



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

**Transmisión Digital de Imágenes Meteorológicas desde el  
Aeropuerto "Simón Bolívar" de la Ciudad de Guayaquil hacia el  
Aeropuerto "Mariscal Sucre" de la Ciudad de Quito.**

### **TÓPICO DE GRADUACIÓN COMUNICACIONES INALÁMBRICAS**

**Previo a la obtención del Título de:  
INGENIERO en ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA**

**Presentado por:**

**PAOLA ESTRADA PICO  
JENNY MORENO VILLACRÉS  
NANCY TAPIA YAGUAL**

**GUAYAQUIL - ECUADOR  
1998**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Washington Medina Moreira, Director del Tópico de Graduación, por todo el apoyo brindado para la culminación de esta Tesis.

A la Sección de Telecomunicaciones del Departamento de Electrónica, al Departamento de Comunicaciones Satelitales, y en especial al Sr. Raúl Avellán Oña, Jefe de Sección COM/SAT, de la DAC; por su valiosa colaboración para el desarrollo de este trabajo.

A Profesores, Amigos y Familiares, que de una u otra manera, nos han incentivado a cumplir nuestra meta, y muy especialmente a la Flia. Moreno Villacrés.

"Hay hombres que luchan un día y son buenos.  
Hay hombres que luchan un año y son mejores.  
Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.  
Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles."

**Bertold Brecht**

## DEDICATORIA

*A Dios, por todas las bendiciones que me ha dado en la vida, A mis Padres y Hermanos que supieron inculcarme el deseo de superación y por todo el apoyo que siempre me han brindado, A mis Amigos con los que siempre he contado.*

**Paola Estrada Pico**

*A Dios, por estar siempre conmigo. A mis Padres y Hermanas, por todo el amor que me han brindado y por la paciencia que han tenido. A RGR por estar junto a mí.*

**Jenny Moreno Villacrés**

*A Dios, por ser Luz en el camino y Fortaleza, A mi queridísima Madre por brindarme todo su amor y apoyarme en los momentos más difíciles, incentivándome a realizar mis más preciados sueños, A mis Hermanos por todo su cariño, A mis Amigos por compartir los buenos y malos momentos.*

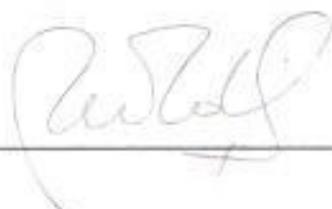
**Nancy Tapia Yagual**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

ING. ARMANDO ALTAMIRANO CH.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



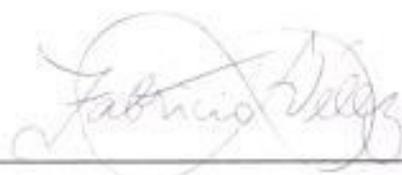
---

ING. WASHINGTON MEDINA M.  
DIRECTOR DE LA TESIS



---

ING. BORIS RAMOS S.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



---

ING. FABRICIO VELEZ G.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

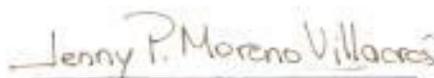
## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)



PAOLA ESTRADA PICO



JENNY MORENO VILLACRÉS



NANCY TAPIA YAGUAL

## RESUMEN

El presente estudio tiene tres partes principales que están estructuradas de la siguiente manera:

La primera parte, capítulos I y II, explica la topología de la Red Satelital de la DAC, las características del satélite que utiliza y el modo de transmisión de datos por medio de sus canales.

La segunda parte, capítulo III, describe el software, a través del cual, el Departamento Meteorológico del Aeropuerto "Simón Bolívar" de Guayaquil, recibe imágenes desde el satélite, el mismo que necesita ser instalado en el Aeropuerto "Mariscal Sucre" de Quito.

La tercera parte, capítulo IV y V, trata de un estudio de las diferentes alternativas de enlace que ofrecen varias empresas, realizando un análisis económico (alquiler de circuitos) y eficiencia (tiempo de transmisión).

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV

### *CAPÍTULO I*

#### **RED SATELITAL DE LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN CIVIL**

1.1 Satélite: INTELSAT VII.....	17
1.1.1 Características.....	18
1.2 Arquitectura.....	19
1.2.1 Central HUB.....	21
1.2.2 Micro Estaciones Terrenas.....	24
1.3 Canales de Acceso.....	26
1.3.1 Canal OUTBOUND.....	28
1.3.2 Canal INBOUND.....	36
1.3.2.1 Métodos de Acceso.....	36

**CAPÍTULO II****ESTACIÓN MAESTRA MONJAS**

2.1	Generalidades.....	43
2.2	Jerarquía de la Red.....	45
2.2.1	Unidad de Control de la Red.....	48
2.2.2	Unidad de Control de la Sub-red.....	51
2.2.3	Unidad de Reloj Maestra.....	53
2.2.4	Conmutador del Demodulador de Ráfagas.....	53
2.3	Inicialización y Sincronización de las MES's.....	55

**CAPÍTULO III****DEPARTAMENTO METEOROLÓGICO DEL AEROPUERTO "SIMÓN BOLÍVAR" DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

3.1	Generalidades.....	59
3.2	Adquisición de Datos y Procesamiento.....	60
3.3	Sistema de Soporte del Satélite.....	60
3.4	Sistema de Generación y Distribución de Productos.....	62
3.5	Transmisión del Formato GVAR.....	63
3.5.1	Flujo de Datos GVAR.....	67
3.6	Servidor de Datos GVAR.....	68
3.6.1	Ventana Principal del Servidor de Datos GVAR.....	68
3.6.1.1	Receptor.....	69
3.6.1.2	Rendimiento del Enlace.....	70
3.6.1.3	Bloque Actual.....	71
3.6.1.4	Satélite.....	71
3.6.1.5	Antena.....	72
3.6.1.6	Sección de Visualización del Mapa.....	72
3.7	Componentes del Hardware.....	73

3.7.1	Terminales e Impresoras.....	74
-------	------------------------------	----

## ***CAPÍTULO IV***

### **DISEÑO DEL ENLACE ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE METEOROLOGÍA DEL AEROPUERTO “SIMÓN BOLÍVAR” DE GUAYAQUIL Y EL AEROPUERTO “MARISCAL SUCRE” DE QUITO**

4.1	Introducción.....	76
4.2	Alquiler de Circuitos.....	77
4.2.1	TRANSTELEDATOS.....	78
4.2.1.1	Instalación.....	78
4.2.1.2	Tarifa Mensual.....	79
4.2.1.3	Equipos.....	80
4.2.1.3.1	Características.....	82
4.2.2	TELEHOLDING.....	83
4.2.2.1	Inscripción.....	84
4.2.2.2	Tarifa Mensual.....	84
4.2.2.3	Equipos.....	84
4.2.2.3.1	Características.....	85
4.2.3	SURATEL.....	87
4.2.3.1	Instalación.....	88
4.2.3.2	Tarifa Mensual.....	88
4.2.3.3	Equipos.....	89
4.2.3.3.1	Características.....	89
4.3	Actualización de la RED SATELITAL DE LA DAC.....	92
4.3.1	Instalación.....	92
4.3.2	Equipos.....	93
4.3.2.1	Características.....	93

**CAPÍTULO V****ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS ENLACES**

5.1	Análisis Económico.....	95
5.1.1	Análisis de Inversión.....	96
5.2	Análisis de Eficiencia de los Enlaces.....	102
5.2.1	Cálculo del Tiempo de Transmisión de la Imagen.....	103
5.3	Ventajas y Desventajas.....	105
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
	ACRÓNIMOS.....	111
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	114
	ANEXOS	
	A: Fotografías de Equipos del Departamento de Meteorología.....	118
	B: Fotografías Meteorológicas.....	122
	BIBLIOGRAFÍA.....	125

## INTRODUCCIÓN

La Seguridad Aeronáutica es un elemento fundamental en el proceso de un vuelo; la cual involucra muchos aspectos, entre los cuales están: el perfecto funcionamiento de los equipos de comunicaciones entre aeronaves y controladores de tránsito aéreo, el funcionamiento de los instrumentos de navegación aérea, como son los radares, las radioayudas, los planes de vuelo, los reportes meteorológicos, entre los más importantes.

La Dirección de Aviación Civil ha obtenido un sistema moderno de adquisición de datos meteorológicos, con el cual se elaboran reportes y análisis de fenómenos atmosféricos, los cuales son recibidos en el Aeropuerto "Simón Bolívar" de la ciudad de Guayaquil. La Dirección de Aviación Civil se ha visto en la necesidad de transmitir las imágenes meteorológicas que llegan al Aeropuerto de esta ciudad hacia el Aeropuerto "Mariscal Sucre" de la ciudad de Quito, para optimizar y ampliar el estudio meteorológico.

En primera instancia, se debe establecer algún medio de enlace entre los dos Aeropuertos, para lo cual hemos realizado un estudio de varias alternativas; que consistirá en proponer enlaces de transmisión de datos a través de varias empresas que brindan este servicio, además, la DAC posee su propia red satelital, la cual será considerada como una propuesta adicional dentro del estudio, en el que analizaremos: inversiones a largo plazo, tiempos de transmisión, ventajas y desventajas.

Esperamos que con este estudio contribuyamos a la solución de la necesidad planteada por la DAC, quienes tomarán la decisión de elegir la alternativa que más se ajuste a sus conveniencias; de esta forma cumpliremos con el objetivo de la ESPOL:

*“Ciencia, Tecnología y Educación al servicio del País”.*

## CAPÍTULO I

### RED SATELITAL DE LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN CIVIL

#### 1.1 SATÉLITE: INTELSAT VII

La Red Digital de Telecomunicaciones vía satélite de la Dirección de Aviación Civil, DAC, se instaló en Julio de 1994, con técnicos de la STM de California, de VIMACO y de la DAC. Se instaló una estación maestra HUB, en Monjas, Quito; la cual comenzó a operar en Octubre del mismo año; luego se instalaron cuatro estaciones VSAT's en los aeropuertos de Quito, Guayaquil, Cuenca y Latacunga. Inicialmente la Red operaba con un satélite del grupo INTELSAT VI; actualmente la Red trabaja con el satélite geoestacionario INTELSAT 709, el cual está ubicado a 310 ° Este sobre el Océano Atlántico (AOR).

### 1.1.1 Características

El programa INTELSAT VII satisface los requisitos especiales de los usuarios de la región del Pacífico. Las características de diseño se basan en los satélites anteriores, pero con una mayor cobertura y superior ganancia.

La capacidad del INTELSAT 709 es de aproximadamente 18000 circuitos telefónicos bidireccionales simultáneos, además de 3 canales de televisión; este satélite puede llegar hasta 90000 circuitos telefónicos bidireccionales simultáneos mediante el uso de equipo digital de multiplicación de circuitos (DCME). La vida útil de este satélite es de 10 a 15 años aproximadamente.

El satélite trabaja con frecuencias de enlace ascendente y descendente asignado previamente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Las frecuencias usadas para los enlaces satelitales se dividen en banda Ku y banda C. El enlace ascendente, de la banda C, utiliza frecuencias entre 5.925 y 6.425 GHz y el enlace descendente, de dicha banda, utiliza frecuencias entre 3.70 y 4.20 GHz. La banda Ku utiliza frecuencias entre 14.00 y 14.50 GHz para el enlace ascendente y para el enlace descendente, frecuencias entre 11.70 y 12.20 GHz.

El INTELSAT 709 ocupa un ancho de banda de 2432 MHz; con 36 transpondedores: 26 de banda C y 10 de banda Ku. El segmento espacial subarrendado, que usa la Red

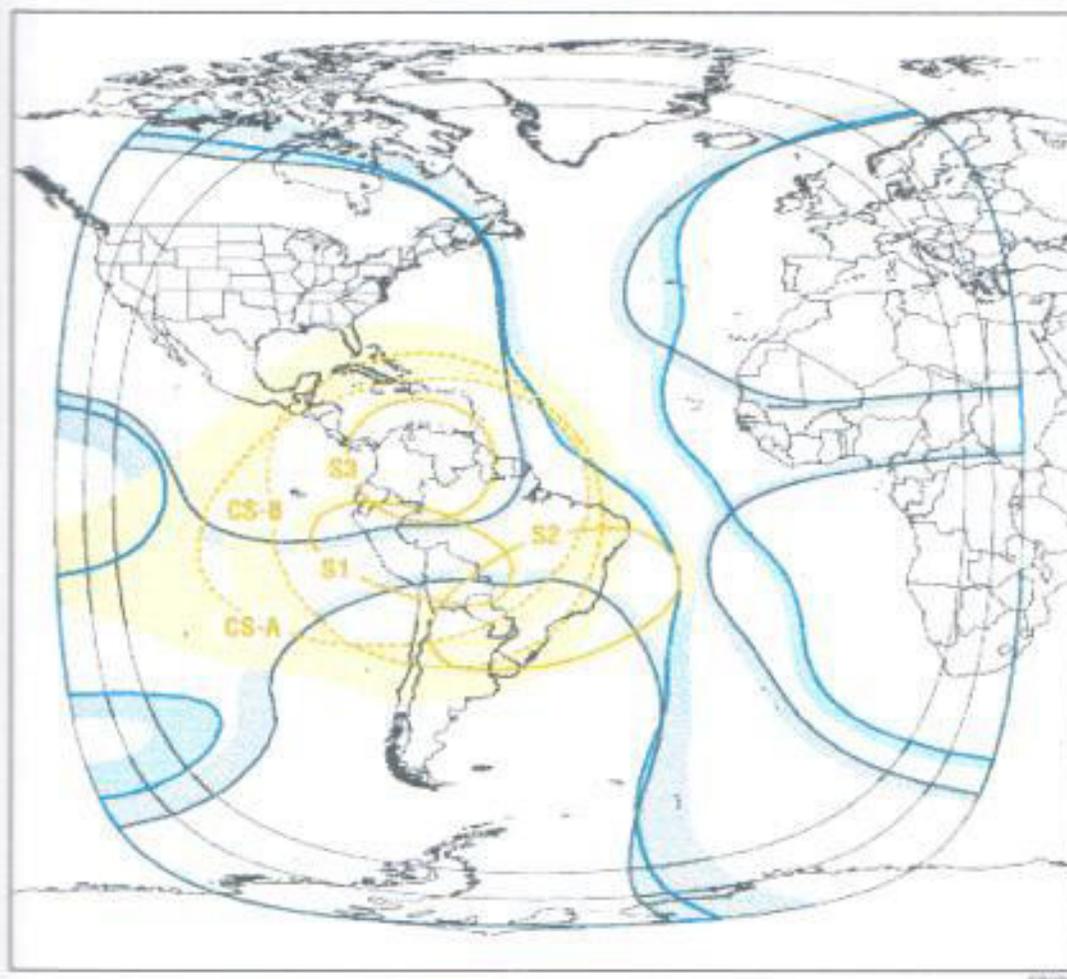
Satelital de la DAC, corresponde a 1/16 de transpondedor, que equivale aproximadamente a 4 MHz.

Las coberturas que ofrece este satélite se presentan en la figura 1; las cuales son: globales, hemisféricas, zonales y pinceles: 3 haces pincel en banda Ku; 2 haces pincel en banda C (independientemente dirigidos) capaces de conmutar 6 transpondedores doblemente polarizados, 4 haces zonales, 2 haces hemisféricos y 1 haz global, también en banda C. La Red Satelital de la DAC utiliza cobertura global.

## **1.2 ARQUITECTURA**

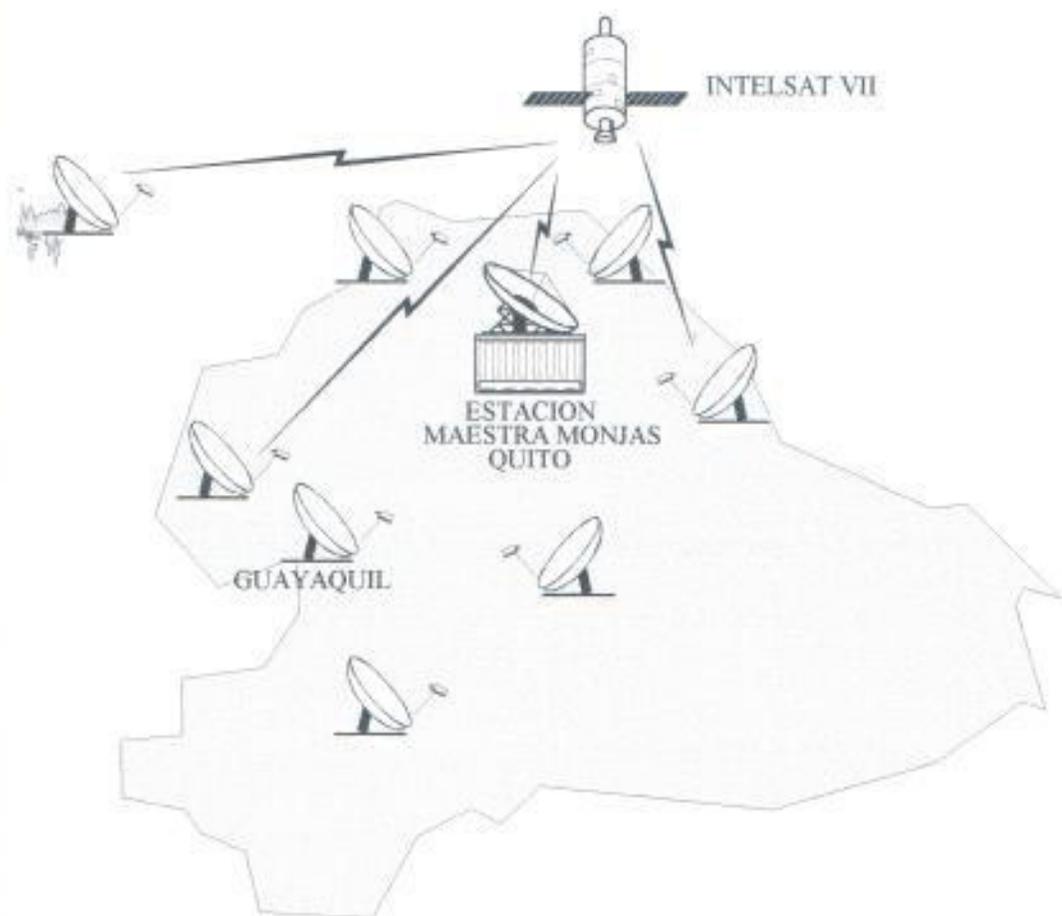
La topología que utiliza la Red Satelital de la DAC, corresponde a una topología tipo estrella, con un nodo central llamado HUB, ubicado en el cerro MONJAS en las cercanías de la ciudad de Quito y varias micro estaciones terrenas, denominadas MES's, ubicadas en los principales aeropuertos, dependencias de la DAC y puntos estratégicos del país. La Central HUB facilita la comunicación entre numerosas MES's usando la tecnología TDM / TDMA (Time Division Multiplexing / Time Division Multiple Access). La configuración básica de la Red se muestra en la figura 2.

