

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



*Proyecto de Red de Telecomunicaciones
para el Departamento de Arequipa*

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRONICO

WENCESLAO FLABIO HUACOTO BENAVENTE

Promoción **1977-2**

Lima - Perú

1984

DEDICADO A MIS PADRES: GASPAR Y VALERIANA

A MI ESPOSA MYRIAM LUZ Y

A MI HIJA LUZ GIANNINA

C O N T E N I D O

	Pág.
Introducción	
<u>CAPITULO I</u> - Descripción General del Proyecto y sus alcances.	13
1.1 Breve descripción de la red troncal de microondas de apoyo.	13
1.1.1 Sistema I	13
1.1.2 Sistema II	18
1.2 Elección del tipo de sistema a emplearse	20
<u>CAPITULO II</u> - Estudios y Pruebas de Radioenlaces, prospección de rutas y enlaces elegidos (Estudio de campo).	21
2.1 Generalidades.	22
2.2 Estudio de Enrutamiento.	23
2.3 Selección de los sitios para las estaciones.	25
2.3.1 Estudio del diseño de ruta en el mapa.	25
2.3.2 Estudio detallado en el mapa.	26
2.3.3 Estudio en el sitio de emplazamiento.	28

	Pág.
2.4 Diseño de los Radioenlaces.	31
2.4.1 Introducción	31
2.4.2 Calidad de los enlaces.	32
2.4.3 Tipos de ruido	32
2.4.4 Consideraciones para el diseño de enlaces.	33
2.4.5 Ejemplo de diseño de un radioenlace de este proyecto.	64
2.5 Consideraciones complementarias al diseño de los radioenlaces.	73
<u>CAPITULO III - Ingeniería del Proyecto.</u>	83
3.1 Ubicación del proyecto	84
3.2 Esquema de la red.	84
3.3 Plan de ruta.	84
3.4 Detalle de ubicación de las estaciones	84
3.5 Perfiles de los radioenlaces	85
3.6 Alturas de torres y antenas	86
3.7 Descripción de los trayectos	86
3.8 Cálculo de propagación	92
3.9 Plan de canalización multiplex	92
3.10 Filosofía de Operación	93
3.11 Configuración del Sistema	94
3.12 Esquema de Equipamiento	94
3.13 Plan de Frecuencias	94

	Pág.
3.14 Sistema de tierra y pararrayos	94
3.15 Sistema de energía	95
3.16 Enlaces físicos	97
3.17 Línea de transmisión de energía	99
3.18 Obras complementarias	99
3.19 Especificaciones Técnicas	100
3.20 Nota Final	100
CAPITULO IV - Presupuesto estimado del Proyecto	175
<hr/>	
4.1 Cuadro de consumo de energía. Cuadro 1.	176
4.2 Matriz de equipamiento. Cuadro 2.	177
4.3 Requerimiento de obras y construcción . Cuadro 3.	179
4.4 Costo estimado del equipamiento. Cuadro 4.	180
4.5 Costo estimado del proyecto . Cuadro 5	181
CAPITULO V - Especificaciones Técnicas	182
<hr/>	
5.1 Sistema de radio	183
5.1.1 Especificaciones técnicas generales	184
5.1.2 Transmisor	185
5.1.3 Receptor	187
5.2 Equipos multiplex	188
5.2.1 Generalidades	188
5.2.2 Equipo multiplex	189

	Pág.
5.3 Componentes Aéreos.	192
5.3.1 Alimentadores.	192
5.3.2 Antenas.	192
5.3.3 Torres.	193
5.4 Cable multipar.	194
5.5 Sistema de energía.	197
5.5.1 Sistema fotovoltaico.	198
5.5.2 Cubículo de control y regulación de paneles solares.	198
5.5.3 Banco de baterías.	200
5.5.4 Rectificador - cargador.	201
5.5.5 Línea aérea de transmisión de energía monofásica.	202
5.5.6. Estabilizador de voltaje (AVR)	202
5.5.7 Grupo electrógeno portátil.	203
5.5.8 Grupo electrógeno portátil.	204
5.6 Sistema de tierra y pararrayos	205
5.6.1 Sistema de tierra	205
5.6.2 Pararrayos	206
5.7 Postes	206
5.8 Otros	206
5.8.1 Repuestos	206
5.8.2 Herramientas especiales	207
5.8.3 Manuales de instalación, operación y mantenimiento.	207

	Pág.
CONCLUSIONES	209
BIBLIOGRAFIA	212
ANEXOS	214

I N T R O D U C C I O N

Con la finalidad de instalar una red de telecomunicaciones que permita establecer comunicación entre las capitales de provincias, distritos aledaños a éstas y la capital de Arequipa, e integrarlos a la red nacional e internacional de telecomunicaciones, presento el diseño y resultados de este proyecto, con el cual espero contribuir al desarrollo de los sistemas de telecomunicaciones de Arequipa y el Perú.

En el capítulo I, se hace una descripción general del proyecto, explicándose brevemente la red troncal de microondas y el sistema auxiliar de 120 canales que nos servirá de apoyo, asimismo se muestra la filosofía de operación con sus alcances y posibilidades de uso.

El fundamento teórico para el diseño, métodos de elección de rutas, pruebas que se realizan en el campo, influencia del índice de refracción y ruido térmico es explicado en el capítulo II.

El Capítulo III, está dedicado a detallar los pormenores del proyecto realizado en base a estudios de prospección en el

sitio, esquema de la red, coordenadas geográficas, orientación de antenas, croquis de ubicación de las estaciones en las cartas, perfiles de los radioenlaces, altura de torres y antenas, descripción de los trayectos, cálculos de propagación, plan de canalización, asignación de frecuencias, sistemas de energía, sistemas de tierra y obras civiles.

Los Capítulos IV y V son los referentes a costos y especificaciones técnicas del equipamiento necesario para la implementación del presente trayecto.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi centro de labor, Entel Perú S.A. en la persona del Ing. Mauro Quispe Rojas, Gerente de Larga Distancia y al Sr. Juan Francisco Gomes De la Torre Administrador de Arequipa por permitirme realizar este trabajo de Tesis.

Asimismo, a los Ings. Alfredo Grandez I y César Guerrero F. por su importante apoyo técnico, de igual manera al Ing. Pedro Heredia M. por acceder asesorar a la ejecución del presente proyecto.

Mención aparte merece agradecer a nuestra alma mater; la "UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA", Facultad de Ingeniería Eléctrica-Electrónica, por la sólida base teórica adquirida en sus aulas.

CAPITULO I

CAPITULO I

1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y SUS ALCANCES.

1.1 Breve descripción de la red troncal de microondas de Apoyo.

La estación terminal de Arequipa, considerada como punto clave para las comunicaciones en el sur del Perú, cuenta con 3 rutas de microondas que trabajan en la banda de 6 GHZ y son : Ruta Nor-oeste que se refiere a la dirección, hacia Ica, ruta Sur-este que está direccionada hacia Moquegua, ruta Nor-este que tiene la dirección hacia Juliaca, además se cuenta con otra red de microondas en la banda de 2 GHZ la -cual esta direccionada hacia Mollendo. A las 3 primeras rutas le denominaré por facilidad Sistema I y a la ruta direccionada hacia Mollendo la llamaré Sistema II.

1.1.1 Sistema I

Consta de tres tipos de enlaces :

Enlace principal : tiene una capacidad de 960 canales-telefónicos FDM (multiplex por división de frecuencia) y/o una señal de televisión en la ruta de reserva (video más sonido).

Enlace Auxiliar : Transmite las señales de supervisión y control; y además es posible la transmisión de 120 canales telefónicos FDM. Parte de esta capacidad será utilizada -- con la ejecución de este proyecto.

Enlace de derivación : Permite la transmisión de 300 canales telefónicos FDM en ciudades de bajo tráfico.

Con el objeto de elevar la calidad, y la confiabilidad de la red, se ha equipado la ruta de reserva para casos de fallas en el enlace principal.

A este sistema se le denomina Sistema de 1+1 debido a que -- existe un enlace de reserva para un enlace principal de trabajo. El cual conmutará al sistema de reserva en caso de corte ya sea por fallas del equipo de transmisión o por la caída de la intensidad de campo debido al desvanecimiento permitiendo así continuar el servicio.

El sistema de reserva actualmente es explotado para la transmisión de televisión bajo la condición de corte cuando se tenga problemas o fallas con la señal principal.

El sistema está preparado para una conformación de conmutación 1 + 1, pero el sistema está diseñado de tal manera que se pueda ampliar fácilmente a la conformación de 2 + 1 con sólo agregar los paneles y equipos necesarios tales como filtros de derivación, teniendo en cuenta ampliaciones en el futuro.

En los sistemas de enlaces de 300 canales también existe redundancia, en la conformación de 1 + 1 al igual que en el caso -

del enlace principal, pero teniendo en cuenta que es un sistema de pequeña capacidad de 300 canales y que no hay transmisión de señales de televisión, se ha adoptado el sistema de transmisión de telefonía en paralelo, combiniándose las señales en el extremo receptor.

El sistema del enlace auxiliar no cuenta con equipo de reserva en redundancia, pero la conformación del sistema está diseñado de tal modo que las señales de supervisión y de control se transmiten en forma paralela en el sistema principal y en el auxiliar, para que no se produzcan errores en la operación de conmutación aún en el caso en que el sistema del enlace auxiliar quede fuera de servicio.

En la Fig. 1.1 podemos observar las repetidoras del sistema NEC en el departamento de Arequipa donde se aprecian los canales de los enlaces principal de reserva y auxiliar.

El enlace auxiliar tiene la posibilidad de transmitir 120 canales telefónicos entre cada una de las estaciones permitiendo -- además hacer inserciones o extraer señales a nivel de banda base. En la Figura 1.2 se muestra la disposición de la banda base de cada uno de los enlaces ya descritos.

Para realizar el presente proyecto debemos tener muy en cuenta que la inserción la vamos a realizar a nivel de banda base por lo que los equipos que utilizemos deberán tener las especificaciones técnicas adecuadas, por ejemplo, los niveles de entrada y salida en banda base del equipo auxiliar TR7G120 cuyos valo-

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

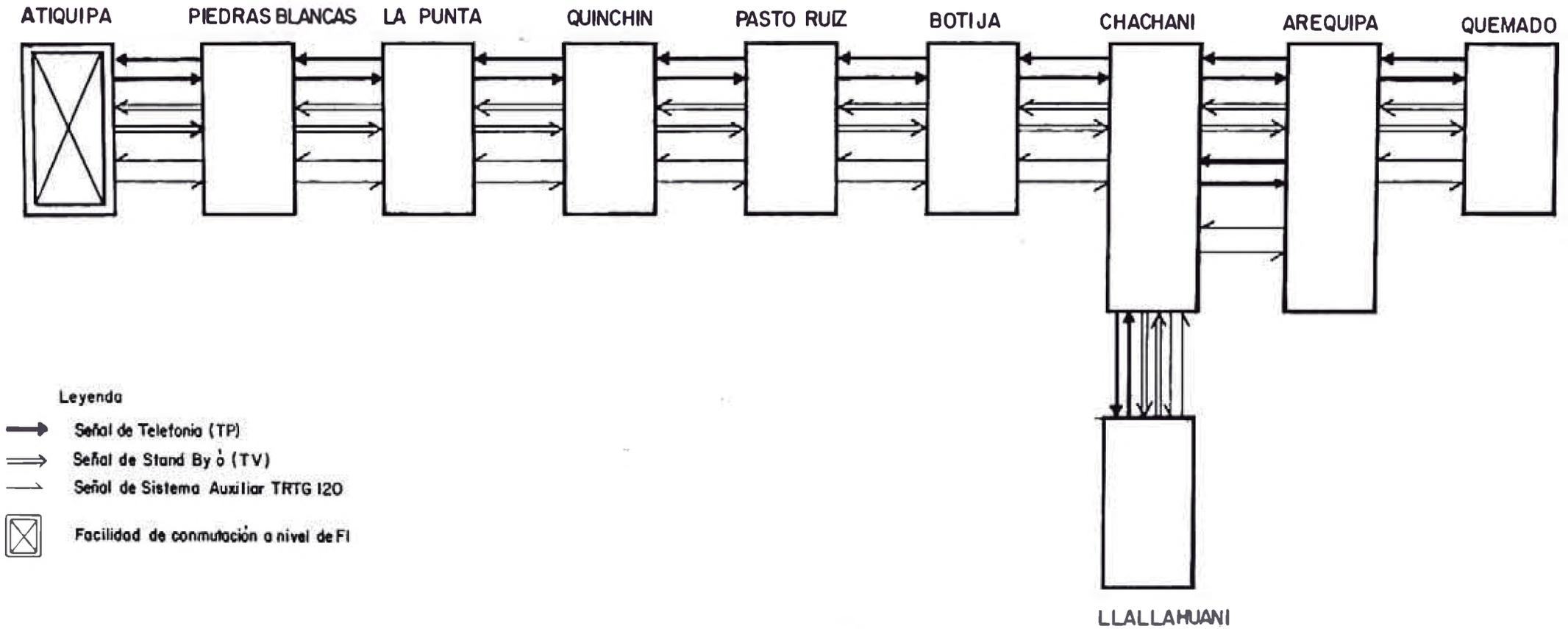


FIG. 1.1 FLUJO DE LA SEÑAL TP ó TV Y CANAL AUXILIAR

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

FIG. N° 1.2

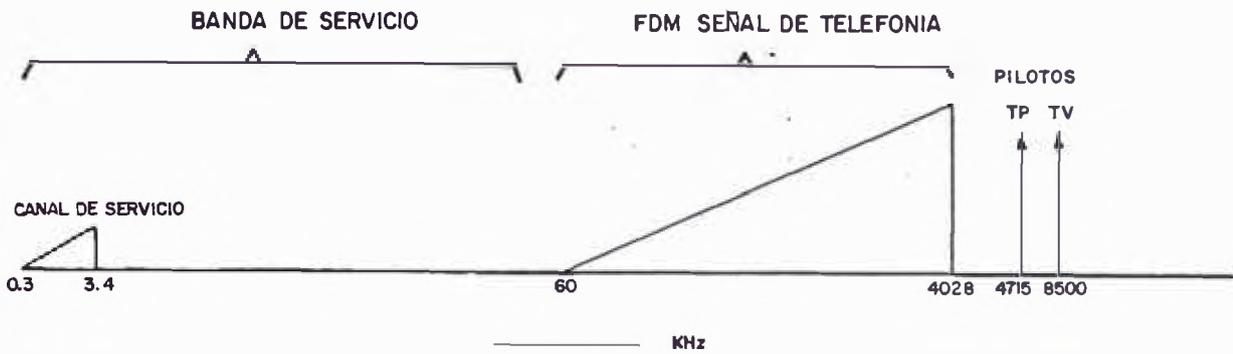


FIG. N° 1.2 a ARREGLO DE LA BANDA BASE PARA EL ENLACE PRINCIPAL (960 CANALES)

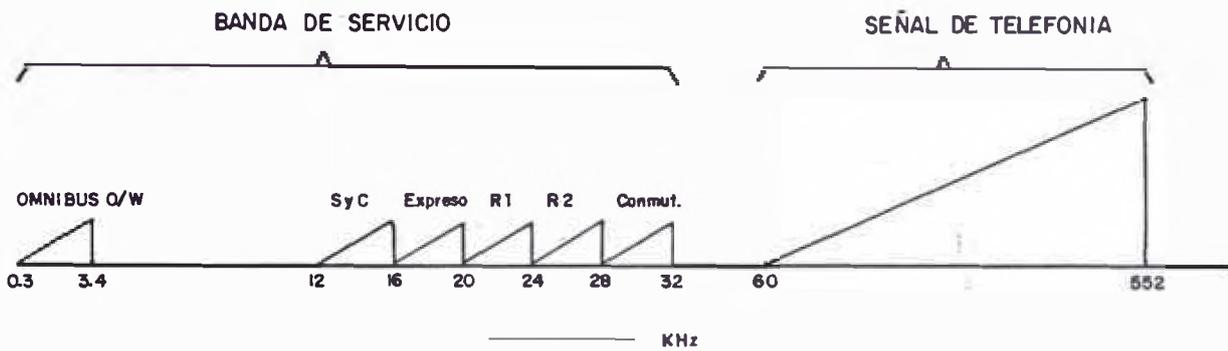


FIG. N° 1.2 b ARREGLO DE LA BANDA BASE PARA EL ENLACE AUXILIAR (120 CANALES)

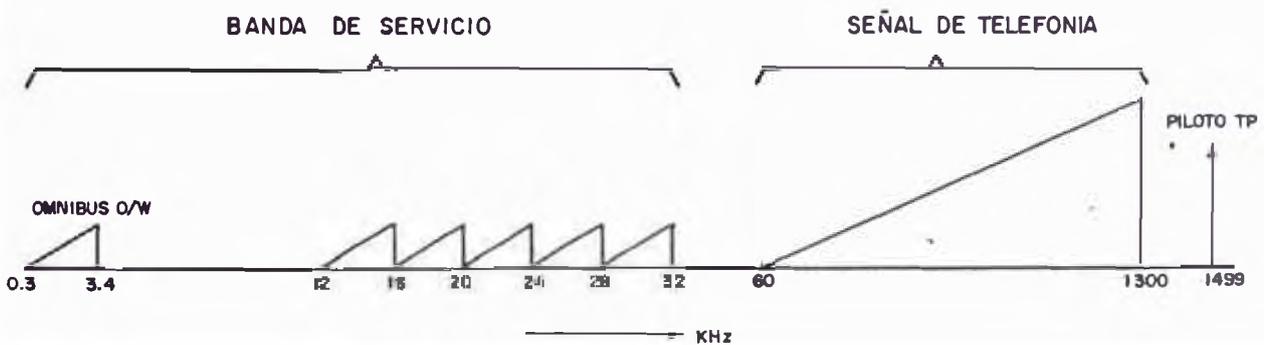


FIG. N° 1.2 c ARREGLO DE LA BANDA BASE PARA EL ENLACE DE DERIVACION (300 CANALES)

res son : nivel de entrada= -45 dbm, nivel de salida = -15 dbm y la impedancia de salida y entrada en banda base que es de 75 ohmios desbalanceados.

La administración de Entel Arequipa, ha recibido múltiples solicitudes de instalación de equipos de telecomunicación para las provincias de Arequipa, y la ampliación de los ya existentes, por este motivo y en base a un estudio de tráfico, considerando el número de llamadas a través de las líneas físicas, telegramas cursados, actividad económica y población, se ha podido determinar que los pueblos que necesitan con más prioridad los servicios de telefonía son: Yauca, Bella Unión, Chala, Caraveli, Atico, Ocoña, Cotahuasi y Chuquibamba, considerando además que existen líneas físicas que pueden ser mejoradas y que con estos puntos como nodales podríamos llegar a otros pueblitos aledaños, caso Corire, Aplao, Salamanca, Viraco, etc., además los puntos escogidos como repetidoras son estratégicos para futuros radio enlaces o ampliaciones de números de canales telefónicos. No se ha considerado la provincia de Caylloma con su capital Chivay debido a que contamos con una infraestructura por parte de MACON (consorcio del Proyecto Mayes) que cuenta con una red UHF que atraviesa esta provincia y nos apoya con algunos canales telefónicos para esta zona. Un esquema de los pueblos a ser apoyados con este sistema se muestra en la Fig. 3.2a.

1.1.2 Sistema II.- Este sistema permite enlazar Arequipa con Mo-
llendo y trabaja en la banda de 2 GHz. La capacidad máxima

de estos equipos es de 240 CHS. La tecnología de este sistema es valvular pero en la actualidad está en un proceso de -- hibridización, es decir, que parte de los transmisores y receptores están siendo cambiadas por etapas de estado sólido, permitiendo de esta manera darle una mayor confiabilidad al sistema y bajar el costo de mantenimiento. En el futuro de acuerdo a los planes de Entel S.A. esta ruta será completamente de estado sólido.

Los pueblos a ser beneficiados con este proyecto y apoyados en esta red serán : Cocachacra, La Curva y Punta de Bombón, (conocido como Valle de Tambo), los cuales tienen un gran movimiento económicos apoyados en la agricultura y ganadería y algunas minas, observándose también que dicho tráfico es mayormente -- con Mollendo, es por este motivo que se ha elegido como punto de incursión.

En la Fig. 3.2b, podemos apreciar el esquema de este sistema.- En este diagrama observamos que para llevar la señal telefónica de Arequipa a Mollendo necesitamos 6 saltos de radio enlace por microondas, que considero que es mucho para una distancia de 120 kms. que hay aproximadamente entre estas dos ciudades,- por lo que para aumentar la confiabilidad de esta red de apoyo se podría reubicar en otros puntos que nos permita llegar tanto a Camaná como a Mollendo pero con menos cantidad de saltos. Después de realizar perfiles que en esta Tesis no se muestran, he obtenido por conclusión que solo 3 saltos podríamos llegar de Arequipa a Mollendo mediante un sistema de microondas (alta capacidad) o UHF de unos 60 canales.

1.2 Elección del tipo de sistema a emplearse.

Para proporcionar a los usuarios un servicio de comunicaciones de buena calidad y con buen margen de confiabilidad, se determinó el empleo de equipos que operen en la banda de 450 MHz (377 ~ 470MHz) ya que en estas regiones de Arequipa no existen sistemas que operan en esta banda, con lo que también evitaríamos problemas por interferencia, además, según el CCI R esta banda está asignada para equipos de baja o mediana capacidad.

Por la cantidad de canales a distribuirse en las ciudades anteriormente mencionadas voy a considerar equipos UHF de capacidad máxima de transmisión de 24 canales telefónicos y que tengan compatibilidad con los equipos de radio auxiliar del Sistema I y del Sistema II, para disminuir costos por motivo de interfase en la inserción.

Con el fin de reducir el costo de inversión, sin afectar la calidad del servicio, se recomienda que tanto los equipos como el esquema de transmisión tengan las siguientes características :

- Que el sistema no sea redundante (Tipo 1 + 0).
- Que tanto los equipos de radio como multiplex, en las estaciones terminales, se instalen en un solo bastidor.
- Que se haga el máximo uso de la infraestructura existente, tanto en lo que concierne al suministro de energía DC en las estaciones repetidoras del Sistema I, como en los sistemas que usen energía comercial AC en el área del Proyecto.

- El uso de celdas solares en las repetidoras UHF, ya que nos ahorraría en mantenimiento, combustible, energía - por grupos electrogenos y especialmente construcción de carreteras de acceso.
- Es recomendable que se decida por equipos de fácil man-
tención y con puntos de operación bastantes estables, con tarjetas tipo enchufables y con facilidades de puntos de medición.
- Es necesario insertar el canal de servicio de los sistemas UHF a los canales de servicio de los sistemas I y II para -
efectuar una mejor coordinación cuando se realice manteni -
miento preventivo o correctivo.

Para efectuar el plan de canalización en los sistemas secundarios a insertarse en el sistema I se ha hecho en base a datos de tráfico que indican que gran porcentaje de llamadas se realizan a través de Arequipa por lo que estamos considerando a esta ciudad como un centro primario.

En el caso del Sistema II, integrará un área de mayor movimiento-económico y mayor cantidad de población y justifica designar canales fijos entre los pueblos vecinos, además considerar canales con Arequipa obviando la operadora de Mollendo.

CAPITULO II

CAPITULO II

2. ESTUDIOS Y PRUEBAS DE RADIOENLACES PROSPECCION DE RUTAS Y ENLACES ELEGIDOS (Estudio de Campo).

2.1 Generalidades.

El diseño de una red de telecomunicaciones consiste en determinar y definir una ruta óptima desde el punto de vista económico para poder llegar a un punto o ciudad-previamente escogida, asimismo la determinación de las características que deben tener los equipos para que se pueda establecer una comunicación que tenga una buena calidad y confiabilidad. Indudablemente el grado de calidad y confiabilidad estará en relación directa con el nivel del ruido, por tanto, esto también, debe ser objetivo del diseño, por este motivo se debe hacer estas evaluaciones después de ejecutar el diseño.

Existen entidades a nivel mundial como el Comité Consultivo Internacional de radio (CCIR) y el Comité Consultivo Internacional de Telefonía (CCITT) que han establecido normas para los equipos y circuitos de una red de enlaces los que deben tomarse en cuenta en el presente proyecto.

2.2 Estudio de Enrutamiento.

En caso de que se desee construir una ruta de telecomunicaciones interurbanas, entre dos ciudades por sistema de radio enlaces por microondas, UHF o VHF, se debe tomar en cuenta los siguientes procedimientos de diseño.

(1) Estudio de la demanda del tráfico de telecomunicaciones entre las dos ciudades, que generalmente se obtiene en base a un estudio socio económico de la zona, que tendría en cuenta, población, actividad económica, intereses de la comunidad o también en base al número de telegramas que cursa dicha ciudad.

(2) Decisión de las características requeridas de transmisión; debemos decidir que tipo de sistema es el más adecuado, de baja, mediana o alta capacidad.

(3) Selección de las frecuencias que se utilizan: Después de tener una idea de la capacidad del sistema debemos seleccionar el rango de frecuencias en el cual trabajarán los equipos.

(4) Selección de los sitios para las estaciones.

Los estudios preliminares para la localización del lugar pueden ser hechos en mapas o cartas aerofotográficas que se pueden conseguir en el Instituto Geográfico Militar (IGM), sin embargo, la selección final debe ser hecha desu

pués de realizar una inspección en el campo. Por su importancia, este paso será tratado en un acápite aparte.

(5) Planificación de las casetas o edificios, torres, suministro de energía y las carreteras de acceso a las estaciones.

(6) Consideraciones de los planes de mantenimiento del sistema.

(7) Decisión de las especificaciones para la adquisición de los equipos ya sea microondas UHF o VHF.

(8) Construcción.

Una vez terminada la construcción del sistema, se debe inspeccionar y confirmar los resultados del proyecto.

Cada etapa de los procedimientos de diseño, tiene íntima relación con las otras, por ejemplo, el ruido en el sistema, - uno de los factores que muestra el funcionamiento del sistema telefónico, tiene relación definida con la frecuencia que se utiliza, con la selección de los locales de estaciones y con las especificaciones de los equipos que se adquieren.

Un conocimiento especializado, como la teoría de radiopropagación, la teoría de transmisión de F.M., etc., es necesario para tomar una decisión en los procedimientos del diseño.

En un sistema de transmisión FM, la relación de señal a ruido en el punto de salida del demodulador no es uniforme para cada canal telefónico, y normalmente se toma como la relación s/n el peor valor del canal de frecuencia más alta en vez de los canales de frecuencias bajas.

Para calcular el comportamiento de ruido que puede ser esperado en un sistema real, es necesario conocer ciertas especificaciones del transmisor tales como: potencia de salida, ganancia de antena, cifra de ruido del receptor, desviación de frecuencia, etc., para esto debemos recurrir a algunos valores típicos de algunas marcas de equipos y sacar un promedio.

2.3 SELECCION DE LOS SITIOS PARA LAS ESTACIONES

En este acápite se describe el procedimiento de selección de los sitios de las estaciones.

2.3.1 Estudio del Diseño de Ruta en el Mapa.

El primer paso consiste en trazar algunos planes o rutas tentativas, que permitan la conexión de las ciudades que queremos considerar hacia el centro primario o ciudad elegida, como punto de descongestión de tráfico.

Para la elección de repetidoras intermedias es influenciada por la naturaleza del terreno entre dos estaciones. En un plan preliminar se puede asumir que en áreas relativamente planas las longitudes de los saltos estarán por el orden de los 50 a 80 kms. para frecuencias de UHF.

Como parte del trabajo provisional, se deben marcar y anotar en el mapa algunas informaciones concernientes ;

- a) Localización de las oficinas terminales o de inserción a la cual se conecta la nueva red.
- b) Posición de otras rutas de radio enlaces (M/O, UHF o VHF) que existen o que se pueden colocar cerca de la ruta planeada y sus frecuencias de transmisión y recepción.
- c) Localización de las estaciones terrenas de telecomunicación por satélite en servicio que están planificadas.
- d) Localización de las estaciones de radar y de aeropuertos.
- e) Dirección de la órbita de satélite estacionario.

2.3.2 Estudio detallado en el mapa.

Los estudios o exámen preciso de las condiciones de propagación de radio, calidad de transmisión y las condiciones económicas en la construcción y el mantenimiento, deben ser ejecutados tanto como sea posible en el mapa, para estos planes de ruta seleccionadas.

Para este propósito son necesarios mapas o cartas detalladas con escalas reducidas de 1/50,000 de 1/10,000 y las líneas de cotas de 20-10ms.

Los siguientes factores de las condiciones de propagación de radio tienen que ser exáminados y calculados.

- a) Dibujo del perfil del trayecto de radio.
- b) En el caso de que hagamos un proyecto para transmitir en la frecuencia de microondas debemos tener la seguridad de mantener la primera zona de fresnel totalmente despejada considerando la variación del K y la altura necesaria de antena desde el nivel del suelo en el sitio escogido para la estación. En caso de UHF se puede trabajar con interferencia por obstáculo. Una información más detallada sobre el origen del factor K se puede encontrar en el anexo B.
- c) Considerar posible sobrealcance de una estación sobre otra, de acuerdo a su ángulo de Azimuth.
- d) Localización del punto de reflexión en la superficie de los lugares intermedios y las condiciones geográficas y la atenuación de reflexión que pueden verse en el mapa.

La calidad de transmisión en cada salto de radio, así como las características del sistema total tienen que ser investigadas en base de las informaciones de los exámenes referidos y de -- las especificaciones del sistema de radioenlace propuesto considerándose lo siguiente :

- a) Ruido térmico.
- b) Ruido de interferencia de radio debido a diversas causas, del mismo sistema o de otros adyacentes.
- c) Probabilidad de ocurrencias de ráfagas de ruido debido a desvanecimientos severos y la necesidad de recepción por diversidad de espacio.

Aunque la comparación en las condiciones económicas para la construcción y el mantenimiento es difícil durante el estudio en gabinete usando el mapa, los siguientes conceptos pueden ser formados en base del estudio en el mapa.

- a) Número de estaciones repetidoras.
- b) Alturas calculadas para las torres de antenas.
- c) Longitud del camino, de acceso proyectado.
- d) Necesidad de recepción con diversidad de espacio.

2.3.3 Estudio en el sitio del emplazamiento

Para confirmar los pronósticos obtenidos en la oficina, debe ser ejecutado un estudio real en los sitios propuestos. Si es posible, es preferible visitar una vez en verano y otra en invierno o en la estación seca y en la época de lluvias.

En base del estudio real, muchas de las rutas propuestas pueden quedar limitados a dos o tres rutas con mejor posibilidad. Por lo menos los siguientes factores deben ser estudiados en los sitios tentativos y en sus cercanías.

En los sitios :

- a) Situaciones geográficas reales.
- b) Disponibilidad de áreas planas y necesidad de nivelación del suelo.
- c) Naturaleza del terreno.
- d) Posibilidad de compra del terreno.

- e) Restricciones al construir la estación repetidora, debido a algunas regulaciones pertinentes como tráfico aéreo parques nacionales, etc.

El camino de acceso.

- a) Situación real del camino existente.
- b) Rutas propuestas para el camino de acceso y longitud de caminos que necesitan de construcción.
- c) Necesidad de reparación del camino existente.

Suministro de Energía Comercial :

- a) Disponibilidad del suministro de energía comercial existente.
- b) Punto de la conexión de la línea comercial a la línea de alimentación propia.
- c) Ruta propuesta y longitud de la línea de alimentación - propia.
- d) Voltajes y frecuencias de la energía de alimentación.
- e) Informaciones sobre regulación del voltaje y las fallas de alimentación.

Edificios y Torres (donde se empleen los existentes).

- a) Espacio de las salas utilizables y posibilidades de la ex pansion del edificio cuando sea necesario.
- b) Dirección del eje del edificio que se necesita para el di seño del montaje de antena.
- c) Cimentación de la torre.

- d) Resistencia mecánica de la torre existente y capacidad para montaje de antenas.

Propagación de radio :

- a) Confirmación con visibilidad directa por pruebas de espejo o pruebas de globo.
- b) Obstrucción cercana a la visibilidad directa o reflexión de las ondas de radio por los edificios.
- c) Estimación del margen libre sobre el obstáculo por medio de la medición del ángulo de declinación usando el teodolito cuando no se obtenga el margen adecuado sobre el obstáculo obtenido en estudio del mapa.
- d) Observación visual de la situación geográfica en el punto de la reflexión si fuera necesario.

Mantenimiento de la Estación no Atendida:

- a) Tiempo del acceso desde la estación atendida.
- b) Lluvias en la estación húmeda y nieves en invierno.
- c) Necesidad de refugios o de vehículos especiales con doble tracción.

Construcción :

- a) Disponibilidad de agua para la construcción en el sitio escogido.
- b) Dirección y velocidad del viento principal.
- c) Facilidades cercanas de transporte.
- d) Disponibilidad de mano de obra.

Guías e Informaciones Locales :

- a) Mapas de caminos al sitio elegido.
- b) Características geográficas alrededor del sitio.
- c) Tiempo del acceso desde la carretera o de la estación de ferrocarril más cercano.

Al estudiar el trayecto de radioenlace en el lugar, la prueba de espejo es un método de medición que aunque es primitivo es muy efectivo para confirmar la condición de visibilidad directa. En estos casos debemos llevar un par de Walkie Talkies en VHF o UHF para la coordinación respectiva, a la vez ayudarse de un par de binoculares, un par de brújulas y un par de altímetros, lo mismo que la carta topográfica del lugar.

La visibilidad de más o menos 70Km. puede obtenerse usando un espejo pequeño (20 x 30cm) de pared cuando se tiene buen tiempo en el lugar de pruebas. En el caso de calcular la altura del obstáculo o el margen de visibilidad sobre el obstáculo usando teodolito se deberá tener en cuenta la refracción del rayo visual. En caso de trabajar de noche se puede hacer uso de fogatas, destellos de luces o luces de bengala.

2.4 DISEÑO DE LOS RADIOENLACES

2.4.1 Introducción.

La calidad de los radioenlaces multiplex de las bandas - de 400, 800 y 1500 MHZ está determinada por 2 factores -

principalmente, uno depende de las condiciones externas tales como los trayectos de propagación de las ondas radioeléctricas y el otro depende de las condiciones internas tales como el rendimiento del equipo.

Fuera de estos factores podríamos añadir como parte de las condiciones externas los factores geográficos, los cuales pueden ser controlados con ciertas limitaciones por la adecuada ubicación de los lugares y facilidades que se de en la ubicación de las torres.

La selección apropiada de los equipos, su potencia de salida y tipos de antena forman parte de las condiciones internas.

2.4.2 Calidad de los Enlaces

La "Calidad del Enlace" está representado esencialmente por la relación s/n (incluyendo la diafonía debida a distorción) en un canal telefónico (o telegráfico) y la confiabilidad del enlace (incluyendo la confiabilidad contra desvanecimiento y fallas del equipo) y se establece poniendo énfasis en algunos tipos de ruido que dependen de las condiciones externas e internas antes enunciadas.

2.4.3 Tipos de Ruido.

Para una mejor comprensión de como aumentar la calidad de los enlaces veamos la siguiente clasificación de ruidos-

en la sección de radio.

Ruido debido a los enlaces y al sistema de antena.

- Ruido térmico- determinado por el campo eléctrico a la entrada de antena.
- Ruido de interferencia - determinado por el campo de las ondas no deseadas.
- Ruido de distorsión de propagación caso de los fading o ductos.

Ruido originado en el equipo

- Ruido térmico o ruido residual originado en los Tx y Rx.
- Ruido de intermodulación, que consiste en el ruido de distorsión que origina los moduladores, demoduladores y circuitos.

2.4.4 Consideraciones para el Diseño de Enlaces.

En el diseño del circuito, es necesario calcular los ruidos anteriormente mencionados y no sobrepasar los límites de ruido dados por el CCIR, aunque en el caso de enlaces-UHF, no existen tales normas, pero en la actualidad existen comisiones que han emitido algunos informes que podemos ver en los anexos, por lo tanto nos basaremos en normas de otros países, caso Japón, Italia o Canadá después de esto, seleccionaremos el equipo, y sistema de antenas

desde un punto de vista global, con lo que se determina la calidad de los enlaces. Todos los pasos a seguir en este tipo de diseño están resumidos en los cuadros de cálculos de propagación. que se ha efectuado para el diseño de cada salto de -- UHF.

A continuación detallo la terminología utilizada en estos cuadros para una mejor comprensión de los mismos :

+ Características de los equipos

- a) Frecuencia central (f_0). Es la frecuencia con la que salen los transmisores a nivel de R.F. esta es utilizada en los cálculos y corresponde al valor central de la gama de frecuencias que estamos utilizando para nuestra red por diseñarse. En este caso nuestra $f_0 = 450\text{MHZ}$.
- b) Capacidad telefónica : Este valor se define en base a estudios de demanda, y plan de canalización que se hacen -- previo a los diseño de radio enlaces.

El CCITT en su recomendación G423 y el CCIR en su recomendación 380-1 hace mención sobre tipos multiplexación y capacidades telefónicas.

En equipo UHF que están entre 400 MHZ y 1500 MHZ se pueden ubicar capacidades telefónicas entre 12 y 120 canales, los cuales

son agrupados de acuerdo a las recomendaciones del CCIR ya sea en pre-grupos (3 canales) grupos (12 canales) o super-grupos (60 canales). (Rec. 379.3, anexo I del - CCIRR)

Banda de Frecuencias	Número de Canales
400MHZ	12, 24, 60
800MHZ	12, 24, 60
1500MHZ	24, 60

c) Factor de ruido del receptor (F)

Conocido también como figura de ruido, es uno de los más importantes factores para la determinación del rendimiento de los receptores. La figura de ruido varía con los transistores usados, pero está normalmente por debajo de 8db.

d) Potencia del transmisor (P_t)

Se requiere seleccionar la potencia de transmisión de acuerdo al trayecto de propagación y la topografía, y en vista de la necesidad de mejorar la confiabilidad mediante la adopción de equipos totalmente de estado sólido. En el mercado existen equipos de 0.3, 0.5, 1,3 y 10 W de salida, dependiendo de las características de tramo se elegirá la potencia de salida deseada.

e) Valor RMS de la desviación de Frecuencia (F_d).

El CCIR (Rec. 379-3) recomienda las siguientes desviaciones de frecuencias.

Número de Canales	Desviación de Frecuencias por Canal r.m.s.(KHZ) (1)
12	35
24	35
60	50, 100, 200

(1) Para 1mw, con un tono de 800 Hz en un punto con nivel de referencia cero. El índice de modulación para sistemas de baja capacidad puede estar en el rango de 0.2 a 0.8

f) Frecuencia más alta de la banda base (f_m)

Para efectos de cálculo de relación s/n es necesario conocer la frecuencia del canal más alto ubicado en la banda base. El CCIR para sistemas de baja capacidad nos da la siguiente distribución de canales en la banda base.

Nºde Canales	Rango de Frecuencias (KHZ)
12	12 a 60 ó 6 a 54
24	12 a 108 ó 6 a 102
60	12 a 252 ó 60 a 300

En nuestro diseño nos conviene usar equipos que tengan su banda base entre 60 y 156KHZ. para no interferir con los canales de supervisión del canal auxiliar del Sistema I.

g) Valor del Sistema (M)

El valor del sistema significa, la pérdida total permisible que da una relación s/n igual a 0dB, e indica el nivel de rendimiento del equipo.

El valor del sistema se calcula de la siguiente ecuación :

$$M \text{ (dB)} = 10 \log \frac{P_t \cdot M_o^2 \cdot X_1}{K \cdot T \cdot B \cdot F_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$M \text{ (dB)} = 10 \log P_t - 10 \log KTB - 10 \log F_1 + 20 \log M_o + 10 \log X_1 \dots\dots\dots (2)$$

Donde :

10 log Pt= Potencia del transmisor en dbm en condiciones de espacio libre.

10 log F1= Figura de ruido del receptor en dB=F

K = constante de Boltzman = 1.374×10^{-23} Joule/Kelvin.

T = temperatura absoluta: 273 + 20 = 293 (temperatura normal 20°C).

B= Ancho de banda de canal de voz = 3.1 KHZ

KT B= 1.248×10^{-14} mw.

$$10 \text{ Log KTB} = -139.04 \text{ dbm.}$$

$$M_o = \text{Indice de modulaci3n} = \frac{F_d}{F_m}$$

F_d = Desviaci3n de frecuencia correspondiente del tono de prueba de 200-KHZ RMS/CH.

F_m = Canal superior de B.B.

$$10 \text{ log } X_1 = X = \text{Factor de ponderaci3n psophometrico} = 2.5 \text{ dB.}$$

Es el valor que hay que agregar a la potencia de ruido de espectro uniforme en la banda de 3.1 KHZ, para obtener la potencia psophometrica ponderada.

Ejemplo de c3lculo : caso Yauca-Atiquipa.

$$P_t = 10w.$$

$$F_d = 35 \text{ KHZ}$$

$$F_m = 108 \text{ KHZ}$$

$$F = 7 \text{ dB}$$

$$X_1 = 2.5 \text{ dB}$$

$$M(\text{dB}) = 40 - (-139.04) - 7 + (-9.78) + 2.5$$

$$M(\text{dB}) = 154.76$$

+ CARACTERISTICAS DEL TRAMO :

a) Longitud del Tramo (d)

Está expresada en kilómetros (km) nos indica la distancia que existe entre dos estaciones que conforman un salto de radioenlaces.

b) Tipos de antena y ganancia de antena (G)

Es necesario seleccionar las antenas de acuerdo a las condiciones del trayecto de propagación de la onda radioeléctrica. En general, es deseable seleccionar antenas que tengan buena directividad para poder evitar la interferencia de ondas de radio no deseadas.

Algunas antenas que pueden usarse para las bandas de 400, 800 y 150 MHz y sus características se muestran en el cuadro (2.1).

La antena Yagi es usada ampliamente para las bandas VHF y UHF debido a su construcción simple, ganancia considerablemente alta y su costo relativamente menor en comparación con otro tipo de antenas, pero sus características de banda ancha no son las mejores. Por lo tanto, para el sistema de radio multiplex, se usan normalmente antenas parabólicas.

Los fabricantes consideran generalmente, ganancia absoluta y ganancia relativa la primera es referida a una antena isotrópica y es más usada para antenas de microondas y la segunda es referida a una antena tipo dipolo cuya ga -

nancia es de 2.15 db, por lo tanto tenemos :

Ganancia absoluta (Gdb) - 2.15dB = Ganancia relativa.

La ganancia de una antena cualquiera, es la habilidad de concentrar la potencia radiada en una dirección y se define como la razón de la potencia radiada por una antena isotrópica a la potencia radiada por la antena en consideración cuando ambas antenas producen la misma intensidad de campo en la dirección en que se desea especificar la ganancia. Una antena isotrópica radia o recibe energía igualmente en todas las direcciones y, aunque no se puede realizar en la práctica, sirve como elemento de referencia, considerando que su ganancia es 1.0

Debido a que la potencia radiada de una antena o la potencia recibida por una antena receptora depende del área efectiva de las mismas, la ganancia también dependerá del área efectiva, por lo cual podemos definir al área efectiva como la razón de la potencia disponible en las terminales de la antena a la potencia por unidad de área de la onda recibida.

El área efectiva de una antena isotrópica es :

$$A_{ISO} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \dots\dots (3)$$

λ = longitud de onda de la frecuencia de operación.

El área efectiva de una antena puede ser de 50 a 80% del área.

real, dependiendo del material y de su construcción mecánica. La ganancia de una antena es entonces, según su definición y referida a la antena isotrópica :

$$G = \frac{4 \pi}{\lambda^2} A_{ef} \dots\dots\dots (4)$$

c) Atenuación Unitaria de los Alimentadores

Las pérdidas producidas en las líneas alimentadoras que conectan la antena con el equipo de radio, pueden ejercer una gran influencia en la calidad del enlace dependiendo de las condiciones del edificio de la estación y de la altura de la torre de acero.

Generalmente, los fabricantes dan características de atenuación expresadas en dB por cada 100 metros.

Algunos tipos de alimentadores que son usados para las bandas de 400, 800, y 1500 MHz y sus características se muestran en el Cuadro (2.2)

+ Pérdidas de Radioenlace :

Las pérdidas de propagación están determinadas por las condiciones topográficas del trayecto de propagación de las ondas radioeléctricas, y varían grandemente dependiendo ya sea del trayecto en las distancias de la línea de vista, de la difracción en las montañas de la ruta y de la frecuencia.

a) Pérdidas por espacio libre (A_0)

Las pérdidas por espacio es definida como la pérdida que se obtendría entre dos antenas isotrópicas en el espacio

libre de obstáculos o lo que se conoce como línea de vista, es decir, no existe influencias de tipo obstáculo, refracción, difracción o absorción.

La idea básica de atenuación del espacio libre es la pérdida de la señal entre transmisor y receptor en una región sin obstrucciones y bajo condiciones de una atmósfera estándar. La potencia de la señal emitida por una antena transmisora se distribuye por dispersión sobre un área muy grande, con el resultado que la potencia de la señal que llega a la antena receptora, es una pequeña fracción de la potencia emitida. Este concepto es básicamente la ley inversa de propagación en óptica - (proporcional a la inversa de la distancia al cuadrado) aplicada a la transmisión de enlaces de radio UHF o microondas.

En un radio enlace se tiene una antena transmisora y otra receptora, separadas por una distancia d Kms. La potencia transmitida P_t es proporcional al área efectiva e igualmente la potencia recibida P_r . Si S es el flujo de energía por unidad de área en la dirección de transmisión y las antenas están alineadas en la dirección de máxima ganancia, a una distancia " d " se puede decir que debido a la antena transmisora de ganancia G_t .

$$S = \frac{P_t G_t}{4\pi d^2} \dots\dots\dots (5)$$

Igualmente para la antena receptora la potencia recibida es:

$$Pr = \bar{S} \cdot A_{ef}/r \quad \dots\dots\dots (6)$$

La ganancia según la ecuación (4) será :

$$Gr = \frac{4 \pi}{\lambda^2} A_{ef}/r \quad \dots\dots\dots (7)$$

Combinando las ecuaciones (5), (6) y (7) se obtiene la relación fundamental de la pérdida de espacio libre entre 2 antenas con ganancias Gr y Gt referidas a antenas isotrópicas

$$\frac{Pr}{Pt} = \frac{Gr \cdot \bar{S} \cdot \lambda^2 \cdot Gt}{4 \pi \cdot \bar{S} \cdot 4 \pi \cdot d^2} = \left(\frac{\lambda}{4 \pi d} \right)^2 Gr Gt \quad \dots\dots\dots (8)$$

Como las ganancias isotrópicas (Gr = Gt = 1) y expresando en decibelios tenemos :

$$Ao \text{ (dB)} = 10 \log \frac{Pr}{Pt} = 10 \log \left(\frac{4 \pi d}{\lambda} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

Otra fórmula práctica es :

$$Ao = 32.45 + 20 \log d + 20 \log f. \quad \dots\dots\dots (10)$$

d = distancia en km.

f= frecuencia en MHZ

b) Pérdidas por reflexión en superficie plana (A_{01}).

Cuando la energía es transmitida al espacio, parte llegará al receptor directamente y parte debido a reflexiones en la tierra o agua, al reflejarse las señales de UHF o microondas se absorberá cierta cantidad de energía por la tierra, originándose una atenuación y un cambio de fase de las ondas, dependiendo del coeficiente de reflexión que a su vez depende de la constante dieléctrica, la conductividad de la tierra y de la frecuencia de operación. Se puede decir que el receptor recibe junto con la onda directa, las ondas que se hayan reflejado y que tiene con respecto a la onda directa :

- Una amplitud relativa, debido a la atenuación al reflejarse.
- Un defasamiento relativo debido a la diferencia de trayectorias, que depende de las alturas de las antenas y de variaciones de K y
- Un defasamiento debido a las reflexiones, que depende del ángulo de incidencia y de las características del terreno.

El defasamiento total tiene un efecto perjudicial sobre la transmisión de la onda directa y en el caso de un sistema de microondas con modulación en frecuencia, aumentará la distorsión de fase y el ruido del sistema.

