

**CONSIDERACIONES BASICAS  
PARA  
LA IMPLANTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES VIA SATELITE  
EN  
LA REPUBLICA DEL PARAGUAY**

**1970**

**OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY**

**JAPAN**

708  
64.7  
EX

## PREFACIO

Overseas Technical Cooperation Agency – OTCA (La agencia de Cooperación Técnica con los Países Ultramarinos), atendiendo la gentil solicitud del Gobierno del Paraguay, tuvo a bien designar una comisión, a fin de que procediera al estudio de factibilidad para la instalación de una Estación Terrestre de Comunicaciones vía Satélite.

Dicha comisión estuvo integrada por los Señores Ingenieros Dr. Masahiro Nishida y Sr. Akira Ishii quienes partieron del Japón el 13 de Febrero del presente año y durante un mes permanecieron en dicho país, realizando los estudios y observaciones necesarias para la ejecución del proyecto.

A su regreso al Japón, en base a los datos obtenidos, procedió a efectuar un estudio más detallado, el mismo que es materia del informe, que presentamos al Gobierno del Paraguay.

Es altamente honroso para el Gobierno del Japón y para OTCA, el poner a su consideración este estudio, que deseamos sinceramente contribuya al desarrollo económico-social de su país, y a la vez a estrechar los lazos de amistad entre nuestros países.

Kenichi Tatsuke  
Director General

Overseas Technical Cooperation  
Agency. Tokyo, Japan

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 15	708
登録No. 01510	67.7
	EX

## INDICE

- CAPITULO 1 : GENERALIDADES**
- CAPITULO 2 : ITINERARIO DE TAREAS**
- CAPITULO 3 : ASPECTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATELITE**
- 3.1       Introducción
  - 3.2       Actividades de la INTELSAT
  - 3.3       Satélites para Comunicaciones
  - 3.4       Administración Operacional del Sistema
  - 3.5       Estaciones Terrenas
  - 3.6       Modos de Transmisión
  - 3.6.1     I    Introducción
  - 3.6.2     Acceso Múltiple Preasignado
  - 3.6.3     Acceso Múltiple Asignado a Demanda
  - 3.6.4     Transmisión de Televisión
- CAPITULO 4 : ESTIMACION DEL TRAFICO INTERNACIONAL Y NUMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS**
- 4.1       Introducción
  - 4.2       Circuitos Telefónicos Internacionales
  - 4.3       Circuitos Internacionales de Télex y Telegrafía
  - 4.4       Sistemas de Telecomunicaciones Nacionales
- CAPITULO 5 : IDEAS BASICAS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATELITE EN PARAGUAY**
- 5.1       Ideas Principales
  - 5.2       Capacidad de Transmisión Propuesta
  - 5.3       Modos de Transmisión Propuestos

**CAPITULO 6 : SELECCION DEL SITIO PARA LA ESTACION TERRENA**

**6.1 Consideraciones Necesarias**

**6.1.1 Meteorología**

**6.1.2 Interferencia**

**6.1.3 Línea de Cielo**

**6.1.4 Otros**

**6.2 Sitios Propuestos**

**CAPITULO 7 : REQUISITOS TECNICOS DE LA ESTACION TERRESTRE**

**7.1 Características de Rendimiento**

**7.2 Sistema Propuesto**

**7.3 Instalaciones**

**7.3.1 Antena**

**7.3.2 Sistema de Seguimiento**

**7.3.3 Transmisor**

**7.3.4 Receptor**

**7.3.5 Monitor y Controlador**

**7.3.6 Terminal de Telefonía**

**7.3.7 Terminal de Televisión**

**7.3.8 Alimentación de Energía**

**CAPITULO 8 : REQUISITOS TECNICOS DEL ENLACE DE CONEXION**

**8.1 Sistema Propuesto**

**8.2 Instalaciones**

**CAPITULO 9 : REQUISITOS TECNICOS DEL CENTRO DE COMUNICACIONES**

**9.1 Introducción**

**9.2 Sistema Propuesto**

**9.3 Instalaciones**

**CAPITULO 10 : CALCULO DE COSTOS DEL SISTEMA**

- 10.1      **Introducción**
- 10.2      **Costo de la Estación Terrestre**
- 10.3      **Costo del Enlace de Conexión**
- 10.4      **Costo del Centro de Comunicaciones**

**CAPITULO 11 : REALIZACION**

- 11.1      **Trámites Necesarios Anteriores a la Construcción**
  - 11.1.1      **Presentación de Pedidos**
  - 11.1.2      **Aprobación para la Distancia de Coordinación**
- 11.2      **Cronograma de Construcción**
- 11.3      **Entrenamiento**

**CAPITULO 12 : CONCLUSION**

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

El Gobierno de Paraguay decidió su participación en el Consorcio Internacional para Satélites de Telecomunicaciones (INTELSAT) para establecer sus circuitos de comunicaciones por satélite a fin de prepararse para el aumento de la demanda de tráfico en el futuro y para mejorar los servicios de telecomunicaciones.

El sistema de comunicaciones por satélite para proporcionar redes internacionales de comunicaciones ha venido considerándose como el medio más eficaz por su amplio ancho de banda de frecuencias y por su alta calidad de transmisión y ha marcado notables adelantos en los últimos años, siendo considerado actualmente como medio sumamente atractivo y eficaz.

Estimamos muy significativa dicha decisión del Gobierno de Paraguay para llevar adelante el proyecto de construcción de una estación terrena.

Sin embargo, la implantación del sistema de estación terrena requiere adelantadas tecnologías y habilidades de ingeniería, de manera que se debe tener sumo cuidado en el diseño de las facilidades de la estación terrena y los equipos asociados para que resulten muy apropiados desde el punto de vista tanto técnico como económico.

A su llegada, los dos especialistas hicieron una visita de cortesía al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y al Presidente del Consejo de la ANTELCO. Conversaron con los oficiales de la misma administración sobre las generalidades de los sistemas de telecomunicaciones, y, en especial, intercambiaron las opiniones y consideraciones referentes a los problemas técnicos y económicos con que se enfrentarían al introducir el sistema de comunicaciones por satélite en la República del Paraguay. Además, investigaron las diversas instalaciones de telecomunicaciones existentes en el país y realizaron un estudio de campo para la selección del sitio para la estación terrena.

El presente informe da detalles de las discusiones deliberadas que fueron sostenidas entre los especialistas japoneses y paraguayos sobre la implantación del sistema de comunicaciones por satélite así como también de las opiniones de los dos especialistas japoneses sobre el acceso considerado más apropiado para la República del Paraguay en su acometida de construir su propio sistema de comunicaciones por satélite.

## CAPITULO 2

### ITINERARIO DE TAREAS

- FEB. 15 Llegada en Asunción, Paraguay.
- 16 Visita de cortesía a: Sr. Cnel. Ing. Civil y Mil. Miguel C. Guanes  
Trabajo con el personal de la ANTELCO
- 17 Visita de cortesía a: El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.  
Trabajo con el personal de la ANTELCO

- FEB. 18 Trabajos en la ANTELCO
- 19 Salutación al Consejo de la ANTELCO  
Trabajos con el personal de la ANTELCO
- 20 Trabajos con el personal de la ANTELCO
- 23 Trabajos en la ANTELCO
- 24 Trabajos en la ANTELCO  
Investigación de las facilidades existentes del Centro de Comunicaciones.
- 25 Trabajos en la ANTELCO  
Investigación de las facilidades en las estaciones de transmisión y recepción.
- 26 Trabajos en la ANTELCO  
Primer reconocimiento de campo para el emplazamiento de la estación  
terrena
- 27 Trabajos en la ANTELCO  
Fiesta Nacional
- MAR. 2 Trabajos en la ANTELCO
- 3 " "
- 4 Segundo reconocimiento de campo para el emplazamiento de la estación  
terrena.  
Trabajos en la ANTELCO
- 5 Trabajos en la ANTELCO
- 6 " "
- 9 Trabajos en la ANTELCO  
Preparación del informe
- 10 Trabajos en la ANTELCO  
Preparación del informe
- 11 Preparación del informe
- 12 " "
- 13 " "
- 16 Presentación del informe preliminar
- 18 Explicaciones y discusiones sobre el informe
- 19 Partida del Paraguay



## CAPITULO 3

### ASPECTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATELITE

#### 3.1 Introducción

Desde agosto de 1964 cuando el INTELSAT fue organizado, se ha hecho un rápido progreso en el sistema global de comunicaciones por satélite. Los países miembros del INTELSAT se han aumentado de 11 al comienzo hasta 70 al fin de 1969. Se han incorporado en los satélites muchas mejoras significantes tales que el acceso múltiple se ha hecho factible para comunicaciones simultáneas entre varios pares de terminales diferentes, mientras que sólo era disponible el acceso simple en la etapa inicial. De este modo, la capacidad del satélite se ha aumentado en gran medida.

En el año de 1969, se completó una red global de satélites de comunicaciones por medio de los satélites de la serie INTELSAT-III (IS-III). Hoy existen más de 50 estaciones terrenas, y además, numerosos países están en proceso de planeación o construcción de estaciones de este sistema. Para satisfacer la demanda creciente de tráfico, el INTELSAT está haciendo preparativos para establecer una nueva red de satélites dentro de unos años, para la cual se utilizarán los satélites de la serie INTELSAT-IV (IS-IV) cuyo comportamiento será muy superior al de los precedentes.

#### 3.2 Actividades del INTELSAT

La implantación de los segmentos espacial y su operación se llevan a cabo por la decisión del Comité Interino de Satélites de comunicaciones (ICSC) compuesto por los representantes de los países miembros o empresas designadas cuya cuota de inversión exceda determinada cantidad. La Corporación de Satélites para Comunicaciones (COMSAT) de los Estados Unidos de América actúa como gerente del INTELSAT.

Se han establecidos los subcomités siguientes como subsidiarios del ICSC con objeto de efectuar estudios de los términos de referencia a solicitud del ICSC.

- (1) Subcomité asesor de finanza (ICSC)
- (2) Subcomité asesor de materias técnicas (ICSC/T)
- (3) Subcomité asesor de procedimientos contractuales (ICSC/C)

A fin de establecer a la mayor brevedad posible un sistema global de comunicaciones comerciales por satélite, el ICSC decidió adoptar por el momento un sistema de satélites estacionarios. Los ítems siguientes fueron objeto de discusión del ICSC.

- (1) Especificaciones de satélites.
- (2) Orden para satélites.
- (3) Tarifa para el uso de satélites.
- (4) Incorporación en el sistema de satélites de nuevas estaciones terrenas.

(5) Características de comportamiento de las estaciones terrenas.

(6) Operación del sistema.

### 3.3 Satélites para Comunicaciones

Actualmente se encuentran en órbita ocho satélites, que fueron lanzados bajo la dirección del INTELSAT. Entre ellos, los satélites IS-I, IS-II F3, IS-III F2 y IS-III F6 están sobre el Atlántico.

La mayoría de los circuitos de comunicación comercial vía satélite son proporcionados mediante los satélites de la serie IS-III.

En la Fig. 3.1 se muestra la cobertura de los satélites IS-III sobre el Atlántico, con ángulo de elevación de cinco grados.

Como se aprecia en la figura citada, con la puesta en servicio de su estación terrena, Paraguay podrá establecer circuitos directos con los países comprendidos dentro de la cobertura indicada.

Según el pronóstico elaborado por el Comité de Planificación de la ITU, se nota un tremendo aumento en el volumen de tráfico internacional vía satélite. Con tal estímulo, el ICSC se apresura a llevar adelante su programa de lanzamiento de satélites IS-IV. Se prevé que un satélite adelantado será colocado en órbita sobre el Atlántico, el Pacífico y el Indico respectivamente durante el transcurso del año de 1971.

En el cuadro 3.1 se bosquejan las características de los satélites IS-III y IS-IV.

### 3.4 Administración Operacional del Sistema

El control, mantenimiento y operación de los circuitos de comunicaciones via satélite son administrados mediante la Conferencia de Representantes sobre Operaciones que se organiza en cada región del Atlántico, Pacífico e Indico e integrada por la COMSAT y poseedores de las estaciones terrenas situadas en la respectiva región. (ver ICSC-31-55)

Mediante dicha conferencia, se efectúan coordinaciones con respecto a los ítems principales siguientes:

- (1) Previsión de las necesidades futuras de facilidades de satélite.
- (2) Establecimiento de los planes de frecuencias de operación.
- (3) Elaboración del programa de pruebas de los circuitos de satélite.
- (4) Elaboración de los procedimientos de restauración de los circuitos.
- (5) Preparaciones para la operación, control y monitoreo del sistema.
- (6) Elaboración del programa de entrenamiento.

En la Fig. 3.2 se indica la organización administrativa para la operación de los circuitos de satélite.

En Washington D.C. está establecido el Centro Internacional de Operaciones (IOC) para supervisar la operación de los circuitos de satélite. La tarea como Centro de Coordinación Técnica y Operacional (TOCC) es llevada a cabo por una estación terrena designada una por cada región de comunicaciones por satélite, en coordinación con las estaciones terrenas dependientes de la misma. La estación de Seguimiento, Telemetría, Comando y Monitoreo (TTC&M) no solamente monitorea y controla las condiciones de funcionamiento del satélite sino también realiza la regulación de la E. I. R. P. (Potencia Isotrópicamente Irradiada Equivalente) y las radiofrecuencias irradiadas desde las estaciones terrenas con objeto de asegurar el eficiente funcionamiento del satélite.

En la actualidad, las funciones tanto del TOCC como del TTC&M están encargadas a las estaciones tales como Paumalu, Carnavon, Fuchino y Andover.

### 3.5 Estaciones Terrenas

Las características de comportamiento que deben cumplir las estaciones standard y no standard, han sido estipuladas por el ICSC en tal forma que los circuitos vía satélites IS-III y IS-IV puedan ofrecer la calidad prescrita de los circuitos de comunicaciones internacionales (ver ICSC-37-38).

Las condiciones de comportamiento se dividen entre obligatorias no obligatorias.

