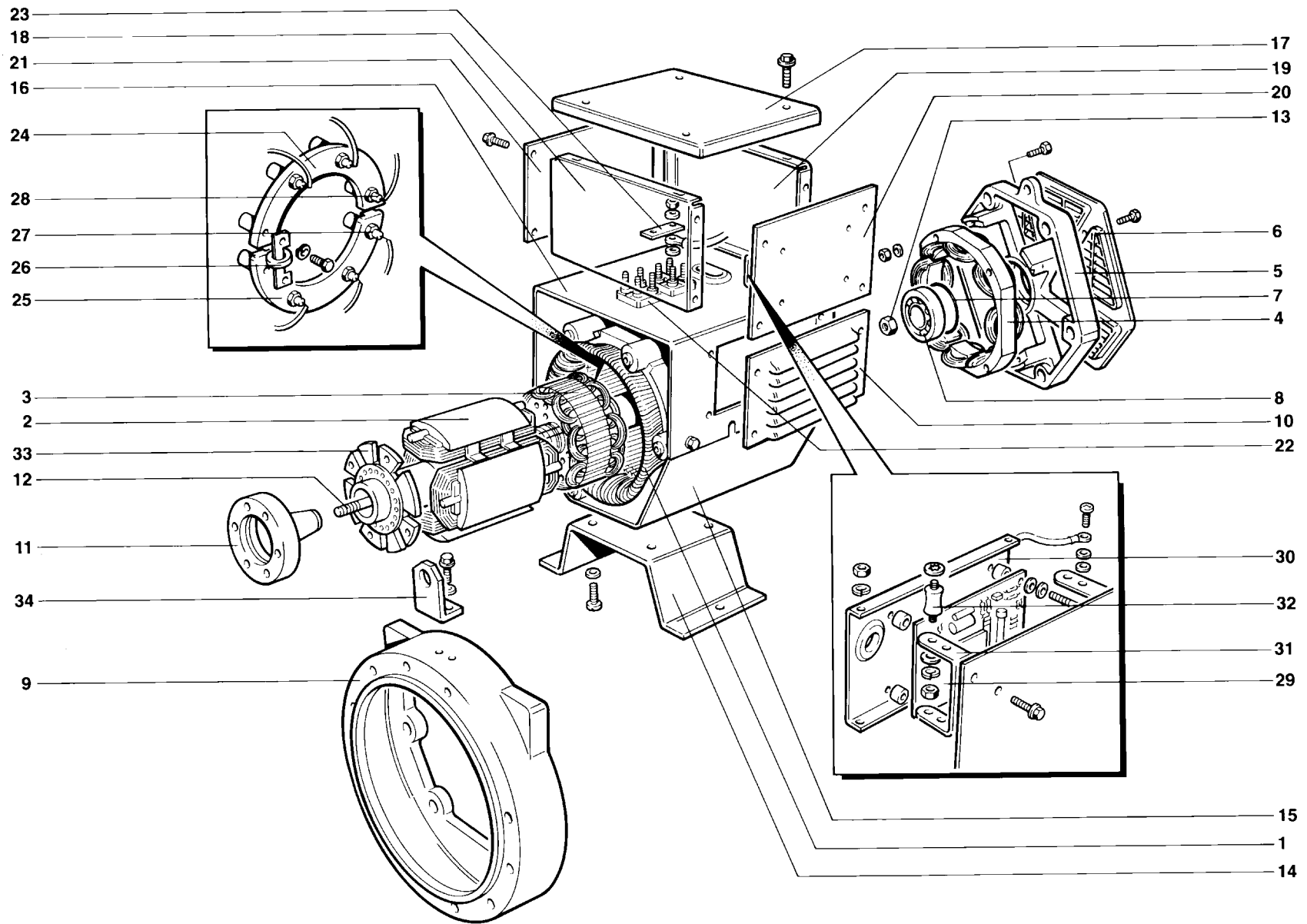


**RELACION DE PIEZAS
GENERADOR TIPICO DE UN COJINETE CON EJE CONICO (BCL)**

Ref. Ilustración	Descripción	Ref. Ilustración	Descripción
1	Estator	24	Conjunto rectificador - parte positiva
2	Rotor	25	Conjunto rectificador - parte inversa
3	Rotor de excitación	26	Varistor
4	Estator de excitación	27	Diódo - positivo
5	Soporte L.N.A.	28	Diódo - inverso
6	Tapa L.N.A.	29	AVR
7	Aro tórico del cojinete L.N.A.	30	Placa de montaje para AVR
8	Cojinete L.N.A.	31	Soporte de montaje para AVR
9	Brida L.A.	32	AVM
10	Rejilla L.A.	33	Cubo del ventilador (sólo por motivos de equilibrado)
11	Cubo de acoplamiento	34	Orejeta de izar
12	Platillo de presión		
13	Perno de acoplamiento		
14	Apoyo		
15	Panel de carcasa, parte inferior		
16	Panel de carcasa, parte superior		
17	Tapa de la caja de bornes		
18	Panel delantero, L.A.		
19	Panel trasero, L.N.A.		
20	Panel lateral (AVR)		
21	Panel lateral		
22	Placa de bornes principales		
23	Puente de bornes		

L.N.A. - Lado no accionamiento
L.A. - Lado accionamiento
AVR - Unidad Control de Voltaje
AVM - Tacos Antivibratorios

Fig. 7
GENERADOR TIPO DE UN COJINETE CON EJE CONICO (BCL)

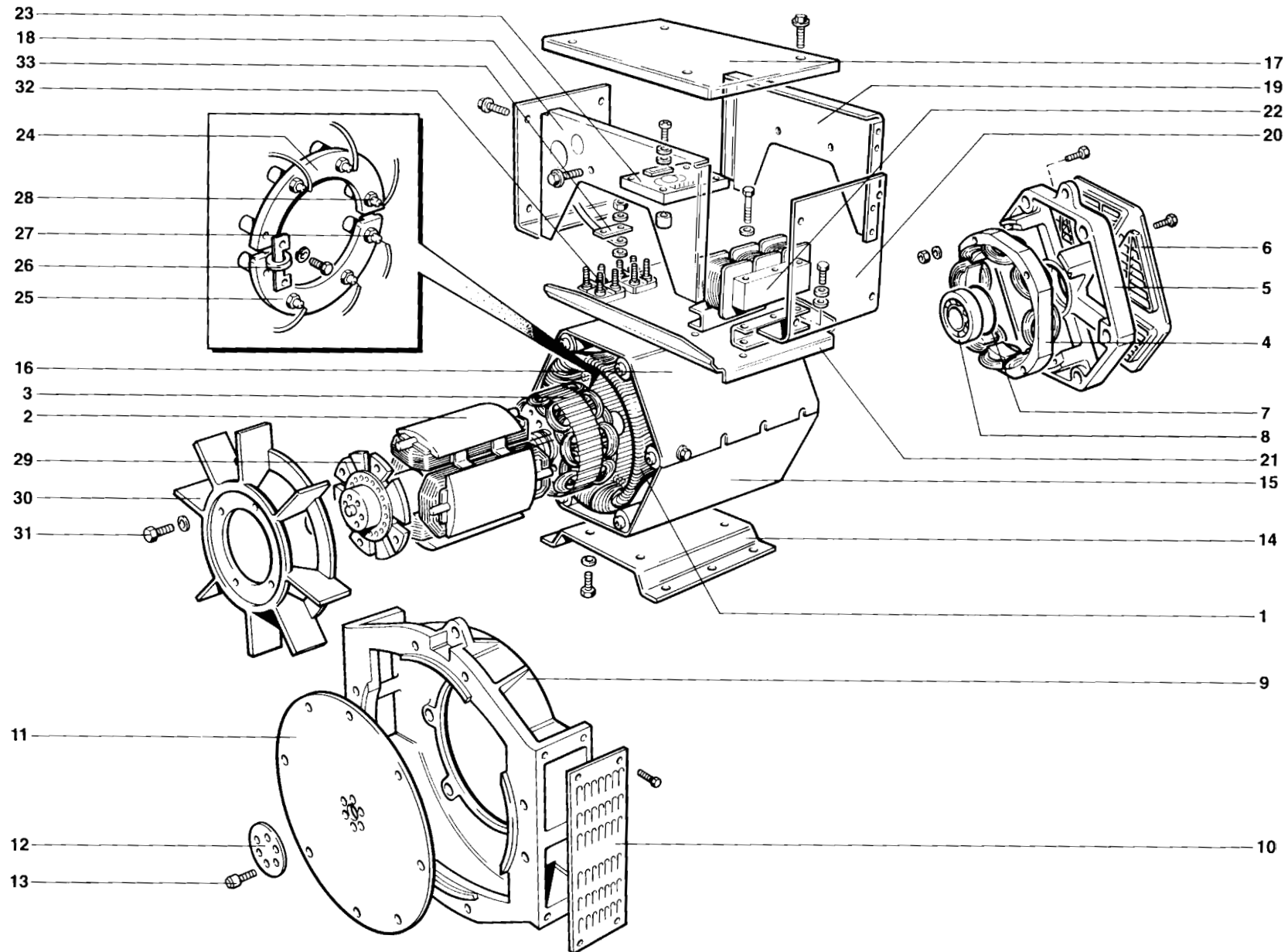


**RELACION DE PIEZAS
GENERADOR TIPICO DE UN COJINETE CON TRANSFORMADOR (SERIE 5)**

Ref. Ilustración	Descripción	Ref. Ilustración	Descripción
1	Estator	24	Conjunto rectificador - parte positiva
2	Rotor	25	Conjunto rectificador - parte inversa
3	Rotor de excitación	26	Varistor
4	Estator de excitación	27	Diódo - inverso
5	Soporte L.N.A.	28	Diódo - positivo
6	Tapa L.N.A.	29	Cubo del ventilador
7	Aro tórico del cojinete L.N.A.	30	Ventilador
8	Cojinete L.N.A.	31	Tornillo de sujeción del ventilador
9	Brida L.A.	32	Placa de bornes principales
10	Rejilla L.A.	33	Puente de bornes
11	Cubo de acoplamiento		
12	Platillo de presión		
13	Perno de acoplamiento		
14	Apoyo		
15	Panel de carcasa, parte inferior		
16	Panel de carcasa, parte superior		
17	Tapa de la caja de bornes		
18	Panel delantero, L.A.		
19	Panel trasero, L.N.A.		
20	Panel lateral		
21	Soporte de montaje (Serie 5)		
22	Conjunto transformador de control (Serie 5)		
23	Conjunto rectificador de control		

L.N.A. - Lado no accionamiento
L.A. - Lado accionamiento

Fig. 8
GENERADOR TIPICO DE UN SOLO COJINETE CON TRANSFORMADOR (SERIE 5)



**RELACION DE PIEZAS
GENERADOR TIPICO DE UN SOLO COJINETE**

Ref. Ilustración	Descripción	Ref. Ilustración	Descripción
1	Estator	24	Conjunto rectificador - parte positiva
2	Rotor	25	Conjunto rectificador - parte inversa
3	Rotor de excitación	26	Varistor
4	Estator de excitación	27	Diódo - inverso
5	Soporte L.N.A.	28	Diódo - positivo
6	Tapa L.N.A.	29	AVR
7	Aro tórico del cojinete L.N.A.	30	Placa de montaje para AVR
8	Cojinete L.N.A.	31	Soporte de montaje para AVR
9	Cojinete L.A.	32	AVM
10	Arandela ondulada del cojinete L.A.	33	Cubo del ventilador
11	Rejilla L.A.	34	Ventilador
12	Brida L.A.	35	Tornillo de sujeción del ventilador
13	Soporte delantero L.A.		
14	Apoyo		
15	Panel de carcasa, parte inferior		
16	Panel de carcasa, parte superior		
17	Tapa de la caja de bornes		
18	Panel delantero, L.A.		
19	Panel trasero, L.N.A.		
20	Panel lateral (AVR)		
21	Panel lateral		
22	Placa de bornes principales		
23	Puente de bornes		

- L.N.A. - Lado no accionamiento
- L.A. - Lado accionamiento
- AVR - Unidad Control de Voltaje
- AVM - Tacos Antivibratorios

Fig. 9
GENERADOR TIPICO DE DOS COJINETES

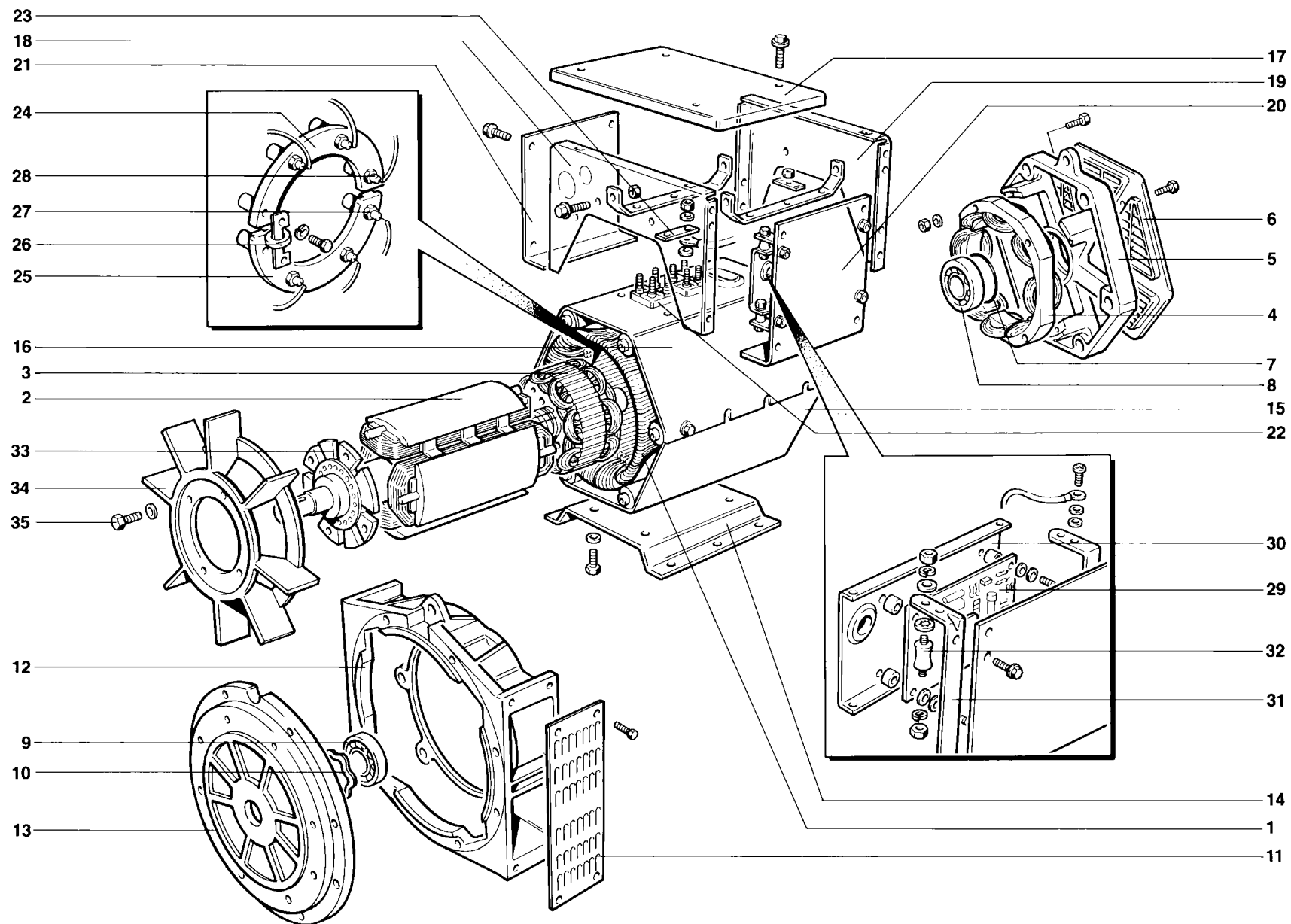
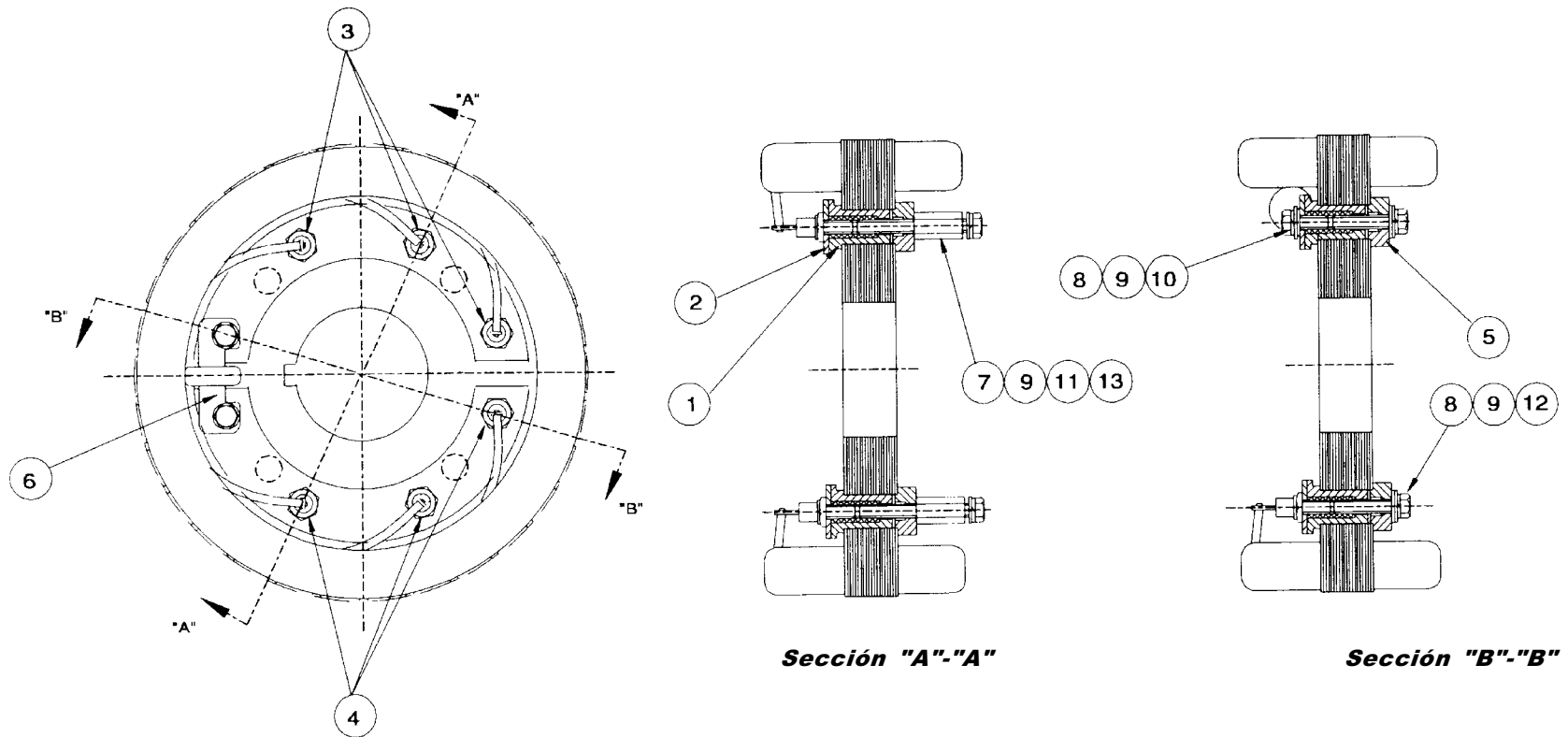


Fig. 10
CONJUNTO RECTIFICADOR GIRATORIO



Ref. Ilustración	Descripción	Cantidad
1	Cubo de diódo	2
2	Aleta rectificador	2
3	Diódo (positivo)	3
4	Diódo (inverso)	3
5	Arandela de aislamiento	4
6	Varistor	1
7	Arandela lisa M5	2
8	Arandela lisa M5 (larga)	6
9	Arandela de retención M5	6
10	Tornillo hex.	2
11	Tornillo de latón No. 10 UNL	2
12	Tornillo de latón No. 10 UNL	2
13	Espaciador	2

NOTAS:

Untar la parte inferior de los diódos con un compuesto de silicio Midland tipo MS2623, referencia de Newage 030-02318. Este compuesto, no debe aplicarse a las roscas de los diódos.

La presión de apriete de los diódos es de 2,03 - 2,37 Nm.

Pelar 10mm del aislamiento de los cables. Si el conductor no está estañado, debe ser estañado según la norma DD15500, antes de soldarlo al diódo.







This manual is available in the following languages on request:
English, French, German, Italian and Spanish.

Denne manual er til rådighed på følgende sprog: engelsk, fransk, tysk, italiensk og spansk.

Denne håndboken er tilgjengelig på de følgende språkene: engelsk, fransk, tysk, italiensk og spansk.

Sur simple demande, ce manuel vous sera fourni dans l'une des langues suivantes: anglais, français, allemand, italien, espagnol.

Dieses Handbuch ist auf Anfrage in den folgenden Sprachen erhältlich: Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch.

Deze handleiding is op verzoek leverbaar in de volgende talen: Engels, Frans, Duits, Italiaans, Spaans.

Este manual pode também ser obtido nas seguintes línguas: inglês, francês, alemão, italiano e espanhol.

Tämä käsikirja on saatavissa pyynnöstä seuraavilla kielillä: Englanti, ranska, saksa, italia, espanja.

Il presente manuale è disponibile, su richiesta, nelle seguenti lingue: inglese, francese, tedesco, italiano e spagnolo.

Este manual también puede solicitarse en los siguientes idiomas: inglés, francés, alemán, italiano e español.

Αυτό το εγχειρίδιο οδηγιών χρήσεως διατίθεται στις ακόλουθες γλώσσες κατόπιν αιτήσεως: Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά, Ιταλικά, Ισπανικά.

GARANTIA DEL GENERADOR DE C.A.**PERIODO DE GARANTIA:**

El período de garantía para generadores de c.a. es de

1. doce meses desde la notificación de disponibilidad del material para su expedición por nosotros.

o bien

2. doce meses desde la fecha de suministro por el distribuidor o dieciocho meses desde la notificación de disponibilidad del material para su expedición por nosotros (según el plazo que resulte mas corto), siempre y cuando el distribuidor compruebe la mercancía antes de su expedición.

DEFECTOS DESCUBIERTOS DESPUES DEL SUMINISTRO:

Subsanamos mediante reparación o, a nuestra elección, mediante reposición cualquier defecto que, en condiciones de uso normal, se manifieste en cualquier material fabricado por nosotros dentro del período de garantía y que, al ser examinado por nosotros, resulte haber sido ocasionado exclusivamente por defectos en el material y en la fabricación, siempre y cuando

- (a) recibamos aviso por escrito del defecto alegado dentro de un plazo de 30 días desde su descubrimiento, y la pieza defectuosa sea devuelta inmediatamente, a portes pagados, con todas sus identificaciones y marcas intactas, al distribuidor que suministró la mercancía o, si requerido por nosotros, a nuestra fábrica.
- (b) No asumiremos responsabilidad por defectos en cualquier mercancía que:
 - 1) no haya sido almacenada, instalada, utilizada y mantenida debida y cuidadosamente de acuerdo con nuestras recomendaciones; o que
 - 2) haya sido utilizada después de haberse descubierto su defecto o después de que debiera haberse descubierto razonablemente; o que
 - 3) haya sido reparada, ajustada o modificada por personal ajeno a nuestra organización sin previa autorización;

ni en cualquier mercancía de segunda mano, artículos patentados o material que no sea de nuestra fabricación, aunque suministrados por nosotros, estando amparados por la garantía que (en su caso) otorguen los fabricantes correspondientes.

- (c) Nuestra garantía quedará completamente cumplida mediante la reparación o reposición antes mencionada. En todo caso nuestra garantía no excederá del precio de lista en vigor del material defectuoso.
- (d) Nuestra responsabilidad en virtud de la presente cláusula sustituirá a toda garantía o condición por ley implícita referente a la calidad o idoneidad del material para determinado fin y, salvo lo expresamente dispuesto en esa cláusula, no admitiremos responsabilidad alguna, sea por contrato, agravio u otra, respecto de todo defecto que acuse el material suministrado, o por daños y perjuicios (sean directos o consecuentes a causa de tal defecto o de todo trabajo efectuado en relación con el mismo).
- (e) Cualquier reclamación formulada a tenor de esta cláusula habrá de contener los datos completos del defecto alegado, la descripción de la mercancía, el número de fabricación (como indicado en la placa de características del fabricante) o, con respecto a repuestos, la referencia del pedido, fecha de compra y el nombre y dirección del vendedor.
- (f) Nuestro dictamen en todos los casos de reclamaciones tendrá carácter definitivo y concluyente, aceptando el reclamante nuestra decisión en todas cuestiones relativas a defectos y a la sustitución de piezas. La pieza reparada o repuesta se suministrará libre de cargo ex fábrica. No asumiremos responsabilidad por cualquier gastos que puedan producirse al desmontar o montar toda pieza enviada a nosotros para su inspección o en el montaje de toda reposición suministrada por nosotros.

**NUMERO DE FABRICACION
DEL GENERADOR**

REGISTERED OFFICE AND ADDRESS:

PO BOX 17
BARNACK ROAD
STAMFORD
LINCOLNSHIRE
PE9 2NB ENGLAND

Telephone: 44 (0) 1780 484000
Fax: 44 (0) 1780 484100
Web site: www.newagestamford.com

SUBSIDIARY COMPANIES



1 AUSTRALIA: NEWAGE ENGINEERS PTY. LIMITED
PO Box 6027, Baulkham Hills Business Centre,
Baulkham Hills NSW 2153.
Telephone: Sydney (61) 2 9680 2299
Fax: (61) 2 9680 1545

2 CHINA: WUXI NEWAGE ALTERNATORS LIMITED
Plot 49-A, Xiang Jiang Road
Wuxi High - Technical Industrial Dev. Zone
Wuxi, Jiangsu 214028
PR of China
Tel: (86) 51 027 63313
Fax: (86) 51 052 17673

3 GERMANY: NEWAGE ENGINEERS G.m.b.H.
Rotenbrückenweg 14, D-22113 Hamburg.
Telephone: Hamburg (49) 40 714 8750
Fax: (49) 40 714 87520

4 INDIA: C.G. NEWAGE ELECTRICAL LIMITED
C33 Midc, Ahmednagar 414111, Maharashtra.
Telephone: (91) 241 778224
Fax: (91) 241 777494

5 ITALY: NEWAGE ITALIA S.r.l.
Via Triboniano, 20156 Milan.
Telephone: Milan (39) 02 380 00714
Fax: (39) 02 380 03664

6 JAPAN: NEWAGE INTERNATIONAL JAPAN
8 - 5 - 302 Kashima
Hachioji-shi
Tokyo, 192-03
Telephone: (81) 426 77 2881
Fax: (81) 426 77 2884

7 NORWAY: NEWAGE NORGE A/S
Økern Naeringspark, Kabeigt. 5
Postboks 28, Økern, 0508 Oslo
Telephone: Oslo (47) 22 97 44 44
Fax: (47) 22 97 44 45

8 SINGAPORE: NEWAGE ASIA PACIFIC PTE LIMITED
10 Toh Guan Road #05-03
TT International Tradepark
Singapore 608838
Telephone: Singapore (65) 794 3730
Fax: (65) 898 9065
Telex: RS 33404 NEWAGE

9 SPAIN: STAMFORD IBERICA S.A.
Ctra. Fuenlabrada-Humanes, km.2
Poligono Industrial "Los Linares"
C/Pico de Almanzor, 2
E-28970 HUMANES DE MADRID (Madrid)
Telephone: Madrid (34) 91 604 8987/8928
Fax: (34) 91 604 81 66

10 U.S.A.: NEWAGE LIMITED
4700 Main St, N.E.
Fridley
Minnesota 55421
Telephone: (1) 800 367 2764
Fax: (1) 800 863 9243

© 1998 Newage International Limited.
Printed in England.



El módulo fotovoltaico BP 585 utiliza la tecnología de proceso de células láser líder en el mundo de la producción de módulos fotovoltaicos a gran escala con eficacia excepcional. Sus células monocristalinas con estructura de contactos enterrados proporcionan una actuación energética de 85 vatios de energía nominal máxima y 12 voltios de salida nominal, para cargas de corriente continua o en sistemas equipados con inversor de corriente alterna. La alta eficacia del módulo BP 585 es particularmente apropiada para aplicaciones que necesitan la mayor generación de energía posible de un grupo limitado y para climas pobres en luz solar. Las aplicaciones incluyen sistemas de tejados comerciales y residenciales con toma a tierra, fachadas de edificios, sistemas de generación distribuida, sistemas de telecomunicaciones, bombeo de agua e irrigación, protección catódica, casas remotas y señalización terrestre para la navegación. Estos módulos utilizan nuestro Marco Universal, el más resistente de la industria.

Las versiones disponibles incluyen:

BP 585S – Módulo enmarcado con cables de salida y conectores polarizados.

BP 585L – Versión laminada del BP 585S sin marco.

BP 585U – Módulo enmarcado con una caja de conexiones de alto volumen Tipo A.

BP 585W – Módulo enmarcado con una caja de conexiones Tipo B.

Materiales Probados y Construcción

La experiencia de 25 años de BP Solar en este campo está presente en cada aspecto de la construcción de este módulo y en sus materiales:

- El proceso y el diseño del láser minimiza la degradación de las células frontales y maximiza la eficacia.
- Las células están laminadas entre capas de etileno acetato de vinilo (EVA) y vidrio templado de 3mm con un contenido mínimo de óxido de hierro y elevada transmisividad.
- La resistencia del marco sobrepasa los requisitos de agencias tituladas.



Conectores de Corriente Contínua

Opciones de Salida

El BP 585 se ofrece con tres opciones de salida: cables equipados con conector y dos tipos de cajas de conexiones.

La salida del BP 585S y del BP 585L es a través de cables de salida de carga pesada (3.3mm²/AWG#12) con conectores polarizados impermeabilizados de CC que proporcionan conexiones fiables de baja resistencia, eliminando los errores de cableado y agilizando la instalación.



Marco Universal Transparente Anodizado

Cables asimétricos permiten la colocación de los módulos en grupos lado a lado o extremo a extremo.

La salida del BP 585U es a través de nuestra caja de conexiones Tipo A. Esta caja de conexiones está sellada (porcentaje IP54) y acepta cables de accesorios eléctricos o conductos nominales PG13.5 o de media pulgada. Su volumen (441 centímetros cúbicos, 25 pulgadas cúbicas) y un bloque de conexión de seis terminales permiten a la mayoría de los sistemas de conexión de grupos (colocando módulos en serie o paralelos) el ajuste en la caja de empalmes. Las opciones incluyen:

- Bloque terminal de gran tamaño con conductores aceptados de hasta 25mm² (AWG#4); terminales estándar aceptados de hasta 6mm² (AWG#10);
- Regulador de carga Solarstate™.

La salida del BP 585H es a través de nuestra caja de conexiones Tipo B. Esta caja de conexiones está sellada (porcentaje de IP65), y presenta una práctica tapa atornillada. Está equipada con terminales de tornillo y ofrece las mismas posibilidades de cableado que la caja de conexiones Tipo A. Están incluidos dos conexiones que aceptan cable con un diámetro entre 6 y 12mm con cada módulo BP 585H.



BP 585

Garantías Limitadas

- Potencia de salida durante 25 años.
- Libre de defectos en materiales y mano de obra durante 5 años.

Consulte nuestra web o a nuestro distribuidor local para conocer los términos completos de estas garantías.



Calidad y Seguridad

El BP 585 está fabricado en fábricas homologadas con ISO 9001. Las siguientes estándares han sido otorgadas para el BP 585S, el BP 585U y el BP 585H.

- Certificación por TÜV Rheinland como equipos de clase II para uso en sistemas con voltaje de hasta 1000VCD;
- Listados por Underwriters Laboratories de seguridad eléctrica e incendios (Clase C contra incendios);
- Son conformes a las Directivas de la C.E. 89/33/EEC, 73/23/EEC y 93/68/EEC;
- Cumplen con los requerimientos de IEC 61215 e incluyen:
 - Ciclado repetitivo entre -40°C y 85°C a un 85% de humedad relativa;
 - Impacto simulado de 25mm de diámetro (una pulgada) de granizo a la velocidad final;
 - Prueba de calor húmedo (damp heat) consistente en 1000 horas de exposición a 85°C y 85% de humedad relativa.
 - Carga estática delantera y trasera de 2400Pa (50psf); carga frontal (por ejemplo de nieve) de 5400 pa (113 psf).

El BP 585L está listado por los Underwriters Laboratories para seguridad eléctrica y a incendios (Clase C contra incendios). El BP 585U está aprobado por la Factory Mutual Research para su aplicación en NEC Clase 1, División 2, Grupos C y D de localizaciones peligrosas.