CUADRO N°2.2

ALIMENTADORES (CABLES COAXIALES)

Alimentador (Cable Coaxial)	150 MHz	400 MHz	800 MHz	1500 MHz
	dB/m	dB/m	dB/m	dB/m
RG-8/U	0.085	0.140	0.230	
RG-17/U	0.038	0.074	0.120	
10D-2V	0.06	0.10	0.16	
AF (ZE) 50-7	0.02	0.038	0.056	
SF (ZE) 50-7		0.028	0.044	0.062
SF (ZE) 50-9		0.023	0.035	0.042
SF (ZE) 50-13		0.017	0.026	0.036
SF (ZE) 50-13W		0.016	0.024	0.034

CUADRO N° 2.1
=====

TIPOS DE ANTENAS Y GANANCIAS

Banda de Frecuencia	Tipo de Antena	*Ganancia(Valor aprox) dB)		**Ancho de Banda	Uso
		Absoluta	Relativa		
150,400, 800 MHz	Antena de látigo /4, antena sleeve.	2.15	0	28(150) 110(400)	Móvil
	Antena Brown	2.15	0		Fijo(Base)
150MHz	Antena de látigo 5/8	3	0.85	35(150)	Móvil
400MHz	Antena colineal	5-7	2.85-4.85	38(150)	Fijo(Base)
150 MHz	Antena Yagi de 3 elementos.	8	5.85	10	
	Antena Yagi de 5 - elementos	10	7.85	5	
	Antena Yagi de 8 elementos	11.15	9.00	12	
	Antena Yagi de 8 elementos (2 stack)	13	10.85	5	
	Antena reflector - diédrico de 90°	15.5	13.35	8	
400MHz	Antena Yagi de 5 elementos.	8	5.85	35	
	Antena Yagi de 8 elementos	13	10.85	2	
	Antena Yagi de 8 elementos	10	7.85	35	
	Antena Yagi de 8 elementos (2 stack)	14.5	12.35	30	
	Antena de reflector diédrico de 60°	14	11.85	40	
	Antena parabólica de 3 mφ	18	15.85	50	
	Antena parabólica de 4.2 mφ	21	18.85	50	
800MHz	Antena Yagi de 8 elementos	12.65	10.5	50	
	Antena Yagi de 8 elementos (2 stack)	14	11.85	30	
	Antena Yagi de 12 elementos.	13.5	11.35	50	
	Antena Parabólica de 1.8mφ	20.5	18.35	70	
	Ant. Parabólica de - 2.4mφ	23	20.85	70	
	Ant. Parab. de 3.0mφ	24.5	22.35	70	
150MHz	Ant. Parab. de 4.2mφ	27.5	25.35	60	
	Ant. Parab. de 2.0mφ	27	24.85	100	
	Ant. Parab. de 3.0mφ	30	27.85	100	
	Ant. Parab. de 4.0mφ	33	30.85	100	

NOTA: * Ganancia absoluta : Ganancia isotrópica, Ganancia relativa: Comparada con la antena dipolo
 ** Ancho de Banda : 60 (800) banda de frecuencia.
 Ancho de banda en MHz

c) Pérdidas por obstáculo A_0^2 .

Antes de ver como se obtiene las pérdidas por obstáculos, veremos los conceptos de principio de Huygen y zonas de Fresnel. La noción de las zonas de Fresnel es muy útil para las transmisiones radioeléctricas, para las cuales un trayecto, sin obstáculos, o con ellos, tiene una influencia determinante, el margen sobre obstáculos se calcula con relación al radio de la primera zona de Fresnel. La Fig. 2.1 ilustra una antena transmisora, T, que emite energía que se desplaza a partir de la fuente en un frente de onda en expansión. El principio de Huygen establece que cada elemento d de este frente de onda primario actúa como una nueva fuente de radiación, emitiendo un frente de onda secundario, por ejemplo en P' , P'' , etc. Las radiaciones secundarias de todos los elementos de la onda original se suman, formando un nuevo frente de onda y, a su vez, cada uno de los elementos de este emite nuevas radiaciones. Esta configuración se repite indefinidamente de modo que la intensidad de campo en el receptor R es el vector suma de la infinidad de pequeñísimas ondas creadas por la antena transmisora.

En P' , solo una parte del nuevo frente de onda llegará al receptor, según la distancia a la antena transmisora y ángulo θ . Para el trayecto más corto "d" entre T y R, el án-

gulo θ es de 180° ; pero para cualquier otro trayecto estará comprendido entre 0 y 180° . Para cualquier punto, como P' , el coseno del ángulo θ es una medida del factor de oblicuidad que define la magnitud del componente que llega al receptor. Es obvio que, en el punto P'' , el ángulo θ es menor y la pequeña onda de P'' aporta menos que la onda en P , a la señal en R .

Si el trayecto por P' es media longitud de onda ($\lambda/2$) más largo de d , la diferencia de fase será de 180° y las señales se anularán mutuamente. Si la longitud del trayecto indirecto aumenta en media longitud de onda más, la señal que llega por este trayecto (punto P'') se sumará en fase a la señal directa. La longitud del trayecto indirecto puede aumentarse indefinidamente a fin de definir los trayectos para los cuales la señal anulará y reforzará alternativamente la onda directa.

La Fig. 2-2 ilustra otra vista del mismo trayecto radioeléctrico, como antes, la línea de trazos representa el frente de onda que se expande a partir de T . El punto P' define también el trayecto indirecto cuya longitud adicional es de media longitud de onda ($\lambda/2$). Si P' se desplaza por la circunferencia del círculo interior de la figura 2.2, definirá todos los trayectos posibles de longitud igual a $d + \lambda/2$. Este círculo interior se denomina primera zona de Fresnel, y su radio F_1 , está dado por :

FIG. 2.1 ILUSTRACION DEL PRINCIPIO DE HUYGEN

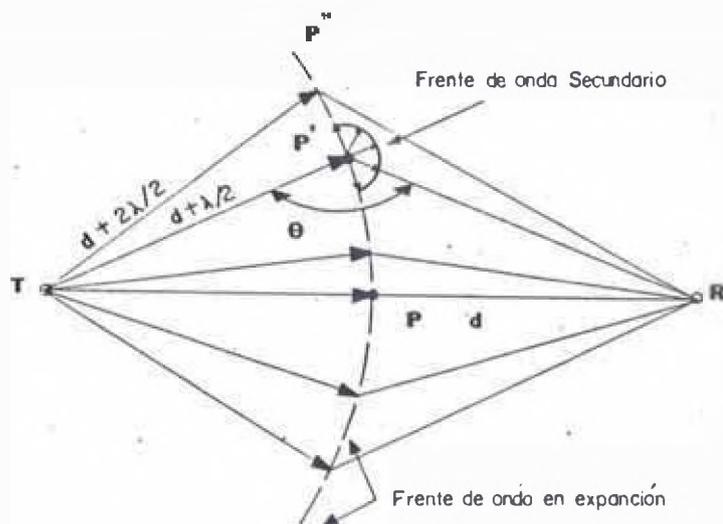


FIG. 2.2 SECCION TRANSVERSAL DEL PROYECTO RADIOELECTRICO, QUE MUESTRA LAS ZONAS DE FRESNEL

Longitudes de trayecto

zona n $d + n\lambda/2$

3ª zona $d + 3\lambda/2$

2ª zona $d + 2\lambda/2$

1ª zona $d + \lambda/2$

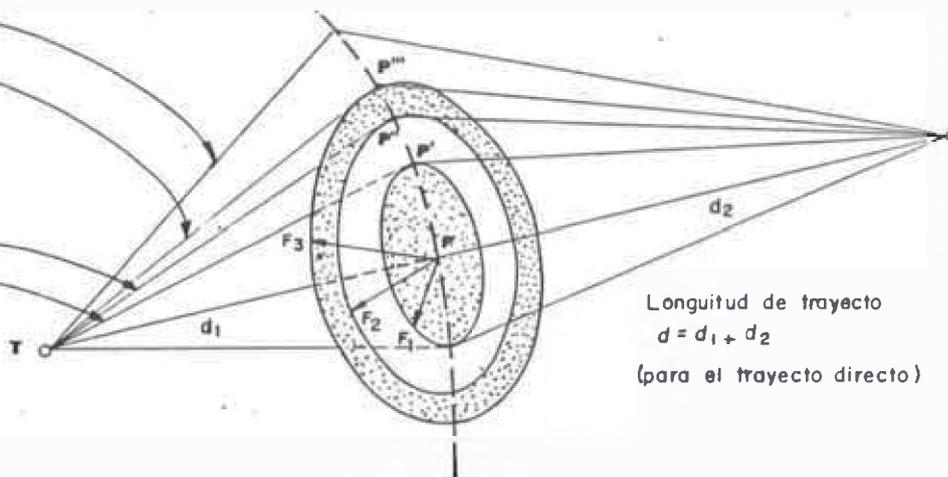
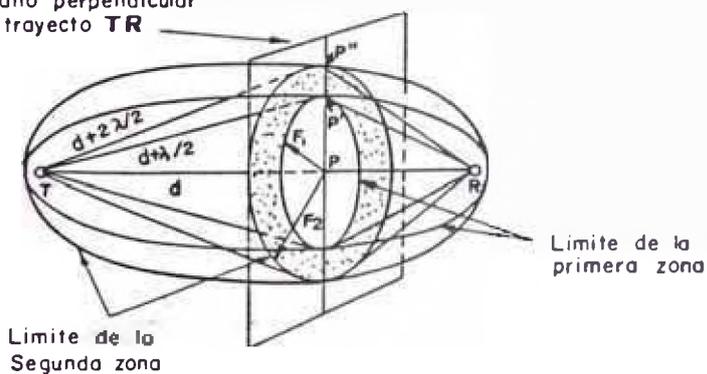


FIG. 2.3 REPRESENTACION DE LA ZONA DE FRESNEL EN TRES DIMENSIONES

Plano perpendicular al trayecto TR



$$F1 = 31.6 \sqrt{\lambda \frac{d1d2}{d}} = \left(\frac{d1 \cdot d2}{fd} \right)^{1/2} \cdot 548 \dots\dots\dots (11)$$

donde

d1 = distancia al extremo cercano del trayecto (km.)

d2 = distancia al extremo lejano del trayecto (km.)

d = d1 + d2 = longitud total del trayecto (km.)

λ = longitud de onda

f = frecuencia (MHZ)

El límite de la segunda zona de Fresnel está definido por el círculo para el cual "P" determina todos los trayectos indirectos posibles de longitud.

Igual a $d + 2 \cdot \lambda / 2$.

El radio de este segundo círculo es F2.

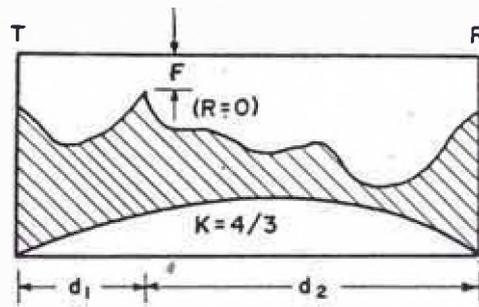
$$F2 = \sqrt{2} F1 \text{ (m)} \dots\dots\dots (12)$$

Analogamente, el radio de la tercera zona es $\sqrt{3} F1$, y así sucesivamente. Si definimos todos los límites de las zonas de Fresnel, la superficie tridimensional resultante es un elipsoide (Ver Fig. 2.3). Una sección transversal en ángulo recto al trayecto de los círculos concéntricos de la Fig. 11-2. A lo largo del trayecto esto se traduce en una serie de elipses. El límite de la elipse interior está definido por el radio de la primera zona de Fresnel, la siguiente elipse corresponde a la segunda zona de Fresnel, y así sucesivamente.

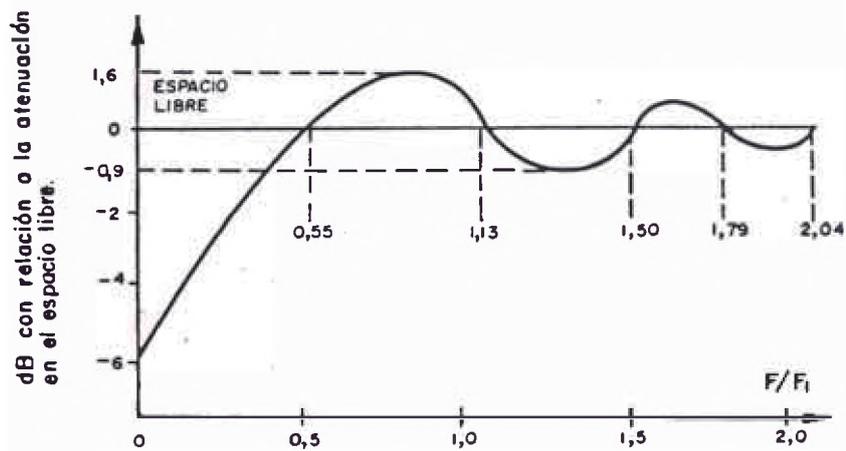
- Pérdidas por difracción en obstáculos cuando existe margen sobre obstáculos desde la incidencia rasante hasta la visibilidad directa.

Un obstáculo en forma de arista o cuchillo en el trayecto (Fig. 2.4), sólo bloquea una parte de la energía radioeléctrica. El resto es objeto de difracción en torno de la arista. De modo que se reciben señales incluso en la zona de sombra que queda debajo de la incidencia rasante. Si se elevan las antenas hasta que la incidencia sea rasante ($F/F1 = 0$) la atenuación será de 6dB, si se aumenta aún más el margen sobre obstáculos la intensidad de la señal crece hasta su valor nominal en el espacio libre en $F/F1 = 0.55$. Después, todo aumento de F hace oscilar la señal en torno de su nivel en el espacio libre, como ilustra la figura 2.5.

Esta misma curva se ha trazado en otra escala en la Fig. 2.4 que indica más claramente los puntos de cruce con el valor en el espacio libre. El valor de $F/F1$ indicado en la Fig. 2.4 y la variación cresta a cresta del nivel de la señal permiten establecer si la atenuación se debe a una difracción, y determinar la elevación del obstáculo a partir de los resultados de las pruebas de propagación.



a) Trayecto sobre una arista



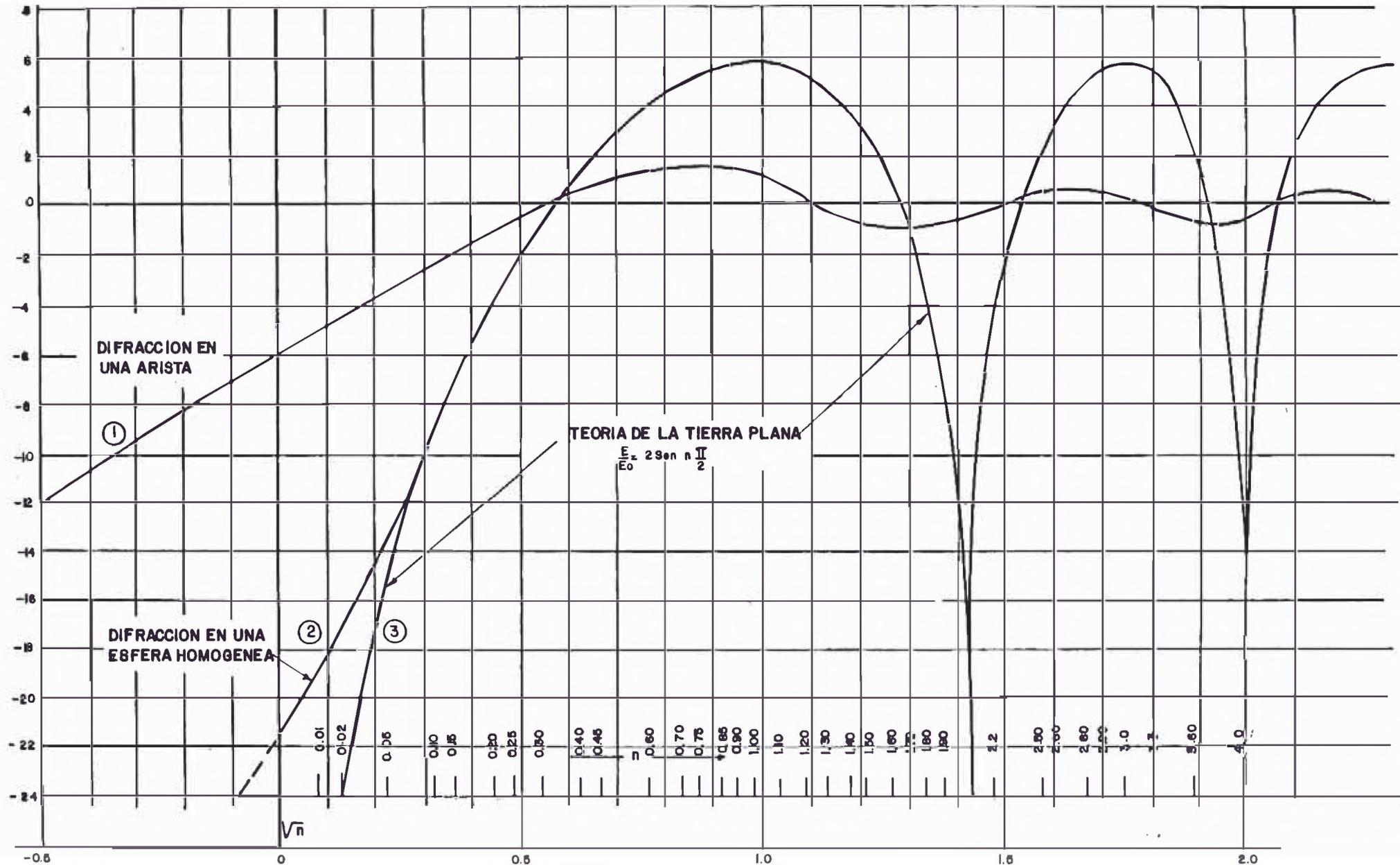
b) Atenuación del trayecto en función del margen sobre obstáculos

ATENUACION POR DIFRACCION EN UN ARISTA, CON GRAN MARGEN POSITIVO SOBRE OBSTACULOS.

FIG. 2.4

INFLUENCIA DEL MARGEN SOBRE OBSTACULOS EN LA TRANSMISION

ATENUACION EN dB A PARTIR DE LA PRODUCCION POR ESPACIO LIBRE



\sqrt{n}

$\sqrt{n} = \frac{F}{F_1} = \frac{\text{margen sobre el obstaculo}}{\text{radio de la primera zona f.}}$

- Pérdidas cuando el haz tiene un margen negativo

La Fig. 2.6 ilustra la atenuación por difracción cuando el margen sobre obstáculos del trayecto es negativo, esto es, por debajo de la incidencia rasante.

d) Pérdidas en circuitos de derivación RF (L_{bc})

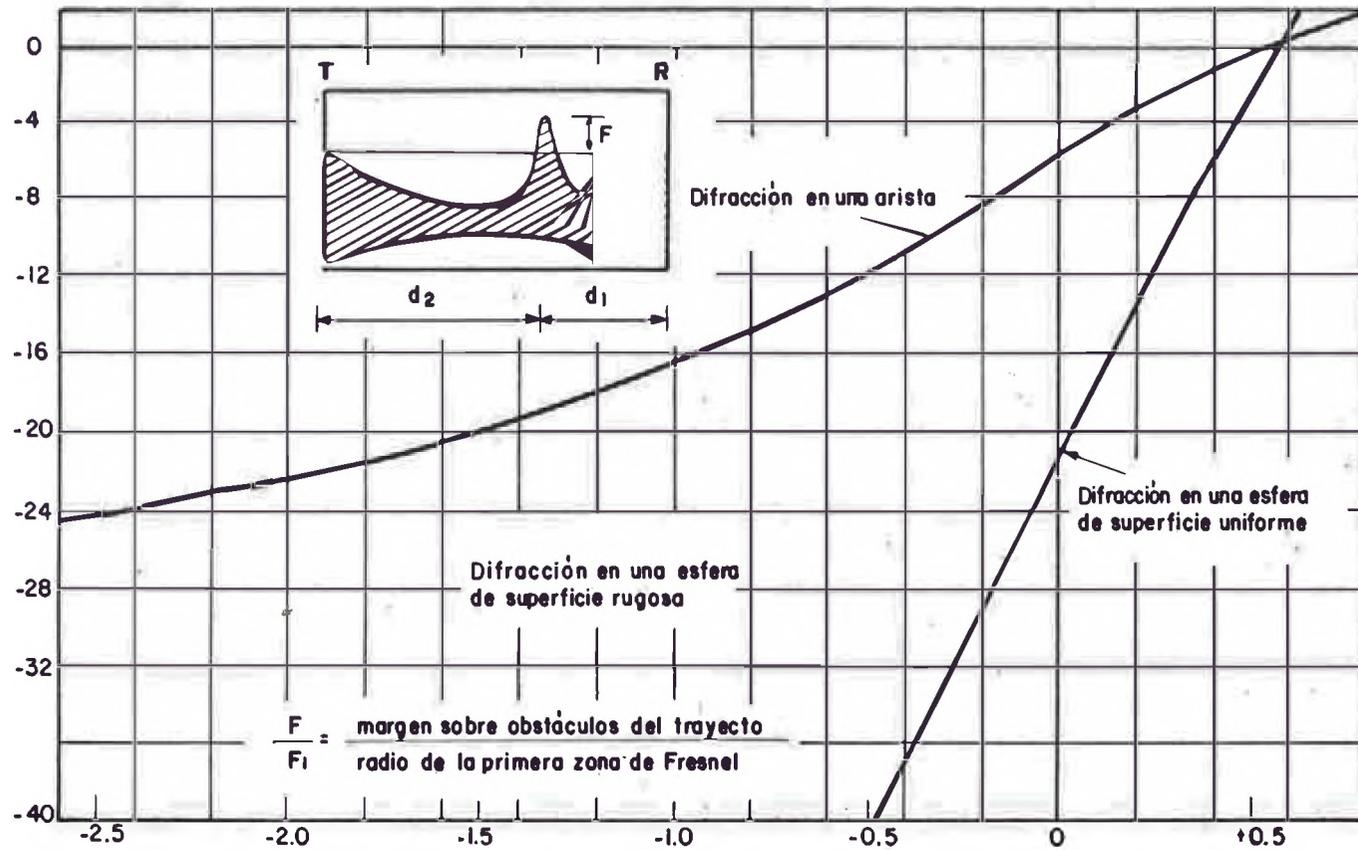
En general, en la banda de radio multiplex de 400 MHz, se usa una antena común para transmisión y recepción y requiere un circuito común para este propósito este circuito es conocido como duplexor que realmente son dos filtros unidos en forma de un circuito T.

La pérdida (L_{bc}) que ocurre en el circuito de derivación es aproximadamente entre 4 a 6 dB y la mayor parte se produce en los filtros.

e) Otras Pérdidas (L_a)

Constituyen las pérdidas debido a elementos constitutivos de la atmósfera, tales como el oxígeno, el vapor de agua y la lluvia. Estas pérdidas de energía en la atmósfera son más efectivas para longitudes de onda inferiores a 3 cm. o frecuencias superiores a 10 GHz.

La absorción de las ondas de radio en una atmósfera sin precipitaciones de agua es causada principalmente por las moléculas de oxígeno y el vapor de agua.



DIFRACCION EN UN ARISTA Y UNA ESFERA DE SUPERFICIE UNIFORME, CON MARGEN NEGATIVO SOBRE OBSTACULOS

En nuestros cálculos de atenuación este tipo de pérdida es nulo.

+ NIVELES

a) Atenuación del tramo (At)

Es el resultado de considerar todas las pérdidas del tramo, menos las ganancias de antena sin considerar la potencia del transmisor.

$$At = Lt - Gt \quad \dots\dots\dots (13)$$

At = Atenuación del tramo (dB)

Lt = Pérdida total (dB)

Gt = Ganancia total (dB)

b) Nivel de recepción (Pr)

Es el nivel en dBm que obtenemos después de restar la potencia de transmisión menos la atenuación del tramo.

$$Pr = Pt - At \quad \dots\dots\dots (14)$$

Pr = Potencia de recepción (dbm)

Pt = Potencia de transmisión (dbm)

At = Atenuación del tramo (dB)

c) Nivel de silenciamiento (P_{eq}) o (squelch)

Es el nivel al cual se debe ajustar un receptor de tal mane-

ra que cuando la señal recibida cae debajo de este nivel el sistema automáticamente corta la transmisión con la finalidad de evitar ruidos molestos en el multiplex. Este dato es por el fabricante pero está dado en función del nivel umbral mediante la siguiente fórmula :

$$P_{eq} = N_u + 7 \text{ dB} \quad \dots\dots\dots (15)$$

P_{eq} = Nivel de silenciamiento

N_u = Nivel de umbral

Cuando el voltaje pico de la señal recibida es igual o menor que el voltaje pico del ruido térmico, la relación señal a ruido en un canal telefónico se deteriora subitamente. La potencia de la señal recibida en estas condiciones se denomina potencia de nivel umbral.

En equipos UHF el nivel de umbral es del orden de -85 a -95 dbm.

d) Margen de ausencia de Fading (F_o)

Como su nombre lo indica es el margen que tendrá la señal que llega al receptor sin que se llegue al nivel de Squelch.

$$F_o = P_{eq} - P_r \quad \dots\dots\dots (16)$$

- e) Relación señal ruido térmico ponderado por tramo sin pre-énfasis.

El ruido térmico distorciona la señal debido a que produce modulación en amplitud y frecuencia. El efecto de la modulación en amplitud a la salida del demodulador del sistema depende de las características del limitador y del discriminador y es reducido considerablemente cuando se emplea un limitador perfecto y cuando la diferencia de frecuencia entre la portadora y el punto cero del discriminador es despreciable.

Desde que el ruido térmico produce sobre el ancho de banda de un canal telefónico unitario un espectro sustancialmente plano, se pueden emplear los resultados de la recomendación G.223.4 del libro azul de CCITT, siendo $F_B = 3,100$ Hz y el ancho de banda posofométrico correspondiente de 1,730 Hz, - el factor de ponderación introducirá una corrección DE.

$$X = 10 \log \frac{3.1}{1.73} = 2.5 \text{ dB}$$

Teniendo en cuenta lo anterior la relación señal ruido está expresada por :

$$S/N = \underbrace{10 \log P_t - 10 \log KTB - 10 \log F_1 + 20 \log M_o + x}_{\text{Valor del Sistema}} - \text{Atenuación del tramo}$$

$$S/N = M - A_t \dots\dots\dots (17)$$

- f) Potencia de ruido térmico ponderado por tramo sin pre-énfasis (P1).

La potencia de ruido térmico ponderado expresado en picowatios se calcula con la siguiente fórmula :

$$P_1 = 10^{(90-s/n)/10} P_{wop} \dots\dots\dots (18)$$

- g) Potencia de ruido térmico de la sección en ausencia de Fading (Pth)

Será la suma de los ruidos térmicos por tramos.

+ RUIDOS FIJOS

El ruido que se manifiesta en un enlace proviene de variadas - causas, algunas de las cuales dependen solo de los equipos - otras de los equipos y de la instalación, otros solo de la instalación.

De los equipos proviene el ruido térmico residual (Pt/r) y el de intermodulación (Pmd).

El ruido térmico está constituido de 2 contribuciones: una debido al modem y otra debido a los osciladores locales de transmisión y recepción. En ausencia de redes de énfasis la primera contribución tiene variación "triangular". Esto es su potencia crece proporcionalmente con el cuadrado de la frecuencia de la banda base en la cual se mide el ruido, el segundo tiene un máximo hacia el centro de la banda base.

El ruido de intermodulación debido a los equipos proviene del Modem y de las etapas de frecuencia intermedia y radio frecuencia, este último es de origen dinámico y su contribución en ausencia de énfasis, resulta "triangular" mientras que el del Modem está compuesto de una parte triangular y de una parte uniformemente repartida en la banda de modulación. El uso de las redes de énfasis tiene el objeto de hacer más uniforme la distribución de ruido en los canales a nivel de banda base, contrastando la variación "triangular".

Resumiendo entonces el ruido térmico residual o ruido del circuito en reposo, se origina principalmente en los osciladores locales y el ruido de intermodulación es causado por la no linealidad de la porción de banda base en la sección del modulador demodulador y el otro es causado por la característica no lineal amplitud vs. base de la sección del transmisor receptor.

Valores típicos de ruido residual están por el orden de los 50 a 100 pw. y valores típicos de ruido de intermodulación- esta por el orden de los 100pw.

Otro tipo de ruido fijo es el ruido de interferencia que ocurre cuando un enlace de radio se disturba por la onda radio - eléctrica de otro radio enlace o del mismo radio enlace.

El ruido de interferencia se clasifica en base a la ruta de la interferencia como sigue:

- I) Distorsión por eco del alimentador.
- II) Ruido de interferencia por el acoplamiento de antena de adelante hacia atrás (Front to back, F-B).
- III) Interferencia causada por una ruta de sobre-alcance (Over Reach . OR)
- IV) Distorsión de eco causado por propagación.

El ruido de interferencia anteriormente clasificado es pequeño. Por lo tanto si se disponene frecuencias adecuadas en un radio enlace, se desprecia la interferencia.

Como una referencia, la ecuación para el cálculo de ruido de interferencia se da a continuación :

$$\frac{S}{N} = 10 \log \frac{U}{D} + I + (S + 10) - 3dB \quad \dots\dots(19)$$

Donde :

D : Magnitud de la onda deseada.

U : Magnitud de la onda no deseada.

I : Factor de mejoramiento de s/n

$$I = 10 \log. (M_o^2 \frac{BF1}{B}) \quad dB$$

Donde :

$$M_o(SS - FM) \quad ; \quad \frac{f_d}{f_m}$$

f_d : desviación de frecuencia KHz y m.s.

BF1 : Ancho de banda de frecuencia intermedia.

B : Ancho de banda de frecuencia de transmisión
(3.1KHz en el caso de voz).

S : Selectividad efectiva del receptor dB.

En los cálculos de diseño del presente proyecto se ha despreciado esta clase de ruido puesto que los perfiles y la elección de adecuadas frecuencias hace que este valor sea despreciable.

+ POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING

En este punto tendremos que sumar la potencia de ruido término de la sección de ausencia de Fading más la potencia total de ruidos fijos de la sección expresado en picowattios ponderados.

2.4.5 EJEMPLO DE DISEÑO DE UN RADIOENLACE DE ESTE PROYECTO

Para ilustrar los pasos de cálculo de un salto de radioenlace escogeremos el salto de radioenlace entre Atiquipa y Bella Unión que es un salto típico con obstáculos para la primera zona de Fresnel como podemos apreciar en el perfil de la Figura 2.1 trazada para una mayor facilidad para observar los obstáculos en un papel con curvatura de $K=4/3$.

a) Características de los Equipos :

Frecuencia central (f_o)	450 MHz
Capacidad telefónica (N)	12 canales
Frecuencia máxima de BB (f_m)	108 KHz
Factor de ruido del receptor (F)	7 dB
Potencia del transmisor	10W, 40 dBm
Valor RMS de la desviación de frecuencia (F_d)	35 KHz
Frecuencia más alta de la banda base.	108 KHz
Valor de sistema (M)	

sabemos que:

$$M \text{ (dB)} = 10 \log P_t - 10 \log KTB - 10 \log F_1 + 20 \log M_o + 10 \log x_1$$

$$10 \log P_t = 40 \text{ dbm}$$

$$10 \log KTB = -139.04 \text{ dbm}$$

$$10 \log F1 = 7 \text{ db}$$

$$20 \log M_o = 20 \log \frac{F_d}{f_m} = 20 \log \frac{35}{108} = -9.78 \text{ dB}$$

$$10 \log x1 = 2.5 \text{ dB}$$

$$M \text{ (dB)} = 40 - (-139.04) - 7 + (-9.78) + 2.5$$

$$M \text{ (dB)} = 164.76 \text{ dB}$$

b) GANANCIA:

Consideraremos una ganancia de 19 dB por antena. Se trata de buscar el menor valor de ganancia pero con la condición de que tengamos un valor aceptable de potencia de ruido térmico ponderado por tramo. Por experiencias un valor no mayor de 350 pwp.

La ganancia total (Gt) será entonces :

$$Gt = 38 \text{ db.}$$

c) Cálculo de pérdidas

Pérdidas por espacio libre (A_o)

Para una $D = 49 \text{ km.}$ aplicamos la fórmula (10)

$$\begin{aligned} A_o &= 32.45 + 20 \log d + 20 f \\ &= 32.45 + 20 \log 49 + 20 \log 450 \end{aligned}$$

$$A_o = 119.31 \text{ db tomamos } A_o = 119 \text{ db}$$

Pérdidas por superficie plana (A_{o1})

Por las características del perfil en este tramo no tenemos pér-

didadas por reflexión, entonces :

$$A^{\circ}_1 = odb.$$

Pérdidas por obstáculo

En esta parte del diseño se trabaja con la hoja de perfil correcpondiente a este salto, primero debemos determinar la altura de la antena tanto en Atiquipa (lado A) como en Bella Unión (ladoB) considerando que debemos de obtener un margen de claridad, entre la línea de vista y el obstáculo.

En caso de que no tengamos una línea de vista con buen margen - de claridad como en nuestro caso podríamos trabajar considerando una atenuación debida a los obstáculos.

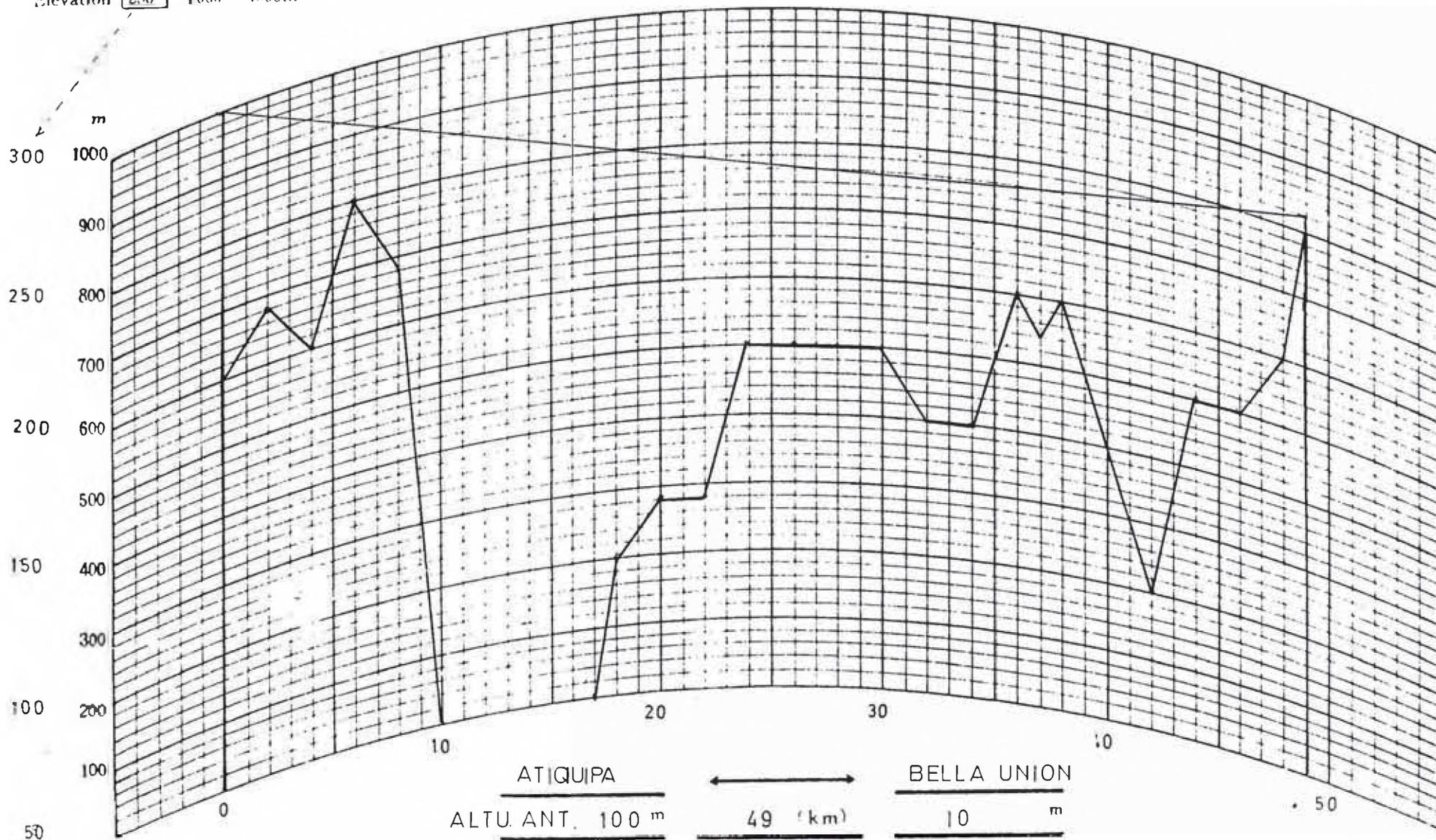
El salto entre Atiquipa y Bella Unión tiene una longitud de 49 km. En la torre de la repetidora de M.O. de Atiquipa existen antenas de microondas a la altura de 109, 120, 128 y 133 ms, - por este motivo tendríamos hasta un máximo de 107 m. para ubicar la posición de nuestra antena UHF, por facilidades de instalación (ubicación de uno de los descansos de la torre) consideraré una altura máxima de 100ms.

Note : The altitude scale shall be multiplied by 1/4 or 4, as the distance is plotted in half or double scale.

Distance	60	120	240km
Elevation	250	1000	4000m

FIGNO. 2.7

DATE _____



Después de trazar la línea del haz entre Atiquipa y Bella Unión vemos que a 6 km. y a 38 km. tenemos dos obstáculos, los cuales los pasamos considerando una altura de antena en Atiquipa de 100m. y en Bella Unión de 10ms. pero no estamos pasando completamente la primera zona de Fresnel por lo que debemos calcular por obstáculo sus respectivas pérdidas.

1) A 6 km. : obstáculo tipo arista.

Primero calculamos el radio de la primera zona de Fresnel en este punto.

$$\begin{aligned} \text{Para 450 MHz } F1 &= 25.8 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{d}} \\ &= 25.8 \sqrt{\frac{6 \times 43}{49}} \end{aligned}$$

$$F1 = 59.2 \text{ m.}$$

Del perfil obtenemos que el margen de claridad sobre el obstáculo es de $F = 22$.

Para calcular la atenuación por obstáculo nos tenemos que remitir a la Fig. 2.5 pero previamente tenemos que calcular la relación:

$$F/F1 = 22/59.2 = 0.371$$

Con este valor obtenemos una atenuación de 2dB.

2) A 30 kms. obstáculo tipo esfera homogénea.

Para 450 MHz

$$F1 = 25.8 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d}}$$
$$= 25.8 \sqrt{\frac{38 \times 12}{49}}$$

$$F1 = 75.35$$

Del perfil obtenemos que el margen de claridad sobre el obstáculo es de :

$$F = 6 \text{ m.}$$

Por lo tanto:

$$F/F1 = 6/75.35 = 0.079$$

De la Fig. 2.5 obtenemos una atenuación de 5dB.

Sumando los resultados obtenidos tenemos una atenuación 7dB

$$\therefore A_{o2} = 7\text{dB}$$

PERDIDA DE LOS ALIMENTADORES (A + B) (Lfd)

La longitud de cable a utilizarse en Atiquipa (Lado B) será la longitud de la altura de antena más un margen de 10 ms. para ingresar a la sala de equipos y llegar al punto de salida o entrada del transmisor/receptor.

$$(100 + 10) + (10 + 10) = 130\text{ms.}$$

Como la atenuación unitaria más conveniente para esta longitud es de 3dB/100 m. tendremos una atenuación de 3.9dB que lo redondamos a $L_{fd} = 4\text{dB}$.

Pérdidas en circuitos de derivación RF (L_{bc}).

Hemos tomado un promedio de algunos equipos y tomaremos un valor de : $L_{bc} = 4\text{dB}$.

OTRAS PERDIDAS (L_a).

Para la frecuencia en la que estamos trabajando no existen pérdidas de este tipo pero esta zona es de diversidad en la red troncal de microondas por lo que para seguridad nos daremos una $L_a = 1\text{dB}$.

PERDIDAD TOTALES (L_t).

Será la sumatoria de las pérdidas parciales anteriormente calculadas.

$$\begin{aligned} L(t) &= A_0 + A_0^2 + L_a + L_{fd} + L_{bc} \\ &= 119.3 + 7 + 1 + 4 + 4 = 135.3 \end{aligned}$$

d) CALCULO DE NIVELES

Atenuación del Tramo (A_t)

$$\begin{aligned} A_t &= L_t - G_t \\ &= 135.3 - 38 \\ A_t &= 97.3 \end{aligned}$$

CALCULO DE NIVEL DE RECEPCION (SIN FADING) (Pr)

$$\begin{aligned} Pr &= Pt - At \\ &= 40 - 97.3 \\ Pr &= -57.3 \text{ dbm} \end{aligned}$$

NIVEL DE SILENCIAMIENTO Peq

Tomamos el valor de Peq = -85 dbm

CALCULO DE MARGEN DE AUSENCIA DE FADING Fo

$$\begin{aligned} Fo &= (Peq) - (Pr) \\ &= 85 - 57.3 \\ Fo &= 27.7 \text{ dB} \end{aligned}$$

CALCULO DE RELACION SEÑAL A RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PREENFASIS (S/N)

$$\begin{aligned} S/N &= M - At \\ &= 164.7 - 97.3 \\ S/N &= 67.4 \text{ dB} \end{aligned}$$

CALCULO DE POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS (P1).

$$\begin{aligned} P1 &= 10 \left(\frac{90 - s/n}{10} \right) \quad (P_{wop}) \\ &= 10 \left(\frac{90 - 67.4}{10} \right) \\ P1 &= 10 \\ P1 &= 181.9 = P_{th} \end{aligned}$$

e) RUIDOS FIJOS (P_{ex})

En este caso vamos a considerar 200pw por ruido térmico residual de los transmisores y receptores y por intermodulación de los modems.

f) POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING
(P)

Será la sumatoria de ruidos fijos más la potencia de ruido térmico de la sección en ausencia de Fading.

$$\begin{aligned} P &= P_{ex} + P_{th} \\ &= 200 + 181.9 \\ P &= 381.9 \text{ pwop} \end{aligned}$$

Todos estos resultados se reúnen en una hoja de cálculos de propagación que está en el siguiente capítulo (Fig. 3.7A).

2.5 CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS AL DISEÑO DE LOS RADIOENLACES

Hasta el momento sólo hemos tomado en cuenta todo lo referente a la manera como será llevada la señal radioeléctrica a través de repetidoras, pero este sistema no será posible su implementación si no se consideran algunos aspectos que a continuación detallo.

2.5.1 SISTEMAS DE ENERGIA:

Definitivamente la confiabilidad de un sistema de comunicaciones estará en directa relación con el tipo de sistema de energía utilizado en las diferentes estaciones repetidoras o terminales. Para poder elegir el tipo de sistema de energía más adecuado a usarse se debe de realizar un cuadro de consumo de energía por estación. En el presente proyecto se ha decidido por la utilización de grupos electrógenos con rectificador/cargador y banco de baterías en las terminales que no tengan energía comercial confiable durante todo el día que denominaré Tipo I y celdas solares más bancos de baterías y sistemas de control para las repetidoras de difícil acceso para evitar el gasto por construcción de vías de acceso o carreteras así como disminuir los costos de mantenimiento; que denominaré Tipo II.

Para el dimensionamiento de estos sistemas tendremos en cuenta las siguientes fórmulas :

A) Sistema Tipo I : a) La capacidad del banco de baterías.(CB)

Se determinará con la siguiente relación :

$$CB = \frac{WL}{V_B \times N} \times \frac{1}{0.97} \times T \text{ (En AMP- HRS)}$$

Donde :

WL = Potencia total requerida para los equipos en watts.

V_B = Voltaje de cada elemento de la batería cuando esta descargada, en voltios por elemento.

N = Número de elementos de la batería.

T = Tiempo requerido de funcionamiento en horas.

b) Capacidad del rectificador (IR)

Consideraremos la siguiente fórmula :

$$IR = \frac{WL}{V_a \times N} + \frac{1.3 CB}{T_c} \text{ (En amperios)}$$

Donde :

V_a = Voltaje de cada elemento de la batería al final de la carga, en voltios por elemento.

T_c = Tiempo de recarga de la batería, en horas (normalmente 24 ó 48 hrs.)

c) Carga efectiva (w)

$$W = \frac{IR \times V_a \times N \times Pf}{0.85} \text{ (En wattios)}$$

En donde :

P_f = factor de potencia

d) Potencia requerida a NPT (Presión y temperatura normalizados)

$$P = \frac{\text{Carga total en Kw}}{0.746} \times \frac{1}{Ea} \times \frac{1}{fa} \quad (\text{en HP})$$

Donde :

P = Potencia normal, en HP, del motor Diesel requerido a nivel del mar y a la temperatura normal para suministrar la potencia necesaria al alternador en su lugar de utilización.

Ea= Eficiencia del alternador e igual a

0.75 en grupos electrógenos de hasta 7.5 KVA y

0.80 " " de hasta 20 KVA.

fa= Factor de reducción por altitud

(3.5% de reducción de potencia por cada 300 m. de altitud, por encima de 150 m.s.n.m.)

Refiriéndonos siempre al caso de Bella Unión realizaré los cálculos referente al sistema de energía :

1. Cálculo de cargas :

Equipo radio UHF, 10 W 50 W

Equipo Mux (con capacidad máxima de 61 W

12 CH) Total : 111 W

2. Dimensionamiento del banco de baterías

$$C_B = \frac{WL}{V_B \times N} \times \frac{1}{0.97} \times T \quad (\text{Amp. Hrs.})$$

$$WL = 111 \text{ W}$$

$$V_B = 1.815 \text{ V/Elemento}$$

$$N = 13 \text{ elementos}$$

$$T = 12 \text{ horas.}$$

$$CB = \frac{111}{1.815 \times 13} \times \frac{1}{0.97} \times 12$$

$$CB = 58.19 \text{ Amp-Horas}$$

3. Capacidad del rectificador (IR)

$$IR = \frac{WL}{V_a \times N} + 1.3 \frac{CB}{T_C}$$

$$V_a = 2.4 \text{ V/Elemento}$$

$$N = 13 \text{ elementos}$$

$$T_c = 24 \text{ horas}$$

$$IR = \frac{111}{2.4 \times 13} + 1.3 \times \frac{58.19}{24}$$

$$IR = 6.709 \text{ Amp.}$$

4. Carga efectiva (W)

$$W = \frac{IR \times V_a \times N \times Pf}{0.85}$$

$$W = \frac{6.709 \times 2.4 \times 13 \times 0.8}{0.85}$$

$$W = 197.02 \text{ Watios}$$

5. Carga total (en Kw)

Equipos	0.197
Otras cargas	1.5
(se incluye el consumo del AVR)	

$$WT = 1.697$$

6. Potencia requerida a N.P.T. (P)

$$P = \frac{WT}{0.746} \times \frac{1}{E_a} \times \frac{1}{f_a}$$

$$E_a = 0.75$$

$f_a = 1$ debido a que el grupo el éctrógeno
trabaja a 200 m.sn.m.

$$P = \frac{1.697 \times 1}{0.746 \times 0.75}$$

$$P = 3.04 \text{ HP} \quad \text{ó} \quad 2.2 \text{ kw.}$$

De acuerdo a estos resultados consideraremos :

1 Banco de baterias de 60 amp-horas

1 rectificador doble de 7 amp x 2

1 motor de 2.5 Kw.

B) SISTEMA TIPO II

a) La capacidad del panel solar.

Se determinará para condiciones standard con la siguiente fórmula :

$$P = P_o \left(F \times K \times \frac{Q_{max}}{Q} \right)$$

P = Potencia del panel solar en Watt - pico

P_o = Potencia requerida por la carga o potencia promedio de salida de la fuente en watos.

K = Margen de diseño que incluye las pérdidas del circuito (1.4).

F = Eficiencia de carga y descarga de la batería (1.2 para baterias de plomo-acido y 1.4 para baterias alcalinas).

Q_{max} = Energía solar máxima sobre la superficie de la tierra - (85.8 cal/cm²/hr).

Q = Promedio anual de la energía solar sobre el panel a determinado valor del ángulo de inclinación en cal/cm²/hr.)

NOTA: El valor óptimo del ángulo de inclinación se obtiene mediante cálculos geofísicos, como una primera aproximación se considera igual a la latitud del punto de instalación.

Debido a que la órbita del sol cambia en 23.5° durante el año, para obtener una mayor potencia sería recomendable reajustar 2 veces al año (durante los equinoccios de otoño y de primavera). El ángulo de inclinación del panel es de 11.75° respecto al valor standard. Si esto no es posible se debe ajustar a su valor óptimo la pérdida máxima de potencia en estas condiciones será de 7 al 8%.

b) Capacidad de banco de baterías.

$$CB = 24 \frac{I_o (S + A)}{D}$$

CB = capacidad del banco de baterías en AMP-HRS.

Jo = Corriente promedio de salida del banco de baterías en Amp.

D = Factor de descarga del banco (0.65 para baterías de plomo ácido).

A = Margen adicional en días considerando los días nublados, con neblina, la presencia de nieve, etc.

Los resultados de los consumos de energía por estación del presente proyecto están resumidos en el Cuadro 1, del capítulo IV.

2.5.2 SISTEMAS DE SUPERVISION Y CONTROL :

Generalmente estos sistemas se usan para controlar el estado de las estaciones repetidoras o terminales desde un punto que se considera como centro de supervisión y nos podrá indicar, estado de los transmisores receptores, nivel de combustible, puerta abierta, alarmas de temperatura alta, también nos permitirá poder realizar conmutación de motores a larga distancia.

Este tipo de sistema es justificable en caso de redes con alta capacidad en este proyecto no consideramos para disminuir en parte los costos.

2.5.3 SISTEMAS DE TORRES Y BALIZAJE

Tanto los sistemas de microondas como UHF necesitan de torres con buenas características de rigidez debido a que las antenas usadas en estas frecuencias tienen gran directividad, por este motivo a fin de que la orientación del lóbulo de mayor ganancia se mantenga, se debe tener muy en cuenta la rigidez, considerada tomando en cuenta la velocidad del viento y la carga de las antenas que soportará.