## IS-709 at 310°E



	Beam Peak	Extended 2 dB Contour
— Hemi	39.5	33.0 - 31.0 dBW
— Zone	39.5	33.0 - 31.0 dBW
--- C-Spot: A	37.5	33.3 - 31.3 dBW
--- C-Spot: B	37.5	33.3 - 31.3 dBW
— Ku-Spot: 1	49.5	43.4 - 41.4 dBW
— Ku-Spot: 2	49.5	42.5 - 40.5 dBW
— Ku-Spot: 3	51.0	44.0 - 42.0 dBW

FIGURA 1. Cobertura del Satélite INTELSAT VII - 709



**FIGURA 2. Red Básica de la DAC**

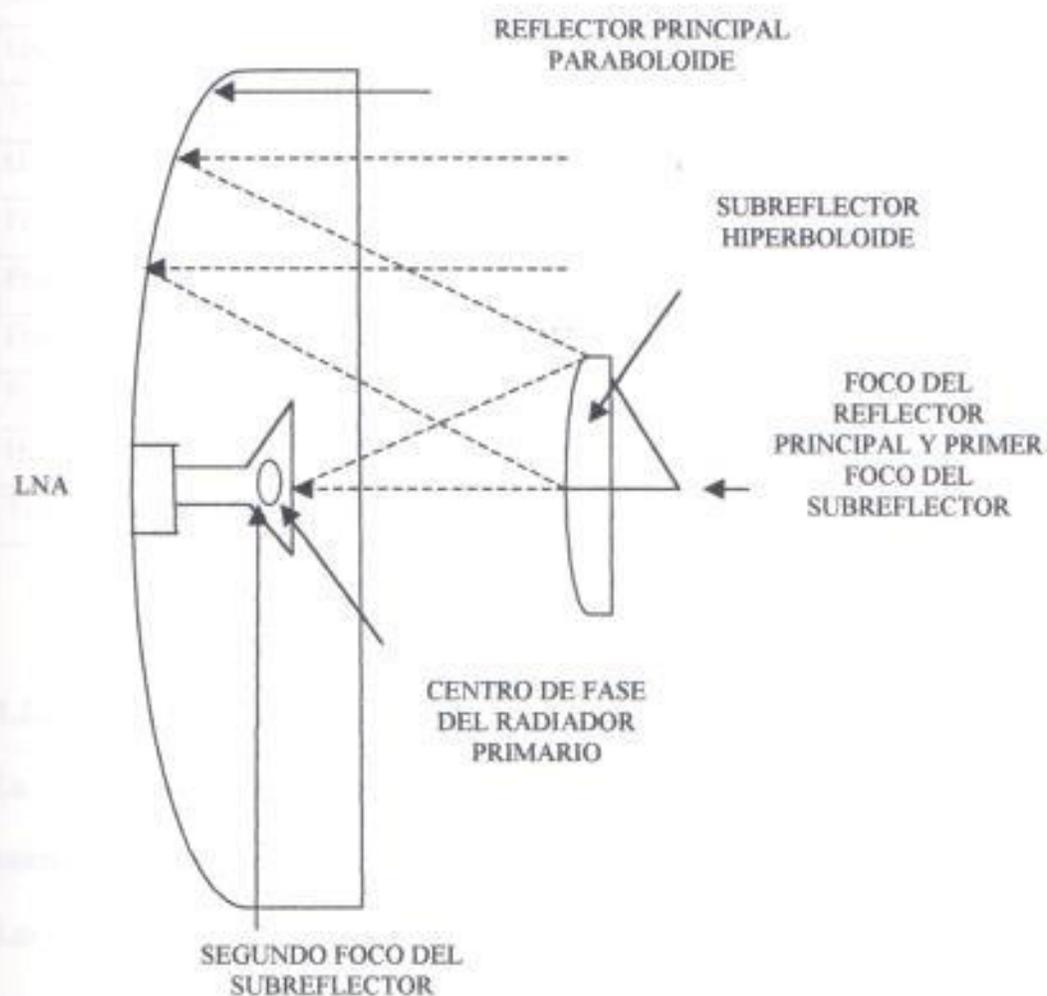
### 1.2.1 Central HUB

El corazón de la Red es la Central HUB, ésta incluye una antena de alta ganancia, equipos RF para la transmisión y recepción más equipos digitales computarizados de alta velocidad para propósitos especiales. La estación maestra HUB ofrece una comunicación confiable y segura con todas las MES's. Todos los componentes RF de la estación HUB (digitales, electrónicos y de software) son controlados por un

microprocesador central. Las MES's envían datos y voz hacia la estación maestra HUB. El equipo digital de la Central HUB actúa como un conmutador de alta velocidad, el cual controla el flujo de toda la información entre los nodos; también soporta a la Consola de Operación, que administra las diferentes operaciones que se dan en la Red.

Las antenas son los ojos de un sistema vía satélite, deben concentrar y reflejar con exactitud la señal del satélite, así como rechazar la interferencia y el ruido. La antena que se encuentra presente en el cerro MONJAS, es una antena de tipo Cassegrain.

La antena Cassegrain, es la antena que más se utiliza en las comunicaciones por satélite, y constituye especialmente una variación del reflector parabólico, la cual tiene el inconveniente de que las secciones de guía de ondas que van del alimentador al transmisor/receptor convexo son demasiado largas y además sufre desbordamientos en el reflector. Ambos factores degradan el rendimiento del sistema. En la figura 3, se muestra la geometría básica de la antena Cassegrain; ésta permite utilizar una sección de guía de onda muy corta hasta el amplificador de bajo ruido (LNA). Ésto reduce las pérdidas en la guía de onda, y en consecuencia, la degradación por temperatura de ruido del sistema receptor, lo que por último viene a aumentar el coeficiente de calidad (G/T) de la antena. Las especificaciones técnicas de la antena de la Central HUB se detallan en la tabla I.



**FIGURA 3. Geometría Básica de la Antena Cassegrain**

**TABLA I. Especificaciones Técnicas de la Antena de la Central HUB**

Diámetro de la Antena	6.1 mts
Ganancia de Tx	51.9 dBi a 6.175 GHz.
Ganancia de Rx	48.0 dBi a 3.95 GHz.
Temperatura LNA	65 ° K.
G/T (20 ° de Elevación)	29.4 dB / ° K. a 4 GHz.
Frecuencia de Transmisión	5.925 a 6.425 GHz.
Frecuencia de Recepción	3.7 a 4.2 GHz.
Frecuencia Intermedia IF	70 MHz
Potencia disipada	20 W.
Humedad Relativa	100 %
Temperatura de Operación	-40 ° C a +60 ° C

### 1.2.2 Micro Estaciones Terrenas

La MES (Micro Earth Station) o Micro Estación Terrena, es un nodo de comunicación que opera como parte de la Red con la facilidad de la Central HUB. Las terminales MES's utilizan antenas del tipo VSAT, de bajo costo que han provocado gran impacto en comunicaciones de datos. Todas las comunicaciones desde la Red y hasta las terminales MES's, son establecidas a través de los canales del satélite usando una porción del transpondedor subarrendado.

Las terminales MES's usan un canal del satélite para recibir todos los datos de la Central HUB, llamado OUTBOUND y usan un canal diferente para transmitir hacia

la Central HUB, llamado INBOUND. Estos canales son diferenciados, principalmente, por su velocidad de transmisión.

Las estaciones MES's están provistas de una antena de reflector simple con corte de parábola y poseen el alimentador desviado del punto focal (OFF-SET), es de mayor complejidad que una antena Focal-Point, teniendo sin embargo un mejor desempeño en los diagramas de irradiación. Otro punto importante es que no sufre influencia del montaje de la sección de RF. Las especificaciones técnicas de las antenas de las terminales MES's se detallan en la tabla II.

**TABLA II. Especificaciones Técnicas de la Antena de las MES's**

Diámetro	2.4 mts
Frecuencia Tx	5.925 a 6.425 GHz.
Frecuencia Rx	3.7 a 4.2 GHz.
Ganancia de Tx del Alimentador	48.7 dBi a 14.25 GHz.
Ganancia de Rx del Alimentador	46.5 dBi a 11.7 GHz.
Patrones Lóbulos laterales de Tx y Rx	29-25 Log_dBi para $1 < \theta < 48^\circ$
Temperatura de Ruido de la Antena	30° K. para $E_1 = 25 \text{ deg.}$
Polarización	Lineal, Ortogonal Tx / Rx

### 1.3 CANALES DE ACCESO

La Red Satelital de la DAC opera con un solo canal OUTBOUND desde la HUB, con una velocidad de datos que varía entre 64.3 Kbps a 1029.3 Kbps, y, con 3 canales INBOUND, con una velocidad de datos de: 96, 128, 192 ó 384 Kbps cada uno.

En la figura 4 se muestra una Red típica que usa un solo canal OUTBOUND y múltiples canales INBOUND. Para la inicialización de la MES es usado generalmente el 10% del canal INBOUND # 1, en nuestro caso se usa el 5% de dicho canal. Para redes que sobrepasan 200 MES's, la inicialización utiliza un canal INBOUND independiente.

Las MES's son agrupadas y asignadas en los canales INBOUND de acuerdo al volumen del tráfico que manejan y a las diferentes técnicas de acceso que soporta el software de la Red. Como el volumen del tráfico se ve incrementado en el tiempo, más canales INBOUND pueden ser incluidos mediante el aumento de equipo en la Central HUB. Las especificaciones del Plan de Frecuencias de la Red se detallan en la tabla III.

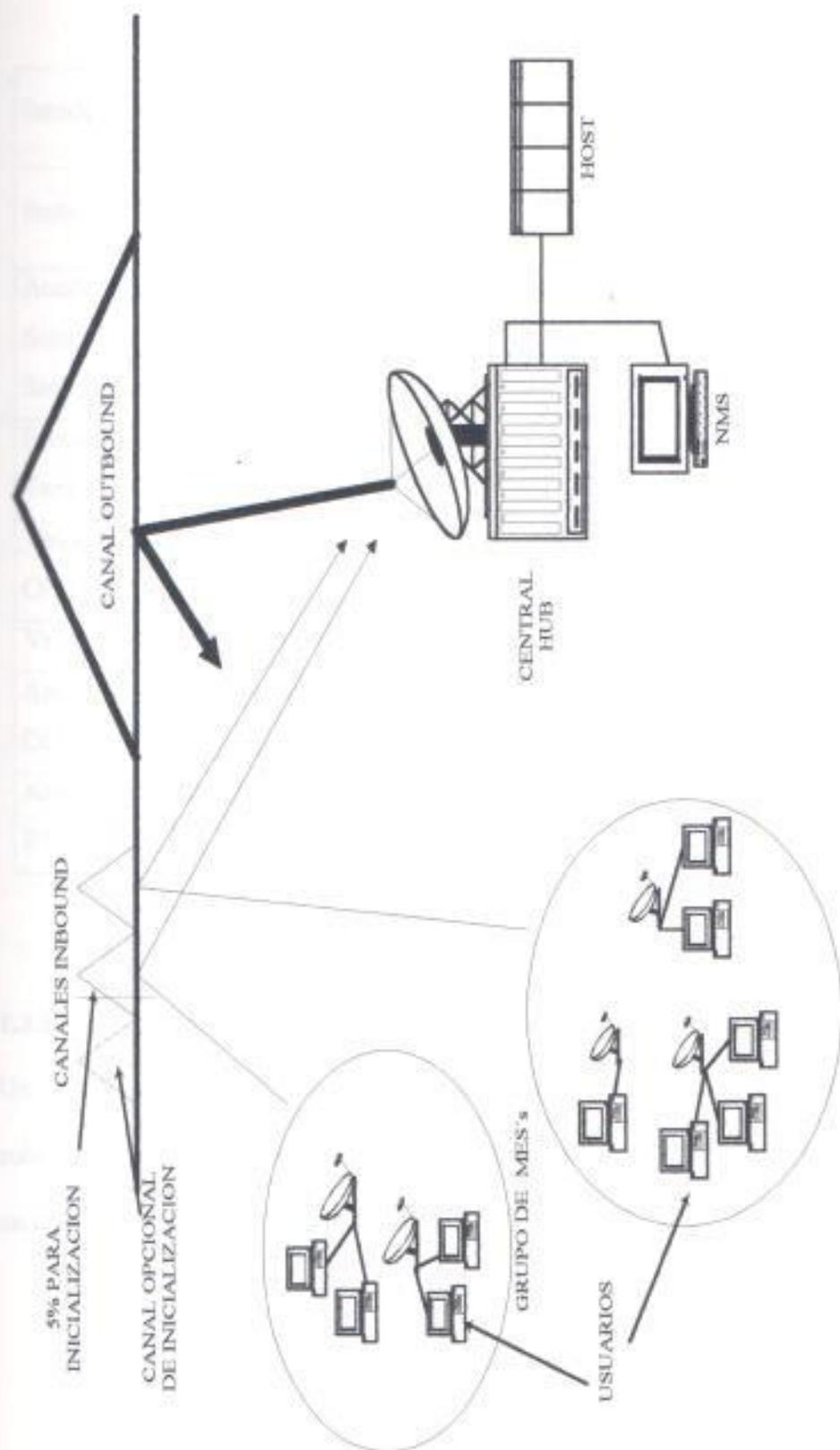


FIGURA 4. Red Típica

**TABLA III. Especificaciones del Plan de Frecuencias**

Banda de Frecuencia de Transmisión	14-14.5 GHz      Banda Ku 5.925- 6.425 GHz      Banda C
Banda de Frecuencia de Recepción	11.7-12.2 GHz      Banda Ku 3.7- 4.2 GHz      Banda C
Ancho de Banda de Frecuencia Receptora MES	500 MHz
Sintonización de la MES	500 KHz
Sintonización VCO MES	+ 1.5 MHz
Frecuencia Transmitida en la MES	500 MHz
Tasa de Agilidad	100 KHz tamaño de paso
Velocidad de Transmisión del canal OUTBOUND	64.3 – 1029.33 Kbps
Velocidad de Transmisión del canal INBOUND	96, 128, 192, 384 Kbps
Ancho de Banda ocupado por portadora del canal OUTBOUND	2.8 por tasa de datos
Ancho de Banda ocupado por portadora del canal INBOUND	2.8 por tasa de datos

### 1.3.1 Canal OUTBOUND

Un canal OUTBOUND está subdividido y compartido por un número de diferentes subcanales originados desde la HUB en un formato TDM. La duración de la trama de un canal OUTBOUND es de 90 ms.

Una ventaja clave de este sistema multiplexado es la flexibilidad y facilidad para optimizar el ancho de banda del canal, además puede ser usado para ensamblar y controlar los datos agregados en la dirección OUTBOUND.

Por ejemplo, podemos utilizar una cantidad específica de ancho de banda para 30 estaciones (80 Kbps), mientras que otros 50 Kbps pueden ser utilizados para otras 60 estaciones diferentes. La portadora del canal OUTBOUND contiene paquetes transmitidos desde la HUB hacia las MES's. La configuración estándar de la velocidad de datos de la portadora es 514.6 Kbps, pero puede ser cambiada a velocidades desde 64.3 hasta 1029.3 Kbps.

El tráfico y los servicios de información transmitidos por la portadora están contenidos en paquetes, cuya estructura es similar a la de la trama de HDLC. Los protocolos que son emulados en los puertos de la interface del usuario son convertidos a un protocolo interno de comunicación de la Red, llamado protocolo XSTAR, el cual optimiza la transmisión por el satélite. El formato del paquete incluye las siguientes 3 capas del modelo OSI:

- **Capa Física.** - Al inicio del paquete está una bandera HDLC, seguida de la dirección de la fuente y del destino del nodo y su puerto (LCP (subsistema SCU o identificación lógica de la MES)). Este segmento ocupa 7 bytes al inicio del paquete.

- **Capa de Enlace.**- Se inicia después de la trama de la capa física e incluye la dirección del enlace, el cual se refiere a la identificación lógica de una MES específica y permite la conexión de hasta 64 diferentes MES por una LCP, seguida por una secuencia de números de tramas enviados y el número de trama que se está esperando recibir. Esta capa ocupa 3 bytes.
- **Capa de Red.**- Incluye un formato de identificación general, el GFI, que es un campo de control para el protocolo X.STAR; así como 3 Bytes, que son reservados para futuras aplicaciones.

El total del encabezamiento para cada paquete es de 14 bytes, sin las banderas y sin el control cíclico de redundancia (CRC); incluyéndolos, son 18 bytes. Después del Campo de la Capa de Red, los datos son insertados de acuerdo con la longitud de sus paquetes para ser transmitidos (el tamaño de este campo es variable), para optimizar la capacidad del canal OUTBOUND. El tamaño de la trama de datos varía desde 1 a 128 caracteres.

La capacidad del canal OUTBOUND es compartida por uno o más subcanales; cada subcanal transmite los paquetes direccionándolos a todas las MES's accediendo al mismo canal INBOUND (SCU). El número de subcanales y la capacidad (más del 97.9 % de la tasa OUTBOUND) es dada por el operador del HUB. La fragmentación por ajuste de la capacidad del canal OUTBOUND es de 9 bytes por trama. Los paquetes blancos o banderas son transmitidos entre paquetes

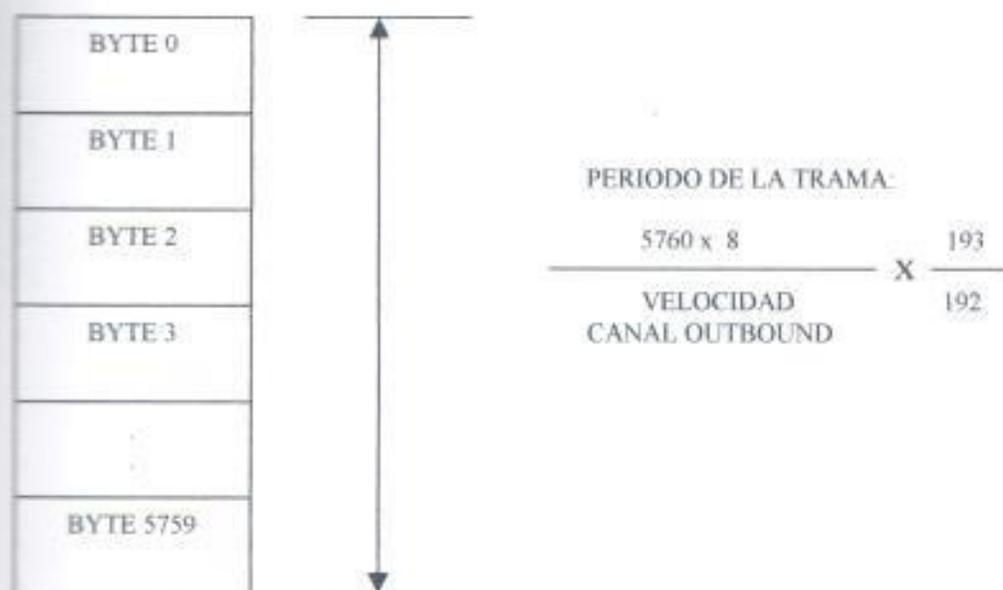
consecutivos. La portadora también transmite paquetes de control y monitoreo desde el HUB a las MES's. Este servicio de información incluye:

- Información de la inicialización y alineación de las MES's, como son Frecuencia del Canal de Inicialización, Retardo de Doble Vía (RTD), etc. Estos parámetros son enviados de 3 a 10 segundos, en nuestro caso se envía cada 3 segundos.
- Información de la coordinación por el uso de la capacidad de la trama del canal INBOUND (Plan TDMA).
- Comandos que se dan desde la HUB para ser ejecutados en las MES's.

El servicio de información es enviado sobre un subcanal de control especial recibido por todas las MES's, llamado el Canal de Señal Común (CSC). Los paquetes enviados sobre el CSC consumen más del 2% (1/48) de la capacidad del canal OUTBOUND. La capacidad restante es utilizada completamente por los datos de comunicación del usuario.

La longitud de la trama del canal OUTBOUND es de 5760 bytes, como se muestra en la figura 5, los cuales están dedicados a los paquetes de información y a los datos CSC. Se adicionan bits, destinados a la sincronización del encabezamiento de la trama, los cuales son usados por las MES's para la sincronización de sí mismas. Este encabezamiento toma la velocidad del canal OUTBOUND, por ejemplo, desde

1024 Kbps a 1029.33 Kbps, esto no afecta la eficiencia del canal. Los bits del encabezamiento, son interpolados cada 192 bits de información.

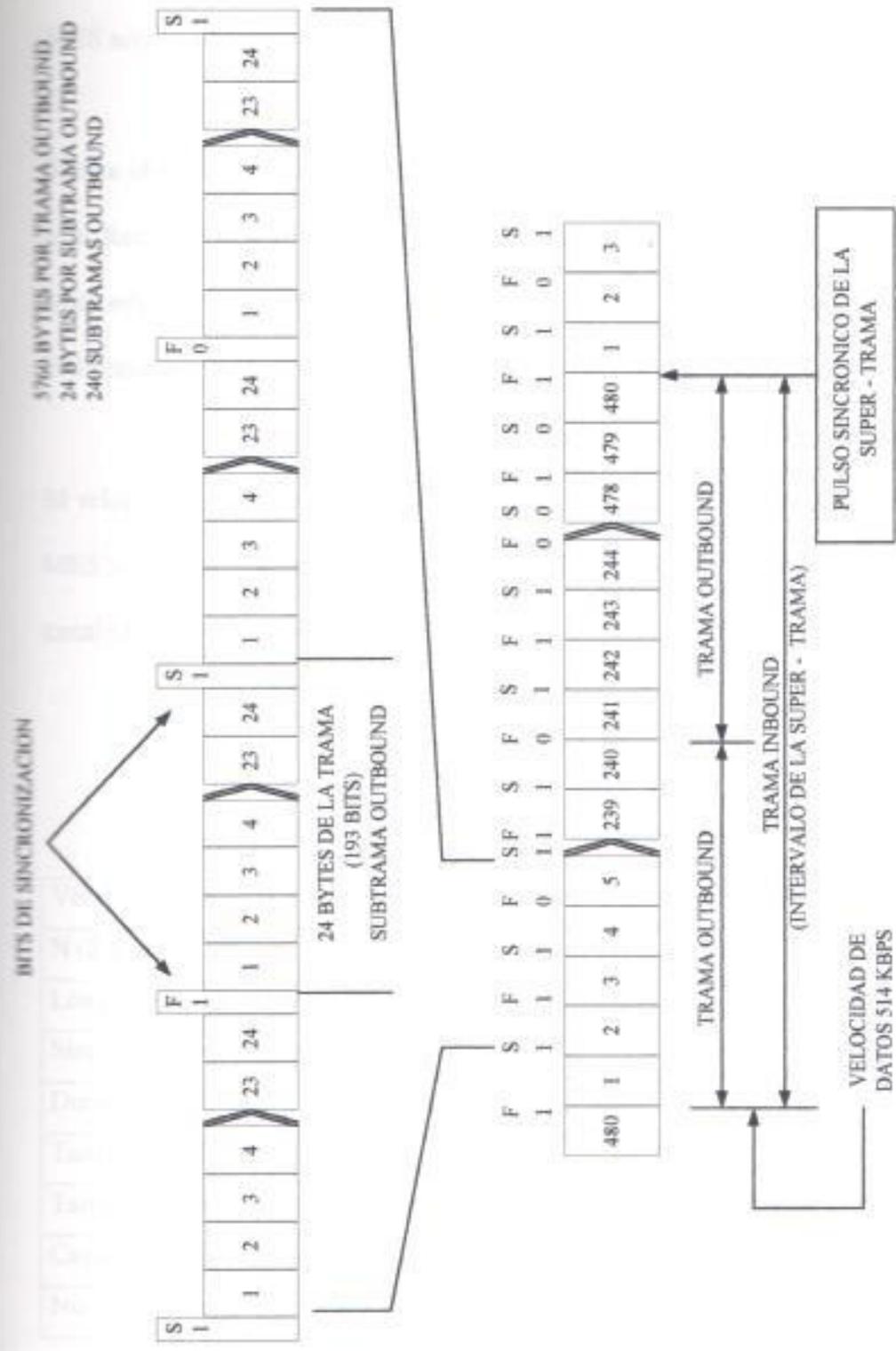


PERIODO DE LA TRAMA = 90 mS PARA UNA VELOCIDAD OUTBOUND DE 514.666 KBPS

**FIGURA 5. Arquitectura de la Trama del Canal OUTBOUND**

El formato de los bits del encabezamiento son bits F y bits S, los cuales se transmiten alternadamente bit a bit. El Formato de la Trama de Sincronización se detalla en la figura 6.