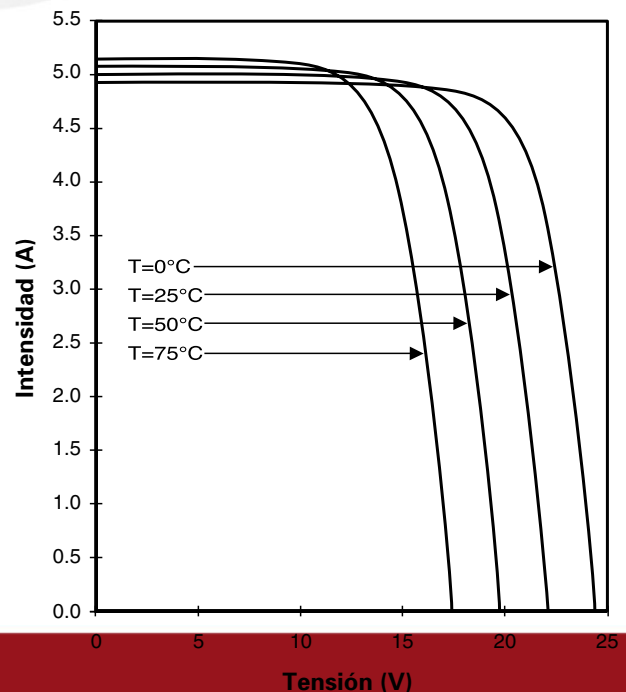
Características Eléctricas¹

	BP 585	BP 580 ⁴
Potencia máxima ² (P_{max})	85W	80W
Tensión de P_{max} (V_{mp})	18.0V	18.0V
Intensidad de P_{max} (I_{mp})	4.72A	4.44A
P_{max} mínima garantizada	80.8W	76W
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	5.0A	4.7A
Tensión a circuito abierto (V_{oc})	22.1V	22.0V
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	(0.065±0.015)%/°C	
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	-(80±10)mV/°C	
Coeficiente de temperatura de la potencia	-(0.5±0.05)%/°C	
NOCT ³	47±2°C	
Voltaje máximo del sistema	600V (US NEC Rating) 1000V (TüV Rheinland Rating)	
Valuación de fusión máxima del sistema	20A (modelos U y H) 15A (modelos S y L)	

Notas

1. Estos datos representan el funcionamiento típico de los módulos BP 580 y BP 585 según sus terminales de salida. La información está basada en mediciones realizadas conforme a ASTM E1036 corregida según SRC (Condiciones de Información Estándar, también conocidas como STC o Condiciones de Prueba Estándar) que son:
 - Iluminación de 1kW/m² (un sol) a la distribución espectral de AM 1.5 (ASTM E892 de irradiación espectral global)
 - Temperatura de la célula de 25°C
2. Durante el proceso de estabilización que se produce durante los primeros meses de despliegue, la potencia del módulo puede decrecer aproximadamente el 3% de la P_{max} típica.
3. Las células de un módulo iluminado operan más calientes que la temperatura ambiente. NOCT (Temperatura nominal de trabajo de la célula) es un indicador de este diferencial de temperatura y es la temperatura de la célula en Condiciones de Trabajo Estándar: temperatura ambiente de 20°C, irradiación solar de 0.8 kW/m² y una velocidad de viento de 1 m/s.
4. La energía de las células solares varía en el curso normal de la producción; el BP 580 está ensamblado utilizando células de una energía ligeramente menor a la del BP 585.

Curvas I-V de BP 585



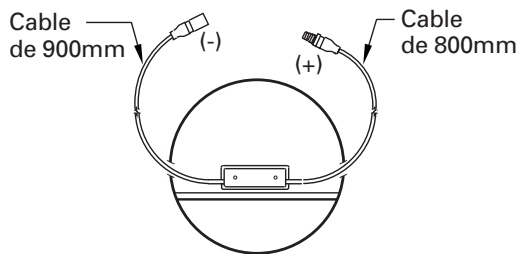
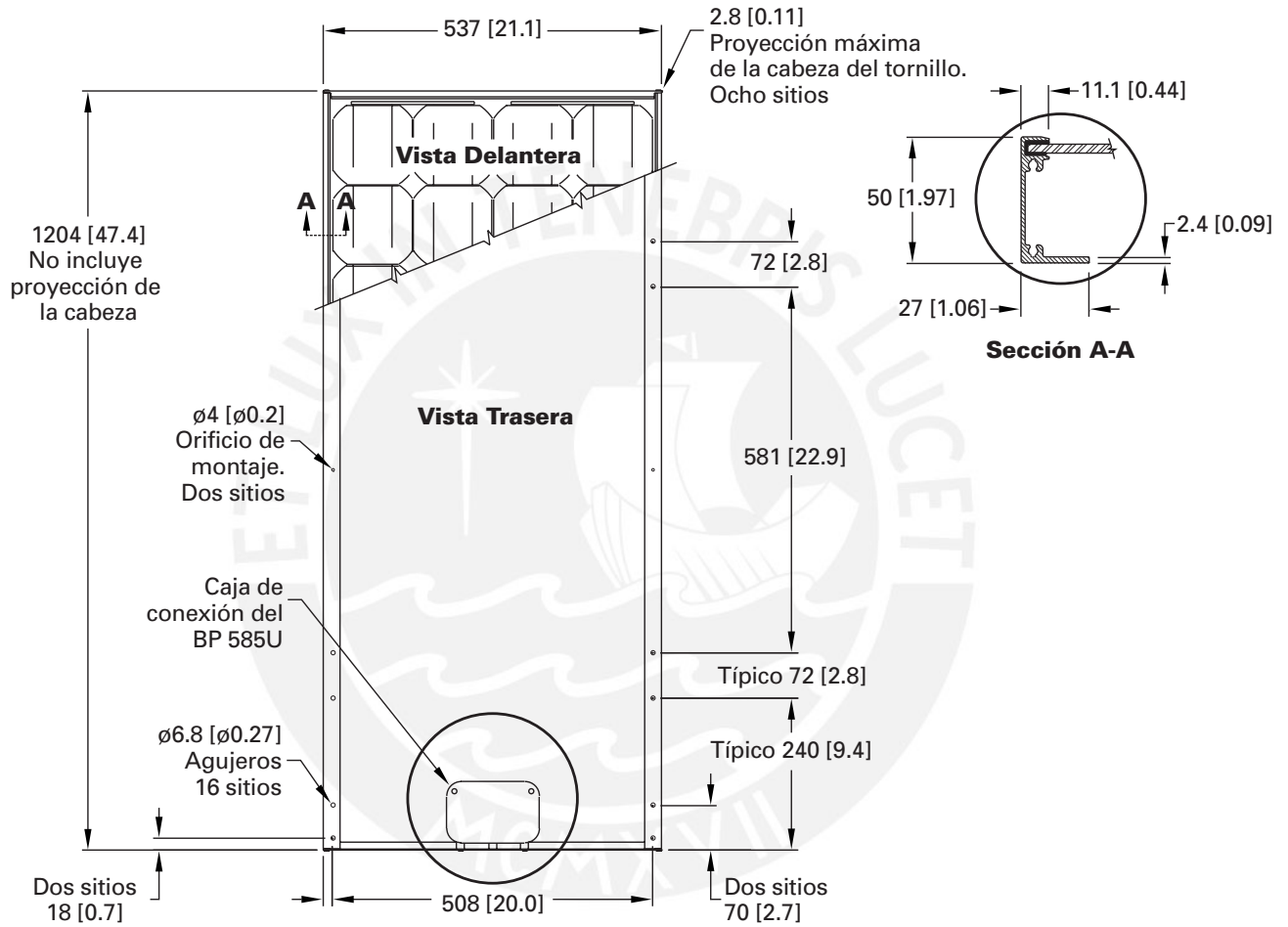
Características Mecánicas

Peso

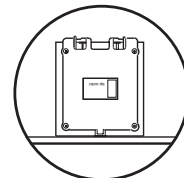
BP 585U, 585S, 585H: 7.7 kg (17 libras)
BP 585L: 6.1 kg (13.4 libras)

Dimensiones

BP 585U, 585S, 585H: Ver plano.
BP 585L: 1197 [47.1] x 530 [20.9] x 18 [0.7]
Las dimensiones entre paréntesis son en pulgadas.
Las que aparecen sin paréntesis son en mm.
Las tolerancias globales son $\pm 3\text{mm}$ (1/8")



**Salida
BP 585S y BP 585L**



**Caja de conexión
BP 585H**

BP 585



bp solar

Esta publicación resume las especificaciones y la garantía del producto, que están sujetas a cambios sin previo aviso y no deben tomarse como la fuente definitiva de información sobre el diseño final del sistema. Podrá encontrar garantías adicionales e información técnica en nuestra página web www.bpsolar.com o bien consultando a su proveedor local.



Impreso en papel reciclado con tintas de origen vegetal.

3000 Series

SDH Microwave Radio Systems
For Long-haul Transmission
(4 to 11 GHz STM-1/OC-3)

INTRODUCTION

NEC's 3000 Series SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Microwave Radio Systems are designed to provide high quality SDH radio network. They can operate in frequency bands from 4 to 11 GHz for long-haul transmission.

NEC's SDH Radio transmits one STM-1/OC-3 155 Mbit/s signal plus optional wayside signals.

The most efficient modulation techniques are used in full compliance with standard RF channel spacings as recommended by ITU-R.

30 MHz spacing : 128 QAM

40 MHz spacing : 64 QAM

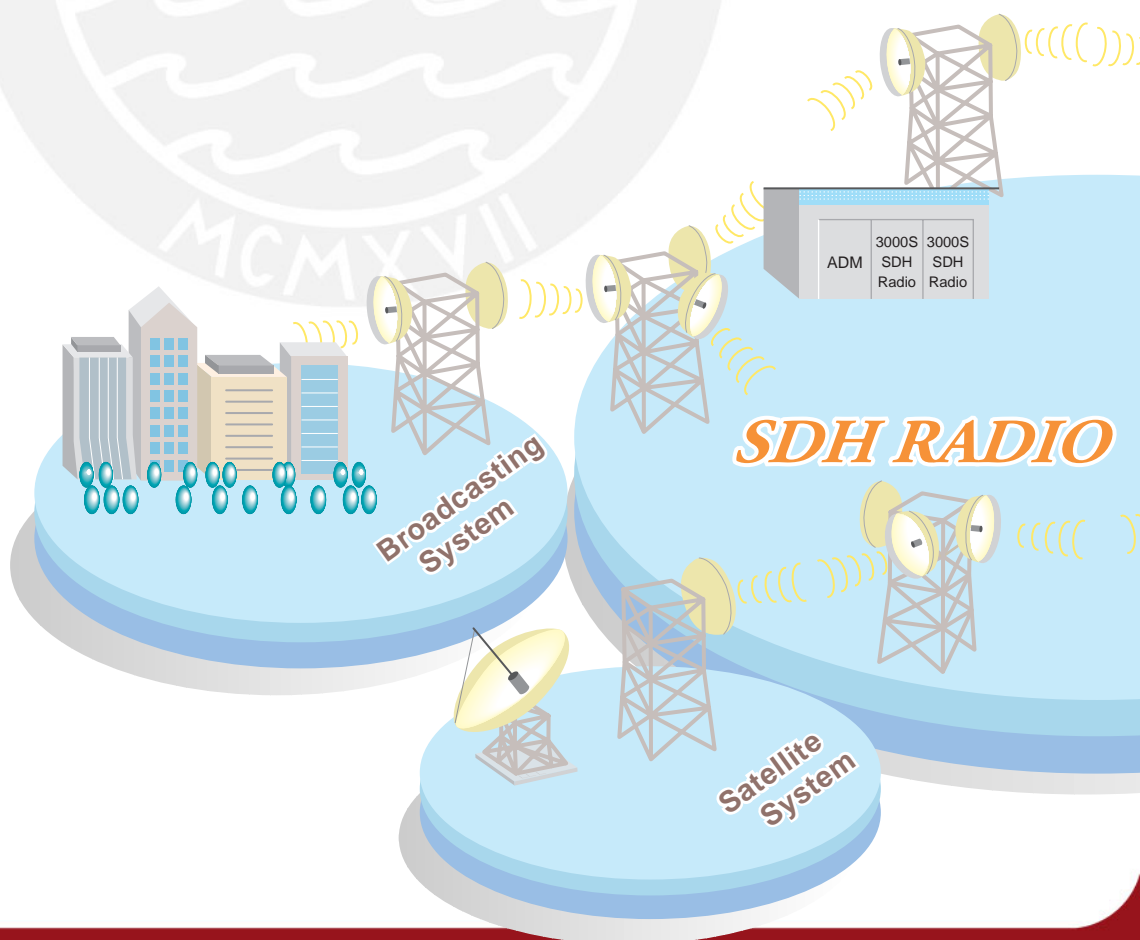
Therefore, NEC's SDH radio systems allow users to continue operation without any modifications to existing frequency allocations.

SYSTEM ARCHITECTURE

Terminal station equipment provides an 155 Mbit/s interface. An optional 2 Mbit/s wayside signal, DCC/ E1/ E2 (SOH) signal and digital service channel (DSC) signal can be dropped and inserted at either terminal or repeater stations.

The system can be expanded to an N+1 protected system ($N \leq 11$). Moreover, the number of channels in the RF band can be further doubled by adopting dual polarization transmission in the long-haul system.

Dual polarization co-channel transmission can be realized with a fully digital cross polarization interference canceller (XPIC).



NEC's SDH Family

The SDH long-haul radio system is part of NEC's SDH Family, adopting the same single design concept. The SDH Family includes a wide variety of transmission systems, such as the add-drop multiplexer, as well as an NMS. This wide variety of systems opens up a full range of configurations for numerous applications. For example a self-healing SDH ring can be constructed by combining NEC's add-drop multiplexers and the 3000 Series SDH radio.

TMN Standard Compliant

Network Management features are designed in accordance with among others ITU-T Rec. M.3010 and G.784, and therefore enable interconnection with a TMN-based network management system (NMS).

Advanced Technologies

Throughout the SDH radio system, NEC's own advanced technologies are used. Intensive use of Microwave Integrated Circuits (MIC's) and Hybrid IC's (HIC's) makes the TRP durable and compact. Also, custom made large-scale integrated circuits (LSI's) are applied. For example, new digital MODEM is incorporated in a single LSI chip, specially developed by NEC. Furthermore, low-power high-speed complementary metal oxide semiconductor (CMOS) LSI's are extensively used, making the equipment more compact and highly reliable, which reduces the power consumption. Operation, Administration, Maintenance & Provisioning (OAM&P) performance and functionality are easily upgraded using software download facilities.

Total NEC Package

NEC can offer a complete transmission network system, including radio, multiplex and network management system. Complete factory integration, customer training, warranty and after sales support are available.

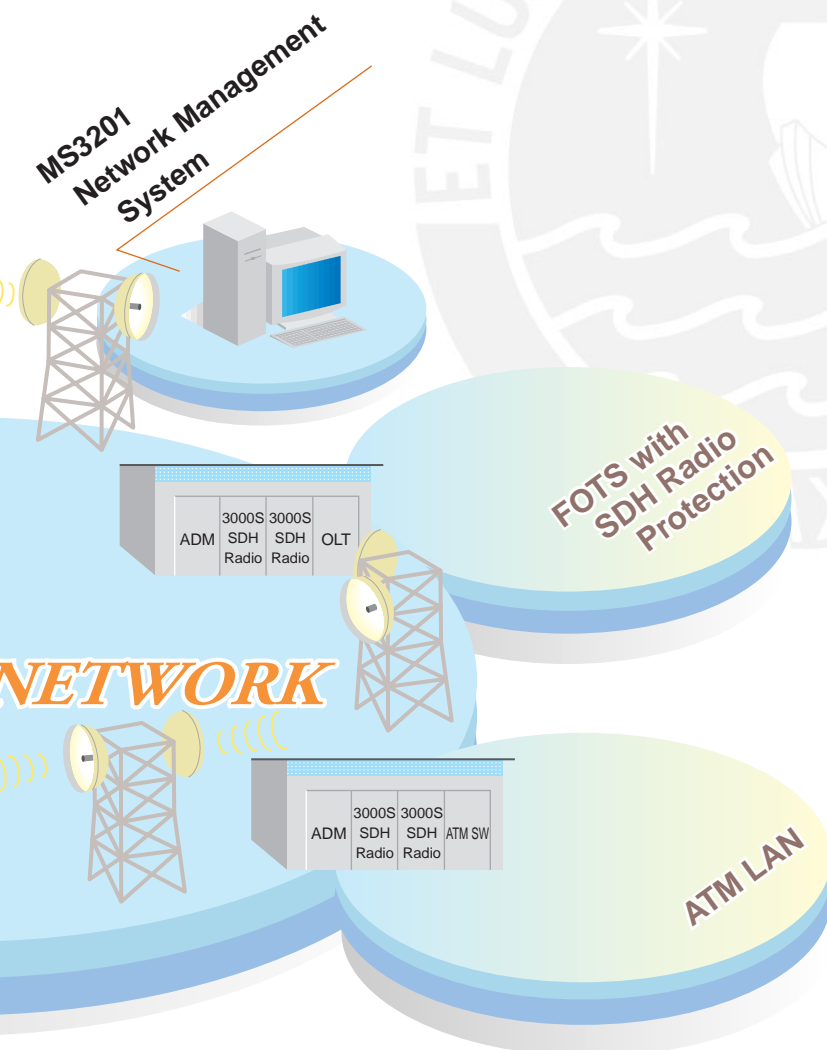


Fig.1 SDH Network Application

EQUIPMENT FEATURES

Conformity with the latest Standards

All NEC NE's are fully SDH compatible and conform to the relevant ITU-R and ITU-T Recommendations and European Telecommunications Standards (ETS).

Various System Applications and Easy Expandability

Various system applications such as N+1 Frequency Diversity (FD) protection switching system are available. The system can easily be expanded by adding modules and/or subracks to the existing configuration to increase transmission capacity. The maximum protected transmission capacity is 11+1. The N+1 protection switchover is hitless, therefore switchover operation is error-free.

Digital Modem

Fully digital modem with Decision Feedback Equaliser (DFE) is integrated into NEC's highly reliable customized LSI.

Better Error Performance with MLCM and MLCM+RS

Multi-Level Coding Modulation (MLCM) is applied to 128QAM systems and MLCM with Reed Solomon (RS) coding is applied to 64QAM systems. This ensures best error performance.

[MLCM]

- Low coding redundancy (It enables additional Wayside (WS) channel transmission.)

[MLCM+RS]

- Excellent coding gain
- Improvement of residual BER

Equalization

A high performance DFE effectively reduces inband dispersive amplitude and delay distortions caused by multi-path fading and comes as standard. It provides excellent minimum and non-minimum signature performance.

Automatic Transmit Power Control

Applying an Automatic Transmit Power Control (ATPC) system prevents interference to neighbouring systems, improves residual BER performance, alleviates upfade problems and reduces system power consumption. NEC's ATPC range is -12 to +2 dB.

Cross Polar Operation (Option)

Dual polarization co-channel transmission can be realised with NEC's fully digital cross polarization interference canceller (XPIC). This doubles the frequency efficiency and can be implemented for both 30 MHz and 40 MHz band plans.

Branching Filter Circuit (Option)

Contiguous type Branching Circuits (BR CKT) is most suitable filter circuit in case the following condition.

- Minimum adjacent frequency separation (30 MHz or 40 MHz)
- Maximum transmission capacity (Dual polarization co-channel transmission)

The contiguous type BR CKT eliminates the need for an RF hybrid that would be required for the minimum adjacent frequency separation using a circulator type BR CKT.

Space Diversity IF Combiner

The SD IF combiner incorporates both In-Phase (IP) and Minimum In-band Dispersion (MID) combining. MID can suppress in band dispersion.

The IF combiner also provides inbuilt delay electrical DADE.

STM-1 Interface Options

The system can be equipped with an electrical or an optical STM-1 interface for each channel.

The optical interface is available for two different cable length: intra-office or long-haul inter-office applications.

Redundancy for Optical Interface (Option)

Redundant (1+1) optical interface is available for each radio bearer. Required when connecting to a protected FOTS or another NEC's terminal radio for extra system availability.

Redundancy for Electrical Interface (Option)

For STM-1 electrical interface, all radio bearers come with a main and standby code conversion card with a bipolar switch. This ensures greater radio interface reliability and better overall system availability in the network.

Digital Service Channels and Wayside Traffic

In addition to the main traffic signal, 1 x (192 kbit/s or 64 kbit/s) + 4 x 64 kbit/s DSC's and one or two (2 or 1.5 Mbit/s) WS channel(s) can be dropped and inserted at any terminal and repeater radio station. These channels are transported in the RFCOH.

Alarm, Status and Performance Monitoring

Built-in OAM&P facilities enable monitoring and control of external equipment such as housekeeping facilities via a parallel interface. Performance monitoring is built-in, including:

- Performance parameters as in ITU-T G.826.
- Registration of the number of protection switchover operations (for 1+1 and N+1)
- Accumulation of the failed time for individual regular channels.

The operator can perform monitoring and control functions, by using the LCT (Local Craft Terminal), or by using the MS3201 Network Management System (NMS).

BAY CONFIGURATION

Fig. 2 shows the physical layout of a long-haul system. A complete 3+1 terminal system can be mounted within an ETSI rack.

This system comprises four transmitter-receivers with the option of space diversity, four modulator-demodulators with SDH interface, an OAM&P, switch units, an IDB (Interface Distribution Board) and an RF branching circuit.

Even if the racks are fully mounted, no forced cooling of the equipment is required.

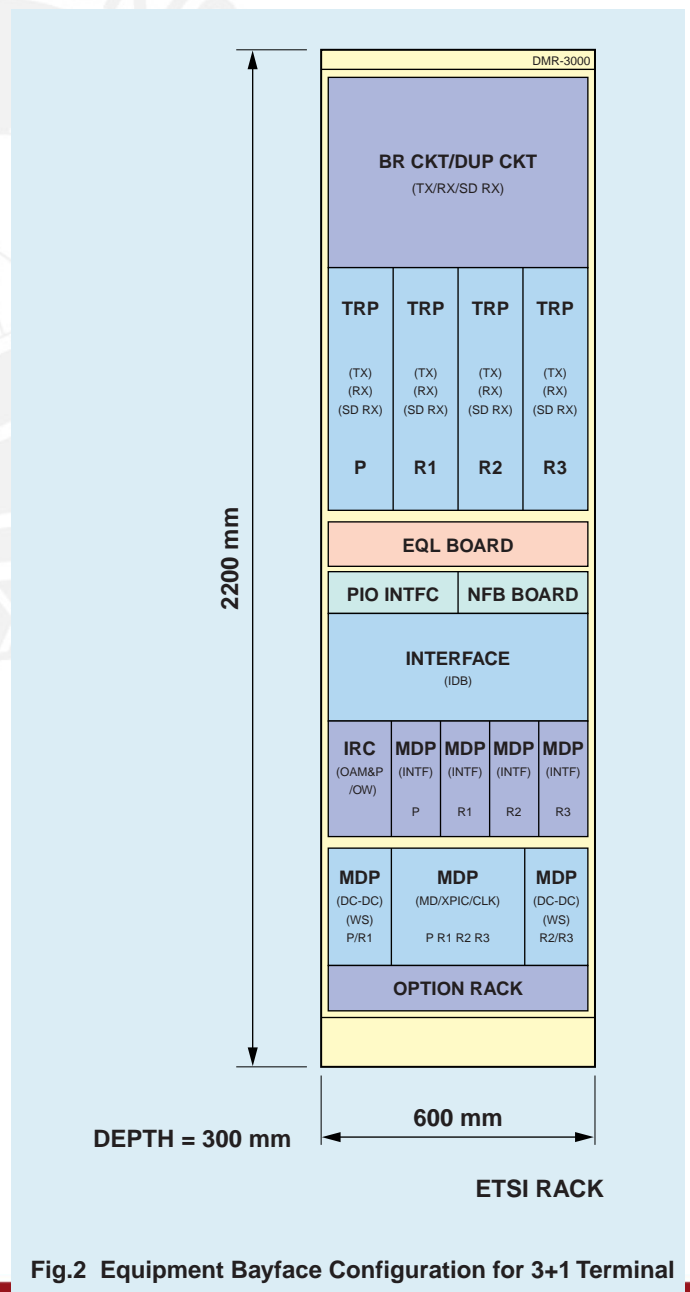


Fig.2 Equipment Bayface Configuration for 3+1 Terminal

MS3201 NETWORK MANAGEMENT SYSTEM

Introduction

The MS3201 is a fully integrated network management system for NEC's SDH radio and multiplex equipment.

Overall System Configuration

The MS3201 can support the following SDH equipment and network configuration.

- The SDH NE can comprise of NEC's SDH radio (2000S or 3000S) and SDH FOTS (SMS 150V, SMS 600V) equipment.
- The network configuration can be a linear and/or ring connection comprising of radio and FOTS NE.
(SNC-P: Sub Network Connection Protection with Path)
- Line Protection can comprise of N+1 radio section protection, Twin Path Radio protection and FOTS Line Protection.

Features

Common Platform

Integrated management of SDH radio, SDH Mux and SDH FOTS on a common platform

Flexible scalability

Manage small or large network (max.: 120 Network Elements (NE))

Standardization

The TMN complies with M.3010 Principle for a Telecommunication management network.

- Q.811 Lower Layer Protocol Profiles Q3 interface
- Q.812 Upper Layer Protocol Profiles Q3 interface
- M.3100 - Generic Network Information Model The SDH G. 784 - Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Management

OAM&P

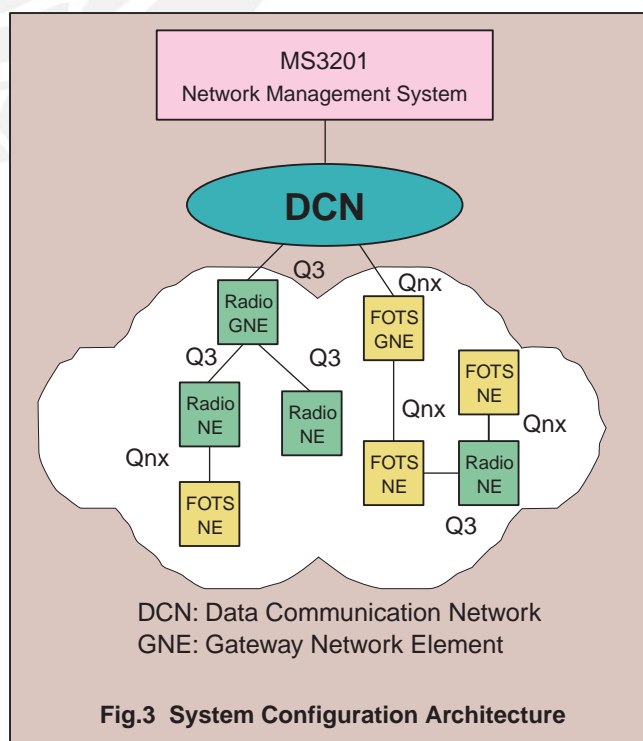
The MS3201 provides the following TMN concepts performing the Operation, Administration, Maintenance and Provisioning Function.

1. Fault Management includes:
Network Alarm Monitoring, NE Status Monitoring, Current Event List, Event History and Event Filtering (date, target object, event type, severity).
2. Performance Management includes:
Performance Data Display, Scheduled performance data retrieval (from NE), Quality of service (QOS) monitoring and Quality of service (QOS) threshold setting.
3. Configuration Management includes:
Building of overall network view, Provisioning of network element, Protection switching, Path management and Maintenance Functions.
4. Security Management includes:
User registration, Assignment of user privilege and Logging of security related actions.

Open Interface

Use of Q3 interface between Manager and Radio NE.
Use of Qx interface between Manager and MUX/FOTS NE. Qnn interface to upper Network Management Layer (based on ETS 300 653/future plan).

Refer to Fig. 3.



The NMS consists of:



Operator Terminal

- Provides GUI driven functions. One operator terminal can communicate with multiple servers. One server can support multiple operator terminals.
- A typical operator terminal hardware comprises of a IBM PC or equivalent.



Server

MIB (Information about Managed Objects (MO) of SDH NEs). NE communication and unifies the data exchange between each NE type. CORBA/X Window communication with operator terminals. Qnn Communication provides an interface to an upper level NML. (future plan)

A typical server hardware comprises of a SUN Ultra60 Model 250 or equivalent.

- Redundancy of server (future plan)
In case of failure of the working server, the system automatically switches to the stand-by server.

Specifications

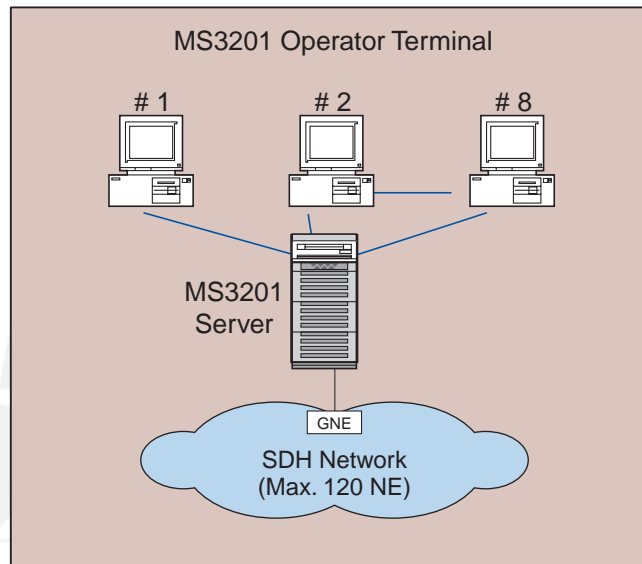
The NMS specifications are:

- Maximum number of servers is 10.
- Maximum number of operator terminals is 16. (Each NE is registered in max. 8 operator terminals.)
- Maximum number of NEs managed by one server is 120.
- Server to Remote Operator Terminal uses a G.703 or V.35 - 2 Mbps (minimum).
- Server to GNE uses G.703 or V.35 - 2 Mbps.

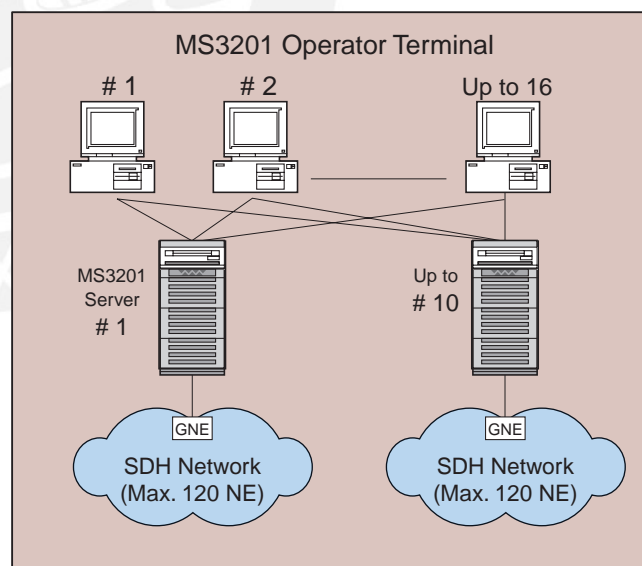
Operator/Server Configuration

The MS3201 can be configured as:

- 1) Multi-operator terminal per server



- 2) Multi-operator terminal/Multi-server (Future Plan)



System and Equipment Parameters

System Parameters (64QAM)

Radio Frequency	4 GHz	5 GHz	U6 GHz
Frequency Range	3,600 - 4,200 MHz	4,400 - 5,000 MHz	6,430 - 7,110 MHz
Channel Spacing	40 MHz	40 MHz	40 MHz
Modulation Scheme	64QAM MLCM + RS		
TX Output Power (excluding BR CKT Loss)	33 dBm	33 dBm	33 dBm
System Gain at BER=10 ⁻³ (excluding BR CKT Loss)	109.1 dB	109.1 dB	109.1 dB

Radio Frequency	8 GHz	11 GHz
Frequency Range	7,725 - 8,275 MHz	10,700 - 11,700 MHz
Channel Spacing	40.74 MHz	40 MHz
Modulation Scheme	64QAM MLCM + RS	
TX Output Power (excluding BR CKT Loss)	33 dBm	30 dBm
System Gain at BER=10 ⁻³ (excluding BR CKT Loss)	108.6 dB	105.6 dB

System Parameters (128QAM)

Radio Frequency	4 GHz	L6 GHz	7 GHz
Frequency Range	3,803.5 - 4,203.5 MHz	5,925 - 6,425 MHz	7,125 - 7,725 MHz
Channel Spacing	29 MHz	29.65 MHz	28MHz
Modulation Scheme	128QAM MLCM		
TX Output Power (excluding BR CKT Loss)	32 dBm	32 dBm	32 dBm
System Gain at BER=10 ⁻³ (excluding BR CKT Loss)	105.7 dB	105.7 dB	105.2 dB

Radio Frequency	8 GHz
Frequency Range	7,725 - 8,275 MHz
Channel Spacing	29.65 MHz
Modulation Scheme	128QAM MLCM
TX Output Power (excluding BR CKT Loss)	32 dBm
System Gain at BER=10 ⁻³ (excluding BR CKT Loss)	105.2 dB

System Parameters

Transmission Capacity	STM-1 or OC-3 (155.520 Mbit/s, electrical or optical interface)
Wayside Capacity (in RFCOH)	64QAM System: 2 x 2.048 Mbit/s or 2 x 1.544 Mbit/s 128QAM System: 1 x 2.048 Mbit/s or 2 x 1.544 Mbit/s
Service Channel Capacity (in RFCOH)	1 x (192 or 64 kbit/s) and 4 x 64 kbit/s
Power Supply Requirement	-48V DC (-36 to -72V DC)/-24V DC (-20 to -35V DC)/ +24V DC (+20 to +35V DC)
Total Power Consumption	Approx. 315W (for 4-U6 GHz, 1+1 Terminal, 10W FET type, e/w SD)
Mounting Rack	ETSI - Rack
Dimensions (W x D x H)	600 x 300 x 2,200 mm
Operating Temperature (Guaranteed)	-5°C to +50°C

Specifications are subject to change without notice.

TTD-NCT3000
(SD010-01)

**TECHNICAL DESCRIPTION
OF
NCT-3000S NETWORK CRAFT TERMINAL
FOR
3000 SERIES SDH RADIO EQUIPMENT**

IMPORTANT NOTICE:

1. The contents of this TECHNICAL DESCRIPTION are subject to change without notice, for the future modification and improvement of the product.
2. This TECHNICAL DESCRIPTION provides the general description of all available features of NCT-3000S Network Craft Terminal. The actual functions, features and configurations in the proposed and supplied equipment shall be specified in the contract or tender document of each project.