Las condiciones obligatorias que debe reunir una estación terrena standard para satélites IS-III están indicadas en el Cuadro 3.2.

El ICSC desea encarecidamente que las características de una estación terrena standard sean cumplidas por todas las estaciones terrenas. En cuanto a la estación terrena no standard, se examinan en cada ocasión los méritos del acceso al satélite.

Referente a la tarifa para la utilización del satélite, se asigna a la estación terrena standard una unidad de tarifa por un canal telefónico de satélite. Una mayor unidad de tarifa se cobrará a la estación terrena no standard.

Bajo estas circunstancias, las estaciones terrenas comerciales a establecer deberán reunir las cualidades de una estación terrena standard.

La estación terrena establecida con dichas características de comportamiento se someterá a las pruebas de verificación con el TOCC. Cuando se reconoce que los resultados de las pruebas cumplen con las características correspondientes a la estación terrena standard, el ICSC da permiso a la nueva estación terrena para tener acceso al satélite.

Según las recomendaciones del ICSC, se supone que el sistema de comunicaciones por satélite debe tener una confiabilidad superior al 99,5%. Por consiguiente, la disponibilidad de la estación terrena debe ser elevada para obtener una cifra de 99,8% como mínimo.

Considerando los casos de fallas en el satélite, es deseable que las facilidades de la estación terrena estén equipadas para poder operar con los satélites tanto de la serie IS-III como de la serie IS-IV.

### 3.6 Modos de Transmisión

#### 3.6.1 Introducción

En el sistema de comunicaciones vía satélite operado en el modo de acceso múltiple, para la transmisión de señales desde la estación terrena se emplea el llamado modo de "portadoras de múltiples destinos", en el cual los canales de la banda base se componen de muchas señales con diferentes destinos para reducir el número de portadoras que deban tener acceso al satélite y de este modo suprimir el ruido de intermodulación. Además, el número de canales a ser asignados en la banda base se determina previamente de modo de proporcionar tantos canales como sean necesarios para la operación. Sin embargo, este acceso múltiple preasignado trae consigo las desventajas siguientes:

(1) Debe determinarse el número de canales considerando el tráfico en las horas de mayor tráfico.

(2) Resultará inevitable efectuar la redistribución de todas las radiofrecuencias asignadas a la región correspondiente cuando el número de canales haya excedido la cifra establecida o cuando una nueva estación terrena sea implantada para tener acceso al satélite. Por esta razón, se han hecho recientemente estudios sobre un nuevo sistema de transmisión que se denomina "acceso múltiple asignado a demanda".

El estudio de este sistema tiene por objeto posibilitar que los circuitos de satélites puedan ser compartidos entre todas las estaciones de la región sin restricción alguna al ocurrir llamadas así como también que los circuitos de satélite económicos sean proporcionados a las estaciones terrenas con menor tráfico. Los satélites IS-IV están diseñados para poder trabajar con este sistema así como también con el acceso múltiple preasignado.

#### 3.6.2 Acceso Múltiple Preasignado

El sistema FDM-FM (Telefonía Múltiple de División de Frecuencia con Modulación de Frecuencia) es el típico del acceso múltiple preasignado.

Solamente tres clases diferentes de 24, 60 y 132 canales se permiten como capacidad de canal para la transmisión vía satélites IS-III, mientras que el satélite IS-IV está previsto para siete u ocho clases de capacidad de canal, lo cual depende de si los circuitos son formados con la antena de haz global para satélites o con la de haz de punto. El cuadro 3.3 representa la capacidad de canal y el ancho de banda de frecuencias a asignar por una portadora para los sistemas de satélites IS-III y IS-IV.

Los canales telefónicos en la banda base del sistema múltiple son usualmente alineados por encima de 60 KHz, mientras que, en el sistema de satélites, son colocados por encima de 12 KHz. La banda base inferior a 12 KHz se presta para los circuitos de comunicaciones de servicio, consistentes en dos circuitos telefónicos y hasta diez circuitos telegráficos de cambio de frecuencia.

Las conexiones de los circuitos de servicio entre las estaciones terrenas se establecen mediante discado para telefonía y mediante señal de llamada para telegrafía. La banda base inferior a 4 KHz está reservada para insertar la señal de dispersión de energía que reducirá la interferencia mutua entre el sistema de satélite y el sistema de radio enlace terrestre de microondas.

En el cuadro 3.4 se muestra la configuración de la banda base del sistema de satélites IS-III.

### 3.6.3 Acceso Múltiple Asignado a Demanda

Tanto el sistema SPADE (Equipo de Asignación a Demanda PCM/PSK con una sola portadora por canal) como el sistema PCM-TDM (Modulación de Códigos de impulso-Múltiple de División de Tiempo) son los representativos del Acceso Múltiple Asignado a Demanda. Varios países están ahora efectuando preparaciones para las pruebas en práctica sobre la disponibilidad de estos sistemas, y además, el ICSC está estudiando la viabilidad de dichos sistemas. Un respondedor en el satélite IS-IV será reservado para permitir en un futuro cercano la transmisión mediante estos sistemas. En la Fig. 3.3 se indica la comparación aproximada de los costos necesarios de los tres sistemas de transmisión.

El sistema standard de televisión difiere según país. Por ejemplo, la norma de 525/60 para líneas de exploración y frecuencia de cuadro respectivamente está adoptada en la América del Norte, mientras que en los países europeos y de América del Sur se adopta la norma de 625/50. Además, para la televisión a color, existen varios sistemas como ser de NTSC, PAL y SECAM. Por lo tanto, es necesario convertir las señales al recibir un programa de TV vía un enlace por satélite desde los países donde la norma de televisión adoptada sea diferente.

## CAPITULO 4

### ESTIMACION DEL TRAFICO INTERNACIONAL Y NUMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS

#### 4.1 Introducción

El volumen del tráfico internacional de telecomunicaciones depende, en forma compleja, de las circunstancias políticas, económicas y sociales propias del país. Asimismo, está estrechamente relacionado con los potenciales técnicos y el estado comercial de los servicios de telecomunicaciones tanto nacionales como internacionales. Así pues, es una tarea bastante difícil el prever con exactitud el volumen de la demanda futura de tráfico.

No obstante, para poder llevar adelante en forma eficiente un proyecto del sistema de comunicaciones por satélite, es indispensable estimar el crecimiento del tráfico y el número de canales que sean necesarios, en base a los datos del pasado.

Tomando en cuenta la posibilidad del crecimiento irregular del tráfico, se dejará algún margen en dicha estimación.

#### 4.2 Circuitos Telefónicos Internacionales

Es un hecho generalmente reconocido que en las condiciones normales sin grandes cambios en las situaciones políticas y económicas ni revisión de la tarifa ni evolución tecnológica, el volumen del tráfico telefónico internacional tiene una correlación estrecha con el giro del comercio exterior. Por consiguiente, el pronóstico de las instalaciones necesarias de los circuitos telefónicos internacionales se efectúa con frecuencia en base a la correlación entre el volumen de comercio exterior y el volumen de tráfico telefónico en el pasado. En el cuadro 4.1 se presenta la correlación de los dos volúmenes en Paraguay correspondientes adelante a los años de 1960 en adelante. Se nota un marcado cambio en el volumen del tráfico telefónico, cambio que apenas se puede considerar norma.

No obstante, el cambio en el volumen del comercio exterior/tráfico telefónico en 1963 debe a la elevación de las tarifas telefónicas que fue puesta en vigor para reducir el tiempo de espera para llamadas telefónicas con la Argentina. Y la caída en 1968 se cree haber sido la consecuencia del aumento del número de los circuitos con dicho país, para los cuales las tarifas quedaron invariadas.

Lo antedicho implica que aún quedan demandas potenciales para el servicio telefónico internacional. De manera que, se considera que la implantación de los circuitos de banda ancha hará salir dichas demandas potenciales para así contribuir al aumento del tráfico telefónico. Trataremos, pues, de pronosticar el tráfico telefónico internacional bajo las condiciones dadas, a continuación aunque no se puede decir que este pronóstico sea completamente confiable, debido a la falta de informaciones sobre las comunicaciones nacionales y fronterizas.

(1) No habrá cambio en las tarifas.

(2) El comercio exterior aumentará a razón de 8 por ciento anual.

(3) El circuito de satélite será puesto en servicio a los principios de 1973.

(4) El volumen del comercio exterior/tráfico telefónico se tomará como 300 hasta la inauguración del servicio de comunicaciones por satélite. Después de ésta, se considerará la razón de aumento siguiente:

El primer año	+25%
El segundo año	+18%
El tercer año	+14%
El cuarto año y adelante	+11%

(5) El porcentaje del volumen de tráfico con los diferentes países se considera permanecer tal como está hoy. El número previsto de circuitos telefónicos con cada uno de los países, calculado bajo las condiciones anteriores, es como se indica en el cuadro 4.2. Si la totalidad del tráfico con los países vecinos ha de cursarse por los circuitos de satélite, el volumen del tráfico sobrepasará la capacidad de los 24 circuitos en el año de 1973.

Además de lo mencionado, se debe considerar los siguientes puntos adicionales:

(1) Se debe mantener un número mínimo de circuitos de H.F. para su operación eventual con objeto de asegurar la disponibilidad de circuitos internacionales aún en los casos de falla en el satélite.

(2) La transmisión telefónica con los países vecinos vía enlaces terrestres de microondas puede ser más económica que vía satélite.

(3) Las llamadas en exceso de la capacidad de los circuitos podrán ser absorbidas por el sistema SPADE mencionado en el párrafo 3.6.3.

#### 4.3 Circuitos Internacionales de Telefonía y Télex

El cuadro 4.3 indica los porcentajes aproximados por países del volumen de comercio, y tráfico telefónico y télex (en minutos) del Paraguay con los diferentes países. Como se aprecia en el cuadro citado, la mayoría del tráfico telefónico es con la República Argentina, aunque el porcentaje del volumen de comercio con este país es bajo, y además, el tráfico con Europa es muy reducido, comparado con el monto de comercio con la misma zona. El problema idiomático parece ser responsable de estos hechos, porque el tráfico de télex con Europa conserva una correlación significativa con el movimiento del comercio.

En el cuadro 4.4 se indica el número previsto de circuitos necesarios para el servicio de télex, calculado en el supuesto de que los mismos serán puestos en operación semi-automática una vez establecidos los circuitos vía satélite.

Un canal de calidad de voz es capaz de llevar 24 canales telefónicos, por lo que si se hace factible la transmisión en el modo de múltiples destinos, dos canales de calidad de voz serán suficientes para llevar todos los circuitos indicados en el cuadro 4.4, aún en el año de 1978. No se ha notado hasta ahora ningún aumento significativo en el tráfico telegráfico y no se prevé ninguna demanda para el servicio de transmisión de datos para 1978. Por esta razón, no se ha hecho ningún estudio particular sobre el tráfico de estos servicios.

#### 4.4 Sistemas de Telecomunicaciones Nacionales

El tráfico telefónico internacional del Paraguay presenta un marcado desbalance entre llamadas entrantes y salientes. Las llamadas salientes originadas por las ciudades regionales y encauzadas por Asunción ocupan un tercio del total de llamadas salientes, mientras que las llamadas entrantes con destino a las primeras ocupan no más de un veintavo del total de las llamadas entrantes al Paraguay. La causa de este desbalance no es clara, pero, de todos modos, se nota que las llamadas internacionales provenientes de las ciudades regionales tienen mayor importancia.

Es de suma importancia tratar de asegurar tantos circuitos nacionales como sean necesarios para poder encauzar la totalidad del tráfico internacional, debiendo preparar al mismo tiempo la prestación del servicio satisfactorio para cuando los circuitos internacionales de banda ancha se hayan hecho disponibles por medio del sistema de comunicaciones por satélite.

A diferencia del sistema de H.F. los circuitos de comunicaciones vía satélite permiten la transmisión de alta calidad estrictamente de acuerdo con las recomendaciones del CCIR y CCITT. Así pues, es deseable establecer de antemano las normas técnicas para transmisión que se apliquen a la red de comunicaciones nacionales.

Según el plan elaborado por la ANTELCO, el sistema de discado directo quedará utilizable para los fines de 1972 entre Asunción y otras centrales primarias principales del país. Se espera por tanto que existirá un suficiente número de circuitos interurbanos para entonces. Esto también justifica la la propuesta implantación del sistema de comunicaciones por satélite para los principios de 1973.

### CAPITULO 5

#### IDEAS BASICAS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES.

##### VIA SATELITE DEL PARAGUAY

#### 5.1 Ideas Principales

Considerando los resultados del estudio sobre el estado presente y futuro de telecomunicaciones en Paraguay, los dos especialistas japoneses recomiendan que el diseño de las instalaciones y el establecimiento del sistema de comunicaciones por satélite se lleven a cabo tomando en consideración los puntos principales que se enumeran a continuación:



(1) La estación terrena debe satisfacer las características de comportamiento de una estación terrena standard y debe ofrecer una disponibilidad mejor que 99,8 por ciento.

(2) La estación terrena debe ser capaz de operar no solamente con los satélites IS-III sino también con los de serie IS-IV.

(3) El sitio de la estación terrena deberá estar a la distancia tal de Asunción que permita conectar ambas localidades mediante un solo salto de microondas.

(4) La vida útil prevista de los equipos debe ser no inferior a quince años.

(5) Las instalaciones en la etapa inicial deberán tener la capacidad suficiente para satisfacer la demanda de tráfico en 1978. Además, deberán estar previstas para la adición futura de equipos y nuevos sistemas de comunicaciones.

(6) Para el servicio telefónico, se conservará en la etapa inicial el sistema de llamada manual ring-down, mientras que, para el servicio télex, es aconsejable cambiarlo al sistema semiautomático.

(7) La transmisión internacional de televisión vía satélite deberá ser factible. Solo el sistema de televisión monocromático será servido. No se proveerá convertidor de normas de televisión.

(8) Los equipos e instalaciones deberán ser de la configuración más económica bajo las condiciones anteriores.

(9) El entrenamiento del personal debe efectuarse con anterioridad a la obra de construcción.