Los principales tipos de torres son :

- Autosoportadas
- Tipo mastil o ventadas.

Las torres autosoportadas son utilizadas cuando el área del terreno disponible para su ubicación es limitada como ocu -

re generalmente en las ciudades.

Las torres tipo mastil se utiliza cuando no existe impedimento para instalar los vientos. Existen recomendaciones sobre la ubicación de los anclajes que dicen que se debe ubicar a una distancia de la base igual al 80% de la altura de la torre conformando 3 vientos a 120°.

En lugares cercanos a aeropuertos o rutas aéreas para prevenir accidentes se deberá instalar luces de balizaje en las torres.

2.5.4 Sistemas de Protección.

En los sistemas de protección podemos considerar los sistemas de tierra para lo cual se tendrá que construir un pozo de tierra para proteger el equipo contra cualquier descarga eléctrica. La resistencia de tierra deberá ser menor que 10 Ohmios.

Un sistema de pararrayos también es necesario instalar en la parte superior de las torres, el cual realizará la función de proteger la torre y la caseta de equipos contra descargas atmosféricas. Al diseñarse el sistema de pararrayos deberá considerarse en su cobertura la caseta de equipos, es decir, ésta debe ser ubicada dentro del espacio de 45° desde la altura de la torre.

2.5.5 Caseta de Equipos

El diseño de la caseta para los equipos deberá considerar una adecuada protección de los equipos contra los efectos de humedad, calor, polvo, viento, etc., así como de seguridad contra robo.

La caseta debe ser lo suficientemente alta para permitir un fácil acceso para realizar mantenimiento preventivo o correctivo. En algunos casos se deberá considerar futuras ampliaciones o instalaciones de nuevos equipos.

2.5.6 Tablero de Operadora y Central de Conmutación.

A la vez que se hace la implementación de la red, se deberá considerar la implementación de los tableros de operadora y centrales de conmutación a nivel local.

El tablero de operadora servirá como interfase entre el sistema local y el de larga distancia. A las terminales que no cuenten con servicio telefónico local, se deberá dotar de una central de conmutación que puede ser manual o tipo automática.

En este proyecto estamos considerando la instalación de centralitas manuales de 50 abonados con posibilidad de ampliación.

CAPITULO III

C A P I T U L O III

INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 Ubicación del Proyecto

En la Fig. 3.1 se muestra la ubicación del proyecto indicando las vías de accesos a los pueblos comprendidos.

3.2 Esquema de la Red.

En la Fig. 3.2 A y 3.2.B se indica el esquema de la red del proyecto constituidos por enlaces de radios UHF y cables multi pares de interconcección. Podemos apreciar que parte de este proyecto utiliza la red troncal de microondas existente.

3.3 Plan de Ruta.

El plan de ruta del sistema se muestra en las figuras 3.3A -- hasta 3.3.D, en éstas se indican las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones con sus alturas correspondientes (sobre el nivel del mar), los ángulos azimutales y la distancia entre las estaciones adyacentes.

3.4 Detalle de Ubicación de las Estaciones

A fin de facilitar las ubicaciones de las estaciones terminales y repetidoras se incluye la siguiente información :

- a) Croquis de acceso a cada una de las estaciones en las Figs. 2.4A hasta 2.4J.
- b) Ubicación en el mapa de escala 1/100,000 de las estaciones en las Figs. 2.5 A a 2.5

En lo que respecta a las estaciones de microondas, que van a ser utilizadas en este proyecto no se incluye ubicación, ni croquis de las mismas por ser existentes.

En lo que respecta a la ubicación de las estaciones terminales de Bella Unión, Yauca, La Punta de Bombón y Cocachacra, están sujetas a las gestiones que realice la administración a fin de lograr la donación o compra de los terrenos necesarios, los que preferentemente deben estar ubicados en el perímetro del parque principal que consideraremos como centro de alambre.

3.5 Perfiles de los Radioenlaces

Las Figs. 3.5A a la Fig. 3.5 M muestran los perfiles de los trayectos los cuales se emplearon para determinar las alturas de las torres y antenas y asimismo realizar los cálculos de propagación. La interconexiones que se haran a través de cables aéreos multipares autosoportados entre la estación de radio y la-

Localidad respectiva serán :

- a) Cerro Chala - Chala
- b) Quinchin - Ocoña
- c) C° Comucha - Chuquibamba
- d) Central La Curva - Punta de Bombon
- e) Central La Curva - Cocachacra
- f) C° La Curva - Central La Curva

3.6 Altura de Torres y Antenas

La Fig. 3.6A a 3.6 D muestran las alturas necesarias de las torres y antenas del proyecto, que garantizan que el sistema cumpla con las recomendaciones de calidad y confiabilidad de transmisión.

3.7 Descripción de los Trayectos :

3.7.1 Estación Terminal Bella Unión - Estación Repetidora Atiquipa (M/O)

Tramo de 49 kms. sobre terreno rocoso arenoso, existen 2 obstáculos que ocasionan una atenuación adicional de 7dB. A consecuencia de la distancia y la atenuación adicional en este tramo se ha considerado el uso de antenas parabólicas de 3 metros de diámetro de 19dBi de ganancia y alturas de antenas de 10m. y 100m. de altura respectivamente, con potencia de salida del transmisor de 10W, a fin de obtener un nivel adecuado que asegure la confiabilidad del sistema.

3.7.2 Estación Terminal Yauca- Estación Repetidora Atiquipa.

Tramo de 22 kms. sobre terreno arenoso, existe 1 obstáculo a una distancia de 6 km. a partir de Atiquipa que ocasiona una atenuación adicional de 4.2dB. Por este motivo hemos considerado el uso de antena Yagi de 8 elementos con ganancia de antena de 12dB con potencia de salida en Tx de 10 watos y altura de antena de 15 m y 75 m. respectivamente con lo cual obtenemos un buen nivel de señal manteniendonos sobre los margenes de ruido permisible.

3.7.3 Estación Terminal C°Chala - Estación Repetidora Atiquipa

El tramo es de 18.5 kms. sobre terreno pedregoso y a 8 - kms. de la repetidora de microondas encontramos un obstáculo de un cerro tipo arista que tiene una altura de 200- m.s.n.m., el cual impide pasar los 2/3 de la zona de Fresnel que atenua el nivel de recepción en 6dB. Para este tramo se ha considerado el uso de antenas Yagi de 12dB de ganancia. Utilizando transmisores de 10W. de salida y altura de antena de 15m. y 100m. respectivamente para tener una buena confiabilidad del sistema.

3.7.4 Estación Terminal de radio C°Chala _ Chala (Oficina)

Debido a su corta distancia (1 km) este tramo será cubierto por un cable multipar autosoportado de 30 pares para

los 6 canales telefónicos y/o reemplazos que eventualmente -
tendrán en el futuro.

3.7.5 Estación Terminal de Radio Atico - Estación Repetidora

La Punta.

El enlace es de 9 km. de longitud con obstáculo a 5 km. de la repetidora de La Punta que atenúa la señal de radio en 3dB por lo que se ha considerado conveniente utilizar antenas de 2mØ de 16dBi de ganancia. Los transmisores tendrán una potencia de 1 watio y las antenas serán instaladas a una altura de 15 m. y 70 ms. respectivamente.

3.7.6 Estación Terminal Caraveli - Estación Repetidora C°Cordova.

La longitud del tramo es de 8 km. y existe línea de vista, sin obstrucción de la primera zona de Fresnel. Por lo que se considera antenas Yagi de 12dB de ganancia, potencia de transmisión, de 1 watio de salida y altura de antena de 15 m. y 25m. respectivamente.

3.7.7 Estación Repetidora C°Cordova - Estación Repetidora C° - Gentil.

Tramo de 48.5 kms. sin presencia de obstáculos sobre un terreno rocoso por lo que se considera una altura de antena de 25m. en ambos extremos, la potencia de los transmisores es de 1 w. y antenas tipo parabóla con 4m. de diámetro y ganancia

cia 22dBi para un buen funcionamiento del sistema.

3.7.8 Estación Repetidora C°Gentil - Estación Repetidora La Punta (M/O)

Tramo de 27.8 km. en este trayecto no existe obstáculos y se ha considerado una altura de antena de 15 ms. con antenas de 3 m. de diámetro con ganancias de 19dBi de ganancia. Los transmisores tendrán una potencia de 1 watio.

3.7.9 Estación Repetidora M/O Quinchin - Ocoña.

Por ser un tramo corto (3.5km.) se ha precisado instalar un cable aéreo autosoportado de 10 pares para los 4 canales telefónicos, considerándose que el equipo multiplex estará en Quinchin.

3.7.10 Estación Terminal Cotahuasi -C°Llacsaccacca.

Este tramo es de 9.2 km. en este trayecto existe el problema de obstáculo por lo que se ha determinado utilizar antenas de 2m ϕ de 16dBi de ganancia ubicados a 19m. y 59ms. respectivamente, utilizaremos transmisores de potencia de salida de 1 w. La atenuación por obstáculo es de 10dB.

Este trayecto es de características rocosas y pedregosas pasando el haz de transmisión por toda la quebrada de Cotahuasi.

3.7.11 Estación Repetidora C°Llacsaccacca - Estación Repetidora - C°Pucaylla.

Tramo de 47.8 sobre terreno rocoso, para obtener un buen mar

gen de confiabilidad en este trayecto y al no encontrarse obstáculo en este tramo se ha considerado utilizar antenas de 3m ϕ de 19dBi de ganancia a una altura de 23m. en ambos lados. Los transmisores deberán tener una potencia de 1 watio.

3.7.12 Estación Repetidora C°Pucaylla - Estación Repetidora C°Comucha

Tramo de 35.8 km. sobre terreno pedregoso, no existe obstáculo, la altura de las antenas son de 10m. y 9m. respectivamente. Las ganancias de antena será de 16dBi tipo parabola con diámetro de 2m. La potencia de los transmisores es de 1 watio con lo que obtenemos un buen nivel de recepción.

3.7.13 Estación Repetidora C°Comucha -Chuquibamba.

Por ser el tramo bastante corto (5km.) se utilizará un cable aéreo multipar autosoportado de 30 pares. En C°Comucha se deberá instalar el equipo multiplex.

3.7.14 Estación repetidora C°Comucha- C°Quemado (M/O)

Tramo de 161.5 kms. sobre terreno pedregoso, arenoso, existe buena línea de vista pero debido al tramo muy largo se ha considerado conveniente utilizar antenas parabólicas de 3m ϕ de 19dBi de ganancia, a una altura de 8 m. y 10m. respectivamente con una potencia de transmisión de 10wattios.

3.7.15. Estación Terminal Mollendo - Estación Terminal C°La Curva.

Tramo de 24.2 kms. sobre terreno arenoso, existe obstáculo que nos da una atenuación adicional de 6dB por lo que hemos consi-

derado la instalación de antenas parabólicas de 2m² y de 16dB de ganancia con una altura de antena de 15 m. y 30 m. respectivamente con una potencia de transmisión de 10 w.

3.7.16 Estación Central La Curva - Cocachacra

La posteria existente en el valle de Tambo es de buena calidad debido a que constantemente se hace mantenimiento de la planta externa y líneas físicas. es por este motivo que se desecha la posibilidad de utilizar un radio enlace. Entre C°La Curva y Cocachacra optando por la utilización de un cable multipar aéreo autosoportado de 20 pares entre Central La Curva y Cocachacra en un tramo de 84 kms.

3.7.17 Estación Central La Curva- Punta de Bombón.

Igual que el caso anterior, para este tramo de 4 kms. utilizaremos un cable multipar de 30 pares.

3.7.18 Estación Terminal C°La Curva La Curva.

Este tramo traerá todos los canales de la terminal de C°La Curva hasta la oficina de La Curva para que sea como un punto de repartición hacia Cocachacra y Punta de Bombón. La longitud del tramo es 1 km. y será a través de un cable multipar de 50 pares.

3.7.19 Estación de Microondas Punta Gorda - Estación terminal Camaná.

Tiene una distancia de 8km. y existe un cable de banda base de

150 tipo cuadrete por el cual enviaremos la banda base de un multiplex que será instalado en Camaná e insertado en Punta Gorda, consideramos este tramo debido a que se considerará una ampliación de 6 canales, además de los 6 que tiene actualmente, se hará una inserción a nivel de banda base en la repetidora - de Punta Gorda.

3.8 CALCULO DE PROPAGACION

Los cuadros 3.7 A al 3.7B, muestran los resultados de los cálculos de propagación del sistema efectuado tomando en consideración los siguientes parametros.

Frecuencia de RF	: 450 MHz
Potencia de Transmisión	: 30dBm. 40dBm
Capacidad de Transmisión	: 24 CHS Telefónicos.
Desviación de Frecuencia	: 35 KHz (rms)
Factor de ruido	: 7 dB
Frecuencia máxima de BB	: 156 KHz.
Ganancia de antenas	: 12, 16, 19, 22dB
Atenuación de cable coaxial	: 3dB/100m.
Nivel de silenciamiento	: -85dBm

3.9 PLAN DE CANALIZACION MULTIPLEX

La Fig. 3.9A, 3.9B y 3.9C muestran el plan de canalización multiplex en donde se indica la distribución de los circuitos telefónicos entre las diferentes localidades del proyecto.

3.10 FILOSOFIA DE OPERACION

El tráfico telefónico de las localidades escogidas en este proyecto sera ha través de tablero de operadora y/o la central semielectronica PRX de Arequipa, la consideración de - esto depende de la estadística de tráfico realizado por - administración de Arequipa.

El sistema de conmutación y tarifación será a través de la-central de Arequipa la que a su vez permitirá el acceso a la red nacional e internacional de telecomunicaciones de Entel Perú.

Los equipos a utilizarse en este proyecto tienen la posibilidad de acondicionarse de acuerdo a los requerimientos del - proyecto con solo cambio de unidades en referencia al discado directo y tipo ring down.

El mantenimiento de los equipos estará a cargo de personal de Arequipa para la reparación de fallas muy complicadas, pero - se deberá contar con personal entrenado en Chala, Caraveli y Chuquibamba, debemos considerar que en Mollendo se cuenta con - personal técnico que se haria cargo de el mantenimiento de los equipos ubicados en el Valle de Tambo.

3.11. Configuración del Sistema.

La Fig. N° 3.11.1 muestra la configuración general del sistema. Se indica el encaminamiento de las señales de las diferentes poblaciones a la central de Arequipa.

3.12 Esquema de Equipamiento

Las Figs. N°3.12.1A, 3.12.1B, 3.12.1.C muestran en forma esquemática el equipamiento que se requiere en cada estación.

El cuadro N°2 del capítulo IV, indica la matriz de equipamiento necesario para la implementación del proyecto.

3.13. Plan de Frecuencias

La asignación de frecuencias de operación del sistema UHF - dentro de la banda de 450 se encuentra en la Fig. N°13.1 lo que ha sido escogida de tal manera de evitar los problemas de interferencia.

3.14 Sistema de Tierra y Pararrayos.

En las Figuras N°3.14.1, 3.14.2 y 3.14.3 muestran en detalle el sistema de tierra y pararrayos a instalarse en cada una de las estaciones.

En los casos de las repetidoras C°Atiquipa C°La Punta. C° - Quinchi, C°Quemado y Mollendo como son estaciones existentes de M/O y teniendo su respectivo sistema de tierra y pararra-

yo's, solamente los equipos de radio a instalarse se interconectaron a este Sistema.

3.15 Sistema de Energía

Para garantizar la continuidad de operación del sistema ante eventuales interrupciones del suministro AC primario de energía, la alimentación de los equipos de efectuará en DC, por un rectificador o un panel de células fotovoltaicas, asociados a un banco de baterías en carga flotante (Ver. Fig. 3. 15.1A y - 3.15 1B)

En el equipamiento de energía se considerará los siguientes casos :

a) Estaciones equipadas con sistemas fotovoltaicos.

Provisto de :

Un arreglo de paneles solares

Un banco de baterías

Un regulador.

La energía solar alimentará los equipos y simultáneamente al banco de baterías cuya capacidad deberá proveer al sistema con una autonomía de 3 días.

Aplicación:

- Estación repetidora C°Llappaccacca

" " C°Cordova

- Estación repetidora C°Gentil
 - " Terminal C° Comucha
- b) Estación con acceso a suministro comercial por horas provisto de :
- Un grupo electrógeno.
 - Un rectificador cargador.
 - Un banco de baterías.
 - Un estabilizador de voltaje.

En condiciones normales el suministro comercial proveniente de la central eléctrica del pueblo o ciudad cubriría los requerimientos de los equipos UHF a través de un estabilizador de voltaje (AVR) si la energía comercial se inerrumpe el sistema permanecerá en servicio con la energía proveniente del grupo electrógeno de reserva que a través de su banco de batería en sistema floating dará una confiabilidad de servicio las 24 horas.

Aplicación :

- Estación Terminal de Bella Unión
- " " " Yauca
- " " " Chala
- " " " Atico
- " " " Caraveli
- " " " Cotahuasi
- " " " La Curva

c) Estaciones con acceso a suministro de energía de las Estaciones de microondas.

Los equipos a instalarse en las estaciones existentes utilizará el mismo sistema de energía necesitándose solamente de una llave tipo cuchilla que independice el sistema existente con el sistema a emplearse.

Aplicación :

- Estación Repetidora de Quinchin
- " " " Atiquipa
- " " " La Punta
- " " " Quemado
- " Terminal de Mollendo
- " " de Arequipa

En lo que respecta a la repetidora C°Pucaylla existe energía - tipo AC ya que en este cerro existe una repetidora del canal 6 de TV de Arequipa, trabajando con dos grupos electrógenos en forma dual. En este caso, se tendría que adicionar el rectificador / cargador más el banco de baterías según Fig. 3.15.2

3.16 Enlaces Físicos

3.16.1 Cables multipares de interconexión

a) C°Chala - Chala (1 km.) Fig3.16.1A

C°Comucha - Chuquibamba (5 Km) Fig.3.16.1B

-Central La Curva - Co cachacra (8.4km.) Fig.3.161B

-Central La Curva Punta de Bombón (4 Km.) "

Mediante un cable aéreo autosoportado de 30 pares utilizando postes de madera de 9ms. de altura con vanos promedios de 50 m.

b) Terminal C°Quinchin - Central Ocoña

Mediante cable aéreo autosoportado de 10 pares utilizando postes de madera de 9ms. de altura con vanos promedios de 50m. (Ver Fig. 3.16 1B)

c) Terminal C°La Curva - Central La Curva

Mediante cable aéreo autosoportado de 50 pares utilizando - postes de madera de 9 ms. de altura con vanos promedios de 50 ms. (Ver Fig. 3.16.1 A).

Nota: Central La Curva - Central Cocachacra

Central La Curva - Central Punta de Bombón.

En estos enlaces existen comunicación telefónica a través - de línea física por lo que se utilizará la misma postiería pero cambiando el cable de inteconexión de acuerdo a los re querimientos de la demanda telefónica de dichos pueblos.

3.17 Línea de Transmisión de Energía

- a) Terminal de Radio C°La Curva - La Curva
" " " C° Chala - Chala

Como se indicó anteriormente, los equipos de radio serán alimentados con la energía AC proveniente del sistema eléctrico del pueblo a través de una línea de transmisión de 800ms. respectivamente cuyo tendido utilizará la misma pos^{er}tería del cable multipar (Ver Fig. 3.16.1A).

- b) Repetidora Canal 6 TV. Repetidora C° Pucaylla (ver Fig. 3.16.1 C).

3.18 Obras Complementarias

La relación de las obras complementarias para la implementación del proyecto se encontrarán en el Cuadro N°3 del capítulo siguiente.

En la fig. 3.18.1A y 3.18.1B se indica las dimensiones de la sala de radio y energía cuya construcción deberá ser de material móvil.

La torre a emplearse en la terminal de Cotahuasi será de tipo arriestrada por lo tanto, se requiere tomar las necesarias precauciones en la elección de los terrenos para las edificaciones.

Se debe considerar la construcción de las cabinas de atención al público en los locales de los concesionarios.

3.19 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas, están contenidas en el Capítulo V del presente proyecto, en él se detallan las características que deberán reunir los equipos para cumplir con los objetivos de diseño del sistema.

3.20 Nota Final

Si bien inicialmente solo se pondrá en servicio su capacidad inicial telefónica en cada una de las poblaciones del proyecto se recomienda la adquisición de las unidades de canal indicadas como capacidad final multiplex en las figs. 3.2.A y 3.2.B y en el plan de canalización 3.9.1 A y 3.9.1B.

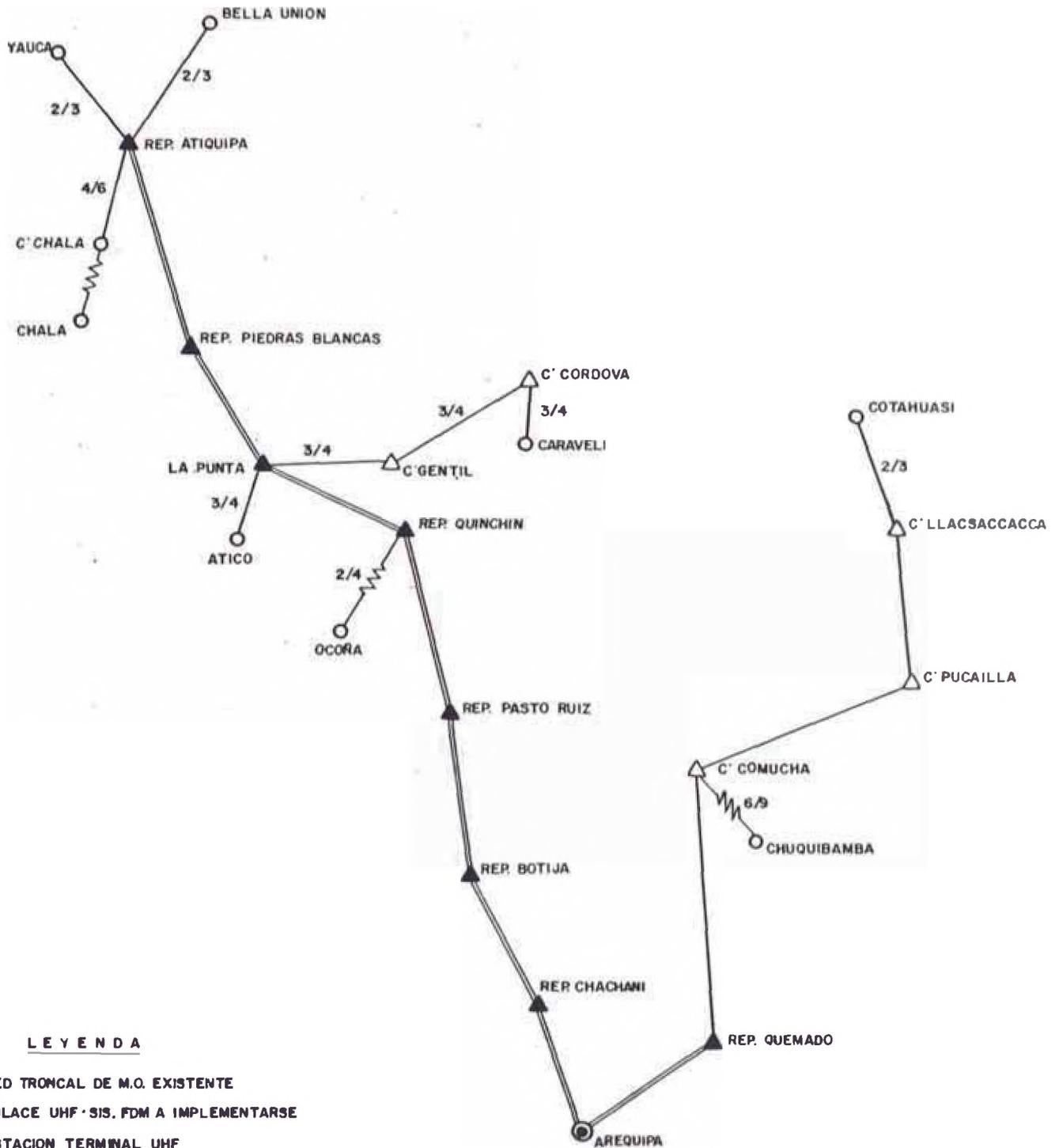
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : MAPA DE UBICACION

FIG. N° 3.1



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO · ESQUEMA DE LA RED · APOYO EN SISTEMA I

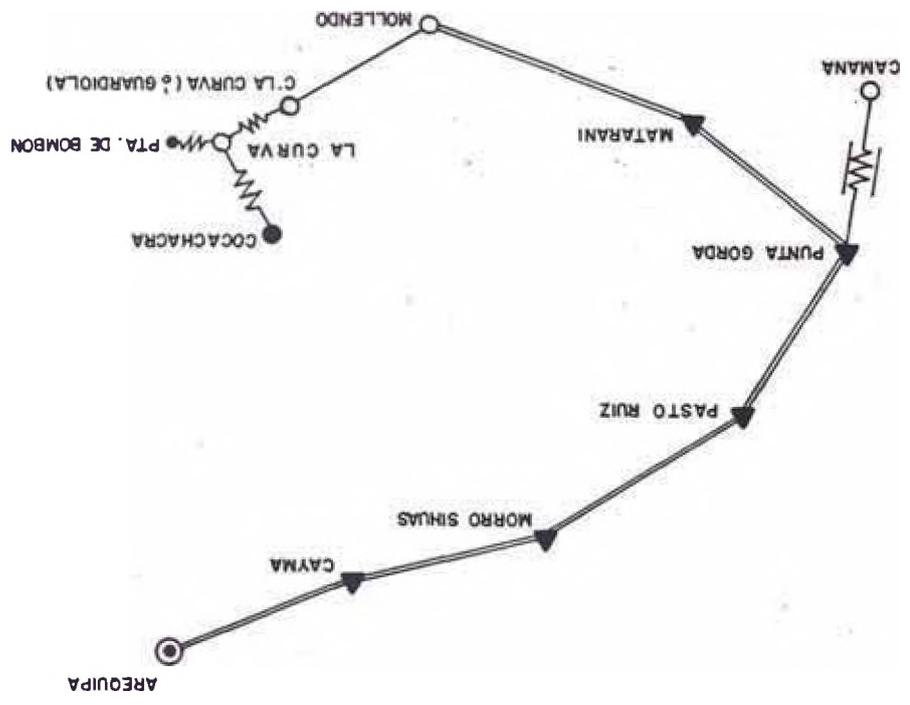
FIG. N° 3.2.A



LEYENDA

- RED TRONCAL DE M.O. EXISTENTE
- ENLACE UHF · SIS. FDM A IMPLEMENTARSE
- ESTACION TERMINAL UHF
- △ ESTACION REPETIDORA UHF
- ESTACION TERMINAL DE M.O.
- ▲ ESTACION REPETIDORA DE BANDA BASE DE M.O.
- ENLACE A TRAVEZ DE CABLE MULTIPAR
- 3/4 CAPACIDAD INICIAL/CAPACIDAD FINAL (MULTIPLEX)

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO: ESQUEMA DE LA RED - APOYO EN SISTEMA II



LE Y E N D A

== RED TRONCAL DE M.O. EXISTENTE

— ENLACE UHF - SIST. FDM A IMPLEMENTARSE

○ ESTACION TERMINAL UHF

▽ ESTACION REPETIDORA UHF

● ESTACION TERMINAL DE M.O.

▼ ESTACION REPETIDORA DE BANDA BASE DE M.O.

● POSTA TELEFONICA

— CABLE DE BANDA BASE TIPO CUADRETE (EXISTENTE)

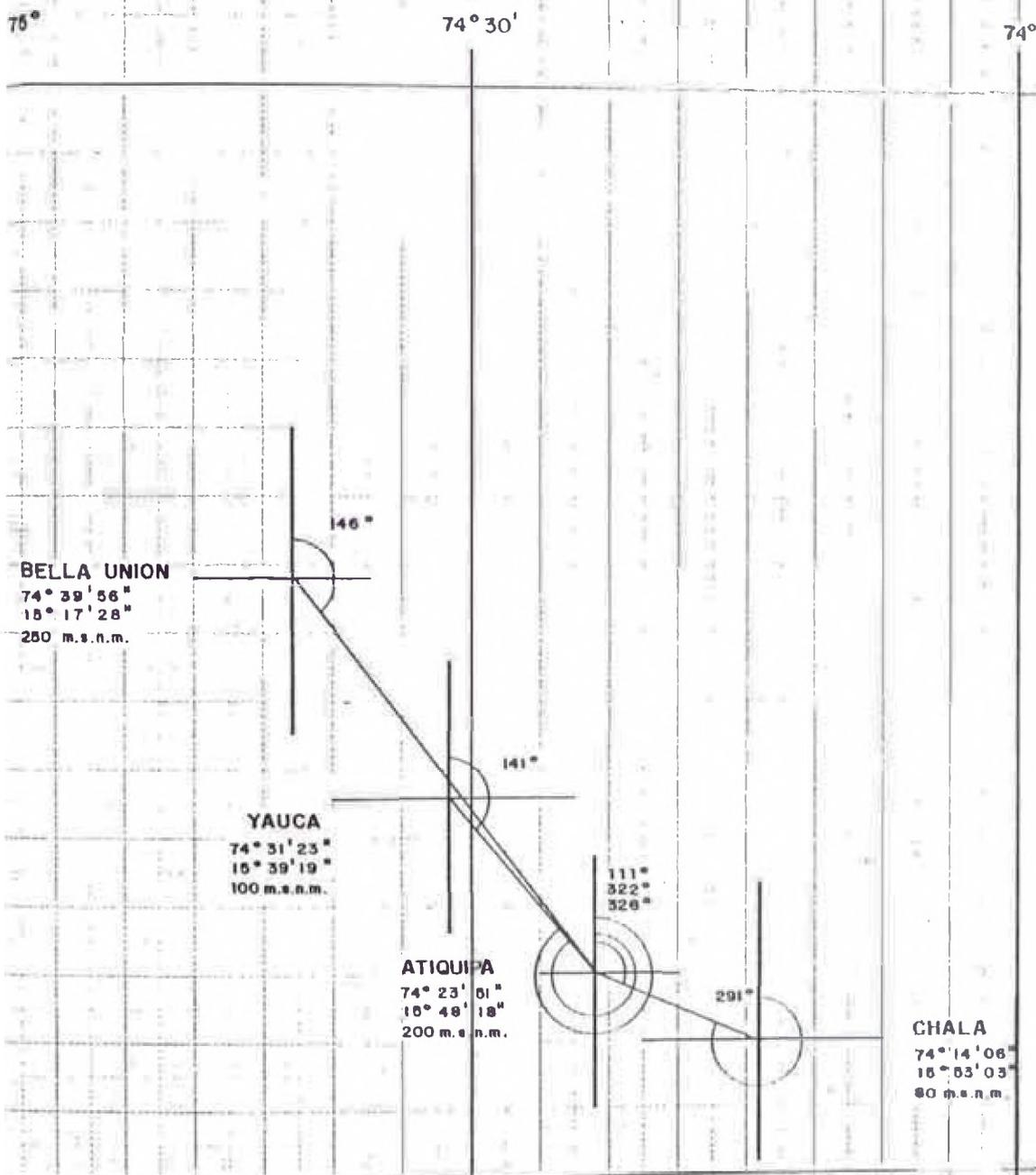
— ENLACE A TRAVEZ DE CABLE MULTIPAR

8/12 CAPACIDAD INICIAL/CAPACIDAD FINAL (MULTIPLEX)

FIG.N.º 3.2.B

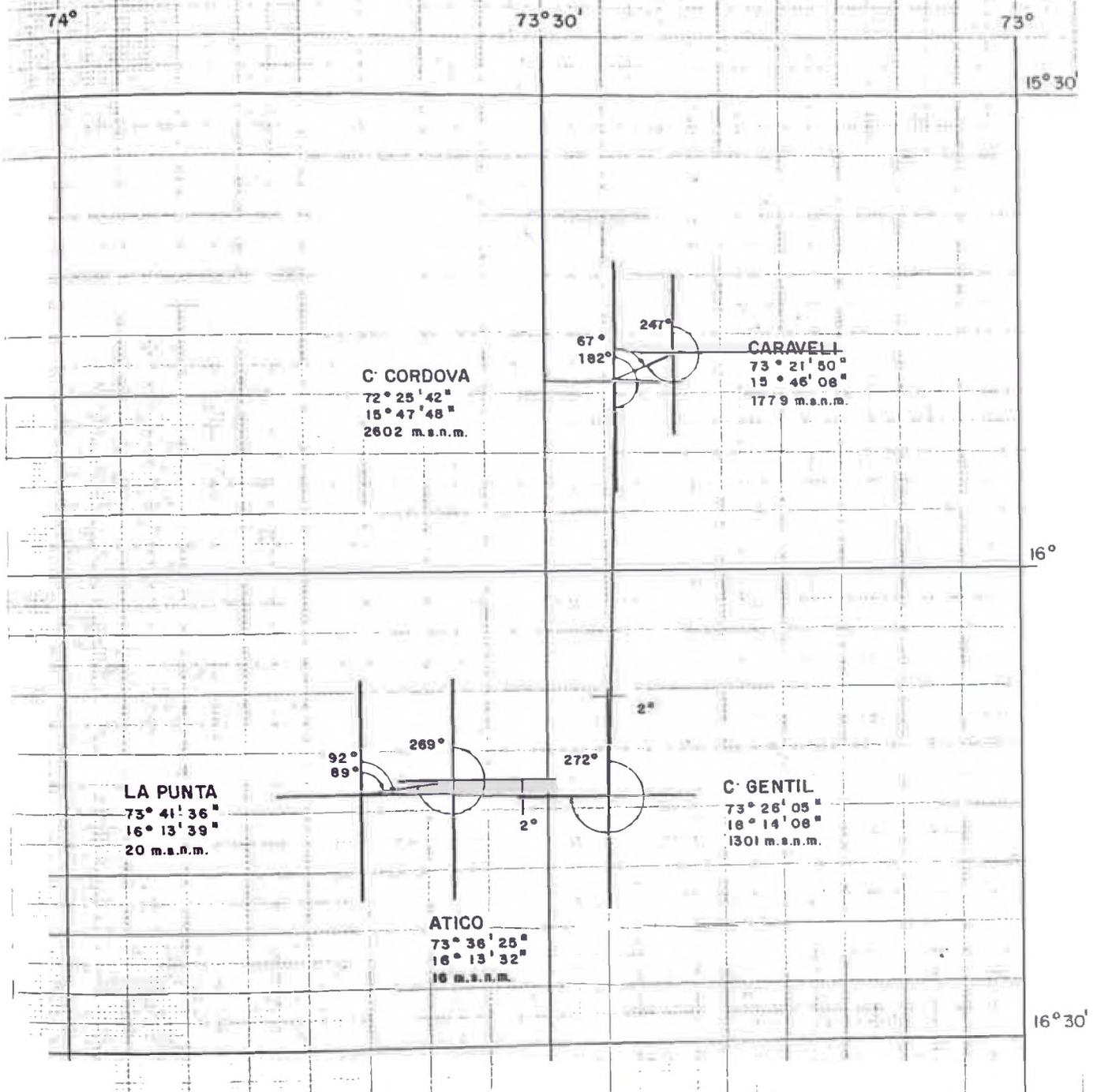
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : COORDENADAS GEOGRAFICAS Y AZIMUT DE LAS ESTACIONES · INSERCIÓN EN REPETIDORA ATQUIPA

FIG. N° 3.3 A



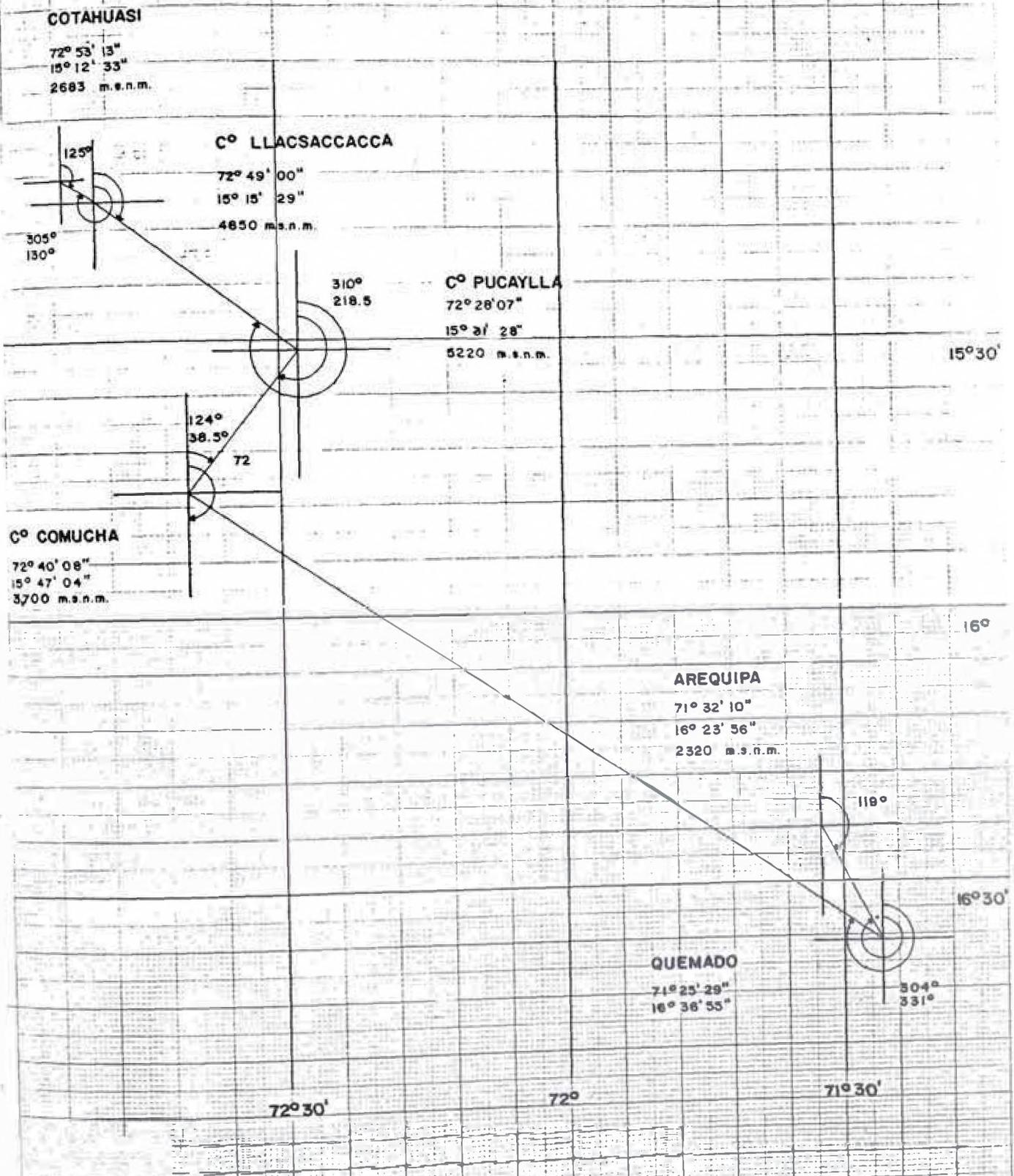
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : COORDENADAS GEOGRAFICAS Y AZIMUTH DE LAS ESTACIONES, INSERCIÓN EN LA REPETIDORA DE LA PUNTA DE ATICO.

FIG. N° 3.3.B



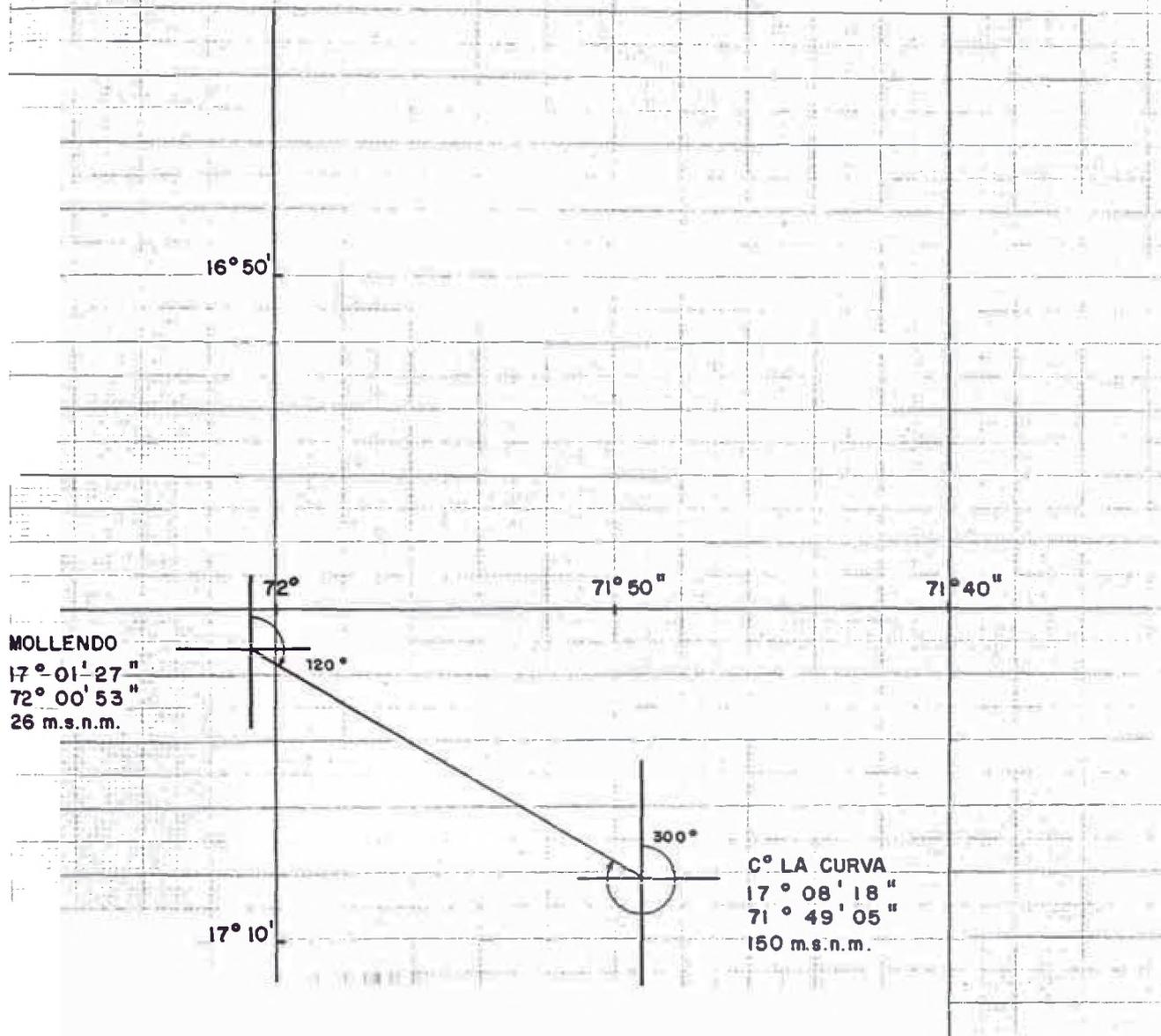
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : COORDENADAS GEOGRAFICAS Y AZIMUT DE LAS ESTACIONES
(Inserción en la Repetidora de Quemado)

FIG. N° 3.3 C



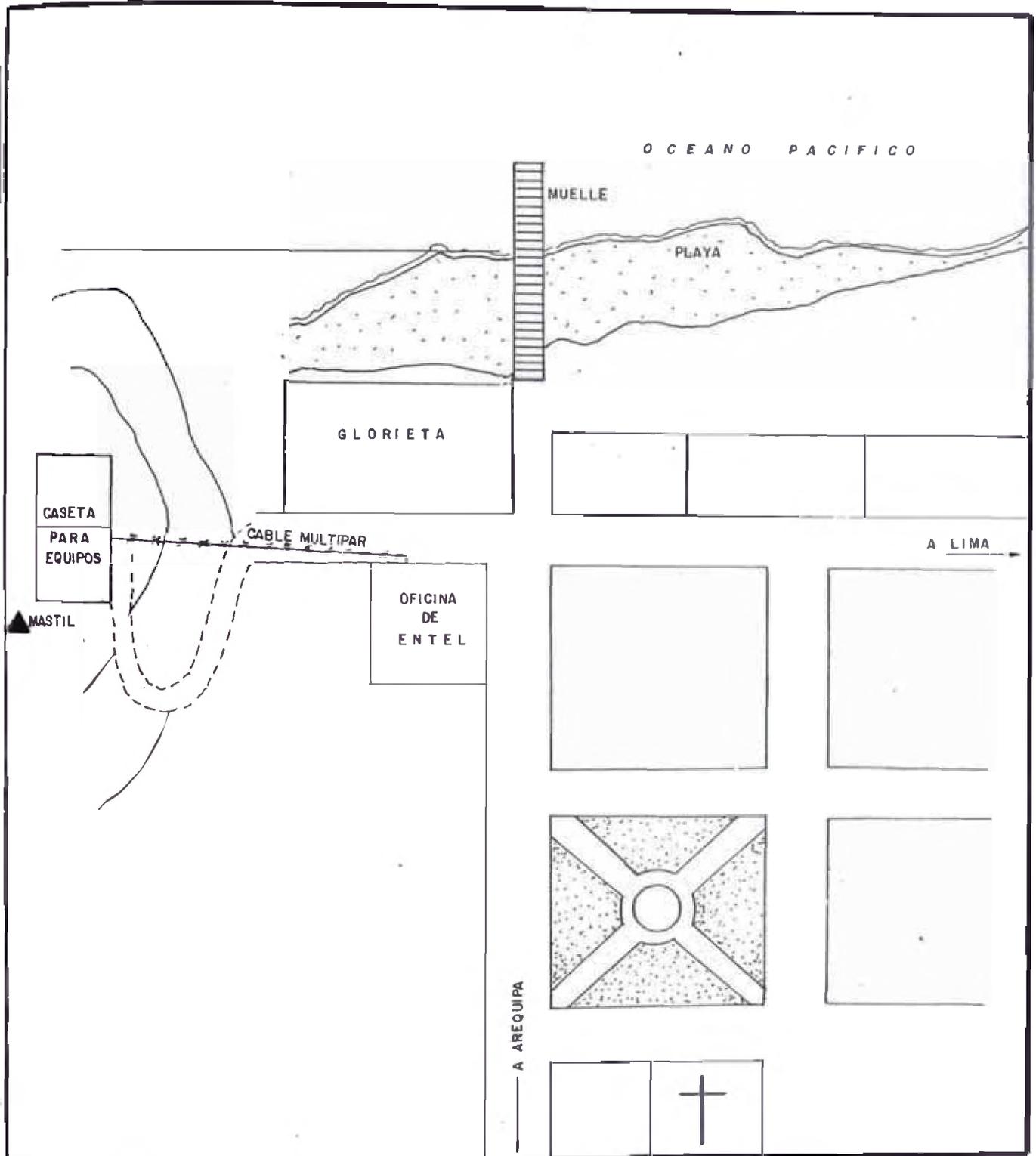
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : COORDENADAS GEOGRAFICAS Y AZIMUTH DE LAS ESTACIONES . INSERCIÓN EN MOLLENDO .