NEC Corporation
TOKYO, JAPAN



Trademarks:

Windows NT : Microsoft Corporation
EXCEL : Microsoft Corporation
Ethernet : XEROX Corporation
Pentium : Intel Corporation

Copyright© 1999, 2000 by NEC Corporation

All rights reserved.

No part of this documentation may be reproduced in any form without prior written permission of NEC Corporation.

This document describes the current version of NEC standard equipment. If there is any conflict between this document and the System Description and/or the Compliance Statement, the latter will supersede this document.

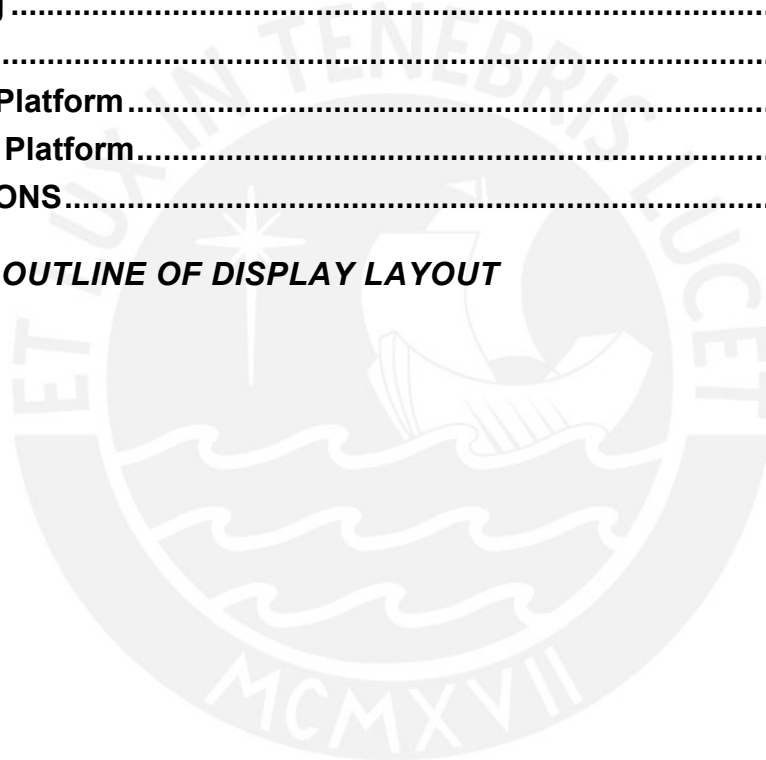
The specifications or configuration contained in this document are subject to change without notice due to NEC's continuing design improvement.

1st Issue August, 2000

Printed in Japan

CONTENTS

1. GENERAL	1
2. SYSTEM SUMMARY.....	1
3. FEATURES	2
3.1 Alarm Surveillance	2
3.1.1 Graphic Display Hierarchy.....	2
3.2 Performance Monitoring	3
3.2.1 Scheduling function	3
3.3 Security Management.....	4
3.4 Event List	4
3.5 Event Log	5
4. PLATFORM.....	5
4.1 Software Platform.....	5
4.2 Hardware Platform.....	5
5. SPECIFICATIONS.....	5
APPENDIX A : OUTLINE OF DISPLAY LAYOUT	





1. GENERAL

The NCT-3000S Network Craft Terminal is to provide an economical and sophisticated management system for small and medium sized networks consisting of NEC's 3000 series SDH radio equipment.

The management system for the 3000S SDH radio equipment consists of the following basic components:

- NCT-3000S Network Craft Terminal
- LCT-3000 Local Craft Terminal
- OAM&P (Operation, Administration, Maintenance and Provisioning) part on 3000 series SDH radio equipment.
- M10 modules and 21EOW (for Integration of 2500/PASOLINK series PDH radio equipment and multiplex equipment)

The NCT-3000S facilitates centralized management of NEC's 3000 series SDH radio equipment and it's associated 2500/PASOLINK series PDH radio equipment performing the following functions:

- Fault Management
- Performance Management
- Configuration Management
- Security Management

2. SYSTEM SUMMARY

The NCT-3000S will provide a overall graphical view of the network. The alarm and status information of the 3000S SDH radio network elements are integrated to the NCT-3000S using a OAM&P part built into the 3000S SDH radio network element.

The communication between the NCT-3000S and the 3000S SDH radio network element is via the RS-232C interface as a standard or LAN interface as an option. The communication between the 3000S SDH radio network elements is via DCCr (Data Communications Channel for regenerator) in the regenerator section overhead on the SDH overhead.

The OAM&P part of the radio equipment acts as the agent and reports all events in the SDH radio equipment autonomously to the NCT-3000S Network Craft Terminal.

The OAM&P part of the radio equipment is also equipped with the thirty two (32) external alarm/status input and eight (8) external control output ports which are used for the integration of alarm/status/control information for housekeeping facilities and multiplex equipment. The summarized alarm/status information of multiplex equipment is integrated to the NCT-3000S using the above parallel alarm/status data interface ports.

The optional M10 modules are used for the integration of NEC's 2500/PASOLINK series PDH radio and multiplex equipment by expanding the external data input/output ports of the associated OAM&P part of the SDH radio equipment.

Fig. 1 shows the system components of the NCT-3000S management system.

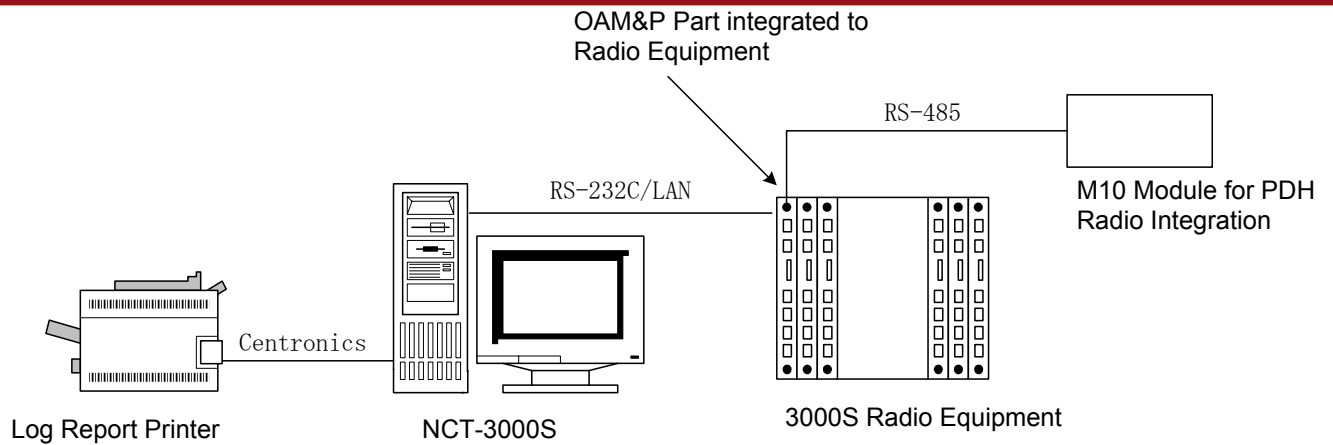


Fig. 1 System Components

A typical system with a second NCT-3000S is shown in Fig. 2.

3. FEATURES

The NCT-3000S is designed for user friendly operation and easy access to the operator's.

The followings are the features of the NCT-3000S Network Craft Terminal.

3.1 Alarm Surveillance

3.1.1 Graphic Display Hierarchy

Network/Station Summary Display

The network/station summary display provides an overview of the total/sub network and the communication status between the NCT-3000S Network Craft Terminal and the network elements. The network summary display is not provided when the managed network is not divided into the sub networks, and the station summary display is only provided.

The summarized operating condition of remote station is indicated by a pair of alarm and status summary symbol. The occurrence of alarm or status event is indicated by the change of color of the corresponding symbol in accordance with event severity. By clicking the mouse on the corresponding symbol, the associated network element will be displayed.

Each symbol is color-coded to indicate its event severity. The following table shows the event severity colors and their meanings.

Symbol	Color	Severity or Meaning
Station	Green	Normal
	Yellow	Under waiting for response
	Red	Not connected
Rack/Panel/External DI/DO SWO	Green	Normal
	Yellow	Status
	Purple	Minor alarm
	Red	Major alarm

NE Display

The detailed status of the network element can be displayed by clicking on the summary symbol of the network element on the station status display. This results in the NCT-3000S logging into network element remotely and the event summary window of the selected network element will be displayed. The event summary window shows the current status of the network element.

Rack Summary

By clicking on the alarm/status summary symbol of each rack on the event summary window, a detailed window of the Transmitter/Receiver rack and the Modulator/Demodulator rack is displayed.

Audible alarm

The audible alarm sounds to indicate a receipt of an alarm from a remote network element. The alarm continues to sound until acknowledge.

3.2 Performance Monitoring

Performance Monitoring (PM) for the 3000 series SDH radio network elements is carried out in compliance with ITU-T Rec. G. 826 specifications.

The 3000 series SDH radio network elements store the performance data in up to ninety six (96) set of fifteen (15) minute registers and seven (7) set of one (1) day registers as specified in ITU-T Rec. G. 784.

By selecting the system, panel, PM items (e.g. B1 BBE, ES, SES etc.) and type of registers (15 min./current, 15 min./8 hours, 15 min./24 hours, 1 day/current, 1 day/7 days), the PM data can be retrieved from the network element under log-in.

3.2.1 Scheduling function

The NCT-3000S has a Performance Monitoring Scheduling function which can be scheduled to collect all the performance data from the selected 3000S SDH network element.

Once start the performance monitoring scheduler, all items of performance data in selected network elements will be collected in eight (8) hour intervals for up to 61 days.

The data retrieved from the network element are stored in the corresponding

database files in csv (comma separated value) format which is available for analysis using a commercially available spread sheet such as Microsoft EXCEL, Lotus 1-2-3 etc.

3.3 Security Management

In order to prevent unauthorized access to the network, a security mechanism is provided.

The following seven levels of privileges are supported:

- 1) NE Monitor
- 2) Alarm Reporting
- 3) NE Administration
- 4) NE Configuration
- 5) NE Provisioning
- 6) Performance Monitor
- 7) Security

The term of password's validity is 3 Months.

3.4 Event List

For system management, a text event list window is also displayed with the Network/Station Summary window. The Event List window has the function to display the current event data reported from all the connected network elements. The displayed event list data consists of the following details:

- Date
- Time
- Station Name
- Rack/Sys/Panel Name
- Item Description
- TCA (Threshold Crossing Alert)
- Status (Severity and occurrence/restore information)

The displayed event list data are color coded depending on the alarm or event severity and these event list data are scrollable for effective data presentation. Up to 500 current event data can be displayed on the Event List window. All events displayed on the Event List window can be saved in the selected file on the hard disk and the displayed events can be also printed out by printer on demand basis.

The event filter function is also provided for analyzing the data of interest. The event filtering will be based on :

- Date & Time
- Station (Selected by NE name)
- Equipment (Rack and System)
- Severity

Up to 100,000 current event list data can be automatically stored in the predetermined log files on the hard disk. The data stored in the log file is in ASCII format, and a third party spread sheet such as Microsoft EXCEL or Lotus1-2-3 may be used for analyzing

the data.

3.5 Event Log

To supplement the missing Event List data during the communication failure between NCT-3000S and each NE, the Event Log function is provided to retrieve the event history data stored in each NE. The Event Log menu button is provided in the Event Summary window to display the event history data stored in the selected CTRL module in radio equipment, and the CTRL module can store up to 100 events of history data with the following details:

- Date
- Time
- Sys/Panel Name
- Item Description
- Status (Severity and occurrence/restore information)

The displayed events are color coded depending on the severity of the alarm or status and these events are scrollable for effective data presentation. All events displayed on Event Log window can be saved in the selected file on the hard disk by manual operation.

4. PLATFORM

4.1 Software Platform

Operating System: Microsoft® WindowsNT® Workstation 4.0
(English)

Application: NEC NCT-3000S Application module
(Designed on Microsoft® Visual Basic®)

4.2 Hardware Platform

- Intel® Pentium® II 300 MHz or higher processor
- 64 Mbytes of RAM (Minimum)
- 17" Color Monitor (1280 x 1024)
- 2 Gbytes Hard Disk (Minimum)
- RS-232C and Ethernet LAN Port
- 3.5" Floppy Disk Drive
- PC Keyboard
- Microsoft Mouse
- Printer

5. SPECIFICATIONS

Capacity

Up to sixty four (64) 3000S SDH Radio Network Element.

Up to eight (8) M10 modules per OAM&P part on the 3000S SDH radio equipment.

Communication

- | | |
|---|---|
| <p>(1) Between NCT-3000S and OAM&P part
Interface:
Data transmission rate:

Protocol:</p> | <p>RS-232C or Ethernet LAN
9600 bps (for RS-232C)
10 Mbps (for LAN)
HDLC (for RS-232C)
CSMA/CD (for LAN)</p> |
| <p>(2) Between Network Elements
Communication Line:
Protocol:</p> | <p>DCCr (192 kbps)
Up to layer 4 on the OSI
seven layer protocol stack.
(Fig.3 shows the protocol
stack used)</p> |

Event Log (history data stored in CTRL module)

Number of events displayed on
Event Log window: Up to 100 per CTRL module

Event List (current data reported from all the connected NEs)

Number of events displayed on
Event List window: Up to 500

Number of events stored in log files
on hard disk: Up to 100,000

Security

The levels of user privilege:

- NE Monitor
- Alarm Reporting
- NE Administration
- NE Configuration
- NE Provisioning
- Performance Monitor
- Security

The term of password's validity: 3 Months

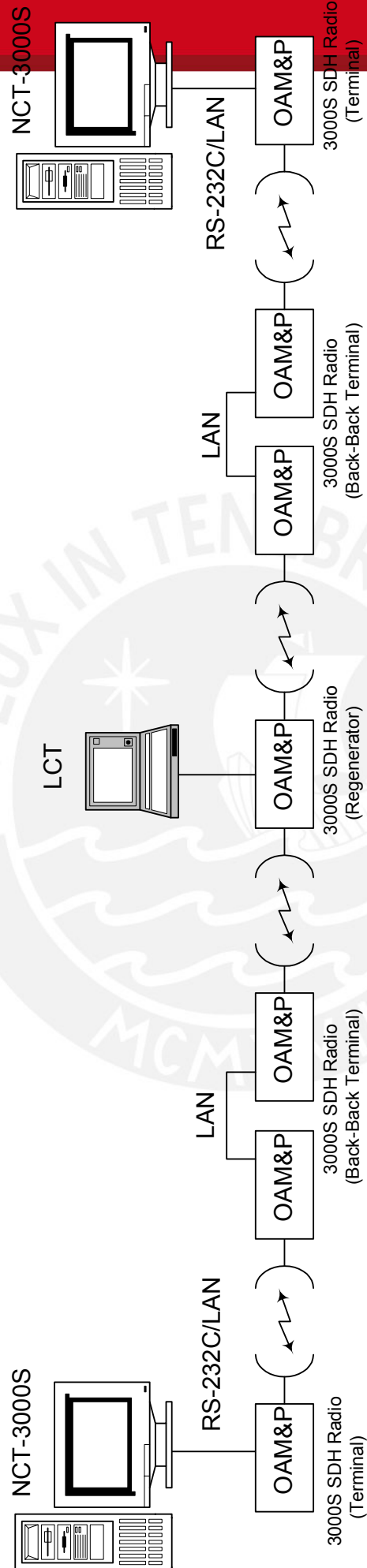


Fig. 2 Typical System Configuration

APPLICATION	NEC Proprietary		
PRESENTATION	Blank		
SESSION	Blank		
TRANSPORT	ISO 8073, ISO 8073/AD2 ISO 8072		
NETWORK	ISO 8473, ISO 8348/AD2 Class 4	ISO 9542 ES-IS	ISO 10589 IS-IS
DATA LINK	Q.921 LAPD		
PHYSICAL	SDH DCCr		

Fig.3 Protocol Stack

MS3201 NETWORK MANAGEMENT SYSTEM

Introduction

The MS3201 is a fully integrated network management system for NEC's SDH radio and multiplex equipment.

Overall System Configuration

The MS3201 can support the following SDH equipment and network configuration.

- The SDH NE can comprise of NEC's SDH radio (2000S or 3000S) and SDH FOTS (SMS 150V, SMS 600V) equipment.
- The network configuration can be a linear and/or ring connection comprising of radio and FOTS NE.
(SNC-P: Sub Network Connection Protection with Path)
- Line Protection can comprise of N+1 radio section protection, Twin Path Radio protection and FOTS Line Protection.

Features

Common Platform

Integrated management of SDH radio, SDH Mux and SDH FOTS on a common platform

Flexible scalability

Manage small or large network (max.: 120 Network Elements (NE))

Standardization

The TMN complies with M.3010 Principle for a Telecommunication management network.

- Q.811 Lower Layer Protocol Profiles Q3 interface
- Q.812 Upper Layer Protocol Profiles Q3 interface
- M.3100 - Generic Network Information Model The SDH G. 784 - Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Management

OAM&P

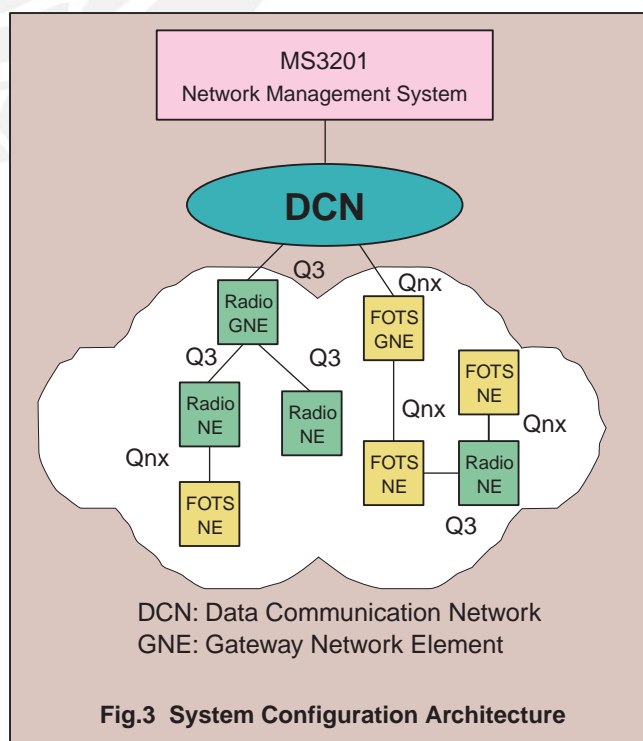
The MS3201 provides the following TMN concepts performing the Operation, Administration, Maintenance and Provisioning Function.

1. Fault Management includes:
Network Alarm Monitoring, NE Status Monitoring, Current Event List, Event History and Event Filtering (date, target object, event type, severity).
2. Performance Management includes:
Performance Data Display, Scheduled performance data retrieval (from NE), Quality of service (QOS) monitoring and Quality of service (QOS) threshold setting.
3. Configuration Management includes:
Building of overall network view, Provisioning of network element, Protection switching, Path management and Maintenance Functions.
4. Security Management includes:
User registration, Assignment of user privilege and Logging of security related actions.

Open Interface

Use of Q3 interface between Manager and Radio NE.
Use of Qx interface between Manager and MUX/FOTS NE. Qnn interface to upper Network Management Layer (based on ETS 300 653/future plan).

Refer to Fig. 3.



The NMS consists of:



Operator Terminal

- Provides GUI driven functions. One operator terminal can communicate with multiple servers. One server can support multiple operator terminals.
- A typical operator terminal hardware comprises of a IBM PC or equivalent.



Server

MIB (Information about Managed Objects (MO) of SDH NEs). NE communication and unifies the data exchange between each NE type. CORBA/X Window communication with operator terminals. Qnn Communication provides an interface to an upper level NML. (future plan)

A typical server hardware comprises of a SUN Ultra60 Model 250 or equivalent.

- Redundancy of server (future plan)
In case of failure of the working server, the system automatically switches to the stand-by server.

Specifications

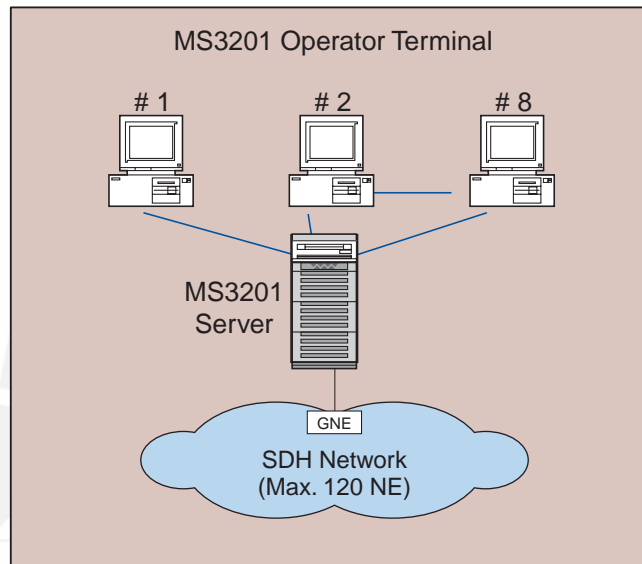
The NMS specifications are:

- Maximum number of servers is 10.
- Maximum number of operator terminals is 16. (Each NE is registered in max. 8 operator terminals.)
- Maximum number of NEs managed by one server is 120.
- Server to Remote Operator Terminal uses a G.703 or V.35 - 2 Mbps (minimum).
- Server to GNE uses G.703 or V.35 - 2 Mbps.

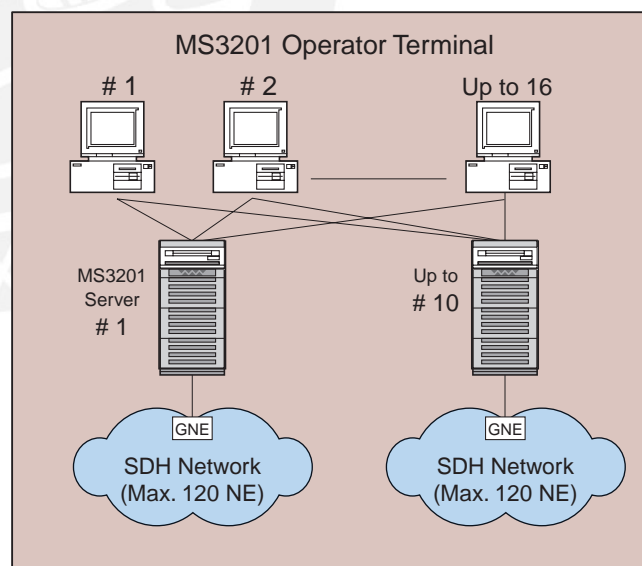
Operator/Server Configuration

The MS3201 can be configured as:

- 1) Multi-operator terminal per server



- 2) Multi-operator terminal/Multi-server (Future Plan)



SMS-150V

STM-1

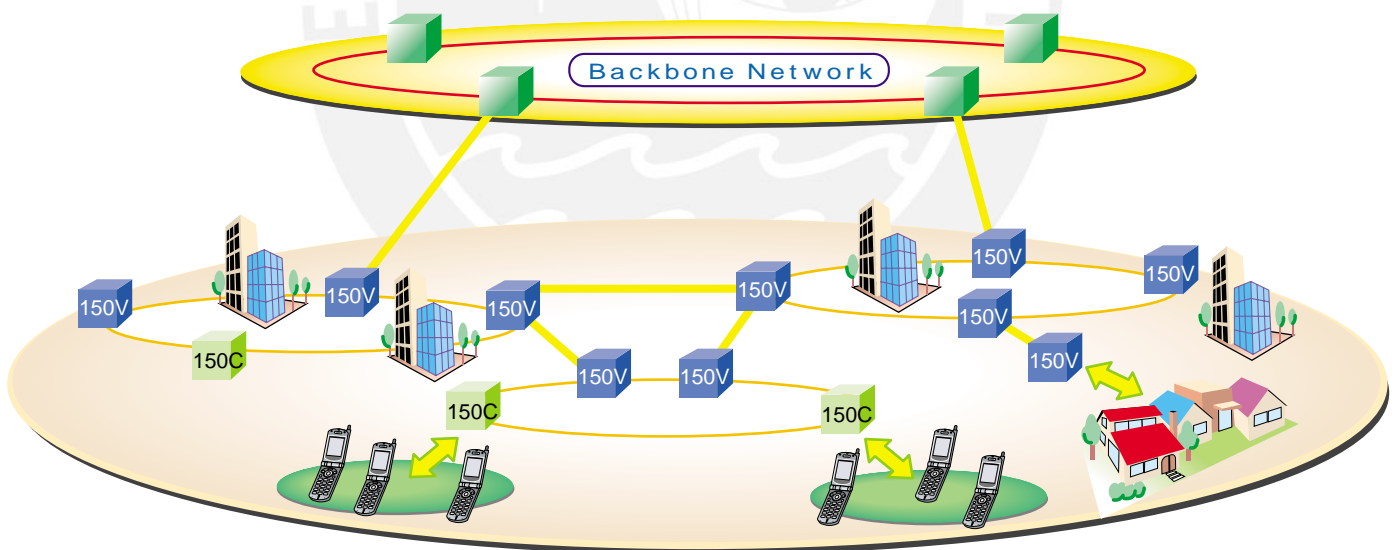
Versatile Add-Drop Multiplexer

Overview

The SMS-150V is a STM-1 versatile add-drop multiplexer, which can accommodate up to 63x2M, 3x34M or 3x45M, and support highly reliable networks by SNCP or Linear MSP.

The economical and robust system from GSM networks or PDH networks to SDH networks, can be provided through SMS-150V. Also, the SMS-150V may be applied for more widely and cost-effective applications in combination with NEC SMS-150C or other access systems.

The SMS-150V is managed by INC-100MS NEC's Management System as part of a complete NMS for NEC's WDM and SDH products.



Features

- Flexible network: VC-12/VC-3 SNCP, Linear MSP**
- Achieves 100% Add-Drop capacity: 63x2M, 3x34M or 3x45M**
- Performance Monitoring (G.826)**
- Automatic Laser Shutdown (G.958)**
- Redundancy of Power unit**
- External Synchronization Input**
- Housekeeping Alarm Inputs and Control Outputs**
- Qnx management interface support**

Technical Data

Transmission Capacity

STM-1optical (I-1, L-1.1, L-1.2)
STM-1electrical (G.703)

Drop Capacity

63 x 2 Mbit/s (G.703)
3 x 34Mbit/s (G.703)
3 x 45Mbit/s (G.703)
1 x STM-1e
1 x STM-1o

Cross-connect Level

VC-12, VC-3
252 x VC-12 (ring mode)

Network Protection

Aggregate : SNC/N
Linear MSP
Tributary : Linear MSP

Equipment Protection

TSI: 1+1
PWR : Redundant
STM-1o : 1+1
STM-1e : 1:1
2M/34M/45M : 1:3

Synchronization

Internal oscillator : Accuracy ± 4.6 ppm
(Free running)
Hold-over : Stability ± 0.37 ppm/ first
24 hours
Timing Source : STM-1, 2Mbit/s
External 2Mbit/s or 2MHz
Priority : User programable
Quality : User programable
SSM S1 byte on STM-1

Maintenance

Loopback : Facility, Terminal
ALS : G.958 Automatic, Manual
Remote Access : Local and Remote SoftWare
Download
Configuration Upload/Download
Memory back up

Orderwire

Calling : Built-in Selective-call and All-call
Telephone set or head set
External Interface : 4-wire 600 balanced or V.11
using E1/E2 byte
Digital branch for multiple access

User channel

E1,E2,F1,F2,F3,NU, 64kbps V.11 Co-directional/
Z0,Z1,Z2 byte : Contra-directional
D4-D12 byte : 576kbps V.11 Co-directional/
Contra-directional

Housekeeping

8 inputs and 8 outputs

Local Craft Terminal

WIN-LCT (Windows 95/98 PC)
RS-232C

NMS Interface

INC-100MS/EM-100 :
Qnx and Qecc Interface
Physical : Ethernet (AUI) or DCCr (D1-D3)
Protocol : TCP/IP or OSI*
*:Only for INC-100MS

Station Alarm Interface

PM/DM/Remote/MAINT/Alarm Bell/Alarm Lamp

Power Requirements

-48VDC (-38.4V to -60V)
-60VDC (-48V to -72V)

Power Consumption

STM-1o ADM (63CHx2M):105W

Environmental Conditions

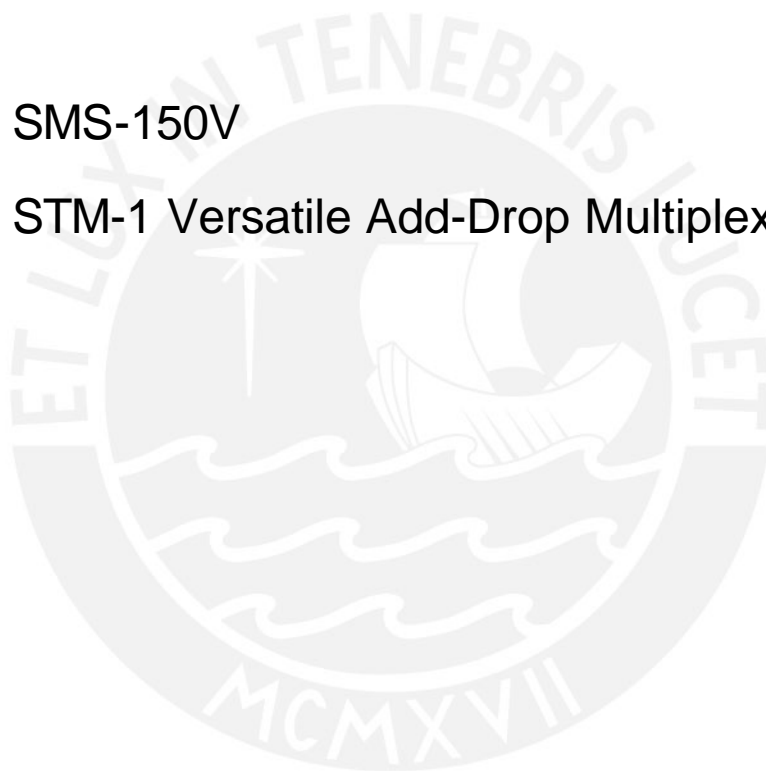
Temperature : -5 to + 45
Relative Humidity : Up to 95% at 35
Natural air cooling

Dimensions

Rack Dimensions : 600(W)x300(D)x2,200(H) (mm)
Base Subrack Dimensions :
498(W)x270(D)x423(H) (mm)
Wiring Access : Front access for both electrical
and optional connections

SMS-150V

STM-1 Versatile Add-Drop Multiplexer



NEC Corporation
TOKYO, JAPAN



CONTENTS

	Page
1. GENERAL	1
1.1 Network Applications	3
1.2 Operating Modes	4
1.3 Interface Support	6
1.4 SDH Mapping.....	7
2. PHYSICAL DESCRIPTION.....	8
2.1 General.....	8
2.2 Expandable on an In-Service Basis .	8
2.3 Front Access	8
3. EQUIPMENT CONFIGURATION.....	11
4. BRIEF UNIT DESCRIPTION.....	20
5. PROTECTION SWITCHING.....	23
5.1 Protection Types	23
5.2 Line Protection.....	23
5.3 Common Unit Protection.....	23
5.4 Protection Switching Control.....	23
6. OAM&P	25
6.1. Fault Management.....	25
6.2 Performance Monitoring	27
6.3 Configuration Management	29
6.4 Administration.....	29
6.5 LCT Functions	30
6.6 Q Interfaces	32
6.7 Station Alarms	32
7. TECHNICAL SUMMARY	34
7.1 System Parameters	34
7.2 Interfaces	34
7.3 Power Requirements	37
7.4 Environment	37
7.5 Mechanical Construction.....	37

1. GENERAL

This document identifies the facilities and functions available in NEC's SMS-150V Synchronous Digital Hierarchy (SDH) multiplexer. The SMS-150V is an STM-1 (155.520 Mbit/s) level multiplexer developed as an integrated part of NEC's family of SDH products.

The SMS-150V multiplexes a variety of tributary types, including 2.048 Mbit/s, 34.368 Mbit/s and 44,736 Mbit/s signals and outputs a synchronous STM-1 signal.