(10) Unos cuantos especialistas deberán estar estacionados para la coordinación y adelanto del proyecto. La Fig. 5.1 representa la configuración fundamental de un sistema de comunicaciones por satélite, consistente en un centro de comunicaciones, un enlace de interconexión y una estación terrena.

## 5.2 Capacidad de Transmisión Propuesta

La totalidad de los países conectados con Paraguay mediante los existentes circuitos de radio de H.F. se encuentran en el área cubierta por los satélites IS-III sobre el Atlántico, y la mayoría de los países que posiblemente establecerán nuevos circuitos de telecomunicaciones con Paraguay por razones de su estrecha relación económica con el país, estarán también dentro del área cubierta. Por tanto, la mayoría de los circuitos internacionales de telefonía, télex y telegrafía permitirán su transferencia del sistema de radio de A.F. al enlace de satélite.

A partir del volumen previsto de la demanda de tráfico de acuerdo al Capítulo 4, se podrá llegar a la conclusión de que la capacidad de las instalaciones de la estación terrena de Paraguay puede ser concebida para 24 canales de voz.

La transmisión de los canales télex y telegráficos entre los mismos se realiza generalmente por el sistema de portadora telegráfica, pero la utilización de este sistema sólo se permite en caso de que la totalidad de las señales sean transmitidas a un mismo destino. Esto conduce inevitablemente a la adopción de la práctica no económica de llevar menor número de canales telegráficos sobre un canal telefónico para estaciones pequeñas.

Al respecto, el ICSC está estudiando ahora para encontrar un medio más económico como ser la operación con múltiples destinos para la transmisión de circuitos telegráficos por el sistema de comunicaciones por satélite.

Los enlaces vía satélite incluirán los destinos situados fuera de la cobertura del haz de punto en caso del satélite IS-IV. Por consiguiente, la antena tipo global será preferible para compensar la cobertura terrena.

### 5.3 Modos de Transmisión Propuestos

Está previsto iniciar las pruebas de campo del sistema SPADE a partir de 1971 en la región del Atlántico. Si se obtienen resultados satisfactorios de las pruebas, dicho sistema sera aplicado posiblemente para los satélites IS-IV. Sin embargo, cada una de las estaciones terrenas participantes en estas pruebas está ya dotada de las facilidades del sistema FDM-FM. Se supone que las estaciones mencionadas utilizarán el sistema SPADE sólo para absorber el tráfico de rebose del sistema FDM-FM.

Bajo tales circunstancias, es de desear que la estación terrena de Paraguay esté dotada desde el principio de las facilidades del sistema FDM-FM o esté prevista para la adición futura de dichas facilidades que son compatibles con el sistema SPADE.

## CAPITULO 6

### SELECCION DEL SITIO PARA LA ESTACION TERRENA

#### 6.1 Consideraciones necesarias

Con respecto a la selección del sitio para la estación terrena, se debe considerar los siguientes factores.

##### 6.1.1 Meteorología

Uno de los factores más importantes que afectan la eficiencia de trabajo de las instalaciones de comunicaciones de una estación terrena es la velocidad del viento. Generalmente, se entiende que las comunicaciones sufrirán cortes serios cuando la antena de la estación terrena desvíe en más de 0,05 grados con respecto a su dirección correcta debido a la fuerza del viento fuerte.

A partir de las observaciones de la velocidad de viento hechas en el área de Asunción, sólo el valor medio anual de 8 Km/h. es disponible. Este valor, sin embargo, es considerablemente menor que el obtenido en el Japón. En consecuencia, la velocidad del viento no presentará ningún problema particular en el diseño de la antena ni para la eficiencia de comunicaciones en caso de la estación terrena de Paraguay.

Es verdad que la lluvia hace degradar la calidad de comunicaciones. Sin embargo, según los datos estadísticos, la lluvia fuerte en la región de Asunción es de poca frecuencia. Con un ángulo de elevación algo grande de la antena, no se necesitarán consideraciones especiales al respecto.

#### 6.1.2 Interferencia

En la Conferencia Administrativa Extraordinaria de Radio (E.A.R.C.), se convino en que las mismas bandas de frecuencias fueran compartidas por el sistema de comunicaciones vía satélite y el sistema de radio enlace terrestre en igualdad de derecho, y, como consecuencia, la interferencia mutua entre los dos sistemas resultó ser el problema más importante en la selección del sitio de una estación terrena. Bajo estas circunstancias, la EARC y el CCIR han puesto algunas restricciones con respecto a las condiciones técnicas y operacionales de cada sistema para que la potencia de interferencia no exceda el valor máximo permisible especificado.

Para satisfacer las dos condiciones anteriores, resulta necesario distanciar las dos estaciones en cierta medida. La distancia mínima para ello se denomina "Distancia de Coordinación".

El cálculo de la distancia de coordinación debe hacerse en base a los parámetros reales empleados en cada sistema.

El bosquejo dado en la Fig. 6.1 indica la distancia de coordinación para la estación terrena de Paraguay, calculada con los valores racionales de parámetros.

Es obvio que no ocurrirá la interferencia mutua entre los dos sistemas en tanto que no se implanten sistemas de radioenlace terrestre en los países vecinos. Además, debe considerarse la interferencia que ocurre cuando la radio-frecuencias o sus armónicas irradiadas desde una estación de radar entren en la banda de frecuencias de recepción de la estación terrena. Para evitarlo, es necesario cambiar la frecuencia asignada estación de radar o distanciar suficientemente una de otra.

#### 6.1.3 Línea de Cielo

Los ángulos de elevación y azimutal de los satélites sobre el Atlántico como ser IS-III F6, IS-III F7 y IS-IV F1 vistos desde la estación terrena de Paraguay, están indicados en el cuadro 6.1. Los ángulos de elevación de los cerros circundantes de los sitios propuestos son casi cero grado, por lo cual la visualidad de la estación con respecto a los satélites tanto estacionarios como no estacionarios no será afectada por la línea de cielo.

#### 6.1.4 Otros

La disponibilidad del abastecimiento de agua suficiente para la estación terrena es de importancia primordial, ya que la misma requiere suficiente cantidad de agua para enfriar los diversos equipos operados con la potencia superior a 250 KW en total. Asimismo, es deseable que cuente con camino de acceso fácil y ambiente cómodo para vivir. Se llevó a cabo un reconocimiento de campo para buscar el sitio que no esté muy

alejado de Asunción y que tenga una extensión de superficie plana superior a seis hectáreas. Se requiere una base terrestre sólida para construir la antena de la estación terrena. Pero, no se disponía de informaciones suficientes para poder decidir con seguridad el sitio para la estación. Por tanto, debe llevarse a cabo un ulterior estudio de campo.

## 6.2 Sitios Propuestos

Siete sitios fueron escogidos mediante el estudio en el mapa y de acuerdo con el requerimiento para el enlace entre la estación terrena y Asunción por medio de un solo salto de microondas.

El primer y el segundo reconocimientos de campo fueron llevados a cabo el 26 de febrero y el 4 de marzo respectivamente, quedando seleccionados tres sitios como posibles sitios para la estación. En la Fig. 2 se indican las ubicaciones geográficas de los sitios seleccionados. Y en el cuadro 6.2 se da esa comparación de las diversas condiciones entre estos sitios.

Los dos especialistas japoneses han llegado a la conclusión de que el lugar denominado "San Rafael A1", que forma parte del sitio de la estación receptora de radio de A.F., es el más adecuado para instalar la estación terrena salvo en lo que se refiere a la naturaleza del suelo que no se conoce bien.

## CAPITULO 7

### REQUISITOS TECNICOS DE LA ESTACION TERRESTRE

#### 7.1 Características de Rendimiento:

Con base al circuito de referencia hipotético ilustrado en la Fig. 7. 1 (banda base de estación terrestre - radiofrecuencia - satélite radiofrecuencia - banda base de estación terrestre) y que contempla la transmisión intercontinental por satélite de telefonía múltiple y televisión, el CCIR establece la potencia máxima de ruido en un nivel relativo cero del canal telefónico y la permisible en la transmisión de televisión monocromática.

A este respecto, también el ICSC define los parámetros relativos a las asignaciones de la anchura de banda y la desviación de la frecuencia de potencia del satélite así como también a las características eléctricas de las instalaciones de una estación terrestre. Las normas antes mencionadas han sido establecidas en previsión de que las instalaciones de estaciones terrestres con ángulo de elevación de cinco grados hacia los satélites IS-III y IS-IV satisfarán las recomendaciones antes aludidas aun en los días de lluvia a no ser que se trate de una precipitación violenta.

Las características de rendimiento vitales de una estación terrestre se representan por la relación de la Ganancia de Antena (G) frente a la Temperatura del Ruido Equivalente de un Sistema de Recepción (T).

Su valor se llama a veces "factor de mérito" de una estación terrestre. El valor de G/T de una estación terrestre standard, debe llenar la fórmula siguiente, con un

ángulo de elevación de antena de cinco grados y bajo condiciones de cielo despejado:

$$\frac{G}{T} = 40,7 + 20 \log \frac{f}{4} \quad (\text{dB}/^{\circ}\text{K})$$

donde, "f" es la frecuencia de recepción expresada en GHz.

Por lo tanto, la temperatura del ruido equivalente de un sistema de recepción debe ser de 53,7°K ó menos cuando se trata de una ganancia de antena de 58 dB.

El Cuadro 3.3 muestra los parámetros de transmisión de un sistema de 24 canales cursados por estaciones terrestres vía el IS-III y cuando los satélites IS-IV tienen equipada una antena de haz global.

## 7.2 Sistema Propuesto:

En la construcción de una antena que requiera una superficie de 60 m de radio, se ha seguido hasta la fecha la práctica de erigir la antena en un lugar apartado en más de 100 m del edificio principal. Dado que los amplificadores de potencia y los de bajo ruido tienen que ser instalados lo más cerca posible del radiador primario de la antena, se necesitan tomar varias medidas tendentes a la transmisión de señales entre dichos equipos y el edificio principal. Por lo cual, el edificio principal se coloca a veces en las proximidades del pedestal de la antena, alojando los equipos correspondientes, con excepción de los amplificadores de bajo ruido.

En el edificio principal se colocarán los siguientes locales, a más de los de asuntos generales:

(1) Sala de equipos de comunicación	250 m <sup>2</sup>
(2) Sala de monitoreo y control	80 m <sup>2</sup>
(3) Sala de energía de continuidad	200 m <sup>2</sup>
(4) Sala de baterías	40 m <sup>2</sup>
(5) Sala de grupos electrógenos de Diesel	140 m <sup>2</sup>
(6) Taller	25 m <sup>2</sup>

Se aconseja diseñar el edificio principal de modo de dotarle, además de los locales antes mencionados, de un espacio previsto para nuevos elementos del sistema que se le añadirán en caso de ampliación del mismo.

La estación terrestre incluye los siguientes subsistemas:

- (1) Antena
- (2) Mecanismo de seguimiento
- (3) Transmisor

- (4) Receptor
- (5) Monitor y controlador
- (6) Terminal de telefonía
- (7) Terminal de televisión
- (8) Alimentación de energía

Es preferible que se instalen dichos subsistemas con redundancia en la estación terrestre para que se obtenga una cifra elevada de disponibilidad total de 99,8 por ciento.

En las Figs. 7.2 y 7.3, se indican, respectivamente, los diagramas en bloques del equipo de radio y el equipo múltiplex de una estación terrestre.

### 7.3 Instalaciones:

En realidad no existe ningún modelo especial en materia de la configuración de equipos de las estaciones terrestres ya puestas en operación. En el caso específico de la estación terrestre de Paraguay, se recomienda como sus instalaciones básicas la configuración que a continuación se detalla, desde los puntos de vista de disponibilidad técnica y de economía:

#### 7.3.1 Antena:

(1) Se obtendrá una ganancia superior a 59 dB en el terminal de entrada al receptor utilizando una antena de tipo Cassegrain de campo próximo con diámetro de 27 m a 28 m.

(2) Se instalará una antena de tipo de montaje AZ-EL (azimutelevación) con orientabilidad perfecta.

(3) La antena debe ser accionada con energía eléctrica. La velocidad máxima de giro no tendrá que ser mayor de  $0,03^{\circ}/\text{seg}$ .

#### 7.3.2 Sistema de seguimiento:

En lo concerniente al sistema de seguimiento, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

(1) Se necesitarán ambos sistemas de seguimiento automático y manual. No habría que adoptar el sistema de seguimiento programado.

(2) Un sistema de seguimiento que utilice el modo superior se prestará para simplificar el sistemas de alimentación.

(3) No se necesitarán facilidades permanentes de apuntamiento (boresight).

### 7.3.3 Transmisor:

(1) La estación terrestre contará con tres portadoras de transmisión, cada una para la telefonía, la televisión y el sonido del programa de televisión. Adicionalmente se dispondrá de una otra en previsión de la introducción de nuevo modo de transmisión.

(2) Se instalarán dos amplificadores de potencia, uno para telefonía y otro para televisión. Se utilizarán para ellos tubos Klistron con potencia de salida de saturación de 2 KW. Se dispondrá el transmisor de TV en tal forma que se pueda transmitir señales telefónicas en caso de falla del transmisor de telefonía.

(3) Los tubos Klistron deberán ser sintonizables en toda la banda de 500 MHz por control a distancia.

(4) Se proveerán unidades redundantes para los moduladores y convertidores de frecuencia, con facilidad de conmutación automática.

### 7.3.4 Receptor:

(1) Se instalarán equipos de recepción que permitan cursar comunicaciones con por lo menos ocho estaciones terrestres distantes.

(2) Como amplificador de bajo ruido, se emplearán dos unidades de amplificadores paramétricos enfriados por gas helio, dotados de la facilidad de conmutación automática. Los amplificadores paramétricos tendrán la anchura de banda de 500 MHz.

(3) La fuente de bombeo de los amplificadores paramétricos debe consistir en dispositivos de estado sólido.