FIG. N° 3.3 D



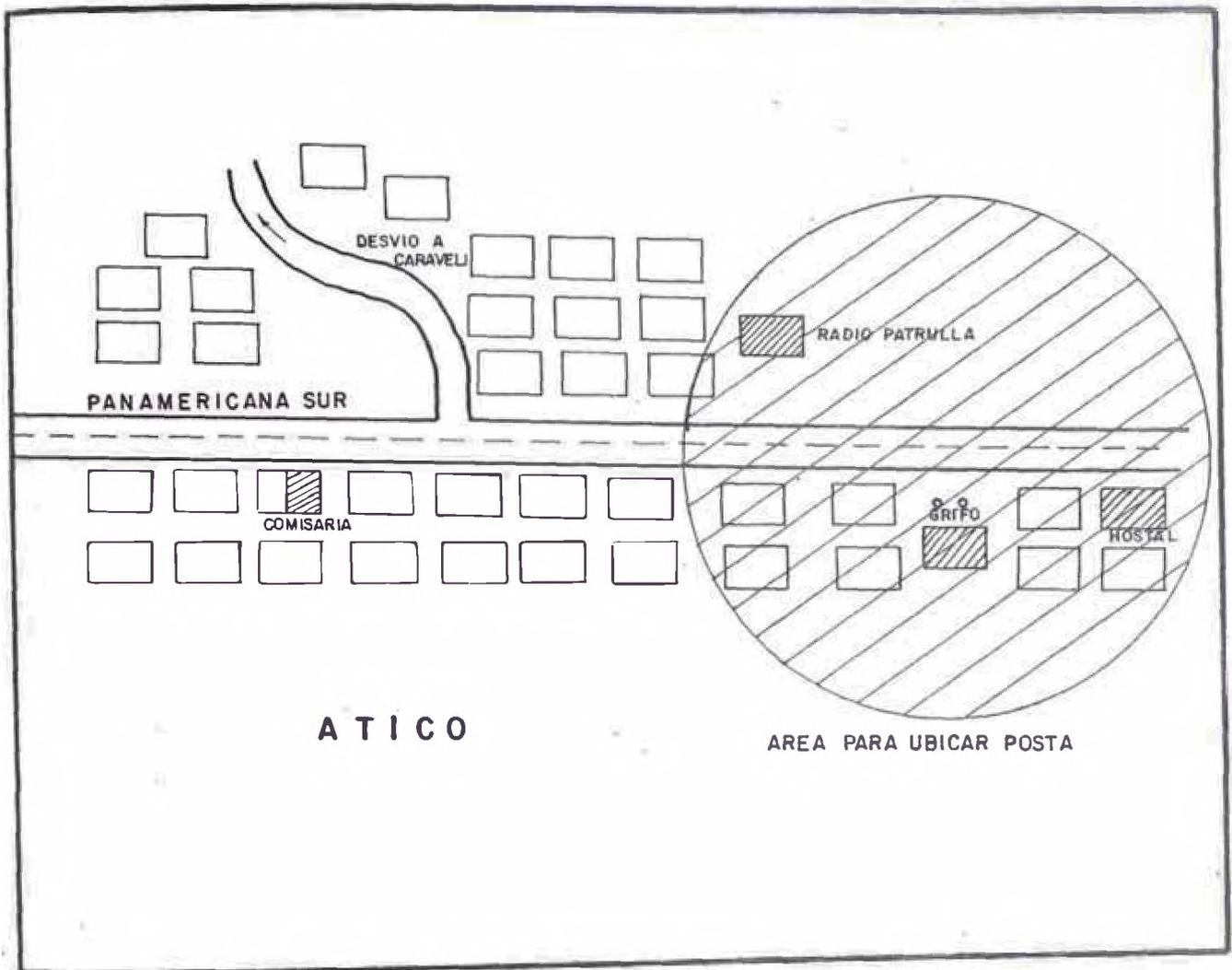
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO

FIG. N° 2.4 A



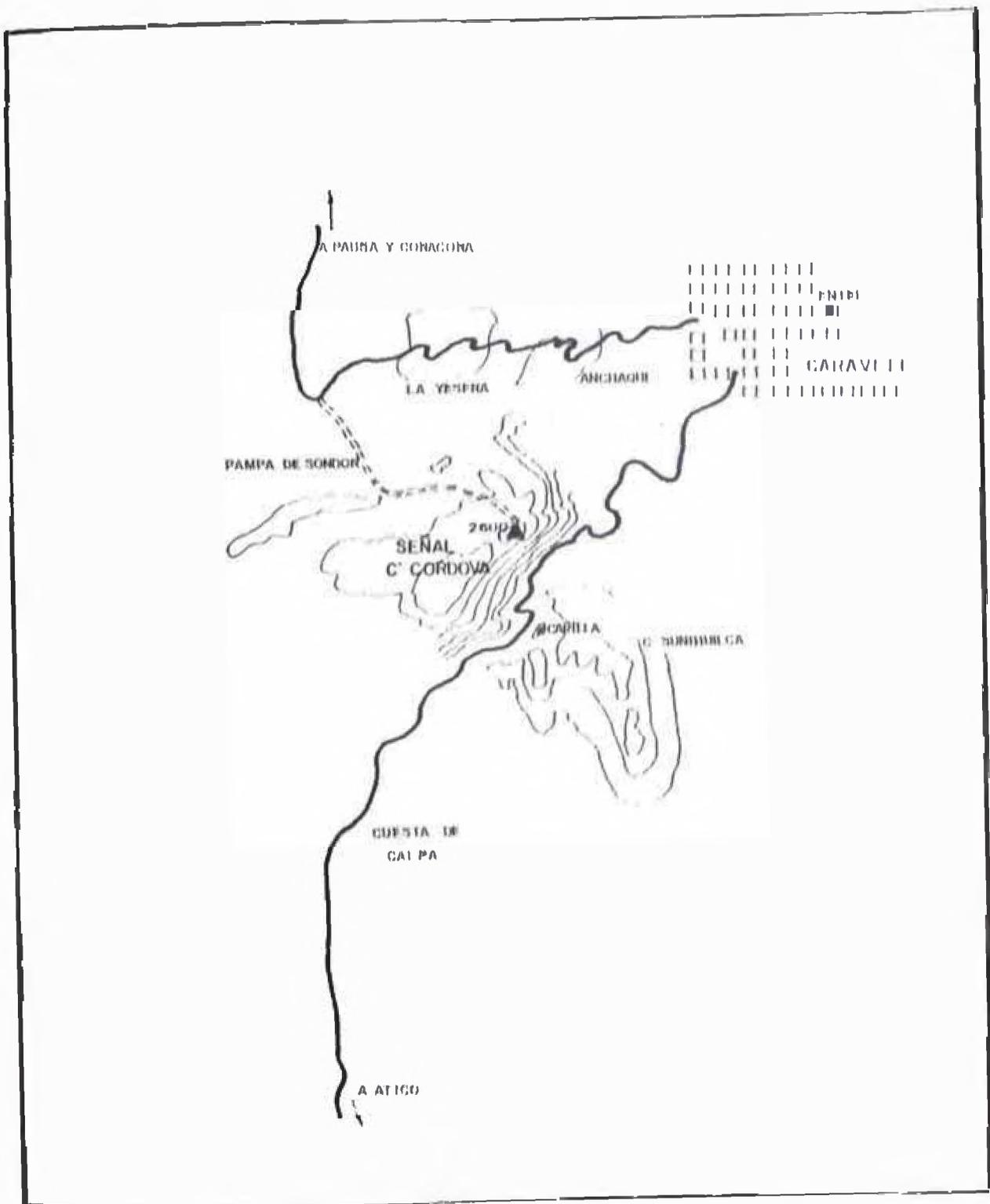
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE POSTA TELEFONICA - ATICO

FIG. N° 2.4 B



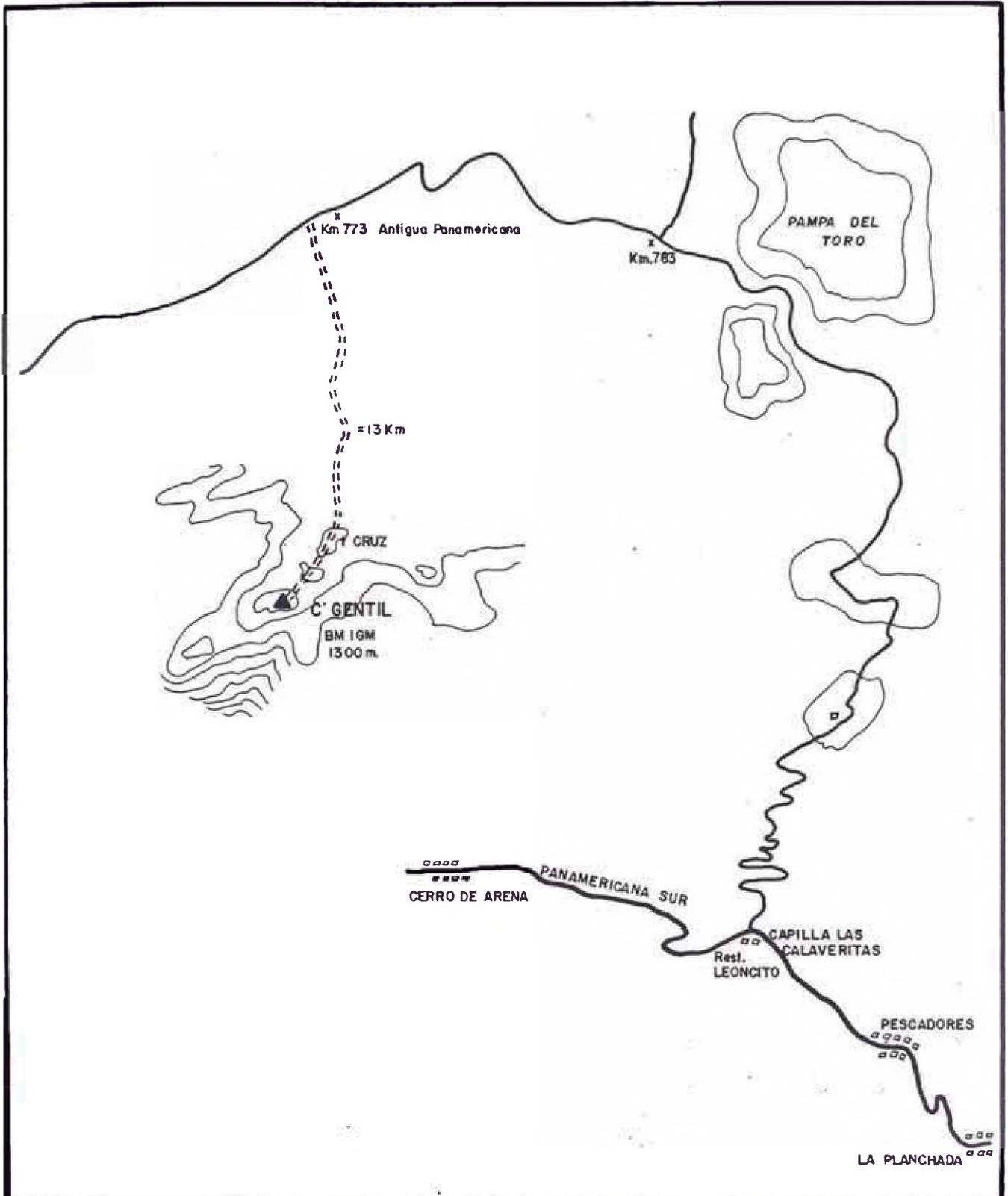
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO - C' SEÑAL CORDOVA

FIG. N° 2.4 C



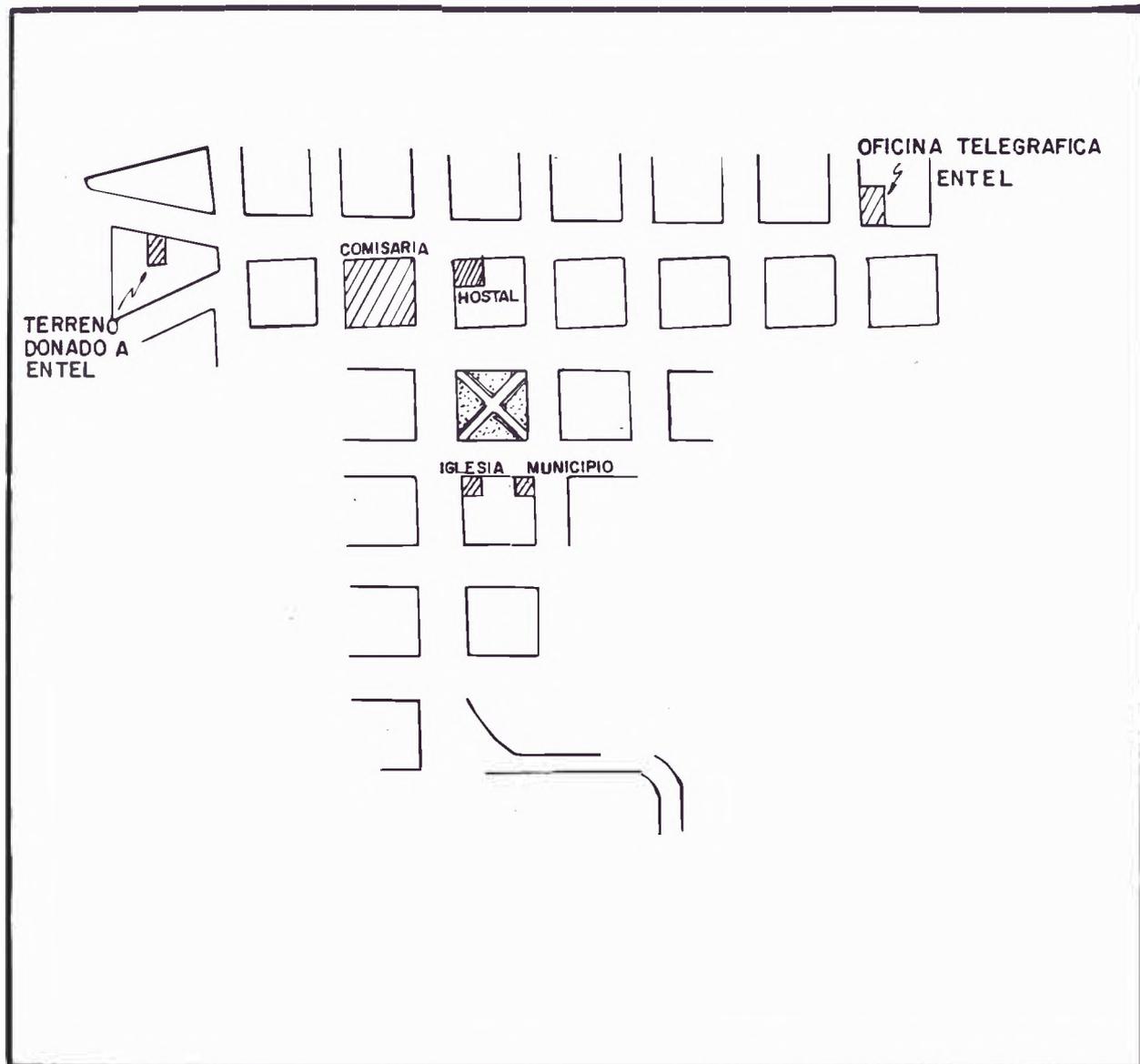
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO · C' GENTIL

FIG. N° 2.4 D



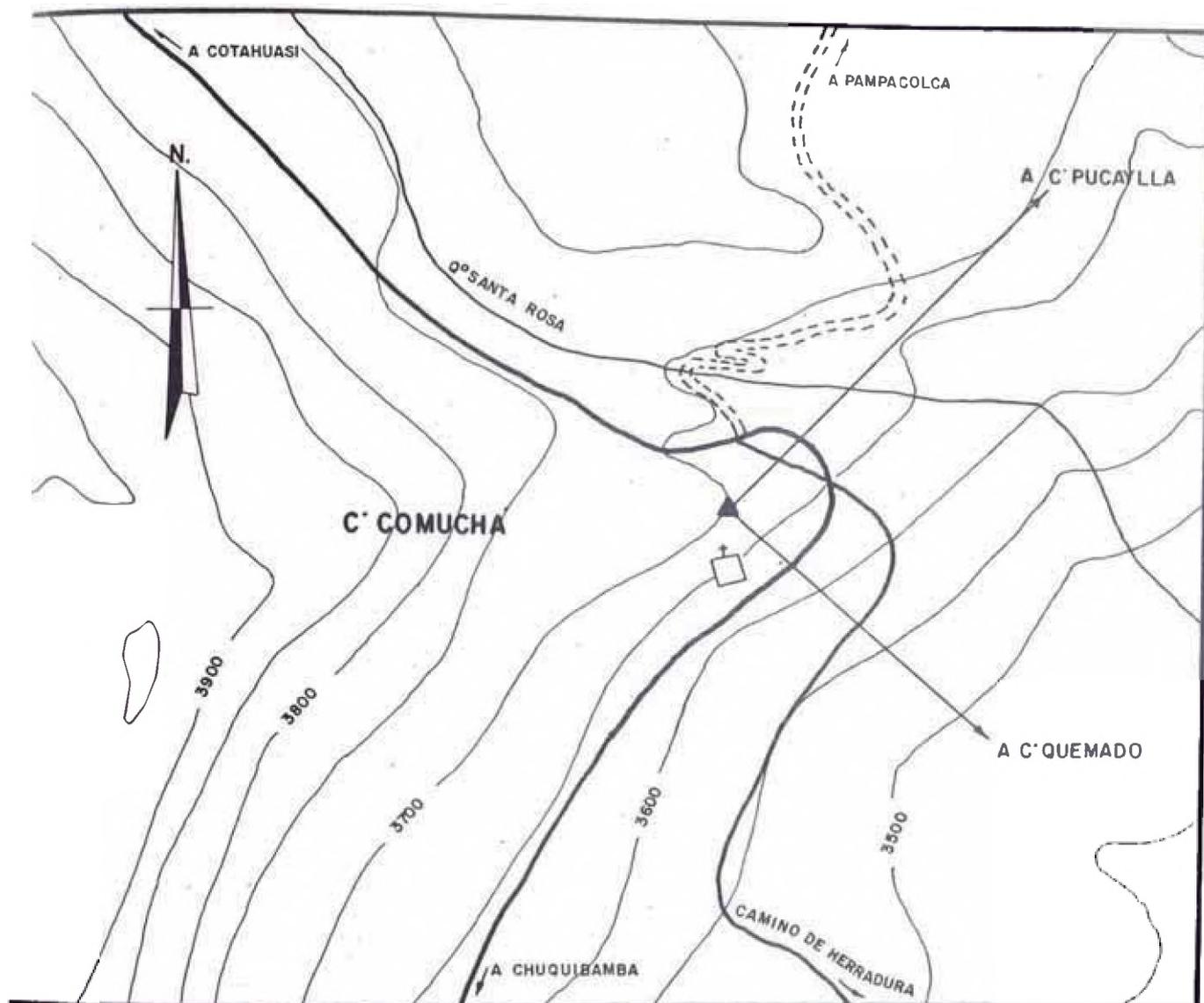
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE UBICACION OFICINA CARAVELI

FIG. N° 2.4 E



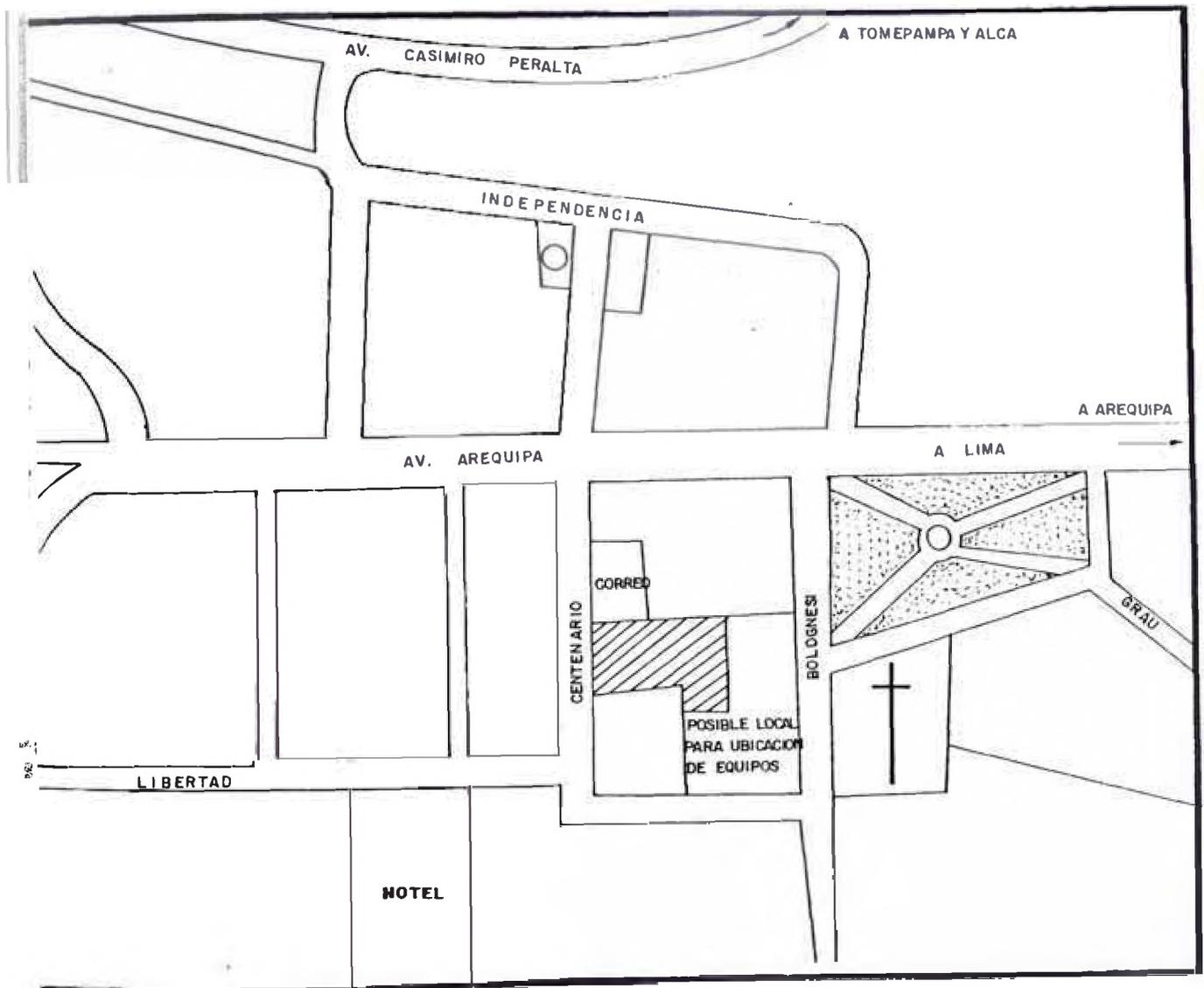
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO · C·COMUCHA

FIG. N° 2.4 F



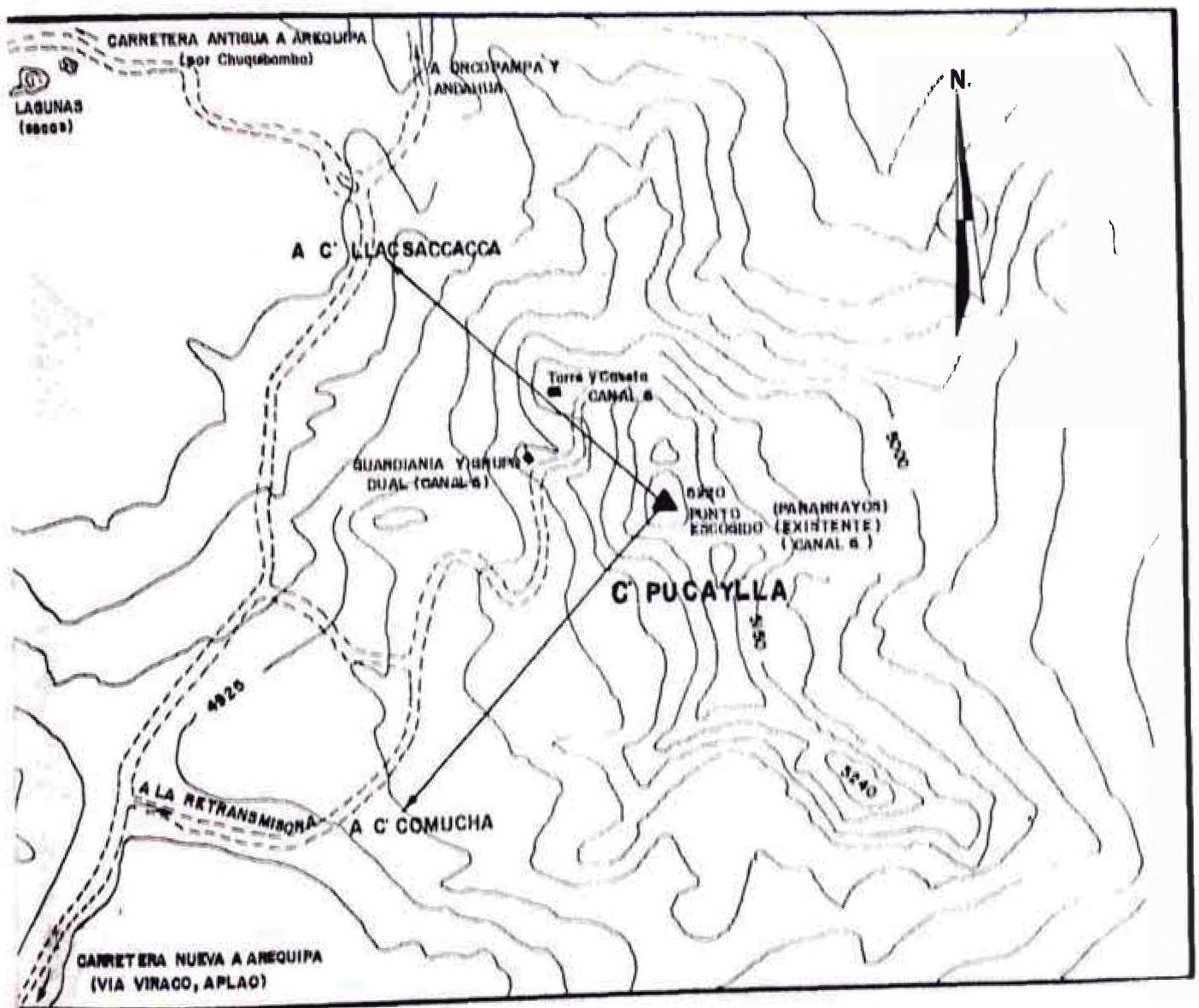
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO · COTAHUASI

FIG. N° 2.4 G



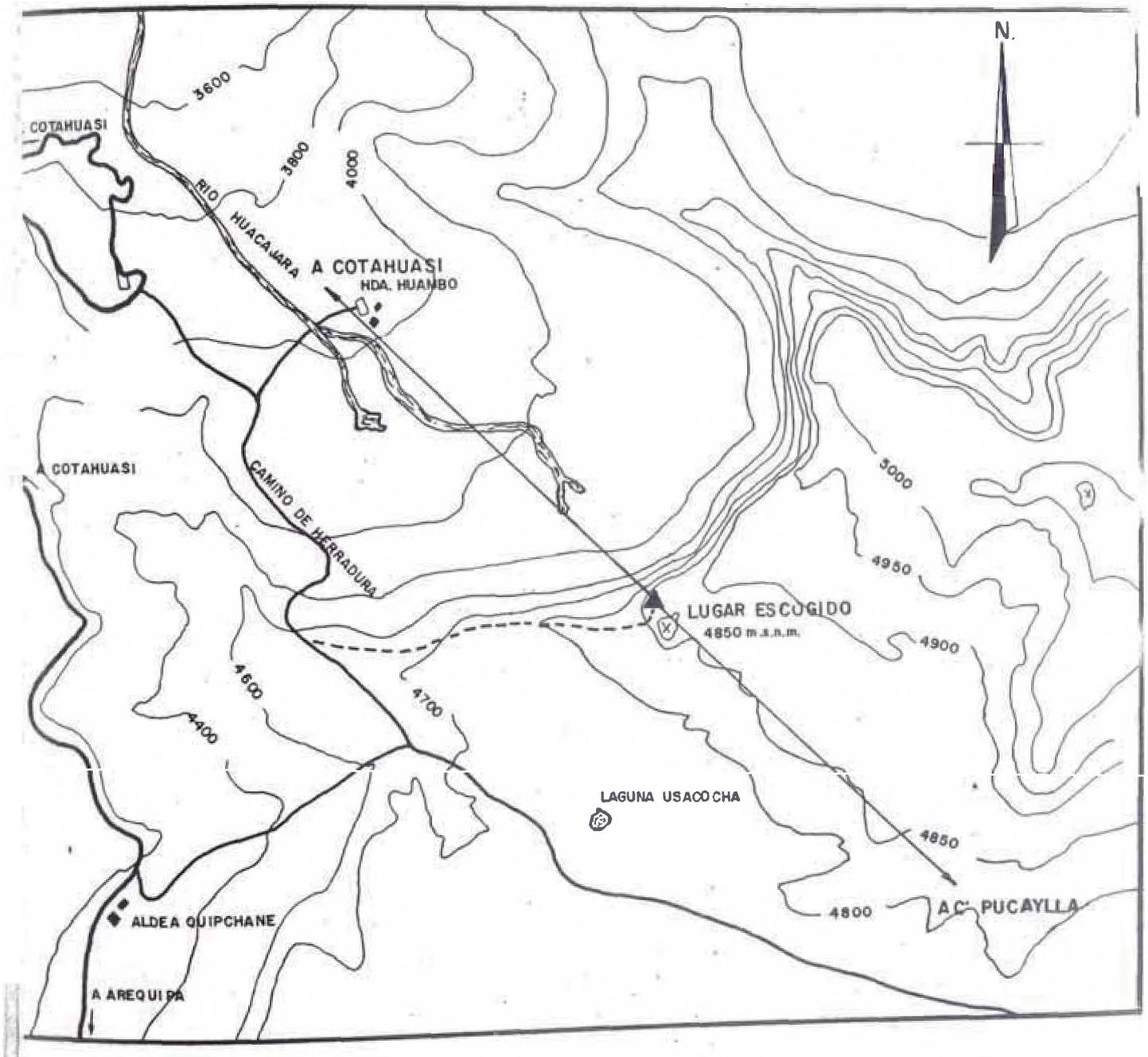
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO · C' PUCAYLLA

FIG. N° 2.4H



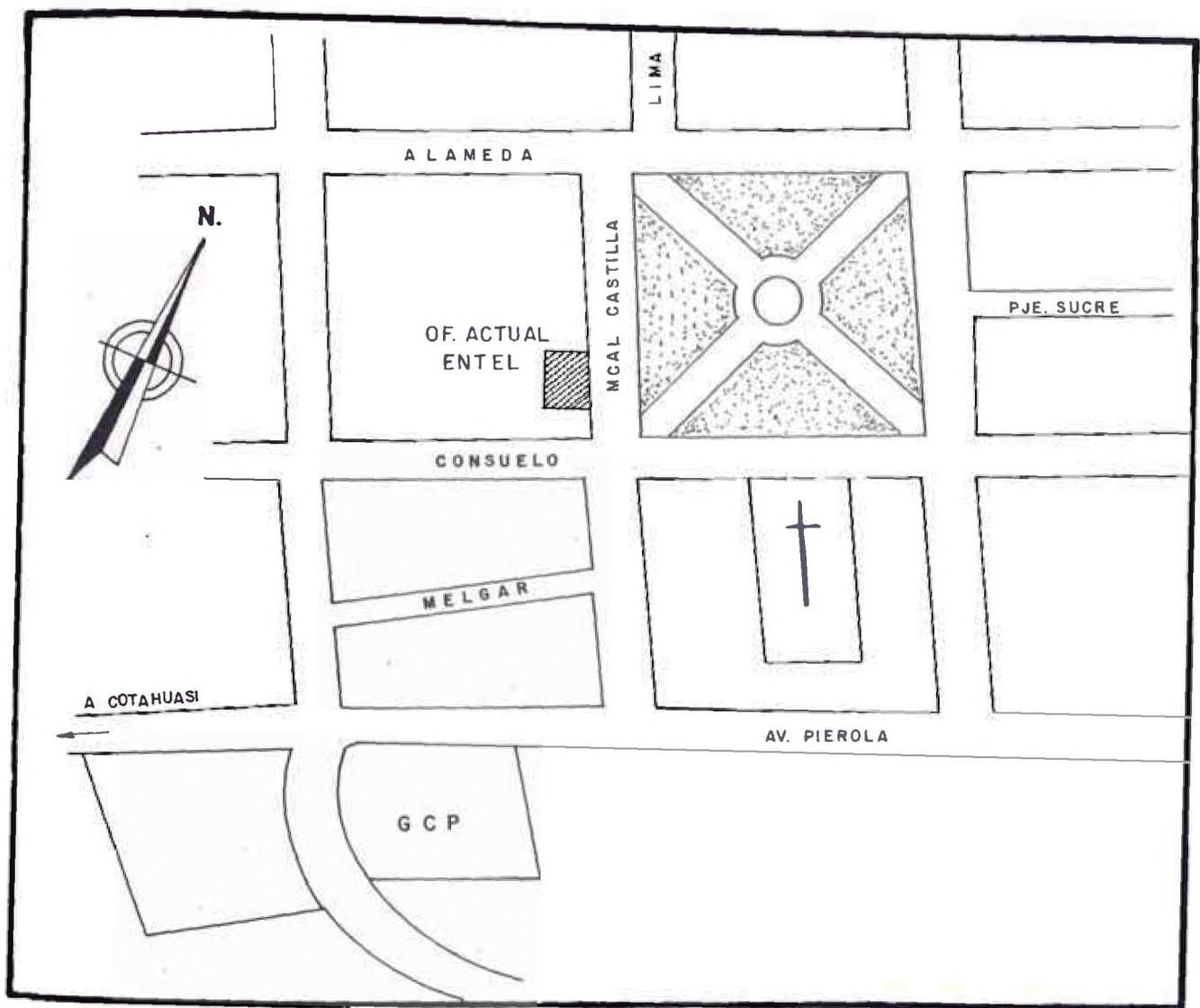
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO · CROQUIS DE ACCESO · C' LLACSACCACCA

FIG. N° 2.4.I



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : CROQUIS DE ACCESO · CHUQUIBAMBA

FIG.N° 2.4 J



PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION BELLA UNION

FIG. Nº 2.5A



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO

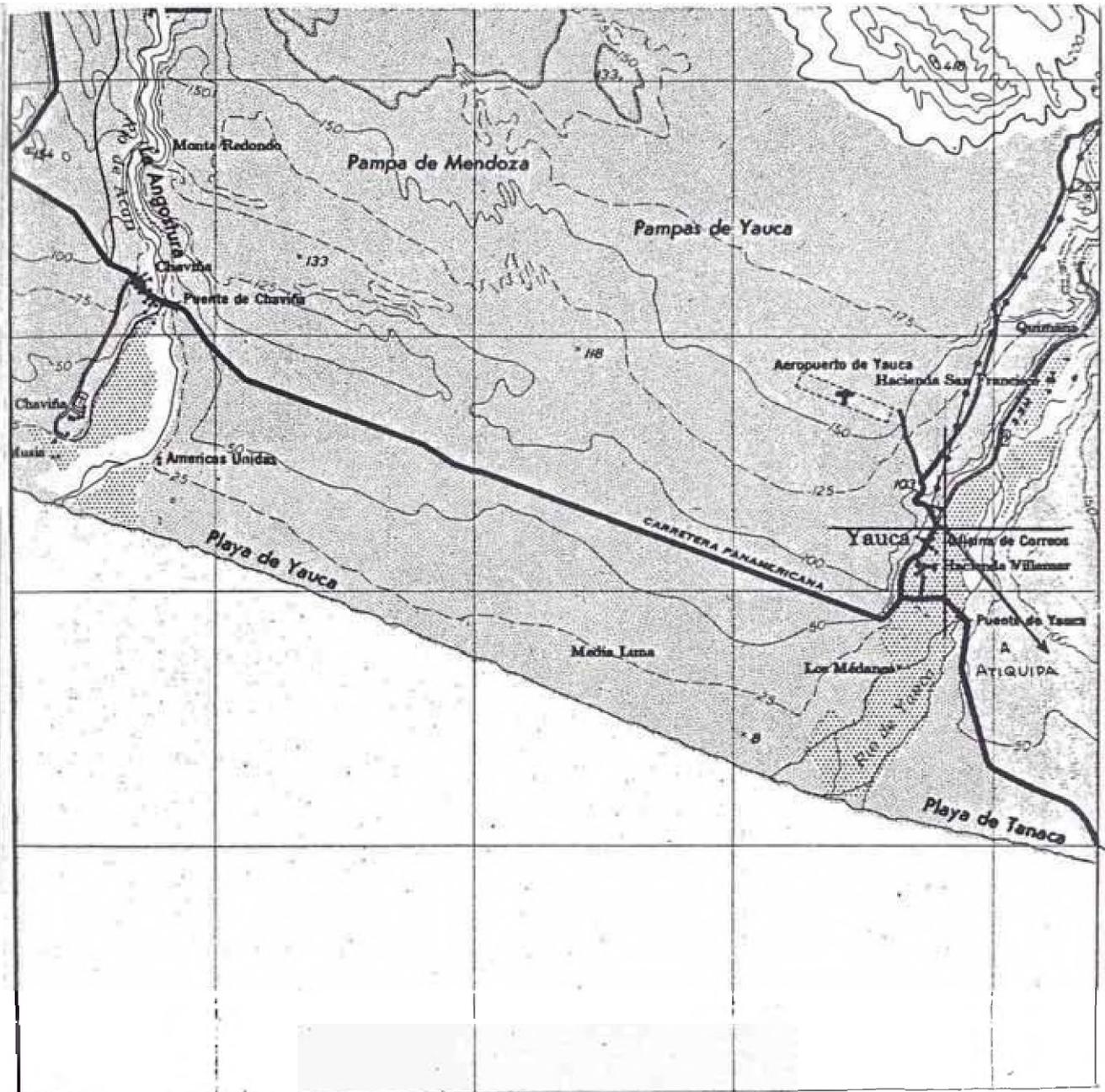
LATITUD	<u>15°</u>	<u>17'</u>	<u>28"</u>
LONGITUD	<u>74°</u>	<u>39'</u>	<u>56"</u>
ALTURA	<u>250</u>	<u>m.s.n.m.</u>	

REF. CARTA Nº 31 n
 NOMBRE Acarí
 ESCALA 1/100000

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION YAUCA

FIG. N° 2.5 B



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO

LATITUD	<u>15°</u>	<u>39'</u>	<u>19"</u>
LONGITUD	<u>74°</u>	<u>31'</u>	<u>23"</u>
ALTURA	<u>100</u>	<u>m.s.n.m.</u>	

REF. CARTA N°	<u>32-n</u>
NOMBRE	<u>YAUCA</u>
ESCALA	<u>1/100,000</u>

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION C°EL FARO (C°CHALA)

FIG. N° 2.50



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO

LATITUD	<u>15°</u>	<u>53'</u>	<u>03"</u>
LONGITUD	<u>74°</u>	<u>14'</u>	<u>06"</u>
ALTURA	<u>80</u>		<u>m.s.n.m.</u>

REF. CARTA N°	<u>32 ñ.</u>
NOMBRE	<u>CHALA</u>
ESCALA	<u>1/100.000</u>

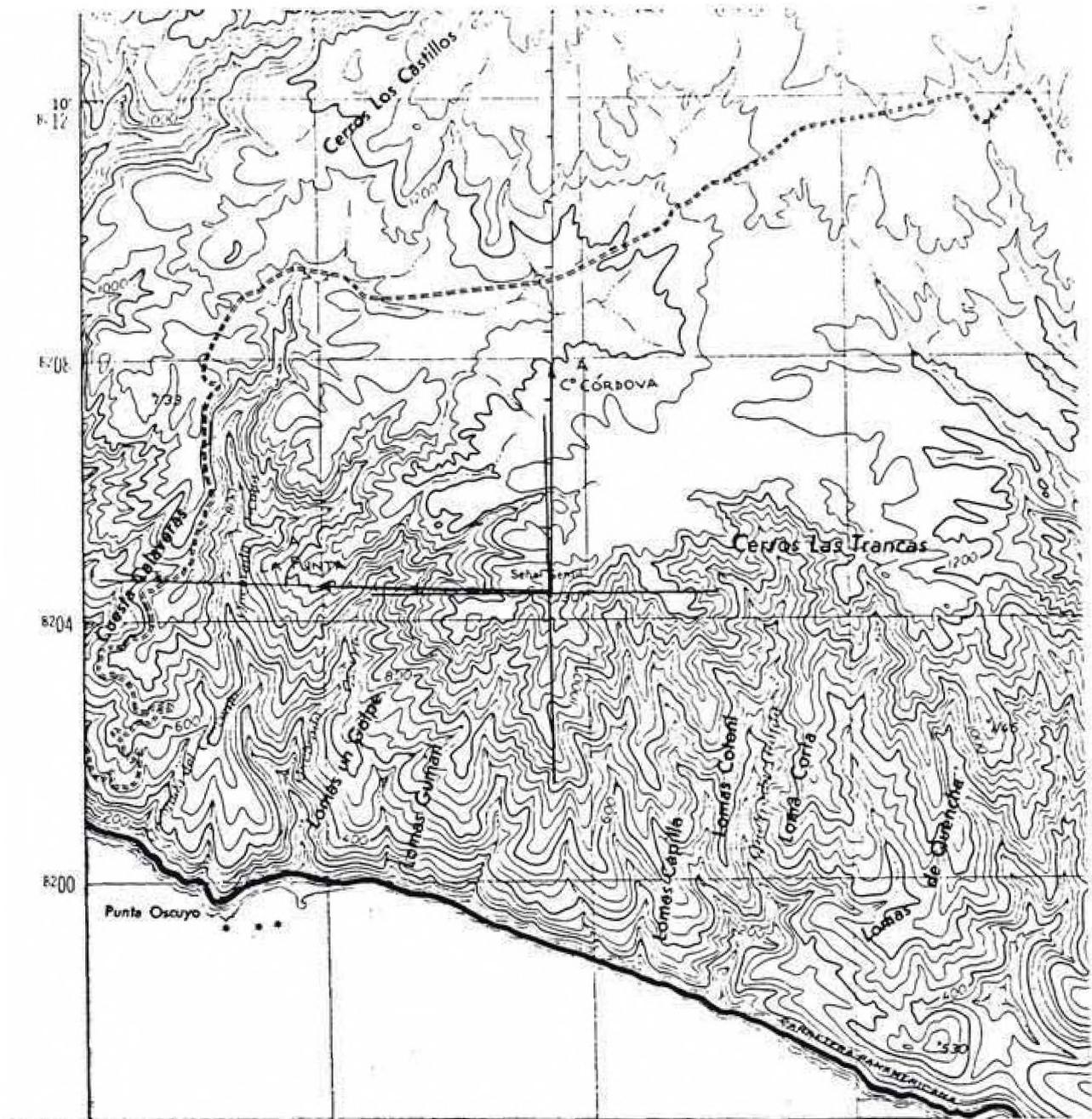
PROYECTO

RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION

C° GENTIL

FIG. N° 2.5 D



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

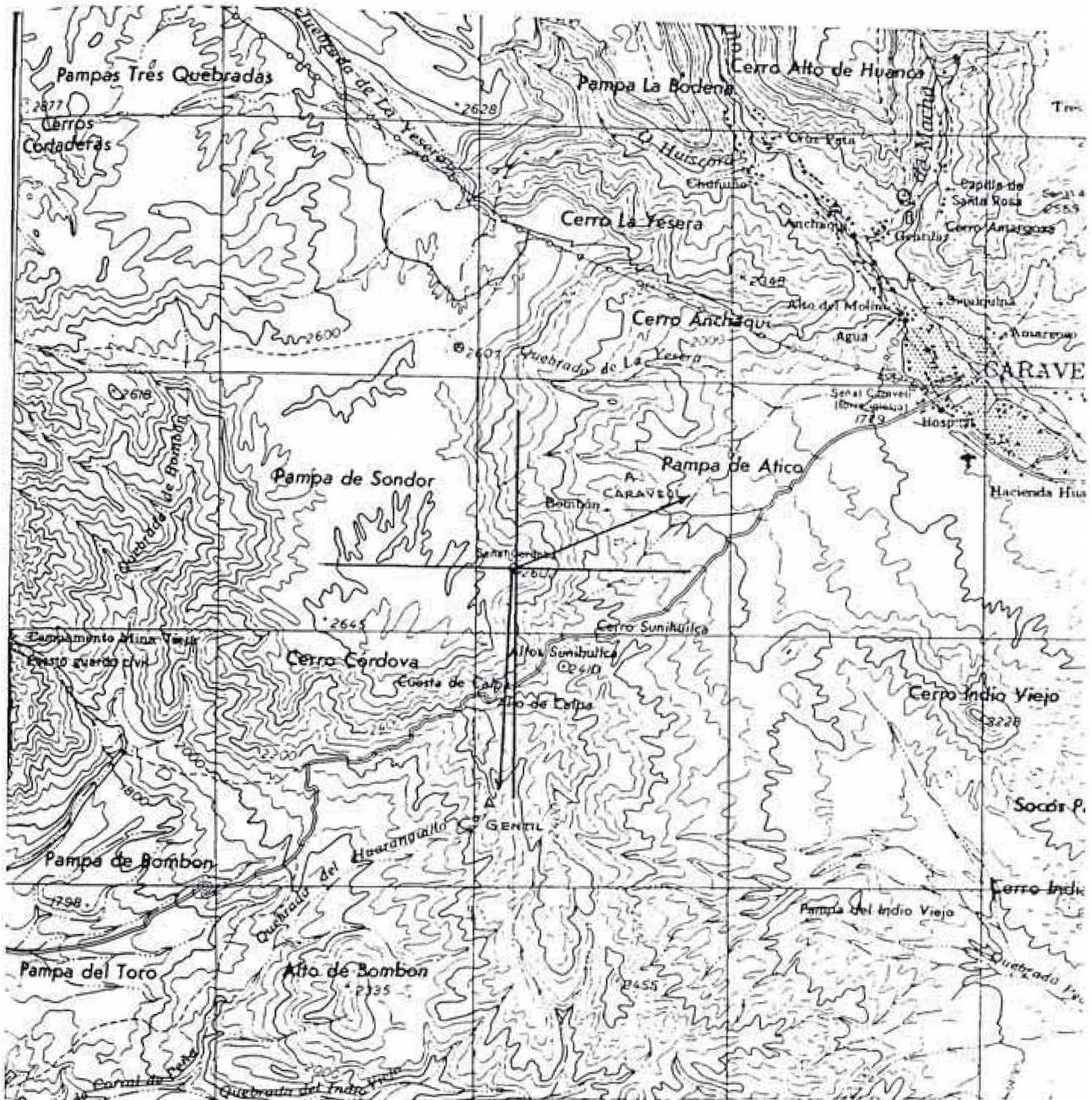
LATITUD	<u>16°</u>	<u>14'</u>	<u>08"</u>
LONGITUD	<u>72°</u>	<u>26'</u>	<u>05"</u>
ALTURA	<u>1.301</u>		<u>m.s.n.m.</u>

REF. CARTA N°	<u>33-P</u>
NOMBRE	<u>OCOÑA</u>
ESCALA	<u>1/100,000</u>

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION C°CORDOVA

FIG. N° 2.5 E



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

LATITUD	<u>15°</u>	<u>47'</u>	<u>48"</u>
LONGITUD	<u>72°</u>	<u>25'</u>	<u>42"</u>
ALTURA	<u>2,602</u>	<u>m.s.n.m.</u>	