The SMS-150V incorporates many design enhancements that reflect recent advancements in technology, developments in international SDH standards, and new network applications for SDH multiplexers. Key equipment features include:

- Flexible product architecture to allow tributary card interchange.
- Added support for new network architectures, including local crossconnect operation.
- Reduced equipment power consumption and component requirements by using the latest LSI technology.
- Mixed Tributary Operation
- Extensive operation, administration, maintenance and provisioning (OAM&P) facility support
- Qnx and Qecc management interface support
- Expandable on an In-Service Basis

Table 1-1 SMS-150V Features

Operating Modes	Terminal(TRM) Add-Drop(ADM) Ring(RING)
Aggregate(Line)Interfaces	STM-1 Optical I-1,L-1.1,L-1.2(1+1 protection) STM-1 Electrical(1:1 protection)
Tributary Interface Support	2 Mbit/s(1:3 protection)
	34 Mbit/s(1:3 protection)
	45 Mbit/s(1:3 protection)
Crossconnect Capacity	VC-12,VC-3 crossconnect levels
Ring Support	2-fiber SNC-P
Temperature	-5 to +45°C

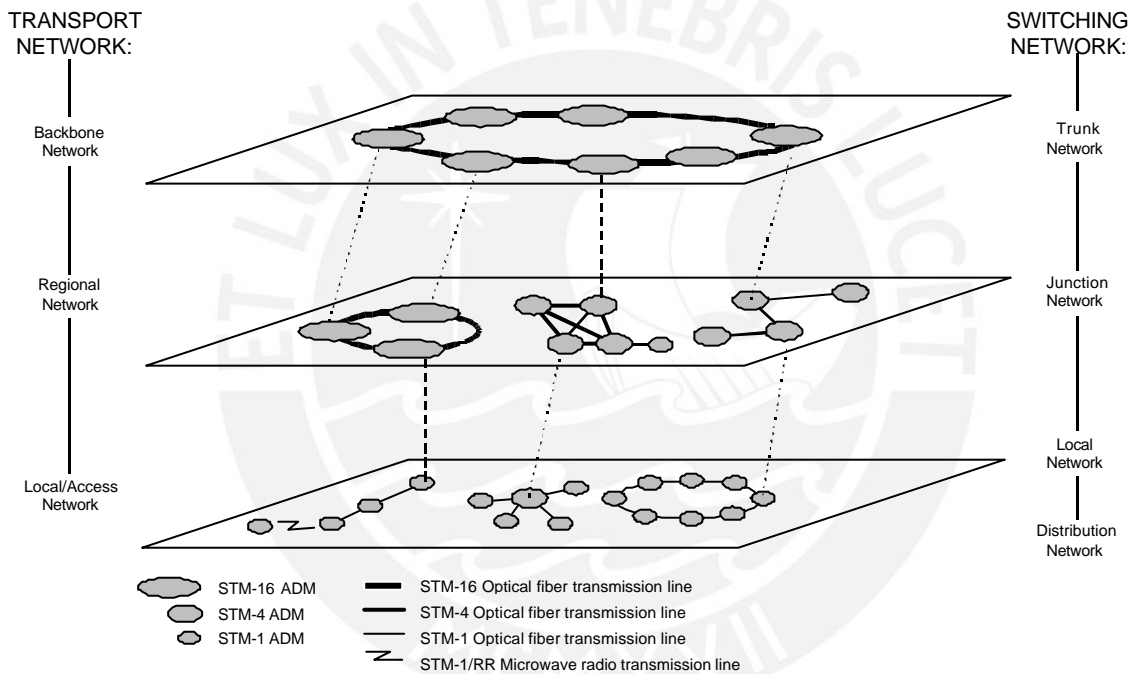


Figure 1.1-1 Example Model of an SDH Transport Network

1.1 Network Applications

To describe the structure of an SDH Transport Network, a three-level model can be used as shown in Figure 1.1-1. The model can assist in the choice of equipment topologies and in management techniques. This model uses three transport levels to describe network structure. The model consists of the backbone, regional, and local/access network levels.

1.1.1 Basic Equipment Topologies

Common architectures (topologies) that may be used in a network are linear, ring topology. Each topology has advantages, disadvantages and applications in each network level.

Point-to-Point/Add-drop Chain

The point-to-point configuration matches the topology used in PDH networks today. Equipment may optionally include a crossconnect function to replace manual signal reconnections on a distribution frame. The Add-drop chain or linear bus topology consists of a series of connected network elements. Signals may be added or dropped at each of the elements along the chain. Line protection (1+1,1:1) is typically used in this case. Failure of a node (network element) along the chain will cause loss of all traffic that passed through that node.

Ring

In a ring topology each node has two paths to reach each other node (by clockwise and counterclockwise routes). Various protection mechanisms have been defined using this feature that allow traffic restoration after line or node failure. The restoration is performed automatically (self-healing) without the need for external management system interaction. This independent self-healing allows fast traffic restoration.

The SMS-150V provides a ring application such as 2F SNC-P.

2F SNC-P

Two-fiber subnetwork connection protection ring. (Unidirectional path switched ring)

This is described in Bellcore (Bell Communication Research, Inc), ITU-T, and ETSI documents. Note that the ring names and associated terminology may differ but the ring functions are the same.

NEC has concentrated development efforts to produce a complete line of multiplex equipment supporting advanced ring applications. NEC network elements include extensive crossconnect functions. In ring configurations this allows the equipment to behave as a distributed crossconnect system. This is done while maintaining the key benefit of the ring architecture - fast self healing action without management system interaction.

1.1.2 Backbone Network

The backbone (core) network is used for high capacity transmission between regions. Typically, a large amount of traffic flow is evenly distributed between the nodes in each area.

Two topologies that are commonly used in this case are:

Point-to-point: 2.5 Gbit/s point-to-point links can be installed between nodes. Digital crossconnect (DXC) equipment can be installed at each node. The DXC performs traffic grooming, routing and protection switching functions. This solution typically requires the use of a management system to perform configuration and node failure protection. Consequently, configuration and restoration times are long.

Ring: A two-fiber ring may be used to link nodes. This takes advantage of the self-healing ring feature to perform fast customer traffic restoration in case of line or node failure.

Use of ring topology has the advantages that:

- NEC SDH network elements used in the backbone network are equipped with powerful crossconnect functions allowing traffic routing and grooming to be performed within the ADM, instead of the DXC. As a result, the ring behaves as a geographically distributed crossconnect.
- NEC SDH rings support automatic protection switching. A network management system is not required to determine the required switching actions after a failure is detected. This results in faster protection switching times and reduced management system requirements.

1.1.3 Local/Access Network

At this level low-volume traffic is transported between local rural or local urban centers. Traffic is also collected from the access network, including customer premises. A

typical traffic pattern at this level is where traffic is collected from remote sites for transport to a hub center.

STM-1 multiplexer application is typically suited to Local/Access network traffic. 2-fiber SNC-P rings are commonly used to collect traffic for transmission to the hub site.

1.2 Operating Modes

The wide range of network topologies identified in Section 1.1 are implemented with the following operational modes:

- Linear mode
- 2F SNC-P

The relationship between the network topologies and the SMS-150V operating modes is given in Table 1.2-1.

Table 1.2-1 SMS-150V Modes and Network Applications

SMS-150V Mode	Linear Line	2F SNC-P
Network Application		
Point-to-Point	yes	-
Linear Bus	yes	-
2F SNC-P	-	yes

1.2.1 Terminal Multiplexer

The SMS-150V supports point-to-point and add-drop chain linear topologies. Automatic protection switching is supported for line and tributary units.

SMS-150V Terminal Without Crossconnect Function : An optical line terminating multiplexer that multiplexes tributary signals into a high speed STM-1 aggregate signal.
Reference: ITU-T G.782 Type I and Type II multiplexers.

SMS-150V Terminal With Crossconnect Function: An optical line terminating multiplexer with signal crossconnect that

multiplexes tributary signals into a high speed STM-1 aggregate signal.

Reference: ITU-T G.782 Type Ia and Type IIa multiplexers.

1.2.2 Add-Drop Multiplexer

An add-drop multiplexer, which provides access to tributary signals in the STM-1 aggregate signals.

Reference: ITU-T G.782 Type IIIa and Type IIIb multiplexers.

1.2.3 Ring

The SMS-150V supports the following self-healing ring architecture: 2-fiber SNC-P.

Reference : ITU-T G.841(APR.1995 version).

Table 1.2.3-1 SMS-150/600V Ring Network Applications

Network Level	Dominant Traffic Pattern	Diagram	NEC Ring Type
Backbone	Uniform		4F MS-SPRing (SMS-600V only)
Regional Network	Uniform		2F MS-SPRing (SMS-600V only) or 4F MS-SPRing (SMS-600V only) or 2F SNC-P
Local/Access Network	Hub		2F SNC-P

1.3 Interface Support

Table 1.3-1 shows the number of channels per unit, unit protection, and interface types for all interface units. Optical interface codes refer to the classification defined in ITU-T G.957. Intrastation and Long Haul optical interfaces are supported for all optical rates.

Characteristics of the optical interfaces supported by the SMS-150V are provided in Tables in Section 7 of this document.

With STM-1 lines the maximum tributary capacity is shown in Table 1.3-2. The allowable equipment configurations, such as STM-1, type and number of tributary, etc, is determined by used TSI capacity and subrack type.

Table 1.3-1 SMS-150V Interface Protection

Interface	Channels per Plug-in Unit	Protection	Interface Type
STM-1 Optical	1	1+1	I-1,L-1.1,L-1.2
STM-1 Electrical	1	1:1	75Ω CMI
45 Mbit/s (DS3)	1	1:3	75Ω B3ZS
34 Mbit/s	1	1:3	75Ω HDB3
2 Mbit/s	21	1:3	75Ω,120Ω HDB3

Table 1.3-2 SMS-150V Tributary Support:STM-1 Line

Tributary Type	TRM	ADM	2F SNC-P
STM-1 Optical	-	-	1
STM-1 Electrical	-	-	1
45 Mbit/s (DS3)	3	3	3
34 Mbit/s	3	3	3
2 Mbit/s	63	63	63

1.4 SDH Mapping

The SMS-150V design is based on all relevant ITU-T SDH Recommendations and the specifications from ETSI. Tributary signals are multiplexed using the SDH multiplexing paths adopted by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI), as shown in Figure 1.4-1.

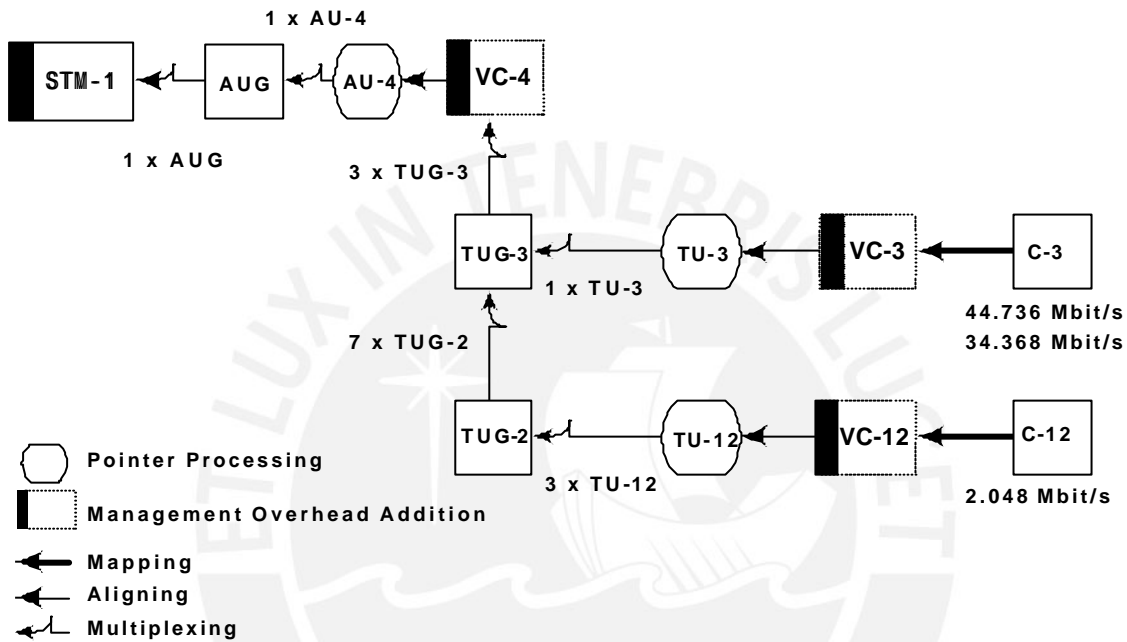


Figure 1.4-1 SMS-150V Multiplexing Paths

2. PHYSICAL DESCRIPTION

2.1 General

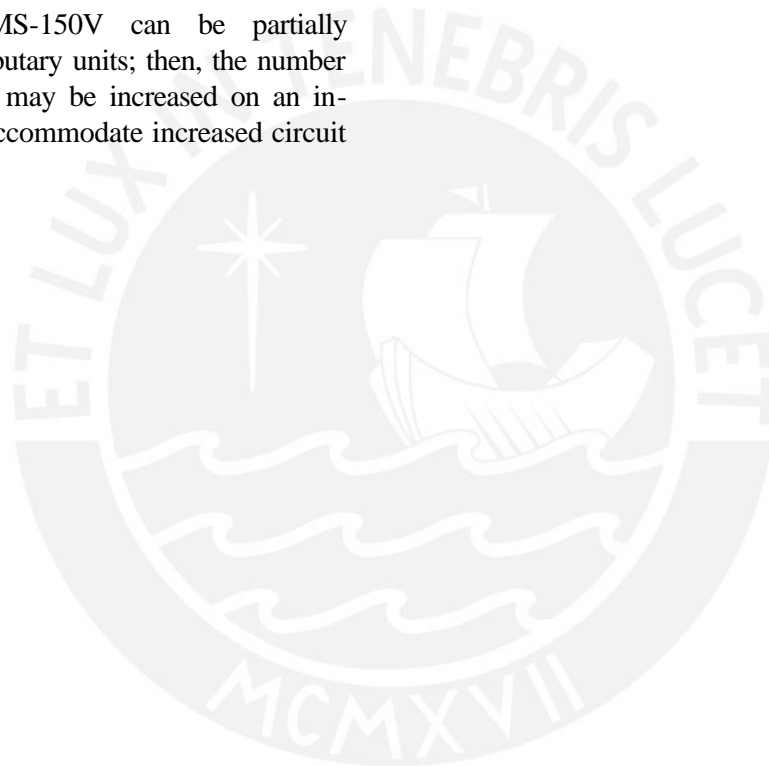
The SMS-150V is compact with dimensions of 423mm high, 498mm wide and 280mm deep. Despite its compact size, it has full STM-1 transmission capacity. A maximum of three SMS-150Vs can be installed in a 2.2m high rack conforming to ETSI recommendations.

2.2 Expandable on an In-Service Basis

Initially, the SMS-150V can be partially equipped with tributary units; then, the number of tributary units may be increased on an in-service basis to accommodate increased circuit requirements.

2.3 Front Access

The Terminal Area, located in the upper part of the subrack, enables front access for cable connection and maintenance work.



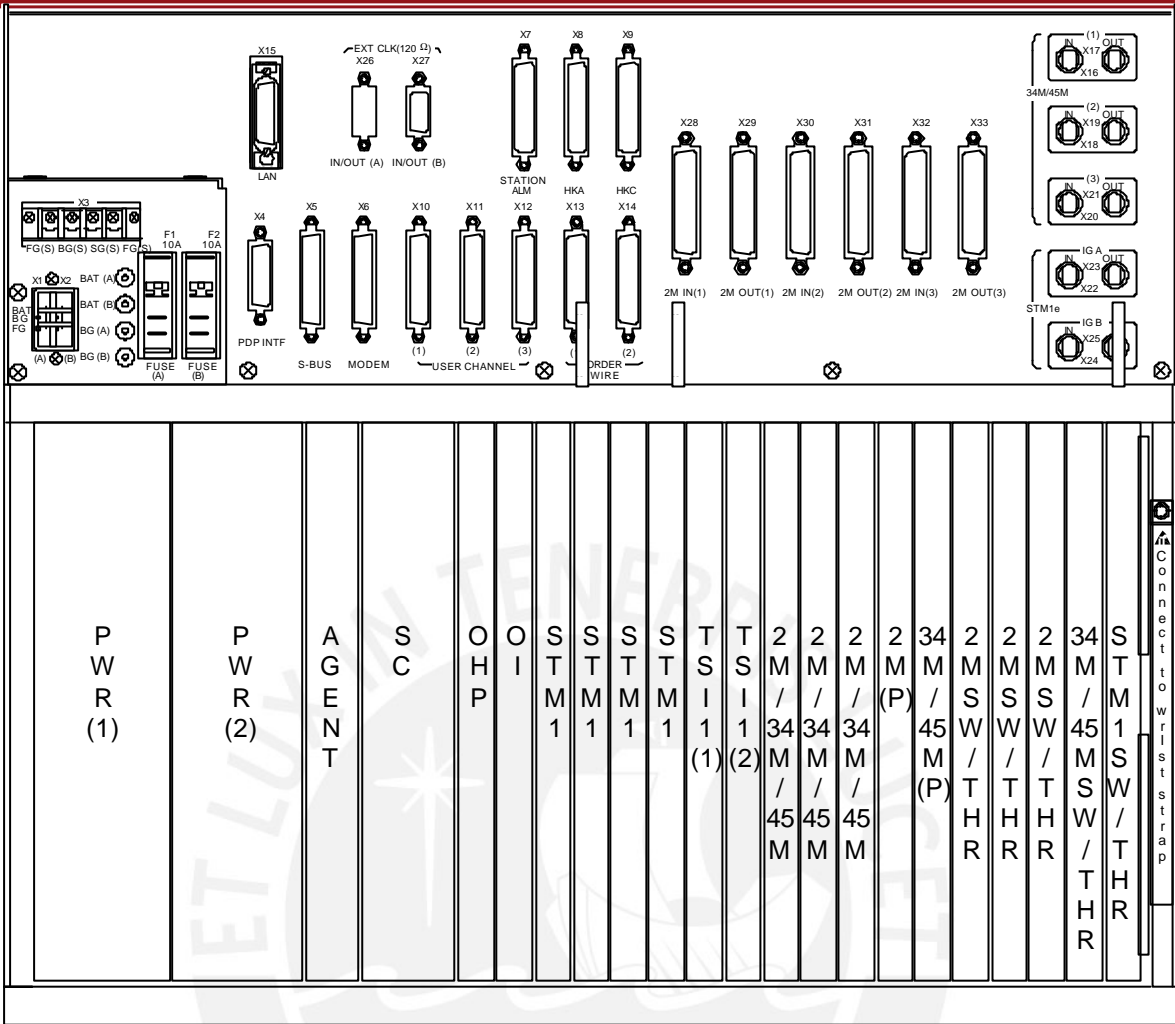


Figure 2.1-1 SMS-150V Subrack(120W Type)

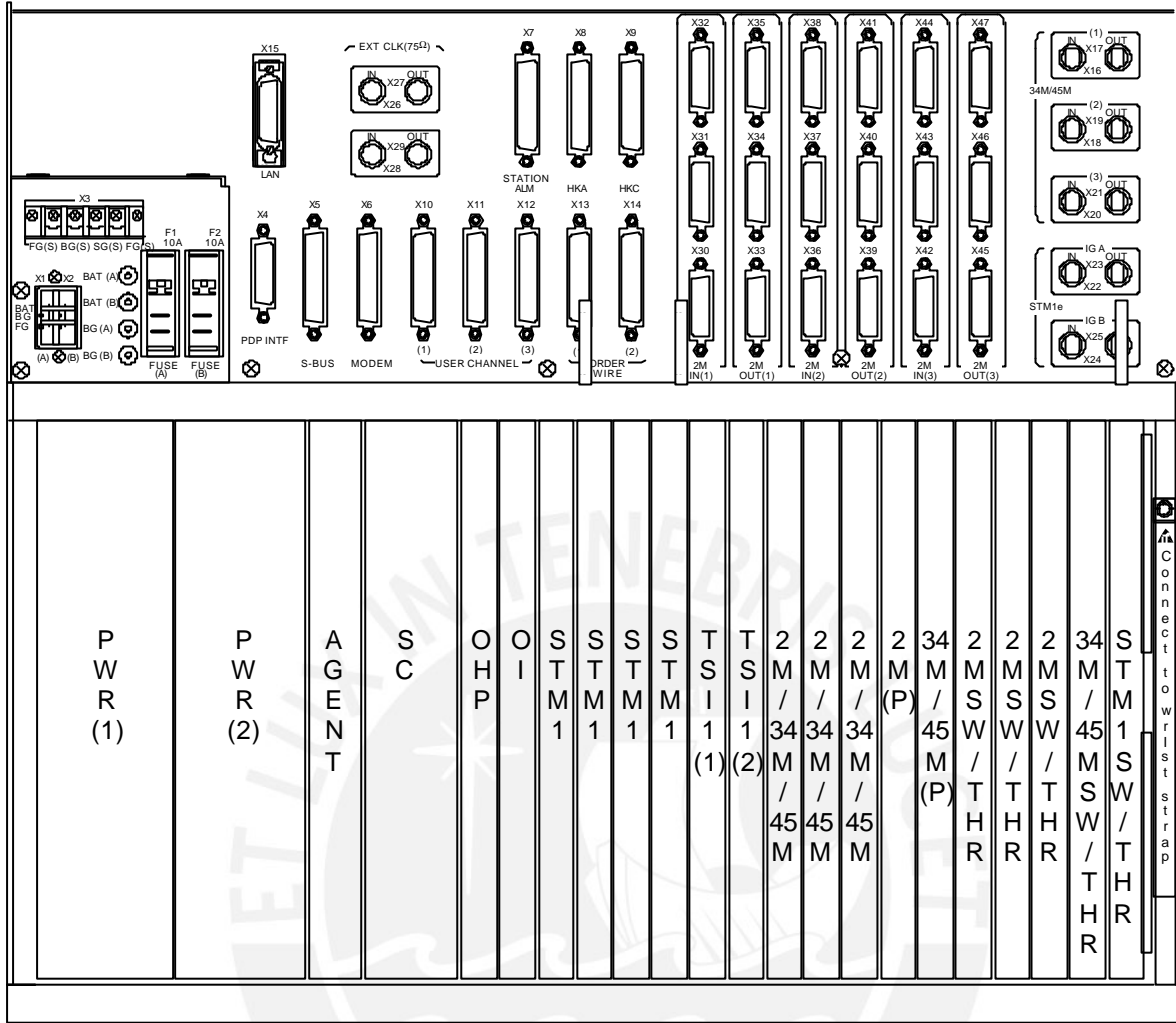


Figure 2.1-2 SMS-150V Subrack (75W Type)

3. EQUIPMENT CONFIGURATION

An example block diagram of the SMS-150V is shown in Figure 3-1. Information below describes the configuration of the equipment for different applications.

Figure 3-2 through 13 show the block diagrams and equipment configurations, in accordance with application (Terminal, Add-Drop, 2-fiber Ring) and combination of low speed and high speed interface.

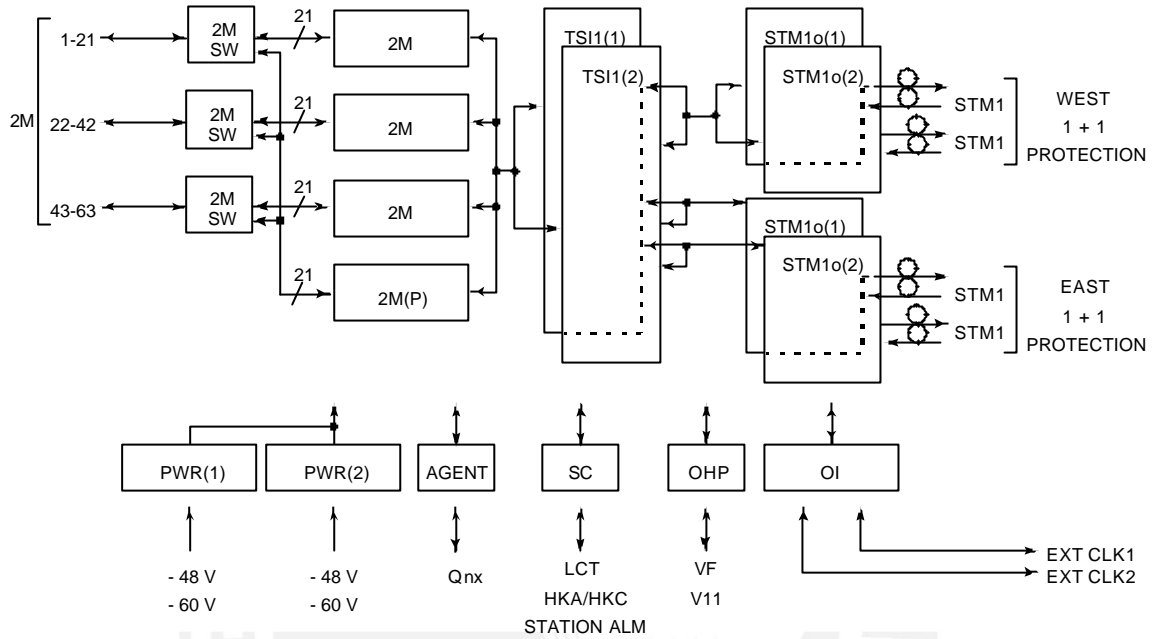


Figure 3-1 Example of SMS-150V Block Diagram

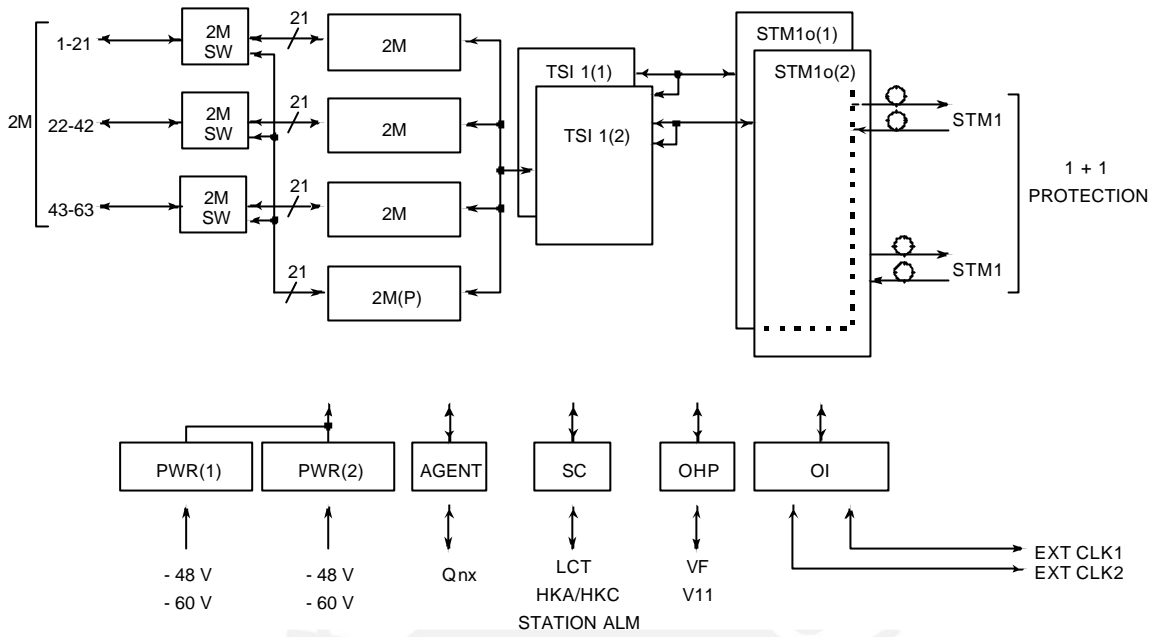


Figure 3-2 Block Diagram of SMS-150V Terminal Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

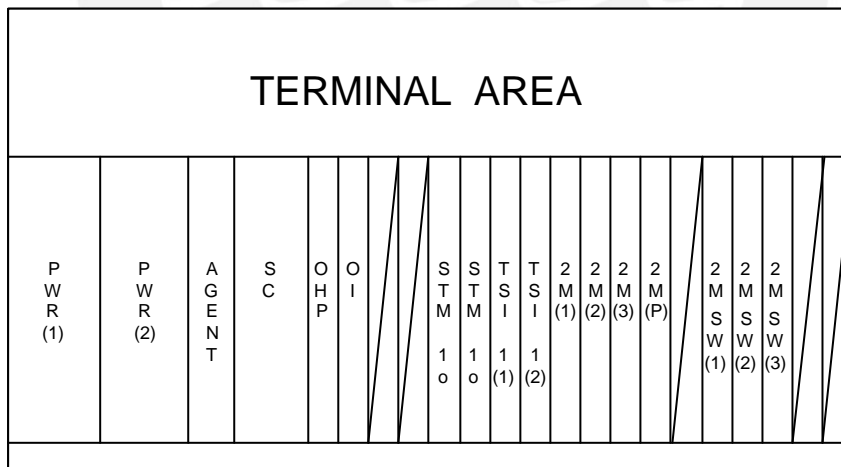


Figure 3-3 Unit Placement for SMS-150V Terminal Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

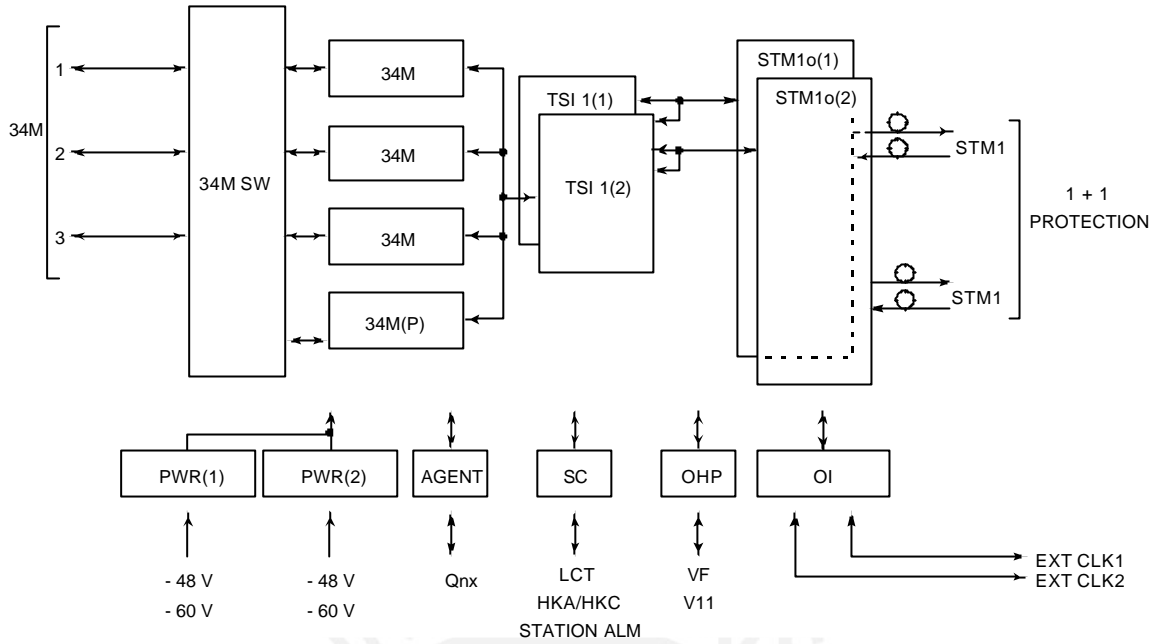


Figure 3-4 Block Diagram of SMS-150V Terminal Mode (Tributary: 34M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

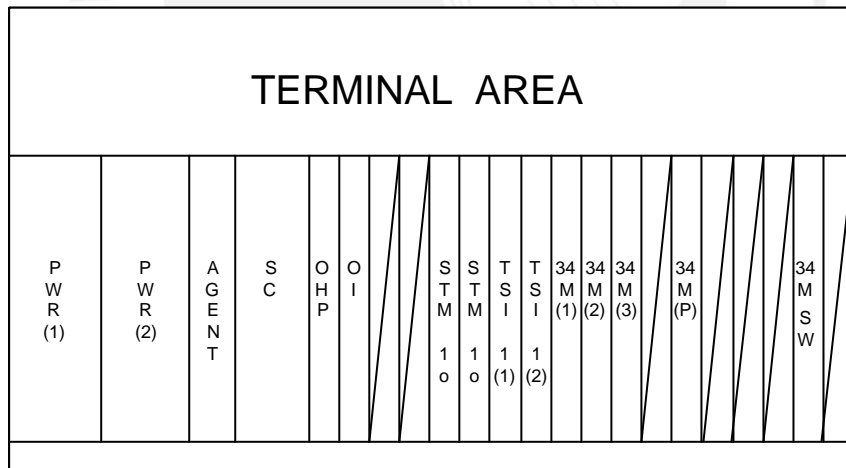


Figure 3-5 Unit Placement for SMS-150V Terminal Mode (Tributary: 34M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

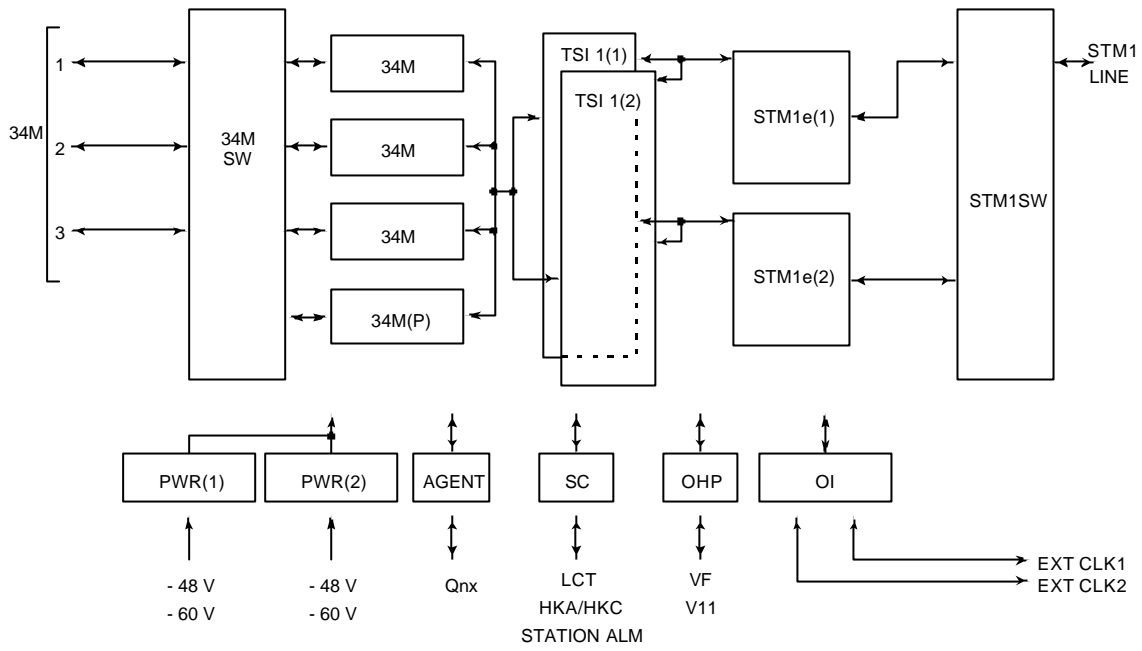


Figure 3-6 Block Diagram of SMS-150V Terminal Mode with Crossconnect (Tributary: 34M Interface, Aggregate: STM-1 Electrical Interface)