Los bits F forman un patrón 1010, mientras que los bits S son tramas consecutivas que están divididas (480 bits en total), donde a los primeros 176 bits se les asigna, a



**FIGURA 6. Trama de Sincronización**

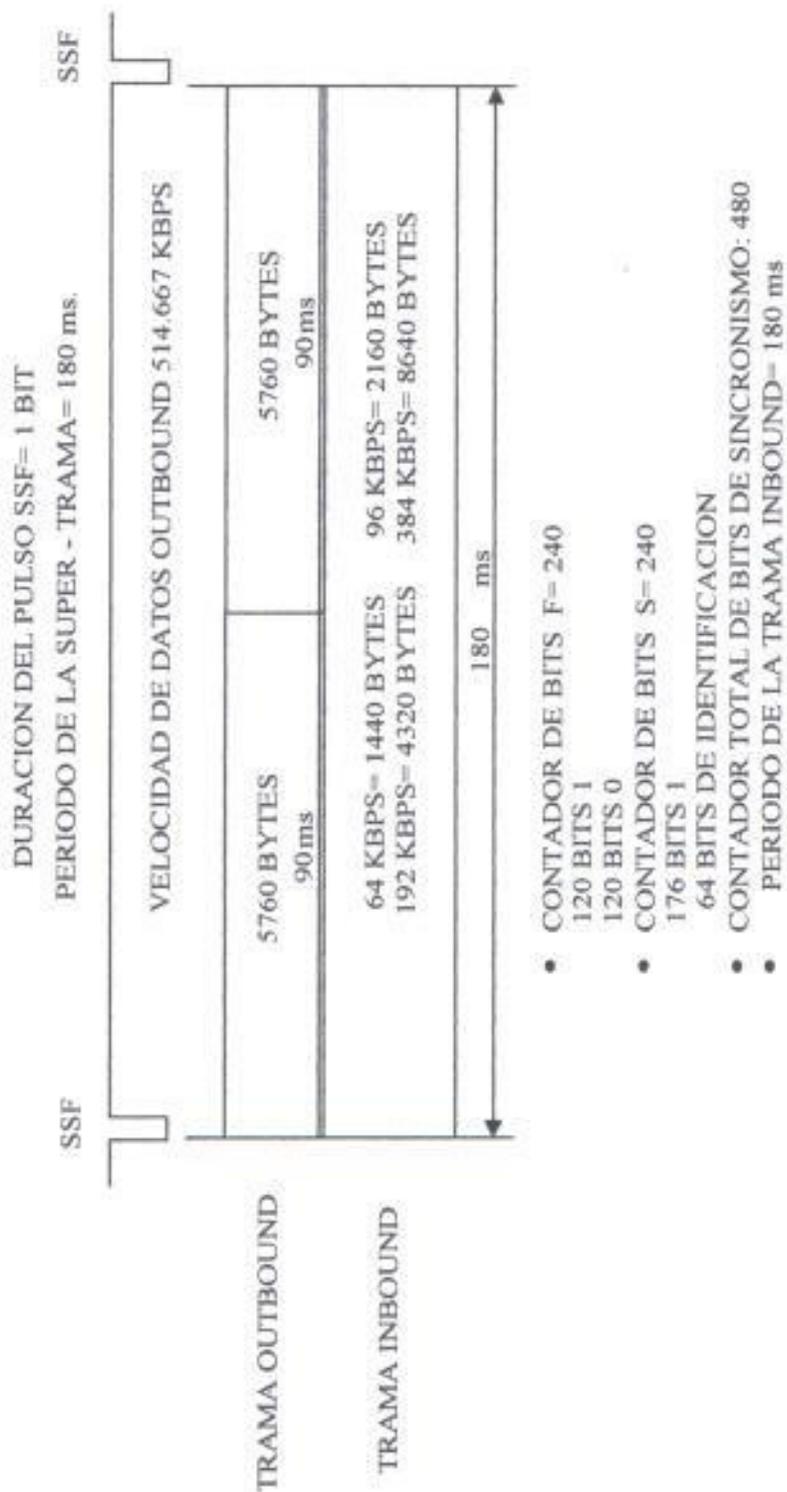
todos, el valor de 1 y los últimos 64 bits representan la identificación de la Red. La MES accesa a la Red reconociendo la identificación y sincronización.

Si ésta identificación es diferente a una de las almacenadas, no se permitirá el acceso a la Red. El primer bit F del identificador de la HUB representa la bandera de sincronismo para las MES's, con el cual se reconoce los límites de la Super-Trama. El Formato de la Super - Trama se muestra en la figura 7.

El reloj que está en la portadora del canal OUTBOUND, es recibido por todas las MES's y usado para mantener la sincronización en la Red. Las especificaciones del canal OUTBOUND son mostradas en la tabla IV.

**TABLA IV. Especificaciones del Canal OUTBOUND**

Velocidad de Datos	6176 / 2N Kbps
N (2 a 48)	6
Longitud de la Trama	5760 Bytes
Sincronización	15 Bytes / Trama
Duración de la Trama (15 ms x N)	90 ms.
Tamaño del Canal CSC	120 Bytes / Trama
Tamaño del incremento del Subcanal	9 Bytes / Trama
Capacidad del Subcanal	5640 Bytes / Trama
Número de Subcanales	1 a 32



**FIGURA 7. Formato de la Super-Trama OUTBOUND**

### 1.3.2 Canal INBOUND

Cada canal INBOUND es compartido a través de muchas estaciones terrenas por medio de un acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). La duración de la trama del canal INBOUND es 180 ms.

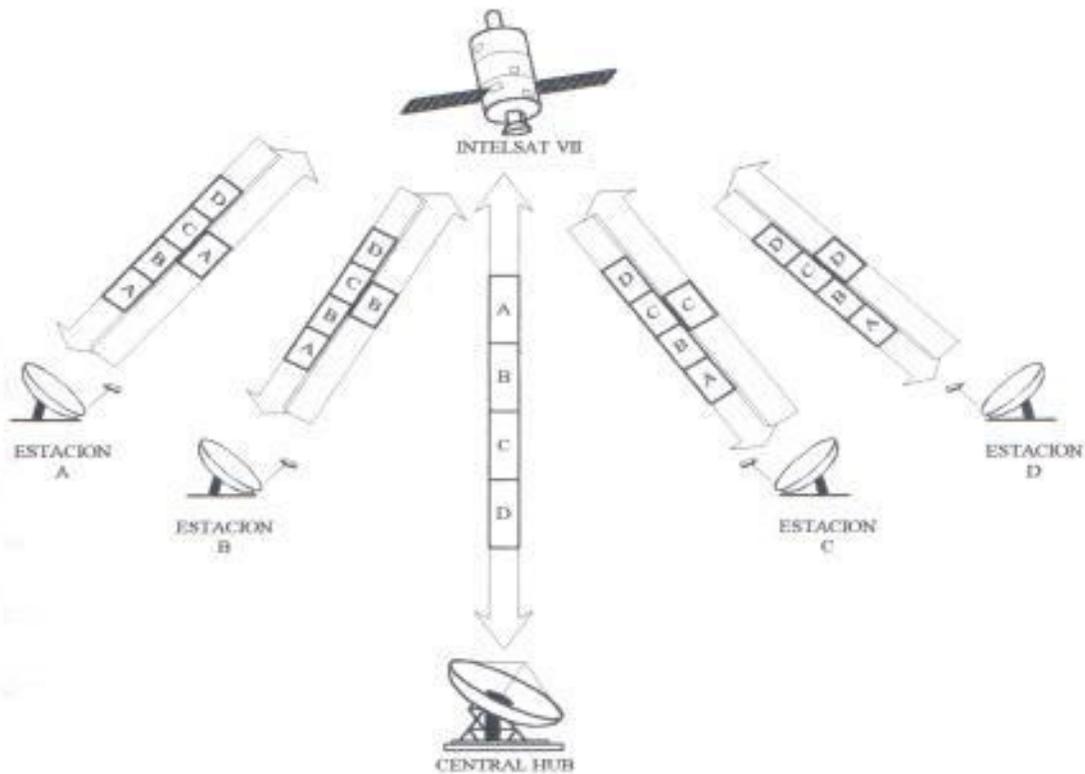
La velocidad de bits de información es de 96 Kbps en una configuración estándar, pero puede ser cambiada a 128, 192, 256 o 384 Kbps. La posición y longitud de la ráfaga dentro de la trama es definida por la capacidad dinámica asignada al algoritmo de acceso múltiple, el cual reside en cada SCU. La velocidad de transmisión de datos de la MES puede ser cambiada desde 96 a 192 Kbps, mediante comandos del programa. La velocidad de 384 Kbps requiere una configuración previa de la MES desde la fábrica. Los diferentes canales de la Red de la DAC transmiten a una velocidad de 192 Kbps.

Cada portadora del canal INBOUND identifica una Sub-red. Cada MES accesa a la portadora INBOUND mediante la combinación de dos técnicas de acceso.

#### 1.3.2.1 Métodos de Acceso

El protocolo X.STAR soporta las siguientes Técnicas de Acceso para el Canal INBOUND: TDMA y DAMA. La Técnica TDMA, Acceso Múltiple por División de Tiempo, es una técnica que permite acceder a varios usuarios, en este caso, las

MES's, a todo el ancho de banda, pero sólo ocupando una fracción del tiempo, llamado Slot. La transmisión de datos no es continua, ocurre en destellos de tiempo (Burst), además es posible asignar diferentes fracciones de tiempo por trama a diferentes usuarios. La figura 8 ilustra el Método de Acceso TDMA.



**FIGURA 8. Método de Acceso TDMA**

En la Técnica DAMA, Acceso Múltiple por Demanda Asignada, el formato TDMA es cambiado dependiendo de la demanda de tráfico de las MES's. De esta forma, esta técnica optimiza la capacidad del satélite, ya que se asigna una capacidad determinada a cada MES's de acuerdo a sus necesidades.

La distribución del ancho de banda de la portadora INBOUND de cada MES es asignada por el operador de la Central HUB, quien determina la variación del método que emplea cada MES de acuerdo a uno de los siguientes modos:

- a) Modo 1: Subgrupos Individuales – Asignación Fija Reconfigurable
- b) Modo 1(S): Subgrupos Compartidos – Aloha Ranurado
- c) Modo 2: Distribución Dinámica con un mínimo garantizado
- d) Modo 3: Ráfaga Dinámica de Menor Nivel
- e) Modo 4: Aloha Ranurado Común con Reserva

Esta variedad de técnicas de acceso están implementadas a través del protocolo X.STAR, distribuidas a las MES's, por los diferentes canales compartidos, mediante un plan definido. La variación de este plan es generada por sus necesidades básicas, a una velocidad máxima, de una vez cada 4 segundos. Los diferentes modos se describen a continuación:

- a) ***Modo 1: Subgrupos Individuales – Asignación Fija Reconfigurable.***- En este modo una cantidad fija de la capacidad del canal INBOUND en términos de porcentaje es asignado a una MES específica. El tamaño de la ráfaga está definido por el operador de la Central HUB y puede ser configurado en cualquier momento. El tamaño de la ráfaga puede ser controlado en incrementos de un byte.

b) **Modo 1(S): Subgrupos Compartidos – Aloha Ranurado.**- En este modo, la MES esta asignada a un subgrupo de MES's, donde el subgrupo tiene una ráfaga fija dedicada. El tamaño de la ráfaga está bajo el control del operador, igual que el modo anterior, pero con un identificador específico asignado a la ráfaga. El acceso a la capacidad es libre y las colisiones son reconocidas por cada una de las MES's. Las MES's reconocen una colisión cuando pasa el tiempo limite de respuesta desde la HUB (720 ms). Si esto ocurre espera un número entero de tramas, elige entre 0 y 9, entonces retransmite esa ráfaga. Si una transmisión específica de una MES excede el límite de la capacidad (asignado por el operador), entonces el sistema asigna, a esa MES, una ráfaga independiente de acuerdo a su necesidad. La MES retorna al modo 1(S) tan pronto como la transmisión termina. Estos dos modos tienen características importantes, en comparación con otros sistemas, ya que permiten personalizar el tamaño de las ráfagas o Slots, para establecer el tamaño del mensaje. Una red real no es totalmente homogénea, debido a esto, el mayor y menor tráfico de las MES's puede ser agrupado por el operador de la Central HUB, para proveer una mejor respuesta de la Red

c) **Modo 2: Distribución Dinámica con un mínimo garantizado.**- Una capacidad minima y máxima esta asociada a cada MES. La mínima capacidad esta fija en la trama para cada MES, mientras que la capacidad máxima esta determinada dentro de la HUB; dependiendo de los requerimientos de la MES,

la capacidad variará. Una capacidad extra dependerá de una capacidad compartida de forma común entre un grupo de MES's. Si una MES solicita una capacidad adicional, esta estará reservada en una pila FIFO en la Central HUB.

- d) **Modo 3: Ráfaga Dinámica de Menor Nivel.-** En este modo, en vez de tener una ráfaga independiente de un tamaño especificado por el operador, la MES comparte un número de ráfagas comunes en Aloha Ranurado, se tiene una ráfaga dedicada variable con un tamaño mínimo y máximo definido pero con una prioridad menor a la que tiene el Modo 2. Una vez que una MES empieza su transmisión, la Central HUB adapta las medidas de las ráfagas según los requerimientos de salida de la MES. La Central HUB aumenta el tamaño de la ráfaga, permitiéndole un ajuste en la velocidad de la salida hasta llegar a un máximo especificado por el operador. Esta facilidad de incremento del tamaño de la ráfaga termina en el momento que la actividad de la MES disminuye. La MES vuelve a la combinación de Aloha Ranurado permitiendo así que esta aplicación esté disponible para otra MES.
- e) **Modo 4: Aloha Ranurado Común con Reserva.-** En este modo, se especifica un número de ráfagas de igual tamaño, las cuales son aleatoriamente distribuidas entre las MES's. Una MES puede obtener una ráfaga de un tamaño máximo especificado basado en su demanda de tráfico. Si una MES

esta libre (no tiene asignada una ráfaga) espera hasta recibir el primer byte de datos para movilizarse a uno de los Slots del Modo 4.

La capacidad de cada estación que accesa al canal INBOUND, esta definida por los siguientes parámetros:

<b><i>LCP ID:</i></b>	Cada LCP es responsable del proceso de la comunicación de hasta 64 MES's. El LCP es un subsistema del SCU.
<b><i>Subgrupo:</i></b>	Identifica a las MES's que comparten la misma ráfaga, en el modo I(S). En caso de que solo una MES sea asignada a un subgrupo, ésta opera en modo 1. Las MES's que operan en modo 2 o 3 no requieren de este parámetro.
<b><i>MES ID:</i></b>	Es el Identificador físico de la MES.
<b><i>Modo de Distribución del Ancho de Banda:</i></b>	Selecciona los modos del 1 al 4, dependiendo de la prioridad de la MES.
<b><i>Capacidad Mínima:</i></b>	Define la mínima capacidad en términos de porcentaje de la trama INBOUND que es asignada a esta estación. Para las estaciones que operan en modo 3, este parámetro es: 1.5 % automáticamente. El sistema automáticamente rechaza y avisa al operador sobre las inconsistencias realizadas por este parámetro.
<b><i>Capacidad Máxima:</i></b>	Esta capacidad puede ser asignada a cada MES en caso de que sea necesario. Esta capacidad viene de un compartimento común y esta asignada por la HUB, en coordinación con la respuesta que venga de otras MES's, que comparten el mismo sitio. La suma de la capacidad máxima puede ser más del 100 %.
<b><i>Nombre de la MES:</i></b>	Es el nombre que le asigna el operador a la MES

Los campos de paquetes OUTBOUND, tienen el mismo significado y son de igual tamaño, en cambio, el encabezamiento INBOUND es de 15 bytes sin banderas ni el CRC, y de 19 bytes incluyéndolos. El total de la ráfaga y su encabezamiento es de 31 bytes. Algunas de las principales ventajas del protocolo Aloha Ranurado de X.STAR comparado con otros sistemas son:

- El tamaño de cada Slot y las estaciones específicas asignadas a cada Slot pueden ser configuradas por el operador de la Red de acuerdo a las necesidades.
- En caso de que una estación genere un tráfico excesivo, a la misma se le asignará un Slot diferente en vez de tener paquetes esperando para la transmisión.
- Las colisiones son resueltas de tal manera que el canal no llega a ser inestable o a estar saturado debido al exceso de retransmisiones.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTACIÓN MAESTRA MONJAS**

#### **2.1 GENERALIDADES**

La topología de la Red de la DAC está constituida de 2 elementos principales: los equipos de Banda Base y los equipos de Frecuencia Intermedia (IF); además un equipo opcional que consiste en un computador para la administración de la Red y una interface de diagnóstico para la conmutación de datos. En general, la Central HUB consiste de un grupo de equipos comunes y de equipos expandibles, los cuales están interconectados por medio de cables coaxiales o digitales.

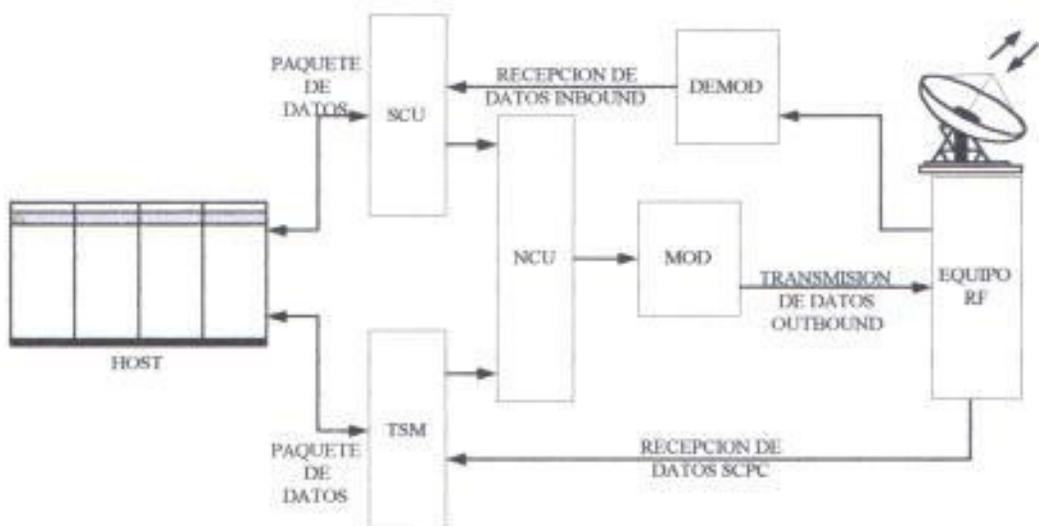
El Subsistema de Banda Base de la Central HUB está provisto de dos interfaces externas: los puertos de los usuarios ubicados en el equipo de Banda Base expandible y las interfaces IF al equipo RF externo.