REF. CARTA N°	<u>32 P</u>
NOMBRE	<u>CARAVELI</u>
ESCALA	<u>1/100,000</u>

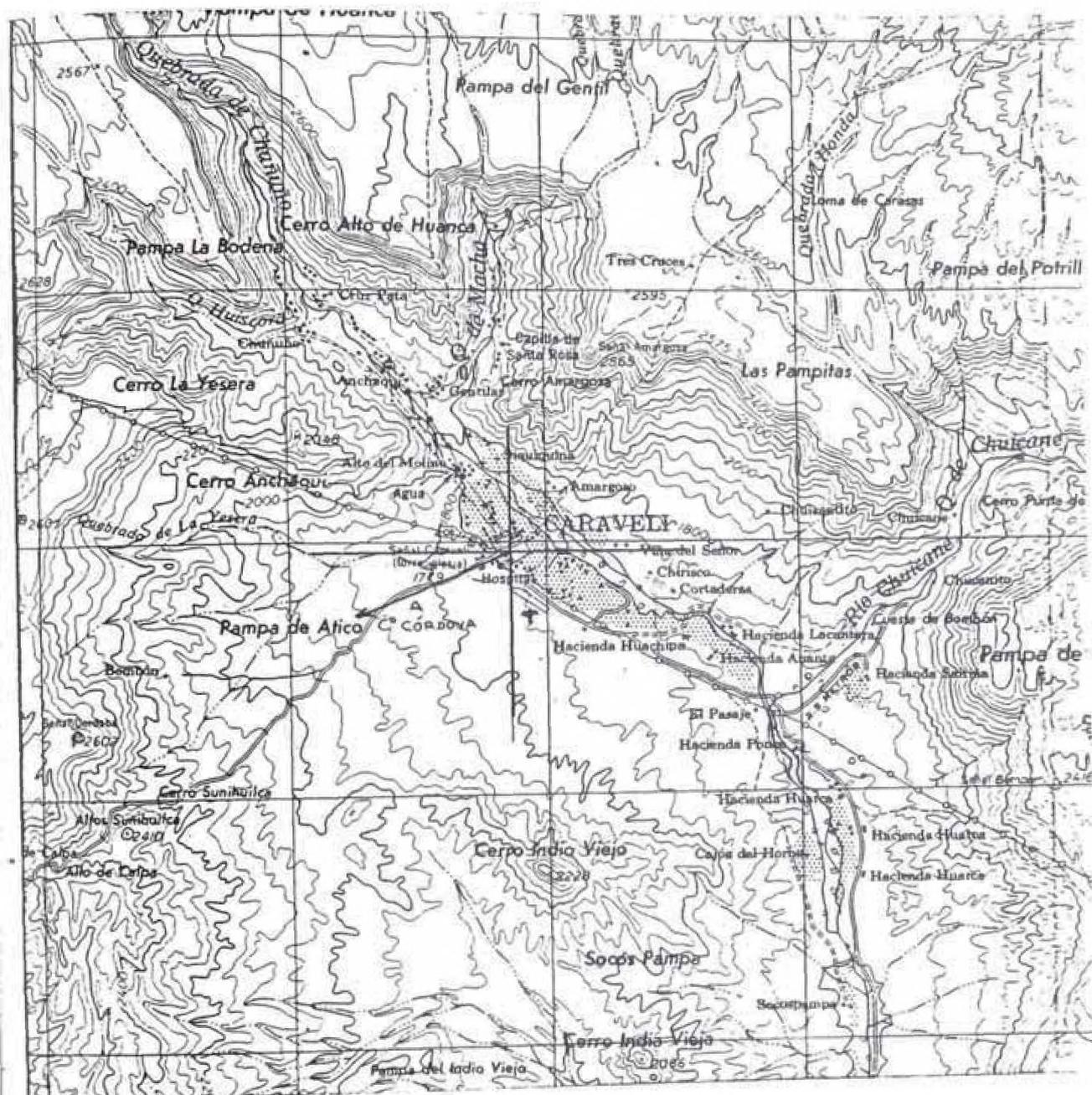
PROYECTO

RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION

CARAVELI

FIG. N° 2.5 F



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

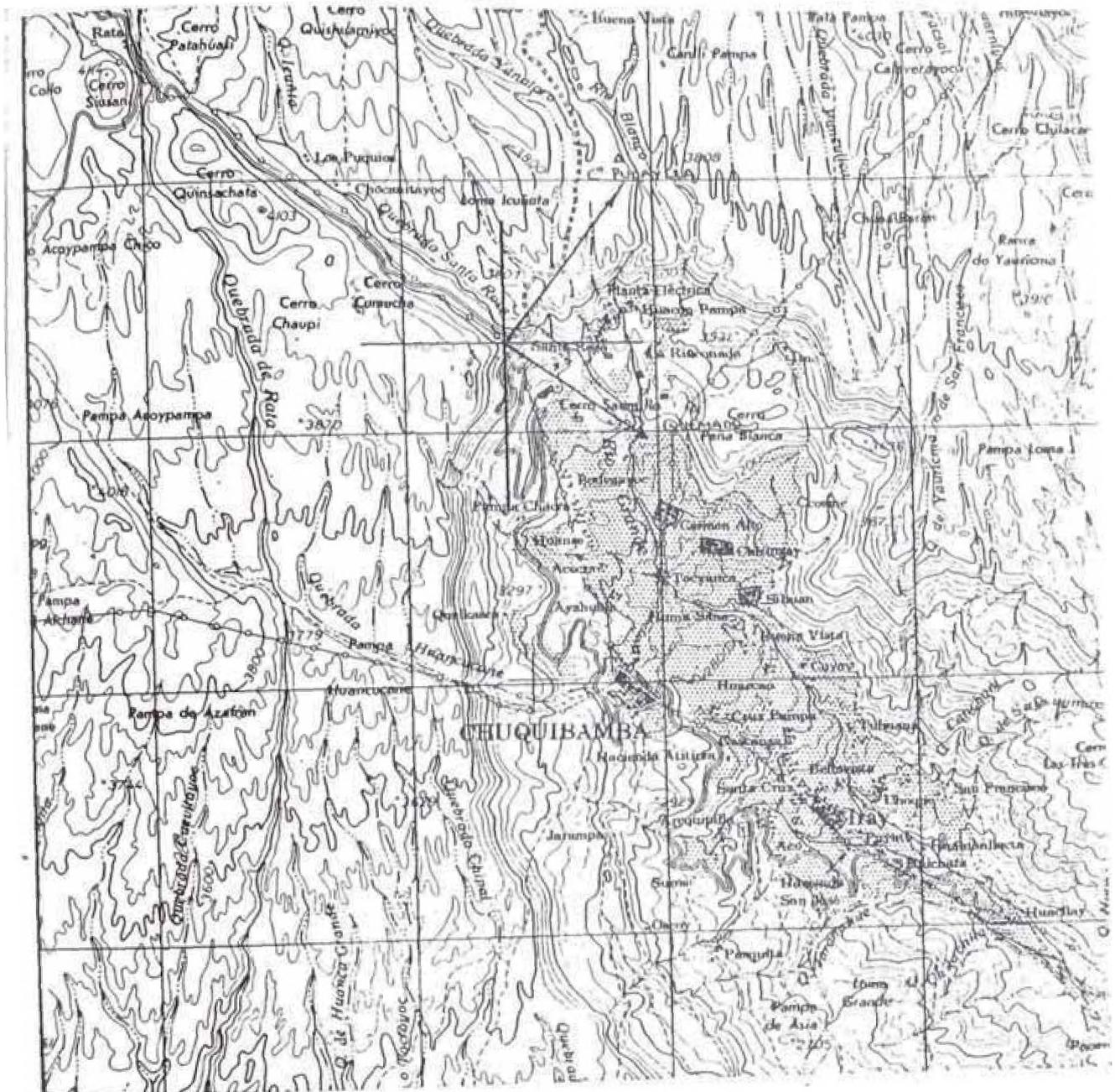
LÁTITUD	<u>15°</u>	<u>46'</u>	<u>08"</u>
LONGITUD	<u>73°</u>	<u>21'</u>	<u>50"</u>
ALTURA	<u>1.779</u>	<u>m.s.n.m.</u>	

REF. CARTA N°	<u>32 P</u>
NOMBRE	<u>CARAVELI</u>
ESCALA	<u>1/100.000</u>

PROYECTO · RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION C°COMUCHA

FIG. N° 2.5.6



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

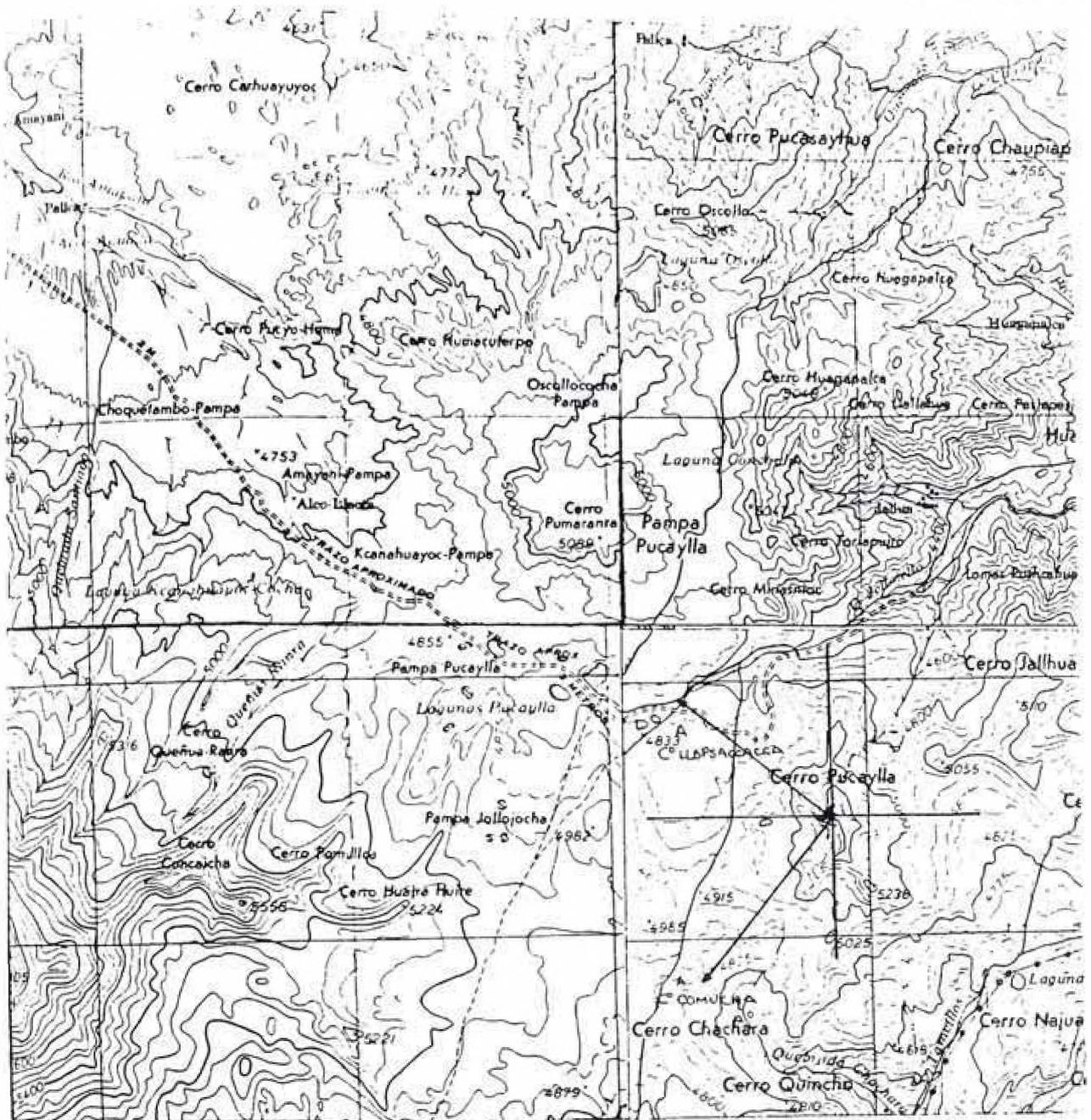
LATITUD	<u>15°</u>	<u>47'</u>	<u>04"</u>
LONGITUD	<u>72°</u>	<u>40'</u>	<u>08"</u>
ALTURA	<u>3,700</u>		m.s.n.m.

REF. CARTA N°	<u>32 - 5</u>
NOMBRE	<u>CHUQUIBAMBA</u>
ESCALA	<u>1/100,000</u>

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION C° PUCAYLLA

FIG. N° 2.5 H



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

LATITUD	<u>15°</u>	<u>31'</u>	<u>07"</u>
LONGITUD	<u>72°</u>	<u>28'</u>	<u>07"</u>
ALTURA	<u>5,220</u>		m.s.n.m.

REF. CARTA N°	<u>32-r</u>
NOMBRE	<u>HUAMBO</u>
ESCALA	<u>1/100,000</u>

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ESTACION C°LLAPSACCACCA

FIG. N° 2.5 I



COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO :

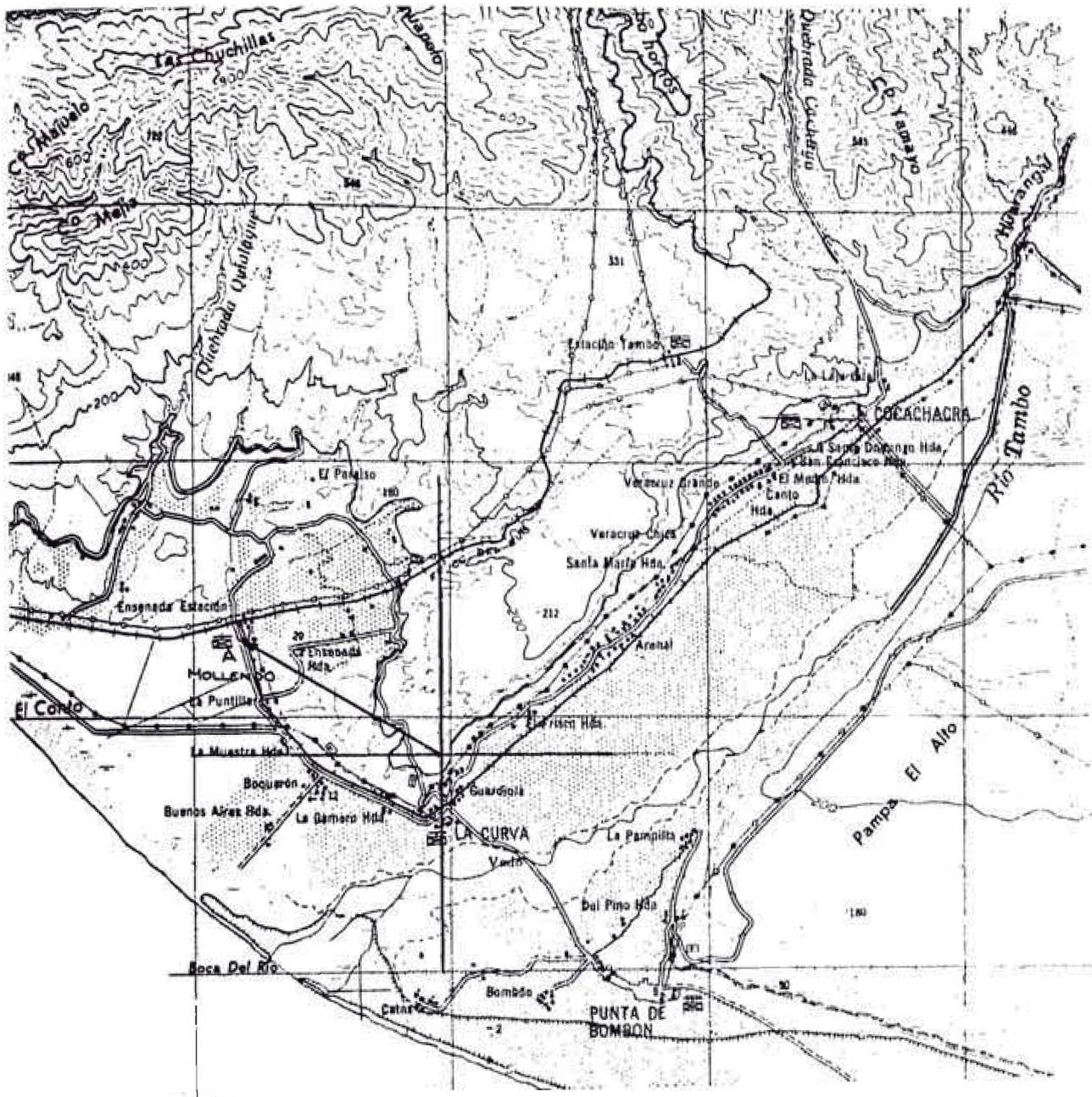
LATITUD 15° 15' 29"
LONGITUD 72° 49' 00"
ALTURA 4,850 **m.s.n.m.**

REF. CARTA N° 31-q
NOMBRE COTAHUASI
ESCALA 1/100,000

PROYECTO RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA

ESTACION C°LA CURVA

FIG. N° 2.5 J



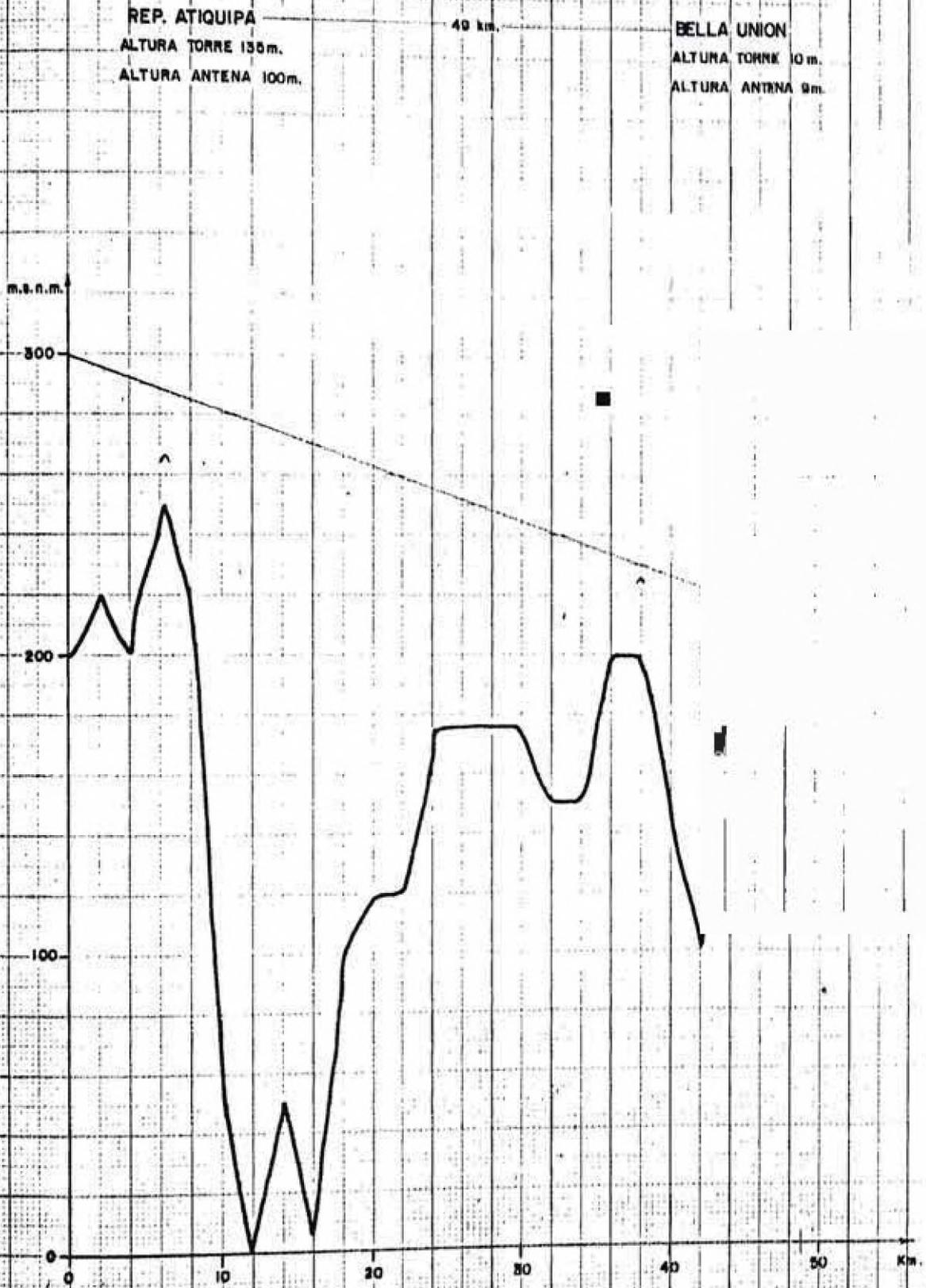
COORDENADAS Y ALTURA DE SITIO

LATITUD ³	<u>17°</u>	<u>08'</u>	<u>18"</u>
LONGITUD	<u>71°</u>	<u>49'</u>	<u>05"</u>
ALTURA	<u>150</u> m.s.n.m.		

REF. CARTA N° 35-S
NOMBRE LA PUNTA DE BOMBON
ESCALA 1/100,000

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL ATIQUIPA - BELLA UNION (Sistema Bella Unión- Arequipa)

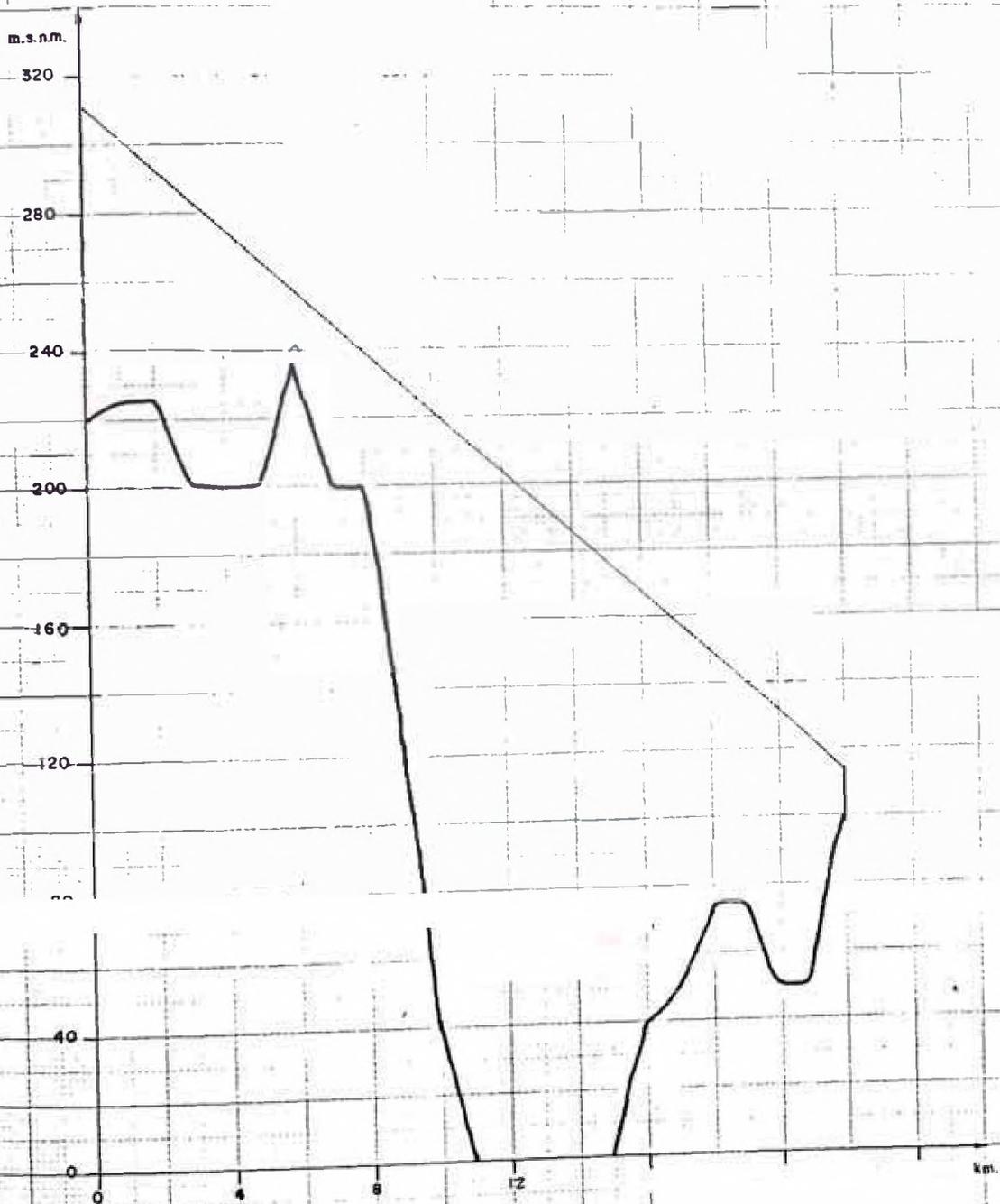
FIG. N° 3.5.A



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL ATIQUIPA-YAUCA (Sistema Yauca-Arequipa)

FIG. N° 3.5.B

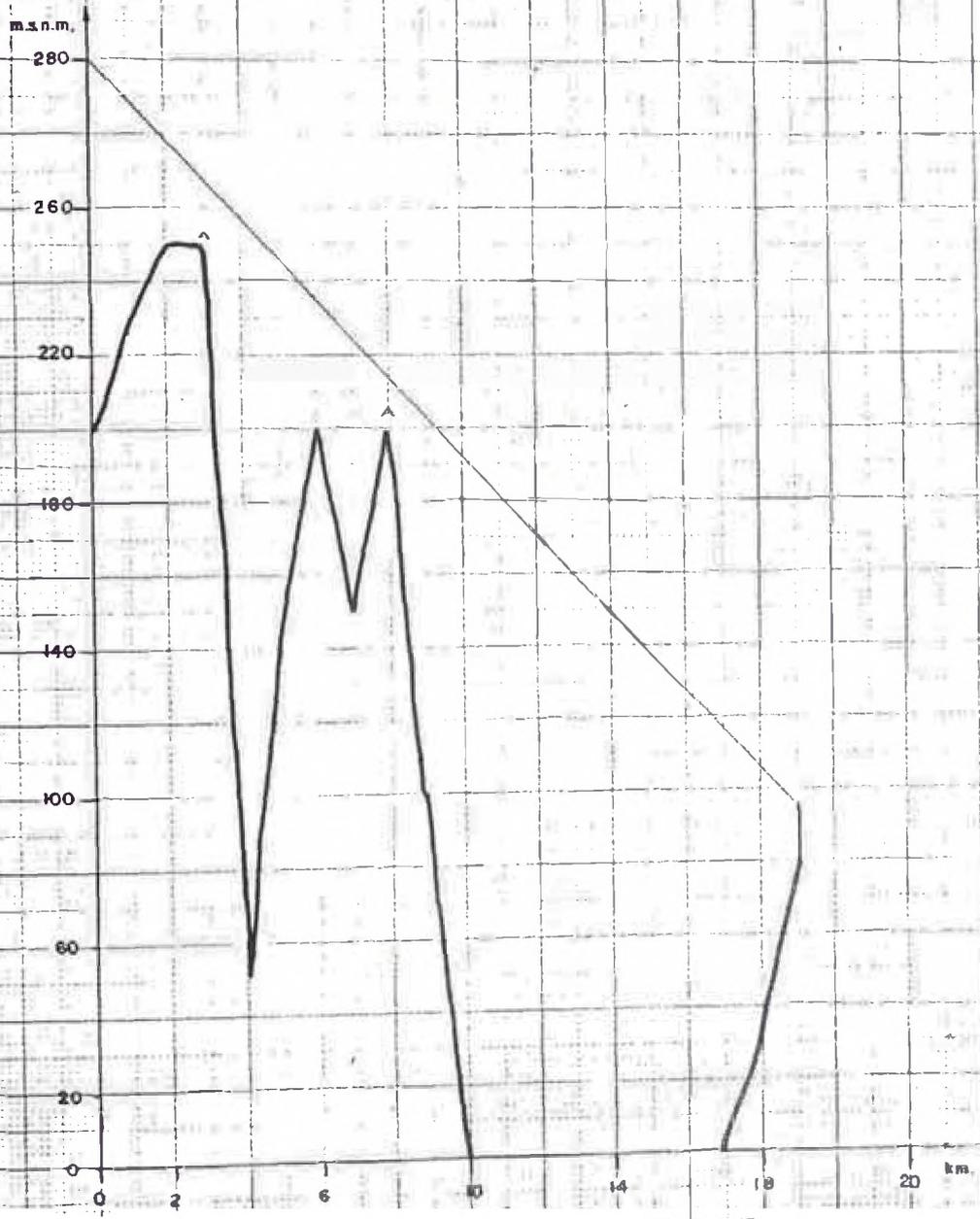
REP. ATIQUIPA ← 22 km → YAUCA
ALTURA TORRE: 135 m. ALTURA TORRE: 15 m.
ALTURA ANTENA: 75 m. ALTURA ANTENA: 15 m.



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO: PERFIL ATIQUIPA-CHALA (Sistema Chala-Arequipa)

FIG. N° 350

REP. ATIQUIPA ← 8.5 → CHALA
ALTURA TORRE: 135 m. ALTURA ANTENA: 100m. ALTURA TORRE: 15 m. ALTURA ANTENA: 15 m



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL C' LA PUNTA - C' GENTIL (Sistema Caraveli - Arequipa)

FIG. N° 3.5.D

EP. LA PUNTA

ALTURA TORRE: 105m.

ALTURA ANTENA: 15m.

28 km.

C' GENTIL

ALTURA TORRE: 25m.

ALTURA ANTENA: 15m.

m. s. n. m.

1400

1200

1000

200

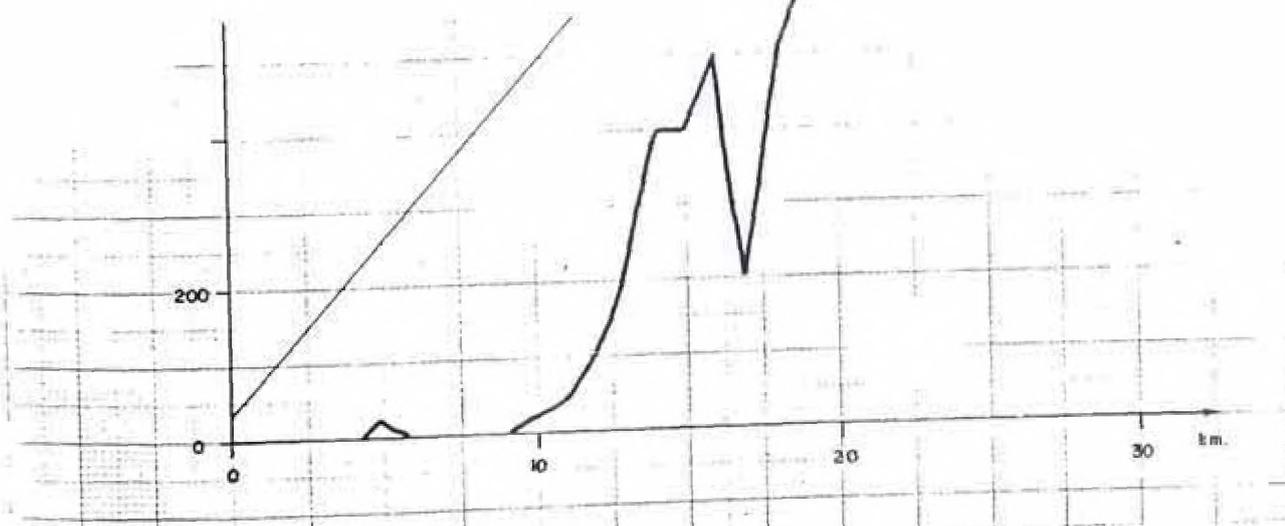
0

10

20

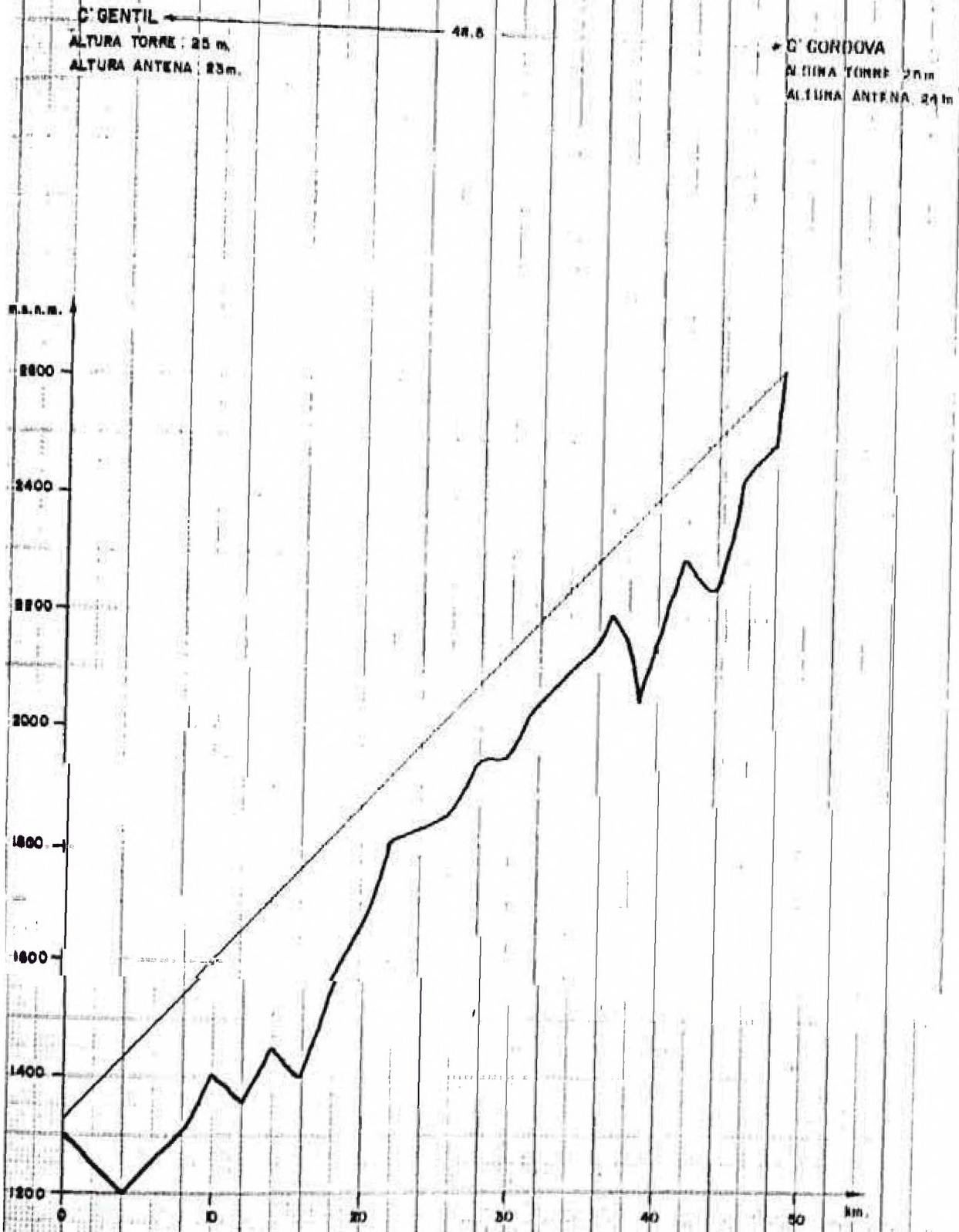
30

km.



PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL C'GENTIL - C'CORDOVA (Sistema Caravell - Arequipa)

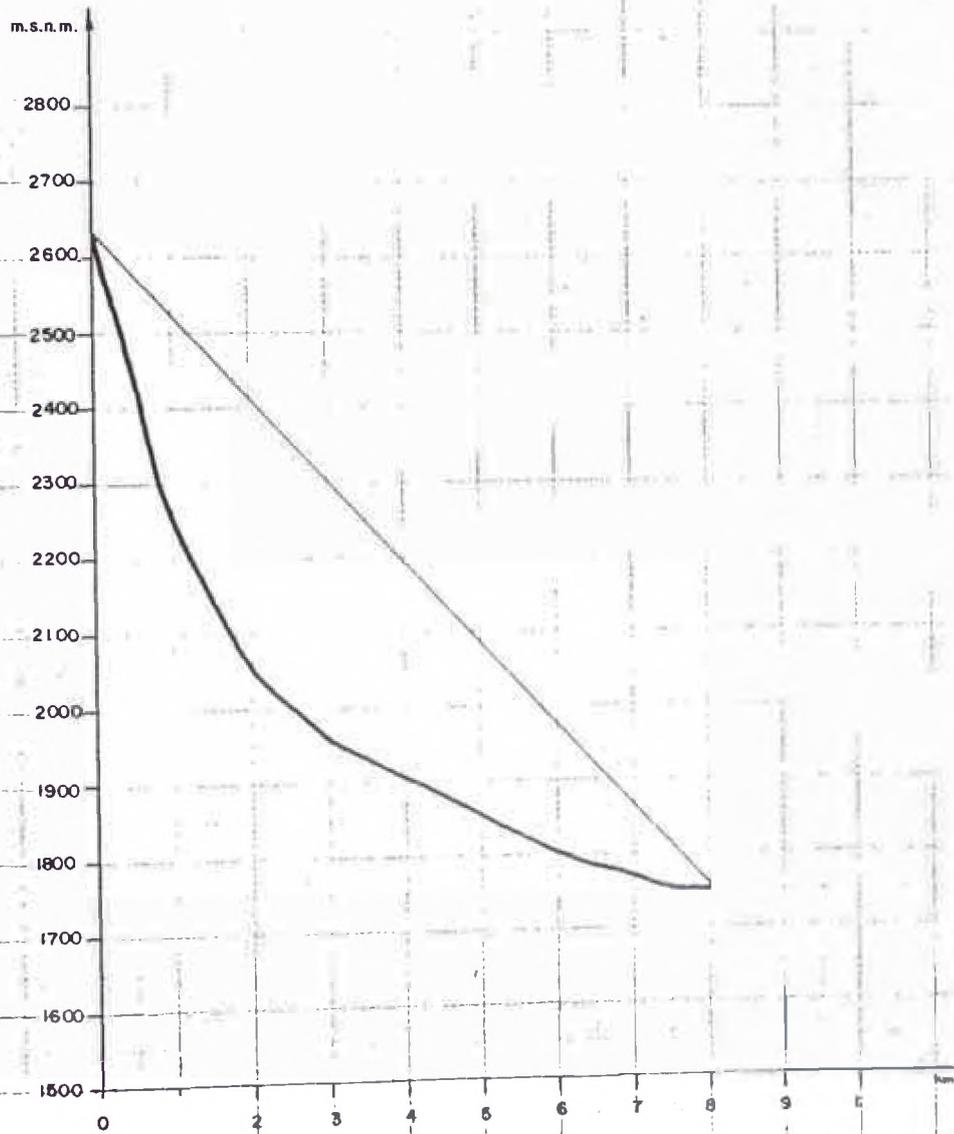
FIG. N° 3.5.E



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL C' CORDOVA-CARAVELI (Sistema Caraveli - Arequipa)

FIG. N° 3.5.F

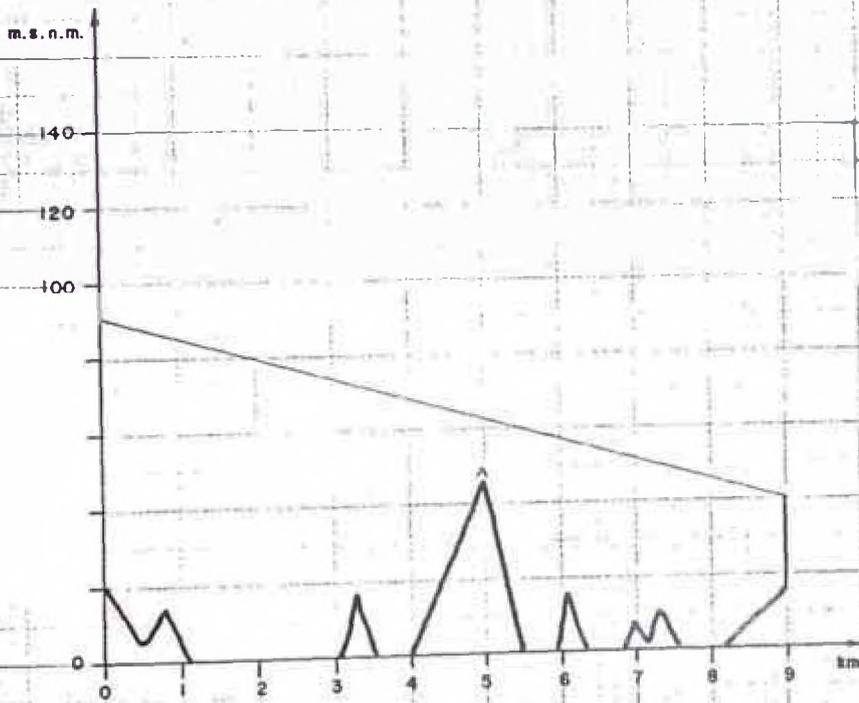
C' CORDOVA ————— 8 km. ————— CARAVELI
ALTURA TORRE : 25 m.
ALTURA ANTENA : 24 m.
ALTURA TORRE : 15 m.
ALTURA ANTENA : 14 m.



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL C LA PUNTA-ATICO (La Florida) (Sistema Atico - Arequipa)

FIG N° 3.5.6

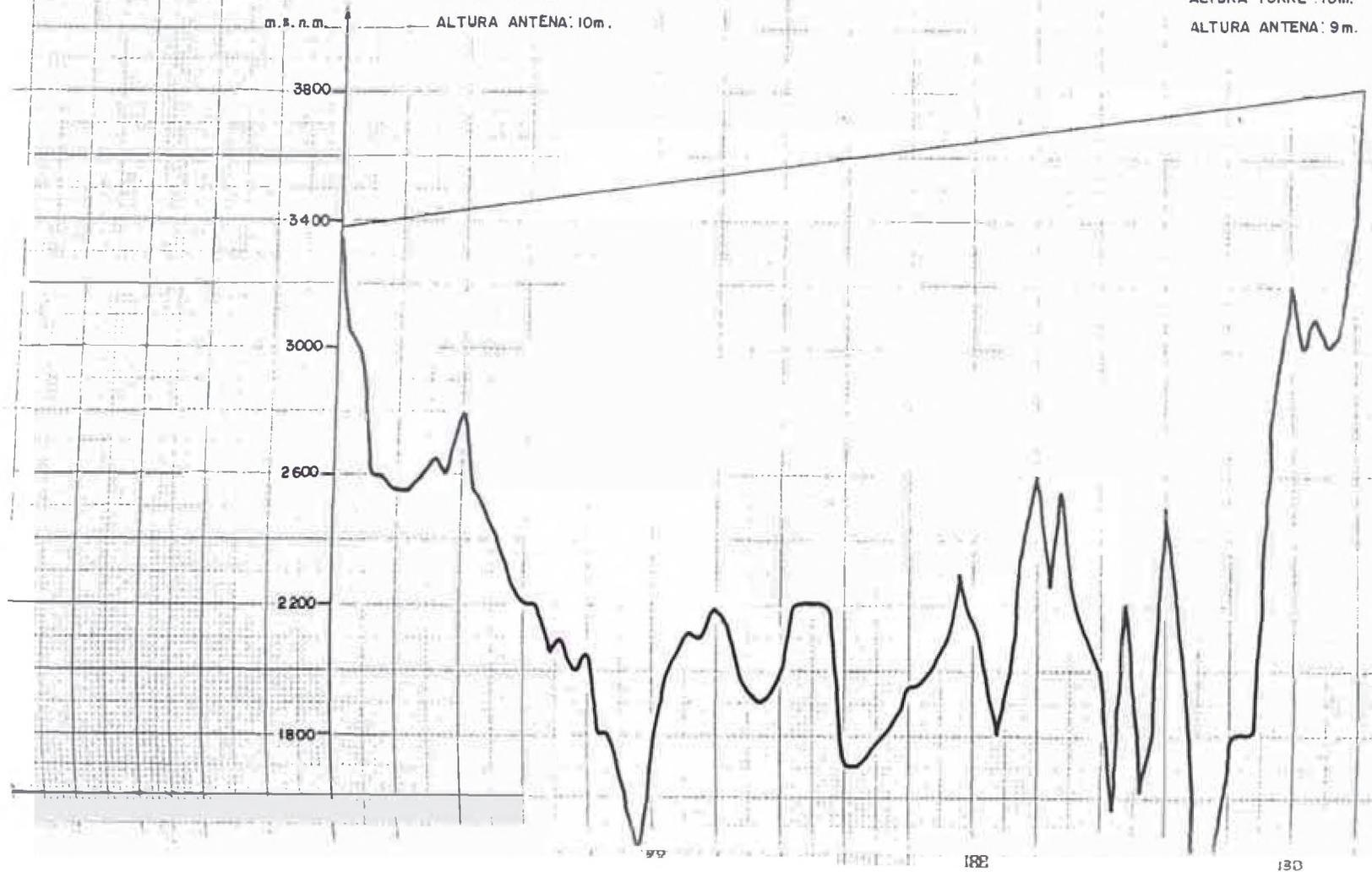
REP. C LA PUNTA ————— 9 km —————> ATICO (La Florida)
ALTURA TORRE: 105m. ALTURA TORRE: 15m
ALTURA ANTENA: 70m. ALTURA ANTENA: 14m.



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA.
ASUNTO : PERFIL C'QUEMADO-C'COMUCHA (Sistema Chuquibamba-Arequipa)

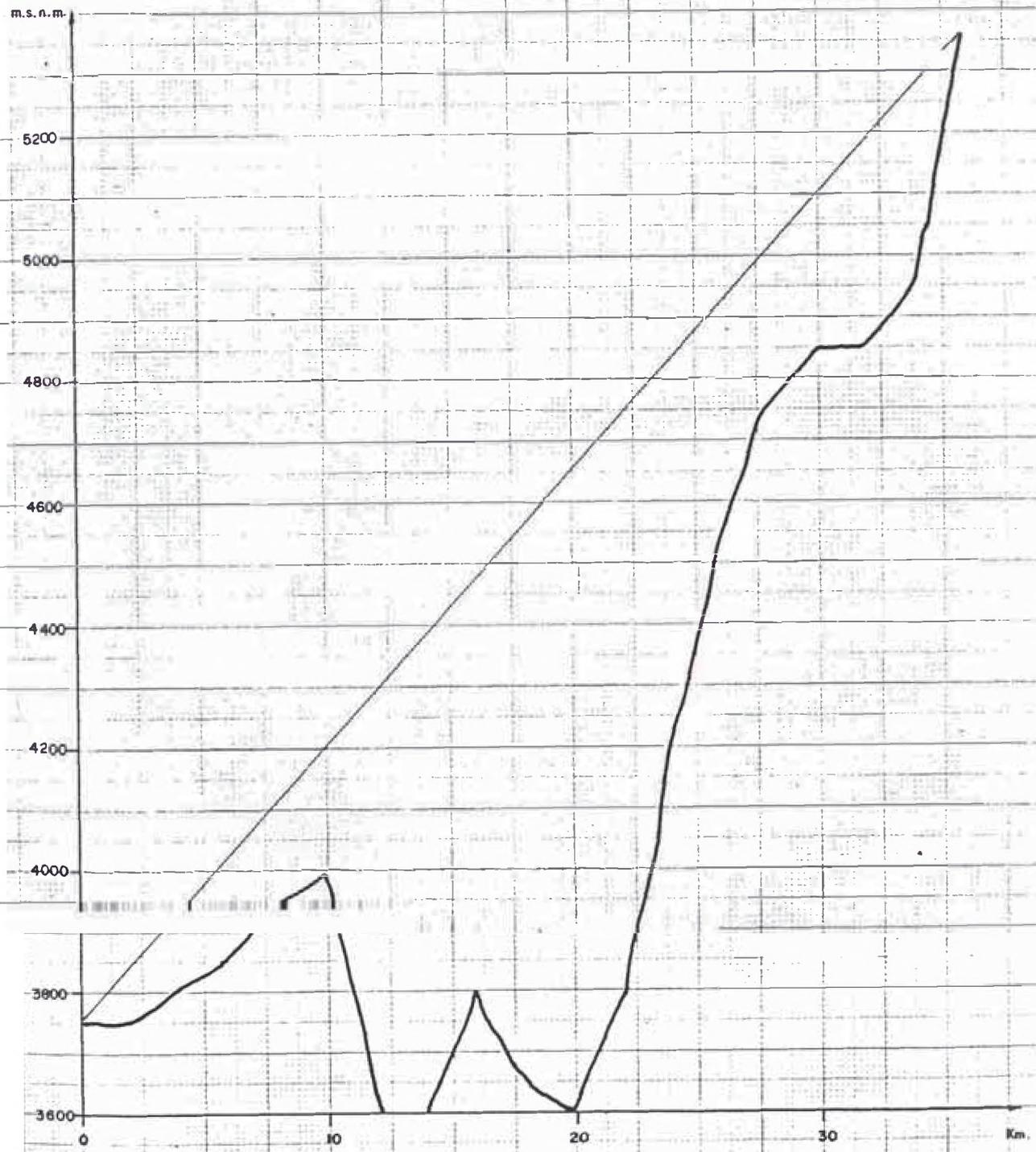
FIG. N° 3.5.H

C' QUEMADO ← 161.5 km. → C' COMUCHA
ALTURA TORRE: 15 m. ALTURA ANTENA: 10 m.
ALTURA TORRE: 10 m. ALTURA ANTENA: 9 m.



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO: PERFIL C' COMUCHA - C' PUCAYLLA (Sistema Cotahuasi - Arequipa)

FIG. N° 3.5.I



PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL C' PUCAYLLA-C' LLACSACCACCA (Sistema Cotahuasi-Chuqui-
bamba-Arequipa

FIG. N° 3.5.J

C' PUCAYLLA → 47.8 km. → C' LLACSACCACCA
ALTURA TORRE : 25m.
ALTURA ANTENA : 23m.
ALTURA TORRE : 60m.
ALTURA ANTENA : 25m.

m.s.n.m.