(4) El convertidor de frecuencia y el demodulador para la telefonía se instalarán, un sistema para cada contraparte. A efectos de redundancia, se contarán con dos sistemas independientes, los cuales se emplearán de común para una cualquiera de las contrapartes. La conmutación podría ser a mano.

(5) Y, se colocará un traslador adecuado a efectos de inspección de las instalaciones y ensayos de transmisión.

### 7.3.5 Monitor y controlador:

La consola de control sirve para monitorizar ambas señales telefónicas y televisivas y para facilitar control mínimo de los equipos de comunicación. Estará equipada con aparatos telefónicos para comunicaciones de servicio con estaciones terrestres distantes o con el centro de comunicaciones.

### 7.3.6 Terminal de telefonía:

Como se aprecia en la Fig. 7.3, un equipo terminal de telefonía múltiplex comprende dos partes correspondientes a los lados de satélite y nacional. Rearregla las señales de telefonía múltiplex, procedentes del enlace de conexión, en las de banda base salientes a los circuitos del satélite, o vice versa. Este subsistema incluye también

los equipos para los circuitos de servicio de ingeniería. Al diseñar el subsistema, se tendrá que prestar atención a los aspectos siguientes:

(1) Se incorporará a nivel de canal la conexión de tránsito de las senales entre el lado de satélite y el nacional.

(2) La terminal del lado de satélite tendrá la capacidad de 24 canales vocales, mientras que la del lado nacional tendrá la capacidad de 60 canales vocales. De los 60 canales vocales, doce se asignarán a las comunicaciones de servicio entre el centro de comunicaciones y la estación terrestre así como a la transmisión del sonido del programa de TV.

(3) En el circuito de servicio de ingeniería, se llamará a la estación terrestre por medio de senales selectivas. Se dispondrá de conmutación manual tanto para la telefonía como para la telegrafía.

#### 7.3.7 Terminal de televisión:

Este subsistema se compondrá de equipos terminales para el video de TV y el sonido del programa de TV. Se tendrá que realizar una prueba técnica siempre con anterioridad a que se haya de comenzar la transmisión de televisión. Por consiguiente, la estación terrestre se equipará con generadores de senales de prueba.

#### 7.3.8 Alimentación de energía:

Para que de una estación terrestre se pueda alcanzar una disponibilidad superior a 99,8 por ciento, constituye uno de los factores de mayor importancia la provisión de un suministro de energía comercial fidedigna. La operación de una estación terrestre requerirá la capacidad de energía eléctrica de por lo menos 250 KW. Es deseable que el sistema de suministro de energía se conecte con la central transformadora por medio de cable subterráneo y que sea de uso exclusivo.

La estación terrestre deberá ser diseñada de modo que todos sus equipos puedan funcionar con la alimentación de energía comercial y además que puedan seguir funcionando sin interrupción alguna con la energía suministrada por un sistema de alimentación de continuidad en caso de falla del suministro de energía comercial. Para posibilitar la operación continua sin interrupción de los mismos, se deberán instalar motores-generadores de Diesel capaces de alimentar la totalidad de las cargas de C.A. incluso el mecanismo de accionamiento de la antena. La Fig. 7.4 ilustra un diagrama del sistema de alimentación de energía correspondiente. A continuación se enumeran los resultados de un reconocimiento que se ha realizado de las condiciones reales de la línea de transmisión eléctrica en los alrededores de Asunción:

- (1) Voltaje
- (2) Regulación de voltaje
- (3) Frecuencia
- (4) Desviación de frecuencia



(5) Fase

(6) Confiabilidad

## CAPITULO 8

### REQUISITOS TECNICOS DEL ENLACE DE CONEXION

#### 8.1 Sistema Propuesto:

Es deseable que el enlace entre el centro de comunicaciones en Asunción y la estación terrestre en materia consista en un sistema de radioenlace de FM de 7 GHz. Este radioenlace de microonda podrá establecerse con un solo salto, erigiéndose en cada sitio una torre de antena de 30 m de alto.

Los requisitos del enlace de conexión son como sigue:

(1) Constará de dos rutas; una destinada al servicio de comunicación telefónica y la otra de reserva para la transmisión de telefonía y televisión.

(2) Los equipos multiplex a instalarse en el centro de comunicaciones y en la estación terrestre tendrán una capacidad inicial de 60 canales vocales, de los cuales 36 se asignarán al servicio de comunicaciones por satélite.

(3) Todos los equipos integrantes del enlace de conexión funcionarán sin atención por personal permanente. Se indica un diagrama en bloques del enlace de conexión en la Fig. 8.1.

#### 8.2 Instalaciones:

Las instalaciones del enlace de conexión a establecerse entre el centro de comunicaciones y la estación terrestre consistirán en:

(1) Antena y su torre

(2) Equipos de radio

(3) Equipos múltiples

La Fig. 8.2 muestra un corte de propagación entre San Rafael Al y el Centro de Comunicaciones en Asunción.

## CAPITULO 9

### REQUISITOS TECNICOS DEL CENTRO DE COMUNICACIONES

#### 9.1 Introducción:

En este centro, se deberá reservar, en apropiada extensión, una superficie cubierta adicional al espacio que pida la colocación de nuevas instalaciones. Una vez

instalados los sistemas necesarios, se organizarán el IMC (Centro de Mantenimiento Internacional) y el ITC (Centro de Operación Internacional de Televisión), a efectos de coordinación y mantenimiento de los enlaces internacionales.

En vista de cierta complicación que involucra el trabajo de interconexión entre las instalaciones existentes y las nuevas, se deberá prestar atención al trabajo durante la construcción a fin de evitar interrupción de la operación de las instalaciones existentes.

#### 9.2 Sistema Propuesto:

(1) Los circuitos de telefonía se conectan de los canales vocales del equipo multiplex a los tableros de conmutación. El método de llamada previa (ring-down) en la operación manual puede constituir una solución fácil para estaciones de poco tráfico.

(2) Se proveerán la función de monitorización de formas de onda de video de televisión y el enlace ST hacia la estación emisora de televisión. No se necesitará convertidor normal de televisión.

(3) Los circuitos de telegrafía y telex serán conectados a las respectivas posiciones de emisión y recepción vía el equipo multiplex de telegrafía instalado en el centro de comunicaciones.

#### 9.3 Instalaciones:

Las instalaciones del centro de comunicaciones están ilustradas en la Fig. 9.1, y constan de los siguientes equipos:

- (1) Equipo terminal de telefonía
- (2) Equipo multiplex de telegrafía
- (3) Equipos conmutadores y de monitorización
- (4) Equipo terminal de televisión

### CAPITULO 10

#### CALCULO DE COSTOS DEL SISTEMA

##### 10.1 Introducción:

Los costos necesarios para establecer el sistema de comunicaciones por satélite varían según sean las condiciones del terreno a elegirse como sitio, diversos requisitos técnicos de sus instalaciones, capacidad del sistema a adoptar y formas en que se conecte con los sistemas existentes de comunicaciones. No obstante lo anterior y teniendo en cuenta los aspectos antes referidos, se calculará un costo inicial aproximado excluyendo los gastos de mantenimiento y operación.

Los costos estimados han sido divididos en tres partes, a saber los que corresponden a la estación terrestre, el enlace de conexión y el centro de comunicaciones. Los costos de cada equipo incluyen fabricación, instalación y varias piezas de repuesto de necesidad inmediata. Las cifras abajo indicadas se representan en millón de dolares norteamericanos y a base de L. A. B.

## 10.2 Costo de la Estación Terrestre:

La inversión inicial para la estación terrestre de Paraguay requerirá los montos siguientes:

Adquisición del terreno	--	
Acondicionamiento del terreno	0,06	1)
Edificio principal	0,30	2)
Antena	1,20	3)
Transmisor	0,20	
Receptor	0,33	
Equipos multiples	) 0,16	4)
Monitor y Controladores		
Alimentación de energía	0,30	
Equipos de prueba	0,17	
Administración	0,12	5)
Ingeniería	0,15	
Entrenamiento	0,05	
TOTAL :	<u>3,04</u>	

Notas: 1) Se excluyen caminos de acceso y líneas de transmisión de energía al sitio.

2) Se da una descripción correspondiente en el párrafo 7.2.

3) Este presupuesto tiene por base condiciones generales del subsuelo.

4) El equipo multiplex del lado nacional se incluye en el costo del párrafo 10.3. Aquí se incluye el equipo terminal de televisión.

5) Este costo incluye el sistema en conjunto.

## 10.3 Costo del Enlace de Conexión:

Las instalaciones del enlace de conexión comprenden la parte que va del canal vocal del equipo múltiplex nacional en la estación terrestre al canal vocal en el centro de comunicaciones.

Los costos enumerados abajo han sido calculados con base a un enlace normal de microonda de un solo salto, compuesto de dos rutas:

Antena	0,05	1)
Equipos de radio	) 0,16	
Equipo multiplex		
Equipos de prueba	0,05	2)
Ingeniería	0,03	
TOTAL :	<u>0,29</u>	

Notas: 1) Se incluyen dos torres de antena de 30 m de alto.

2) Este costo incluye los equipos de prueba para la telefonía y televisión.

#### 10.4 Costo del Centro de Comunicaciones:

El costo estimado del centro de comunicaciones es como sigue:

Equipo terminal de telefonía	) 0,07	
Equipo multiplex de telegrafía		
Equipos de conmutación y monitor	0,03	1)
Equipos de prueba	0,02	2)
Engeniería	0,04	
TOTAL :	<u>0,16</u>	

Notas: 1) Se incluyen tablero de conmutación telefónica, conmutador de telex, y consola de prueba y monitorización de TV.

2) Se incluyen dispositivos de prueba de telefonía y televisión.

La interconexión entre los equipos terminales nuevos y los sistemas existentes será determinada a través de discusiones ulteriores.

### CAPITULO 11

#### REALIZACION

##### 11.1 Trámites Necesarios Anteriores a la Construcción:

#### 11.1.1 Presentación de pedidos:

Es menester que el propietario de una estación terrestre obtenga del ICSC la aprobación para acceso al satélite y la asignación de las bandas de frecuencias en que se haya de utilizar el satélite, con anterioridad a la iniciación de construcción de la estación en proyecto (ICSC-29-23).

Siempre que la solicitud de aprobación tenga por objeto satisfacer las características funcionales de una estación terrestre standard que establece el ICSC, se le otorgará la aprobación. Por lo tanto, es de primera importancia presentarle a dicha organización la información necesaria relativa al rendimiento previsto de la Estación Terrestre de Paraguay, tan pronto como se haya determinado el plan general de la misma.

Una vez terminada la construcción de la estación terrestre, se procederá obligatoriamente a obtener la aceptación por parte del ICSC llevando a cabo las pruebas de verificación pertinentes a las características de rendimiento de la estación, las cuales deberán cumplir con las condiciones obligatorias de una estación terrestre standard del ICSC.

Las pruebas de verificación se llevarán a cabo en las dos categorías siguientes:

- (1) Prueba Interior en la Estación
- (2) Prueba en Trayecto Recto con el TOCC

#### 11.1.2 Aprobación para la Distancia de Coordinación:

Se necesita coordinación cuando estaciones terrestres operan con iguales derechos compartiendo bandas de frecuencias. En casos especiales, la coordinación puede involucrar más de dos administraciones, dependiendo de la ubicación de las estaciones y las distancias de coordinación respectivas.

Se han realizado estudios sobre el cálculo de distancias de coordinación, y existen recomendaciones hechas por el E.A.R.C. mediante Actas Finales y por el CCIR.

A este efecto, se emitirá a otras administraciones interesadas, copia de un diagrama elaborado en una escala adecuada y que indique la ubicación de la estación terrestre así como la distancia de coordinación, de acuerdo con los procedimientos fijados por el E.A.R.C.

#### 11.2 Cronograma de Construcción:

La construcción de una estación terrestre necesitará aproximadamente diez y ocho meses al menos después de celebrado el respectivo contrato con los fabricantes. El cronograma típico de construcción está indicado en el Cuadro 11.1, entendiéndose que ha sido elaborado en el supuesto de que se disponga de supervisores bien experimentados y técnicos cualificados en todas las fases de la obra.

#### 11.3 Entrenamiento:

Las instalaciones del sistema de comunicaciones por satélite se componen de diversas clases de subsistemas complicados. El funcionamiento de cada uno de los subsistemas tiene que ser conservado en estado tal que cumpla con las características de rendimiento especificadas y que se pueda seguir cooperando satisfactoriamente con otras muchas estaciones terrestres.

Esto significa que la implantación del sistema depende básicamente de la habilidad técnica y la pericia de operación que tenga el personal encargado.

La operación del sistema requiere unas 40 personas que tengan conocimiento especializado en esta rama.

En el Cuadro 11.2, se indica un programa de entrenamiento en horas, necesario para dotar de conocimientos básicos a las personas a entrenar.

#### 11.4 Organización del Comité de Construcción:

Una vez determinado por la ANTELCO el plan de construcción del sistema de comunicaciones por satélite, se procederá a desarrollar diversas tareas de carácter técnico y administrativo. Los especialistas japoneses recomiendan que la ANTELCO organice un comité de construcción con fines de lograr realización efectiva y cabal del proyecto, y que de ser necesario, solicite colaboración de especialistas extranjeros para con el comité mencionado.

El Comité de Construcción responderá a los asuntos siguientes:

- (1) El asunto a que se refiere el párrafo 11.1.
- (2) Elaboración de las especificaciones para fabricantes
- (3) Estudio de las especificaciones que presenten los fabricantes sobre las instalaciones.
- (4) Elaboración del programa de entrenamiento del personal y su cumplimiento
- (5) Emisión de instrucciones al fabricante elegido
- (6) Control de procesos
- (7) Inspección en la fábrica de los equipos
- (8) Inspección de aceptación de los equipos instalados
- (9) Asesoramiento sobre la operación de los circuitos de comunicación por satélite

Para terminar con las tareas mencionadas en los puntos de (1) a (4) se requerirán unos 12 meses, y para las tareas de los puntos de (5) a (9), unos 18 meses.