El equipo de Banda Base contiene 3 módulos:

- La Unidad de Control de la Red (NCU)
- La Unidad de Control de la Sub-red (SCU)
- Módulo de Transmisión SCPC (TSM)

Además, posee dos unidades auxiliares que también forman parte del equipo Banda Base, estos son:

- Diagnóstico de Conmutación de Datos
- Puertos Sincrónicos de Reloj (SPC)



**FIGURA 9. Diagrama de Bloques del Equipo Banda Base de la Central HUB**

## 2.2 JERARQUÍA DE LA RED

La estructura jerárquica del sistema de las MES's está dividido en 6 niveles. Todos los niveles son considerados nodos de red y están representados por diferentes procesos.

**NIVEL 0:** Está formado por el Sistema de Administración de la Red (NMS), el cual es el núcleo de la Red. Su propósito es monitorear y controlar todos los aspectos referentes a los sistemas de las MES's; esto no solo incluye a las MES's remotas, sino también a los componentes de la Central HUB. El operador de la Central es como un "ojo" dentro de la Red, además tiene acceso a los comandos para cambiar la configuración del sistema, desarrollar diagnósticos y actualizar el software. El NMS es un microprocesador de quinta generación basado en una estación de trabajo, el cual utiliza múltiples tareas de operación y accesa a una base de datos. Este sistema muestra el estado en tiempo real de la Red y la presencia de alarmas, las cuales pueden ser manipuladas.

**NIVEL 1:** La Unidad de Control de Red (NCU), es responsable por el control y monitoreo de las Unidades de Control de Sub-red (SCU) y el Módulo de Transmisión (TSM). Para lograr esto la NCU se comunica con ellos via Bus del Sistema, en la dirección OUTBOUND (cuando la Central se comunica con las MES's), la NCU hace las funciones de un multiplexor de las señales transmitidas desde las SCU's y las TSM's. En la dirección

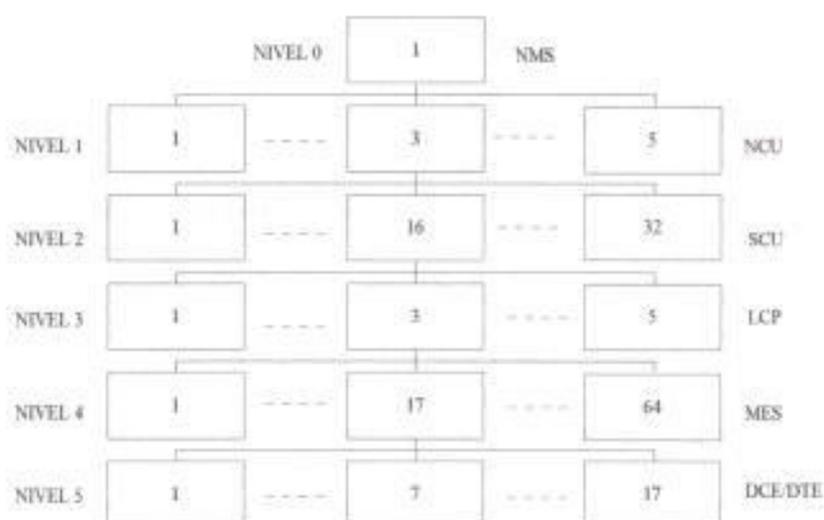
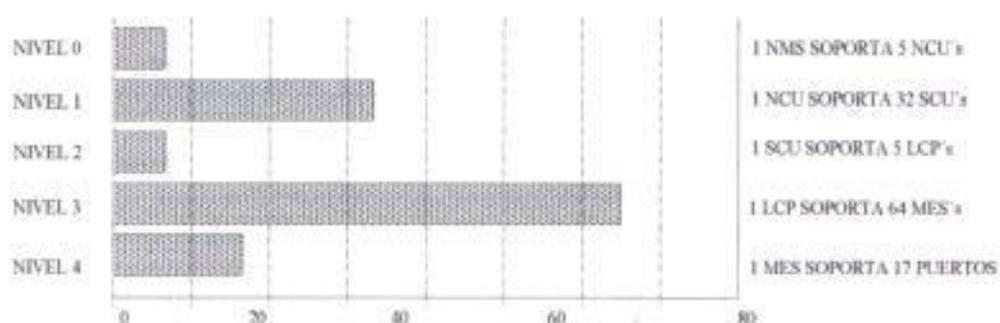
INBOUND (cuando las MES's se comunican con la Central), la NCU es responsable por la inicialización de dichas MES's. Además, calcula el RTD continuamente. También comunica la configuración, la actividad de la Red y las alarmas al NMS.

**NIVEL 2:** Una Unidad de Control de Sub-red (SCU), es conectado a un Demodulador de Ráfagas (Burst Demodulator), el cual recibe todas las transmisiones desde todas las MES's que comparten un canal INBOUND.

**NIVEL 3:** El Controlador del Proceso de Enlace (LCP), es la contraparte de una MES's y está localizado dentro del equipo de una SCU, suministrando 6 puertos y una variedad de protocolos de transmisión a la interface del Host. Varias MES's pueden comunicarse con una LCP, entonces, ésta puede ser considerada como un multiplexor de primer orden por diferentes MES's.

**NIVEL 4:** Una MES's es normalmente un equipo DCE, instalado en una localidad de usuario y está provisto de múltiples puertos con varios protocolos de transmisión para que los usuarios accesen a la Red.

**NIVEL 5:** Es un nivel adicional que asigna a los DTE's o DCE's. La Red puede ser integrada en Nivel 3 o 4 por DTE's o DCE's.



**FIGURA 10. Jerarquía de la Red**

Cada nivel soporta lo siguiente:

1 NMS	soporta hasta	5 NCU's
1 NCU	soporta hasta	32 SCU's
1 SCU	soporta hasta	5 LCP's con 6 puertos cada una.
1 LCP	soporta hasta	64 MES's
1 MES	soporta hasta	17 puertos.

En todo proceso los mismos componentes del software son usados, generalmente, con excepción del NMS. Para cada nivel dentro del sistema, los correspondientes elementos deben tener la configuración de sus parámetros. La información de la configuración es almacenada en la NMS, y es transmitida automáticamente a cada nodo correspondiente, cuando se enciende o se reinicia. La figura 11 muestra un diagrama más detallado del Sistema de la Central HUB.

### 2.2.1 Unidad de Control de la Red

La Unidad de Control de la Red (NCU) está conformada por dos subsistemas idénticos, llamados MCU-A y MCU-B, los cuales operan con buses paralelos de comunicación para tolerar fallas en el sistema. Las funciones principales de la NCU son las siguientes:

- **Multiplexación y Sincronización de la Trama del Canal OUTBOUND:** La multiplexación de los datos es desarrollada por la NCU en conjunto con la SCU. Junto con la multiplexación de los subcanales, la NCU crea un patrón de sincronización de la trama, la cual está inmersa en los datos seriales OUTBOUND. Adicionalmente incluye señales de reloj de entrada y salida.
- **Conmutación del Reloj:** La NCU tiene una interface externa para la entrada de reloj. Esta usa un circuito lógico digital interno que detecta las fallas del reloj y que automáticamente conmuta entre los dos relojes.

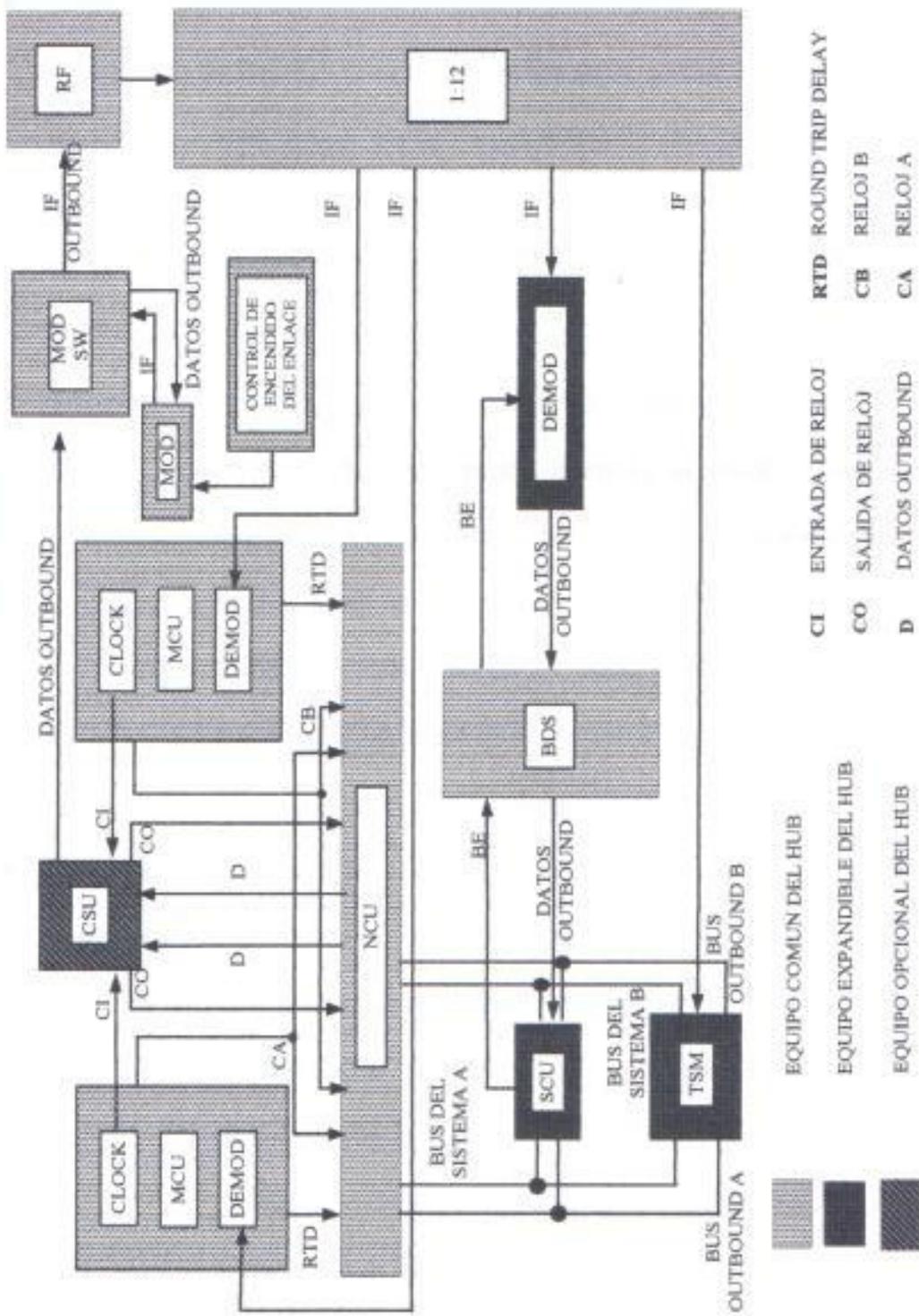


FIGURA 11. Diagrama de Bloques del Sistema de la Central HUB

- **Configuración y Control:** La NCU es la responsable por la configuración y el control de todas las MES's, así como también de la instalación de SCU's y TMS's adicionales. Un archivo de configuración es creado para cada MES y cada nodo de procesamiento dentro de la SCU. Las configuraciones son almacenadas en una Memoria no Volátil (NVM) de la NCU. Para la inicialización de las MES, la NCU usa un subcanal de control (CSC) para la transmisión de los paquetes de control. Esta recibe los paquetes desde las MES's a través de dos vías:
  - Un canal de inicialización diferente es usado, y una interface directa es provista para la recepción de los paquetes de "SEND ALIVE" desde las MES's, y,
  - El bus del sistema puede ser usado en vez del anterior; éste se encarga del intercambio de paquetes de control, configuración y monitoreo entre la NCU y los nodos SCU / TSM.
- **Interface con el Operador:** La NCU provee una interface con el operador a través de dos mecanismos:
  - La Consola de Operación de la Red (NOC), es un terminal asincrónico, a través del cual se accede a un menú para la administración de la Red.
  - La Administración del Sistema de la Red (NMS), es un sistema operativo que permite la comunicación entre la NCU y la computadora de administración de la Red, además, de facilitar una

configuración ágil del sistema; de un mantenimiento eficiente de la Red, entre otras funciones.

### **2.2.2 Unidad de Control de la Sub-red**

La Unidad de Control de la Sub-red (SCU) es un multiplexor y un procesador inteligente, que consiste de:

- Dos procesadores de Control de Sub-red (SCP), que actúan como puertos de entrada principal, que operan con dos velocidades de reloj diferentes para la transmisión y recepción. En la transmisión, el SCP envía todos los datos generados por todas las LCP's en un subcanal dedicado OUTBOUND, el cual es controlado por el operador. En la recepción, cada SCP recibe los datos provenientes de cada canal INBOUND, y envía los datos a las diferentes LCP's designadas. Las SCP's también monitorean el volumen de datos recibidos desde cada MES y calculan periódicamente un nuevo Plan de Frecuencias cada 15 segundos. Cada SCP, provee además de una interface de monitoreo y control a la NCU a través del Bus del Sistema. Trabaja en conjunto con las siguientes tarjetas: el Módulo de Control de la Sub-red (SCM), la Tarjeta Berg de Entrada/Salida (BIO) y la tarjeta Serial de Entrada/Salida (SIO), que están relacionadas directamente con el intercambio de paquetes de datos.

- Dos Tarjetas de Memoria No Volátiles (NVM's), que desarrollan las siguientes funciones:
  - Almacenan todo el software para la operación de las tarjetas SCP y LCP. Esta tarjeta es llamada *memoria invisible* porque registra las direcciones que no son accesibles por las tareas del programa del SCP.
  - Almacenan la configuración de los parámetros, y actúan como un casillero común de correo para el intercambio de datos entre las LCP's y las SCP's.
- De uno a cinco Controladores del Proceso de Enlace (LCP), que poseen interfaces físicas RS-232 o RS-422, para las interconexiones con DTE's o DCE's para la configuración de los puertos. La tarjeta LCP desarrolla las siguientes funciones:
  - Mantiene un enlace lógico entre el nodo LCP y hasta 64 MES's. El LCP intercambia los datos con cada MES usando un nivel del protocolo X.STAR, a través de un canal lógico.
  - El dato recibido, desde cada una de las MES's, es direccionado a su destino usando las técnicas de parada de la trama. La dirección de la fuente y el destino de cada paquete identifica la información. Esta determina cuando cada paquete de datos es entregado a un puerto local o enviado a través de toda la red a otra MES.

- Mantiene múltiples protocolos para el servidor en sus puertos locales.

### **2.2.3 Unidad de Reloj Maestra**

La Unidad de Reloj Maestra (MCU) consiste de dos subsistemas separados pero idénticos, cada subsistema realiza dos funciones. Estos proveen un reloj de alta estabilidad de 6.176 MHz; provee de sincronización a toda la Red. La salida del reloj está alimentando a ambos NCU's donde éste se divide para varias aplicaciones de sincronización.

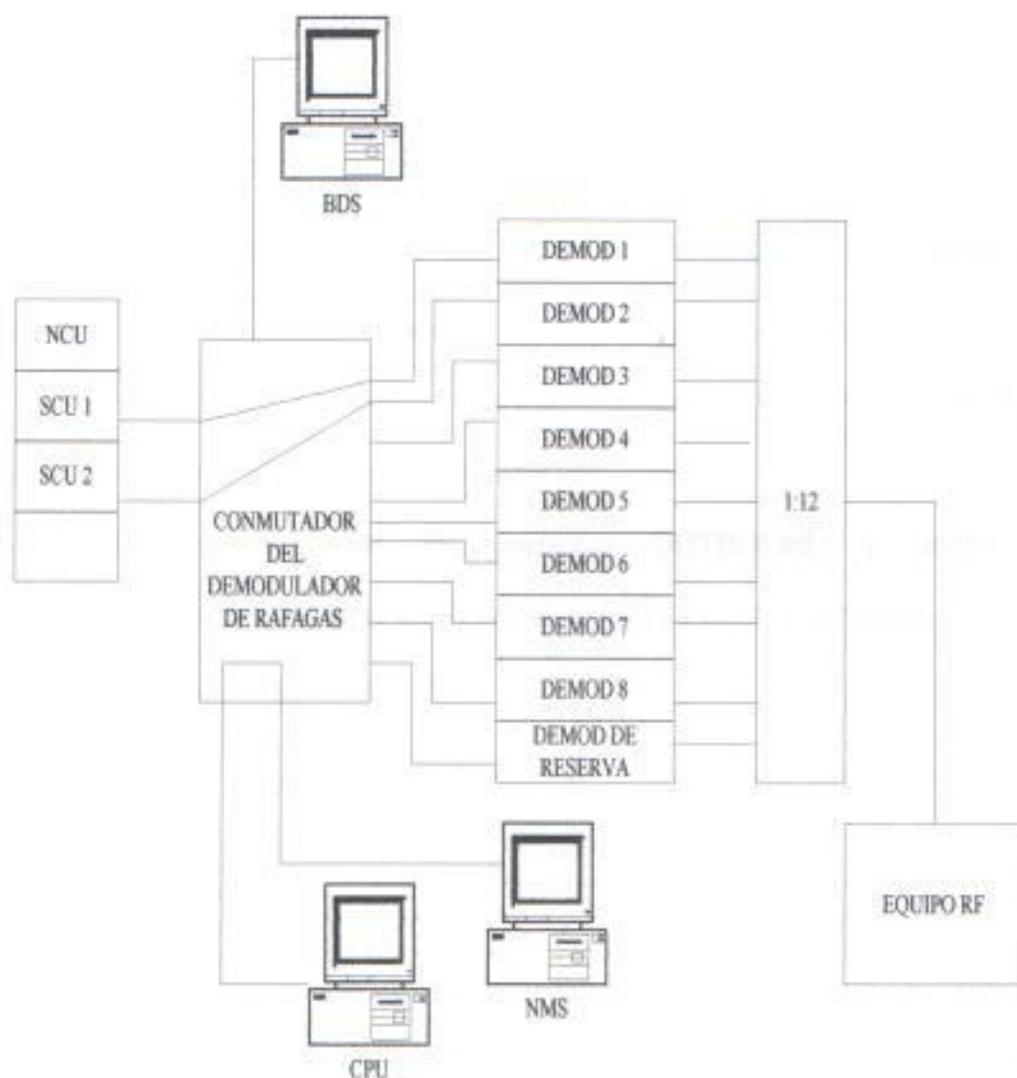
La MCU provee un demodulador satelital, el cual recibe los datos de frecuencia intermedia (IF) del satélite y recupera los mensajes de sincronización, estos mensajes son enviados al NCU, y son usados para medir el rango satelital. Las medidas del rango satelital son trasladadas dentro del RTD; éstas son distribuidas a través de la red para asegurar una transmisión apropiada de las ráfagas INBOUND. Esta porción de la unidad es idéntica a la del demodulador de las MES's.

### **2.2.4 Conmutador del Demodulador de Ráfagas**

El Conmutador del Demodulador de Ráfagas (BDS), conmuta automáticamente a un Demodulador de Ráfagas (BD) de Reserva, si uno de los BD's falla. Después de la conmutación, el BDS programa la frecuencia del BD de Reserva.

El BDS provee una conmutación de reserva, sólo para un BD. Si dos BD's fallan al mismo tiempo, o un segundo BD falla mientras el de Reserva esta en uso, el segundo BD no puede ser soportado, y todas las MES's asignadas a esta frecuencia estarán fuera de la Red hasta que el BD de Reserva se desocupe. El BDS esta compuesto por lo siguiente:

- **Conmutadores:** Una serie de 8 pulsadores sencillos de doble estado que conectan a cada SCU con su BD o con el BD de Reserva. Estos pulsadores conmutan automáticamente mediante un circuito lógico que monitorea señales de alarma.
- **Unidad Central de Proceso (CPU):** Los programas del CPU sintetizan en cada BD a sus frecuencias de operación, cuando el BD esta en modo externo. Esta monitorea las señales de alarma de cada BD; si una alarma se activa, éste, programa al BD de Reserva, a la frecuencia del BD que generó la alarma; también reporta la alarma y la respuesta del BDS al NMS.
- **705 I/O:** Es una tarjeta de Entrada/Salida para la comunicación entre los BDS's y los SCU's.
- **Relojes:** Existen dos relojes externos capaces de distribuir un reloj de referencia para cada uno de los BD's. Si esta característica no está presente, el SCU provee de un disparo al BD para cada ráfaga INBOUND, llamado BE.



**FIGURA 12. Diagrama de Bloques del BDS**

### 2.3 INICIALIZACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LAS MES'S

El esquema de la Trama INBOUND requiere de una sincronización única para la trama y los límites de la ráfaga, por esta razón, la Central envía información actual acerca del RTD a cada MES. Esta emplea este dato junto con la información de su

ubicación geográfica (contenida dentro de su identificación física) con el fin de ajustar su tiempo de transmisión dentro de la trama INBOUND.