5500

5000

4500

4000

0

10

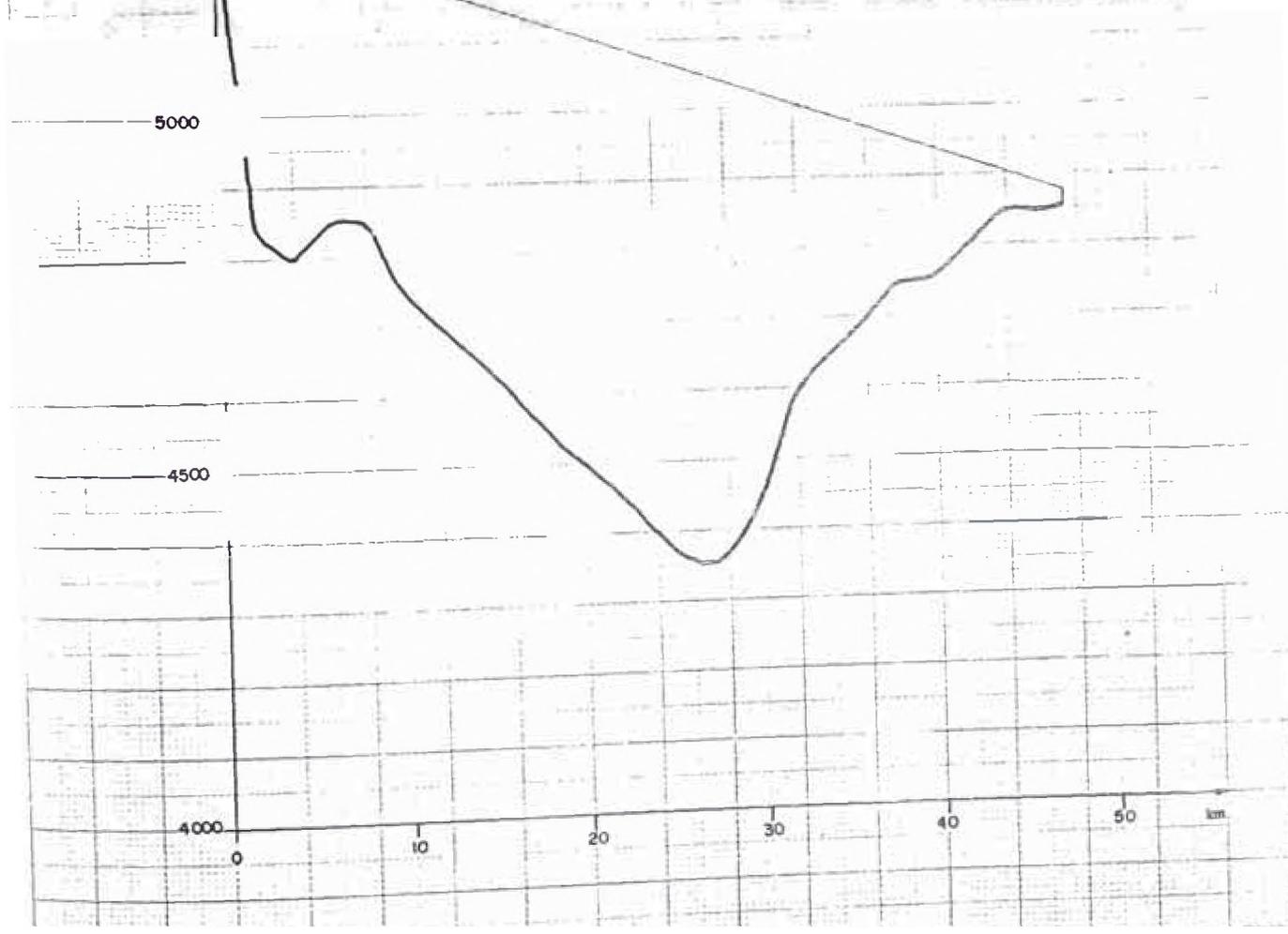
20

30

40

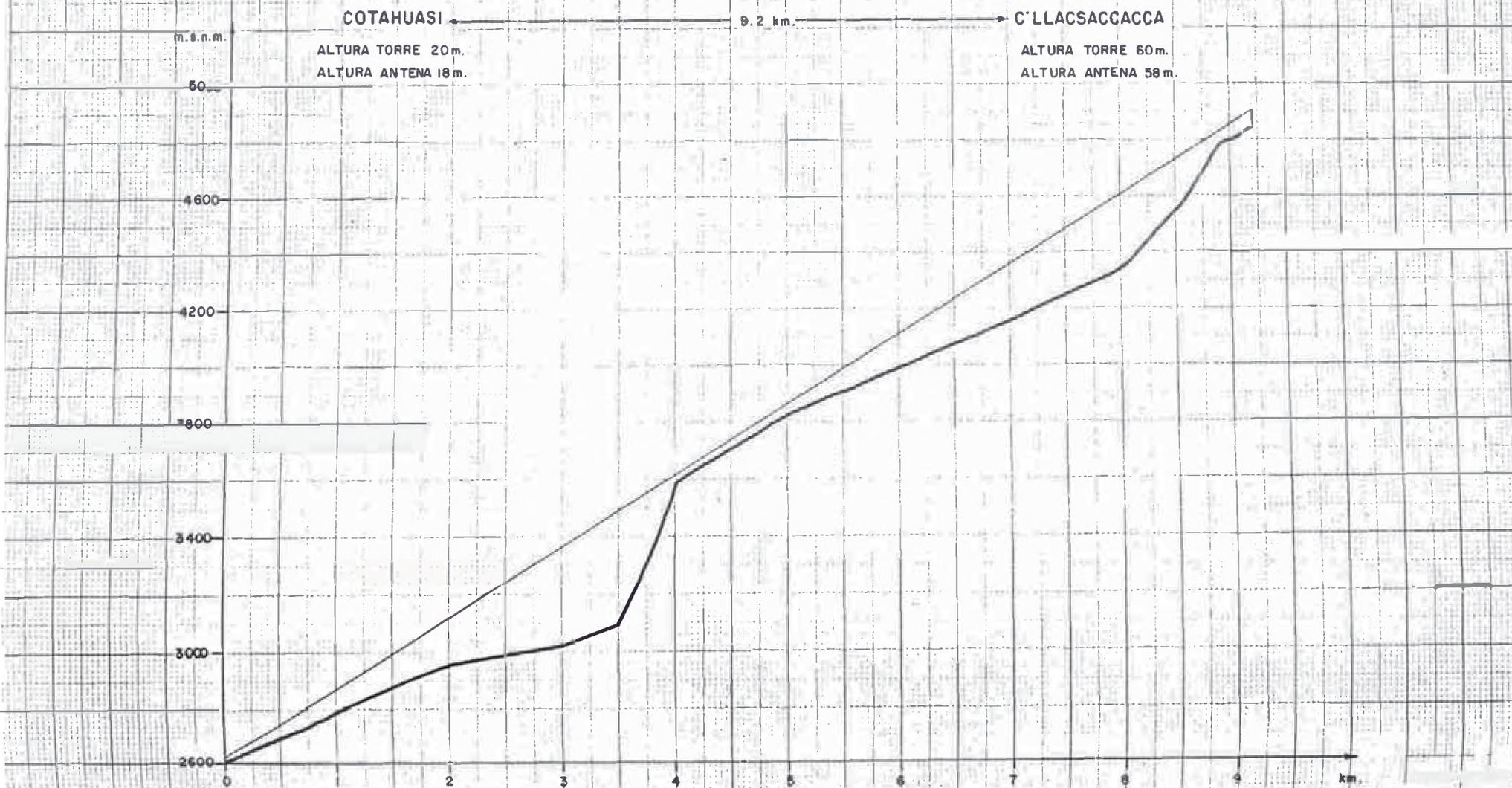
50

km



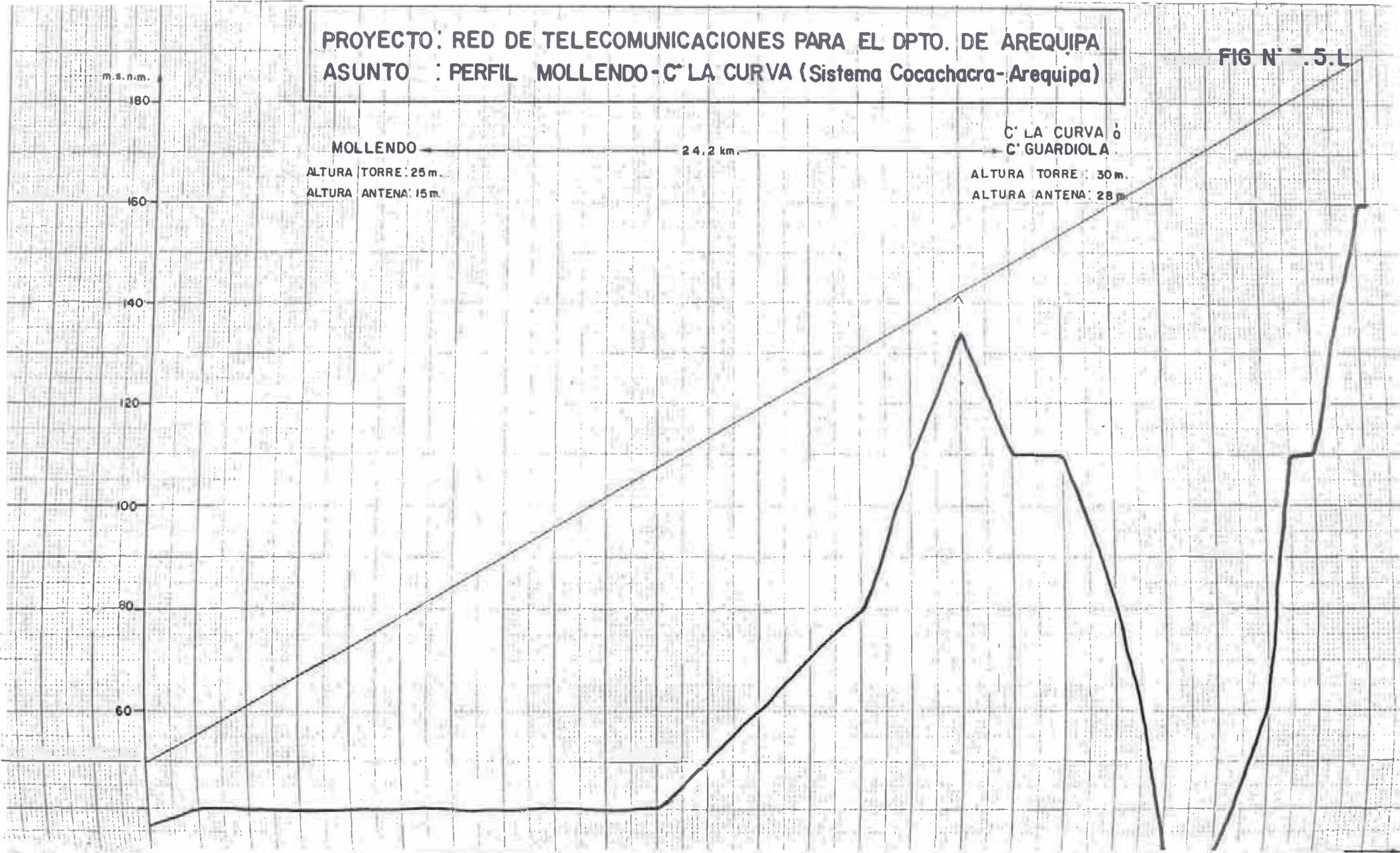
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL COTAHUASI-C'LLACSACCACCA (Sistema Cotahuasi-Arequipa)

FIG. N° 3.5.K



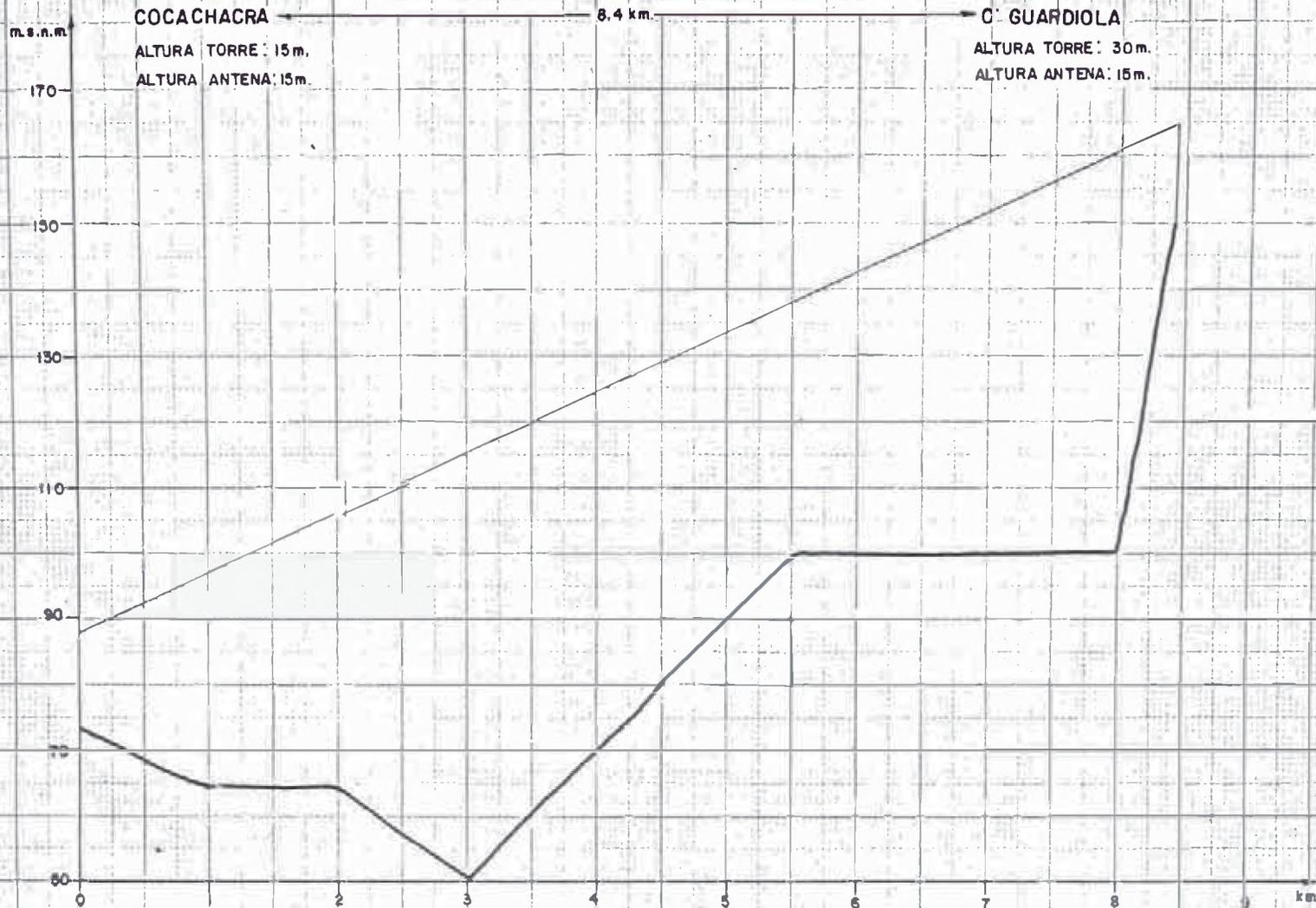
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL MOLLENDO - C^o LA CURVA (Sistema Cocachacra-Arequipa)

FIG N° 5.L



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PERFIL COCACHACRA- C'GUARDIOLA (Sistema Cocachacra-Arequipa)

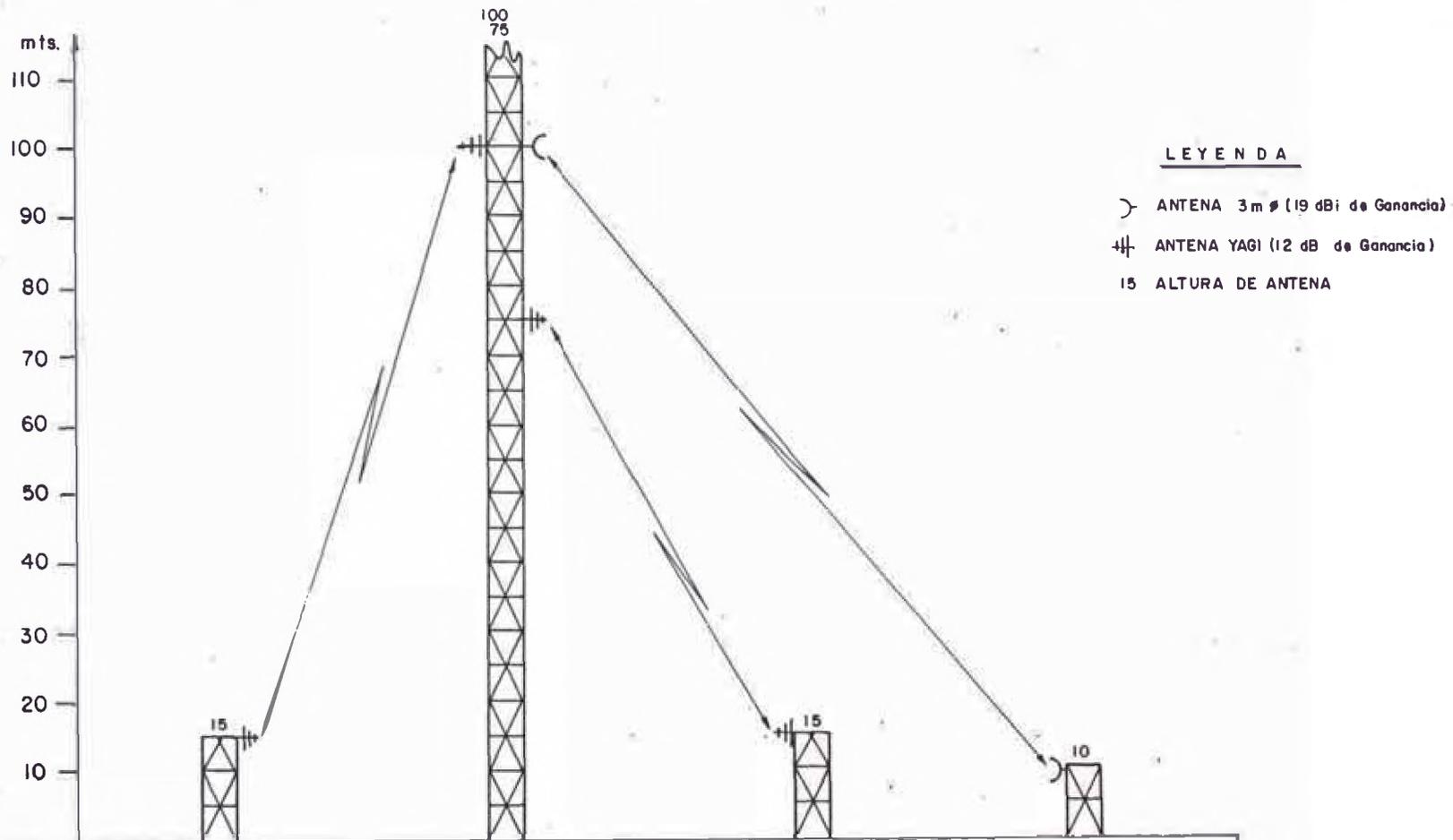
FIG. N° 3.5.M



NOTA: ESTE SALTO SE HA CONSIDERADO POR LINEA FISICA PERO OBSERVAMOS QUE ES POSIBLE LA INSTALACION DE UN RADIOENLACE UHF

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ALTURA DE TORRES Y ANTENAS (Inserción en Rep. Atiquipa)

FIG. N° 3.6.A



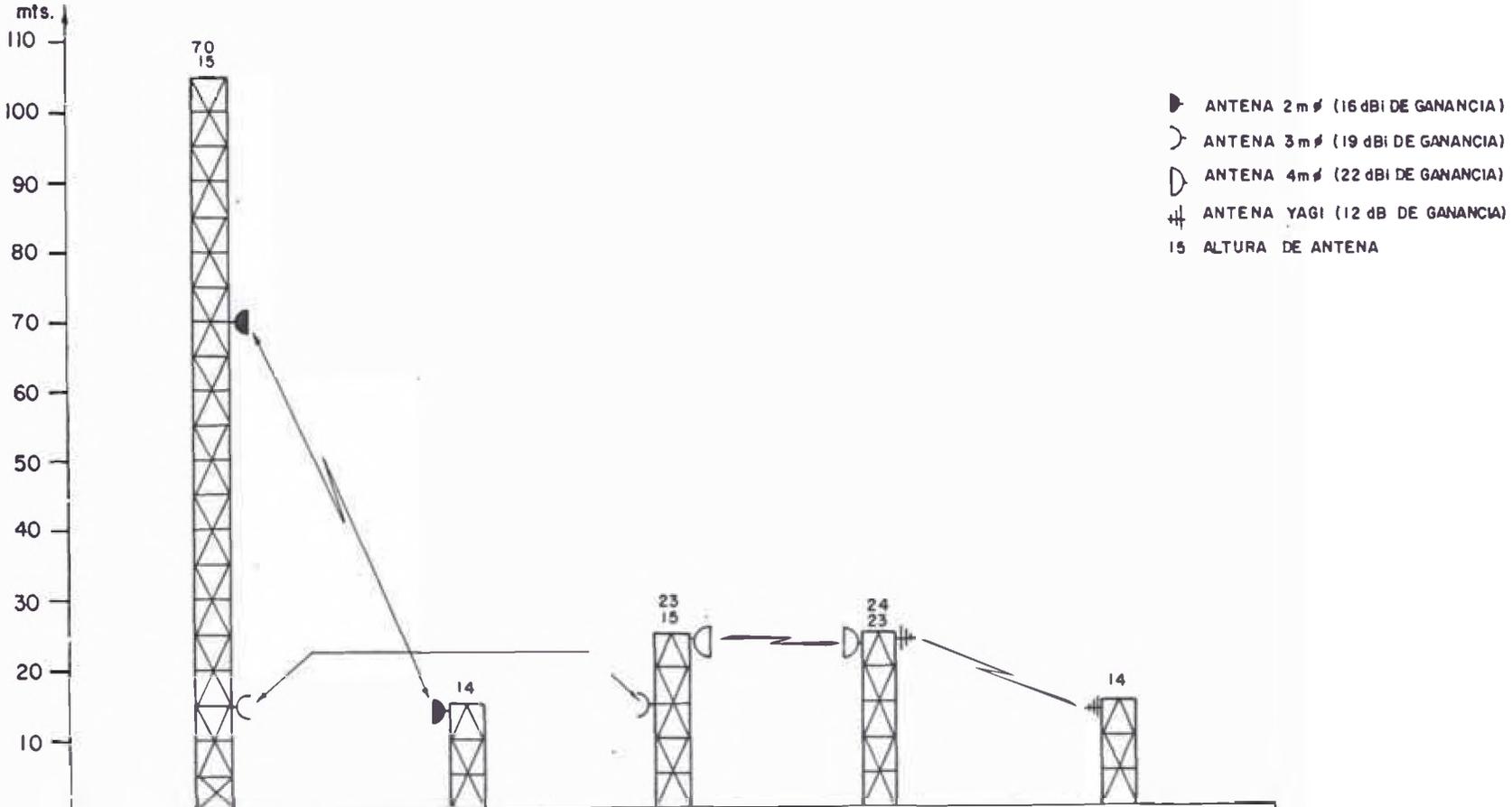
LEYENDA

- ⊂ ANTENA 3 m \varnothing (19 dBi de Ganancia)
- ⊃ ANTENA YAGI (12 dB de Ganancia)
- 15 ALTURA DE ANTENA

ESTACION	CHALA	ATIQUIPA	YAUCA	BELLA UNION
ALTURA DE TORRE	15	135	15	10
TIPO DE TORRE	MASTIL	ARRIOSTRADA	MASTIL	MASTIL

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ALTURA DE TORRES Y ANTENAS (Inserción en Rep. Punta de Atico)

FIG. N° 3.6.B



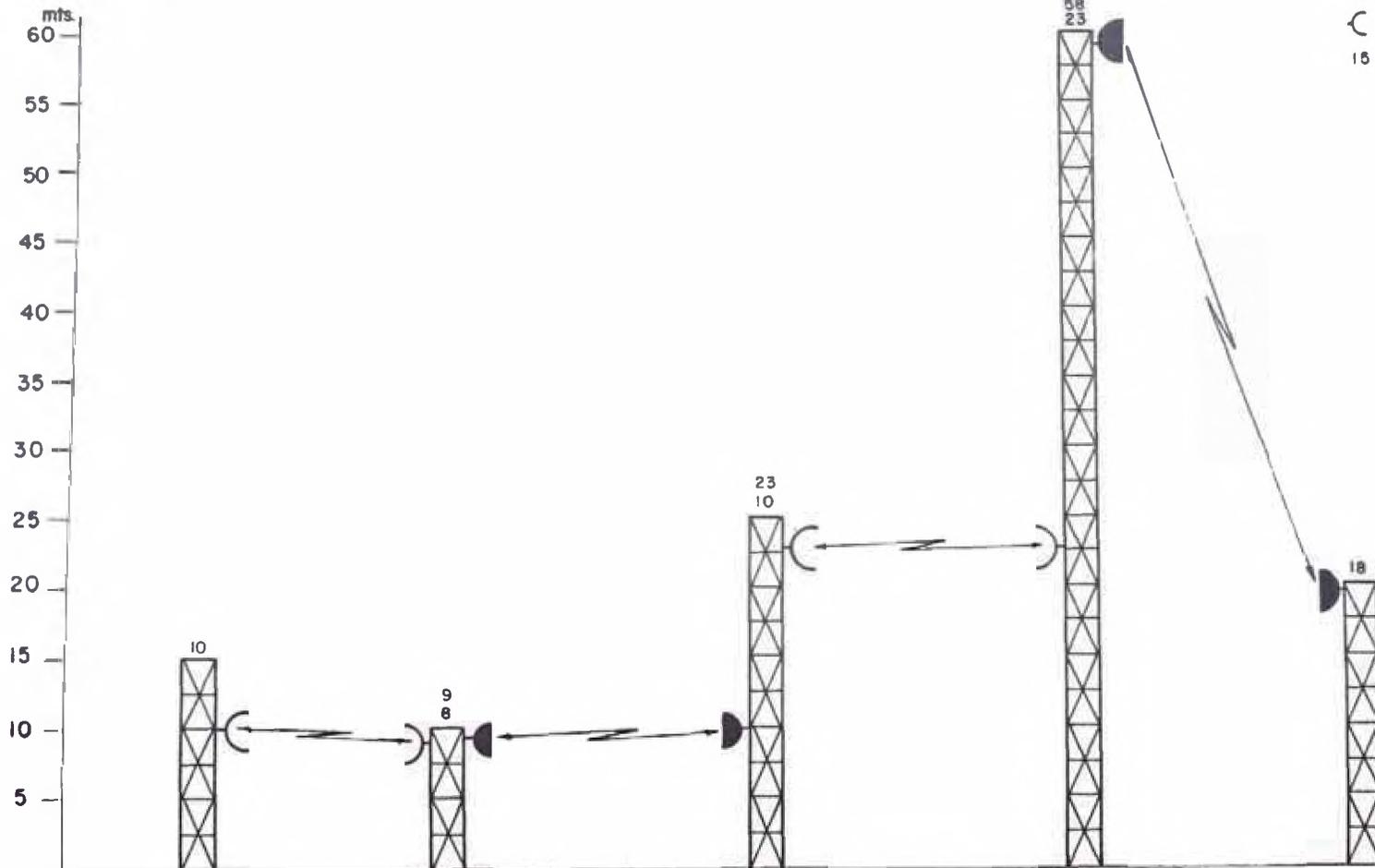
ESTACION	LA PUNTA	ATICO	C' GENTIL	C' CORDOVA	CARAVELI
ALTURA DE TORRE	105	15	25	25	15
TIPO DE TORRE	ARRIOSTRADA	MASTIL	ARRIOSTRADA	ARRIOSTRADA	MASTIL

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ALTURA DE TORRES Y ANTENAS (Inserción en Rep. Quemado)

FIG.N° 3.6.C

LEYENDA

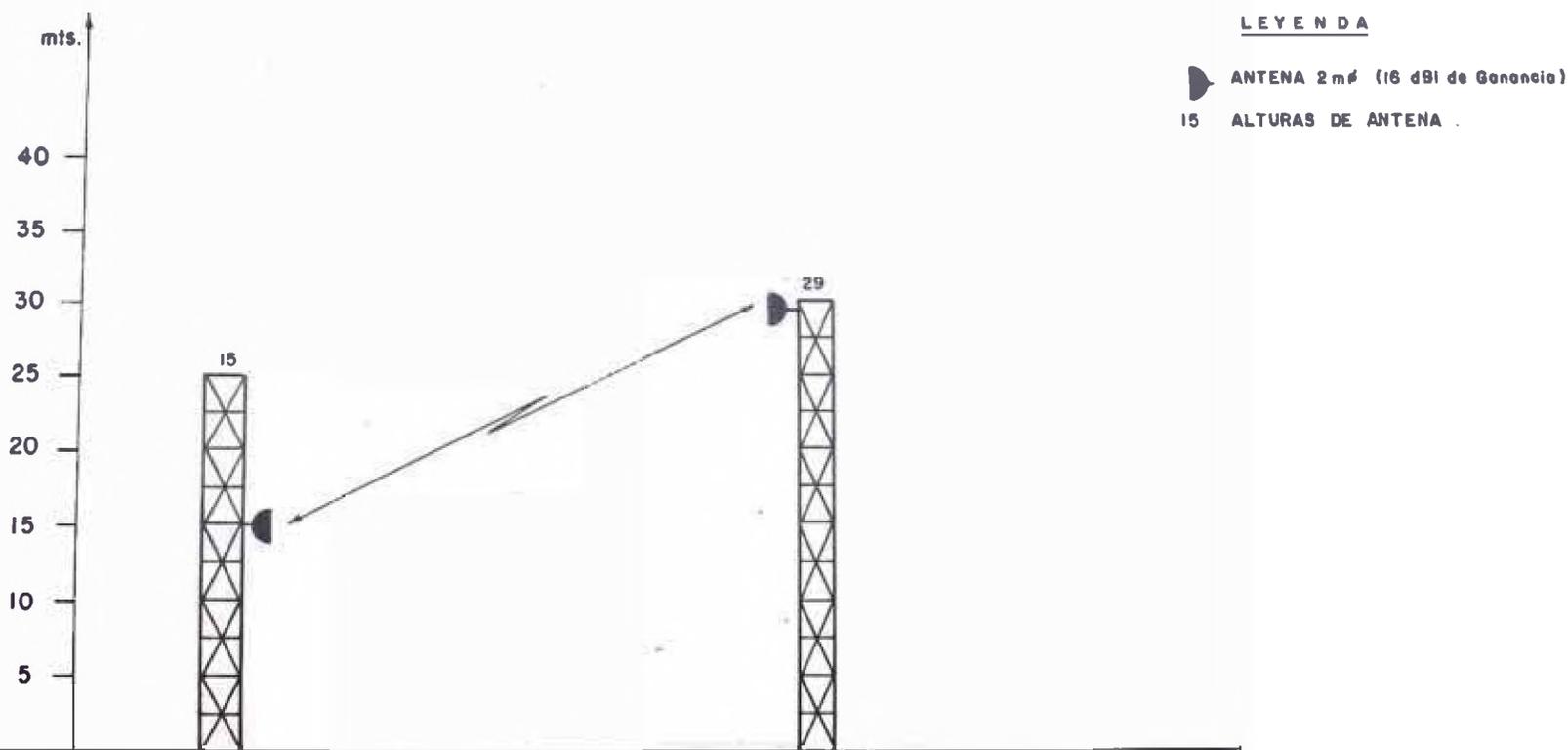
-  ANTENA 2m ϕ (16 dBi de Ganancia)
-  ANTENA 3m ϕ (19 dBi de Ganancia)
- 15 ALTURA DE ANTENA



ESTACION	C' QUEMADO	C' COMUCHA	C' PUCAYLLA	C' LLAPSACCACCA	COTAHUASI
ALTURA DE TORRE	15	10	25	60	20
TIPO DE TORRE	ARRIOSTRADA	MASTIL	ARRIOSTRADA	ARRIOSTRADA	ARRIOSTRADA

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ALTURA DE TORRES Y ANTENAS (Inserción en Mollendo)

FIG. N° 3.6.D



LEYENDA

-  ANTENA 2 m² (16 dBi de Ganancia)
- 15 ALTURAS DE ANTENA

ESTACION	MOLLENDO	C' LA CURVA
ALTURA DE TORRE	25	30
Tipo de Torre	ARRIOSTRADA	ARRIOSTRADA

Fig. 3.7 . A

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A			ATIQUIPA		
2	B			BELLA UNION		
3		TIPO DE EQUIPO				
4	f_0	FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450		
5	N	CAPACIDAD TELEFONICA	N°Can	24		
6	F	FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7		
7	P_t	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	40		
8	F_d	VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35		
9	F_m	FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	108		
10	M	VALOR DEL SISTEMA	dB	164.7		
11	d	LONGITUD DEL TRAMO	Km.	49		
12		TIPO DE ANTENA A		Parabólica	tipo grilla	3 mØ
13		TIPO DE ANTENA B		Parabólica	tipo grilla	3 mØ
14	L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	110		
15	L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	20		
16		ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/com	3		
17	G1	ANTENA A	dB	19		
18	G2	ANTENA B	dB	19		
19		OTROS	dB			
20	G_t	GANANCIA TOTAL	dB	38		
21	A_0	POR ESPACIO LIBRE	dB	119.3		
22	A_{01}	POR SUPERFICIE PLANA	dB			
23	A_{02}	POR OBSTACULO	dB	7		
24	L_{fd}	DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	4		
25	L_{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4		
26	L_o	OTRAS	dB	1		
27	L_t	PERDIDA TOTAL	dB	135.3		
28	A_t	ATENUACION DEL TRAMO	dB	97.3		
29	P_r	NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	-57.3		
30	P_{eq}	NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85		
31	F_o	MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	27.7		
32	S/N	RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	67.4		
33	P_t	POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P_{wop}	181.9		
34	P_{th}	POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	181.9		
35	$P_{t/r}$	TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P_w	200		
36	P_{md}	DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P_w			
37	P_{in}	POR INTERFERENCIA	P_w			
38		OTROS	P_w			
39	P_{ex}	TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P_{wop}	200		
40	P	POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	381.9		

Fig. 3.7.B

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A			ATIQUIPA			
2	B			YAUCA			
3	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS		TIPO DE EQUIPO				
4		f_0	FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450		
5		N	CAPACIDAD TELEFONICA	N° Can	24		
6		F	FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7		
7		P_t	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	40		
8		F_d	VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35		
9		F_m	FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	108		
10		M	VALOR DEL SISTEMA	dB	164.7		
11		CARACTERISTICAS - TRAMO	d	LONGITUD DEL TRAMO	Km.	22	
12				TIPO DE ANTENA A		Yagi	
13			TIPO DE ANTENA B		Yagi		
14	L1		LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	25		
15	L2		LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	85		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/100m	3		
17	GANANCIA	G1	ANTENA A	dB	12		
18		G2	ANTENA B	dB	12		
19			OTROS	dB			
20		G_t	GANANCIA TOTAL	dB	24		
21	PERDIDAS	A_0	POR ESPACIO LIBRE	dB	112.4		
22		A_{01}	POR SUPERFICIE PLANA	dB			
23		A_{02}	POR OBSTACULO	dB	4.2		
24		L_{fd}	DE ALIMENTADORES (A+B)	dB	3.3		
25		L_{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4		
26		L_a	OTRAS	dB	1		
27		L_t	PERDIDA TOTAL	dB	124.9		
28	NIVELES	A_t	ATENUACION DEL TRAMO	dB	100.9		
29		P_r	NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	-60.9		
30		P_{eq}	NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85		
31		F_0	MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	24.1		
32		S/N	RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	63.8		
33		P_t	POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P_{wop}	398.1		
34		P_{th}	POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	398.1		
35		RUIDOS FIJOS	$P_{t/r}$	TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P_w	200	
36	P_{md}		DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P_w			
37	P_{in}		POR INTERFERENCIA	P_w			
38			OTROS	P_w			
39	P_{ex}		TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P_{wop}	200		
40		P	POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	598.1		

Fig. 3.7.C

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1		A								
2		B				AREQUIPA				
						CHALA				
3	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS		TIPO DE EQUIPO							
4		f_0	FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450					
5		N	CAPACIDAD TELEFONICA	N° Can.	24					
6		F	FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7					
7		P_t	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	40					
8		F_d	VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35					
9		F_m	FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	108					
10		M	VALOR DEL SISTEMA	dB	164.7					
11		CARACTERISTICAS - TRAMO	d	LONGITUD DEL TRAMO	Km.	18.5				
12				TIPO DE ANTENA A		Yagi				
13			TIPO DE ANTENA B		Yagi					
14	L1		LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	25					
15	L2		LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	110					
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/100m	3					
17	GANANCIA	G1	ANTENA A	dB	12					
18		G2	ANTENA B	dB	12					
19			OTROS	dB						
20		Gt	GANANCIA TOTAL	dB	24					
21	PERDIDAS	Ao	POR ESPACIO LIBRE	dB	110.6					
22		Ao1	POR SUPERFICIE PLANA	dB						
23		Ao2	POR OBSTACULO	dB	6					
24		Lfd	DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	4					
25		Lbc	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4					
26		La	OTRAS	dB	1					
27		Lt	PERDIDA TOTAL	dB	125.6					
28	NIVELES	Af	ATENUACION DEL TRAMO	dB	101.6					
29		Pr	NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	-61.6					
30		Peq	NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85					
31		Fo	MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	23.4					
32		S/N	RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	63.1					
33		Pt	POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P_{wop}	489.7					
34		Pth	POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	489.7					
35		RUIDOS FIJOS	$P_{t/r}$	TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P_w					
36	P_{md}		DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P_w	200					
37	P_{in}		POR INTERFERENCIA	P_w						
38			OTROS	P_w						
39	P_{ex}		TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P_{wop}	200					
40		P	POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P_{wop}	689.7					

Fig. 3.7. 0

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A			LA PUNTA	C° GENTIL	C°CORDOVA		
2	B			C°GENTIL	C°CORDOVA	CARAVELI		
3		TIPO DE EQUIPO						
4	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	f _o	FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450	450	450	
5		N	CAPACIDAD TELEFONICA	N° Can	24	24	24	
6		F	FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7	7	7	
7		P _i	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30	30	30	
8		F _d	VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35	35	35	
9		F _m	FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	156	156	156	
10		M	VALOR DEL SISTEMA	dB	151.56	151.56	151.56	
11		CARACTERISTICAS - TRAMO	d	LONGITUD DEL TRAMO	Km.	28	48.5	8
12				TIPO DE ANTENA A		Parabólica	Parabólica	Yagi
13				TIPO DE ANTENA B		3 mφ	4mφ	Yagi
14	L1		LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	25	35	35	
15	L2		LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	25	35	25	
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/cont	3	3	3	
17	GANANCIA	G1	ANTENA A	dB	19	22	12	
18		G2	ANTENA B	dB	19	22	12	
19			OTROS	dB				
20		G _t	GANANCIA TOTAL	dB	38	44	24	
21	PERDIDAS	A _o	POR ESPACIO LIBRE	dB	114.4	119.2	103.5	
22		A _{o1}	POR SUPERFICIE PLANA	dB				
23		A _{o2}	POR OBSTACULO	dB				
24		L _{fd}	DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	1.5	2.1	1.8	
25		L _{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4	4	4	
26		L _a	OTRAS	dB	1			
27		L _t	PERDIDA TOTAL	dB	120.9	125.3	109.3	
28	NIVELES	A _i	ATENUACION DEL TRAMO	dB	82.9	81.3	85.3	
29		P _r	NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	-52.9	-51.3	-55.3	
30		P _{eq}	NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85	85	85	
31		F _o	MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	32.1	33.7	29.7	
32		S/N	RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	68.66	70.26	66.26	
33		P _i	POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P _{wop}	134.14	94.18	236.5	
34		P _{ih}	POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}		466.82		
35		RUIDOS FIJOS	P _{i/r}	TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P _w	200	200	200
36			P _{md}	DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P _w			
37			P _{in}	POR INTERFERENCIA	P _w			
38			OTROS	P _w				
39	P _{ex}		TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P _{wop}		1066.82		
40		P	POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}				

Fig. 3.7. E

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A		REP. M.O. LA PUNTA			
2	B		ATICO			
3		TIPO DE EQUIPO				
4	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	f _o FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450		
5		N CAPACIDAD TELEFONICA	N° Can	24		
6		F FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7		
7		P _t POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30		
8		F _d VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35		
9		F _m FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	156		
10		M VALOR DEL SISTEMA	dB	151.56		
11		CARACTERIS- TICAS - TRAMO	d LONGITUD DEL TRAMO	Km	9	
12					Parabólica	
13					2m ²	
14	L ₁ LONGITUD DE ALIMENTADOR A		m.	80		
15	L ₂ LONGITUD DE ALIMENTADOR B		m.	25		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/conn	3	
17	GANANCIA	G ₁ ANTENA A	dB	16		
18		G ₂ ANTENA B	dB	16		
19			OTROS	dB		
20		G _t GANANCIA TOTAL	dB	32		
21	PERDIDAS	A _o POR ESPACIO LIBRE	dB	104.5		
22		A _{o1} POR SUPERFICIE PLANA	dB			
23		A _{o2} POR OBSTACULO	dB	3		
24		L _f d DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	3.15		
25		L _b c EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4		
26		L _a OTRAS	dB	1		
27		L _t PERDIDA TOTAL	dB	115.6		
28		NIVELES	A _t ATENUACION DEL TRAMO	dB	83.6	
29	P _r NIVEL DE RECEPCION (sin fading)		dBm	-53.6		
30	P _{eq} NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral + 7dB)		dBm	85		
31	F _o MARGEN DE AUSENCIA DE FADING		dB	31.4		
32	S/N RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDE- RADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS		dB	67.96		
33	P _i POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS		P _{wop}	159.95		
34	P _{th} POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SEC- CION EN AUSENCIA DE FADING		P _{wop}	159.95		
35	RUIDOS FIJOS		P _{i/r} TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P _w		
36			P _m d DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P _w	200	
37			P _i n POR INTERFERENCIA	P _w		
38			OTROS	P _w		
39		P _{ex} TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P _{wop}	200		
40		P POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}			
				359.95		

Fig. 3.7. F1

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A		REPETID. M.O. C°QUEMADO	C°COMUCHA	C°PUCAYLLA
2	B			C°COMUCHA	C°PUCAYLLA C° LLAP SACCACCA
3		TIPO DE EQUIPO			
4	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	f _o FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450	450
5		N CAPACIDAD TELEFONICA	N° Con.	24	24
6		F FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7	7
7		P _t POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	40	30
8		F _d VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35	35
9		F _m FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	108	108
10		M VALOR DEL SISTEMA	dB	164.7	154.7
11	CARACTERIS - TICAS - TRAMO	d LONGITUD DEL TRAMO	Km.	161.5	35.8
12		TIPO DE ANTENA A		Parabólica	Parabólica
13		TIPO DE ANTENA B		3mø	2mø
14		L1 LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	20	20
15		L2 LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	20	20
16		ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/conn	3	3
17	GANANCIA	G1 ANTENA A	dB	19	16
18		G2 ANTENA B	dB	19	16
19		OTROS	dB		
20		G _t GANANCIA TOTAL	dB	38	32
21	PERDIDAS	A _o POR ESPACIO LIBRE	dB	129.6	116.5
22		A _{o1} POR SUPERFICIE PLANA	dB		
23		A _{o2} POR OBSTACULO	dB		
24		L _{fd} DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	1.2	1.2
25		L _{bc} EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4	4
26		L _a OTRAS	dB	1	
27		L _t PERDIDA TOTAL	dB	135.8	121.7
28	NIVELES	A _t ATENUACION DEL TRAMO	dB	97.8	89.7
29		P _r NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	-57.8	-59.7
30		P _{eq} NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85	85
31		F _o MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	27.2	25.3
32		S/N RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	66.9	65
33		P _t POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P _{wop}	204.1	316.22
34		P _{th} POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}		1013.52
35	RUIDOS FIJOS	P _{t/r} TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P _w		
36		P _{md} DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P _w	200	200
37		P _{in} POR INTERFERENCIA	P _w		
38		OTROS	P _w		
39		P _{ex} TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P _{wop}		800
40		P POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}		1813.52

Fig. 3,7.F2 (cont.)