## CAPITULO 12

### CONCLUSION

En el presente informe, se ha referido a las consideraciones fundamentales que nos parecen esenciales para la realización del Proyecto del Sistema de Comunicaciones por Satélite. En los estudios que se realizaron durante el corto lapso de un mes, era imposible analizar hasta la relación entre el monto de renta prevista y el capital a invertirse. No obstante, es seguro que el sistema de comunicaciones por satélite, una vez instalado, aportará al país gran beneficio en el futuro cercano, por cuanto quedarán mejorados en sumo grado ambos servicios de telecomunicaciones internacionales y nacionales.

De aquí en lo sucesivo hasta la iniciación de la obra de construcción, existen por realizar numerosas tareas tales como radacción de las especificaciones pertinentes y estudios de propuestas de licitación.

El sistema de comunicaciones por satélite es mucho más complicado que otros sistemas de comunicaciones no solo en lo relativo a los mecanismos de sus instalaciones sino también en cuanto a los procedimientos de operación. De ahí la importancia de preparar personas expertas con extenso conocimiento especial con miras al desenvolvimiento del proyecto de que se trata.

Nos complace concluir el presente informe dando nuestras más expresivas gracias al Sr. Cnel. Ing. Civ. y Mil. don Miguel C. Guanes y el Sr. Tte. Cnel. de Trans. don Francisco Duarte por su amabilidad con que nos supieron favorecer, así como al demás personal de la ANTELCO por haberse ocupado de atendernos con mucha gentileza.

Los especialistas japoneses esperan de manera sincera que el presente informe sea de utilidad para que vaya desarrollándose con éxito el Proyecto, materia del mismo.





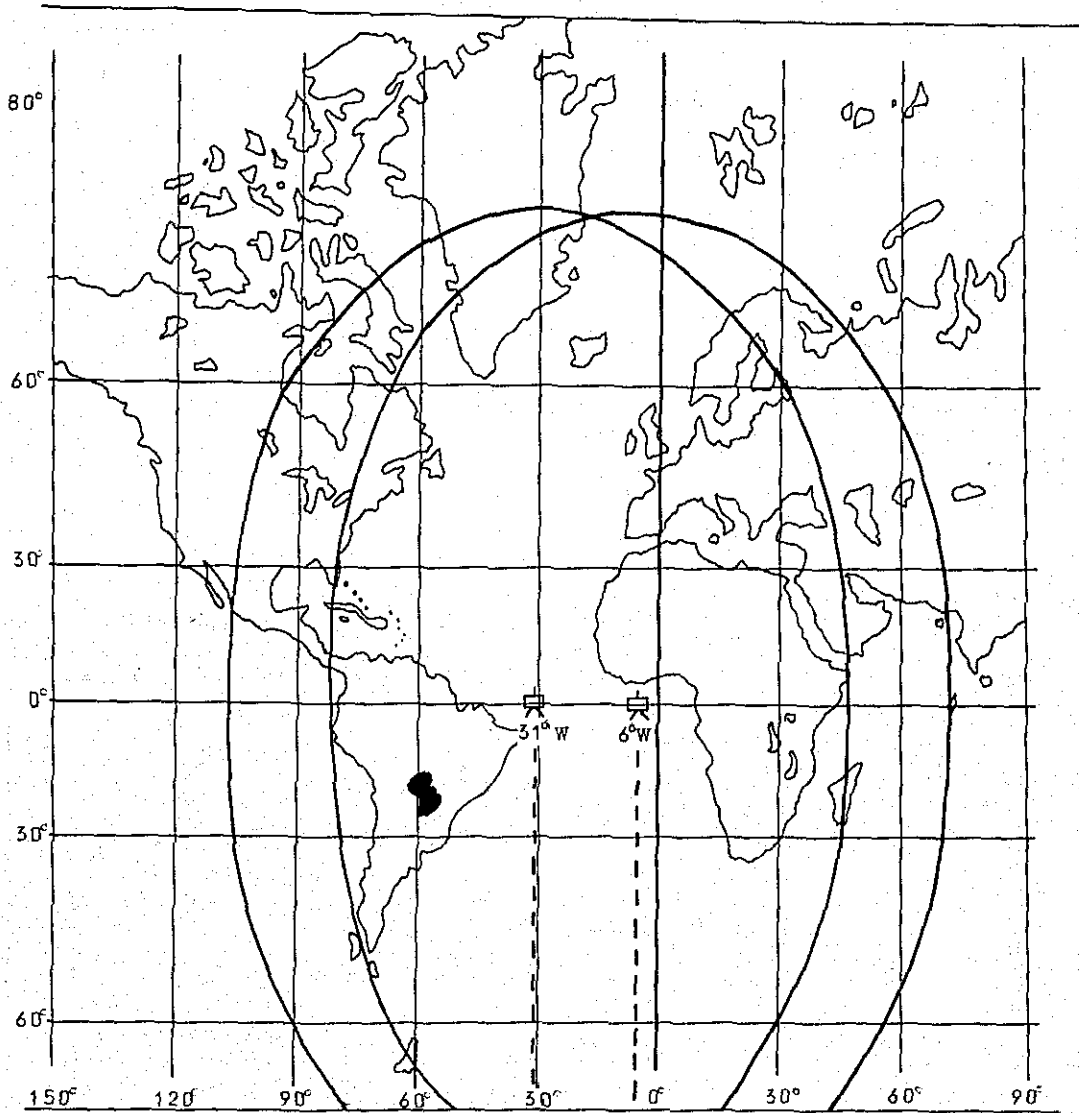
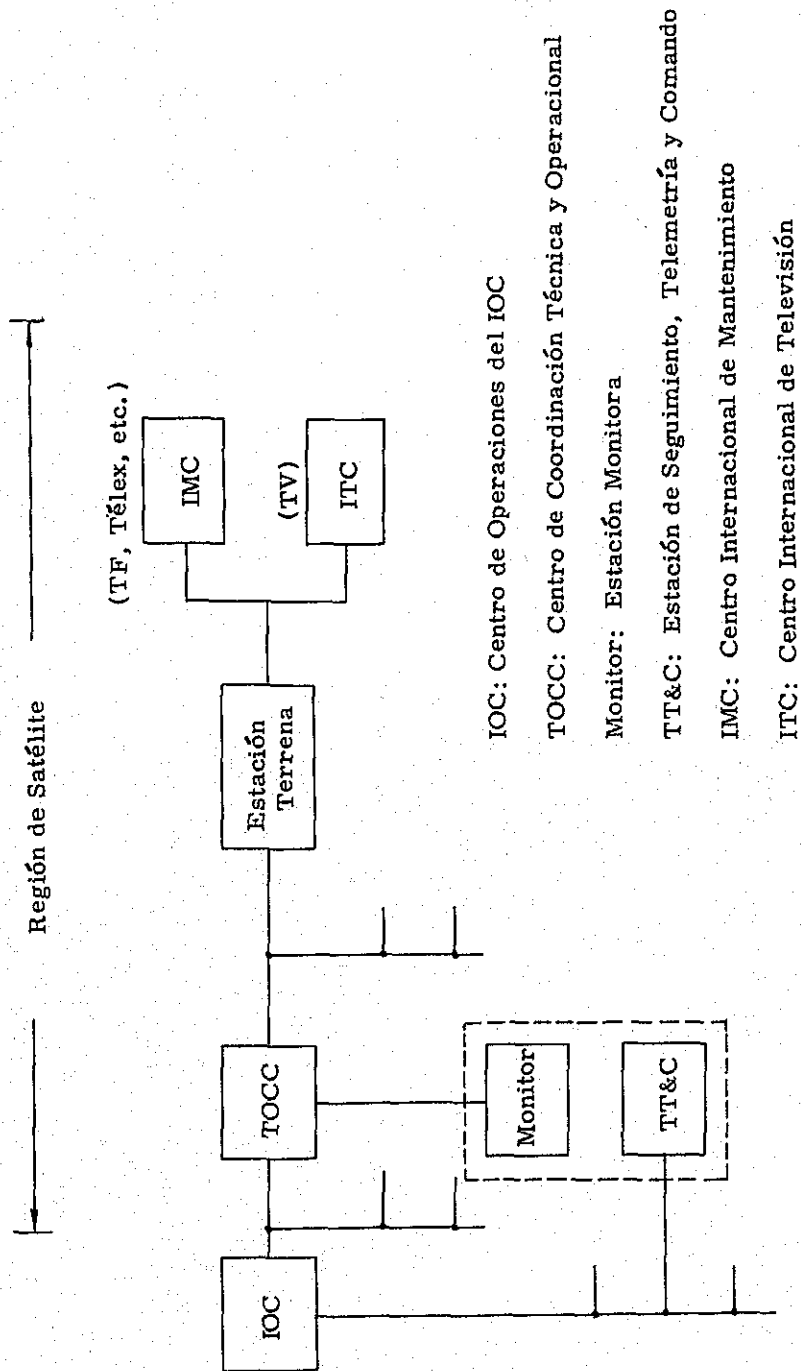


Fig. 3.1 Cobertura de los Satélites INTELSAT III  
sobre el Atlántico  
(Ángulo de elevación de 5 grados)

Cuadro 3.1 Parámetros de Diseño de los Satélites INTELSAT III y IV

Descripción	INTELSAT-III	INTELSAT-IV
<b>Tamaño</b>		
Diámetro	142 cm	270 cm
Longitud	94 cm	297 cm
Peso	146 kg	1,112 kg
<b>Repetidor</b>		
No. of respondedores	2	12
Ancho de banda de transmisión de cada respondedor	225 MHz	36 MHz
<b>Antena</b>		
Tipo	Mecanicamente anti-giratorio	Mecanicamente anti-giratorio
	Recepción y Transmisión : Bocina	Recepción : Bocina Transmisión : Bocina (Haz global) Parabólica (Haz de punto)
Polarización	Circular	Circular
Ancho del haz	18°	Recepción : 17° Transmisión : 17° (Haz global) 4.5° (Haz de punto)
<b>Potencia de saturación</b>		
E.I.R.P. para cada repetidor	160 W	200 W (Haz global) 3 KW (Haz de punto)
<b>Capacidad de transmisión</b>	1200 circuitos telefónicos	6000 circuitos telefónicos
<b>Vida de diseño</b>	5 años	7 años
<b>Fabricante</b>	TRW	Hughes Aircraft Co.



IOC: Centro de Operaciones del IOC

TOCC: Centro de Coordinación Técnica y Operacional

Monitor: Estación Monitora

TT&C: Estación de Seguimiento, Telemetría y Comando

IMC: Centro Internacional de Mantenimiento

ITC: Centro Internacional de Televisión

Fig. 3.2 Organización para Coordinación de Operación de los Circuitos de Satélite

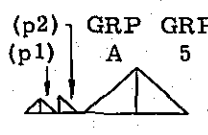
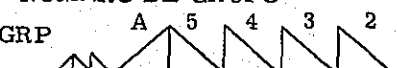
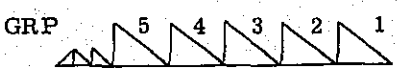
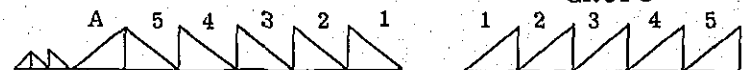
**Cuadro 3.2 Características a Probar Obligatoriamente de una Estación Terrena para Operar con el sistema INTELSAT-III**

1. Relación de Ganancia del Sistema a Temperatura de Ruido
2. Diagrama de Lóbulo Lateral de la Antena de Transmisión
3. Orientabilidad de la Antena
4. Modos de Seguimiento de la Antena
5. Ancho de Banda de Radio del Sistema Alimentador
6. Polarización del Alimentador
7. Ancho de Banda del Sistema de Recepción
8. Ancho de Banda y Capacidad del Sistema de Transmisión
9. Potencia Equivalente Isotrópicamente radiada (EIRP)
10. Estabilidad de la EIRP
11. Tolerancia para Frecuencias Portadoras
12. Emisión Fuera de Banda de RF
13. Ecuilización del Retardo de Grupo
14. Modulación de Amplitud Residual
15. Disposición de la Banda Base para Telefonía
16. Sentido de la Modulación de Video
17. Dispersión de Energía de RF
18. Preénfasis

Cuadro 3.3 Parámetros de Transmisión para los Circuitos Telefónicos vía Satélite

Satélite	INTELSAT-III					INTELSAT-IV				
	Antena					Haz Global				
	(Haz Global)					Haz de Punto				
Capacidad de Portadora	No. de canales	24	60	132	24	60	96	132	192	---
Frecuencia de Banda Base superior	KHz	108	252	552	108	252	408	552	804	---
Ancho de Banda Asignada para satélite	MHz	5	10	20	25	5.0	7.5	5.0	7.5	---
Ancho de Banda Ocupada	MHz	4.0	8.0	14.4	2.0	4.0	5.9	2.25	4.4	---
Desviación (r. m. s.) para un tono de prueba de 0 dBm	KHz	250	410	630	164	270	360	223	297	---
Desviación multicanal (r. m. s.)	KHz	420	830	1490	275	546	799	529	758	---
Relación de Portadora a Temperatura de Ruido Total en el punto de funcionamiento	dBW/°K	-154.8	-151.3	-148.5	-153.0	-149.9	-148.2	-144.0	-141.4	-140.6
Relación de Portadora a Ruido en el ancho de banda ocupada	dBW/°K	7.8	8.3	12.2	12.7	12.7	12.7	21.1	20.7	19.9
Relación entre la Potencia de Portadora sin Modular y la máxima densidad de potencia de Portadora en condiciones de plena carga	dB/4KHz	24.2	27.2	29.7	22.3	25.3	27.0	22.4	25.2	26.8

Cuadro 3.4 Configuración de la Banda Base del Sistema de Comunicaciones por Satélites INTELSAT-III