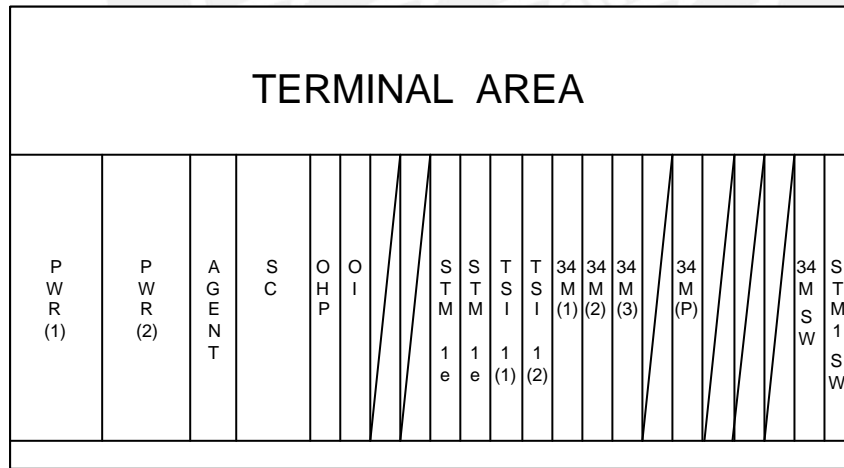


Figure 3-7 Unit Placement for SMS-150V Terminal Mode with Crossconnect (Tributary: 34M Interface, Aggregate: STM-1 Electrical Interface)

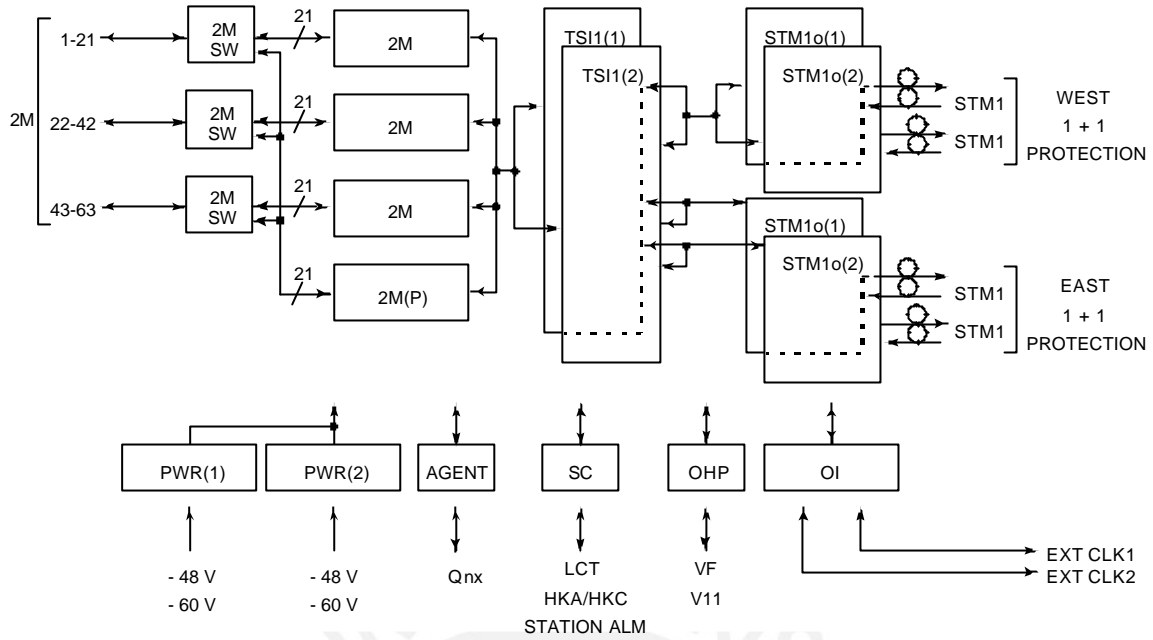


Figure 3-8 Block Diagram of SMS-150V Add-Drop Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

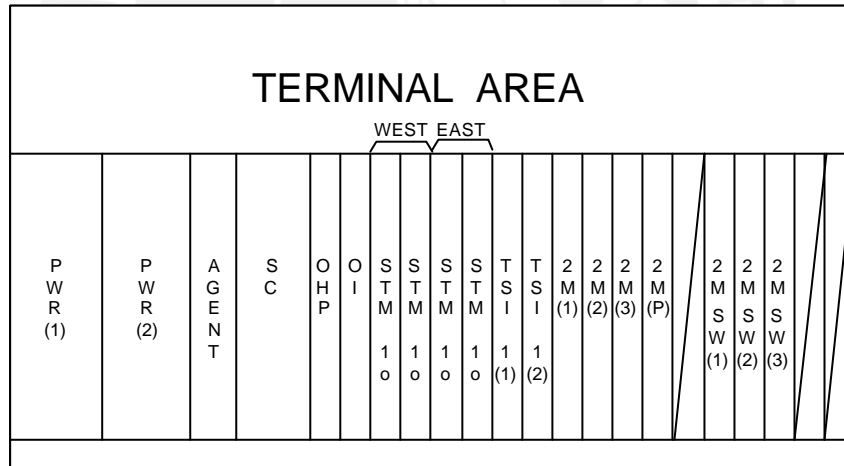


Figure 3-9 Unit Placement for SMS-150V Add-Drop Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

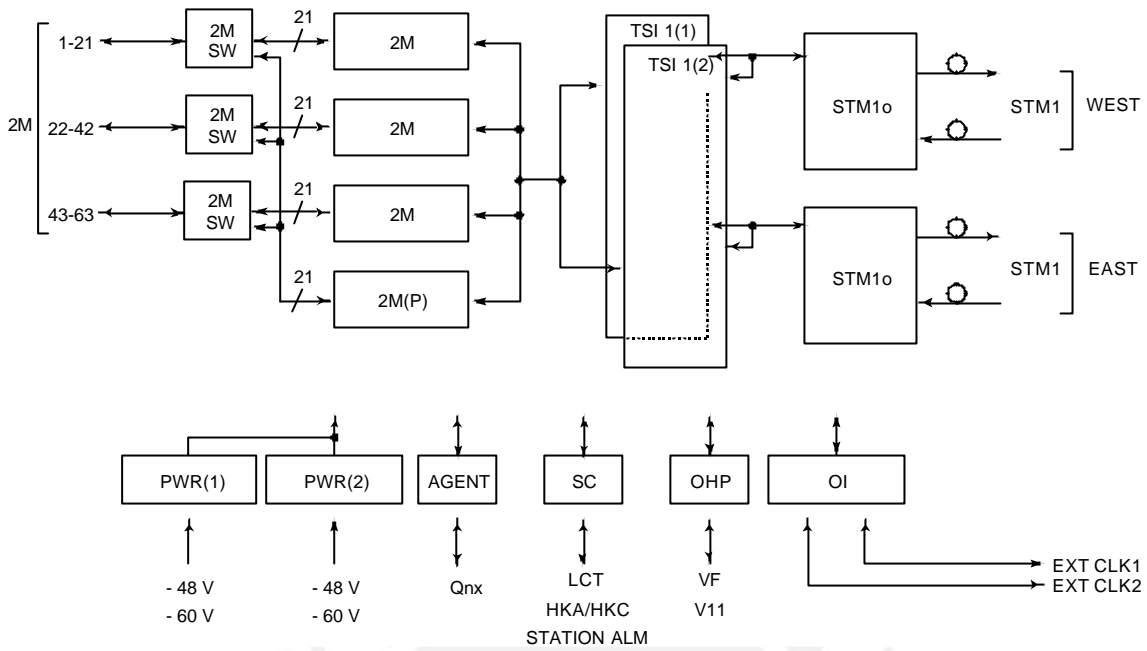


Figure 3-10 Block Diagram of SMS-150V Ring Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

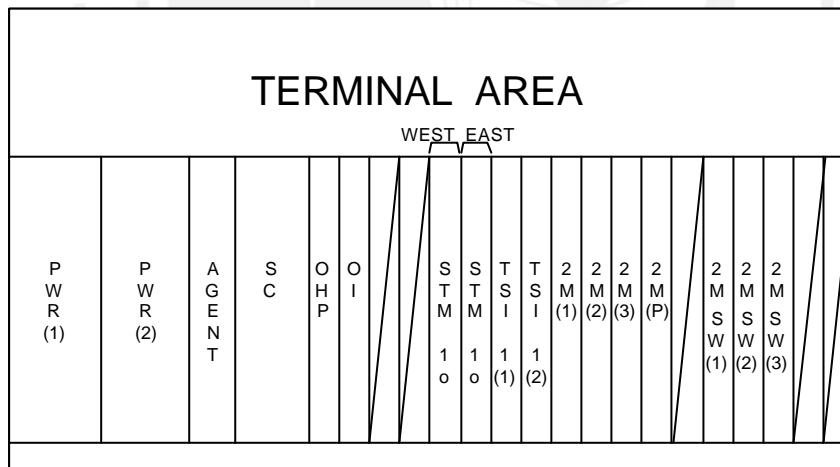


Figure 3-11 Unit Placement for SMS-150V Ring Mode (Tributary: 2M Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

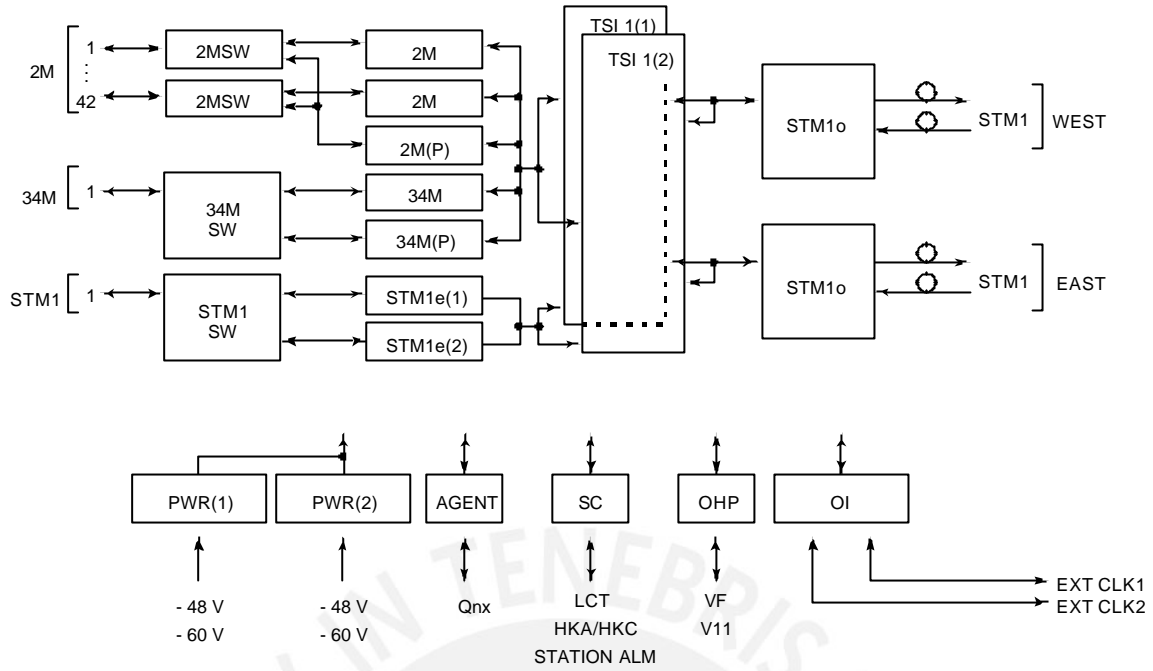


Figure 3-12 Block Diagram of SMS-150V Ring Mode with Tributary STM-1 (Tributary: 2M, 34M and STM-1 Electrical Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

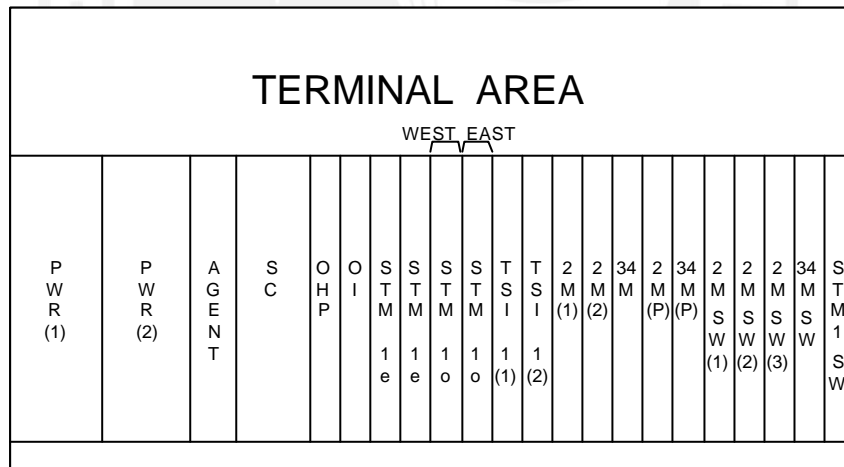


Figure 3-13 Unit Placement for SMS-150V Ring Mode with Tributary STM-1 (Tributary: 2M, 34M and STM-1 Electrical Interface, Aggregate: STM-1 Optical Interface)

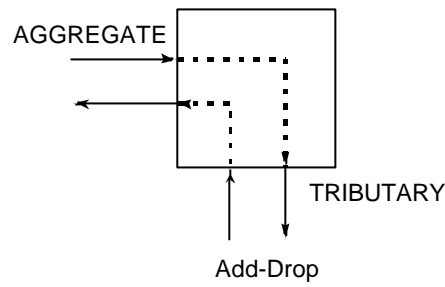


Figure 3-14 Terminal Mode with Crossconnect

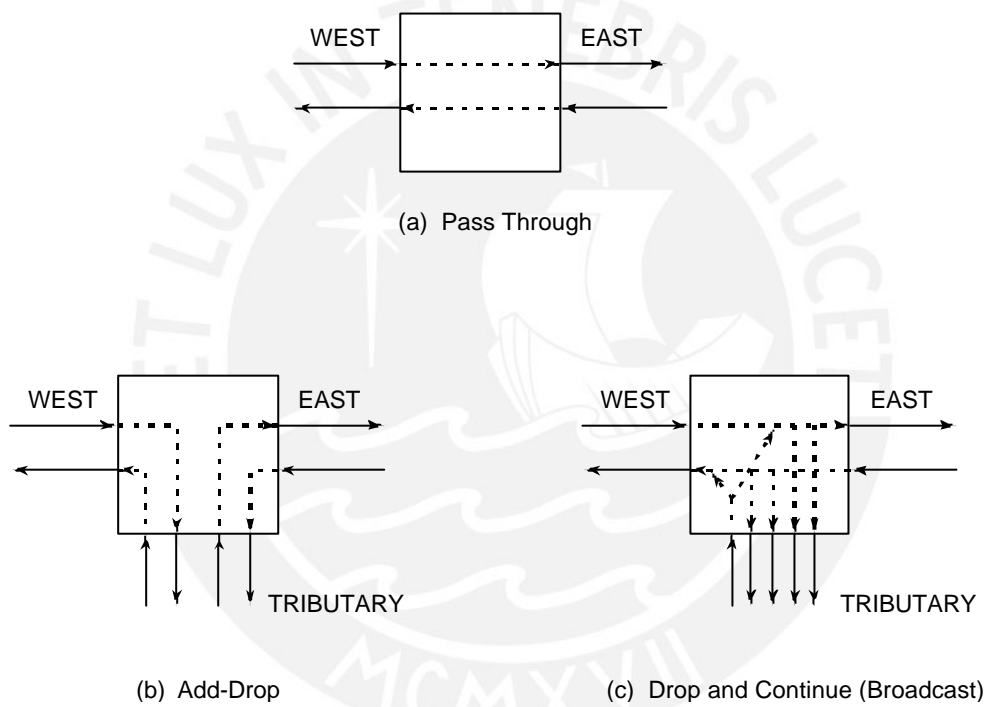


Figure 3-15 Add-Drop Mode

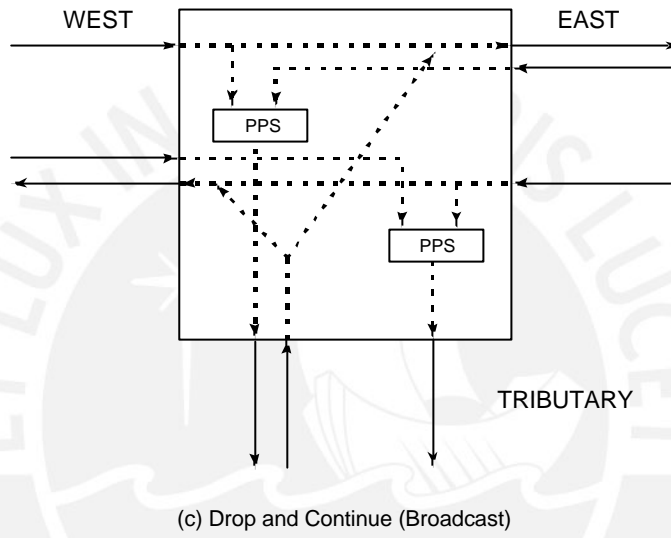
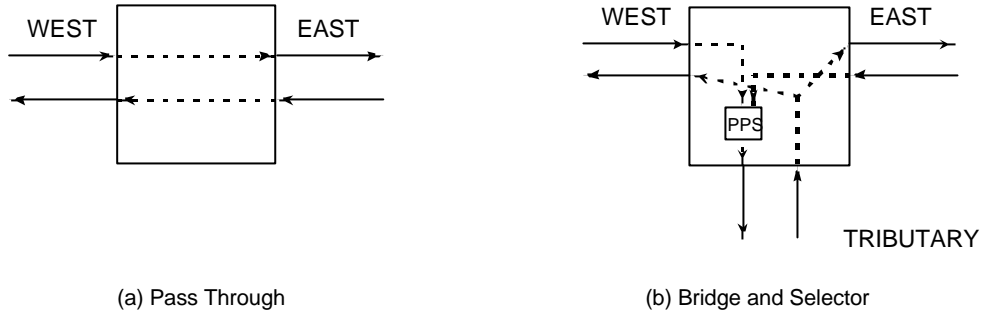


Figure 3-16 Ring Mode

4. BRIEF UNIT DESCRIPTION

Summary descriptions of the major unit functions are described below.

2M Unit

The 2M unit provides interfaces for twenty-one G.703 HDB3-coded 2.048 Mbit/s signals. Unit functions include:

- HDB3 encoding and decoding
- Signal mapping to and from VC-12s
- VC-12 path overhead processing
- TU-12 pointer processing
- Multiplexing to TUG-3

The physical connector used for 2.048 Mbit/s signals is:

- Standard 50-pin D subminiature connector for 120-Ohm twisted pair signals. One connector is used for 21 transmit or receive pairs.
- Standard 15-pin D subminiature connector for 75-Ohm coaxial signals. One connector is used for 7 transmit or receive cables.

34M Unit

The 34M unit provides interfaces for one G.703 HDB3-coded 34.368 Mbit/s signals. The 34.368 Mbit/s signal is physically terminated on standard coaxial cable connectors located on the interface panels. Unit functions include:

- HDB3 coding and decoding
- Signal mapping to and from VC-3
- VC-3 path overhead processing
- TU-3 pointer processing

45M Unit

The 45M unit provides interfaces for one G.703 45 Mbit/s (DS3) signals. The 45 Mbit/s signal is physically terminated on standard coaxial cable connectors located on the terminal area. Unit functions include:

- B3ZS coding and decoding
- Signal mapping to and from VC-3
- VC-3 path overhead processing
- TU-3 pointer processing

STM1e Unit

The STM1e unit provides transmit and receive interfaces for one G.703 CMI-coded STM-1 (155.520 Mbit/s) signal. Unit functions include:

- CMI coding and decoding
- Section overhead termination and insertion.
- AU-4 pointer processing
- VC-4 path overhead processing
- TU-3, TU-12 pointer processing

STM1o Unit

The STM1o unit provides transmit and receive interfaces for one STM-1 (155.520 Mbit/s) optical signal. The STM-1 signal is physically terminated on optical connectors located on the plug-in unit. Unit functions include:

- E/O and O/E conversion
- Section overhead termination and insertion.
- AU-4 pointer processing
- VC-4 path overhead processing
- Automatic laser shutdown (ALS) function
- TU-3, TU-12 pointer processing
- VC-3, VC-12 path monitoring (for SNC-P rings only)

The following types of STM1o units are available:

- STM-1o(I-1) Intra-Office 1310 nm
- STM-1o(L-1.1) Long Haul 1310 nm
- STM-1o(L-1.2) Long Haul 1550 nm

Optical units are fitted with FC-PC connectors. Other connector types are available as optional (including SC, DIN and D4-PC).

TSI1 Unit

The Time Slot Interchange (TSI1) unit performs signal cross-connections at the VC-12 and VC-3 levels. It also controls line and path protection. This unit is used with all SMS-150V configuration modes with an STM-1 aggregate line rate.

The capacity of the TSI1 unit is equivalent to STM-1 signals (VC-12). This cross-connect capacity is shared between line and tributary units.

SC Unit

The System Controller (SC) unit provides the equipment management functions, including:

- Alarm, status and performance monitoring communications between plug-in units and the SC. Collected data are edited and analyzed. Alarms are activated or cleared and transmitted to LCT, network management system and Station Alarms as required.
- Provisioning of each plug-in unit.
- Control of unit protection switching.
- Maintenance of the equipment management information base (MIB)
- Support of the F management interface (LCT)
- Collection of housekeeping alarms and transmitting of their status to the LCT or network management system as required.
- Processing of certain overhead bytes.

AGENT Unit

The Agent unit supports communication functions for:

- Support of the Qnx management interface (network management system)
- Termination of the upper layers of the DCCr communications protocol and the network management communications protocol.

OHP Unit

The Overhead Processing (OHP) unit terminates certain section and path overhead bytes and provides orderwire interfaces.

Overhead bytes terminated by the OHP unit are listed below. Note that other overhead bytes are terminated in other units.

OHP section overhead byte termination of East and West aggregate lines and tributary lines-including both working and protection lines (independently):

E1, NU (national use bytes) and F1 bytes.

OHP section overhead termination of East and West aggregate lines and tributary lines, for working lines only:

Z1, Z2, E2 and D4-D12 bytes.

OHP VC-3 path overhead termination:

F2 and Z3

Each section overhead byte of the same type is crossconnected between East, West and tributary signals.

Six of these available overhead bytes are mapped to V.11 interfaces by provisioning.

Two independent four-wire voice frequency interfaces are supported by the OHP unit. Under software control, this interface can be connected to the E1 or E2 channels. This supplies an all-station and selective-calling orderwire function.

Orderwire functions include: (Several units to support the following functions.)

- Digital branch
- A/D, D/A converter (A law)
- 4-wire headset interface for the all-station calling function
- 2-wire DTMF telephone set interface for the selective-calling function
- 2-port (E1 and E2) external orderwire interfaces: 4-wire VF and V.11(selectable).

OI Unit

The Office Interface (OI) unit supplies equipment timing signals to other units. The timing signals are derived from internal oscillators that are synchronized to a synchronization source. The following sources can be used by the OI unit:

- each tributary or line STM-1 signal
- two tributary 2.048 Mbit/s signals
- two external 2048 kHz G.703 timing signals
- two external framed 2.048 Mbit/s signals.(optional)
- an internal oscillator (holdover mode is available).

This unit is also used to output two synchronization reference signals for use by external equipment. The signal format may be either:

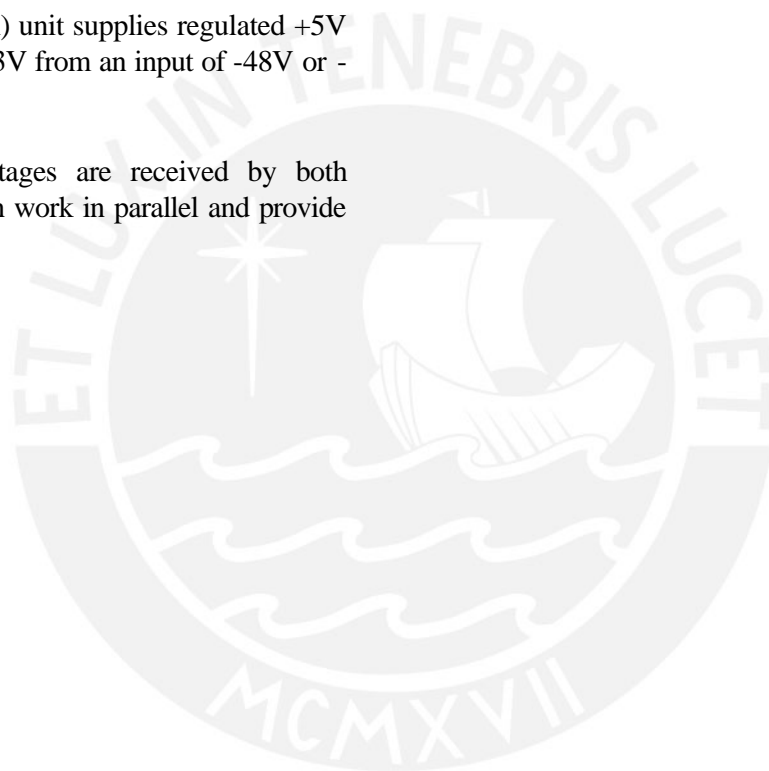
- a 2048 kHz G. 703 signal or
- a framed 2.048 Mbit/s (optional)

The synchronization source used by the OI unit is controlled by the SC unit. Software provisioning is used to establish the priority of the synchronization source available.

PWR Unit

The Power (PWR) unit supplies regulated +5V and regulated +3.3V from an input of -48V or -60V to each unit.

Both station voltages are received by both PWR units, which work in parallel and provide protection mode.



5. PROTECTION SWITCHING

The SMS-150V performs automatic protection switching to protect lines and units to ensure a highly reliable transmission path. Independent and automatic protection switching is carried out as described in the following sections.

5.1 Protection Types

The protection schemes used in the SMS-150V are shown in Table 5.1-1.

Table 5.1-1 SMS-150V Unit and Line Protection

Unit Name	Protection Level
STM1o	1+1 unit and line protection
STM1e	1:1 unit protection
45M	1:n unit protection (n=1 to 3)
34M	1:n unit protection (n=1 to 3)
2M	1:n unit protection (n=1 to 3)

5.2 Line Protection

When an optical line failure or an optical unit failure occurs, the SMS-150V provides automatic switching to a protection line or unit to restore services.

The line protection system configuration can be either bidirectional or unidirectional 1+1, as selectable by the user. In the 1+1 configuration, the same signal is transmitted over the working and standby lines (permanent bridge) and the switching is non-revertive. The optical line switching procedure follows the APS (Automatic Protection Switching) protocol specified in ITU-T G.783.

5.3 Common Unit Protection

The TSI unit features 1+1 protection. Non-revertive switching is performed in case of failure.

The Power Supply unit has redundant.

5.4 Protection Switching Control

Switching commands include lockout, forced switching and manual switching commands, which are controlled via the LCT or NMS.

For 1:n Switching Configurations:

- a) **LOCKOUT OF PROTECTION:**
It inhibits switching to protection side. If the package is already switched, it switches back to working side and then switching is inhibited.
- b) **LOCKOUT WORKING:**
It inhibits switching of defined working package to protection side. If the package is already switched, it switches back to working side and then switching is inhibited.
- c) **FORCED SWITCH:**
It switches the defined working package to protection side if Lockout of Protection or Lockout of Working is not in effect and the condition is not protection.
- d) **MANUAL SWITCH:**
It switches the defined working package to protection side if Lockout of Protection, Lockout of Working, or Forced Switch is not in effect and there is no protection or defined working failure.

For 1+1 Switching Configurations:

- a) **LOCKOUT OF PROTECTION:**
It inhibits switching to System 2 side. If the package is already switched to System 2 side, it switches back to System 1 side and then switching is inhibited.
- b) **FORCED SWITCH:**
It switches forcibly from System 1 side to System 2 side and viceversa if Lockout of Protection is not in effect.
- c) **MANUAL SWITCH:**
It switches from System 1 side to System 2 side and viceversa if Lockout of Protection or Forced Switch is not in effect and neither System 1 side nor System 2 side has a failure.

6. OAM&P

The SMS-150V supports Operation, Administration, Maintenance and Provisioning (OAM&P) functions with the Local Craft Terminal (LCT) or a Network Management System (NMS). The following OAM&P functions are provided:

- **Fault Management**
Collection, editing, analysis and transfer of alarm/status information. Control of station alarm lamps and bells.
- **Performance Monitoring**
Collection, editing, analysis and transfer of performance monitoring information
- **Configuration Management**
Provisioning and control.
- **Security Management**
- **Administration**

6.1. Fault Management

Facilities are provided to monitor alarm conditions via the LCT, via the NMS, through external outputs to station alarm system and through LEDs mounted on the front of the equipment.

6.1.1 Station Alarms

The following station alarm outputs are provided:

- Prompt Maintenance (PM) Alarm
- Deferred Maintenance (DM) Alarm
- Remote (RMT) Alarm
- Maintenance (MAINT) Signal
- Alarm Bell (AB)
- Alarm Lamp (AL)

The alarm information collected in the equipment may be classified as PM, DM and RMT alarms and output to activate a bell or lamp at the station or LEDs indicating the commencement of the alarm. The time interval

between alarm occurrence and alarm output, delay time (0 to 10 sec), and the time interval between alarm recovery and alarm output stoppage, stretch time (0 to 20 sec), can be specified using LCT or NMS commands.

The MAINT alarm is activated when a manual command, such as remote loopback, is executed from the LCT or NMS. The signal is output on a real-time basis.

The Bell Off function shuts off the Alarm Bell output even though the alarms continue. The Bell Off function is activated when the ACO switch is pressed on the front of the subrack, or ACO command is executed from the LCT.

6.1.2 Reporting

All alarm and status information is periodically collected and edited. Alarms are reported as they occur and can be reported upon request from the LCT or the NMS.

Reporting filters can be specified to enable selective reporting of alarms based on alarm parameters, groups or particular instances of a managed resource and reporting windows (start and stop time). If the requirements of the filter function are satisfied, the spontaneous event report is forwarded to the required destinations.

Specification of report filters may be performed through the LCT or via the SDH DCC through the NMS. A number of other parameters relating to alarms may be assigned a severity level used to indicate the extent of a fault. All alarm settings and report filters may be queried through the LCT or through the NMS.

A history of events that have occurred is maintained in a log, including spurious alarms. Reports of alarm history and alarm status may be requested at any time.

6.1.3 Fault Recovery

The SMS-150V isolates failures to the unit level according to the alarm information collected during service.



- In-service monitoring
Includes alarm monitoring and collection from the equipment, and alarm monitoring and collection over the optical line domain.
- Performance monitoring
Collects performance monitoring data from each layer, section and path (current, previous and recent data).
- Maintenance signals
Identifies the location of failed stations by AIS (Alarm Indication Signals) and RDI (Remote Defect Indication) signals.
- Loopback
Allows test operations of 2M, 34M, 45M and STM-1 interfaces to check continuity or performance.
- Automatic protection switching
Allows automatic switching service from failed circuits to protected circuits.
- Switching Commands
Allows manual selection or lockout switching to isolate failed circuits.

Degradation of an unit is reported well before actual failure, and preventive maintenance is possible by replacing the degraded unit.

Self-diagnostic functions are executed when power is applied and during operation.

- Self-Diagnosis at Power On
When power is turned on, the SC unit automatically checks if its memory devices (RAM/ROM) are working properly. It also checks that every plug-in unit is mounted in its correct slot in the subrack.
- Self-Diagnosis During Operation
The self-diagnostic functions performed during operation are:

Watchdog Timer:

In this function, the hardware monitors the firmware status by checking for a periodic reset output from the firmware.

Alarm Monitoring:

Alarm monitoring is periodically executed for each plug-in unit.

6.2 Performance Monitoring

Performance monitoring functions are provided to continuously collect the general quality of transmission. They may be used to detect and predict deterioration of transmission quality before loss of service occurs.

6.2.1 Parameters

Section Protection	Switching	
--------------------	-----------	--

Performance Monitoring data for all layers in the SDH are provided. Data are collected by the SC unit and reported to the LCT and NMS. See Table 6.2.1-1 below for a list of monitored parameters.

Table 6.2.1-1 PM Parameters

Layer	Based On	PM Parameters
Regenerator Section	BIP-8(B1)	BBE ES SES UAS
	OOF	OFS
Multiplexer Section	BIP-N x 24 (B2)	BBE ES SES UAS
	MS FEBE (M1)	FE-BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
Section Adaptation	PJ(AU-4)	PJC+ PJC-
HO Path	Path BIP-8 (B3)	BBE ES SES UAS
	Path FEBE (G1)	FE-BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
LO Path	BIP (BIP-2) (B3)	BBE ES SES UAS
	Path FEBE (V5) (G1)	BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
PDH Tributary	CV, BPV	CV ES SES
Timing Interface	BPV	CV ES SES
Multiplexer	Protection	PSC

6.2.2 Alarms

For each of the monitored parameters, thresholds can be set to alert operators of the deterioration in quality. Threshold parameters can be set via the LCT or NMS. When a parameter exceeds the limit, an alarm report is automatically generated.