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
CALCULOS DE PROPAGACION

CUADRO N°

1	A				COTAHUASI		
2	B				C°LLAPSA- CCACCA		
3	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS		TIPO DE EQUIPO				
4		f_0	FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450		
5		N	CAPACIDAD TELEFONICA	N°Can	24		
6		F	FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7		
7		Pt	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30		
8		Fd	VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35		
9		Fm	FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	108		
10		M	VALOR DEL SISTEMA	dB	154.7		
11		CARACTERIS- TICAS - TRAMO	d	LONGITUD DEL TRAMO	Km.	9.2	
12				TIPO DE ANTENA A		Parabólica	
13			TIPO DE ANTENA B		2md		
14	L1		LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	30		
15	L2		LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	70		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/100m	3		
17	GANANCIA	G1	ANTENA A	dB	16		
18		G2	ANTENA B	dB	16		
19			OTROS	dB			
20		Gt	GANANCIA TOTAL	dB	32		
21	PERDIDAS	Ao	POR ESPACIO LIBRE	dB	104.7		
22		Ao1	POR SUPERFICIE PLANA	dB			
23		Ao2	POR OBSTACULO	dB	10		
24		Lfd	DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	3		
25		Lbc	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	4		
26		La	OTRAS	dB			
27		Lt	PERDIDA TOTAL	dB	121.7		
28	NIVELES	At	ATENUACION DEL TRAMO	dB	89.7		
29		Pr	NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dBm	59.7		
30		Peq	NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	85		
31		Fo	MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	25.3		
32		S/N	RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDE- RADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	65		
33		Pt	POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	Pwop	316.2		
34		Pth	POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SEC- CION EN AUSENCIA DE FADING	Pwop			
35		RUIDOS FIJOS	Pt/r	TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	Pw		
36			Pmd	DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	Pw	200	
37			Pin	POR INTERFERENCIA	Pw		
38			OTROS	Pw			
39	Pex		TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	Pwop			
40		P	POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	Pwop			

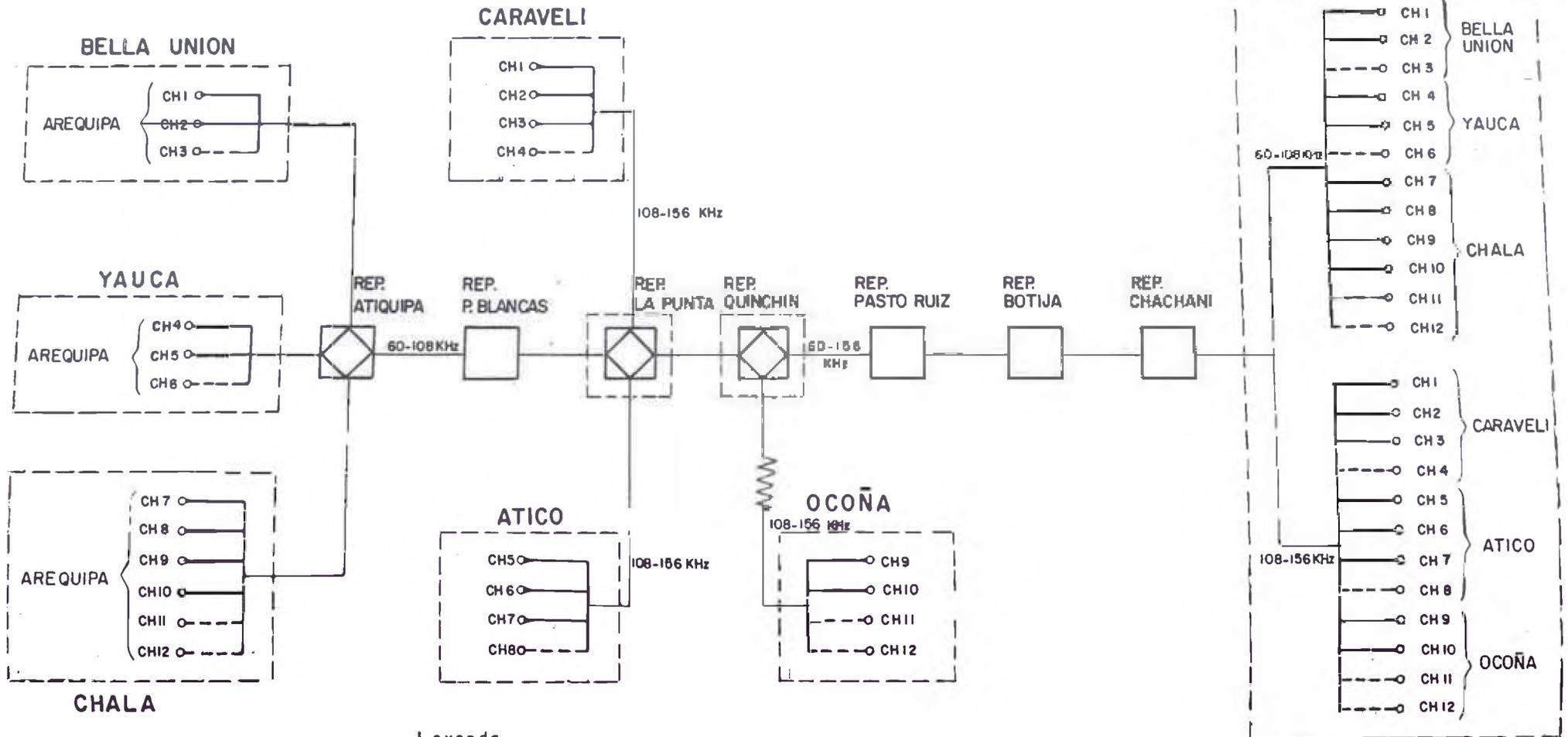
Fig. 3.7.6

PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 CALCULOS DE PROPAGACION CUADRO N°

1	A							
2	B						MOLLENDU	
							LA CURVA	
3		TIPO DE EQUIPO						
4		f _o FRECUENCIA CENTRAL RF	MHz	450				
5		N CAPACIDAD TELEFONICA	N/Con	24				
6		F FACTOR DEL RUIDO DEL RECEPTOR	dB	7				
7		P _i POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	40				
8		F _d VALOR RMS DE LA DESVIACION DE FR	KHz	35				
9		F _m FRECUENCIA MAS ALTA DE LA BANDA BASE	KHz	156				
10		M VALOR DEL SISTEMA	dB	161.5				
11		d LONGITUD DEL TRAMO	Km.	24.2				
12		TIPO DE ANTENA A				Parabólica		
13		TIPO DE ANTENA B				2mØ		
14		L ₁ LONGITUD DE ALIMENTADOR A	m.	25				
15		L ₂ LONGITUD DE ALIMENTADOR B	m.	40				
16		ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENT.	dB/cond	3				
17		G ₁ ANTENA A	dB	16				
18		G ₂ ANTENA B	dB	16				
19		OTROS	dB	32				
20		G _t GANANCIA TOTAL	dB	113.2				
21		A ₀ POR ESPACIO LIBRE	dB	6				
22		A ₀₁ POR SUPERFICIE PLANA	dB	1.95				
23		A ₀₂ POR OBSTACULO	dB	4				
24		L _{1d} DE ALIMENTADORES (A + B)	dB	1				
25		L _{bc} EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	126.1				
26		L _o OTRAS	dB	94.1				
27		L _t PERDIDA TOTAL	dBm	-54.1				
28		A _t ATENUACION DEL TRAMO	dBm	85				
29		P _r NIVEL DE RECEPCION (sin fading)	dB	30.9				
30		P _{0q} NIVEL DE SILENCIAMIENTO (nivel umbral +7dB)	dBm	67.4				
31		F _o MARGEN DE AUSENCIA DE FADING	dB	181.9				
32		S/N RELACION SEÑAL RUIDO TERMICO PONDERADO, POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	dB	200				
33		P _i POTENCIA DE RUIDO TERMICO PONDERADO POR TRAMO SIN PRE-ENFASIS	P _{wop}	181.9				
34		P _{ih} POTENCIA DE RUIDO TERMICO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}	381.9				
35		P _{i/r} TERMICO RESIDUAL DE LOS TX Y RX	P _w					
36		P _{md} DE INTERMODULACION DE LOS MODEMS	P _w					
37		P _{in} POR INTERFERENCIA	P _w					
38		OTROS	P _w					
39		P _{wx} TOTAL RUIDOS FIJOS DE LA SECCION	P _{wop}					
40		P POTENCIA TOTAL DE RUIDO DE LA SECCION EN AUSENCIA DE FADING	P _{wop}					

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : PLAN DE CANALIZACION-INSERCIÓN EN SISTEMA I

FIG.N° 3.9 A

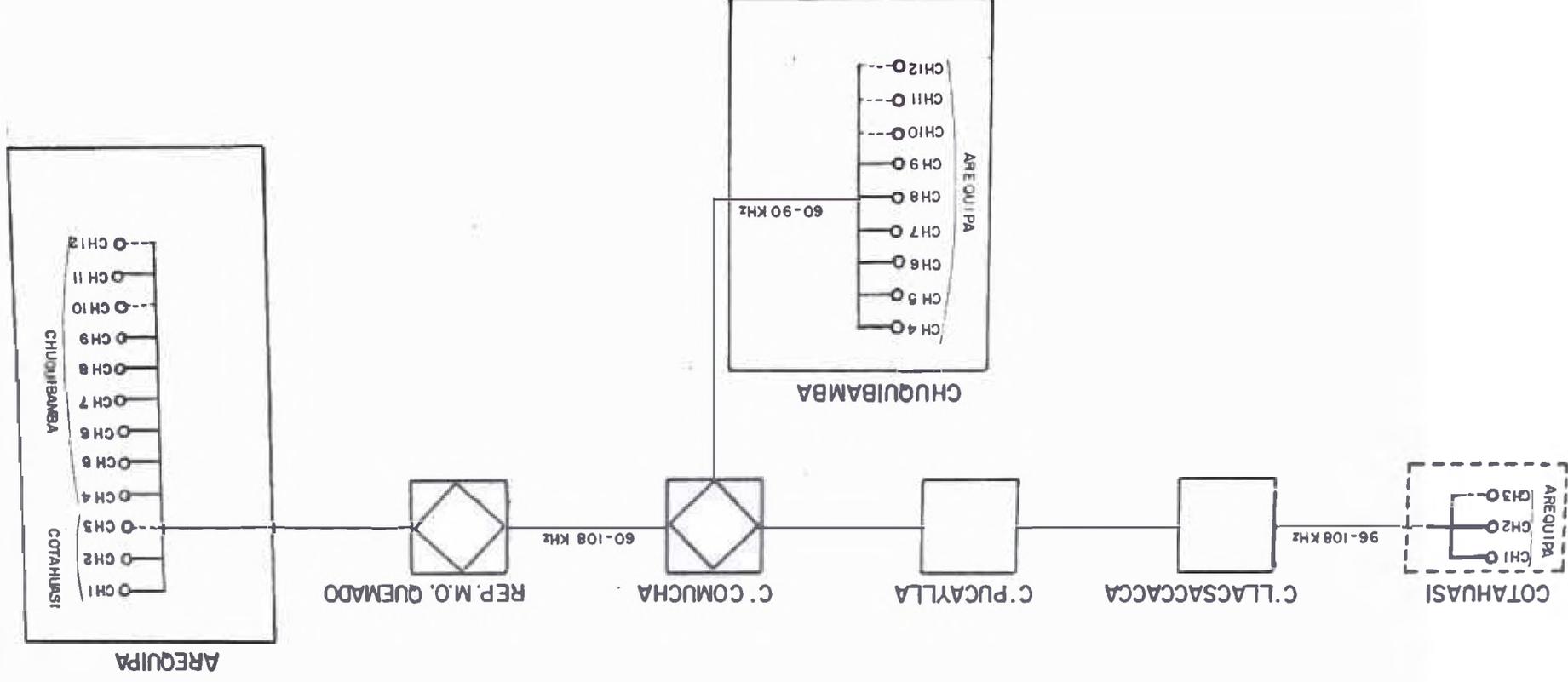


Leyenda

-  HIBRIDA DE BANDA BASE
-  CANAL DE AUDIO
-  AMPLIACION FUTURA
-  REPETIDORA DE MICROONDAS

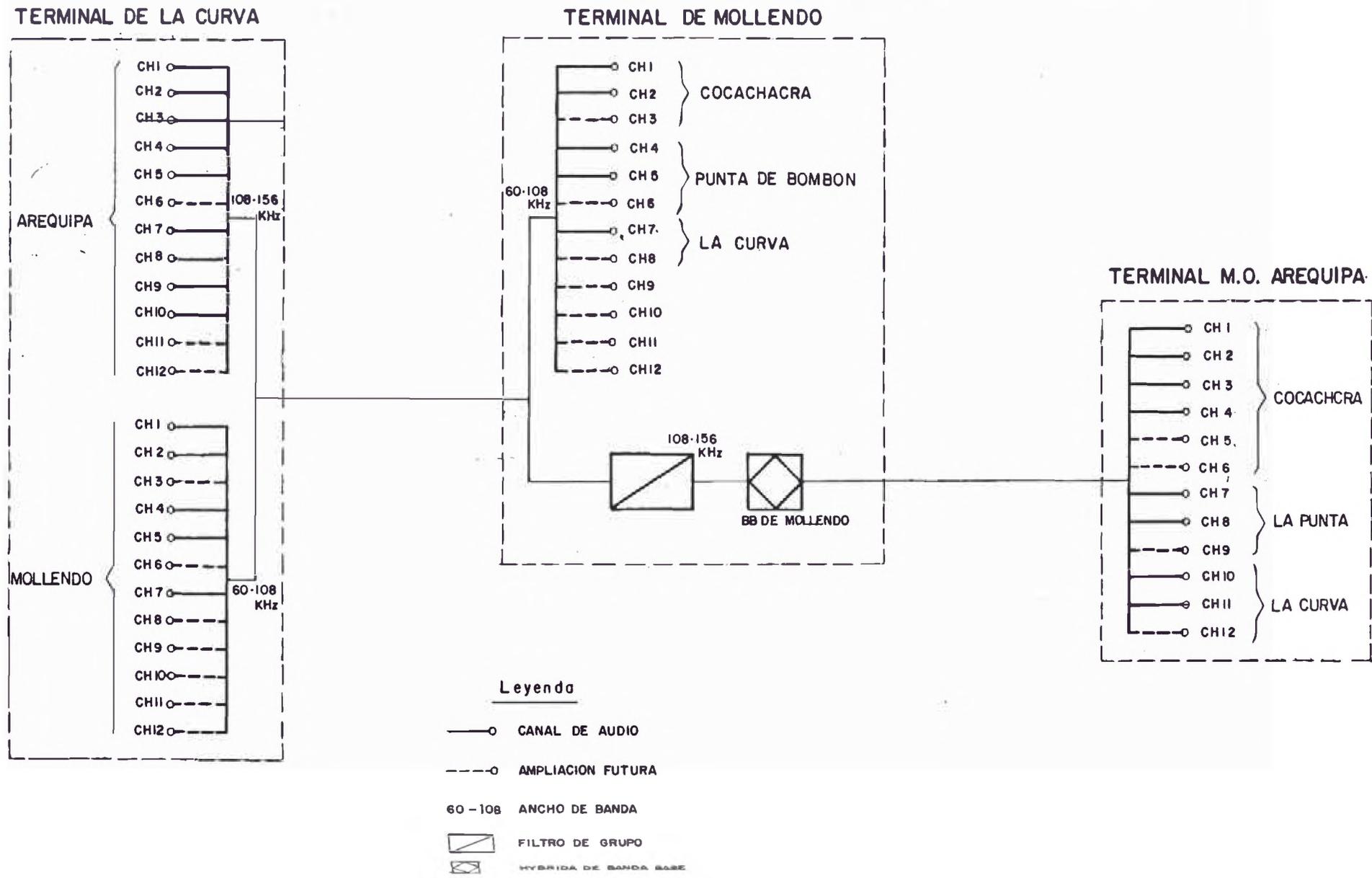
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : PLAN DE CANALIZACION (Inserción en sistema I)

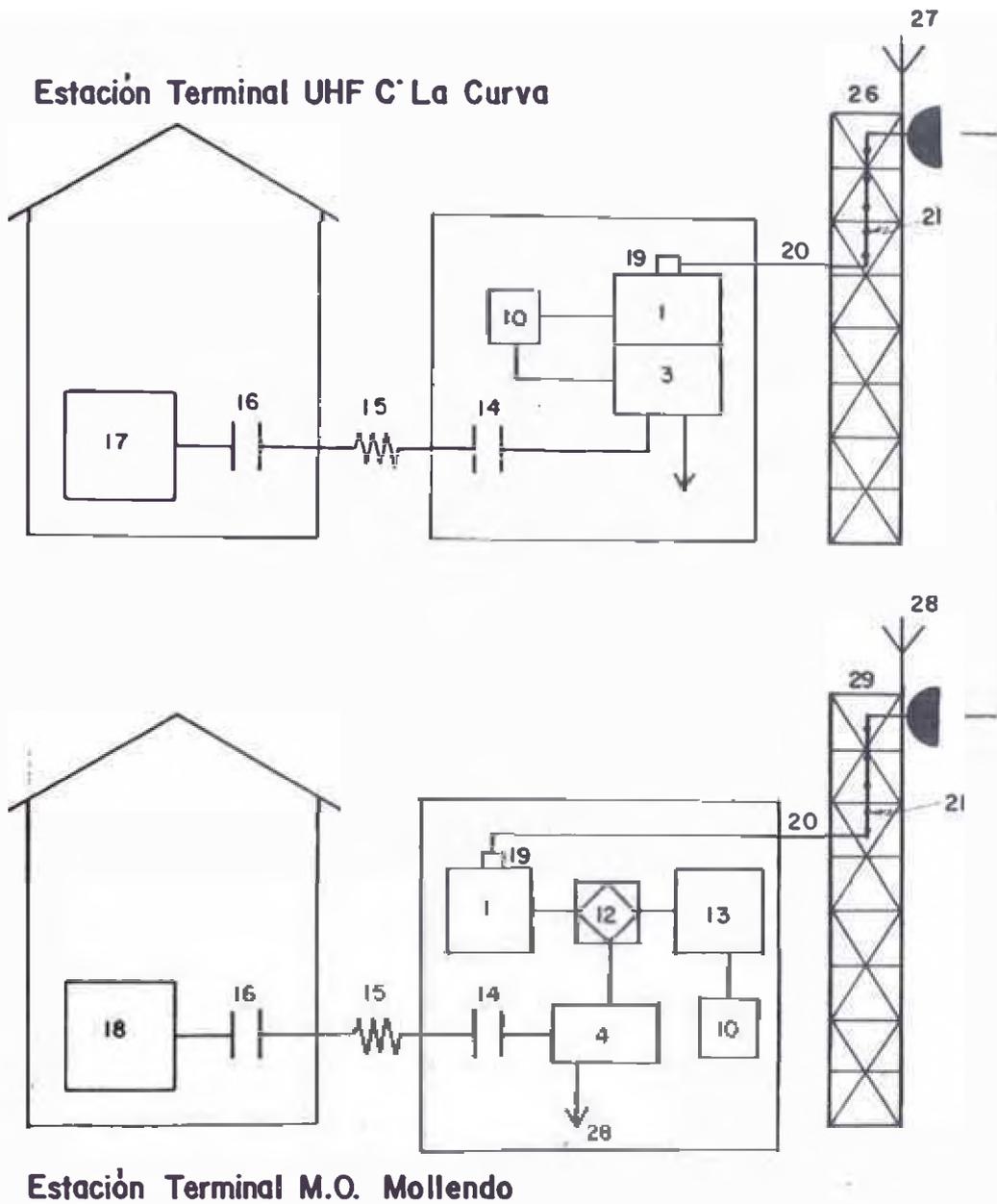
FIG. 3.9 B



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : PLAN DE CANALIZACION - INSERCIÓN EN SISTEMA II

FIG. N° 3.9 C



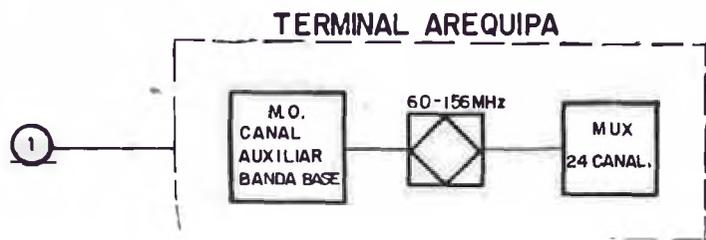
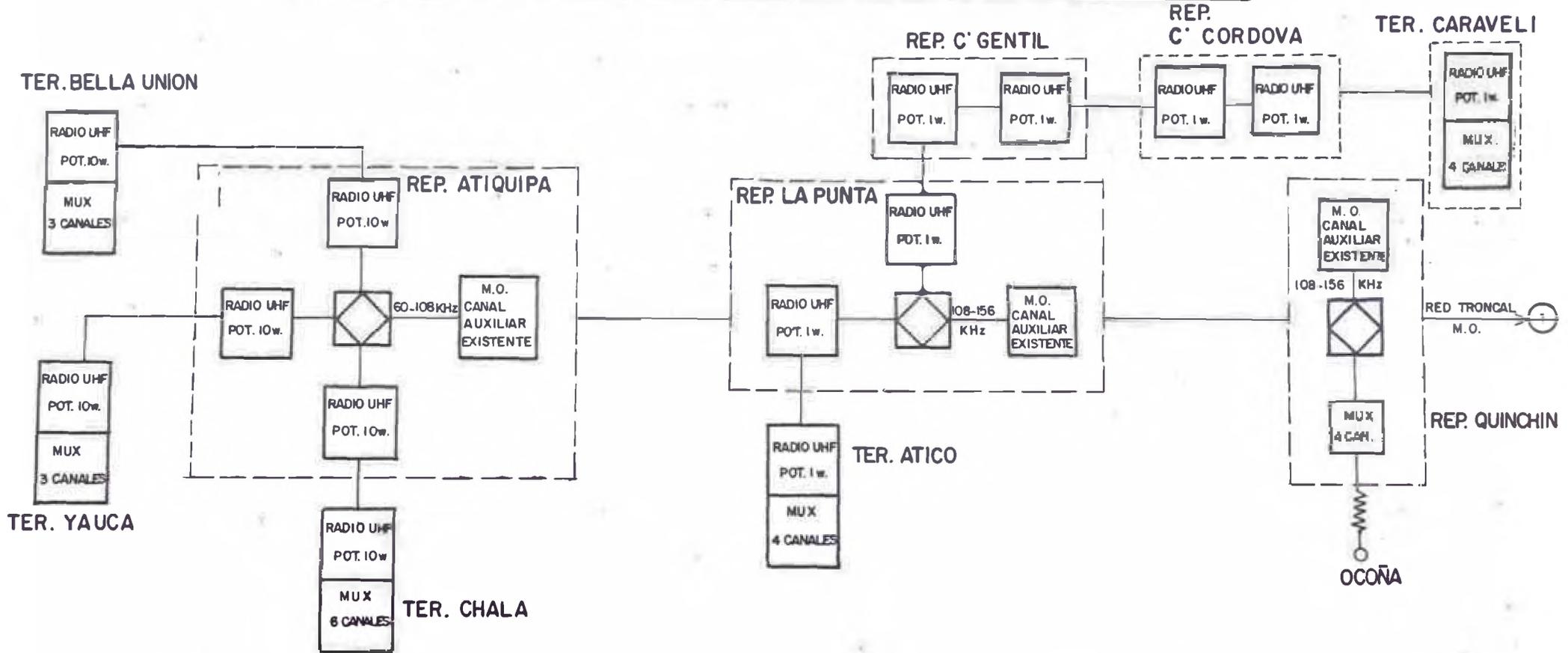


PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : CONFIGURACION DEL SISTEMA - TERMINAL C' LA CURVA -
 TERMINAL MOLLENDO

FIG. N° 3.II.1D

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ESQUEMA DE EQUIPAMIENTO- DIRECCION NOR-OESTE

FIG. N° 3.12.1A

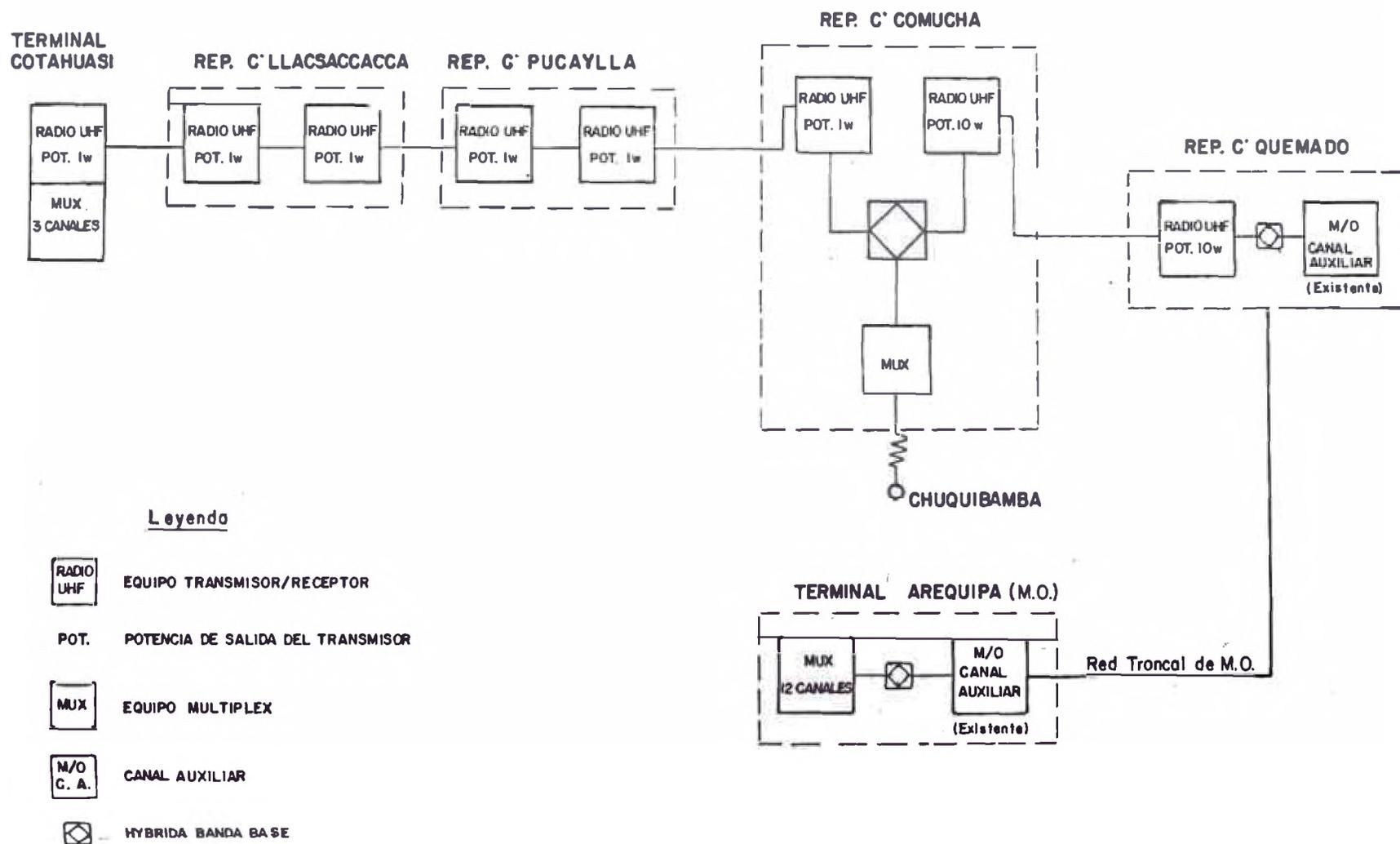


Leyenda

-  EQUIPO TRANSMISOR/RECEPTOR UHF
-  POT. POTENCIA DE SALIDA DEL TRANSMISOR
-  EQUIPO MULTIPLEX
-  HIBRIDA DE BANDA BASE

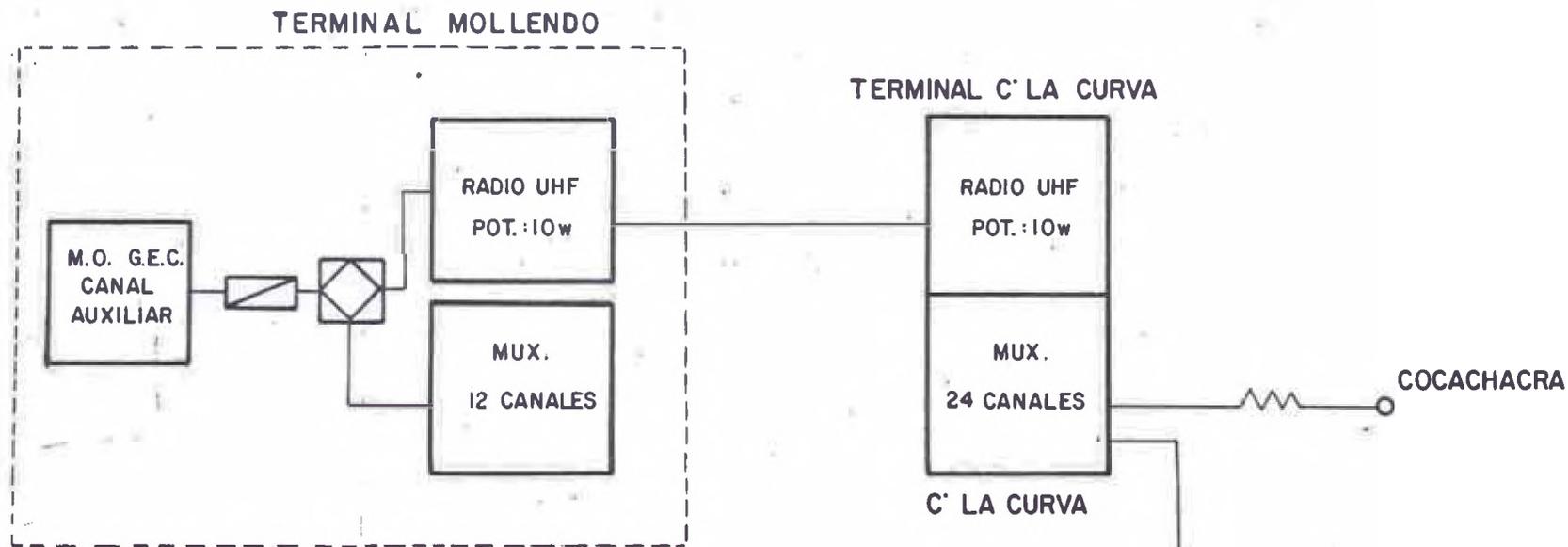
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ESQUEMA DE EQUIPAMIENTO-DIRECCION SUR

FIG. N° 3.12.1B



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : ESQUEMA DE EQUIPAMIENTO - DIRECCION MOLLENDO

FIG. N° 3.12.1 C



LEYENDA



EQUIPO TRANSMISOR / RECEPTOR UHF

POT.

POTENCIA DE SALIDA DEL TRANSMISOR



EQUIPO MULTIPLEX



CABLE MULTIPAR

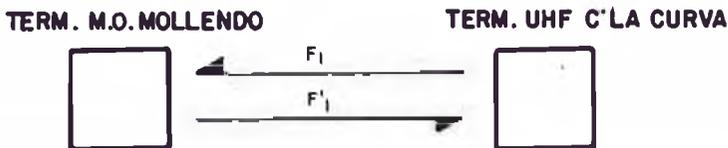
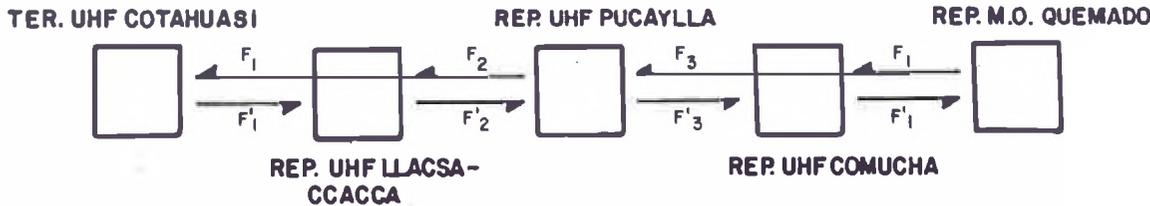
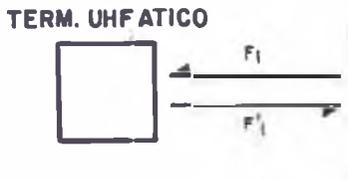
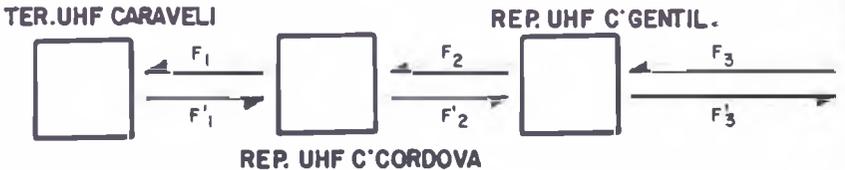
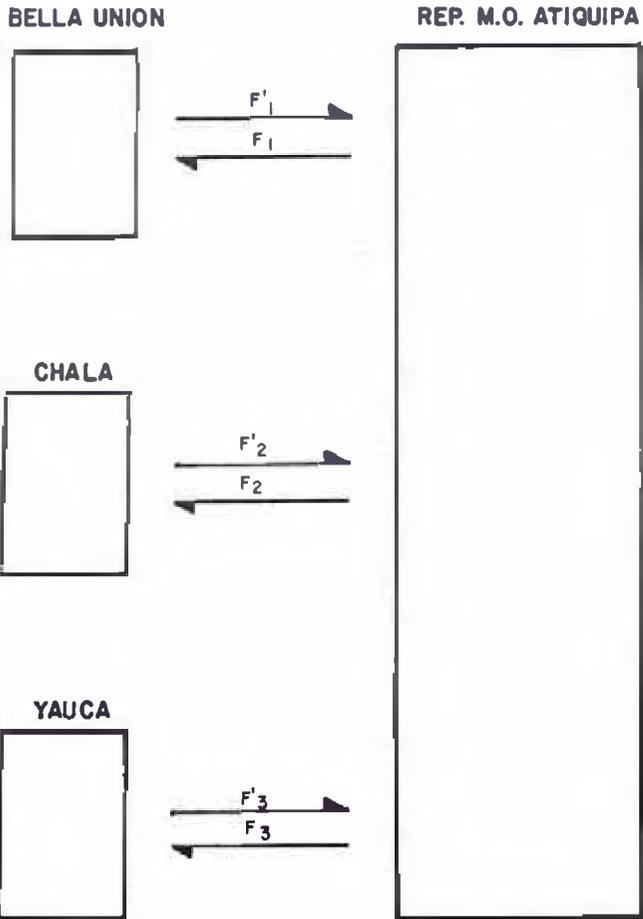


HYBRIDA DE BANDA BASE

PUNTA DE BOMBON

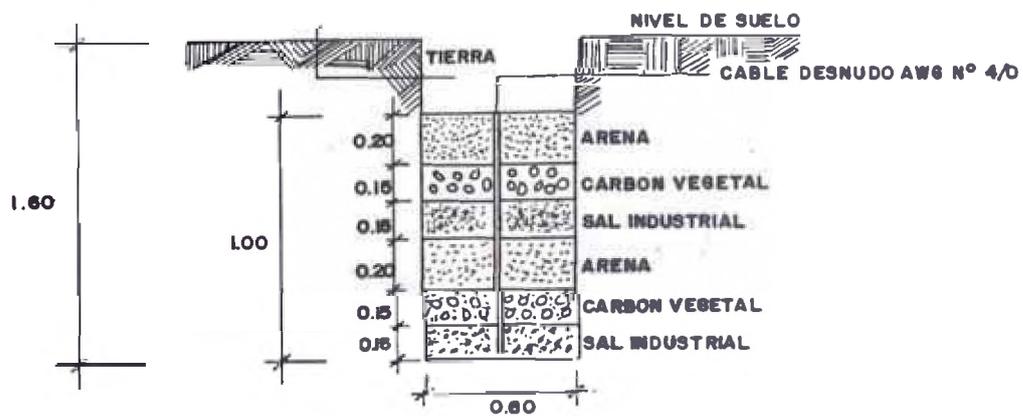
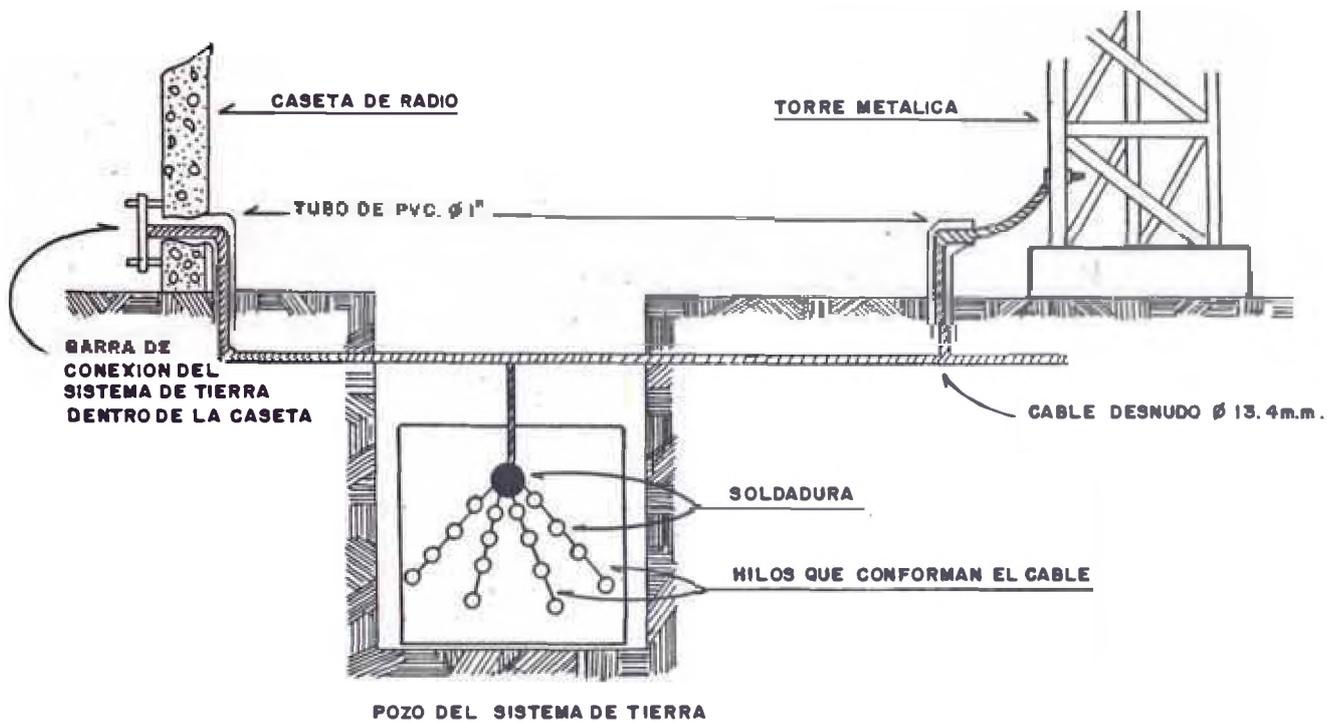
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO PLAN DE FRECUENCIAS

FIG. N° 3.13



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : DETALLE DEL SISTEMA DE TIERRA

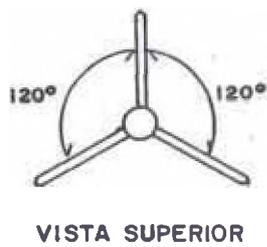
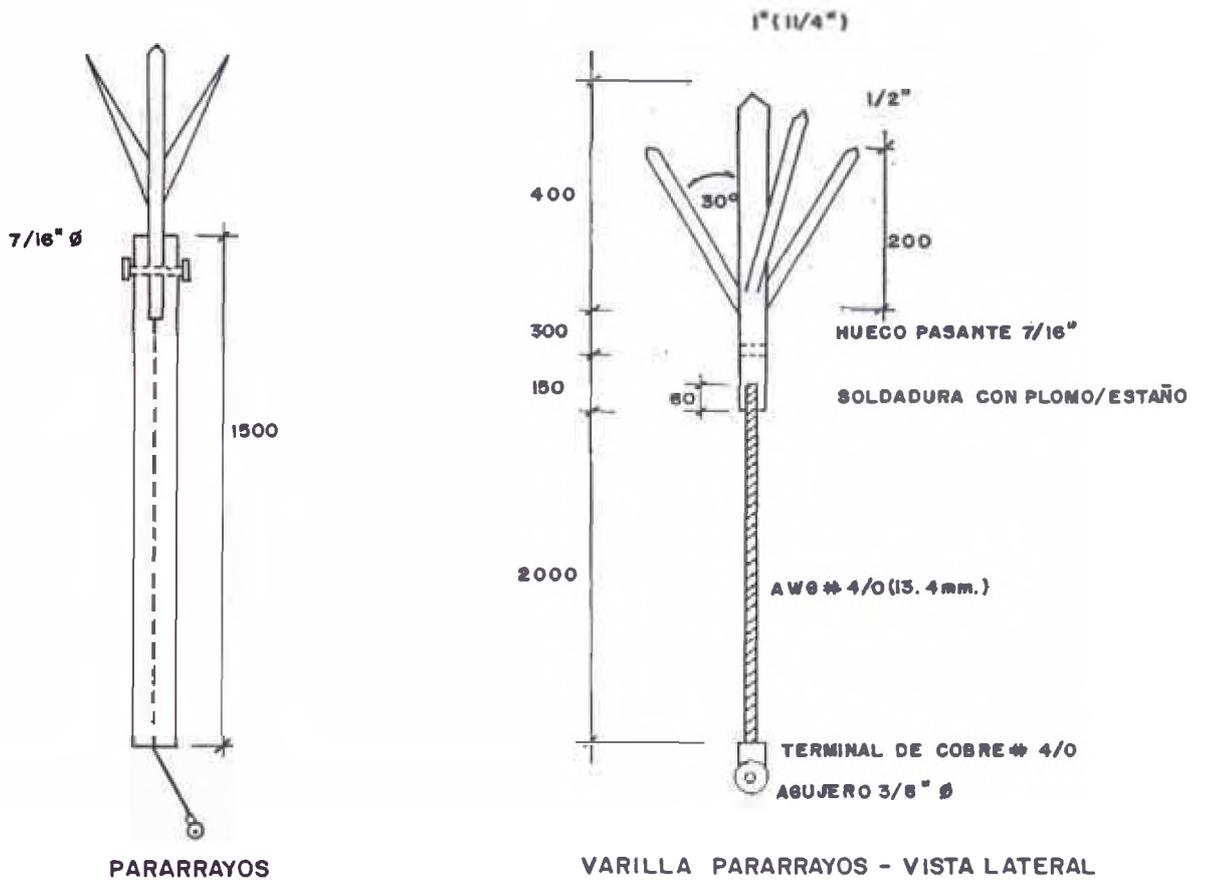
FIG. N° 3.14.1



CORTE TRANSVERSAL DEL POZO DE TIERRA

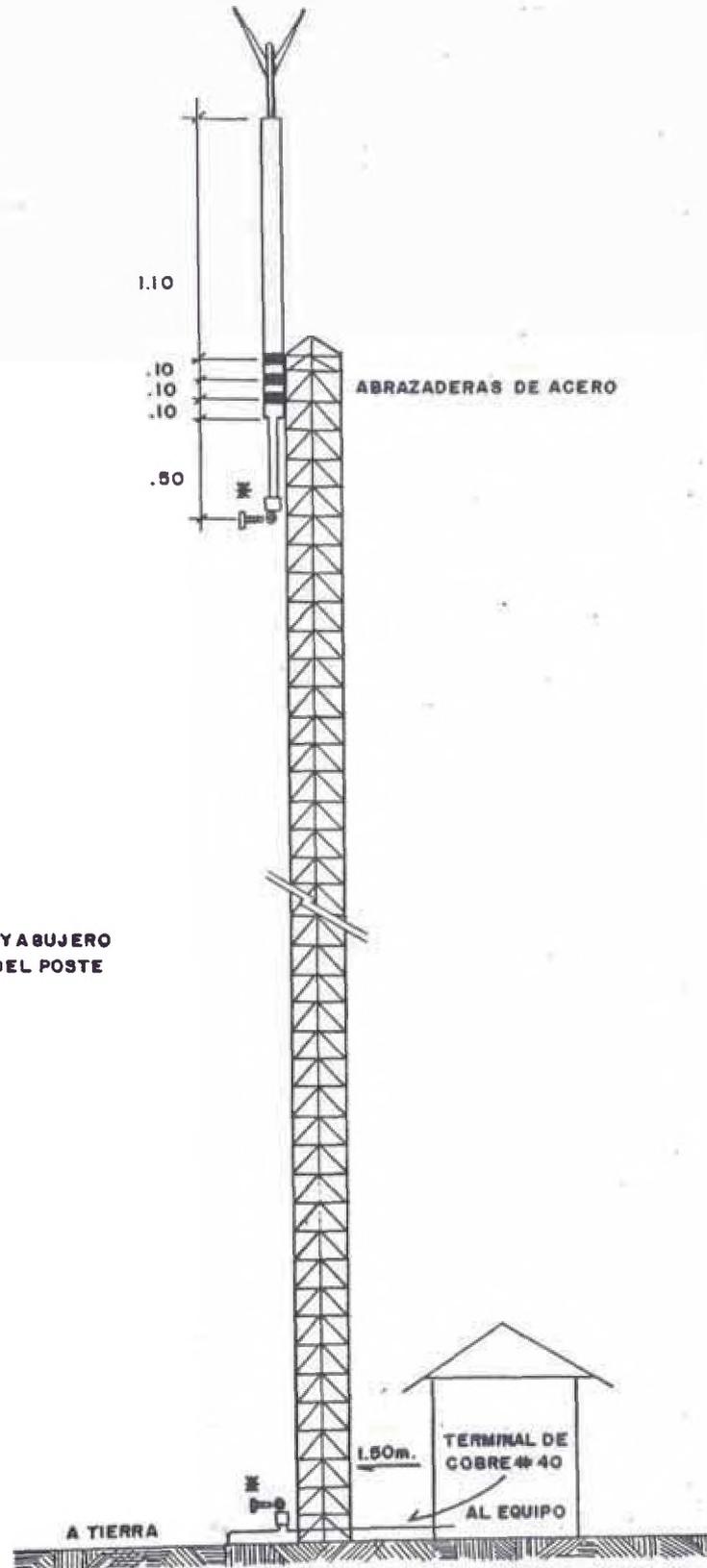
PROYECTO : RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : PARARRAYOS

FIG. N° 3.14.2



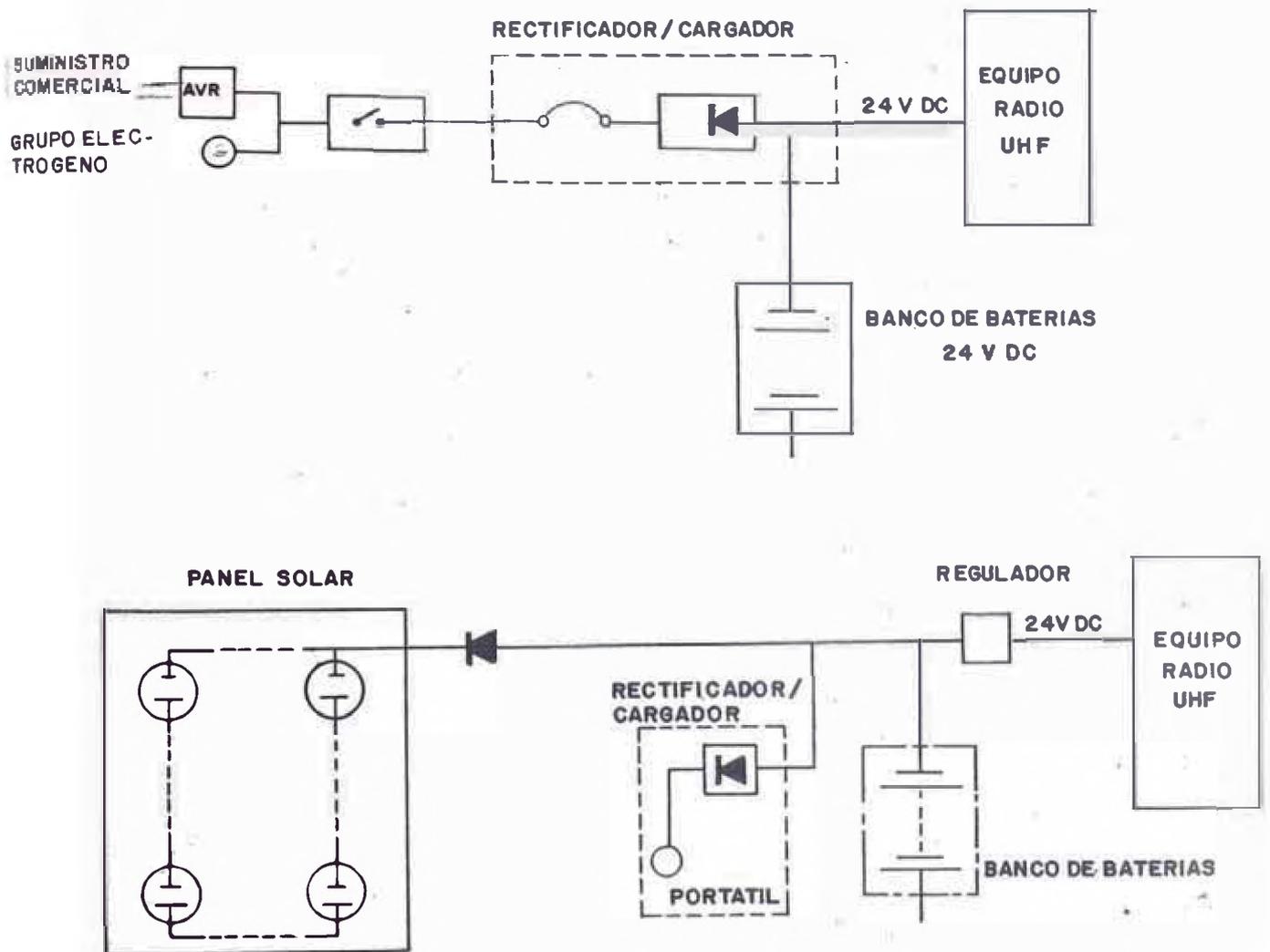
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : PARARRAYOS - UBICACION

FIG. N° 3.14.3



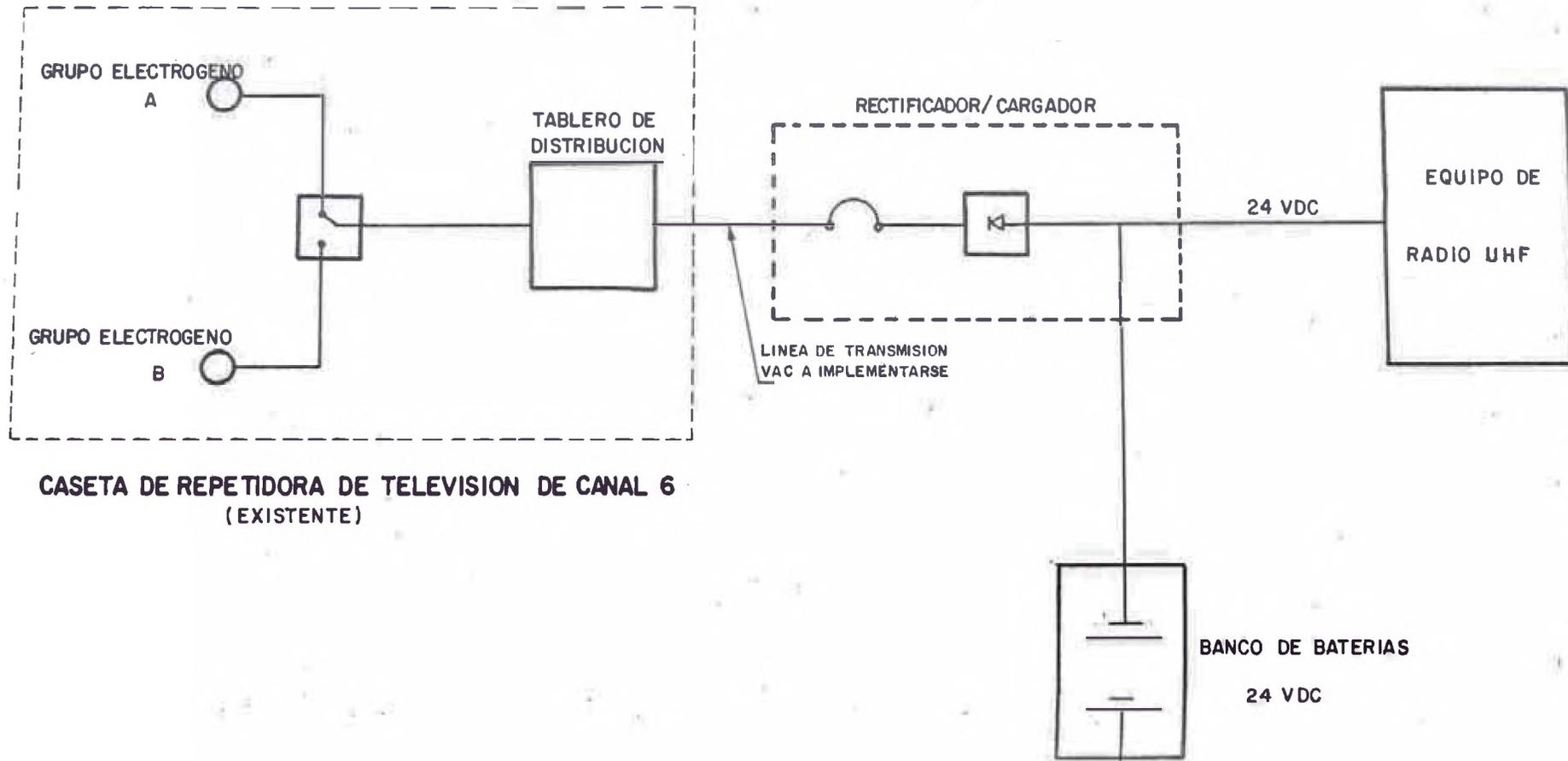
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : SISTEMA DE ENERGIA