DESTINO	CANAL 4KHz	PORTADORA MHz	BANDA BASE EN KHZ
CONFIGURACION BASICA DE LA BANDA BASE DE MENSAJE PARA UNA PORTADORA 5MHz			
	CANALES DE SERVICIO		(p2) GRP GRP (p1) A 5
	RANURA DE DISPERSION DE ENERGIA		
	PORTADORA DE 5 MHz x		(CAPACIDAD MAX. 24 CANALES)
CONFIGURACION BASICA DE LA BANDA BASE DE MENSAJE PARA UNA PORTADORA 10MHz			
	0-12 KHz SE USAN PARA CANALES DE SERVICIO Y DISPERSION DE ENERGIA SEGUN SE INDICA ARRIBA		SUPERGRUPO
			NUMERO DE GRUPO
	PORTADORA DE 10 MHz		GRP A 5 4 3 2 
			(CAPACIDAD MAX. 60 CANALES)
CONFIGURACION BASICA DE LA BANDA BASE DE MENSAJE PARA UNA PORTADORA 10MHz			
	0-12 SE USAN PARA CANALES DE SERVICIO Y DISTRIBUCION DE ENERGIA SEGUN SE INDICA ARRIBA		SUPERGRUPO
			NUMERO DE GRUPO
	PORTADORA DE 10 MHz		GRP 5 4 3 2 1 
			(CAPACIDAD MAX. 60 CANALES)
CONFIGURACION BASICA DE LA BANDA BASE DE MENSAJE PARA UNA PORTADORA 20MHz			
	0-12 SE USAN PARA CANALES DE SERVICIO Y DISPERSION DE ENRGIA SEGUN SE INDICA ARRIBA		SUPERGRUPO 1 SUPERGRUPO 2
			GRP NUMERO DE GRUPO NUMERO DE GRUPO
	PORTADORA DE 20 MHz		A 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 
			(CAPACIDAD MAX. 132 CANALES)

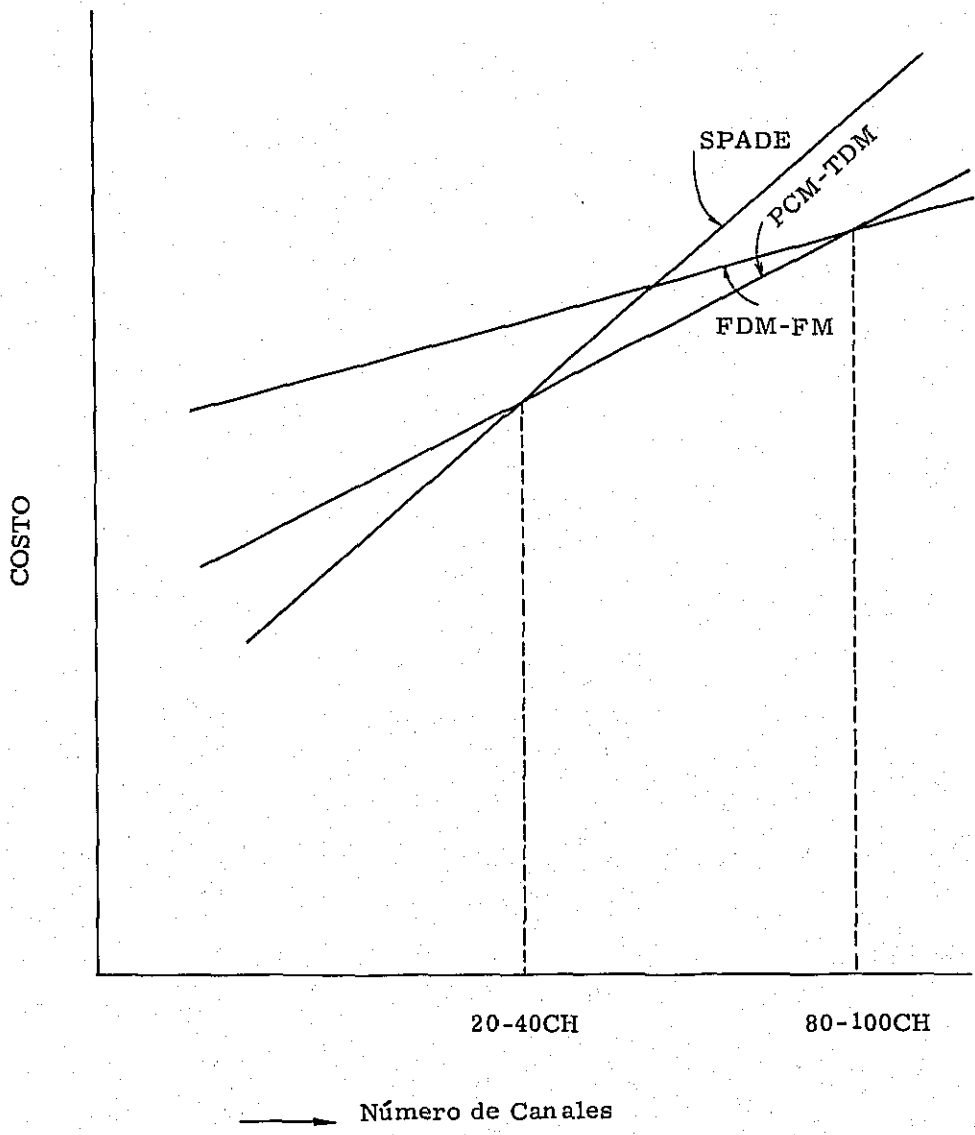


Fig. 3.3 Comparación Concepcional de Costos en función del número de canales para los Tres Sistemas de Transmisión

Cuadro 4.1 Variaciones Anuales del Volumen de Comercio Exterior  
y Tráfico Telefónico Internacional (en minutos)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Volumen de Comercio exterior (en \$1.000)	59.363	65.411	68.168	72.793	85.539	104.624	99.593	108.915	109.070
Tráfico Telefónico (en minutos)	186.173	201.952	209.641	112.511	120.817	143.521	210.642	213.361	403.056
Relación entre el volumen de comercio exterior y tráfico telefónico	318,9	323,9	325,2	647,0	708,0	729,0	472,8	510,5	270,6



Cuadro 4.2 Número Previsto de Circuitos Telefónicos Necesarios  
con los Diferentes Países

	1970	1973	1976	1978
Argentina	7	9	12	14
E. U. A.	3	3	4	4
Uruguay	3	3	4	4
Brasil	2	3	3	3
Chile	2	2	2	2
Europa	2	4	5	5
Total	19	24	30	32

Cuadro 4.3 Porcentajes por Países del Volumen de Comercio Exterior, Tráfico Telefónico (en minutos) y Tráfico de Télex (en minutos)

	Volumen de comercio exterior (%)	Tráfico telefónico (%)	Télex (%)	
Argentina	23,5	72	36,6	
E. U. A.	23	9	21,7	
Uruguay	3	9	6	
Brasil	1,5	5	9	
Chile	-	1	-	
Alemania	9	}	7,4	
Reino Unido	8		3,6	
Espana	3,5		4	1,8
Italia	3		3,3	
Holanda	3,5		1,8	

**Cuadro 4.4** Número Previsto de Circuitos Télex necesarios con los Diferentes Países

	1970	1973	1976	1978
Argentina	3	8	10	12
E. U. A.	2	3	4	4
Uruguay	1	2	2	3
Brasil	1	3	3	4
Europa	3	7	8	10
Otros	1	3	3	3
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>36</b>

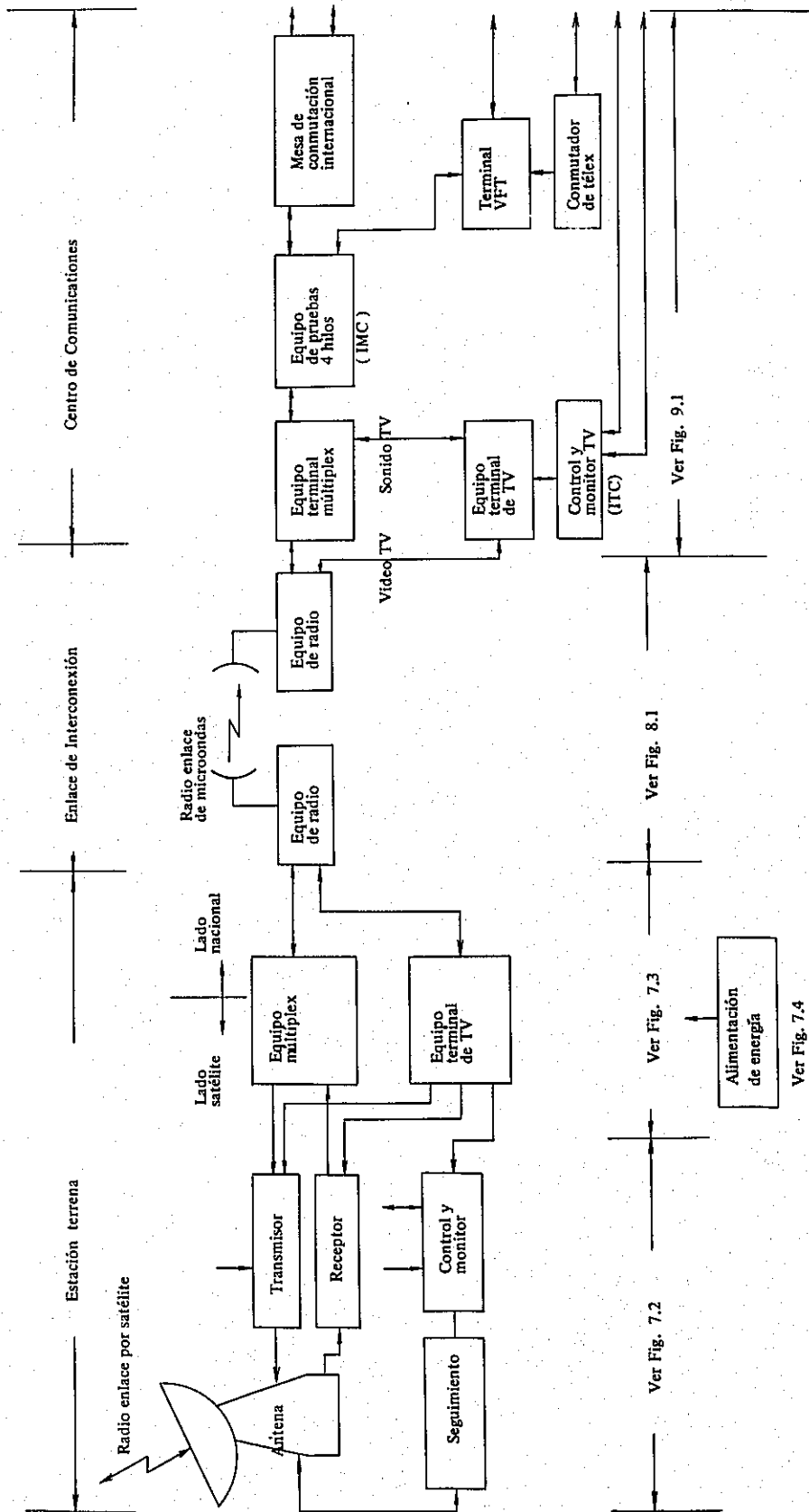


Fig. 5.1 Diagrama en Bloques del Sistema de Comunicaciones por Satélite

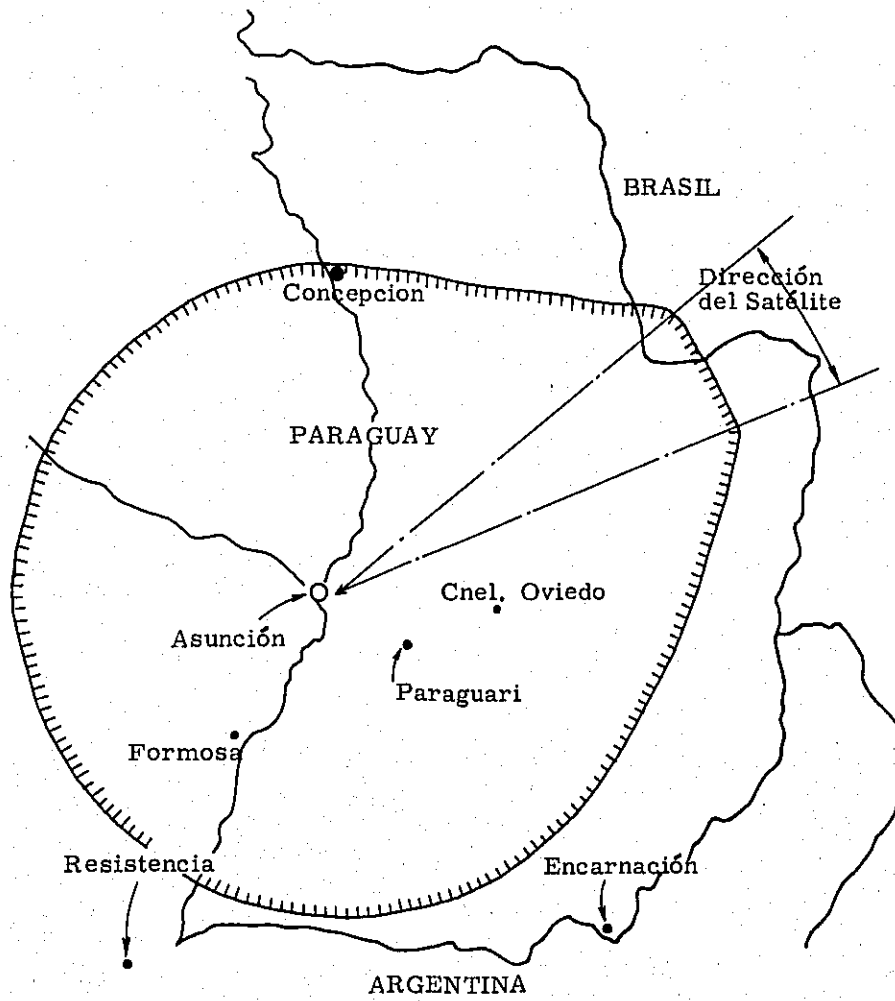


Fig. 6.1 Distancia de Coordinación Estimada del sitio propuesto para la estación terrena

Cuadro 6.1 Posiciones y Angulos de los Satélites, vistos desde la Estación Terrena de Paraguay