El proceso de adquisición y sincronización empieza automáticamente, cuando cada MES se enciende, siguiendo la secuencia a continuación:

1. La MES es encendida y sintoniza la frecuencia portadora del canal OUTBOUND almacenada en el NVM.
2. Entonces, adquiere una portadora OUTBOUND y verifica el encabezamiento de la trama (Identificador específico de la Red). La MES fijará la portadora OUTBOUND, sólo si el encabezamiento de la trama es igual, de lo contrario buscará a través de las frecuencias cercanas, hasta adquirir la correcta.
3. La MES se encuentra sincronizada en la trama OUTBOUND.
4. Usualmente, el operador de la Central autoriza previamente a la MES para ingresar a la Red a través de la creación de un archivo de configuración. La definición de la identificación de la MES y otros parámetros son generados y almacenados en ambas bases de datos, de la Central y el NMS, durante la configuración.
5. La Central calcula automáticamente el RTD para la nueva MES, basado en su ubicación geográfica y el satélite. La Central asigna una identificación física a la MES, la cual se encuentra definida por los conmutadores, antes de ser encendida.

6. Si un canal de inicialización diferente es usado (redes grandes), el operador asignará cualquier identificación a la MES.
7. La MES transmite un paquete de inicialización, "*SEND ALIVE*", a la Central. La transmisión de este paquete se desarrolla en una porción asignada de uno de los canales INBOUND, donde 108 bytes están dedicados a esta operación para todas las estaciones. Sin embargo, la identificación física debe ser igual a la calculada por el operador, de lo contrario se le negará el acceso a la Red. Previamente, el operador calcula un RTD apropiado para la MES basado en su ubicación geográfica y ésta usa este retardo para enviar la transmisión inicial con una exactitud más adecuada, con respecto a un tiempo de un byte de guardia, con el fin de evitar colisiones con ráfagas adyacentes.
8. La Central distribuye el Plan de Frecuencias y otros parámetros de configuración, junto con el tráfico, dentro de la portadora, el cual es enviado en intervalos regulares.
9. Una vez que las MES's adquieren estos parámetros de configuración, estas envían la confirmación de los paquetes (JOIN) en un canal dedicado asignado, en un Slot de la ráfaga y no en el canal de Inicialización. Esto permite a la Central saber que la MES ha aceptado al Canal INBOUND, este paso, es repetido hasta diez veces si la MES no recibe el mensaje de "*WELCOME*" desde la Central. Después de este periodo, la MES repite

todo el proceso anterior con el mensaje de "*SEND ALIVE*". Los puertos de diagnóstico de la Central permiten el monitoreo de este proceso.

10. El proceso de Inicialización termina cuando la Central envía un mensaje de confirmación a la MES, este mensaje es "*WELCOME*".
11. Si la versión del software actual no es la misma que la versión de la Central, ésta envía el software correcto a través del canal OUTBOUND. La MES almacena el software en la NVM y reinicializa con la configuración almacenada.

Todos los parámetros y funciones de las MES's son automáticos con las siguientes excepciones: la frecuencia del canal OUTBOUND, la definición de la MES en la base de datos de la Central, la identificación física de la MES y el encendido de la misma.

Si un problema aparece durante la adquisición, la MES aborta y recae en la secuencia de inicialización hasta conseguir una conexión segura. Si tal MES está causando problemas, ésta puede ser deshabilitada por un comando desde la Central (Parar Transmisión), aún cuando ésta esté en estado de operación. La MES repite el procedimiento de inicialización cuando accesa nuevamente a la Red, después de que es recibida la autorización enviada por el operador.

## **CAPÍTULO III**

### **DEPARTAMENTO METEOROLÓGICO DEL AEROPUERTO “SIMON BOLÍVAR” DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

#### **3.1 GENERALIDADES**

El sistema ALDEN HIRES-8G GVAR, permite la captura de datos de alta resolución, originados por el satélite geoestacionario GOES-8. El sistema completo incluye: una antena y elementos electrónicos necesarios para recibir la señal, un computador con el Software Quorum para la captación de datos meteorológicos y una computadora adicional para el almacenamiento de los datos.

El servidor provee acceso a las tramas GVAR a través de protocolos de interface de red, provistos con Windows NT. La aplicación de éste permite archivos disponibles para lectura en un ambiente compartido similar a UNIX y otros sistemas operativos

de red. El sistema corre sin necesidad de supervisión, archivando los datos dentro del disco duro del computador. Los nuevos datos que el sistema recibe reemplazan a los anteriores, actualizando la información.

### **3.2 ADQUISICIÓN DE DATOS Y PROCESAMIENTO**

El Sistema terrestre de Procesamiento de datos del GOES-8 es mucho más complejo que los satélites geoestacionarios usados anteriormente. Un momento de rotación interno provee de tres ejes para el control del sistema del satélite. Acciones correctivas para compensar los gradientes termales, los vientos solares y los gradientes de radiación son requeridos por los controladores de la Tierra. Un nuevo sistema terrestre fue desarrollado por el satélite GOES para asegurar la navegación, registro y la precisión de los datos. Este consta de dos sistemas principales: el Sistema de Soporte y el Sistema de Generación y Distribución del Producto. En la figura 13 se muestra un detalle de dichos sistemas.

### **3.3 SISTEMA DE SOPORTE DEL SATÉLITE**

El Sistema de Soporte del Satélite GOES-8 incluye las estaciones de Adquisición de Comandos y Datos (ACD), ubicado en Wallops, Virginia; y el Centro de Operaciones y Control del Satélite (COC), ubicado en Suitland, Maryland.

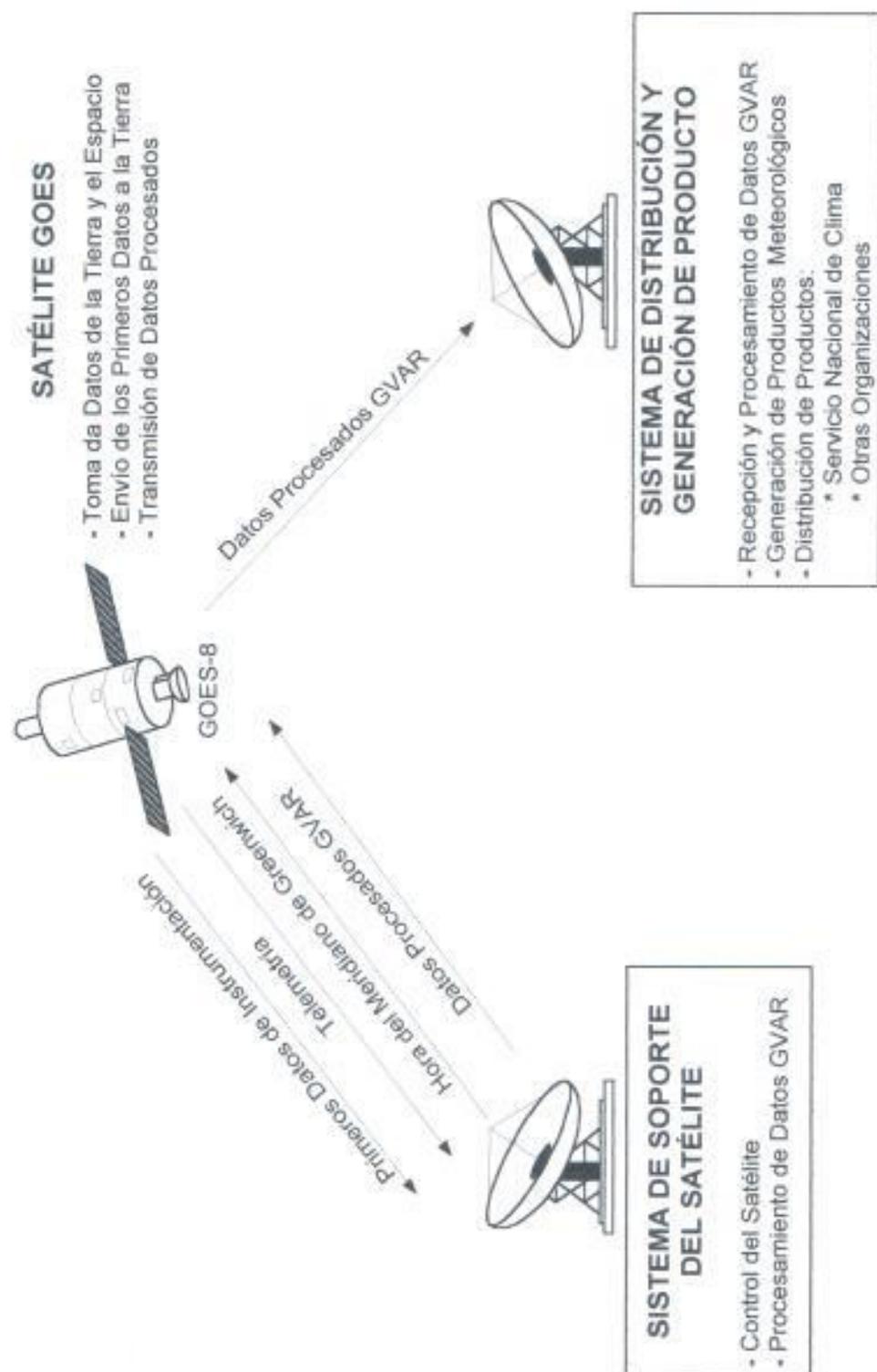


FIGURA 13. Sistemas de Soporte y Distribución de Productos del GOES

En la estación ACD, los primeros datos de instrumentación y telemetría son leídos desde el satélite, los cuales son procesados, calibrados y ubicados sobre un mapa terrestre bajo un formato de datos variables GOES (GVAR) y retransmitidos al satélite junto con los comandos de la hora del Meridiano de Greenwich. Las imágenes digitales y los datos GVAR procesados son transmitidos a usuarios directos.

La estación COC es responsable por toda la seguridad del satélite, inventario de los instrumentos, calidad de los datos y su funcionamiento. Un control y monitoreo continuos son conducidos en posición orbital, navegación y registro de imágenes, y varios subsistemas incluyendo imágenes primarias y rastreo de instrumentos. Este también es responsable de la planificación y operación del equipo del sistema terrestre para la adquisición de datos GVAR.

### **3.4 SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS**

Los datos GVAR son recibidos en las Islas Wallops, por la estación ACD y retransmitidos a la estación COC en Suitland, MD, para su monitoreo y a la Oficina de Procesamiento y Distribución de los datos.

El sistema GOES produce una larga lista de productos que incluyen:

- Imágenes básicas de nubosidad diurna y nocturna e imágenes de niebla,

- Imágenes altas y bajas de vapor de agua troposféricas,
- Observaciones de temperatura de la superficie de la Tierra con variaciones fuertes,
- Datos de temperatura de la superficie del mar y vientos desde movimientos de nubes hasta grandes ciclones, incluso torbellinos; esto cada hora,
- Albedo y el flujo de radiación infrarroja del espacio, que son importantes para el monitoreo y validación del modelo del clima,
- Detección y monitoreo de incendios forestales causados por desastres naturales y/o el hombre; y además de señales de humo,
- Estimados de precipitación y concentración total del Ozono.

### **3.5 TRANSMISIÓN DEL FORMATO GVAR**

El Formato GVAR: formato de transmisión de datos VARIABLE del Goes es usado para transmitir datos meteorológicos medidos por los instrumentos de captura de imágenes y sondeo del satélite GOES, además de información de telemetría y calibración asociados con los instrumentos de medición y una colección de productos no relacionados con meteorología como datos de soporte para la navegación del satélite, texto y productos auxiliares. El formato GVAR tiene origen en el formato operacional VAS Modo AAA, el cual consiste en la repetición de secuencias de 12 bloques alineados de igual longitud, los cuales son transmitidos en un modelo sincrónico con la velocidad de rotación del GOES.

La secuencia de transmisión del formato GVAR es mostrada en la figura 14, ésta, consiste de 12 bloques distintos numerados del 0 al 11. Los bloques del 0 al 10 son transmitidos cuando una línea de exploración de imagen ha sido completada. El bloque 10 es seguido por un número variable de bloques 11, de acuerdo a los datos que estén disponibles para la transmisión.

El detector de imágenes posee un total de 22 detectores divididos en tres grupos:

- 8 detectores visibles: V1 - V8
- 7 detectores infrarrojos principales: P1 - P7
- 7 detectores infrarrojos secundarios: R1 - R7

Cada uno de los 22 detectores de imagen es un miembro de uno de los cinco canales del espectro suministrados por los instrumentos, los cuales son físicamente distintos pero ópticamente sobrepuestos. Los detectores, tanto infrarrojos como visibles, capturan imágenes de la superficie de la Tierra, una vez recopilada la información de todos los detectores, se crea la secuencia de bloques del 0 al 10.

Cada bloque GVAR contiene los siguientes campos principales:

1. Bloque de Código de Sincronización
2. Encabezamiento
3. Sección de Datos
4. Chequeo Cíclico Redundante (CRC).

DOC	IR 1	IR 2	VIS 1	VIS 2	VIS 3	VIS 4	VIS 5	VIS 6	VIS 7	VIS 8	SAD
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

<b>Características de Exploración:</b>	
Periodo	Variable
Exploración de Bloques/Imágenes	11
Tasa de Bit	2, 11, 360 bps
<b>Características de los Bloques:</b>	
Periodo	15.25 a 105.6 ms
Longitud de Sincronización	10032 bits
Longitud de Encabezamiento de Palabra	8 bits/palabra (720 palabras)
Longitud de Encabezamiento	90 palabras (bits)
<b>Campos de Información:</b>	
<i>Bloque 0: Documentación del Bloque</i>	
Tamaño de Palabra	8 bits
Longitud del Campo	8040 palabras (64320 bits)
<i>Bloque 1: Bloque Infrarrojo 1</i>	
Tamaño de Palabra	10 bits
Longitud del Campo	68 a 21008 palabras
Número de Registros	4 por bloque
Línea de Documentación	16 palabras
Detector de Datos IR	1 a 5236 palabras

<i>Bloque 2: Bloque Infrarrojo 2</i>	
Tamaño de Palabra	10 bits
Longitud del Campo	51 a 15756 palabras
Número de Registros	3 por bloque
Línea de Documentación	16 palabras
Detector de Datos IR	1 a 5236 palabras
<i>Bloque 3 al 10: Bloques Visibles</i>	
Tamaño de Palabra	10 bits
Longitud del Campo	20 a 20960 palabras
Número de Registros	1 por bloque
Línea de Documentación	16 palabras
Detector de Datos IR	4 a 20944 palabras
<i>Bloque 11: Sondeo/Datos Auxiliares</i>	
Tamaño de Palabra	6, 8 o 10 bits
Longitud del Campo	10720, 8040 o 6432
Tipos de Registro	7
Número de Registros	1 a 8
Chequeo Cíclico Redundante (CRC)	16

**FIGURA 14. Formato GVAR**

Los campos 1, 2 y 4 poseen un tamaño determinado y una estructura interna la cual es idéntica para todos los bloques GVAR; la Sección de Datos varía de acuerdo al bloque. El bloque de Código de Sincronización contiene un código de 10032 bits, los cuales pueden ser usados para la sincronización del equipo de recepción; el encabezamiento ha sido definido para mantener compatibilidad con el encabezamiento del formato AAA, éste, consiste de 30 palabras de 8 bits, las cuales son transmitidas en cada encabezamiento para la corrección de errores.

El método empleado en la detección de errores de la transmisión GVAR es el Chequeo Cíclico Redundante (CRC), este proceso es un procedimiento algebraico basado en la división en módulo 2 usando un polinomio para generar y controlar una secuencia de control de trama. La Organización del Encabezamiento se muestra en la figura 15.

1	Identificación de Bloque
2	Tamaño de Palabra
3	
4	Contador de Palabra
5	
6	Identificación del Producto
7	Bandera de Repetición
8	Versión del Número
9	Bandera de Datos Válidos
10	Bandera de Código ASCII/Binario
11	Reserva
12	Rango de Palabra
13	Contador de Secuencia de Bloques Válidos
14	
15	Reserva
28	
29	CRC - 16 bits
30	

**FIGURA 15. Organización del Encabezamiento**

### 3.5.1 Flujo de Datos GVAR

El flujo de datos GVAR consiste de un paquete de bits dentro de elementos fundamentales llamados bloques, los cuales, son básicamente de 2 tipos: imágenes y no imágenes. Los bloques de imágenes tienen bloques identificadores desde 0 al 10, todos los otros bloques tienen identificadores 11. Una línea de exploración, bajo una

operación normal, empieza siempre con un bloque 0 y finaliza con un bloque 10, con un encabezamiento de números secuenciales. El satélite puede enviar cualquier tipo del bloque 11, o enviar la siguiente línea de exploración. Normalmente cualquier bloque 11 distingue, durante una exploración, un sondeo o ningún tipo de datos. El satélite envía datos sondeados interpolados entre la exploración de imágenes. Por ejemplo, el usuario puede recibir 5 líneas de exploración de imágenes por cada sondeo de bloques. Sin embargo, hasta el sondeo opera independientemente de otros instrumentos, este porcentaje no es fijo, y el sondeo puede transmitir datos sin alguna actividad a partir de la imagen.

### **3.6 SERVIDOR DE DATOS GVAR**

En el momento en que los datos son receptados, una ventana se activa y permite observar la fotografía a medida que el satélite envía los datos al computador, una imagen del globo terráqueo se observa en la ventana del servidor, junto con un mapa político sobrepuesto en la imagen. En esta sección se explica brevemente cada uno de los campos de la ventana principal.

#### ***3.6.1 Ventana Principal del Servidor de Datos GVAR***

La interface principal del servidor se muestra en la figura 16 suministrando una ventana de estado en el lado izquierdo, esta ventana se encuentra dividida en muchos grupos funcionales, los cuales se detallarán brevemente.

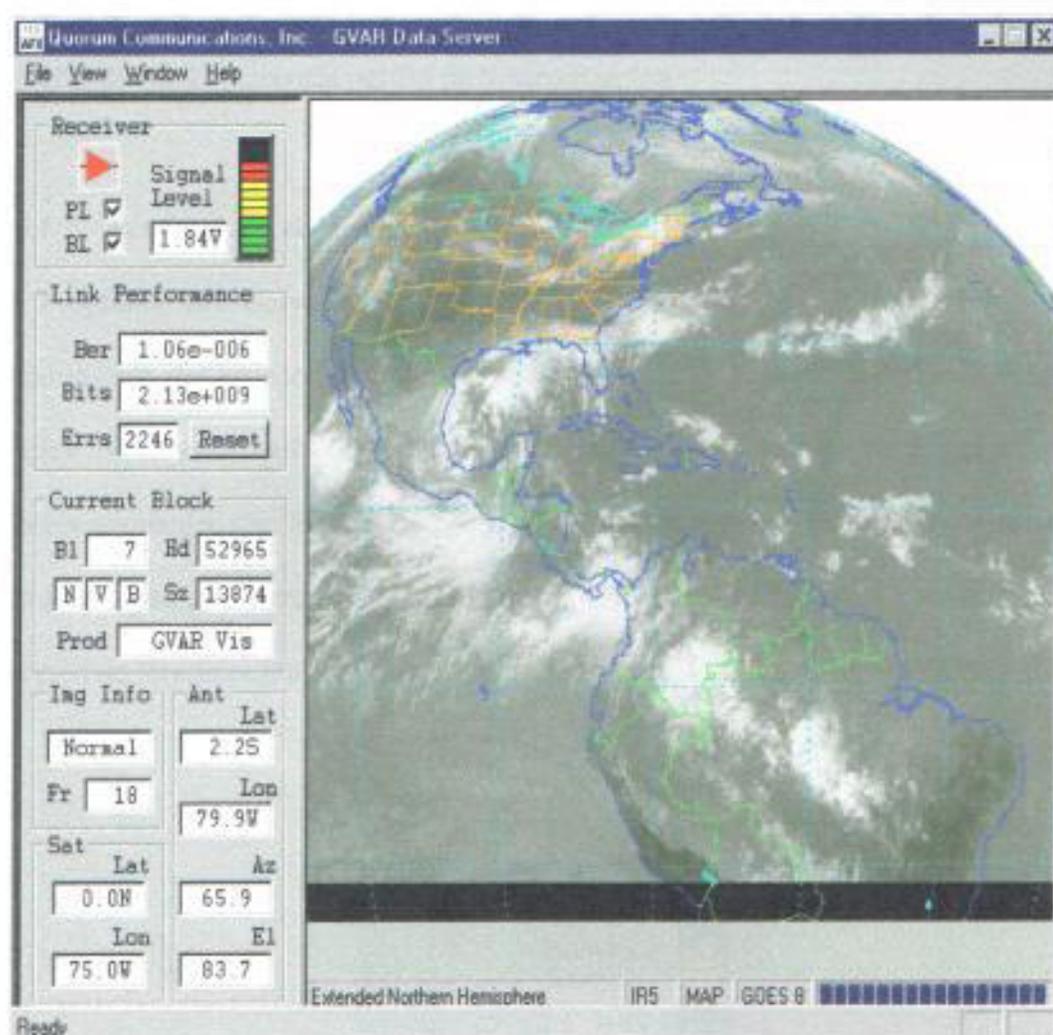


FIGURA 16. Ventana Principal del Servidor

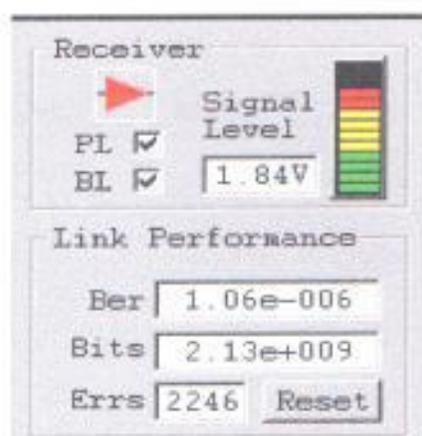
### 3.6.1.1 Receptor

La sección del Estado del Receptor mostrado en la figura 17, exhibe el nivel de la señal de la portadora RF y por lo tanto si hay datos. El nivel de la señal esta dado en voltios el cual se denota con un nivel de colores. Además posee dos indicadores de estado los cuales siempre deben estar señalados durante una operación normal. Estos

indicadores son: PL (Phase-Lock) que es el receptor de fase y el BL (Bit-Lock) que es el indicador de la presencia del Bit de Sincronización.