6.2.3 Reporting

A flexible system for the reporting of performance monitoring data is provided. From the LCT or NMS, the operator is able to request current performance data and specify attributes relating to performance monitoring.

A history of reports is kept in the SC unit for query by the operator at a later time. Current 15-min. and current day registers for all accumulated performance monitoring data are provided. Registers are also available to store information for the last 32 x 15 minutes and the last day.

6.3 Configuration Management

Configuration functions provide the ability to provision the equipment, change operational configurations, and query identification information for each unit in the equipment.

All equipment configuration is performed in software through the LCT or NMS.

6.3.1 Provisioning

The configuration of the equipment may be changed at any time with facilities provided to add and remove operational units, change unit configurations, and specify alarm and reporting capabilities. Each of these functions may be performed using the LCT or NMS.

Automatic Provisioning in Plug-In Unit Replacement

In order to maintain operational settings when units are physically inserted or removed, the following memory capabilities are provided:

- When power is turned on, the provisioning data stored in the SC unit non-volatile memory are downloaded into each unit.
- When any unit in the equipment in operation, other than the SC unit, is replaced, the SC unit downloads the EEPROM contents into the unit.

6.3.2 Identification

The SMS-150V provides an inventory function that stores information on plug-in units mounted in the subrack. This includes:

- Mounting location (slot number)
- Identification/Type
- Administrative State

6.4 Administration

General administrative functions to aid in the management of the equipment are provided. These functions have built-in security features to ensure the integrity of the management database and operational software, and functions to control and test the message handling system.

6.4.1 Security

The SMS-150V security functions limit user and customer access to the equipment from the LCT. This function allows only registered users to execute specific groups of commands. A security profile is maintained for each user or group of users to detail the areas the user has access to and the functional capabilities that are allowed in these areas.

The SMS-150V also maintains a security log that contains the records to show who made log-in/out activities. This information may be reported to a user with appropriate security level on request. This allows a system administrator to perform detailed security audits to ensure the integrity of the system.

Passwords may be assigned by the system administrator or created by the user. Before a password is assigned, the system performs a validation process to ensure that the password conforms to system security specifications (for example, minimum number of characters, minimum number of numeric/special characters, and character repetition/sequence checks). Passwords may be changed by individual users at any time.

6.4.2 Message Handling

Facilities to manage the message handling capabilities of the equipment are provided. They include facilities to route particular messages, and test communications paths. Upon request from the LCT or the NMS, the routing tables can be modified.

6.4.3 Software Download

Software download from the LCT or NMS is supported. The system is configured so as to allow download to be performed without interrupting operation of any equipment. When the download has been verified, the system may be requested to use the new software component and discard the old component.

6.5 LCT Functions

The Local Craft Terminal is an MS-Windows-based personal computer tool used to manage network elements. It is an F interface device used to establish communications with, and provide instructions to, the SMS-150V so as to modify its operating parameters, perform maintenance operations, and observe either the condition of the transmission parameters or alarm messages.

A summary list of LCT functions is provided below. These functions can be classified into four modes:

- Configuration Management
- Fault Management
- Performance Management
- Security Management

Configuration Management Functions

The configuration management functions are used to provision the equipment, to change operation configurations and to query information for each unit in the equipment. The configuration of the equipment may be changed at any time with facilities provided to add and remove operational units, change unit configurations, and specify alarm and reporting capabilities.

The configuration management functions include:

- View the attributes of the specified object
- Change the attributes of a specified object
- View the inventory information of the specified equipment and unit
- Register the specified object
- Delete the specified object

- Change the service state of the specified object among unknown, locked, and unlocked states
- View the firmware version of the specified object
- Initialize the firmware of the specified object
- Set the connection level (VC-12, VC-3)
- View the connection level that is set to the assigned direction
- Connect/disconnect the channel
- View the channel crossconnection information

Fault Management Functions

The fault management functions are provided to monitor alarm conditions via the LCT (or via the NMS), through external outputs to a station alarm system and through LEDs mounted on the front of the SMS-150V. The fault management functions include the following:

- View the status information of the specified object
- Change the administration information of the specified object
- View the administration information of the specified object
- Change the designated alarm attribute of the specified object
- View all the alarm attributes of the specified object
- View the information of all the alarms being generated in the specified object
- Silence the bell
- Initialize (reset) a log for the alarm and control
- Test the switching operation of a specified object
- Switch the specified traffic or clock over to the protection system/unit
- Release the switching
- View the information of all the alarms being generated in the network element.

Performance Management Functions

The performance management (PM) functions are provided to continuously collect and analyze the general quality of transmission. It may be used to detect and predict the deterioration of transmission quality before service interruption occurs. The performance management functions include the following:

- Change the specified PM attribute in the PM items of the specified management object to the assigned value
- View all the PM attributes in the PM items of the specified management object
- View the status of the specified PM item/PM type of the specified management object
- Initialize the specified PM items of the specified object
- View the registered PM data

Security Management Functions

The Security Management functions limit user and customer access to the equipment from the LCT. These functions allow only registered users to execute specific groups of commands. The security management functions include the following:

- Register the user ID, password and privilege level for the configuration, fault, performance and security management functions

- Delete the user ID
- Change the user ID and privilege level
- Change of password
- View registered user information

6.6 Q Interfaces

A Qnx(NEC proprietary Qx interface) and Qecc type message communication path is supported for Operation, Administration, Maintenance and Provisioning.

The Qnx protocol, which uses an Ethernet physical layer, enables NMS access to NEs via the LAN.

The Qecc protocol, which uses the RSOH Data Communication Channel (DCCr), enables communication between network elements. This enables the transfer of Operation Administration, Maintenance and Provisioning (OAM&P) messages across the DCC.

The Qnx and Qecc interfaces are supported by the AGENT unit.

6.7 Station Alarms

Discrete interface for station alarms and housekeeping alarms is located in the terminal area of the SMS-150V. For further information, refer to Section 8 Technical Summary, which lists the interfaces for Station Alarms and Housekeeping alarms.

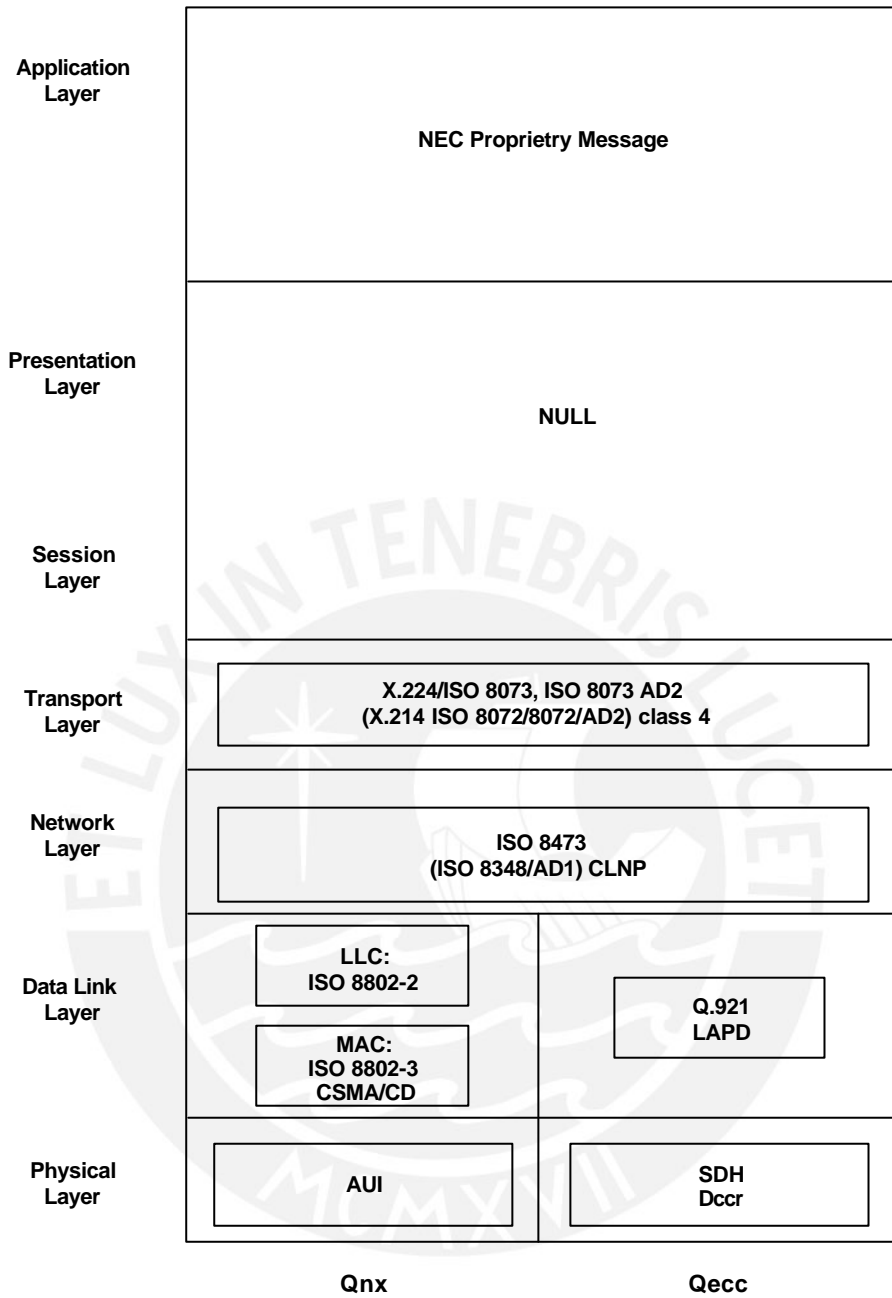


Figure 6.6-1 Qnx and Qecc Interface Support

7. TECHNICAL SUMMARY

7.1 System Parameters

Transmission Level:	STM-1 determined by plug-in unit selection
Bit Error Rate:	$<1 \times 10^{-10}$
Type of Tributary Interfaces:	2.048 Mbit/s, 34.368 Mbit/s, 44.736 Mbit/s and STM-1 electrical
Crossconnect Level:	VC-12 level, VC-3 level

7.2 Interfaces

STM-1 Interface (optical) See Table 7.2-1

STM-1 Interface (electrical)

Bit rate:	155.520 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	CMI
Pulse waveform:	ITU-T Table 11/G.703, and Figure 25/G.703

45 Mbit/s

Bit rate:	44.736 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	B3ZS
Pulse waveform:	ITU-T Table 8/G.703, Figure 14/G.703

34 Mbit/s

Bit rate:	34.368 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	HDB3
Pulse waveform:	ITU-T Table 8/G.703, Figure 17/G.703

2 Mbit/s

Bit rate:	2.048 Mbit/s \pm 50 ppm
Impedance:	120 ohms balanced 75 ohms unbalanced (option)
Code:	HDB3
Pulse waveform:	ITU-T Table 6/G.703, Figure 15/G.703

Synchronization Interface

External input:	2.048 MHz signal 2.048 Mbit/s signal (option)
Bit rate:	2.048 MHz \pm 20 ppm 2.048 Mbit/s \pm 20 ppm (option)
Impedance:	120 ohms balanced 75 ohms unbalanced (option)
Code:	HDB3(2.048 Mbit/s)
Pulse waveform:	ITU-T Table 10/G.703, Figure 21/G.703 ITU-T Table 6/G.703, Figure 15/G.703
Frame format:	ITU-T G.704(2.048 Mbit/s)
Maximum number of input ports:	2 x 2.048 MHz signal 2 x 2.048 Mbit/s signal (option)
External output:	2.048 MHz 2.048 Mbit/s signal (option)
Line input:	Any STM1 line signal
Tributary input:	Any STM1 line signal (Ring mode only) Any two 2 Mbit/s tributaries (selectable)

External Orderwire Interface

PCM coding:	A-law ITU-T G.711
VF Interface	
Impedance:	4W 600 ohms balanced
Transmission level:	Input 0dBm Output 0dBm
No. of Interfaces:	2 (E1,E2)
Digital Interface	
Interface:	ITU-T V.11
Bit rate:	64 kbit/s codirectional 64 kbit/s contradirectional (option)
No. of Interfaces:	2 (E1, E2)

Internal Orderwire Interface

PCM coding:	A-law ITU-T G.711
Station calling:	All calling, selecting calling (by using 2W DTMF telephone set)
Headset Interface:	4W 200 ohms unbalanced (option)
Telephone set Interface:	2W 600 ohms balanced (option)

Overhead User Channel

Interface: ITU-T V.11 Codirectional
ITU-T V.11 Contradirectional (option)
Bit rate: 64 kbit/s or 576 kbit/s
No. of Interfaces: 6.
Accessible overhead: 64 kbit/s : Z1, Z2, Z3, E1, E2, F1, F2, NU (For Z1, Z2, NU byte, some restricted bytes are accessible)
576 kbit/s : D4-D12

LCT Interface

Electrical interface: EIA RS-232D
Bit rate: 4800 bit/s
Format: 8 data bits
1 start bit
1 stop bit
No parity bit
Communication : Full duplex
No. of interfaces : 1
connector : 9-pin D-sub

NMS Interface : AUI

Station Alarm Interface

PM/DM/RMT/MAINT

Prompt Maintenance (PM) alarm
Deferred Maintenance (DM) alarm
Remote (RMT) alarm
Maintenance (MAINT) signal
Output: Discrete relay contact closure
Max current: 60mA
Load: Resistive, max. -72V DC

AB/AL

Alarm Bell (AB) signal
Alarm Lamp (AL) signal
Output: Discrete relay contact closure
Max current: 1A
Load: Resistive, max. -72V DC

Housekeeping Alarm Interface (8 ports)

Interface circuit: Photocoupler
Open: $\geq 20K$ ohms
Ground, Loop: ≤ 50 ohms

Housekeeping Control Interface (8 ports)

Control time (selectable):	Until control command released manually or automatically when selected interval elapses (1-254 minutes in 1-minute intervals)
Maximum current:	0.5A
Output:	Relay contact (Open/Loop, grounded)

7.3 Power Requirements

-48V DC -20%+20% (-38.4V~-57.6V)
-60V DC -20%+20% (-48V~-72V) (option)

7.4 Environment

Temperature:	-5°C to +45°C (standard)
Relative Humidity:	Up to 95% at 35°C
EMC	
EMI:	EN55022(Classification of ITE is Class A) Warning: This is Class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures
EMS:	EN50082-1

7.5 Mechanical Construction

Subrack Dimensions:	423mm (H) x 498mm (W) x 280mm (D)
Wiring Access:	Front access for both electrical and optical connections

Notes concerning Optical Interface Parameter Tables

- Note 1: NA indicates that system is considered limited by attenuation and thus it does not have maximum dispersion values specified.
- Note 2: NA indicates that system is not considered limited by reflection and thus it does not have maximum reflection values specified.

This document describes the current version of NEC standard equipment. If there is any conflict between this document and the system description and/or the compliance statement, the latter will supersede this document. The specifications or configuration contained in this document are subject to change without notice due to NEC's continuing design improvement.

Table 7.2-1 STM-1 Optical Interface Parameters

Digital signal	STM-1 according to ITU-T G.707 and G.958		
Nominal bit rate	155.520 Mbit/s		
Application code	Intra-office	Long-haul	
(ITU-T Table 1/G.957)	I-1	L-1.1	L-1.2
Operating wavelength range	1260-1360nm	1270-1345nm	1480-1580nm
Transmitter at reference point S			
Source type	MLM-LD	MLM-LD	SLM-LD
Special characteristics			
• Maximum RMS width	40nm	4nm	-
• Maximum -20dB width	-	-	1nm
• Minimum side mode suppression ratio	-	-	30dB
Mean launched power			
• Maximum	-8dBm	0dBm	0dBm
• Minimum	-15dBm	-5dBm	-5dBm
Minimum extinction ratio	8.2dB	10dB	10dB
Optical path between S and R			
Attenuation range	0-7dB	10-28dB	10-28dB
Maximum dispersion	NA(note 1)	NA(note 1)	2500ps/nm
Minimum optical return loss of cable plant at S, including any connectors	NA(note 2)	NA(note 2)	20dB
Maximum discrete reflectance between S & R	NA(note 2)	NA(note 2)	-25dB
Receiver at reference point R			
Minimum sensitivity	-23dBm	-34dBm	-34dBm
Minimum overload	-8dBm	-10dBm	-10dBm
Maximum optical path penalty	1dB	1dB	1dB
Maximum reflectance of receivers measured at R	NA(note 2)	NA(note 2)	-25dB

SMS-600V

STM-1,STM-4 Versatile Add-Drop Multiplexer

NEC Corporation
TOKYO,JAPAN



CONTENTS

	Page
CONTENTS	1
1. GENERAL.....	1
1.1 Network Applications.....	3
1.2 Operating Modes.....	4
1.3 Interface Support.....	7
1.4 SDH Mapping	8
2. PHYSICAL DESCRIPTION	9
2.1 General	9
2.2 Base Subrack	9
2.3 Base Subrack Types	11
2.4 Extension Subrack	12
2.5 Extension Subrack Types.....	13
3. EQUIPMENT CONFIGURATION	14
4. BRIEF UNIT DESCRIPTION	17
5. PROTECTION SWITCHING.....	20
5.1 Protection Types	20
5.2 Line Protection	20
5.3 Common Unit Protection	20
5.4 Protection Switching Control	20
6. OAM&P.....	22
6.1. Fault Management	22
6.2 Performance Monitoring.....	23
6.3 Configuration Management.....	24
6.4 Administration	25
6.5 LCT Functions.....	26
6.6 Q Interfaces.....	27
6.7 Station Alarms	27
7. STM-4 UPGRADE	27
8. TECHNICAL SUMMARY	29
8.1 System Parameters.....	29
8.2 Interfaces	29
8.3 Power Requirements.....	31
8.4 Environment	31
8.5 Mechanical Construction.....	32

1. GENERAL

This document identifies the facilities and functions available in NEC's SMS-600V Synchronous Digital Hierarchy (SDH) multiplexer. The SMS-600V is an STM-1 (155.520 Mbit/s) or an STM-4 (622.080 Mbit/s) level multiplexer developed as an integrated part of NEC's family of SDH products.

This product combines the functions of an STM-1 Add-Drop Multiplexer (ADM) and an STM-4 ADM in the same equipment. Its functionality is determined by the choice of plug-in units and their configuration.

The SMS-600V multiplexes a variety of tributary types, including 2.048 Mbit/s, 34.368 Mbit/s, 139.264 Mbit/s and STM-1 signals and outputs a synchronous STM-1 or STM-4 signal.

The SMS-600V incorporates many design enhancements that reflect recent advancements in technology, developments in international SDH standards, and new network applications for SDH multiplexers. Key equipment features include:

- Flexible product architecture to allow tributary card interchange (e.g STM1 and 2M units can use the same subrack slots).
- Upgradability from an STM-1 to an STM-4 configuration.
- Added support for new network architectures, including local crossconnect operation.
- Reduced equipment power consumption and component requirements by using the latest NEC LSI technology.
- Mixed Tributary Operation
- Extensive operation, administration, maintenance and provisioning (OAM&P) facility support
- Expandable on an In-Service Basis

Table 1-1 SMS-600V Features

Operating Modes	Terminal(TRM) Add-Drop(ADM) Ring(RING) Local Crossconnect(LXC) Regenerator(REG)
Aggregate(Line)Interfaces	STM-1 Optical I-1,L-1.1,L-1.2(1+1,1:1 protection) STM-1 Electrical(1:1 protection) STM-4 Optical I-4,L-4.1,L-4.2(1+1,1:1 protection)
Tributary Interface Support	2 Mbit/s(1:3 protection)
	34 Mbit/s(1:4 protection)
	140 Mbit/s(1:4 protection)
	STM-1 Optical(1+1 protection)
	STM-1 Electrical(1:4 protection)
	STM-4 Optical(1+1 protection)
Crossconnect Capacity	VC-1,VC-3,VC-4 crossconnect levels STM-1 LXC configuration:Equivalent 504 x VC-12 STM-4 LXC configuration:Equivalent 1008 x VC-12
Ring Support	2-fiber SNC/P(STM-1 and STM-4 ring modes) 2-fiber MS-SPRing(STM-4 ring mode) 4-fiber MS-SPRing(STM-4 ring mode)
Temperature	-5 to +45°C

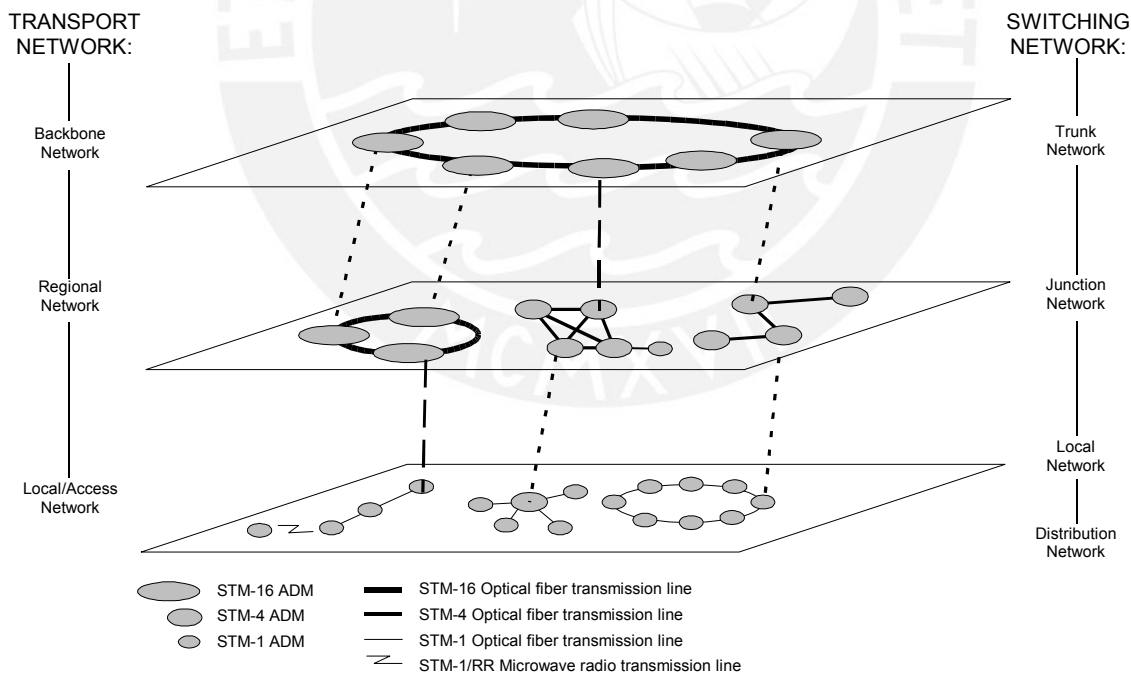


Figure 1.1-1 Example Model of an SDH Transport Network

1.1 Network Applications

To describe the structure of an SDH Transport Network, a three level model can be used as shown in Figure 1.1-1. The model can assist in the choice of equipment topologies and in management techniques. This model uses three transport levels to describe network structure. The model consists of the backbone, regional, and local/access network levels.

1.1.1 Basic Equipment Topologies

Common architectures (topologies) that may be used in a network are linear, ring and mesh topology. Each topology has advantages, disadvantages and applications in each network level.

Point-to-Point/Add-drop Chain

The point-to-point configuration matches the topology used in PDH networks today. Equipment may optionally include a crossconnect function to replace manual signal reconnections on a distribution frame. The Add-drop chain or linear bus topology consists of a series of connected network elements. Signals may be added or dropped at each of the elements along the chain. Line protection (1+1,1:1) is typically used in this case. Failure of a node (network element) along the chain will cause loss of all traffic that passed through that node.

Ring

In a ring topology each node has two paths to reach each other node (by clockwise and counterclockwise routes). Various protection mechanisms have been defined using this feature that allow traffic restoration after line or node failure. The restoration is performed automatically (self-healing) without the need for external management system interaction. This independent self-healing allows fast traffic restoration.

Ring types have been defined based on the number of fibers between nodes, the direction of normal traffic flow around the ring and the mechanism to perform switching. Ring types include:
2F SNC/P

Two fiber subnetwork connection protection ring. (Unidirectional path switched ring)

2F MS-SPRing

Two fiber multiplex section shared protection ring. (2-fiber Bidirectional line switched ring)

4F MS-SPRing

Four fiber multiplex section shared protection ring. (4-fiber Bidirectional line switched ring)

2F MS-SPRing and 4F MS-SPRing also make lower order VC access possible.

These types are described in Bellcore (Bell Communication Research, Inc), ITU-T, and ETSI documents. Note that the ring names and associated terminology may differ but the ring functions are the same.

NEC has concentrated development efforts to produce a complete line of multiplex equipment supporting advanced ring applications. NEC network elements include extensive crossconnect functions. In ring configurations this allows the equipment to behave as a distributed crossconnect system. This is done while maintaining the key benefit of the ring architecture - fast self healing action without management system interaction.

Mesh

The mesh topology may be used in case of uniform traffic distribution between distributed nodes. 1+1 line protection switching may be used to protect against line failure. Multiple line failure or node failure cases may require the use of a management system to guide traffic rerouting.

1.1.2 Backbone Network

The backbone (core) network is used for high capacity transmission between regions. Typically, a large amount of traffic flow is evenly distributed between the nodes in each area.

Two topologies that are commonly used in this case are:

Point-to-point: 2.5 Gbit/s point-to-point links can be installed between nodes. Digital

crossconnect (DXC) equipment can be installed at each node. The DXC performs traffic grooming, routing and protection switching functions. This solution typically requires the use of a management system to perform configuration and node failure protection. Consequently, configuration and restoration times are high.

Ring: A two or four fiber ring may be used to link nodes. This takes advantage of the self-healing ring feature to perform fast customer traffic restoration in case of line or node failure.

Use of ring topologies has the advantages that:

- NEC SDH network elements used in the backbone network are equipped with powerful crossconnect functions allowing traffic routing and grooming to be performed within the ADM, instead of the DXC. As a result, the ring behaves as a geographically distributed crossconnect.
- NEC SDH rings support automatic protection switching. A network management system is not required to determine the required switching actions after a failure is detected. This results in faster protection switching times and reduced management system requirements.

1.1.3 Regional Network

This network level transports traffic in regions such as large metropolitan areas, large urban areas or large regional areas. Traffic flow at this level is typically evenly distributed

between the nodes in each area. Rings can also be used to advantage at this level. 2-fiber or 4-fiber MS-SPRings at the STM-4 or STM-16 level can be used. These rings can be linked to the backbone network or to other rings in the regional network.

1.1.4 Local/Access Network

At this level low volume traffic is transported between local rural or local urban centers. Traffic is also collected from the access network, including customer premises. A typical traffic pattern at this level is where traffic is collected from remote sites for transport to a hub center.

STM-1 or STM-4 multiplexer application is typically suited to Local/Access network traffic. 2-fiber SNC/P rings are commonly used to collect traffic for transmission to the hub site.

1.2 Operating Modes

The wide range of network topologies identified in Section 1.1 are implemented with the following operational modes:

- linear mode
- 2F SNC/P
- 2F MS-SPRing
- 4F MS-SPRing
- Regenerator

The relationship between the network topologies and the SMS-600V operating modes is given in Table 1.2-1.

Table 1.2-1 SMS-600V Modes and Network Applications

SMS-600V Mode	Linear Line	Regen.	2F SNC/P	2F MS-SPRing	4F MS-SPRing
Network Application					
Point-to-Point	yes	yes	-	-	-
Linear Bus	yes	yes	-	-	-
Mesh	yes	yes	-	-	-
2F SNC/P	-	yes	yes	-	-
2F MS-SPRing	-	yes	-	yes	-
4F MS-SPRing	-	yes	-	-	yes

1.2.1 Terminal Multiplexer

The SMS-600V supports point-to-point and add-drop chain linear topologies. Automatic protection switching is supported for line and tributary units.

Transmission between SMS-600V in terminal mode provides point-to-point links for STM-1, 140 Mbit/s, 34 Mbit/s and 2 Mbit/s channels. When the transmission distance between the SMS-600V exceeds the optic interface specification of the optical line unit, the SMS-600V Regenerator can be used.

SMS-600V Terminal Without Crossconnect Function : An optical line terminating multiplexer that multiplexes tributary signals into a high speed STM-1 or STM-4 aggregate signal.

Reference: ITU-T G.782 Type I and Type II multiplexers.

SMS-600V Terminal With Crossconnect Function: An optical line terminating multiplexer with signal crossconnect that multiplexes tributary signals into a high speed STM-1 or STM-4 aggregate signal. Reference: ITU-T G.782 Type Ia and Type IIa multiplexers.

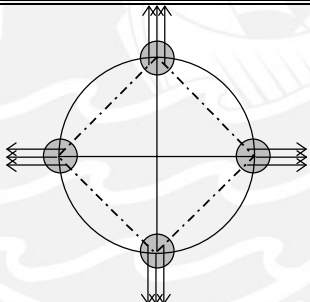
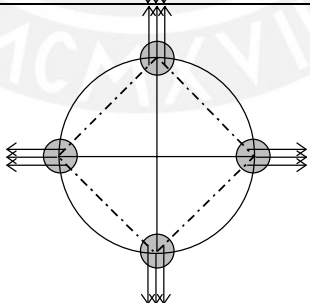
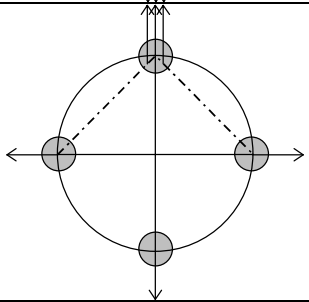
1.2.2 Add-Drop Multiplexer

An add-drop multiplexer, which provides access to tributary signals in the STM-1 or STM-4 aggregate signals. Reference: ITU-T G.782 Type \ddagger Va and Type \ddagger Vb multiplexers.

1.2.3 Ring

The SMS-600V supports the following self-healing ring architectures: 2-fiber SNC/P, 2-fiber MS-SPRing and 4-fiber MS-SPRing. Reference : ITU-T G.841(APR.1995 version).

Table 1.2.3-2 SMS-600V Ring Network Applications

Network Level	Dominant Traffic Pattern		NEC Ring Type
Backbone	Uniform		4F MS-SPRing
Regional Network	Uniform		2F MS-SPRing or 4F MS-SPRing
Local/Access Network	Hub		2F SNC/P

1.2.4 Local Crossconnect(LXC)

A local crossconnect provides the crossconnect functionality for hubbing and grooming applications.

Reference: ITU-T G.782 Type IIIa and Type IIIb multiplexers.

An example application is shown in Figure 1.2.4-1.

The branching application is also supported by the SMS-600V. This is shown in Figure 1.2.4-2.

With STM-4 Interface, a maximum of 4 branches can be supported; with STM-1 Interface, a maximum of 8 branches can be supported.

1.2.5 Regenerator(REG)

STM-1 or STM-4 line regenerator, two systems per subrack.

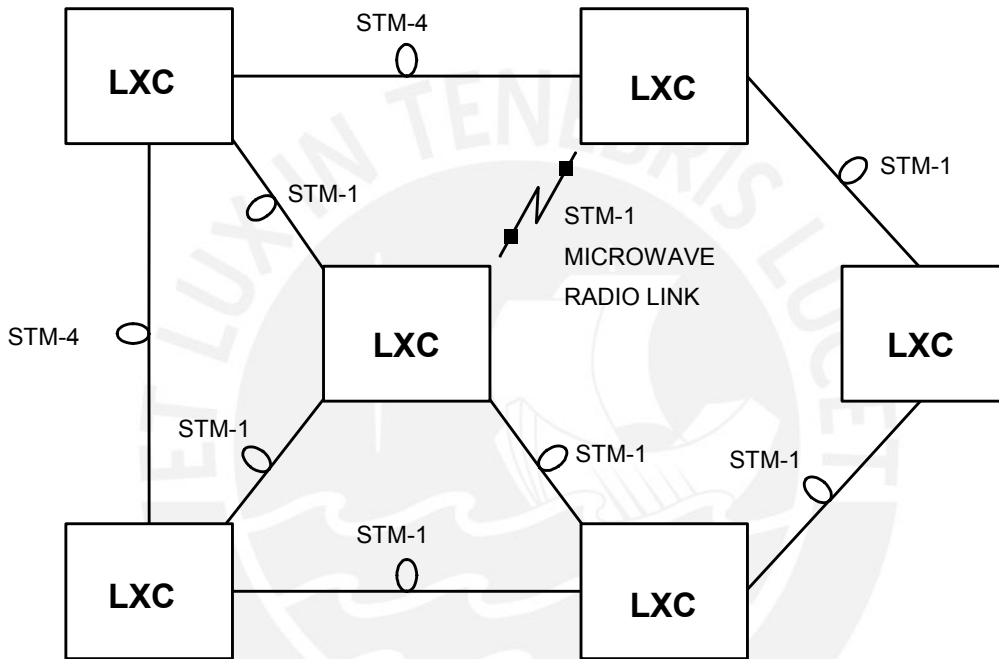


Figure 1.2.4-1 Mesh System

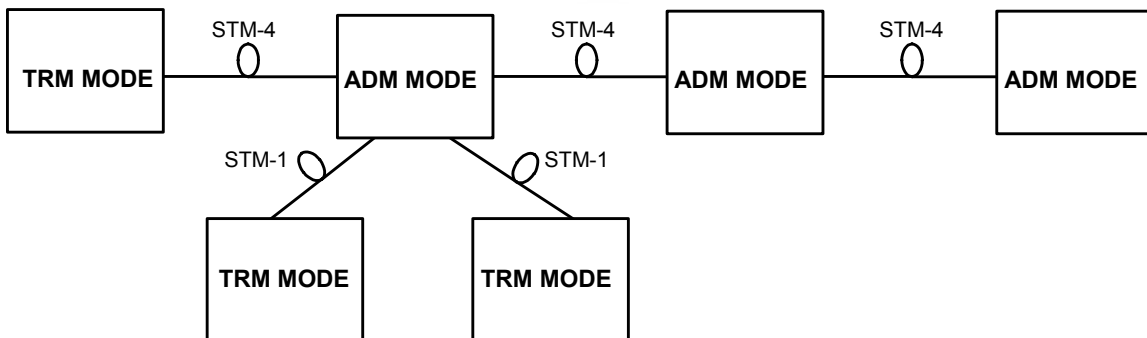


Figure 1.2.4-2 Branching Configuration

1.3 Interface Support

Table 1-3.1 shows the number of channels per unit, unit protection, and interface types for all interface units. Optical interface codes refer to the classification defined in ITU-T G.957. Intrastation and Long Haul optical interfaces are supported for all optical rates.