Satélites sobre el Atlántico	Posición de la órbita	Angulos vistos desde la estación terrena de Paraguay	
		Azimet	Elevación
INTELSAT III F-6	31° Oeste	53,9°	44,9°
INTELSAT III F-7	6° Oeste	71,1°	26,4°
INTELSAT IV F-1	24,5° Oeste	56,5°	42,9°

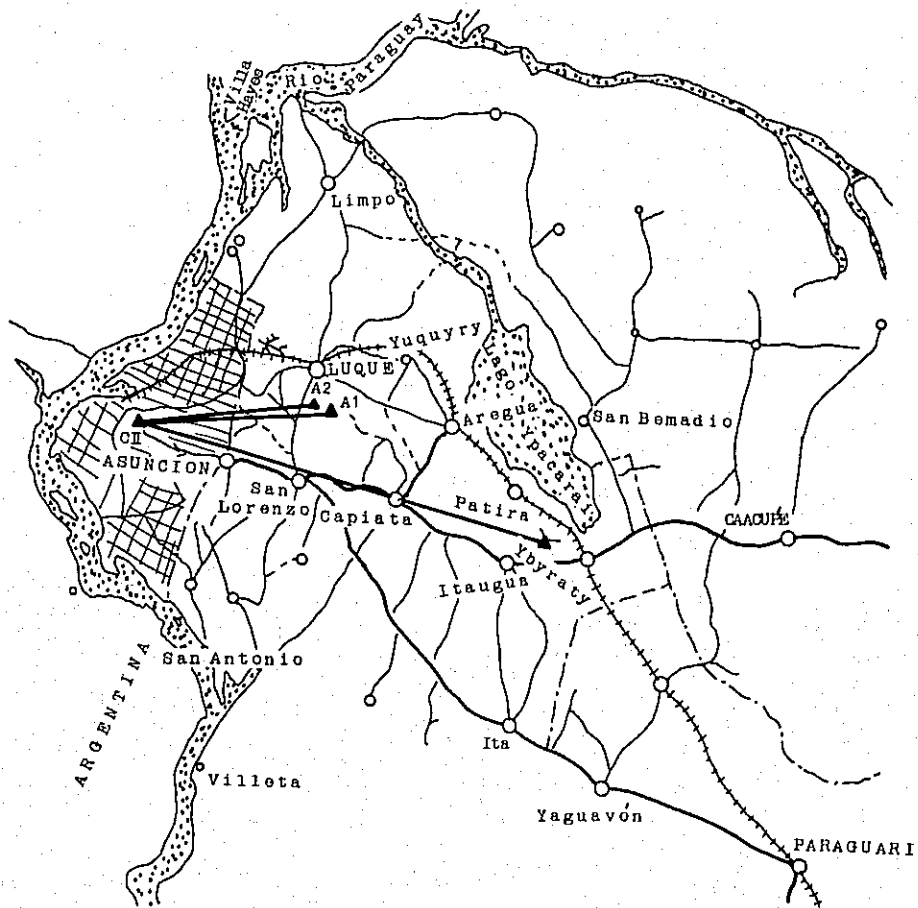
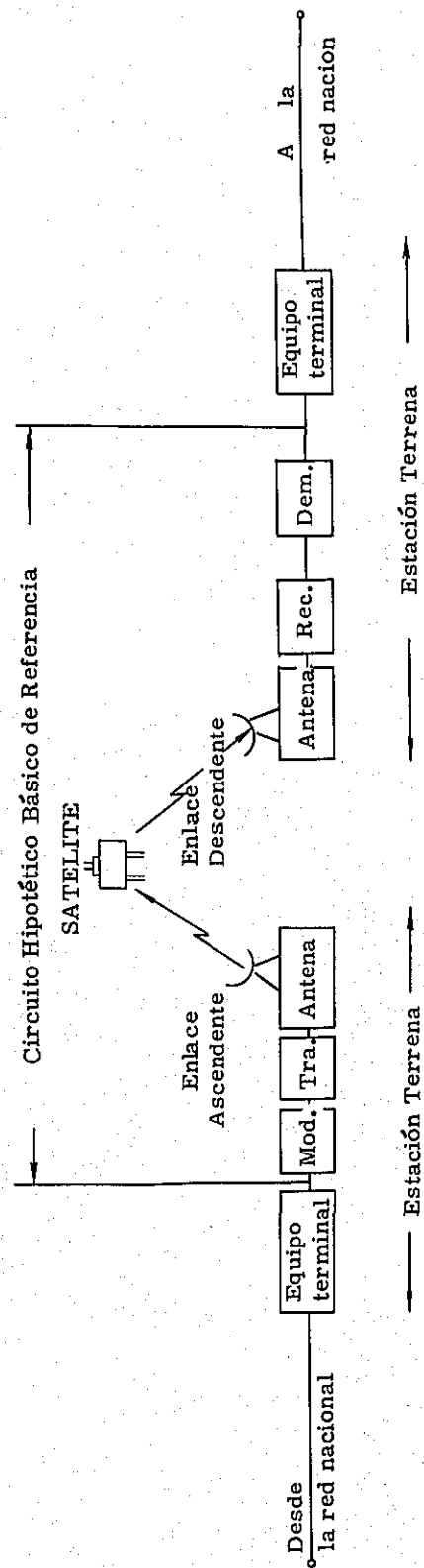


Fig. 6.2 Ubicaciones Geográficas de los Sitios Propuestos

**Cuadro 6.2 Condiciones de los Sitios Propuestos para  
la Estación Terrena**

	San Rafael A1	San Rafael A2	Ybyraty
Ubicación			
Longitud	57° 29' 46" O.	57° 29' 3" O.	57° 19' 30" O.
Latitud	25° 17' 04" S.	25° 17' 14" S.	25° 23' 24" S.
Distancia desde el Centro de Comunicaciones	13,2 km	12,5 km	30,5 km
Area	Suficiente y plana	Suficiente y plana	Suficiente y casi plana
Acondicionamiento del terreno	Innecesario Hay que desmontar una antena rómbica	Necesario Hay que cortar árboles delgados	Necesario Hay que cortar árboles delgados
Estado del camino y accesibilidad	Reparación aprox. 1 km Lado este de la carretera Luque-S. Lorenzo	Reparación aprox. 0,5 km Lado este de la carretera Luque-S. Lorenzo	Construcción aprox. 1 km Lado norte de Ybyraty
Alimentación de energía	Existe una estación transformadora a 3 km	Existe una estación transformadora a 3 km	A construir a unos 4 km de Ypacaráí
Disponibilidad de agua	Si	Disponible	No se sabe
Condiciones vivienda	Buenas	Buenas	Aceptables
Obtención del terreno	No	Necesaria	Necesaria
Visualidad del Satélite	Excelente	Excelente	Excelente
Condiciones de propagación del enlace de interconexión	Buenas	Buenas	Malas
Condición del viento	Probablemente no habrá problema	Probablemente no habrá problema	No se sabe
Ruido externo	ninguno	ninguno	ninguno
Orden de preferencia	1	2	3





Rig. 7.1 Circuito Hipotético Básico de Referencia

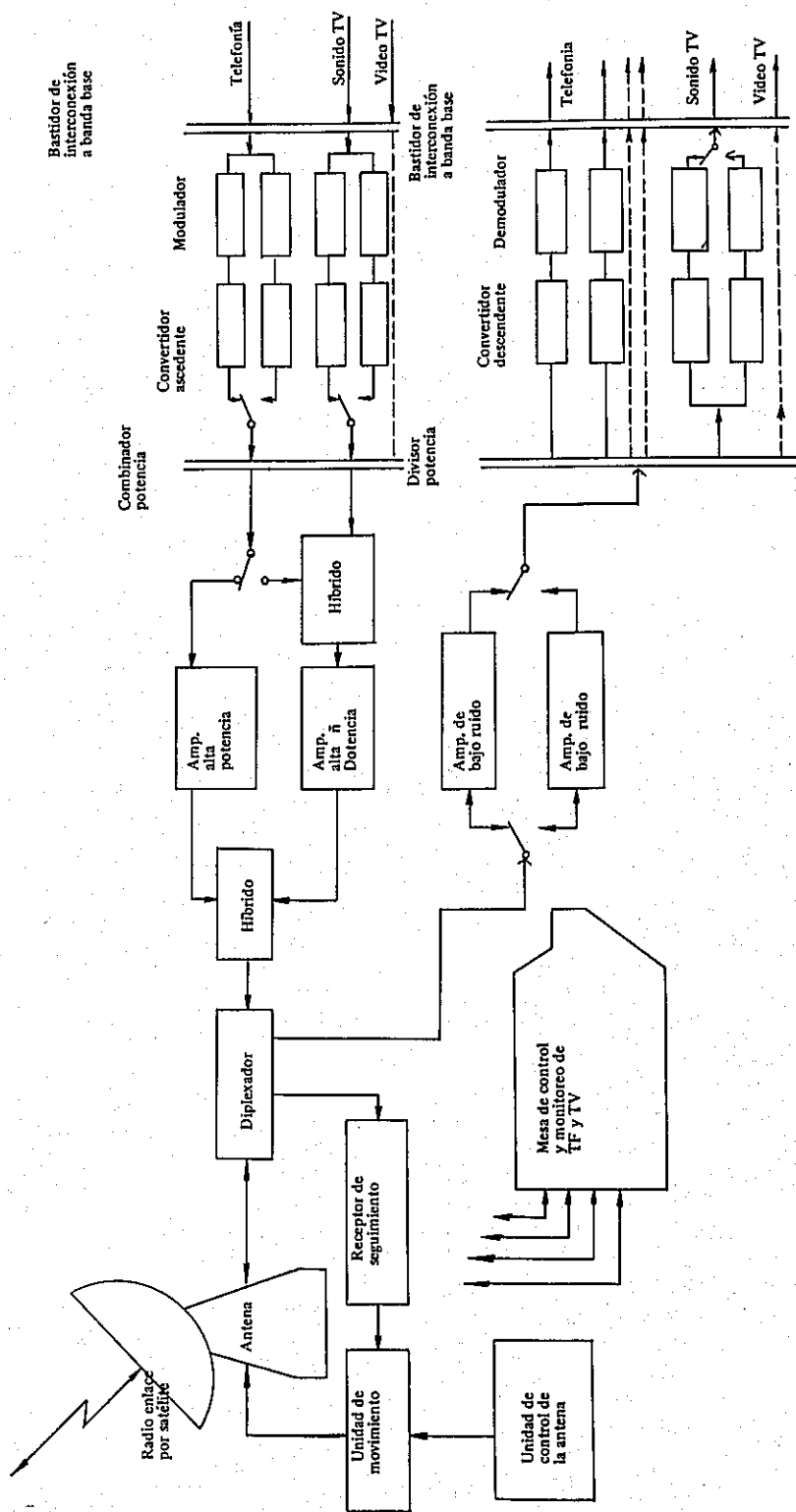


Fig. 7.2 Diagrama en Bloques de low Equipos de Radio de la Estación Terrena

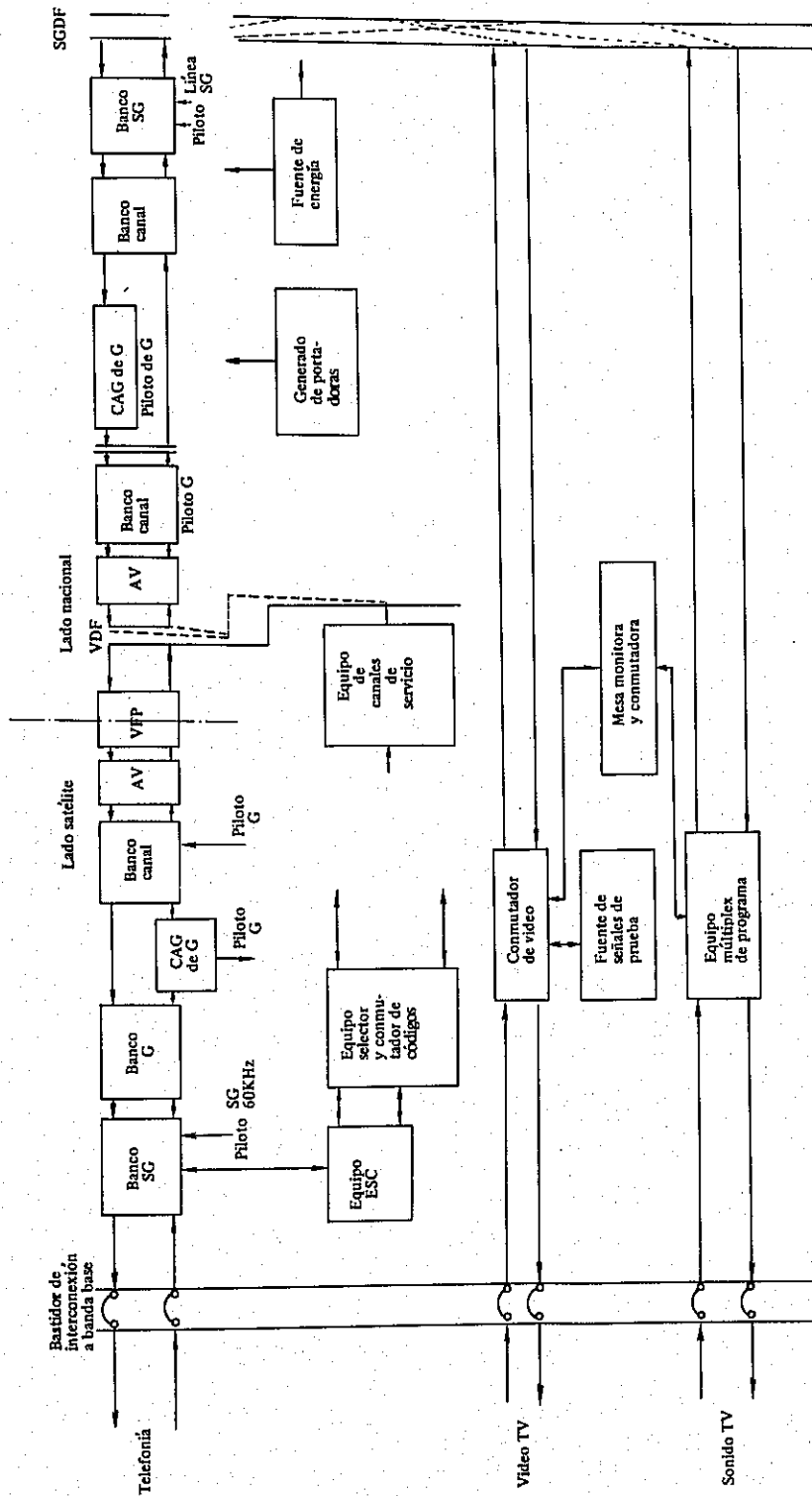


Fig. 7.3 Diagrama en Bloques del Equipo de Telefonía Múltiples y equipo terminal de TV