### 3.6.1.2 Rendimiento del Enlace

El Programa del Servidor de Datos GVAR permite al usuario visualizar el Rendimiento del Enlace directamente como un cálculo de la Tasa de Error del Bit (BER). Este valor varía de acuerdo a la exactitud de alineación de la antena; los valores nominales son:  $1E-6$  a  $1E-11$ . Este valor se actualiza cada vez que el sistema pierde bloques de sincronización de la trama GVAR. En la figura 17 se muestra la Sección de Rendimiento del Enlace.



**FIGURA 17.** Sección de Estado del Receptor y Sección del Rendimiento del Enlace.

### 3.6.1.3 *Bloque Actual*

Esta sección muestra el proceso de entrada del Bloque GVAR actual. El Indicador denominado Bl indica el tipo de Bloque, el Hd indica el contador del encabezamiento, el Sz es el número de palabras contenidas en el encabezamiento y el Prod indica el tipo de información en la Sección de Datos del Bloque. Existen además tres letras sin nombre específico, que representan el estado de las banderas del bloque actual; las cuales se leen de izquierda a derecha: Bandera de Repetición, Bandera de Datos Válidos y Bandera de Código ASCII/Binario. El primer indicador está denotado con la letra "R" si los datos son repetidos o "N" si son nuevos. El siguiente indicador puede ser la letra "F" para datos de relleno o "V" para datos válidos. Y finalmente, el tercer indicador podrá ser "A" para Código ASCII o "B" para Código binario. La Sección del Bloque Actual se muestra en la figura 18.

Current Block					
Bl	7		Hd	52965	
N	V	B	Sz	13874	
Prod	GVAR Vis				

**FIGURA 18. Sección del Bloque Actual**

### 3.6.1.4 *Satélite*

Esta sección de la ventana de estado del Satélite informa al usuario la posición geográfica del satélite que actualmente provee de datos. Esta posición nunca debe

cambiar una vez que la computadora de navegación del satélite está operando. En el evento de que el Satélite cambiara de rumbo, las nuevas coordenadas son transmitidas como parte del bloque 0 y el programa mostrará la nueva posición geográfica. La Sección del Estado del Satélite se muestra en la figura 19.

### 3.6.1.5 Antena

La Sección de Estado de la Antena indica los parámetros de elevación, Azimut y la localización geográfica de la misma. La figura 19 muestra estos parámetros:

Img	Info	Ant	Lat
Normal		2.25	
Fr	18		Lon
		79.9W	
Sat	Lat		Az
0.0N		65.9	
	Lon		El
75.0W		83.7	

**FIGURA 19. Sección del Estado del Satélite y del Estado de la Antena**

### 3.6.1.6 Sección de Visualización del Mapa

Adyacente a la barra de estado se encuentra la Sección de Visualización del Mapa, que muestra una vista reciente de los datos recibidos desde el satélite. Esta exhibe una sección explorada de la Tierra sobre un mapa terrestre, se actualiza a medida que recibe nuevos datos. En la parte inferior de la sección se observan cinco campos. El

primer campo indica la Región del planeta que ha sido clasificada, el siguiente campo representa cualquiera de los cinco canales de los bloques. El tercer campo muestra un espacio en blanco o la palabra MAP, esto depende si está activada la opción de mostrar el Mapa o no. A continuación se muestra cuál es el satélite usado, para nuestro caso es el GOES-8. Finalmente, el último campo indica a través de barras, la cantidad de datos recibidos de la trama, o el mensaje "Esperando la siguiente imagen". La ventana de Visualización se muestra en la figura 16.

### 3.7 COMPONENTES DEL HARDWARE

A continuación en las tablas V y VI, se presenta un listado de los componentes del Hardware del Sistema Servidor de Datos:

**TABLA V. Lista del Hardware**

Descripción	Cantidad
Alimentador Integrado/Downconverter	1
Cable coaxial N a BNC	1
Receptor de Modo Dual de 137 MHz	1
Sincronizador de Bit/Bloque	1
Cable conector de ensamble 6" ELCO	1
Adaptador de anillo de 12'	1
Fuente de poder de 12 voltios	1
Antena Parabólica 12'	1

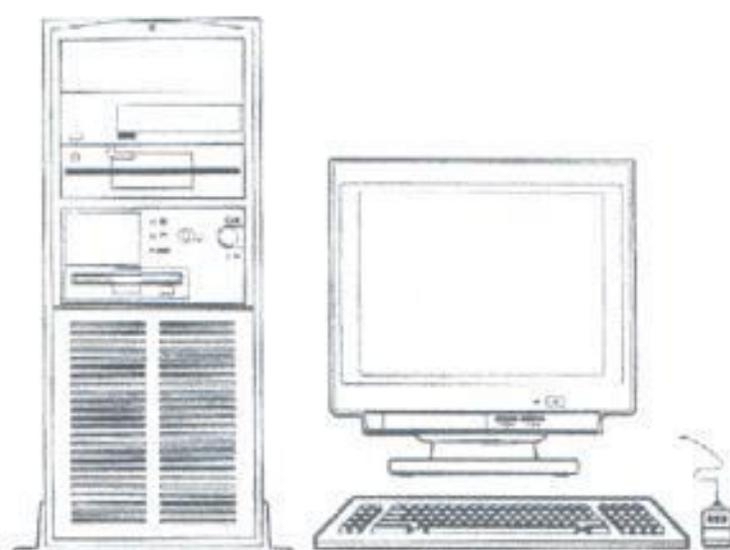
**TABLA VI. Lista de Componentes del Computador**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Cables y controladores SCSI	1
Mini-Torre Pentium 100	1
Teclado extendido PS2	1
Mouse	1
Disco duro 2.1 GB	1
Disco duro 1.2 GB	1
Drive 2.0 GB	1
CDROM 4X	1
Tarjeta de Video 4 MB (1280 x 1024)	1
Tarjeta adaptador Ethernet 10 Mbps	1
Monitor Trinitron 20"	1
Estación de trabajo con Windows NT 3.51	1

### 3.7.1 Terminales e Impresoras

El sistema consiste de una computadora personal que contiene Windows NT y el Software Quorum, que permiten recibir los datos GVAR. Adicionalmente se tienen dos computadoras personales que emplean una versión de UNIX llamada SCO UnixWare. El Software X-Windows provee de una interface gráfica GUI (Graphic User Interface), el cual suministra todas las herramientas necesarias para mostrar, manipular, enlazar e imprimir los productos del satélite. Además, las dos computadoras están conectadas a través de una red 100 BaseT. La figura 20 muestra el Servidor GVAR. El usuario define el tipo, área, cantidad y la proyección de las

imágenes. Las fotografías meteorológicas, se imprimen en un papel especial debido a que se requiere de la mayor nitidez posible, la impresión se realiza en papel quemado, aunque se puede realizar con cualquier tipo de impresora y en cualquier clase de papel, con el riesgo de no obtener la nitidez requerida para el análisis. En el Anexo B se muestran algunas fotografías meteorológicas impresas en papel quemado.



**FIGURA 20. Servidor de Datos GVAR**

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO DEL ENLACE ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE METEOROLOGÍA DEL AEROPUERTO “SIMON BOLÍVAR” DE GUAYAQUIL Y EL AEROPUERTO “MARISCAL SUCRE” DE QUITO**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Las imágenes meteorológicas que se reciben en el Servidor GVAR corresponden al Continente Americano. La fotografía completa del Continente consta de tres imágenes, que arriban al servidor aproximadamente de 20 a 25 min. Cada imagen tiene un tamaño aproximado de 4 Mbytes. Los técnicos encargados del análisis de dichas fotografías utilizan entre 15 a 17 fotos completas del Continente, para tener una secuencia de la nubosidad diurna y nocturna, de la niebla y de la temperatura de la superficie de la Tierra y del mar. Este análisis se realiza diariamente y se complementa con los reportes meteorológicos de las diferentes estaciones. La seguridad aeronáutica necesita de estos informes para un mejor desempeño de sus

funciones, es por esta razón que el Departamento de Meteorología del Aeropuerto “Mariscal Sucre” de la ciudad de Quito, requiere la información meteorológica recibida en Guayaquil. En busca de una solución a esta necesidad se han planteado diferentes alternativas de enlaces para la transmisión de dichas imágenes. Estas alternativas las hemos dividido en: Alquiler de Circuitos y Actualización de la Red Satelital de la DAC.

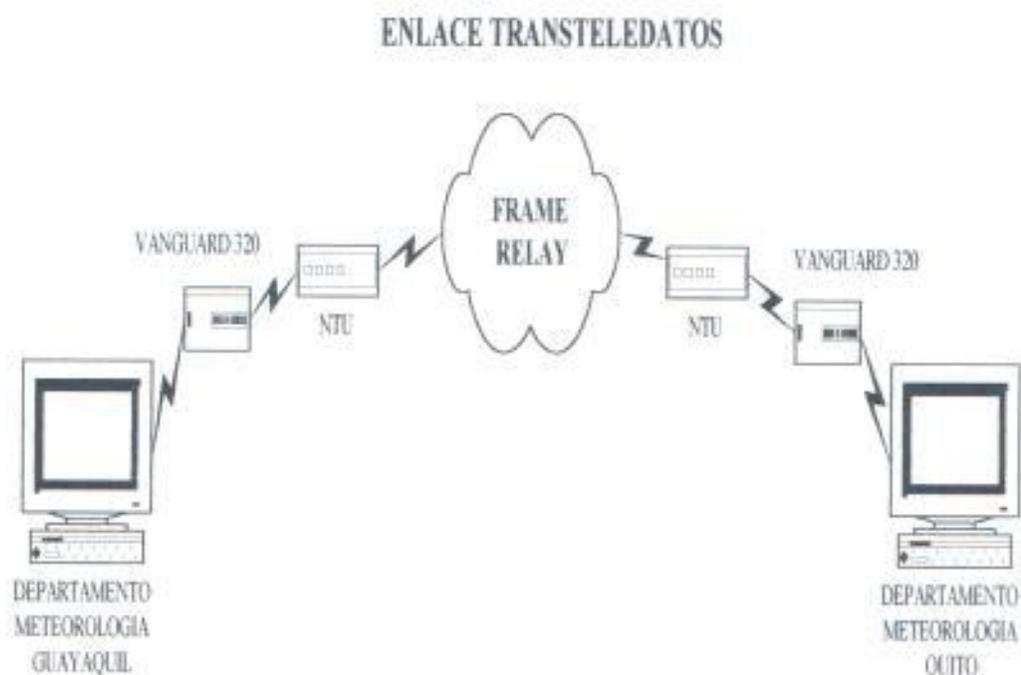
#### **4.2 ALQUILER DE CIRCUITOS**

Dentro de las alternativas de solución se han planteado enlaces digitales a 64 Kbps debido al tamaño de las imágenes, y principalmente por el factor económico. Esta velocidad nos permite tener imágenes en Quito, con un retardo aceptable, ya que no existen requerimientos de “tiempo real” (entendiéndose “tiempo real” como mínimo retardo de tiempo posible en una transmisión).

Los diferentes estudios, están basados en diseños de empresas que prestan servicios de transmisión de datos. Cada empresa ofrece una alternativa de enlace, utilizando una variedad de dispositivos para acceder a sus redes. A continuación se realiza una breve explicación de cada una de las alternativas de enlace ofrecidas por las empresas, valores por concepto de inscripción, mantenimiento, y tarifas mensuales por los servicios ofrecidos, así como también características de los equipos necesarios para el enlace.

#### 4.2.1 TRANSTELEDATOS

La Empresa TRANSTELEDATOS ofrece el servicio de transmisión de datos a través de una Red Frame Relay, por medio de un anillo doble de fibra óptica en Guayaquil, y otro en Quito, los cuales se enlazan a través del servicio que ofrece una de las operadoras autorizadas; en la figura 21 se muestra el diseño del Enlace TRANSTELEDATOS.



**FIGURA 21. Diseño del Enlace TRANSTELEDATOS**

##### 4.2.1.1 Instalación

La transmisión de datos a los diferentes puntos se realizará utilizando equipos MOTOROLA. En cada punto: Guayaquil y Quito, se necesitan un Vanguard 320;

cada equipo tiene un puerto serial para la transmisión de datos e imágenes, y un puerto Ethernet (LAN).

**TABLA VII. Costos de Instalación del Enlace TRANSTELEDATOS**

Principal Guayaquil	\$ 800.00
Local Quito	\$ 800.00
Interurbano con Quito	\$ 800.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2400.00</b>
10 % IVA	\$ 240.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2640.00</b>

#### *4.2.1.2 Tarifa Mensual*

Los enlaces locales son de fibra óptica, y el enlace interurbano es un enlace satelital, ambos a 64 Kbps. En la tabla VIII se presenta una tabla con el costo mensual de los enlaces locales e interurbanos.

**TABLA VIII. Costo Mensual de los Enlaces Locales e Interurbanos de TRANSTELEDATOS**

<b>CIRCUITO</b>	<b>VELOCIDAD</b>	<b>TARIFA MENSUAL</b>
Principal Guayaquil	64 Kbps	\$ 500.00
Local Quito	64 Kbps	\$ 500.00
Interurbano con Quito	64 Kbps	\$ 1400.00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 2400.00</b>
10 % IVA		\$ 240.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2640.00</b>

Además del costo mensual por enlace, se debe considerar el costo del alquiler de los equipos NTU's, para el enlace Frame Relay. Se necesita un NTU por cada punto de enlace. El costo mensual por alquiler es de \$45.

**TABLA IX. Costo Total Mensual del Enlace TRANSTELEDATOS**

Total del Enlace Mensual	\$ 2640.00
Total del Alquiler de NTU's	\$ 90.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2730.00</b>

#### 4.2.1.3 Equipos

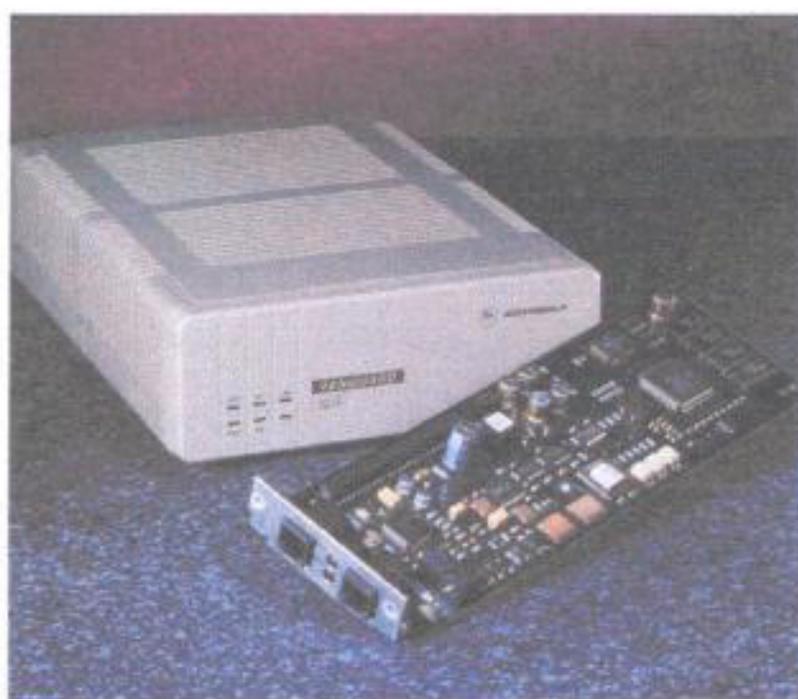
Los equipos recomendados por TRANSTELEDATOS a través de la Empresa UNIPLEX S.A. son los equipos Vanguard 320 de MOTOROLA.

**TABLA X. Costo de Equipos del Enlace TRANSTELEDATOS**

DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Vanguard 320, un puerto serial, un puerto Ethernet, software IP	2	\$ 1214.00	\$ 2428.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$ 2428.00</b>
10 % IVA			\$ 242.80
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2670.80</b>

A continuación se presenta un breve resumen de las especificaciones técnicas del equipo Vanguard 320.

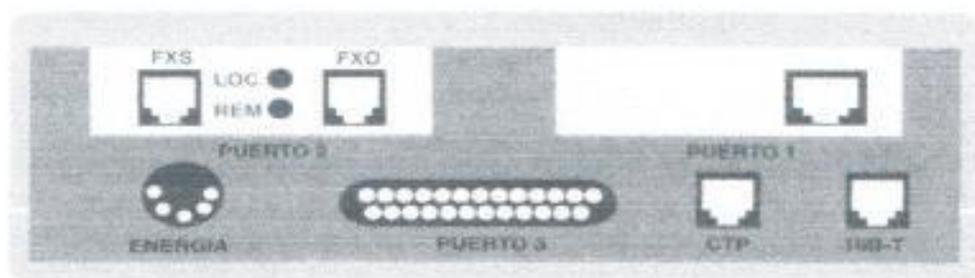
El equipo Vanguard 320, de MOTOROLA, es un dispositivo de acceso a redes flexible y compacto diseñado para permitir que las redes locales (LAN) Ethernet y diversas combinaciones de terminales tengan acceso a los servicios de redes públicas o privadas como ISDN, Frame Relay o X.25. El Vanguard 320 puede configurarse para conectar una red Ethernet y hasta dos aplicaciones seriales de red WAN. Es posible usar velocidades sincrónicas de hasta 2.048 Mbps y asincrónicas de hasta 115.2 Kbps. En las figuras 22 y 23 se muestran la vista frontal y posterior del Equipo Vanguard 320, respectivamente:



**FIGURA 22. Equipo Vanguard 320 de MOTOROLA**

#### 4.2.1.3.1 Características

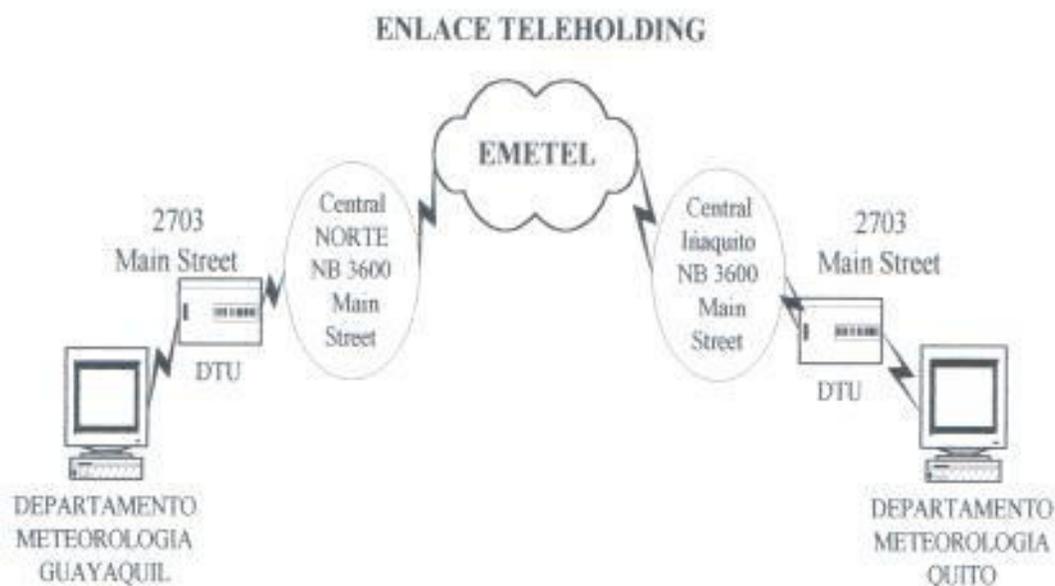
- Dos ranuras para tarjetas optativas para dar mayor flexibilidad de soporte a la red de área amplia (WAN).
- Compresor de datos (por software, no requiere SIMM)
- Puede usarse en redes públicas o privadas de Frame Relay y X.25.
- Capacidad de migración a Frame Relay en cuanto estén disponibles los servicios.
- Utiliza la gran cantidad de protocolos soportados por MOTOROLA.
- Usa los actuales servicios ISDN públicos y privados
- Memoria FLASH para actualizar el software localmente o a través de la red
- La funcionalidad SNA más avanzada de la industria, probada por los usuarios
- Acceso a Frame Relay o X.25 a bajo costo para computadoras personales, clientes que usan servicios de Internet o accesos a hosts TCP/IP
- Conexión a la red de hasta dos dispositivos seriales y un dispositivo Ethernet
- Puede usarse para recuperación de fallas de enlace
- Velocidades sincrónicas de hasta 2.048 Mbps (E1)
- Velocidades asincrónicas de hasta 115.2 Kbps
- Tarjeta optativa Voice Relay para puerto de voz FXO o FXS
- Opción de DSU integral de 56 Kbps para América del Norte
- Tarjeta optativa ISDN/BRI con capacidad para manejar una amplia gama de servicios ISDN ofrecidos mundialmente.