Characteristics of the optical interfaces supported by the SMS-600V are provided in Tables in Section 8 of this document.

With STM-1 lines the maximum tributary capacity is shown in Table 1.3-2. With STM-4 lines the maximum tributary capacity is shown

in Table 1.3-3. The allowable equipment configurations, such as STM-4 or STM-1, type and number of tributary, etc, is determined by used TSI capacity and subrack type.

Note that when support of more than 189 x 2 Mbit/s channels in STM-4 TRM, 2F SNC/P, 2F MS-SPRing or more than 126 x 2 Mbit/s in ADM and 4F MS-SPRing is required, then the Extension Subrack is used. This allows full access to the 200% (504 x 2 Mbit/s) add-drop capacity of the SMS-600V.

Table 1-3.1 SMS-600V Interface Protection

Tributary Type	Channels per Plug-in Unit	Protection	Interface Type
STM-4 Optical	1	1+1,1:1	I-4,L-4.1,L-4.2
STM-1 Optical	1	1+1,1:1	I-1,L-1.1,L-1.2
STM-1 Electrical	1	1:1,1:4	75Ω CMI
STM-1 Electrical/140 Mbit/s	1	1:4	75Ω CMI
34 Mbit/s	3	1:4	75Ω HDB3
2 Mbit/s	21	1:3	75Ω,120Ω HDB3

Note: 1:1 configuration if for the line units only.

Table 1-3.2 SMS-600V Tributary Support:STM-1 Line

Tributary Type	TRM	ADM	2F SNC/P
STM-4 Optical	-	-	-
STM-1 Optical	-	2	1
STM-1 Electrical	-	2	1
140 Mbit/s	1	2	1
34 Mbit/s	3	6	3
2 Mbit/s	63	126	63

Table 1-3.3 SMS-600V Tributary Support: STM-4 Line

Tributary Type	TRM	ADM 4F MS-SPRing	2F SNC/P 2F MS-SPRing
STM-4 Optical	-	2	1
STM-1 Optical	4	4	4
STM-1 Electrical	4	8	4
140 Mbit/s	4	8	4
34 Mbit/s	12	24	12
2 Mbit/s	252	504	252

1.4 SDH Mapping

The SMS-600V design is based on all relevant ITU-T SDH Recommendations and the latest specifications from ETSI. Tributary signals are multiplexed using the SDH multiplexing paths adopted by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI), as shown in Figure 1.4-1.

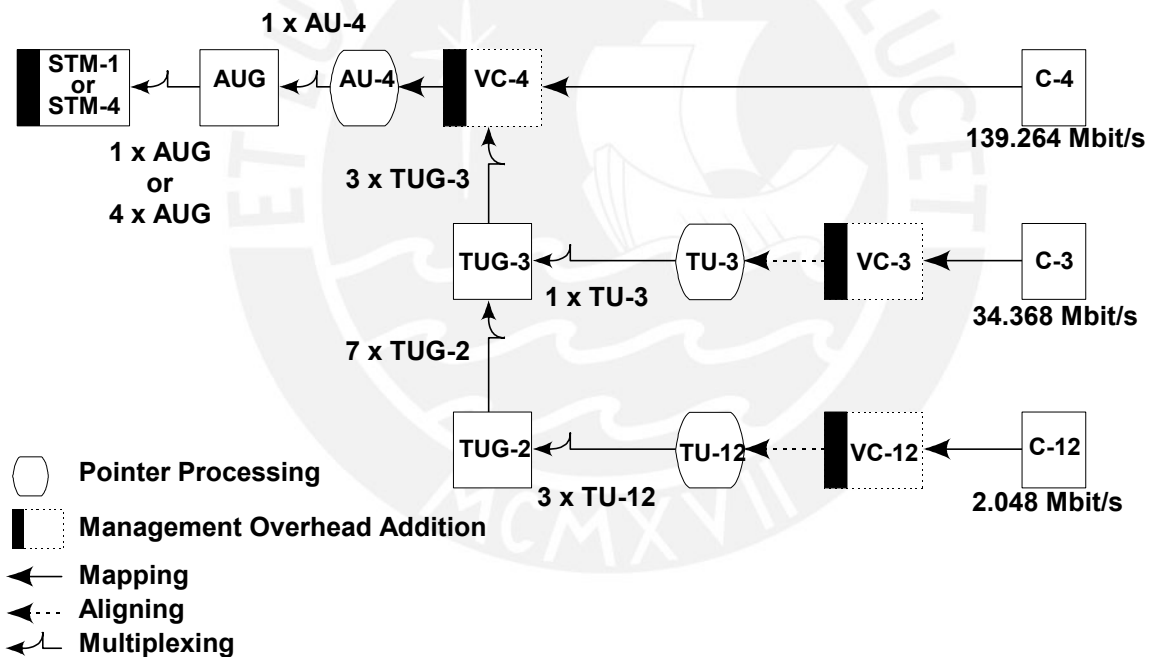


Figure 1.4-1 SMS-600V Multiplexing Paths

2. PHYSICAL DESCRIPTION

2.1 General

The SMS-600V consists of the following components:

1. Base subrack
 - Line interface units
 - Tributary interface units
 - Crossconnect units
 - Synchronization units
 - Overhead access unit
 - Management unit
2. Extension subrack
 - Additional 2M tributary interfaces
3. Interface cable area
 - Physical termination of tributaries for base and extension subracks.

All NEC SDH equipment mechanical construction is compatible with ETSI specification ETS-300119. Front access is provided for both electrical and optical connections through termination panels located on top of the subrack plug-in unit area.

2.2 Base Subrack

The Base Subrack of the SMS-600V is shown in Figure 2.2-1. All configurations of the SMS-600V include one Base Subrack. This is usually installed at the bottom of a rack to allow for more convenient future expansion.

The Base Subrack consists of a plug-in unit area, a common interface area and a tributary interface area. The common cable area contains a connector field for non-tributary signals. These signals include power, orderwire, clock signals, control system connections, and station alarms.

The Base Subrack contains four Interface Groups (IG A, IG B, IG C and IG D). Each group contains tributary or line plug-in units. Use of Interface Groups are described later.

An NEC ETSI specification rack can contain up to four SMS-600V subracks (total number depends on the configuration).

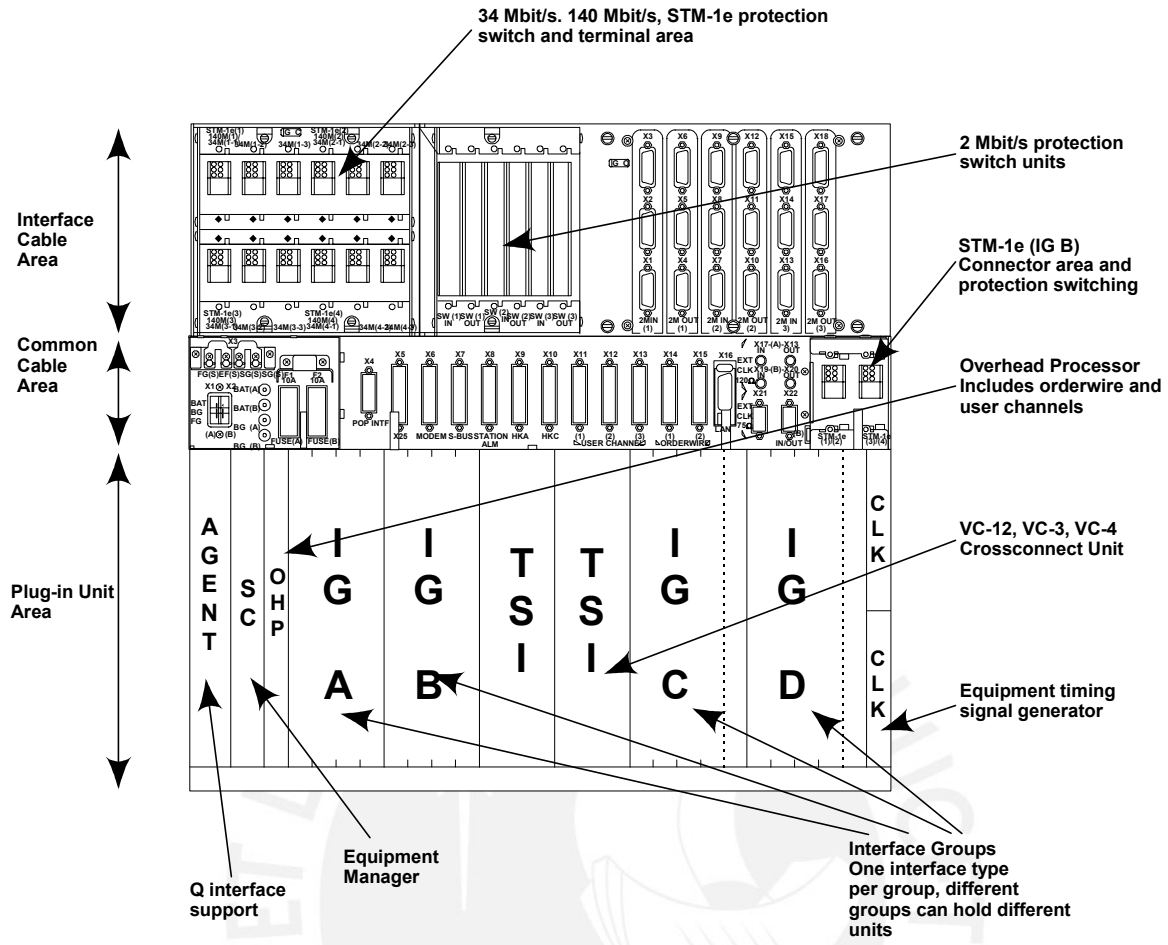


Figure 2.2-1 SMS-600V Base Subrack (Type1-3)

2.3 Base Subrack Types

The Base Subrack types are shown in Figure 2.3-1. The type used depends on the tributary interface requirements.

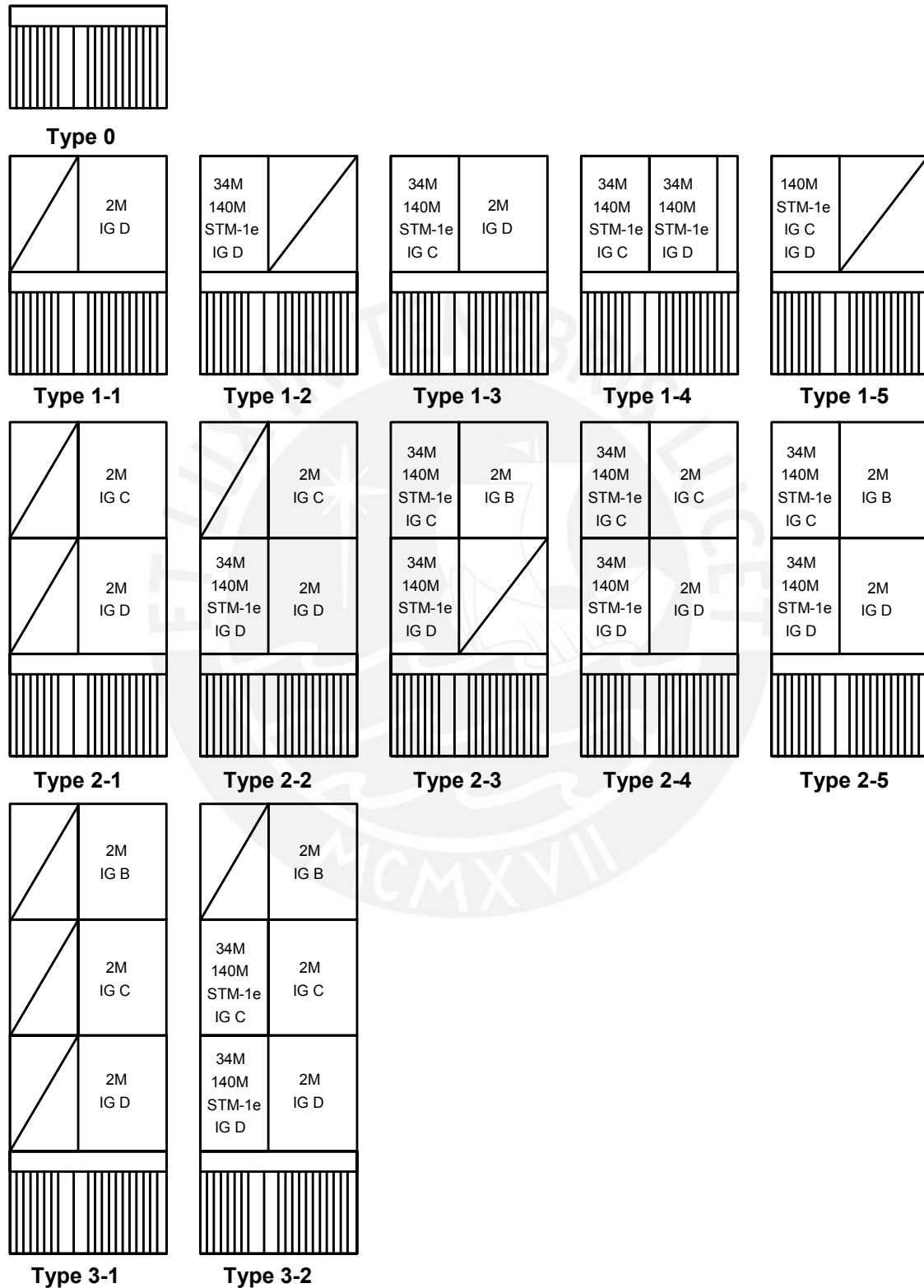


Figure 2.3-1 Base Subrack Types

2.4 Extension Subrack

When interface capacity requirements exceed the limits of the Base Subrack, then the Extension Subrack is installed. Each Extension Subrack can support up to 252 x 2 Mbit/s tributaries. Up to 2 extension subracks can be installed. This allows up to 200% add-drop capacity (504 x 2 Mbit/s) to be realized.

Also, 34 Mbit/s can be mounted in each Interface Group (IG), but in this case unit protection is 1:1. Therefore, up to 12 x 34 Mbit/s can be supported per extension subrack.

The Extension Subrack is shown in Figure 2.4-1.

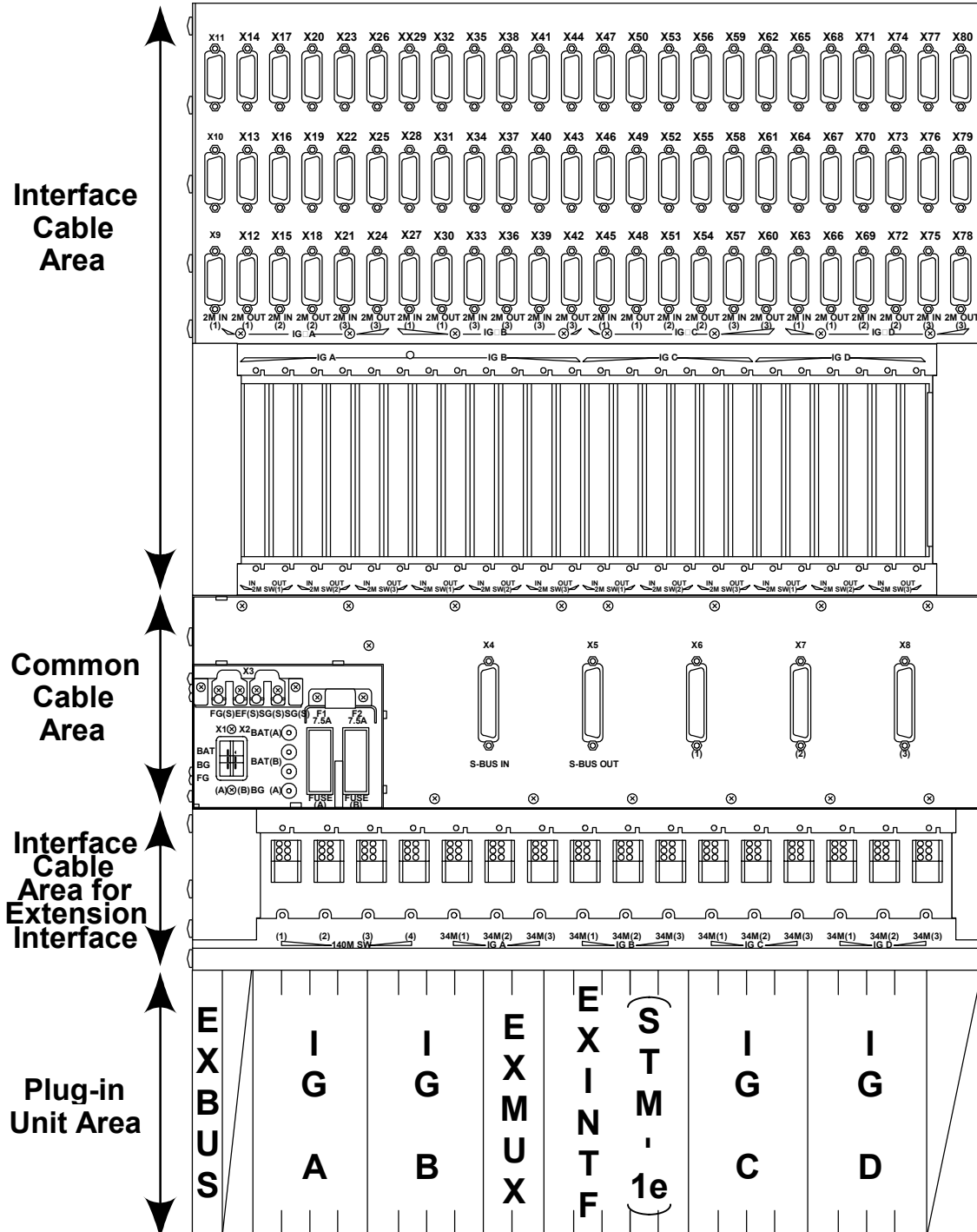


Figure 2.4-1 SMS-600V Extension Subrack

2.5 Extension Subrack Types.

The Extension Subrack types are shown in Figure 2.5-1.

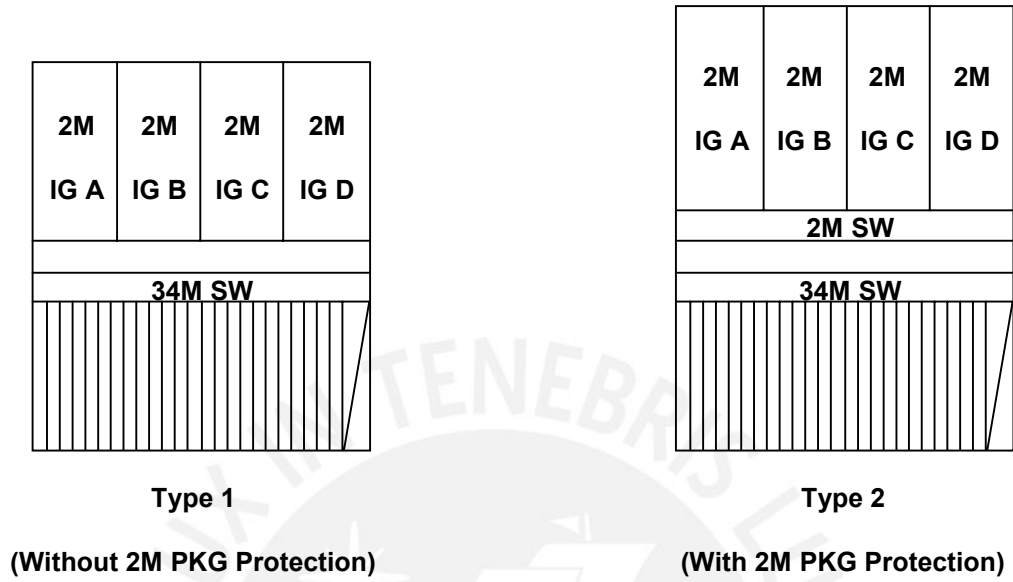


Figure 2.5-1 Extension Subrack Types

3. EQUIPMENT CONFIGURATION

An example block diagram of the SMS-600V is shown in Figure 3-1. Information below describes the configuration of the equipment for different applications.

The SMS-600V Base Subrack has four Interface Groups IG A, IG B, IG C and IG D. Each Interface Group can hold one type of tributary unit. The Extension Subrack also has four Interface Groups IG A, IG B, IG C and IG D.

The types of tributary interfaces that can be equipped in each group are shown in Figure 3-2 and 3. These show the unit combinations that can be placed in an Interface Group.

Base Subrack configurations support regenerator, terminal, add-drop, and wideband type configurations.

The regenerator configuration has two systems per subrack. The terminal configuration also supports the capacity of two systems per subrack (only STM-1 terminal configuration).

In add-drop configuration, IG C, IG D are used for add-drop of signal. IG C and IG D can be used each in groups of two choosing from 2M, 34M, 140M, STM-1e. For add-drop using three groups, for example 2M, 34M, 140M, extension subrack is necessary.

The wideband configuration uses three interface groups. This allows add-drop of up to 189 x 2M signals.

For add-drop of more 2M signals, extension subrack is necessary.

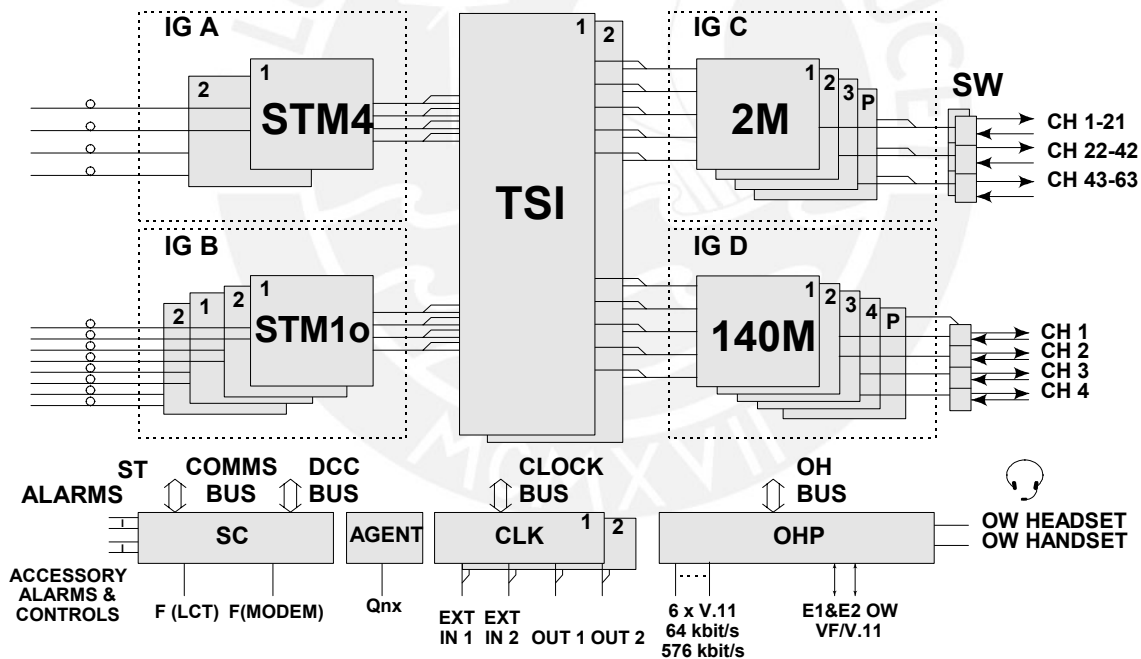
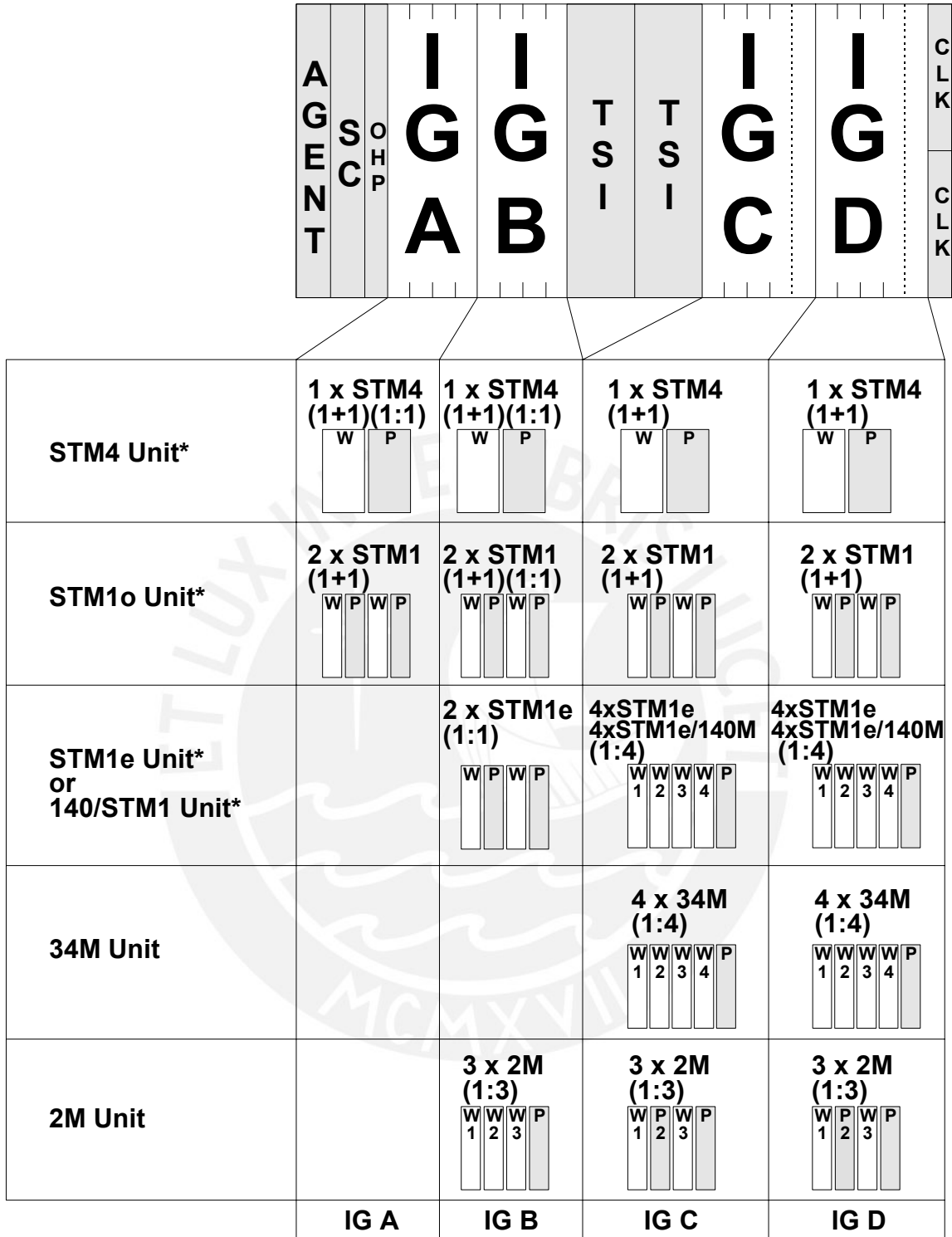


Figure 3-1: Example SMS-600V Block Diagram



*:1:1 protection is only for aggregate line unit

Figure 3-2 Interface Group Unit Combinations in the Base Subrack

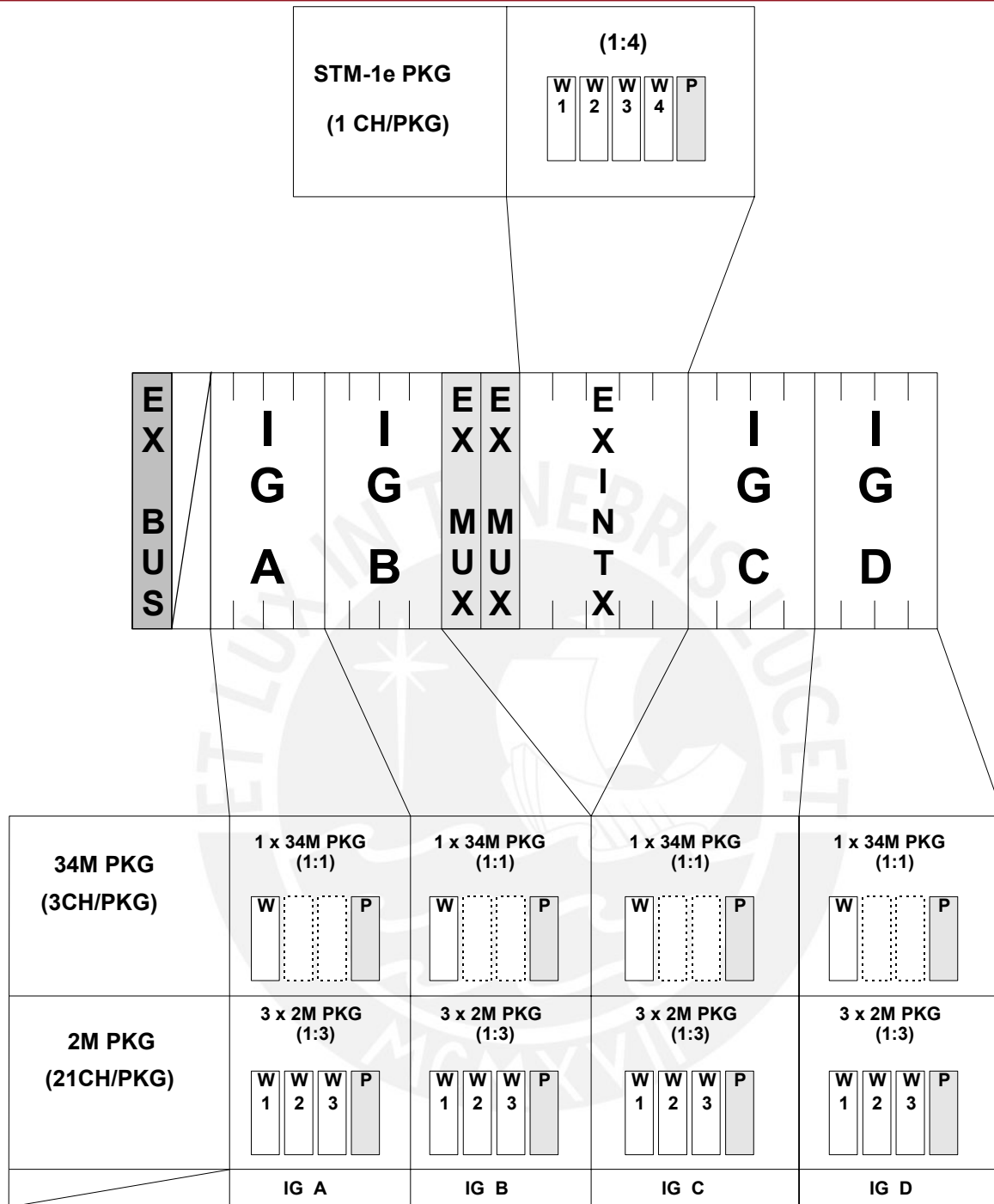


Figure 3-3 Interface Group Unit Combinations in the Extension Subrack

4. BRIEF UNIT DESCRIPTION

Summary descriptions of the major unit functions are described below. Note that the SMS-600V does not contain redundant power supply plug-in units. Instead, each unit contains its own DC-DC converter.

2M Unit

The 2M unit provides interfaces for twenty-one G.703 HDB3 coded 2.048 Mbit/s signals.

Unit functions include:

- HDB3 encoding and decoding
- signal mapping to and from VC-12s
- VC-12 path overhead processing
- TU-12 pointer processing
- Multiplexing to TUG-3

The physical connector used for 2.048 Mbit/s signals is:

- Standard 50 pin D subminiature connector for 120 Ohm twisted pair signals. One connector is used for 21 transmit or receive pairs.
- Standard 15 pin D subminiature connector for 75 Ohm coaxial signals. One connector is used for 7 transmit or receive cables.

34M Unit

The 34M unit provides interfaces for three G.703 HDB3 coded 34.368 Mbit/s signals. The 34.368 Mbit/s signal is physically terminated on standard coaxial cable connectors located on the interface panels. Unit functions include:

- HDB3 coding and decoding
- Signal mapping to and from VC-3
- VC-3 path overhead processing
- TU-3 pointer processing

140/STM1 Unit

This unit supports a software selectable 140 Mbit/s or STM-1 electrical interface. When in 140 Mbit/s mode, the unit supports one G.703 CMI coded 139.264 Mbit/s interface.

In STM-1 electrical mode, a G.703 CMI coded STM-1 (155.520 Mbit/s) interface is supported.