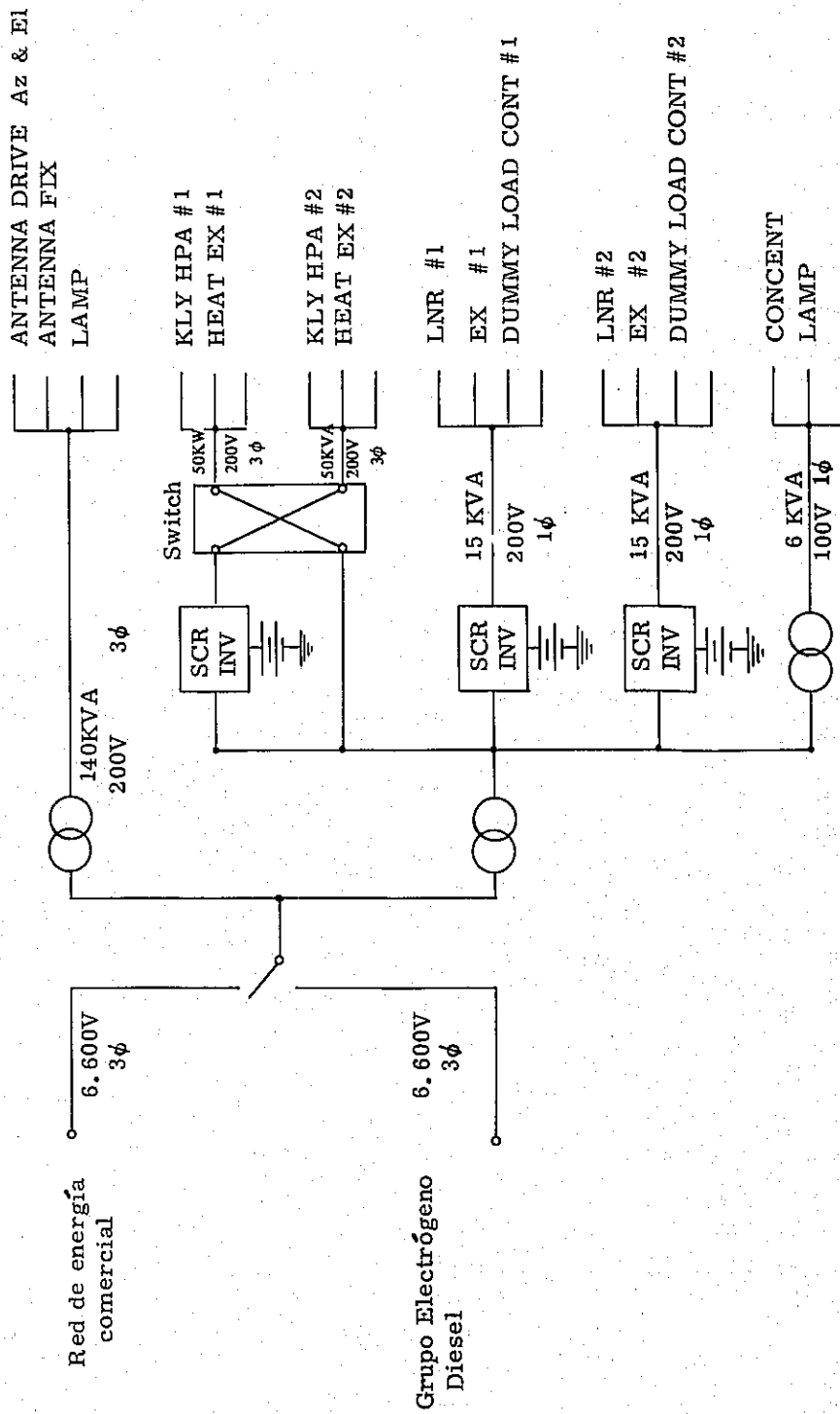


Fig. 7.4 Diagrama en Bloques del Sistema de Alimentación de Energía

ESTACION TERRENA

FILTRO DE DERIVACION

CENTRO DE COMUNICACIONES

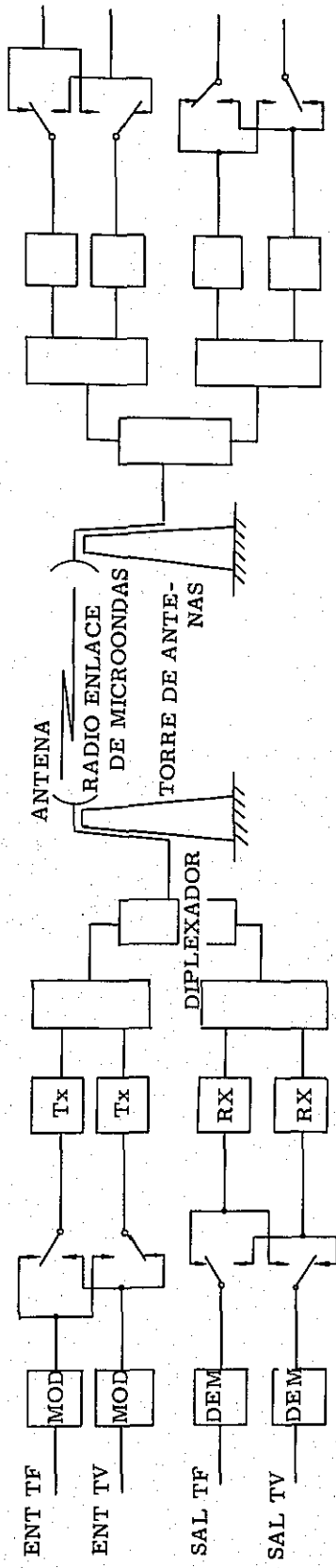
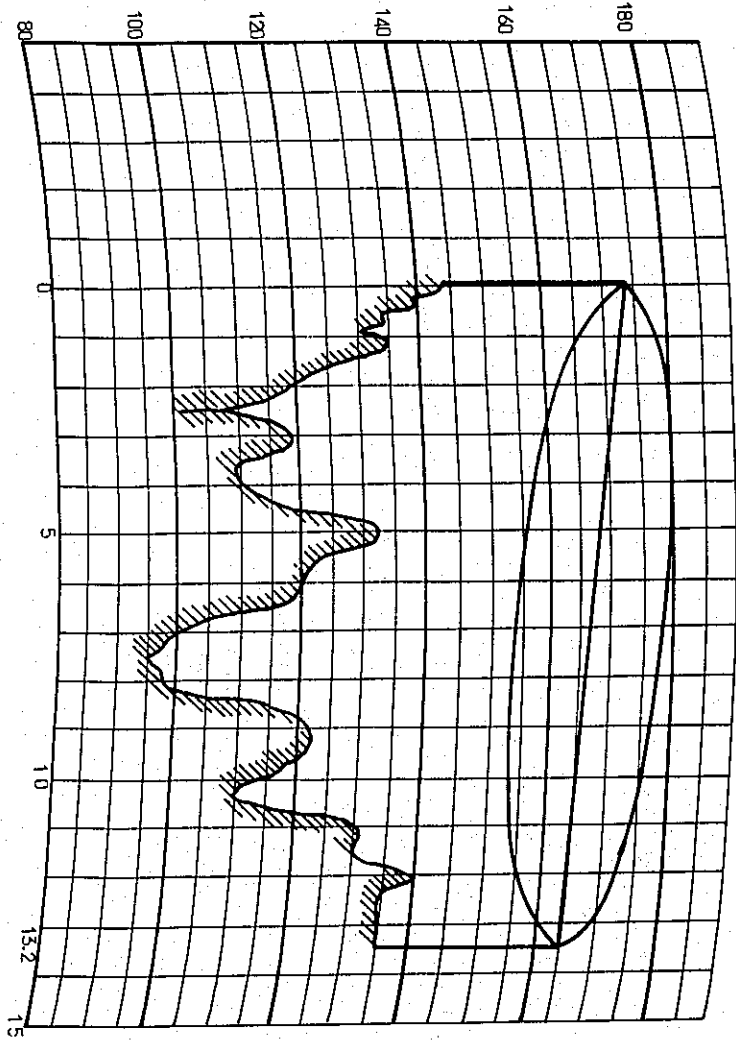


Fig. 8.1 Diagrama en Bloques del Enlace de Interconexión

ALTURA SOBRE EL NIVEL DE MAR EN METROS



DISTANCIA EN KM

( $k = 4/3$ )

Fig. 8.2 Perfil de Propagación entre San Rafael Al y el Centro de Comunicaciones

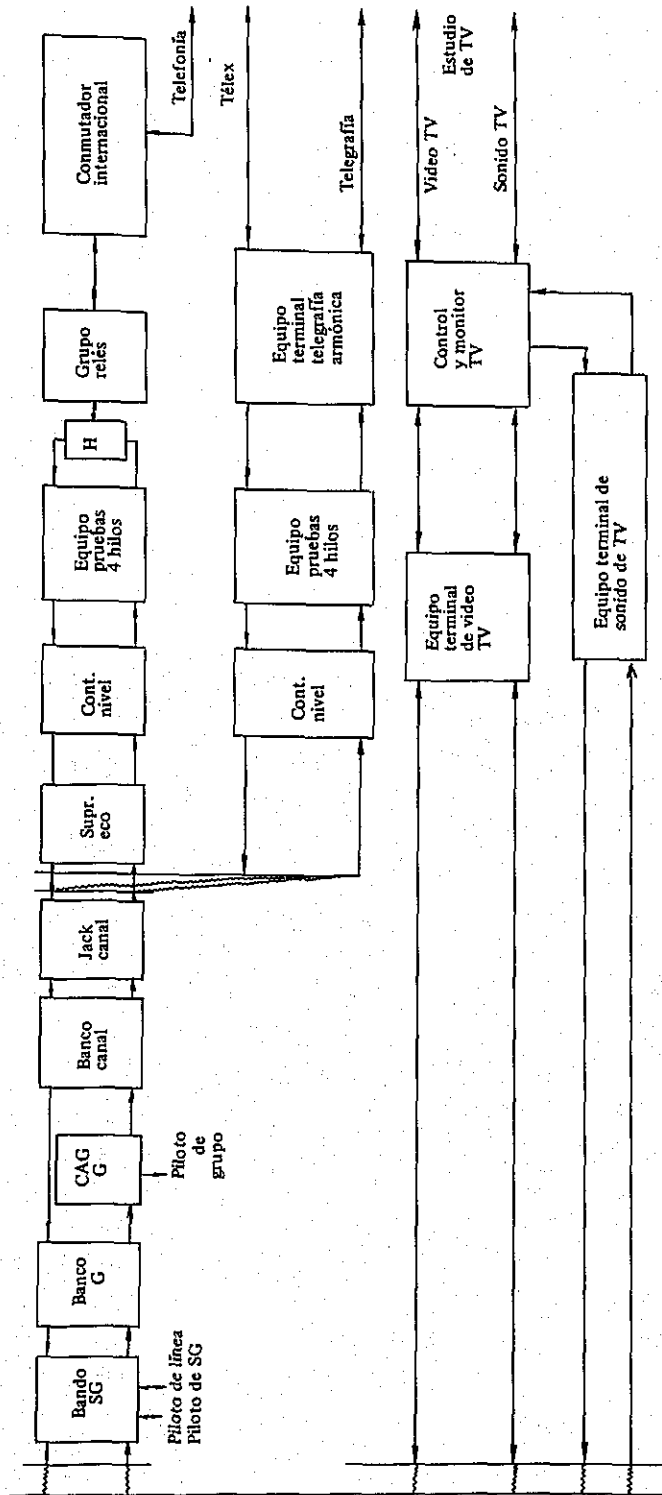


Fig. 9.1 Diagrama en Bloques de los Equipos del Centro de Comunicaciones

Cuadro 11.1 Tiempo necesario para la construcción de una estación terrena

Meses	Tiempo necesario para la construcción de una estación terrena																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Construcciones																				
Edificio	Proyecto Disposición del terreno		Construcción				Acondicionamiento exterior													
Antena	Diseño		Fabricación		Fundación		Instalación		Medición Pruebas											
Equipos de radio y múltiplex	Diseño		Fabricación				Energía ininterrumpida		Instalación Medición											
Fuente de energía	Obras externas		Fabricación		Energía c. a.		Energía c. c													
Enlace de interconexión	Prueba de propagación		Construcción torres		Fabricación equipos radio		Instalación		Prueba											
Centro de comunicaciones	Diseño		Fabricación																	



Cuadro 11.2 Un ejemplo del Curso de Entrenamiento

Materias	Personal Técnico		Personal de Operación	
	Ingeniero Jefe	Ingeniero	Supervisor	Operador
Organización del INTELSAT	7	3	7	3
Satélites para Comunicaciones	4	2	4	2
Sistema de Comunicación Internacional	5	5	10	10
Sistema de Comunicaciones por Satélite	5	5	30	20
Sistema de Transmisión Múltiple	20	10	10	10
Sistema de Transmisión de Televisión	10	10	10	10
Sistema de Transmisión FM	10	10	5	5
Equipos de Comunicaciones	30	20	20	10
Equipos de Medición	10	10	5	5
Total (en horas)	101	75	101	75