**FIGURA 23. Vista Posterior del Equipo Vanguard 320 de MOTOROLA**

#### 4.2.2 TELEHOLDING

La empresa TELEHOLDING, presta servicio de telecomunicaciones a través de líneas dedicadas, utilizando la Red telefónica de PACIFICTEL y ANDINATEL, como se muestra en la figura 24.



**FIGURA 24. Diseño del Enlace TELEHOLDING**

#### 4.2.2.1 *Inscripción*

Es un valor que se paga una sola vez al inicio de la contratación del servicio.

**TABLA XI. Costo de Inscripción del Enlace TELEHOLDING**

Enlace Guayaquil – Quito	\$ 500.00
10 % IVA	\$ 50.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 550.00</b>

#### 4.2.2.2 *Tarifa Mensual*

Aquí se presentan los valores correspondientes al cargo mensual que se aplican por el servicio de cada enlace digital.

**TABLA XII. Costo Mensual del Enlace TELEHOLDING**

<b>CIRCUITO</b>	<b>VELOCIDAD</b>	<b>TARIFA MENSUAL</b>
Guayaquil - Quito	64 Kbps	\$ 2000.00
25 % adicional		\$ 500.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2500.00</b>

#### 4.2.2.3 *Equipos*

El equipo de última milla necesaria se determina según la ubicación física del cliente y según inspección técnica. Los equipos a utilizarse se presentan a continuación con opción de compra o renta.

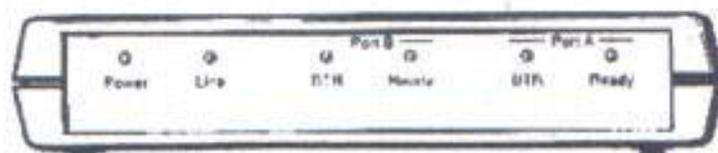
**TABLA XIII. Costo de Equipos del Enlace TELEHOLDING**

EQUIPO	CANT.	EN COMPRA	TOTAL
DTU 2703 Main Street	2	\$ 1570.00	\$ 3140.00
10 % IVA			\$ 314.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3454.00</b>

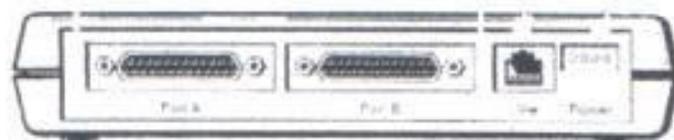
Las Unidades de Datos Terminales 2703 o DTU's 2703 Main Street, son dispositivos que proveen una interface entre una Tarjeta de línea 2B1Q ubicados en los 3600 Main Street (2 Binary 1 Quaternary), equipos que usa TELEHOLDING, en los dispositivos de datos, como computadoras personales terminales y módems. Un DTU 2703 Main Street puede ser localizado hasta 5 Km (3 millas) desde los dispositivos 3600 Main Street. Los DTU's convierten los datos dentro del formato 2B+D (2 canales B de 64 Kbps para datos y un canal D de 16 Kbps para señalización). El equipo 2703 Main Street posee 2 dispositivos V.35. En las figuras 25 y 26 se muestran las vistas frontal y posterior de éste equipo, respectivamente.

#### **4.2.2.3.1 Características**

- Interfaces mecánicas, eléctricas y funcionales con equipos externos.
- Velocidad de datos adaptable y control dentro de los canales B
- Cancelación de eco para las señales de 2B1Q
- Mensajes enlazados en el canal D para control y estatus de señal
- Colección y reporte de estadísticas del tráfico de datos y de los errores



**FIGURA 25. Vista Frontal del Equipo 2703 Main Street**

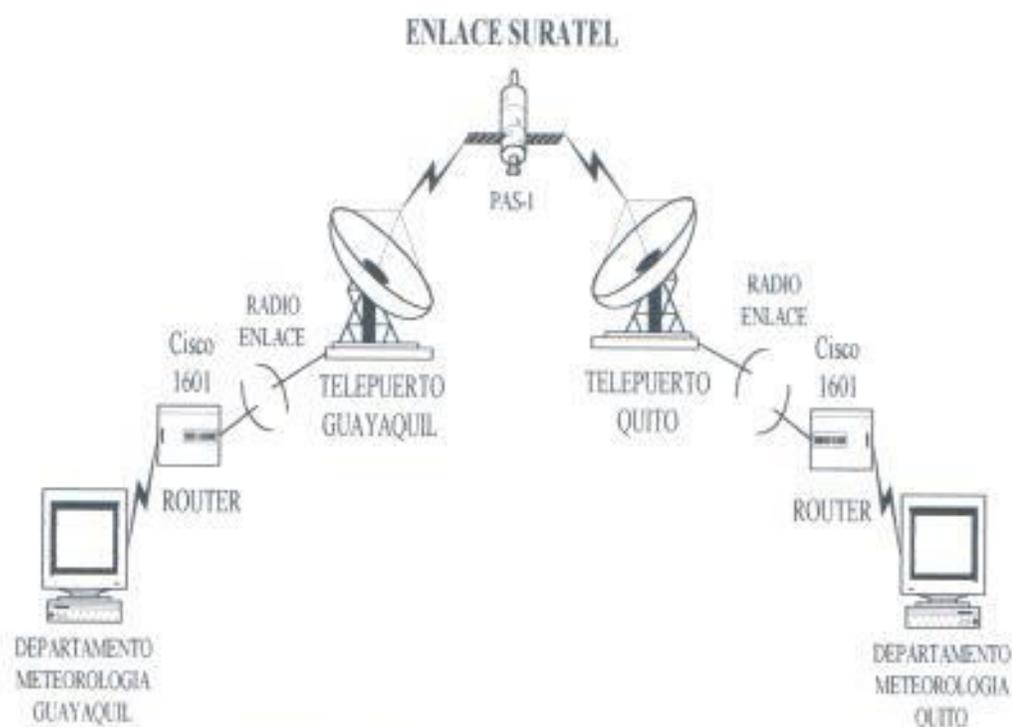


**FIGURA 26. Vista Posterior del Equipo 2703 Main Street**

### 4.2.3 SURATEL

La Empresa SURATEL tiene un sistema de comunicaciones basado en una red satelital con telepuertos (estaciones terrenas) en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca, que funcionan como estaciones maestras a través de las cuales se envía toda la información.

La conexión local se establece mediante telepuertos, la conexión internacional se realiza a través del telepuerto y del carrier internacional. Llega a sus clientes mediante enlaces de ultima milla, inalámbricos o de fibra óptica.



**FIGURA 27. Diseño del Enlace SURATEL**

#### 4.2.3.1 Instalación

La transmisión de las imágenes al telepuerto de la ciudad de Guayaquil al igual que la de Quito, se realizarán a través de enlaces microondas. El costo de instalación es un valor que se paga una sola vez y se detalla en la siguiente tabla:

**TABLA XIV. Costo de Instalación del Enlace SURATEL**

Instalación Satelital	\$ 2500.00
Instalación Microondas Guayaquil	\$ 1500.00
Instalación Microondas Quito	\$ 1500.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 5500.00</b>
10 % IVA	\$ 550.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6050.00</b>

#### 4.2.3.2 Tarifa Mensual

Aquí se presentan los valores correspondientes al cargo mensual que se aplican por el servicio del enlace full dúplex.

**TABLA XV. Costo Mensual del Enlace SURATEL**

<b>CIRCUITO</b>	<b>VELOCIDADES</b>	<b>TARIFA MENSUAL</b>
Enlace Satelital Guayaquil – Quito	64 Kbps	\$ 2200.00
Enlace Microondas Guayaquil	64 Kbps	\$ 1200.00
Enlace Microondas Quito	64 Kbps	\$ 1200.00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 4600.00</b>
10 % IVA		\$ 460.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 5060.00</b>

### 4.2.3.3 Equipos

El enlace SURATEL está diseñado en base de un enlace microondas utilizando dos clases de equipos, cuyos precios y características se describen a continuación.

**TABLA XVI. Costo de Equipos del Enlace SURATEL**

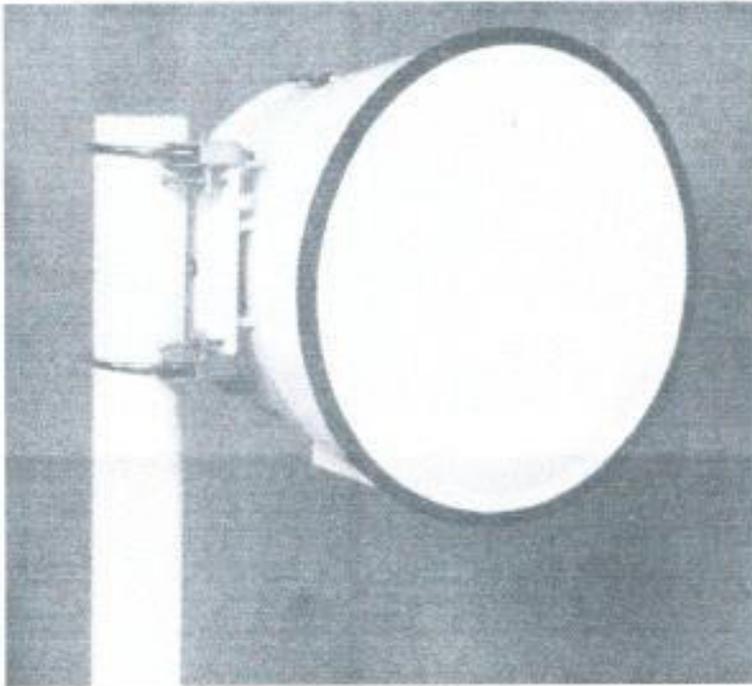
EQUIPO	CANT	EN COMPRA	TOTAL
Ruteador	2	\$ 1500	\$ 3000.00
Microondas	2	\$ 1500	\$ 3000.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$ 6000.00</b>
10 % IVA			\$ 600.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 6600.00</b>

#### 4.2.3.3.1 Características

El equipo del enlace microondas mostrado en la figura 28, tiene las siguientes características:

- Transmisión de datos full dúplex de 1.2 Kbps hasta 256 Kbps.
- Formatos de transmisión aceptables: V.35, RS-232 y RS-442.
- El equipo es compatible con multiplexores de voz y datos con capacidades hasta 512 Kbps y con Dispositivos de Acceso a Frame Relay (FRAD) hasta 192 Kbps.
- Alta ganancia de sistemas, funcionamiento confiable con hasta 16 Kms de separación entre antenas.
- Operación dúplex, una sola unidad contiene la antena y todos los módulos electrónicos del transmisor y receptor.
- Antena estándar de 17" (43 cm), con una ganancia de 174 dB.

- Fácil expansión hasta la capacidad de E1.
- Opera en la banda de 23 Ghz: 21,2 Ghz a 23,6 Ghz

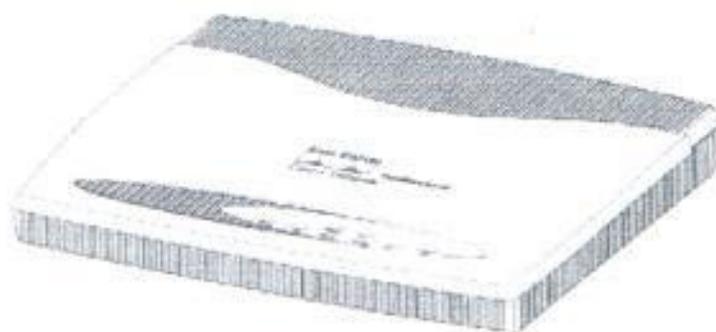


**FIGURA 28. Vista del Equipo Microondas**

Además del equipo microondas se requiere de un Ruteador CISCO 1601, éste equipo se puede apreciar en las figuras 29, 30 y 31. Sus características se presentan a continuación:

- Posee puerto serial Ethernet sincrónico/asincrónico
- Interface WAN, soporta conexiones seriales asincrónicas hasta 115 Kbps y conexiones seriales sincrónicas hasta 2 Mbps
- Posee tarjeta FLASH de 4MB y memoria DRAM de 2 MB

- Trabaja con protocolos de transporte: Frame Relay y X.25
- Tipo de conector: LAN RJ-45 y WAN DB-60
- Soporte de Multimedia, Optimización del Ancho de Banda



**FIGURA 29. Vista Frontal del Equipo Cisco 1601**



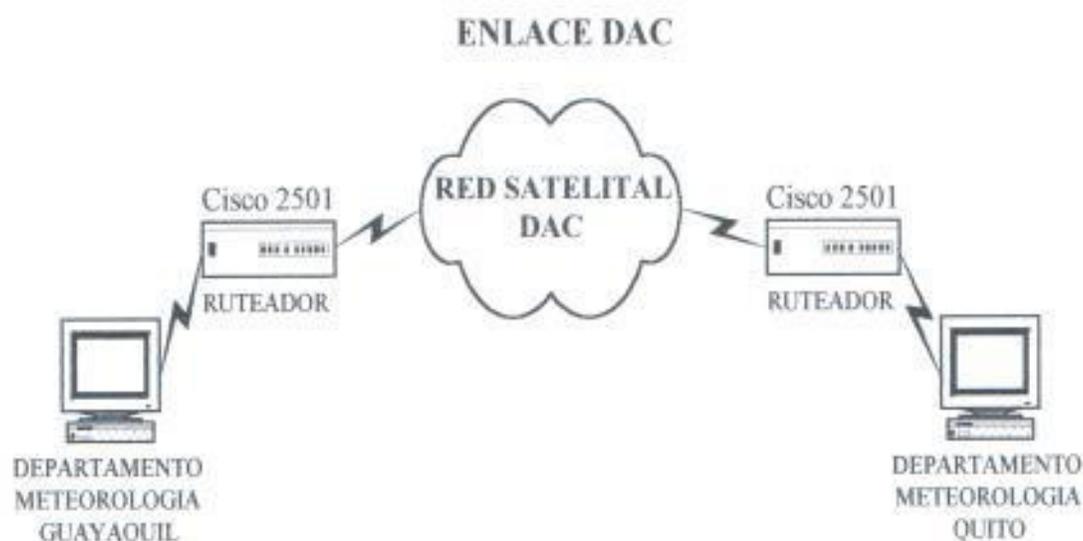
**FIGURA 30. Vista Posterior del Equipo Cisco 1601**



**FIGURA 31. Vista de la Interface WAN del Equipo Cisco 1601**

### 4.3 ACTUALIZACIÓN DE LA RED SATELITAL DE LA DAC

La Red actual soporta equipos con velocidades de hasta 19.2 Kbps, con la actualización del software, permitirá al operador configurar los puertos de acuerdo a las necesidades de los usuarios, reconfigurar el plan TDMA y soportará dispositivos con velocidades de hasta 64 Kbps, aumentado así su capacidad y versatilidad. El diseño del enlace se muestra en la figura 32.



**FIGURA 32. Diseño del Enlace de la RED SATELITAL DE LA DAC**

#### 4.3.1. Instalación

Se configurará un puerto a 64 Kbps para la operación de un ruteador, el cual enlazará al Departamento de Meteorología de Guayaquil con el de Quito, a través de la Red de la DAC. Los costos de instalación del software incluyen la licencia de operación del mismo y se detallan a continuación en la siguiente tabla.

**TABLA XVII. Costo del Software de Actualización de la RED DE LA DAC**

Software de Actualización	\$ 40000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 40000.00</b>

### 4.3.2 Equipos

Los equipos empleados serán dos ruteadores, uno por cada Ciudad, conectados a las VSAT's de los diferentes aeropuertos. Los ruteadores empleados serán los Cisco 2501, éste equipo se muestra en la figura 33 y cuyos precios se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA XVIII. Costo de Equipos del Enlace de la RED DE LA DAC**

DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cisco 2501, 2 puertos WAN y un LAN, Sistema Operativo Cisco IOS 11.3 Suite IP	2	\$ 2330.00	\$ 4660.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$ 4660.00</b>
10 % IVA			\$ 466.80
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 5126.80</b>

#### 4.3.2.1 Características

La Serie de los ruteadores Cisco provee una variedad de modelos, que se adaptan a las necesidades de las redes LAN y WAN. El modelo elegido para el enlace entre los

departamentos de meteorología es el CISCO 2501, que posee las siguientes características:

- Un puerto Ethernet (LAN).
- Dos puertos WAN.
- Sistema Operativo CISCO IOS 11.3 Suite IP.
- Cable sincrónico RS 232 o V.35.
- Transceptor AUI a RJ 45.
- Soporta protocolos IP, Novell IPX y Apple Talk y un rango amplio de Protocolos de ruteo.
- Compresión de datos y técnicas de priorización de tráfico múltiple



**FIGURA 33. Vista del Equipo CISCO 2501**

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS ENLACES**

#### **5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Luego de haber recabado toda la información de costos de los enlaces, se procederá al análisis económico, aplicando la técnica del cálculo del valor presente en el tiempo, la cual considera gastos e ingresos a lo largo de un periodo común y los trae al presente. Como las distintas propuestas tienen diferente duración en el tiempo, es necesario, para poder realizar el análisis, calcular un horizonte económico común entre las propuestas. Como una de las propuestas viene especificada a 2 años y las otras a 1, debemos escoger el común divisor, en este caso, el tiempo que se utilizará como horizonte común económico es de 2 años.

Para poder realizar cualquier cálculo del dinero en el tiempo, es necesario que exista una tasa de interés. Para el desarrollo del siguiente análisis económico, en el que se calculará la inversión necesaria para cubrir los dos años del horizonte común económico, se usará una tasa del 10% anual, que es la tasa en la que el Mercado de Dinero otorga, como tasa de retorno, para grandes cantidades de dinero.

### 5.1.1 Análisis de la Inversión

Para este análisis utilizaremos el método del valor presente (VP), para la evaluación de las alternativas, ya que futuros gastos o ingresos serán transformados en dinero equivalente hoy. Estas alternativas se analizarán en idénticas condiciones para el mismo periodo de tiempo con su respectivo diagrama de flujo de caja. La mejor alternativa será la que presente menor valor al final del análisis.

La fórmula que se empleará para este análisis es la siguiente:

$$\text{VP} = \text{Inscripción} + \text{Instalación} + \text{Equipos} + \text{Mensualidad (P/A, i, t)} + \text{Mantenimiento (P/F, i, t)}$$

$$(P/A, i, t) = \frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^t} \quad (P/F, i, t) = \frac{1}{(1+i)^t}$$

donde:

$(P/A, i \%, t)$ , es el valor presente de una serie uniforme.

$(P/F, i \%, t)$ , es el valor presente de pago único.

$i$ : 10% y  $t$ : tiempo

TABLA XIX. Cuadro de Inversión Inicial de los Enlaces

ENLACE	INSCRIPCIÓN	INSTALACIÓN	EQUIPOS	MENSUALIDAD	INVERSIÓN INICIAL
TRANSTELEDATOS	\$ 0000.00	\$ 2640.00	\$ 2670.80	\$ 2730.00	\$ 8040.00
TELEHOLDING	\$ 550.00	\$ 0000.00	\$ 3454.00	\$ 2500.00	\$ 7004.00
SURATEL	\$ 0000.00	\$ 6050.00	\$ 6600.00	\$ 5060.00	\$ 17710.00
RED DE LA DAC	\$ 0000.00	\$ 0000.00	\$ 45126.00	\$ 0000.00	\$ 51496.00

Para el cálculo de inversión inicial se consideraron los valores por concepto de inscripción, instalación, compra de equipos y la primera mensualidad. El costo anual por mantenimiento se estimó en un 50% del valor total de los equipos más el costo de los equipos sin IVA.