The signal is terminated on standard coaxial connectors on the interface panels.

Unit functions include:

- CMI encoding and decoding
- Signal mapping to and from VC-4
- AU-4 pointer processing
- Section overhead termination and insertion (STM-1e mode)
- VC-4 path overhead processing (140M mode)

STM-1e Unit

The STM-1e unit provides transmit and receive interfaces for one G.703 CMI coded STM-1 (155.520 Mbit/s) signal. Unit functions include:

- CMI coding and decoding
- Section overhead termination and insertion.
- AU-4 pointer processing
- VC-4 path overhead processing
- TU-3, TU-12 pointer processing
- VC-3, VC-12 path monitoring (for SNC/P rings only)

STM1o Unit

The STM1o unit provides transmit and receive interfaces for one STM-1 (155.520 Mbit/s) optical signal. The STM-1 signal is physically terminated on optical connectors located on the plug-in unit. Unit functions include:

- E/O and O/E conversion
- Section overhead termination and insertion.
- AU-4 pointer processing
- VC-4 path overhead processing
- Automatic laser shutdown (ALS) function
- TU-3, TU-12 pointer processing
- VC-3, VC-12 path monitoring (for SNC/P rings only)

The following types of STM1o units are available:

- STM-1o(I-1) Intra-Office 1310 nm
- STM-1o(L-1.1) Long Haul 1310 nm
- STM-1o(L-1.2) Long Haul 1550 nm

Optical units are fitted with FC-PC connectors. Other connector types are available as optional (including SC, DIN and D4-PC).

STM4 Unit

The STM4 unit provides transmit and receive interfaces for one STM-4 (622.080 Mbit/s) optical signal. The STM-4 signal is physically terminated on optical connectors located on the plug-in unit. Unit functions include:

- E/O and O/E conversion
- Section overhead termination and insertion.
- AU-4 pointer processing
- VC-4 path overhead processing
- Automatic laser shutdown (ALS) function
- TU-3, TU-12 pointer processing
- VC-3, VC-12 path monitoring (for SNC/P rings only)

The following types of STM4 units are available:

- STM-4(I-4) Intra-Office 1310 nm
- STM-4(L-4.1) Long Haul 1310 nm
- STM-4(L-4.2) Long Haul 1550 nm

Optical units are fitted with FC-PC connectors. Other connector types are available as optional (including SC, DIN and D4-PC).

TSI Unit

The Time Slot Interchange (TSI) unit performs signal cross-connections at the VC-12, VC-3 and VC-4 levels. It also controls line and path protection. This unit is used with all SMS-600V configuration modes with an STM-4 aggregate line rate

The capacity of the TSIA unit is equivalent to 24 x STM-1 signals (1512 x VC-12). This cross-connect capacity is shared between line and tributary units.

THR R Unit

The Through Regenerator (THR R) unit is used only for STM-1 or STM-4 Regenerator configurations. It performs a simple signal connection function between line units. It replaces the TSI unit (only one THR R required).

SC Unit

The System Controller (SC) unit provides the equipment management functions, including:

- Alarm, status and performance monitoring communications between plug-in units and the SC. Collected data are edited and analyzed. Alarms are activated or cleared and transmitted to LCT, network management system and Station Alarms as required.
- Provisioning of each plug-in unit.
- Control of unit protection switching.
- Maintenance of the equipment management information base (MIB)
- Support of the F management interface (LCT)
- Collection of housekeeping alarms and transmitting of their status to the LCT or network management system as required.
- Processing of certain overhead bytes.

AGENT Unit

The Agent unit supports communication functions for:

- Support of the Q management interface (network management system)
- Termination of the upper layers of the DCCr communications protocol and the network management communications protocol.

OHP Unit

The Overhead Processing (OHP) unit terminates certain section and path overhead bytes and provides orderwire interfaces.

Overhead bytes terminated by the OHP unit are listed below. Note that other overhead bytes are terminated in other units.

OHP section overhead byte termination of East and West aggregate lines and tributary lines-including both working and protection lines (independently):

- E1, NU (national use bytes), Z0 and F1 bytes.

OHP section overhead termination of East and West aggregate lines and tributary lines, for working lines only:

Z1, Z2, E2 and D4-D12 bytes.

OHP VC-4 and VC-3 path overhead termination:

F2 and Z3

Each section overhead byte of the same type is crossconnected between East, West and tributary signals.

As the OHP unit is not mounted on the Extension Subrack, the path overhead termination (F2, Z3 and VC-3) cannot be supported.

Six of these available overhead bytes are mapped to V.11 co-directional interfaces by provisioning.

Two independent four wire voice frequency interfaces are supported by the OHP unit. Under software control, this interface can be connected to the E1 or E2 channels. This supplies an all-station and selective-calling orderwire function.

Orderwire functions include:

- digital branch
- A/D, D/A converter (A law)
- 4-wire headset interface for the all-station calling function
- 2-wire DTMF telephone set interface for the selective-calling function
- 2-port (E1 and E2) external orderwire interfaces: 4-wire VF and V.11 selectable).

CLK Unit

The Clock Generator (CLK) unit supplies equipment timing signals to other units. The timing signals are derived from internal oscillators that are synchronized to a synchronization source. The following sources can be used by the CLK unit:

- each tributary or line STM-N signal
- two tributary 2.048 Mbit/s signals
- two external 2048 kHz G.703 timing signals
- two external framed 2.048 Mbit/s signals

- an internal oscillator (holdover mode is available).

This unit is also used to output two synchronization reference signals for use by external equipment. The signal format may be either:

- a 2048 kHz G. 703 signal or
- a framed 2.048 Mbit/s (optional)

The synchronization source used by the CLK unit is controlled by the SC unit. Software provisioning is used to establish the priority of the synchronization source available.

EX BUS Unit

The Extension Bus (EX BUS) unit is mounted in the extension subrack, and performs control of management for both SC unit in the basic subrack and units in the extension subrack.

EX MUX Unit

The Extension Multiplexer (EX MUX) unit is mounted in the extension subrack, and provides multiplex function between the STM-1e and 2M/34M units. It also performs switching operation of both STM-1e and 2M/34M unit protections.

5. PROTECTION SWITCHING

The SMS-600V performs automatic protection switching to protect lines and units to ensure a highly reliable transmission path. Independent and automatic protection switching is carried out as described in the following sections.

5.1 Protection Types

The protection schemes used in the SMS-600V are shown in Table 5-1.

Table 5-1 SMS-600V Unit and Line Protection

Unit Name	Protection Level
STM-4	1+1 or 1:1 unit and line protection
STM-1o	1+1 or 1:1 unit and line protection
STM-1e	1:n unit protection (n=1 to 4)
STM1e/140M	1:n unit protection (n=1 to 4)
34M	1:n unit protection (n=1 to 4)
2M	1:n unit protection (n=1 to 3)

* When mounting in the extension subrack, the protection level of each 34M unit is n:1.

5.2 Line Protection

When an optical line failure or an optical unit failure occurs, the SMS-600V provides automatic switching to a protection line or unit to restore services.

The line protection system configuration can be either bidirectional or unidirectional 1+1 and bidirectional 1:1, as selected by the user. In the 1+1 configuration, the same signal is transmitted over the working and standby lines (permanent bridge) and the switching is non-revertive. In the 1:1 configuration, the idle signal or extra traffic signal is transmitted on the standby line and the switching is revertive. The optical line switching procedure follows the APS (Automatic Protection Switching) protocol specified in ITU-T G.783.

In the 2-fiber or 4-fiber MS-SPRing mode of the SMS-600V, span switching in 4-fiber Ring and ring switching in 2-fiber and 4-fiber Ring occur based on ITU G. SHR-1.

5.3 Common Unit Protection

The CLK, TSI and EX MUX units feature 1+1 protection. Non-revertive switching is performed in case of failure.

Also, EX MUX unit mounted in extension subrack has 1+1 protection and non-revertive switching.

5.4 Protection Switching Control

Switching commands include lockout, forced switching and manual switching commands, which are controlled via the LCT or NMS.

For 1:n Switching Configurations:

- a) LOCKOUT OF PROTECTION:
It inhibits switching to protection side. If the package is already switched, it switches back to working side and then switching is inhibited.
- b) LOCKOUT WORKING:
It inhibits switching of defined working package to protection side. If the package is already switched, it switches back to working side and then switching is inhibited.
- c) FORCED SWITCH:
It switches the defined working package to protection side if Lockout of Protection or Lockout of Working is not in effect and the condition is not protection.
- d) MANUAL SWITCH:
It switches the defined working package to protection side if Lockout of Protection, Lockout of Working, or Forced Switch is not in effect and there is no protection or defined working failure.

For 1+1 Switching Configurations:

- a) LOCKOUT OF PROTECTION:
It inhibits switching to System 2 side. If the package is already switched to System 2 side, it switches back to System 1 side and then switching is inhibited.
- b) FORCED SWITCH:
It switches forcibly from System 1 side to System 2 side and viceversa if Lockout of Protection is not in effect.

c) MANUAL SWITCH:

It switches from System 1 side to System 2 side and viceversa if Lockout of Protection or Forced Switch is not in effect and neither System 1 side nor System 2 side has a failure.



6. OAM&P

The SMS-600V supports Operation, Administration, Maintenance and Provisioning (OAM&P) functions with the Local Craft Terminal (LCT) or a Network Management System (NMS). The following OAM&P functions are provided:

- **Fault Management**
Collection, editing, analysis and transfer of alarm/status information. Control of station alarm lamps and bells.
- **Performance Monitoring**
Collection, editing, analysis and transfer of performance monitoring information
- **Configuration Management**
Provisioning and control.
- **Security Management**
- **Administration**

6.1. Fault Management

Facilities are provided to monitor alarm conditions via the LCT, via the NMS, through external outputs to station alarm system and through LEDs mounted on the front of the equipment.

6.1.1 Station Alarms

The following station alarm outputs are provided:

- Prompt Maintenance (PM) Alarm
- Deferred Maintenance (DM) Alarm
- Remote (RMT) Alarm
- Maintenance (MAINT) Signal
- Alarm Bell (AB)
- Alarm Lamp (AL)

The alarm information collected in the equipment may be classified as PM, DM and RMT alarms and output to activate a bell or lamp at the station or LEDs indicating the commencement of the alarm. The time interval between alarm occurrence and alarm output, delay time (0 to 10 sec), and the time interval between alarm recovery and alarm output

stoppage, stretch time (0 to 20 sec), can be specified using LCT or NMS commands.

The MAINT alarm is activated when a manual command, such as remote loopback, is executed from the LCT or NMS. The signal is output on a real-time basis.

The Bell Off function shuts off the Alarm Bell output even though the alarms continue. The Bell Off function is activated when the ACO switch is pressed on the front of the subrack, or ACO command is executed from the LCT.

6.1.2 Reporting

All alarm and status information is periodically collected and edited. Alarms are reported as they occur and can be reported upon request from the LCT or the NMS.

Reporting filters can be specified to enable selective reporting of alarms based on alarm parameters, groups or particular instances of a managed resource and reporting windows (start and stop time). If the requirements of the filter function are satisfied, the spontaneous event report is forwarded to the required destinations.

Specification of report filters may be performed through the LCT or via the SDH DCC through the NMS. A number of other parameters relating to alarms may be assigned a severity level used to indicate the extent of a fault. All alarm settings and report filters may be queried through the LCT or through the NMS.

A history of events that have occurred is maintained in a log, including spurious alarms. Reports of alarm history and alarm status may be requested at any time.

6.1.3 Fault Recovery

The SMS-600V isolates failures to the unit level according to the alarm information collected during service.

- **In-service monitoring**
Includes alarm monitoring and collection from the equipment, and alarm monitoring and collection over the optical line domain.
- **Performance monitoring**
Collects and analyzes performance data from each layer, section and path (current, previous and recent data).
- **Maintenance signals**
Identifies the location of failed stations by AIS (Alarm Indication Signals) and FERF (Far End Receive Failure) signals.
- **Loopback**
Allows test operations of 2M, 34M, 140M, STM-1 and STM-4 interfaces to check continuity or performance.
- **Automatic protection switching**
Allows automatic switching service from failed circuits to protection circuits.
- **Switching Commands**
Allows manual selection or lockout switching to isolate failed circuits.

Degradation of an unit is reported well before actual failure, and preventive maintenance is possible by replacing the degraded unit.

Self-diagnostic functions are executed when power is applied and during operation.

- **Self-Diagnosis at Power On**
When power is turned on, the SC unit automatically checks if its memory devices (RAM/ROM) are working properly. It also checks that every plug-in unit is mounted in its correct slot in the subrack.
- **Self-Diagnosis During Operation**
The self-diagnostic functions performed during operation are:

Watchdog Timer:

In this function, the hardware monitors the firmware status by checking for a periodic reset output from the firmware.

SW Exercise:

This function detects abnormal switching in the hardware by executing a simulated switching operation without actually switching customer traffic. This function is executed periodically or by a command from the LCT or the NMS.

Alarm Monitoring:

Alarm monitoring is periodically executed for each plug-in unit.

6.2 Performance Monitoring

Performance monitoring functions are provided to continuously collect and analyze the general quality of transmission. They may be used to detect and predict deterioration of transmission quality before loss of service occurs.

6.2.1 Parameters

Performance Monitoring data for all layers in the SDH are provided. Data are collected by the SC unit and reported to the LCT and NMS. See Table 6.2.1-1 below for a list of monitored parameters.

Table 6.2.1-1 PM Parameters

Layer	Based On	PM Parameters
Regenerator Section	BIP-8(B1)	BBE ES SES UAS
	OOF	OFS
Multiplexer Section	BIP-N x 24 (B2)	BBE ES SES UAS
	MS FEBE (M1)	FE-BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
Section Adaptation	PJ(AU-4)	PJC+ PJC-
HO Path	Path BIP-8 (B3)	BBE ES SES UAS
	Path FEBE (G1)	FE-BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
LO Path	BIP (BIP-2) (B3)	BBE ES SES UAS
	Path FEBE (V5) (G1)	BBE FE-ES FE-SES FE-UAS
PDH Tributary	CV, BPV	CV ES SES
Timing Interface	CRC, BPV	CV ES SES
Protection Switching		PSC PSD

6.2.2 Alarms

For each of the monitored parameters, thresholds can be set to alert operators of the deterioration in quality. Threshold parameters can be set via the LCT or NMS. When a parameter exceeds the limit, an alarm report is automatically generated.

6.2.3 Reporting

A flexible system for the reporting of performance monitoring data is provided. From the LCT or NMS, the operator is able to request current performance data and specify attributes relating to performance monitoring.

A history of reports is kept in the SC unit for query by the operator at a later time. Current 15-min. and current day registers for all accumulated performance monitoring data are provided. Registers are also available to store information for the last 32 x 15 minutes and the last day.

6.3 Configuration Management

Configuration functions provide the ability to provision the equipment, change operational configurations, and query identification information for each unit in the equipment.

All equipment configuration is performed in software through the LCT or NMS.

6.3.1 Provisioning

The configuration of the equipment may be changed at any time with facilities provided to add and remove operational units, change unit configurations, and specify alarm and reporting capabilities. Each of these functions may be performed using the LCT or NMS.

Automatic Provisioning in Plug-In Unit Replacement

In order to maintain operational settings when units are physically inserted or removed, the following memory capabilities are provided:

- When power is turned on, the provisioning data stored in the SC unit non-volatile memory are downloaded into each unit.
- When any unit in the equipment in operation, other than the SC unit, is replaced, the SC unit downloads the EEPROM contents into the unit.

6.3.2 Identification

The SMS-600V provides an inventory function that stores information on plug-in units mounted in the subrack. This includes:

- Mounting location (slot number)
- Identification/Type
- Administrative State

6.4 Administration

General administrative functions to aid in the management of the equipment are provided. These functions have built-in security features to ensure the integrity of the management database and operational software, and functions to control and test the message handling system.

6.4.1 Security

The SMS-600V security functions limit user and customer access to the equipment from the LCT. This function allows only registered users to execute specific groups of commands. A security profile is maintained for each user or group of users to detail the areas the user has access to and the functional capabilities that are allowed in these areas.

The SMS-600V also maintains a security log that contains details of log-in activity as well as functions performed during the log-in period. This information may be reported to a user with appropriate security level on request. This allows a system administrator to perform detailed security audits to ensure the integrity of the system.

Passwords may be assigned by the system administrator or created by the user. Before a password is assigned, the system performs a validation process to ensure that the password conforms to system security specifications (for example, minimum number of characters, minimum number of numeric/special characters, and character repetition/sequence checks). Passwords may be changed by individual users at any time.

Each user is assigned a security profile that is stored within the NE. This profile contains a list of the functions that may be executed by each user or group of users. Security profiles can only be modified by the system administrator.

6.4.2 Message Handling

Facilities to manage the message handling capabilities of the equipment are provided. They include facilities to route particular messages, and test communications paths. Upon request from the LCT or the NMS, the routing tables can be modified.

6.4.3 Software Download

Software download from the LCT or NMS is supported. The system is configured so as to allow download to be performed without interrupting operation of any equipment. When the download has been verified, the system may be requested to use the new software component and discard the old component.

6.5 LCT Functions

The Local Craft Terminal is a MS-Windows-based personal computer tool used to manage network elements. It is an F interface device used to establish communications with, and provide instructions to, the SMS-600V so as to modify its operating parameters, perform maintenance operations, and observe either the condition of the transmission parameters or alarm messages.

A summary list of LCT functions is provided below. These functions can be classified into four modes:

- Configuration management
- Fault Management
- Performance Management
- Security Management

Configuration Management Functions

The configuration management functions are used to provision the equipment, to change operation configurations and to query information for each unit in the equipment. The configuration of the equipment may be changed at any time with facilities provided to add and remove operational units, change unit configurations, and specify alarm and reporting capabilities.

The configuration management functions include:

- View the attributes of the specified object
- Change the attributes of a specified object
- View the inventory information of the specified equipment and unit
- Register the specified object
- Delete the specified object

- Change the service state of the specified object among unknown, locked, and unlocked states
- View the firmware version of the specified object
- Initialize the firmware of the specified object
- Set the connection level (VC-12, VC-3, VC-4)
- View the connection level that is set to the assigned direction
- Connect/disconnect the channel
- View the channel crossconnection information

Fault Management Functions

The fault management function are provided to monitor alarm conditions via the LCT (or via the NMS), through external outputs to a station alarm system and through LEDs mounted on the front of the SMS-600V. The fault management functions include the following:

- View the status information of the specified object
- Change the administration information of the specified object
- View the administration information of the specified object
- Change the designated alarm attribute of the specified object
- View all the alarm attributes of the specified object
- View the information of all the alarms being generated in the specified object
- Silence the bell
- Initialize (reset) a log for the alarm and control
- Test the switching operation of a specified object
- Switch the specified traffic or clock over to the protection system/unit
- Release the switching
- View the information of all the alarms being generated in the network element.

Performance Management Functions

The performance management (PM) functions are provided to continuously collect and analyze the general quality of transmission. It may be used to detect and predict the deterioration of transmission quality before service interruption occurs. The performance management functions include the following:

- Change the specified PM attribute in the PM items of the specified management object to the assigned value
- View all the PM attributes in the PM items of the specified management object
- View the status of the specified PM item/PM type of the specified management object
- Initialize the specified PM items of the specified object
- View the registered PM data

Security Management Functions

The Security Management functions limit user and customer access to the equipment from the LCT. These functions allow only registered users to execute specific groups of commands. The security management functions include the following:

- Register the user ID, password and privilege level for the configuration, fault, performance and security management functions
- Delete the user ID
- Change the user ID and privilege level
- Change of password
- View registered user information

6.6 Q Interfaces

A Qnx (NEC proprietary Qx interface) and Qecc type message communication path is supported for Operation, Administration, Maintenance and Provisioning.

The Qnx protocol, which uses an Ethernet physical layer, enables NMS access to NEs via the LAN.

The Qecc protocol, which uses the RSOH Data Communication Channel (DCCr), enables communication between network elements.

This enables the transfer of Operation Administration, Maintenance and Provisioning (OAM&P) messages across the DCC.

The Qnx and Qecc interfaces are supported by the AGENT unit.

6.7 Station Alarms

Discrete interface for station alarms and housekeeping alarms is located in the terminal area of the SMS-600V. For further information, refer to Section 8 Technical Summary, which lists the interfaces for Station Alarms and Housekeeping alarms.

7. STM-4 UPGRADE

A key feature of the SMS-600V is the ability to upgrade the equipment from an STM-1 level multiplexer to an STM-4 level multiplexer. The upgrade only requires the following:

- Replacement of STM-1o interface units with STM-4 interface units.

The following items are common between the STM-1 and STM-4 configurations:

- Equipment subrack
- Tributary units
- CLK units
- OHP unit
- SC unit
- AGENT unit

STM4 units are single-channel STM-4 optical units that are double the width of STM1o units. STM-4 units are mounted in IG A and IG B for ADM configurations.

This feature allows the upgrade of equipment installed in the field to meet future network growth. In addition, the commonality of units between STM-1 and STM-4 multiplexers reduces spares holding costs.

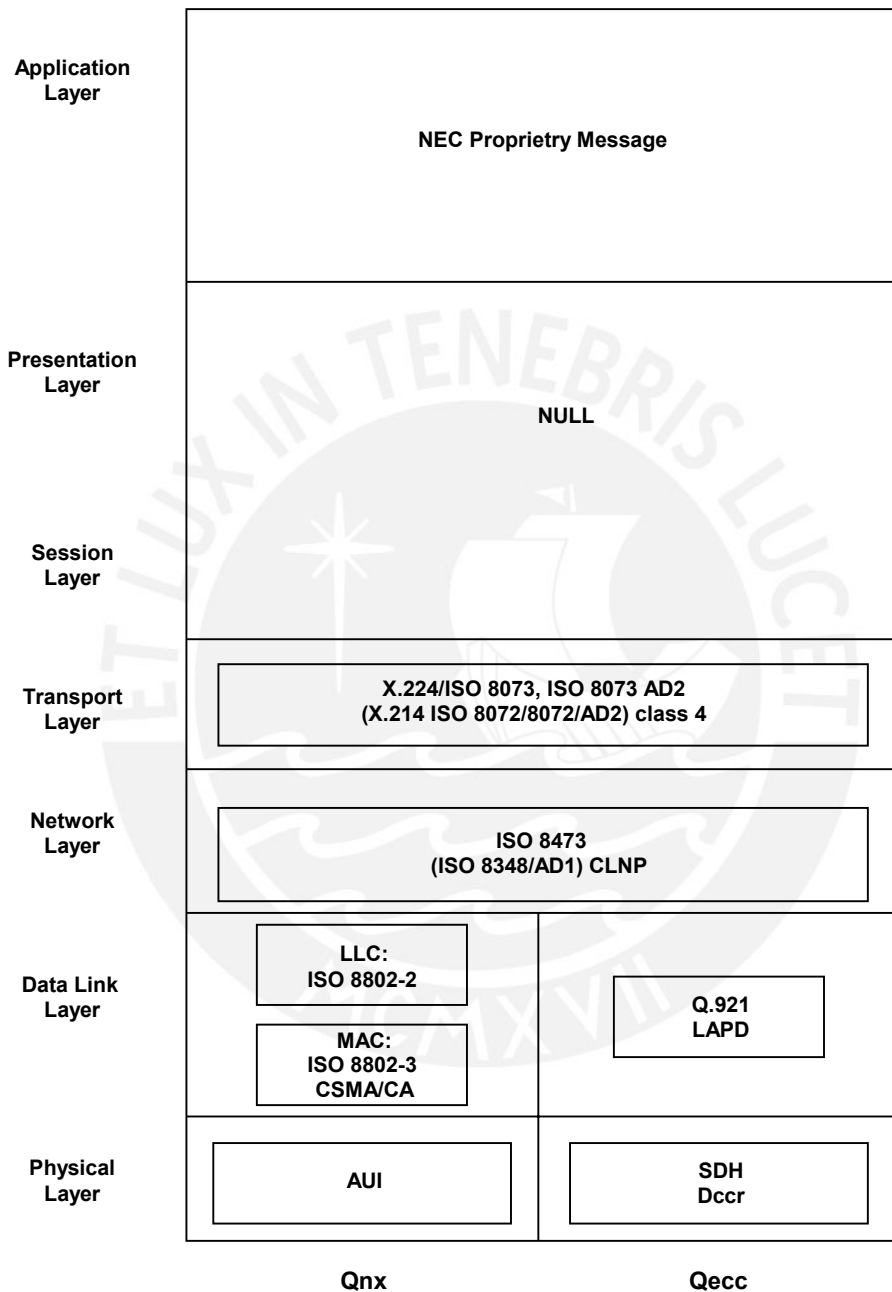


Figure 6.6-1 Qnx and Qecc Interface Support

8. TECHNICAL SUMMARY

8.1 System Parameters

Transmission Level:	STM-1 or STM-4, determined by plug-in unit selection
Bit Error Rate:	$<1 \times 10^{-10}$
Type of Tributary Interfaces:	2.048 Mbit/s, 34.368 Mbit/s, 139.264 Mbit/s, STM-1 optical and STM-1 electrical, STM-4
Crossconnect Level:	VC-12 level, VC-3 level, VC-4 level

8.2 Interfaces

STM-4 Interface (optical) See Table 8.2-1

STM-1 Interface (optical) See Table 8.2-2

STM-1 Interface (electrical)

Bit rate:	155.520 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	CMI
Pulse waveform:	ITU-T Table 11/G.703, and Figure 25/G.703

140 Mbit/s

Bit rate:	139.264 Mbit/s \pm 15 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	CMI
Pulse waveform:	ITU-T Table 9/G.703, Figure 19 and 20/G.703

34 Mbit/s

Bit rate:	34.368 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	75 ohms unbalanced
Code:	HDB3
Pulse waveform:	ITU-T Table 8/G.703, Figure 17/G.703

2 Mbit/s

Bit rate:	2.048 Mbit/s \pm 50 ppm
Impedance:	120 ohms balanced 75 ohms unbalanced (selectable option)
Code:	HDB3
Pulse waveform:	ITU-T Table 6/G.703, Figure 15/G.703

Synchronization Interface

External input:	2.048 MHz signal or 2.048 Mbit/s signal (selectable option)
Bit rate:	2.048 MHz \pm 20 ppm 2.048 Mbit/s \pm 20 ppm
Impedance:	120 ohms balanced 75 ohms unbalanced (selectable option)
Code:	HDB3(2.048 Mbit/s)
Pulse waveform:	ITU-T Table 10/G.703, Figure 21/G.703 ITU-T Table 6/G.703, Figure 15/G.703
Frame format:	ITU-T G.704(2.048 Mbit/s)
Maximum number of input ports:	2 x 2.048 MHz signal or 2 x 2.048 Mbit/s signal
External output:	2.048 MHz or 2.048 Mbit/s signal
Line input:	Any STM-N line signal (N=1 or 4)
Tributary input:	Any STM-N signal (N=1 or 4) Any two 2 Mbit/s tributaries(selectable)

External Orderwire Interface

PCM coding:	A-law ITU-T G.711
VF Interface	
Impedance:	4W 600 ohms balanced
Transmission level:	Input 0dBm \sim -3dBm Output 0dBm \sim -3dBm
No. of Interfaces:	2 (E1,E2)
Digital Interface	
Interface:	ITU-T V.11
Bit rate:	64 kbit/s codirectional
No. of Interfaces:	2 (E1, E2)

Internal Orderwire Interface

PCM coding:	A-law ITU-T G.711
Station calling:	all calling, selecting calling (by using 2W DTMF telephone set)
Headset Interface:	4W 200 ohms unbalanced
Telephone set Interface:	2W 600 ohms balanced

Overhead User Channel

Interface:	ITU-T V.11 Codirectional
Bit rate:	64 kbit/s or 576 kbit/s
No. of Interfaces:	6.
Accessible overhead:	64 kbit/s : Z0, Z1, Z2, Z3, E1, E2, F1, F2,NU (For Z1, Z2, NU byte, some restricted bytes are accessible) 576 kbit/s : D4-D12

LCT Interface

Electrical interface:	EIA RS-232D
Bit rate:	4800 bit/s

Format: 8 data bits
1 start bit
1 stop bit
No parity bit

Communication : Full duplex

No. of interfaces : 1

connector : 9-pin D-sub

NMS Interface : AUI

Station Alarm Interface

PM/DM/RMT/MAINT

Prompt Maintenance (PM) alarm
Deferred Maintenance (DM) alarm
Remote (RMT) alarm
Maintenance (MAINT) signal
Discrete relay contact closure

Output: 60mA

Max current: Resistive, max. -60V DC

Load:

AB/AL

Alarm Bell (AB) signal
Alarm Lamp (AL) signal
Discrete relay contact closure

Output: 1A

Max current: Resistive, max. -60V DC

Load:

Housekeeping Alarm Interface (8 ports)

Interface circuit: Photocoupler

Open : $\geq 100K$ ohms

Ground, Loop : ≤ 50 ohms

Housekeeping Control Interface (8 ports)

Control time (selectable): Until control command released manually or automatically when selected interval elapses (1-254 minutes in 1-minute intervals)

Maximum current: 0.5A

Output: Relay contact (Open/Loop, grounded)

8.3 Power Requirements

-48V DC -20%+25% (-38.4V \square -60V)

8.4 Environment

Temperature: -5 \square Ž to +45 \square Ž (standard)

Relative Humidity: Up to 95% at 35 \square Ž

EMC:	
EMI:	EN55022 (Classification of ITE is Class A) Warning : This is Class A product. In domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.
EMS:	EN50082-1
Safety:	EN60950 EN60825

8.5 Mechanical Construction

Subrack Dimensions:	498mm (H) x 498mm (W) x 280mm (D)
Extension Subrack Dimensions (with 2M 200% add-drop capacity):	798mm (H) x 438.2mm (W) x 268mm (D)
Wiring Access:	Front access for both electrical and optical connections

Notes concerning Optical Interface Parameter Tables

Note 1: NA indicates that system is considered limited by attenuation and thus it does not have maximum dispersion values specified.

Note 2: NA indicates that system is not considered limited by reflection and thus it does not have maximum reflection values specified.

*: Cable loss conditions assumed: System margin 3.0 dB. FDP loss 1.0 dB

** : Typical cable loss figures used: 0.5 dB/km at 1310nm 0.3 dB/km at 1550nm



Note: This document describes the current version of NEC standard equipment. If there is any conflict between this document and the system description and/or the compliance statement, the latter will supersede this document. The specifications or configuration contained in this document are subject to change without notice due to NEC's continuing design improvement.

Table 8.2-1 STM-4 Optical Interface Parameters

Digital signal	STM-4 according to ITU-T G.707 and G.958		
Nominal bit rate	622.080 Mbit/s		
Application code	Intra - office	Long-haul	
(ITU-T Table 1/G.957)	I-4	L-4.1	L-4.2
Operating wavelength range	1260-1360nm	1280-1335nm	1480-1580nm
Transmitter at reference point S			
Source type	MLM-LD	SLM-LD	SLM-LD
Special characteristics			
• Maximum RMS width	14.5nm	-	-
• Maximum -20dB width	-	1nm	1nm
• Minimum side mode suppression ratio	-	30dB	30dB
Mean launched power			
• Maximum	-8dBm	2dBm	2dBm
• Minimum	-15dBm	-3dBm	-3dBm
Minimum extinction ratio	8.2dB	10dB	10dB
Optical path between S and R			
Attenuation range	0-7dB	10-28.5dB	10-28.5dB
Maximum dispersion	NA(note 1)	NA(note 1)	1570ps/nm
Minimum optical return loss of cable plant at S, including any connectors	-	20dB	20dB
Maximum discrete reflectance between S & R	-	-25dB	-25dB
Receiver at reference point R			
Minimum sensitivity	-23dBm	-32.5dBm	-32.5dBm
Minimum overload	-8dBm	-8dBm	-8dBm
Maximum optical path penalty	1dB	1dB	1dB
Maximum reflectance of receivers measured at R	-14dB	-14dB	-27dB
Allowable cable loss*	4dB	25.5dB	25.5dB
Transmission distance (typical)**	8.0km	51.0km	85km

Table 8.2-2 STM-1 Optical Interface Parameters

Digital signal	STM-1 according to ITU-T G.707 and G.958		
Nominal bit rate	155.520 Mbit/s		
Application code	Intra-office	Long-haul	
(ITU-T Table 1/G.957)	I-1	L-1.1	L-1.2
Operating wavelength range	1260-1360nm	1270-1345nm	1480-1580nm
Transmitter at reference point S			
Source type	MLM-LD	MLM-LD	SLM-LD
Special characteristics			
• Maximum RMS width	40nm	4nm	-
• Maximum -20dB width	-	-	1nm
• Minimum side mode suppression ratio	-	-	30dB
Mean launched power			
• Maximum	-8dBm	0dBm	0dBm
• Minimum	-15dBm	-5dBm	-5dBm
Minimum extinction ratio	8.2dB	10dB	10dB
Optical path between S and R			
Attenuation range	0-7dB	10-28dB	10-28dB
Maximum dispersion	NA(note 1)	NA(note 1)	2500ps/nm
Minimum optical return loss of cable plant at S, including any connectors	NA(note 2)	NA(note 2)	20dB
Maximum discrete reflectance between S & R	NA(note 2)	NA(note 2)	-25dB
Receiver at reference point R			
Minimum sensitivity	-23dBm	-34dBm	-34dBm
Minimum overload	-8dBm	-10dBm	-10dBm
Maximum optical path penalty	1dB	1dB	1dB
Maximum reflectance of receivers measured at R	NA(note 2)	NA(note 2)	-25dB
Allowable cable loss*	4dB	25dB	25dB
Transmission distance (typical)**	8.0km	50.0km	83.3km