FIG. N° 3.15.1A



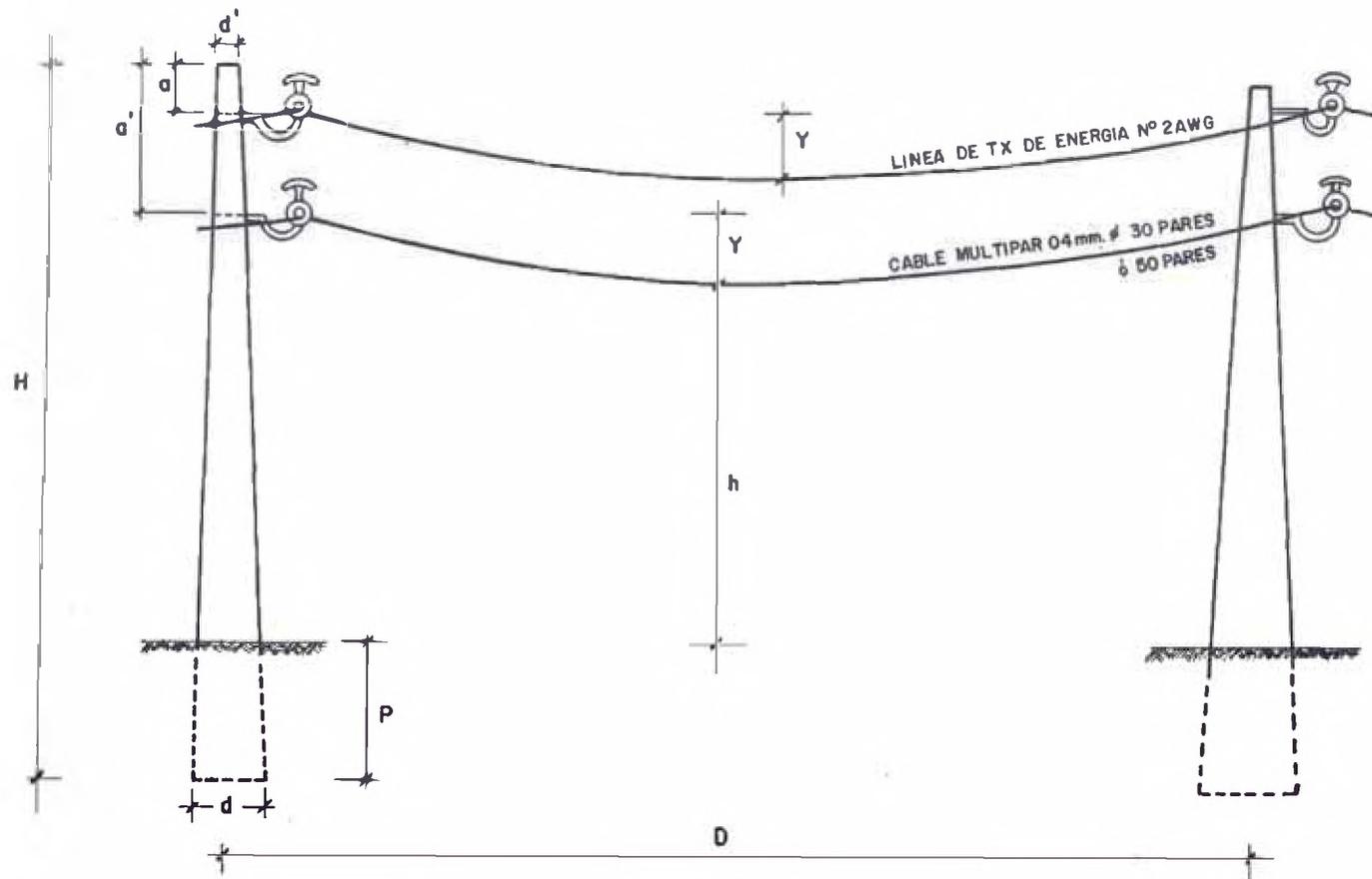
PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : SISTEMA DE ENERGIA DE LA ESTACION REP. DE PUCAYLLA

FIG. N° 3.15.1 B



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : INTERCONEXION DE LA LINEA DE TRANSMISION Y CABLE MULTIPAR
 C' LA CURVA - LA CURVA ; C' CHALA - CHALA

FIG. N° 3.16.1 A

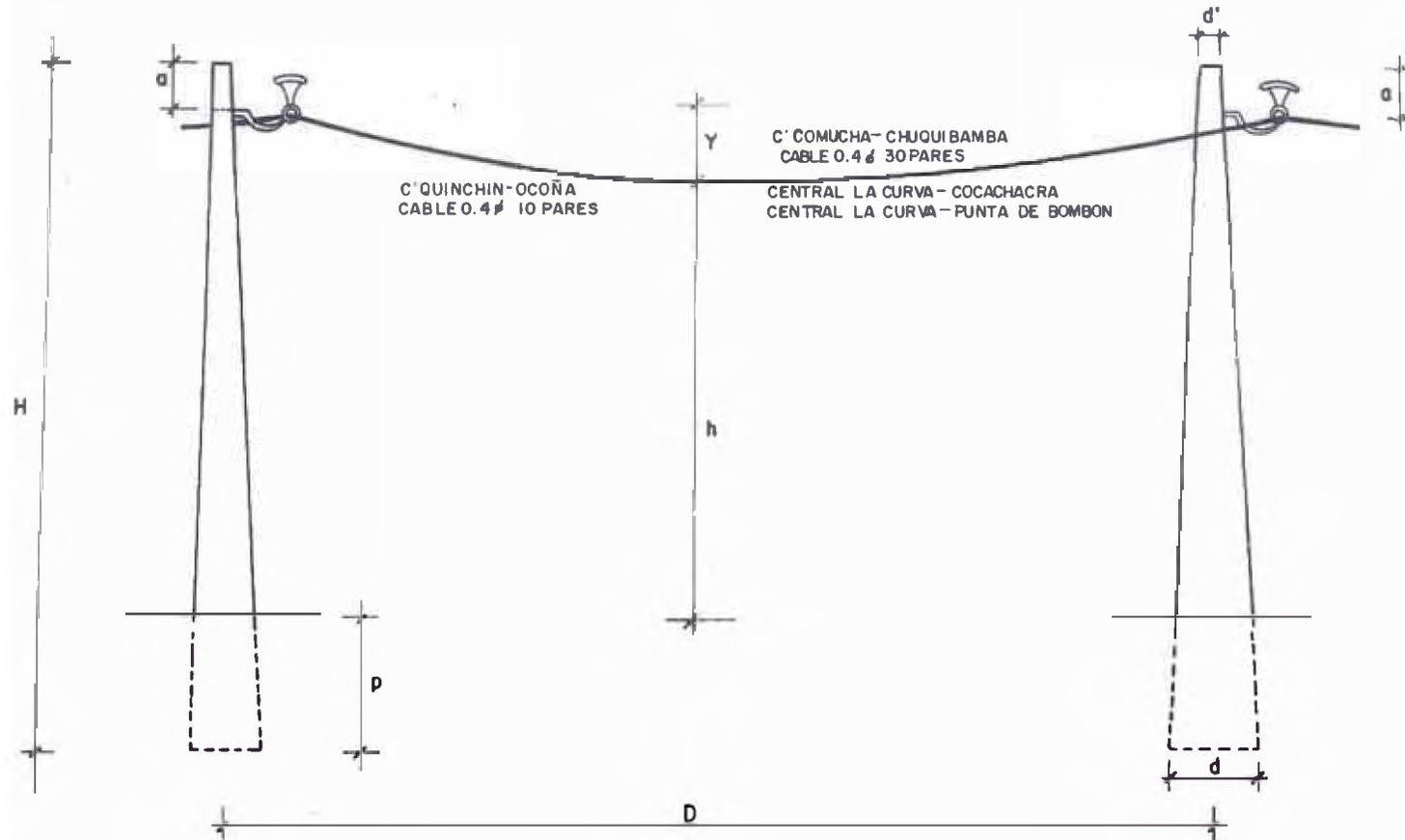


- TIPO DE POSTE : CONCRETO
- DIMENSIONES DEL POSTE : $d' = 150 \text{ mm } \phi$
 $d = 245 \text{ mm } \phi$
 $H = 9 \text{ m.}$
- PROFUNDIDAD ENTERRADA: $p = 1.50 \text{ m.}$

- NUMEROS DE POSTES A UTILIZARSE : 21 POSTES APROX
- DIMENSION DE FLECHA (PROMEDIO) : $Y = 1 \text{ m.}$
- DIMENSION DE CRESTA DE LA LINEA DE TRANSMISION : $a = 0.20 \text{ m.}$
 $a' = 1.70 \text{ m.}$

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : INTERCONEXION DEL CABLE MULTIPAR

FIG. N° 3.16. I B



TIPO DE POSTE : MADERA

	ALT. (H)	d'	d	PROFUNDIDAD (p)
C° COMUCHA-CHUQUIBAMBA	9	150mm.	245mm.	1.5 m. (112 postes aprox.)
C° QUINCHIN-OCOÑA	9	150mm.	245mm.	1.5 m. (112 postes aprox.)

ALTURA MINIMA DEL CABLE INSTALADO (h)

CRUCES DE CARRETERAS : 7m.

CRUCES DE CALLES, CAMINOS: 5.50 m.

CRUCES DE ESPACIO NO TRANSITADO POR VEHICULOS

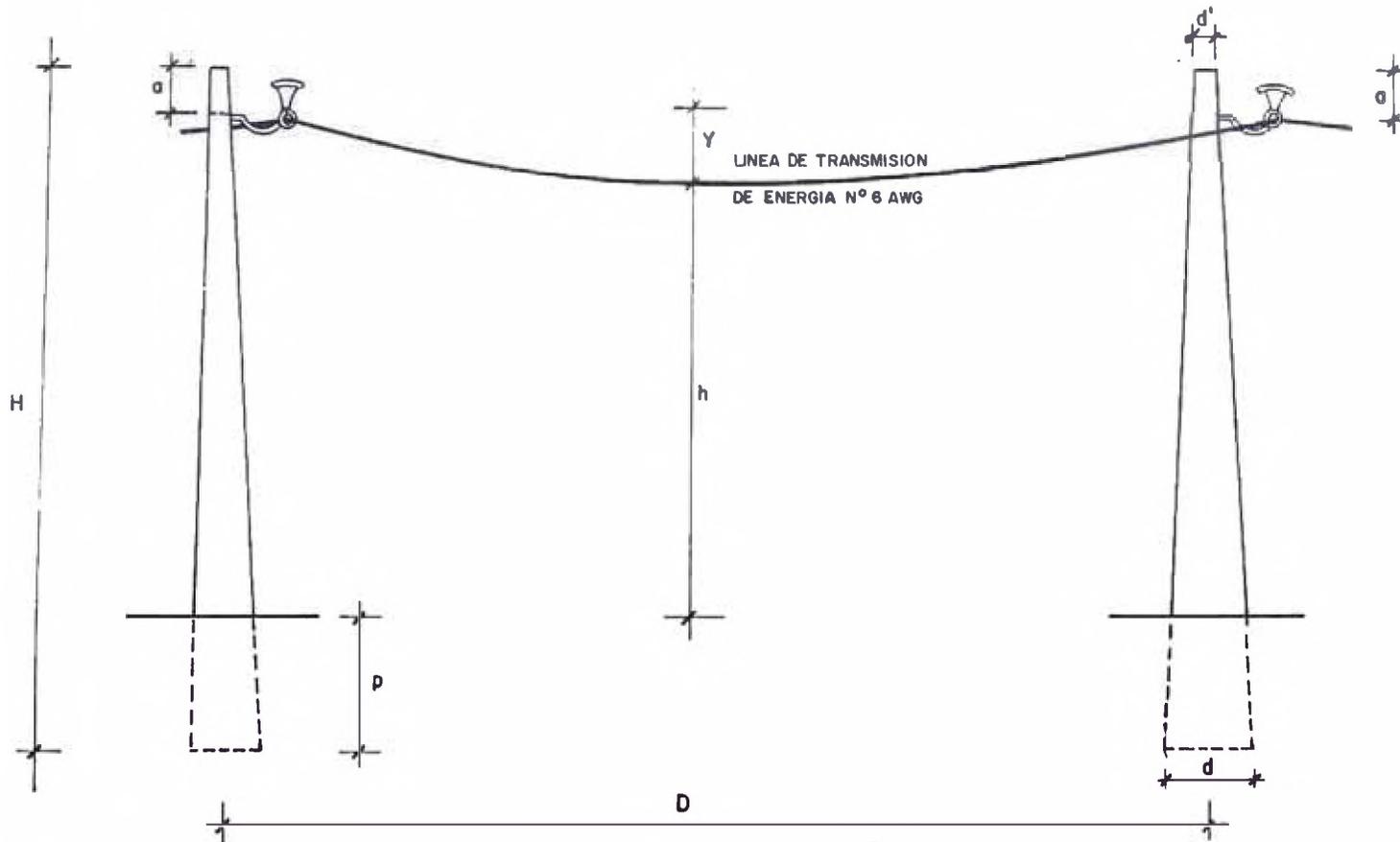
DISTANCIA ENTRE POSTES : 50 m.

DIMENSION DE CRESTA DE LA LINEA DE TRANSMISION: a=0.20 m.

DIMENSION DE LA FLECHA (PROMEDIO) Y=1m.

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
 ASUNTO : INTERCONEXION DE LA LINEA DE TRANSMISION C'PUCAYLLA-EST. CANAL 6

FIG. N° 3.16.1C



TIPO DE POSTE : MADERA

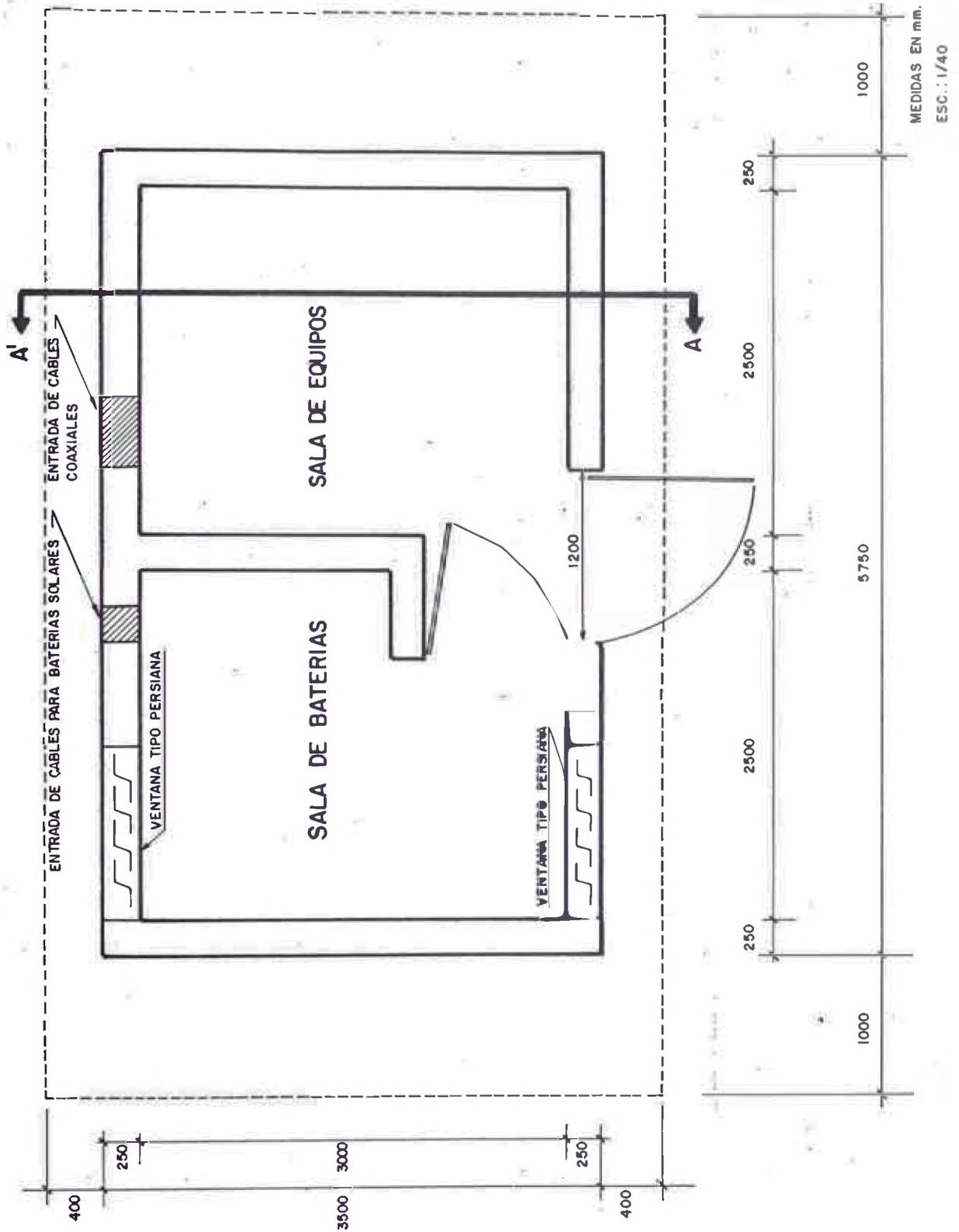
	ALT. (H)	d'	d	PROFUNDIDAD (p)
C' PUCAYLLA - EST. CANAL 6	9	150mm.	245mm.	1.5 m. (15 postes aprox)

ALTURA MINIMA DEL CABLE INSTALADO (h)

- CRUCES DE CARRETERAS : 7m.
- CRUCES DE CALLES, CAMINOS: 5.50 m.
- CRUCES DE ESPACIO NO TRANSITADO POR VEHICULOS
- DISTANCIA ENTRE POSTES: 50m.
- DIMENSION DE CRESTA DE LA LINEA DE TRANSMISION: $a=0.20m$.

PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : DIMENSIONAMIENTO DE LA SALA DE BATERIAS Y EQUIPOS

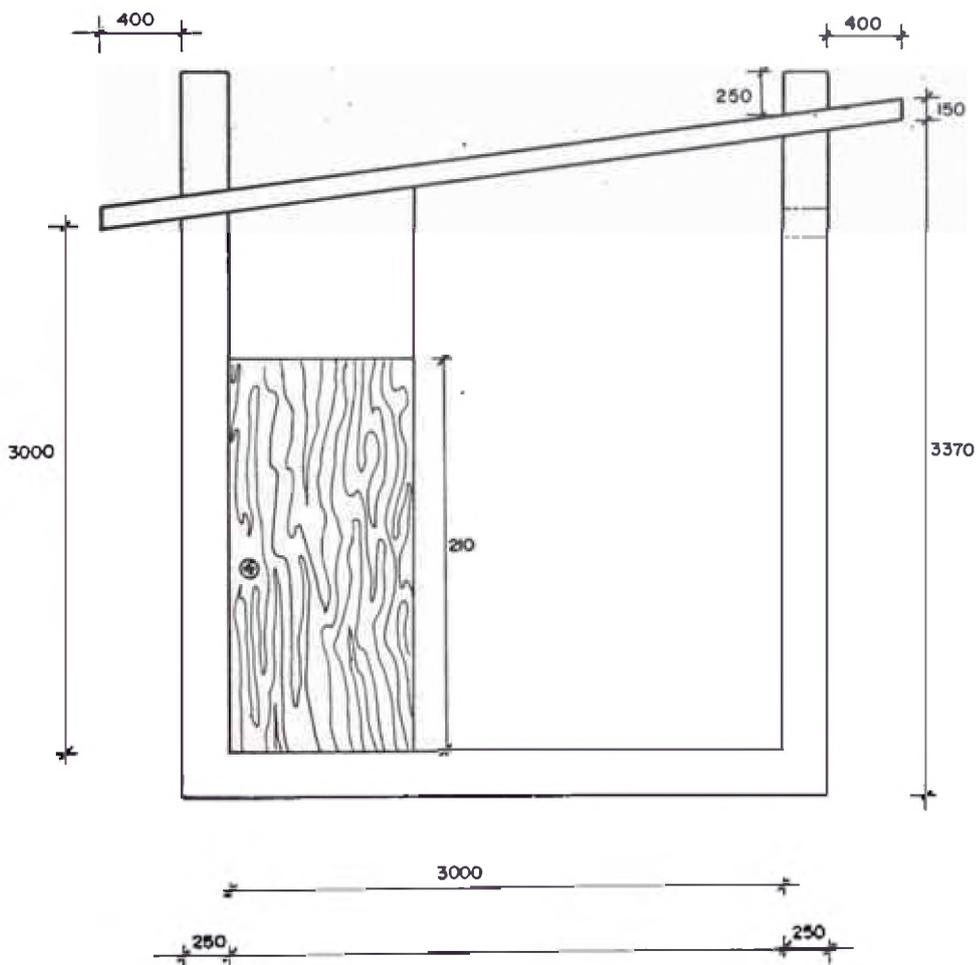
FIG. N° 3.18.A



PROYECTO: RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DPTO. DE AREQUIPA
ASUNTO : DIMENSIONAMIENTO DE LA SALA DE BATERIAS Y EQUIPOS

FIG.N° 3.18.B

VISTA A - A'



ESC.: 1/40

MEDIDAS EN mm.

CAPITULO IV

PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO (Cuadros)

CUADRO N° 1

CUADRO DE CONSUMO DE ENERGIA DE ESTACIONES

	Equipo Radio UHF,1w.	Equipo Radio UHF10w.	Equipo MUX Equipad. con24CH	Equipo MUX Equipad. con 12 CH	Rectificador Cargador	Otras Cargas
Term. Bella Unión	-	50	-	61	197	1500
Term. C°Chala	-	50	-	61	197	1500
Term. Yauca	-	50	-	61	197	1500
Rep. M.O. Atiquipa	-	150	-	-	-	-
Term. Atico	14	-	-	61	133.12	1500
Term. Caraveli	14	-	-	61	133.12	1500
Ref. UHF C°Gentil	28	-	-	-	-	-
Rep. M.O. La Punta	28	-	-	-	-	-
Rep. M.O. Quinchin	-	-	-	61	-	-
Term. Cotahuasi	14	-	-	61	133.12	1500
Rep. C°Llapsaccacca	28	-	-	-	-	-
Rep. C°Pucaylla	28	-	-	-	-	-
Term. Comucha	14	50	-	61	-	-
Rep. M.O. Quemado	-	50	-	-	-	-
Term. Mollendo	-	50	-	61	-	-
Term. C°La Curva	-	50	68	-	209.46	1500
Term. Arequipa	-	-	68	122	-	-
Rep. C°Cordova	28	-	-	-	-	-

CAPITULO V

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.0 Sistema de Radio

Los equipos de radio de estado sólido completo, deberán proveer radioenlaces simples bidireccionales, sin reserva, capaces de transmitir 24 canales telefónicos CCITT más un canal de servicio (order wire).

Los equipos ofertados deben cumplir plenamente con los requisitos especificados en las Recomendaciones del CCIRy CCITT - vigentes.

El diseño de los circuitos deberá ser tal que todos sus componentes trabajen correctamente, dentro de los valores especificados por sus respectivos fabricantes.

El acceso para reemplazar componentes y efectuar pruebas y mediciones deberá ser fácilmente realizable, por lo que deberá utilizar estructura modular de unidades enchufables, para fa-

Facilitar el mantenimiento por medio de la sustitución de partes. Los ajustes para el alineamiento deben ser estables y no críticos. Debido a que en cuatro estaciones del proyecto se utilizarán paneles solares, como fuentes de suministro de energía, se tendrá especial preferencia por los equipos de bajo consumo de energía.

1.1 Especificaciones Técnicas Generales

Banda de frecuencias	: 450 MHz
Tipo de modulación	: FM o PM
Impedancia de banda base a la entrada y salida	: 75 ohmios desbalanceado
Impedancia de FI	: 75 ohmios desbalanceado
Capacidad de transmisión	: 24 canales telefónicos-bidireccionales CCITT.

Condiciones ambientales de trabajo

- Temperatura	: Entre - 10°C y +30°C
- Humedad relativa	: Hasta 95%
- Altitud	: Hasta 5,500 m. s.n.m.
Suministro primario de energía	: <u>Terminal de Arequipa, Mollendo</u> <u>Repetidora de M.O. de Quinchin,</u> <u>Atiquipa, La Punta y Quemado</u> - 220 Vac \pm 10% y 60 Hz \pm 5% (proveniente de un grupo eléctrico)

existente/energía comercial).

Terminal de Bella Unión, Yauca, -
Chala, Atico, Caraveli, Cotahuasi
y La Curva. 220 Vac + 10% y 60Hz -
(proveniente de energía comercial por
horas o un grupo a adquirirse).

Rept. C°Llacsaccacca, C°Cordova -
C°Gentil, C°Camaicha -
Paneles fotovoltaicos.

1.2 Transmisor

Potencia de RF

:Term. Bella Unión :
40 dBm hacia Rept. de M.O. Atiquipa

Term. Yauca :
40 dBm hacia Rept. de M.O. Atiquipa

Term. Chala:
40 dBm hacia repet. de M.O. Atiquipa

Repet. de M.O. Atiquipa :
40 dBm hacia terminal Bella Unión
40 dBm hacia terminal Yauca
40 dBm hacia terminal Chala

Term. Atico :
30 dBm hacia repetidora M.O. La Punta

Term. Caraveli :
30 dBm hacia C° Cordova.

Rep. C°Cordova :

30dBm hacia terminal Caraveli

30 dBm hacia repetid.C°Gentil

Rep. C°Gentil :

30 dBm hacia rept. C°Cordova

30 dBm hacia rep. de M.O. La Punta

Rep. de M.O. La Punta :

30 dBm hacia rep. C°Gentil

30 dBm hacia terminal Atico

Terminal de Cotahuasi :

30 dBm hacia rep C°Llapsaccacca.

Rep. C°Llapsaccacca :

30dBm hacia rep. C°Pucaylla

30 dBm hacia terminal Cotahuasi

Rep. C°Pucaylla :

30 dBm hacia C°Llapsaccacca.

30 dBm hacia C°Comucha

Rep. C°Comucha:

30 dBm hacia C°Comucha

40 dBm hacia rep. de M.O. Quemado

Rep. M.O. Quemado

40 dBm hacia C°Comucha

Terminal Mollendo :

40 dBm hacia C° La Curva

Rep. C°La Curva :

40 dBm hacia terminal Mollendo.

Impedancia de salida : 50 ohmios asimétricos
Radiación espúrea : Mejor que 60 dB por debajo de la
fundamental.
Estabilidad de frecuencia: Mejor que 5×10^{-5}
Desviación de frecuencia : 35KHz (rms)
Impedancia de entrada de
la Banda Base : 75 ohmios asimétricos.

1.3 Receptor

Tipo de receptor : Superheterodino
Impedancia de entrada : 50 ohmios asimétricos
Factor de ruido : 7 dB (incluido el filtro de RF)
Frecuencia intermedia : 35 MHz
Estabilidad de frecuencia: Mejor que 5×10^{-5}
Impedancia de salida de
la Banda Base : 75 ohmios asimétricos'

2.0 Equipos Multiplex

2.1 Generalidades

El equipamiento suministrado debe cumplir a cabalidad con las recomendaciones del CCITT en lo que respecta a ruidos, respuesta de frecuencia, pérdida de retorno, estabilidad de frecuencia, diafonía, etc.

Los equipos suministrados deberán ser totalmente transitos rizados, tipo modular, con paneles enchufables y de fácil acceso para fines de mantenimiento.

Por razones de economía el sistema múltiplex debe conformar una sola unidad (bastidor) con los equipos de radio. El cableado interno de los equipos múltiplex, dentro del bastidor, debe estar hecho para su máxima capacidad.

El bastidor debe venir equipado con sistema de alarma y, de preferencia, con facilidades de extensión de la misma para propósitos de supervisión remota.

El bastidor suministrado debe incluir jacks para las mediciones de niveles en los puntos principales (entradas, salidas, portadoras, pilotos, etc.)

2.2 Equipos Múltiplex

Capacidad

- : Terminal de Bella Unión :
3 canales telefónicos hacia
Arequipa.
- : Terminal de Yauca :
3 canales telefónicos hacia -
Arequipa.
- : Terminal de Chala :
6 Canales telefónicos hacia -
Arequipa.
- : Terminal de Caraveli
4 canales telefónicos hacia -
Arequipa
- : Terminal de Atico
4 canales telefónicos hacia -
Arequipa
- : Repetidora M.O. Quinchin
4 canales telefónicos hacia-
Arequipa
- : Terminal Cotahuasi
2 canales telefónicos hacia -
Arequipa
- : Rep. C° Comucha
9 canales hacia Chuquibamba,
3 canales hacia Cotahuasi

: Rep. C°La Curva

12 canales a Arequipa

3 canales a Cocachacra

3 canales a Punta de Bombón

2 canales a La Curva

: Terminal Mollendo

12 canales a C°La Curva

12 canales a través de filtro de grupo hacia Arequipa

: Terminal Camaná

12 canales a Arequipa

: Terminal Arequipa

3 canales telefónicos a Bella - Unión

3 canales a Yauca

6 canales a Chala

4 " a Caraveli

4 " a Atico

4 " a Ocoña

6 " a Cocachacra

3 " a La Punta

3 " a La Curva

9 " a Chuquíbamba

3 " a Cotahuasi

12 " a Camaná

Ancho de banda del canal de

voz

300 a 3,400 Hz

Impedancia de entrada /salida : 600 ohmios asimétricos
da a frecuencia de voz
Sistema de modulación : SSB (con portadora suprimida)
Límites de frecuencia de - : 60 -108 KHz/108-156KHz.
Banda Base y 60 - 156
Señalización : 3,825 (fuera de banda) apto para operación con discado automático o manual con el solo cambio de conexiones.

Niveles de frecuencia de voz

- 2 hilos : Tx = 0 dBm
Rx = -8 dBm
- 4 hilos : Tx = -14 dBm
Rx = +4 dBm

Niveles de grupo básico

- Entrada : -36 dBm
- Salida : -30 dBm

Para el equipamiento del Sistema múltiplex referirse a la Fig. N°3.9.1 A,B,C.

Se deberán suministrar los paneles de acuerdo a la capacidad final aunque en una primera etapa sólo entraran en servicio el número de canales indicado como capacidad inicial.

3.0 Componentes Aéreos

3.1 Alimentadores

El sistema de alimentación de antenas está conformado - por cables coaxiales de las siguientes características:

Impedancia	:	50 ohmios
Atenuación	:	3 dB/100 m. para 450 MHz y a 20°C
VSWR	:	1.2 (máximo)
Dieléctrico	:	sólido
Capacitancia	:	Menor que 8 OPF/M
Voltaje máximo de trabajo.	:	1 Kv-EFF.
Velocidad de propagación	:	Mayor que 80%

3.2 Antenas

Se utilizarán duplexores de radiofrecuencia para separar o combinar las trayectorias de transmisión y recepción.

El fabricante deberá proporcionar toda la información concerniente al montaje e instalación de las antenas cuyas - características son las siguientes :

Banda de frecuencia	:	450 MHz	
Tipos	:	Parabólicas y Yagi	
Ganancias	:	- Parabólicas de 3 mØ (19dBi) en:	
Atiquipa	1	C° Pucavilla	1
Bella Unión	1	C° Comucha	1
La Punta	1	Rep. M.O. Quemado	1
C° Gentil	1	C° Lapsaccacca	1

		: Parabólica de 2mØ (16dBi) en:
Mollendo	1	C° Comucha 1
C° La Curva	1	C°Pucaylla 1
C° Llapsaccacca	1	Rep.M.O. La Punta 1
T. Cotahuasi	1	Terminal Atico 1
		: Parabólicas de 4 mØ (22dBi) en:
		C° Gentil 1
		C° Córdova 1
		: Yagi (12 dB)
		en: Rep. M.O. Atiquipa 2
		C°Chala 1
		Terminal Yauca 1
		C° Córdova 1
		Terminal Caravelí 1
Impedancia		: 50 ohmios asimétricos
Polarización		: Lineal

3.3 Torre

Especificaciones Técnicas

Altura	: Terminal de Cotahuasi : 20m.
	Rept.C°Llapsaccacca : 60 m.
	Rept.C°Pucaylla : 25 m.
	Rep. C°Comucha : 10m.
	Terminal Yauca : 15 m.

	Terminal Chala : 15m.
	Terminal C°La Curva : 30 m.
	Terminal Caraveli : 15 m
	Rept. C°Cordova : 25 m
	Rept. C°Gentil : 25 m
	Terminal Atico : 15 m
Tipos	:Arriostradas
Sección	:Triangular
Velocidad del viento	:80 km/h
Desplazamiento máximo del extremo superior	: 2.5°(en el plano vertical y horizontal).

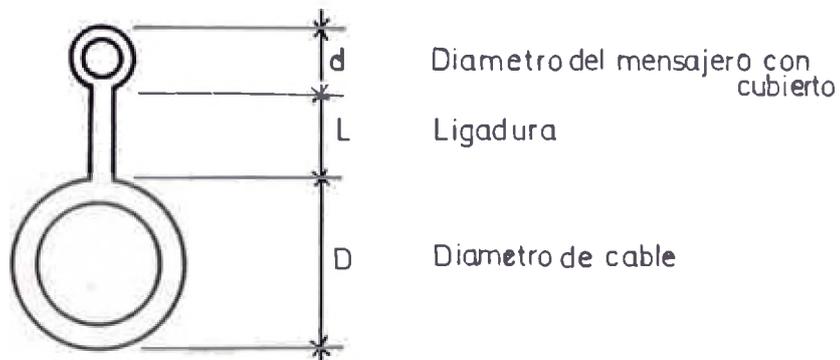
4.0 Cable Multipar

Para la interconexión de la terminal de radio de C° La Curva, C° Ccmucha y C° El Faro hacia sus respectivas centrales.

El cable deberá cumplir con la Norma Técnica INTINTEC N°370 - 204 "CABLES TELEFONICOS URBANOS" con cubierta de polietileno y deberá satisfacer, además las siguientes características y especificaciones :

4.1 Tramo	: C° Chala - Chala
Tipo	Autosoportado
Longitud	: 800 ms.
Número de pares	: 30
Calibre	: Conductor : 0.4mm. cable mensajero : 4.76 Ø mm.

- Dimensiones exteriores : $D = 13.0\text{mm}$.
 $d = 7.5\text{mm}$
 $L = 3\text{ mm}$
 $A = 4.76\text{ mm}$
- Peso aproximado : 345 (Kg/km)
- Resistencia máxima del -
conductor : $143\ \Omega / \text{km}$
- Atenuación : 1.8dB/km
- Capacidad mutua : 50 nf/km
- Resistencia de aislamien- : Mayor que 8000 megohmios ,
con 500 v de corriente continua
aplicado durante un minuto.



Las mismas características pero con diferente longitud de tramo tienen los tramos C° Comucha- Chuquibamba (longitud=5.5Km) C° La Curva + Central La Curva (300 mt, 50 pares), central Cochacra - Central La Curva (longitud 8 km, pero con posteria existente), Central La Curva- Punta de Bombón (longitud = 4.5 km.)

4.2	Tramo	: C° Camucha - Central Chuquibamba.
	Tipo	: Autosoportado
	Longitud	: 5.5 kms.
	N°de pares	: 30
	Calibre	: Conductor : 0.4 mm Cable mensajero: 4.76 Ø mm
	Dimensiones exteriores	: D = 13.0mm d = 7.5 mm L = 3 mm A = 4.76 mm
	Peso aproximado	: 345 (kg/km)
	Resistencia máxima :	143 /km
4.3	Tramo	: Repetidora M.O. Quinchin-Central Ocoña.
	Tipo	: Autosoportado
	Longitud	: 2.5 km.
	N°de pares	: 10 pares
	Calibre	: Conductor : 0.4 mm Cable mensajero : 4.76 mm
	Dimensiones exteriores	: D =10.0 mm L= 3 mm d= 7.5 mm A= 4.76 mm
	Peso aproximado	: 345 Kg/Km

Resistencia máxima del conductor : 143 ohmios/km. o mejor

Atenuación : 1.8 dB/Km o mejor

Capacidad mutua : 50 NF/Km (máximo)

Resistencia de aislamiento: Mayor de 8000 megohmios con 500 V de corriente continua, aplicado durante 1 minuto.

5.0 Sistema de Energía

En las repetidoras de difícil acceso hemos considerado que los equipos serán alimentados mediante el uso de paneles solares con sus bancos de baterías y dispositivos de regulación asociados.

La capacidad de los paneles solares, en WP-P, será tal que satisfaga los requerimientos de consumo de los equipos suministrados en cada una de las estaciones y que asociados con el banco de baterías, permita una autonomía de funcionamiento no menor de 3 días, en caso de falla de los paneles y/o de la existencia de condiciones no favorables de iluminación.

Se requiere que la propuesta además de indicar explícitamente los consumos individuales de energía de cada uno de los equipos componentes de la estación, suministre la información completa de la metodología, procedimientos de cálculo

y condiciones empleados en la determinación del dimensionamiento de los paneles solares y los bancos de baterías en cada estación del proyecto.

5.1 Paneles Solares

Suministrarán energía a los equipos de telecomunicaciones de las estaciones de C°Llacpsaccacca, C°Cordova, C°Gentil y C°Comucha.

Características Principales

Material	: Silicio u otro material a ser especificado en la propuesta
Eficiencia	: Mejor que 10%
Capacidad	: Los paneles serán adosados y conectados en serie y en paralelo, de acuerdo a los requerimientos de cada estación.
Voltaje de trabajo	: -24 Vdc
Estructura de montaje	: Se deben suministrar todas las estructuras para el montaje de los paneles solares.

5.2. Cubículo de Control, Regulación y Protección de la Carga de Paneles Solares.

Recepciona la energía proveniente de los paneles y las deriva hacia los equipos de telecomunicaciones y al banco de baterías.

Posee dispositivos de control y regulación y elementos de -
protección para los casos de ausencia o exceso de energía, -
así como, para la operación manual de recarga.

Características Técnicas

- Composición : Modular, que facilite la pronta
reparación en el sitio, mediante
la sustitución de tarjetas y/o mó
dulos.
- Protección : Diodo de bloqueo para evitar la -
descarga del banco de baterías.
Dispositivos para protección por
sobrecarga de energía.
Conexión auxiliar para la alimen-
tación al banco de baterías de la
energía proveniente de un rectifi-
cador portátil (asociado a un gru-
po electrógeno portátil).
- Instrumentos : Voltímetro y amperímetro, con se -
lector, para medir el voltaje y la
corriente.
- A la entrada del cubículo en con
diciones de circuito abierto.
- A la salida del cubículo
- Del banco de baterías.

5.3 Banco de Baterías

El banco de baterías tiene como finalidad asegurar la continuidad del servicio en caso de interrupción del suministro primario proveniente de los paneles solares, y del suministro AC.

Estas baterías operan en carga flotante y su dimensionamiento deberá garantizar una autonomía mínima de 3 días de funcionamiento de los equipos de las estaciones alimentadas con paneles solares y de 12 horas en las estaciones que tengan suministro comercial o de grupo electrógeno.

Especificaciones Técnicas Generales

Tipo	: Plomo - ácido para uso estacionario.
Placas	: Las placas de polaridad diferente deben estar aisladas mediante separadores altamente resistentes a la corrosión.
Recipiente	: De plástico transparente, resistente al calor y a los golpes con cubierta sellada.
Tapones	: De plástico de alta resistencia al ácido, a los impactos, a prueba de filtraciones y explosiones.

- Diámetro de los orificios : Adecuados para efectuar las mediciones del electrolito y el agregado de agua destilada.
- Electrodos y separadores : Tanto positivos como negativos - deben estar suspendidos por soportes moldeados en las paredes y en el fondo del recipiente.
- Bornes terminales : De aleación plomo-cobre, con una capacidad promedio de conducción igual al doble de la corriente de carga.

Se deberá suministrar el número necesario de celdas para conformar un banco de 24 VDC (nominal).

5.4 Rectificador - Cargador Simple

Deberá ser de estado sólido con elementos adecuados para proporcionar un filtrado (dentro del 2% para una variación de la tensión alterna del 15%), provistos de fusibles rápidos de protección en la parte de corriente alterna y corriente directa, montado en forma compacta en un gabinete metálico.

Especificaciones Técnicas

- Suministro de entrada : 220 VDC + 10 %
- Salida : 24 VDC + 5 %

Capacidad	: 30 A
Regulación	: Debe ser posible regular la - tensión de salida en forma ma- nual o automática.

5.5 Línea Aérea de Transmisión de Energía Monofásica

Sección del aluminio	: 6 AWG MCM 13.3 mm ²
Equivalente cobre	: 8.37 mm ²
Nº de hilos	: 7
Diámetro del conductor	: 4.66 mm
Carga de ruptura	: 265 Kg.
Resistencia cc a 20°C	: 2.170 Ω /km.
Peso	: 36.3
Tipo	: Forrando
Longitud	: 800 m/tramo
Tramos	: C°La Curva - La Curva, C°Chala- Chala.

5.6 Estabilizador de Voltaje (AVR)

Estos equipos estarán contenidos en gabinetes de tipo autosoportado y tendrán las siguientes características.

Estaciones	: C°Bella Unión, Yauca, Chala, Atico Caraveli, Cotahuasi, La Curva.
------------	--

Capacidad	: 2.5 KVA
Tensión de entrada	: 220 VDC - 20 % y +15 %
Frecuencia	: 60 Hz + 5%
Tensión de salida	: 220 VDC + 2 %
Nºde fases	: Uno (1)
Eficiencia	: 85% o mejor
Tiempo de recuperación	: 1 segundo o mejor para el rango de variación de la carga hasta 6%.
Protección	: Contra sobrecorrientes y sobre tensión, con descargadores de líneas y previstos de circuitos RLC puestos a tierra.
Ventilación	: Natural
Estabilidad	: Los componentes reactivos (inductivos y/o capacitivos), no deben alterar la tensión de salida.

5.7 Grupo Electrónico de Emergencia

En las estaciones terminales que cuentan con energía eléctrica por horas, se ha considerado la instalación de un grupo electrónico para que trabaje en horas que no se tenga suministro de energía comercial. Al solicitar el motor debemos indicar el lugar a donde será utilizado y considerar la altura en m.s.n.m.

Características Técnicas Principales

Tensión	: 220 VAC (nominal)
Frecuencia	: 60 Hz
Tipo	: Monofásico
Potencia	: 2.5 Kw.
Refrigeración	: Normal
Combustible	: Petróleo Diesel N° 2.

5.8 Grupo Electrónico Portátil

Se deberá ofertar, en forma separada y para cada una de las estaciones alimentadas con sistemas fotovoltaicos de energía, un grupo electrógeno portátil con el fin de ser utilizado en el proceso de instalación, ajuste y pruebas, así como para cargar el banco de baterías en situaciones de emergencia.

Características Técnicas Principales

Tensión	: 220 VAC (nominal)
Frecuencia	: 60 Hz (nominal)
Potencia	: 2.5 Kw
Refrigeración	: Natural
Encendido	: Manual
Combustible	: Petróleo Diesel N°2.

En general, serán compactos y de fácil manipulación para su transporte.

Rectificador - Cargador Portátil

Simple y de características similares a las descritas para el rectificador simple.

Su función principal será de efectuar la carga de reposición del banco de baterías, de las estaciones que cuentan con sistemas fotovoltaicos de energía, en caso de ser requeridas por emergencia y/o mantenimiento de los equipos y/o enlaces. Deberá tener por lo menos un amperímetro y un voltímetro con selectores, para efectuar mediciones a la entrada y salida del equipo.

6.0 Sistema de Tierra y Pararrayos

Para la protección de las instalaciones contra descargas e inducciones atmosféricas e inducciones electrostáticas. Estos sistemas deben instalarse en todas las estaciones del proyecto de acuerdo a las especificaciones e instrucciones indicadas a continuación (para mayor detalles referirse a las Figs. 3.14.1, 3.14.2 y 3.14.3).

6.1 Sistema de Tierra

Está constituido por placas de cobre de 1m x 1m, introducidas en forma vertical en un pozo de 1.60 m. de profundidad y a una altura de 0.60 m, respecto del nivel de tierra. El pozo se rellenará con capas que contengan carbón vegetal, arena y sal industrial en forma intercalada. El pozo debe-

r  poseer acceso para ventilación y humedecimiento periódico de los materiales señalados.

La resistencia del sistema de tierra no deberá exceder de - 10 ohmios.

6.2 Pararrayos

Formado por varillas de cobre, terminados en punta e instalados en un soporte montado en la parte superior de la torre y con conexión directa al sistema de tierra mediante un cable de cobre de bajada.

7.0 Postes

Los postes de madera servirán para el soporte del cable multipar , entre la estación terminal, la oficina de la central de operadora.

Las especificaciones se encuentran en la Fig.3.16.1.A y 3.16.1B

8.0 Otros

8.1 Repuestos

Los equipos deben suministrarse con suficientes repuestos para un servicio inicial de 2 años, y debe estar garantizado el suministro de repuestos en general durante un peri do - de 15 años, contados desde la fecha de entrega.

Se debe especificar los precios unitarios de los respuestas.

8.2. Herramientas Especiales

La propuesta debe contener la cotización de las herramientas especiales para la instalación y el mantenimiento de los equipos ofertados.

En caso de equipos que utilicen unidades selladas en forma hermética, la provisión de herramientas debe incluir las necesarias para abrir dichas unidades, con el fin de rectificar las fallas, antes de volverlas a sellar y colocarla nuevamente en su respectiva unidad.

8.3 Manuales de Instalación, Operación y Mantenimiento

Deberán contener los procedimientos de instalación, ajustes, alineamiento, pruebas, localización de fallas y cualquier otra operación, debiéndose indicar los equipos de prueba y herramientas requeridas en cada procedimiento, incluyendo los diagramas detallados de interconexión.

Los procedimientos aludidos deberán incluir los formularios de prueba con indicación de valores típicos de los parámetros de medición necesarios para llevar a efecto cada una de las pruebas, complementadas con diagramas esquemáticos de bloques que

muestren la interconexión entre dichos instrumentos y los equipos sometidos a pruebas.

Finalmente, debe incluirse instrucciones precisas que detallen los ajustes y precauciones que deben adaptarse cuando se reemplacen componentes del equipo.

Número de Ejemplares : Dos (2) de cada tipo de equipo suministrado por cada estación.

C O N C L U S I O N E S

Las características topográficas del terreno de la mayoría de provincias de Arequipa no son las más apropiadas para realizar proyectos de telecomunicaciones con pocos saltos, ya que por ejemplo Chuquibamba, Cotahuasi, Caraveli, Valle de Tambo son valles interandinos y algunos de ellos se encuentran ubicados en quebradas donde si no utilizaríamos una red de apoyo como en este caso, tendríamos la necesidad de por lo menos duplicar el número de saltos para poder llegar a nuestro centro primario, que por su importancia ha sido considerado la capital del departamento de Arequipa.

Esto se justifica aún más si tenemos actualmente una política de austeridad que deja al ingeniero especializado en telecomunicaciones a desempeñar un papel importante en la optimización de infraestructura y recursos con los que se pueda contar para realizar determinado proyecto.

Otro punto importante antes del diseño ha sido el dimensionamiento de la capacidad telefónica de la red que fundamen-

talmente se ha hecho en base a la realidad socio-económica de cada pueblo y al tráfico telegráfico existente, la ventaja de mi parte ha sido que por motivo de mis funciones en la empresa donde actualmente laboro me ha permitido estar en diferentes oportunidades en los pueblos que incluyo en el proyecto por lo que este dimensionamiento de la capacidad telefónica es el que más se acerca a las necesidades de tráfico de cada pueblito.

Se debe tener muy en cuenta que este tráfico aumentará cuando se instale centralitas telefónicas en estas localidades y a la vez se tengan regular número de abonados, previniendo este aumento se ha considerado canales de reserva que serán instalados de acuerdo a los datos de tráfico que se obtenga.

Hemos podido apreciar que para diseño de radioenlaces tipo UHF, la calidad, confiabilidad tiene un parámetro muy importante como el ruido permisible que se aceptará como máximo; como se dijo anteriormente el CCIR no ha establecido aún normas para fijar límites de ruido, pero en base a experiencia propia y personas que trabajan en este tipo de diseño (Gerencia de Transmisiones de Entel) nos hemos trazado como límite de potencia de ruido térmico ponderado por tramo sin pre-énfasis la

cantidad de 350 a 400 pwop. En el capítulo IX de CCIR de 1974 se puede apreciar la creación de programas de estudio para sistemas de relevadores radio eléctricos que funcionan en la banda 8 y 9 destinados a las comunicaciones telefónicas interurbanas en los países nuevos o en vías de desarrollo (Ver anexo A).

- Debido a los buenos resultados que nos da la prueba de espejos para la verificación de línea de vista por experiencia ya no es necesario la utilización de medidores de campo. Estos equipos solamente son utilizados cuando se tiene alguna duda por la presencia de un obstáculo que es atravesado por un haz radioeléctrico o pasa razante sobre éste, sin embargo en el anexo C explico el uso de el medidor de pérdida de enlace y una aplicación realizada entre C°Gentil - C°Cordova (Sistema Caraveli- Arequipa) que tuvimos la necesidad de usarlo debido a que no se tenía buenas condiciones de clima.

- El uso de baterías solares en estos momentos es el más recomendado para ser usado en repetidoras debido a que ahorra gastos por mantenimiento, carretera de acceso, y disminuye notablemente la cantidad de fallas causadas por el sistema de energía.

B I B L I O G R A F I A

1. ANDREW INTERNATIONAL EDITION. Antenna Systems
Catalog 31.
2. CONNOR F. R. Antenas.
3. DEGUCHI, TOMIYOSHI. INICTEL. 1976
4. JICA - INICTEL 82-04
5. KAUFMAN, MILTON y SEIDMAN, ARTHUR H.
Enero 1982.
6. LATHI, B.P. Sistemas de Comunicación
7. LEN KURT, Gte. INCORPORATED- Engineering considerations for microwat communications systems.
8. MOMOSAKI, A. Gerencia de Transmisiones de Entel.
Influencia del Índice de Refracción en la propagación de ondas electromagnéticas.