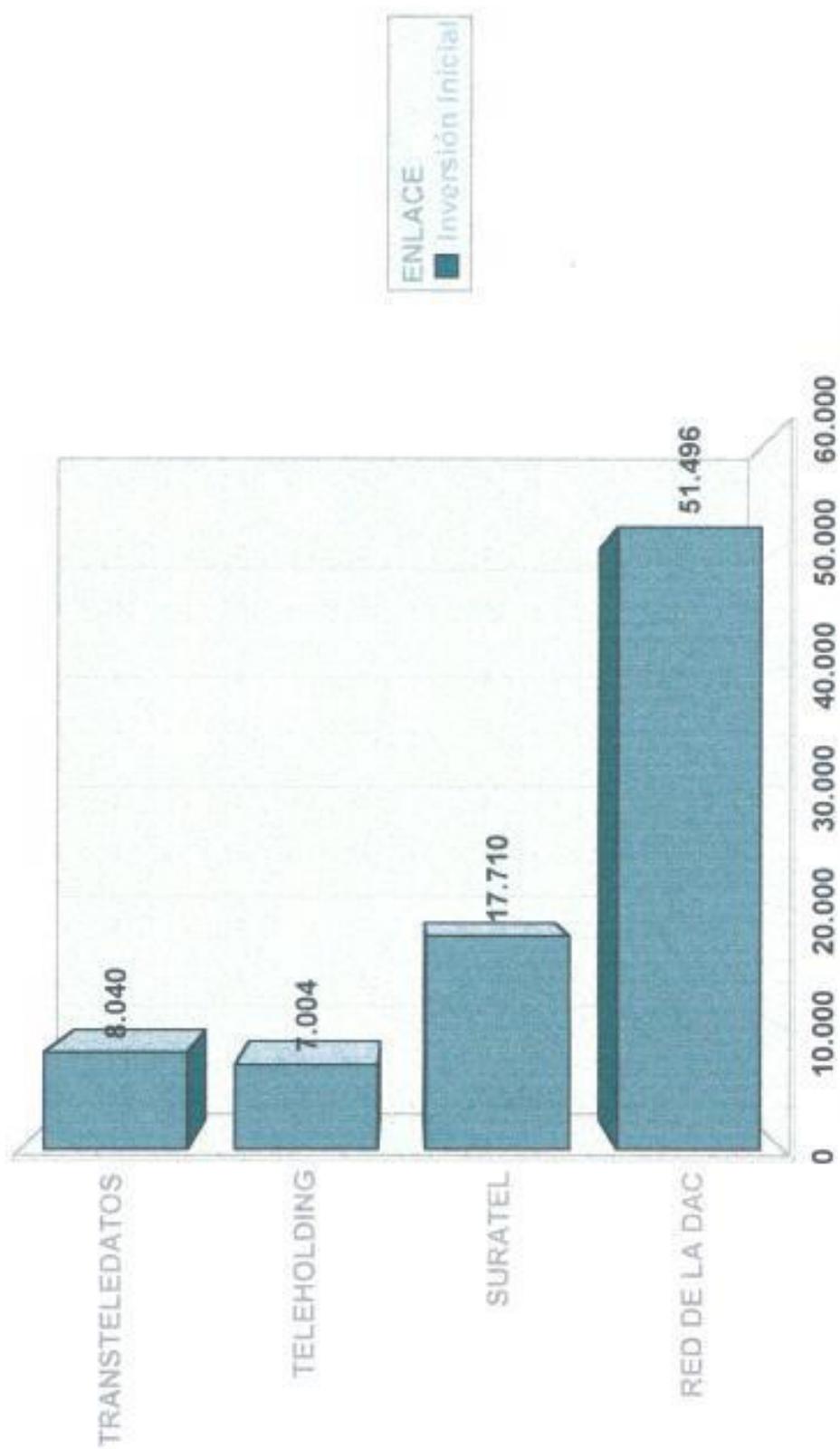
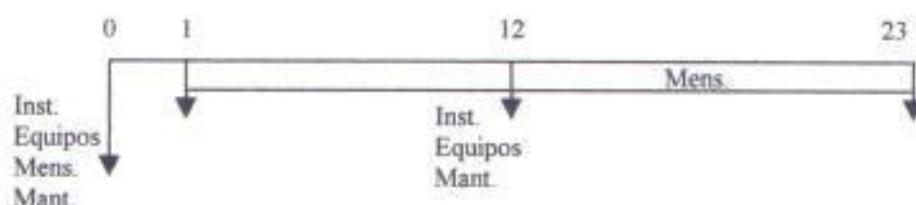


FIGURA 34. Gráfico Comparativo de la Inversión Inicial de los Enlaces

## TRANSTELEDATOS



$$VP = 2640 + 2670 + 2730 + 3600 + (2640 + 2670 + 3600) * (P/F, 10\%, 1 \text{ año}) + 2730 * (P/A, 10\%, 23 \text{ meses})$$

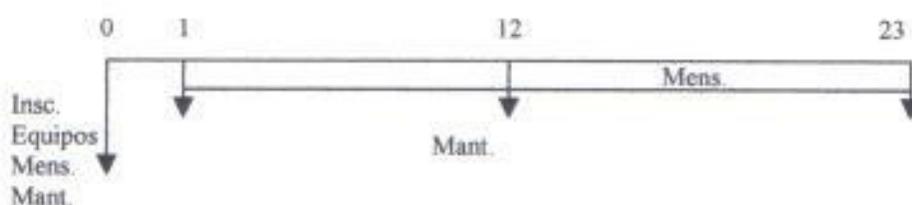
$$(P/F, 10\%, 1 \text{ año}) = 0.91$$

$$(P/A, 10\%, 23 \text{ meses}) = 20.85$$

$$VP = 11640 + 8910 * (0.91) + 2730 (20.85)$$

$$VP = 76668.60$$

## TELEHOLDING



$$VP = 550 + 3454 + 2500 + 4700 + 4700 * (P/F, 10\%, 1 \text{ año}) + 2500 * (P/A, 10\%, 23 \text{ meses})$$

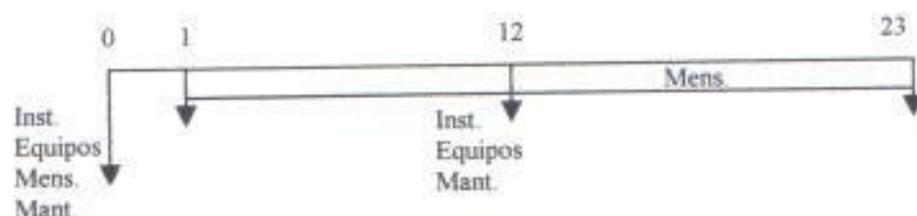
$$(P/F, 10\%, 1 \text{ año}) = 0.91$$

$$(P/A, 10\%, 23 \text{ meses}) = 20.85$$

$$VP = 11204 + 4700 * (0.91) + 2500 * (20.85)$$

$$VP = 67606.00$$

## SURATEL



$$VP = 6050 + 6600 + 9000 + 5060 + (6050 + 6600 + 9000) \cdot (P/F, 10\%, 1 \text{ año}) + 5060 \cdot (P/A, 10\%, 23 \text{ meses})$$

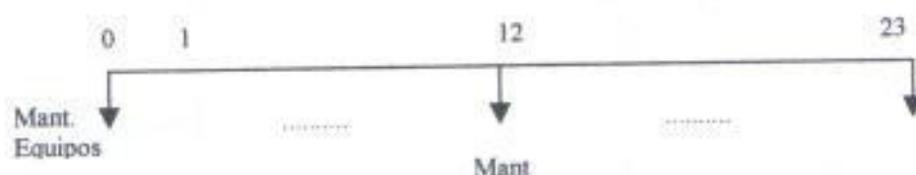
$$(P/F, 10\%, 1 \text{ año}) = 0.91$$

$$(P/A, 10\%, 23 \text{ meses}) = 20.85$$

$$VP = 26710 + 21650 \cdot (0.91) + 5060 \cdot (20.85)$$

$$VP = 151912.50$$

## RED DE LA DAC



$$VP = 7000 + 45126 + 7000 \cdot (P/F, 10\%, 1 \text{ año})$$

$$(P/F, 10\%, 1 \text{ año}) = 0.91$$

$$VP = 52126 + 7000 \cdot (0.91)$$

$$VP = 58496.00$$

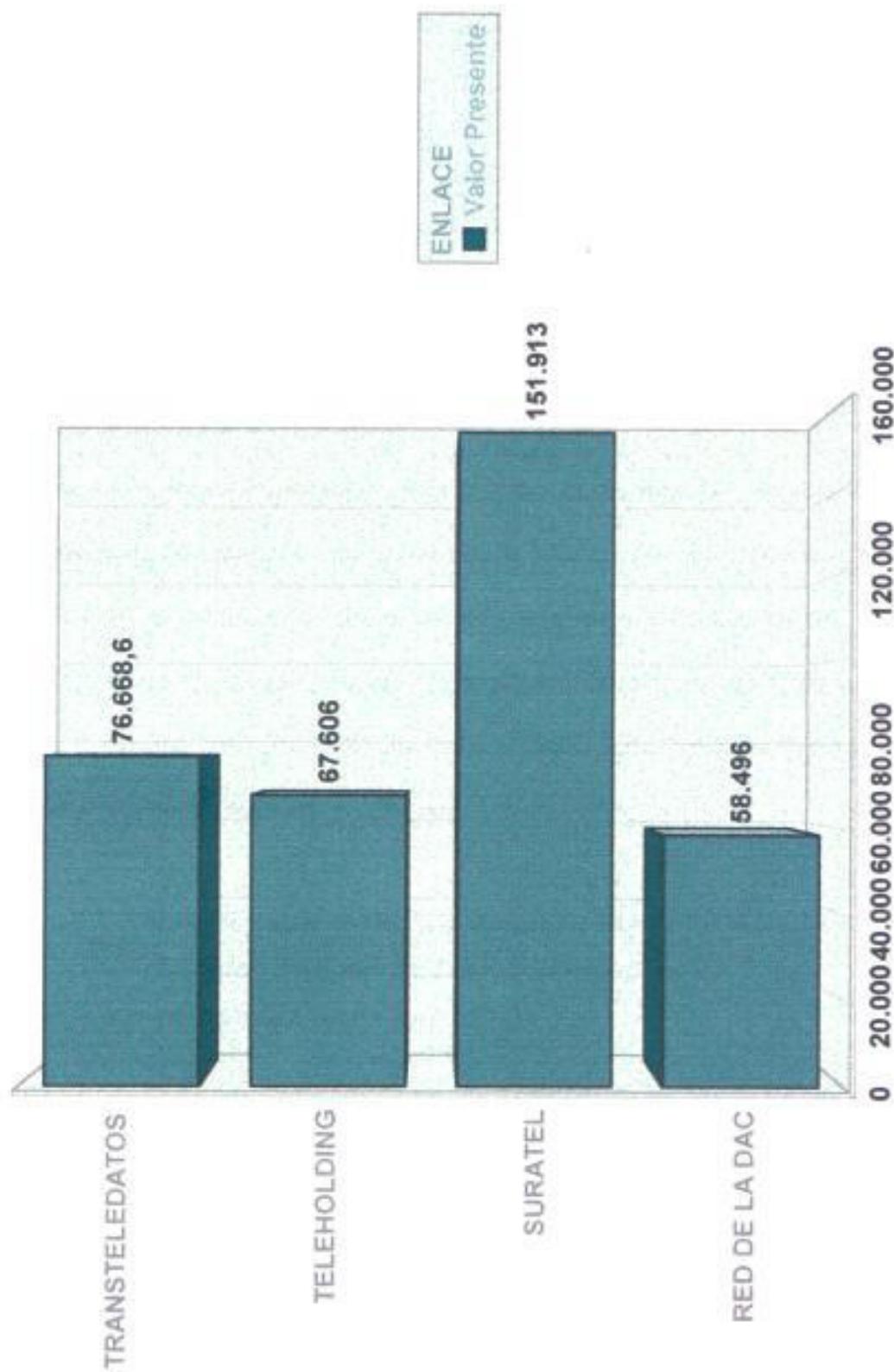


FIGURA 35. Gráfico Comparativo de Alternativas por medio del Valor Presente

**TABLA XX. Comparación de Alternativas por medio del Valor Presente**

ENLACE	VALOR PRESENTE
TRANSTELEDATOS	\$ 76668.60
TELEHOLDING	\$ 67606.00
SURATEL	\$ 151912.50
RED DE LA DAC	\$ 58496.00

## 5.2 ANÁLISIS DE EFICIENCIA

Otro de los aspectos importantes en el Estudio de Factibilidad, es el tiempo de transmisión de las imágenes. No solo debemos guiarnos por el factor económico, ya que no está necesariamente relacionado con la eficiencia de transmisión, la cual involucra el retardo de transmisión y la seguridad del enlace. A continuación se detalla el tamaño aproximado de las imágenes, las cuales serán transmitidas y la velocidad a la que se realizan los enlaces:

**Tamaño aproximado de la Imagen:** 4 Mbytes = 32000 Kbits

**Velocidad del Canal de Transmisión:** 64 Kbps

**Tamaño de 1 byte:** 8 bits

$$T_{\text{TRANSMISION DE LA IMAGEN}} = \frac{\text{TAMAÑO DE LA IMAGEN (Kbits)}}{\text{VELOCIDAD DEL CANAL (Kbps)}}$$

### 5.2.1 Cálculo del Tiempo de Transmisión de la Imagen

#### TRANSTELEDATOS

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = T_{\text{canal 64 Kbps}} + 2T_{\text{transmisión por fibra}} + T_{\text{transmisión satelital}}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = 8,33 \text{ min.} + 2 \cdot 0,003 \text{ min.} + 0,00416 \text{ min.}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = \mathbf{8,34016 \text{ min.}}$$

#### TELEHOLDING

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = T_{\text{canal 64 Kbps}} + T_{\text{transmisión red TELEHOLDING}}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = 8,33 \text{ min.} + 3,33\text{E-}4 \text{ min.}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = \mathbf{8,33033 \text{ min.}}$$

#### SURATEL

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = T_{\text{canal 64 Kbps}} + T_{\text{transmisión satelital}}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = 8,33 \text{ min.} + 4,16\text{E-}3 \text{ min.}$$

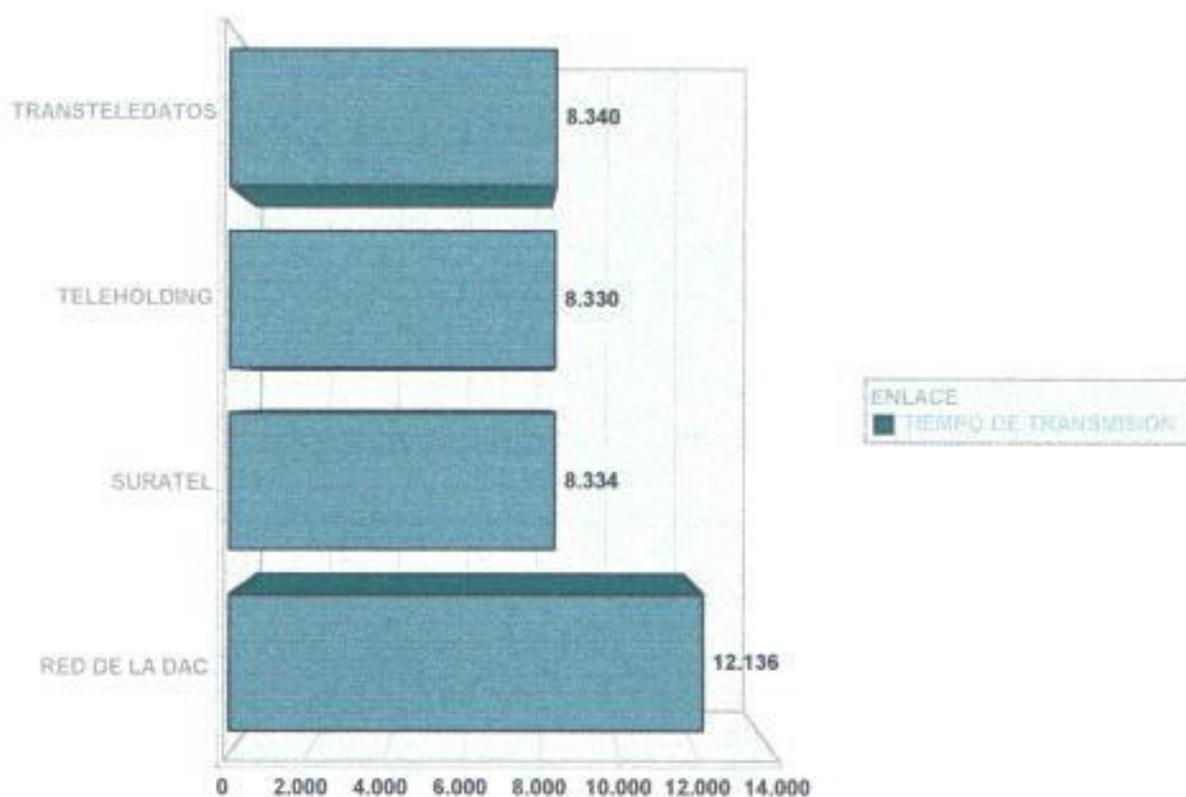
$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = \mathbf{8,33416 \text{ min.}}$$

## RED DE LA DAC

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = T_{\text{canal 64 Kbps}} + T_{\text{canal INBOUND}} + T_{\text{canal OUTBOUND}}$$

$$T_{\text{Transmisión de la Imagen}} = 8.33 \text{ min.} + 2.77 \text{ min.} + 1.036 \text{ min.}$$

$$T_{\text{transmisión de la imagen}} = 12.136 \text{ min.}$$



**FIGURA 36. Gráfico Comparativo del Tiempo de Transmisión de la Información**

### 5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Al finalizar los cálculos de los costos y tiempos, tenemos que comparar los diferentes resultados y elegir la mejor alternativa, basándose en las ventajas y desventajas que presentan. Entre las alternativas, tal vez, encontremos características similares, pero entre esas debemos escoger la más conveniente, de acuerdo a las necesidades de la DAC.

#### TRANSTELEDATOS

##### Ventajas:

- El medio de transmisión empleado es uno de los más seguros y eficientes; con lo que se ofrece, al cliente, calidad en el enlace.
- Requiere una inversión inicial relativamente menor en comparación a las otras alternativas.
- Los equipos empleados nos ofrecen la posibilidad de transmisión de voz a través de dos Slots de expansión, para puertos seriales extras para la interconexión de puntos adicionales o tarjetas de voz, y así aprovechar que ya se dispone del enlace de la transmisión de datos y ahorrar el paso de llamadas por la red pública de teléfonos. Aquí se puede combinar la expansión a un puerto serial extra y un canal de voz según la necesidad.

##### Desventajas:

- En el estudio de valor presente, el resultado nos ofrece un valor alto, en comparación con las otras alternativas, ya que presenta el segundo costo más alto.

- El enlace que ofrece esta empresa trabaja con protocolo Frame Relay, es decir, que no se mantendrá una velocidad de transmisión fija, ya que este protocolo al detectar un aumento de tráfico, automáticamente empieza a disminuir su velocidad a la mitad hasta que vuelva a su nivel de tráfico umbral.

## **TELEHOLDING**

### Ventajas:

- Menor costo, por inversión inicial.

### Desventajas:

- Enlace inseguro al entrar en la red de PACIFICTEL/ANDINATEL, puesto que el medio de transmisión es muy susceptible a factores externos: interferencia electromagnética, clima; y factores internos: paros y huelgas.

## **SURATEL**

### Ventajas:

- Ofrece una velocidad de transmisión fija, independiente de la demanda de tráfico.
- El enlace ofrecido, es un enlace seguro debido al medio de transmisión que emplea.

### Desventajas:

- Al realizar el análisis económico, por medio del método anteriormente explicado, esta empresa proyectó un costo de inversión elevado en comparación con las otras alternativas, ya que posee el costo mensual y de instalación más altos.

## RED DE LA DAC

### Ventajas:

- Instalación y mantenimiento puede ser realizado por los técnicos de la DAC
- Utiliza su propia red VSAT, de tal manera que no depende de ninguna compañía para su enlace.
- No paga ningún valor adicional a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, ya que está enviando las imágenes a través de sus canales de transmisión.
- Enlace seguro, en la medida que las condiciones meteorológicas así lo permitan.

### Desventajas:

- Presenta una fuerte inversión inicial, pero que basándonos en nuestro análisis económico, a futuro, resulta ser la mejor inversión.
- El tiempo de transmisión resultó ser el mayor de los enlaces ofrecidos por las empresas analizadas, con cuatro minutos aproximadamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de este trabajo está basado en aspectos técnicos y económicos; mediante los cuales podemos concluir que:

- Todos los diseños de los enlaces se realizaron tomando directamente los datos desde el servidor y no desde el terminal Unix, ya que así se asegura el envío de las imágenes a Quito, en caso de que ocurra alguna falla con el terminal en Guayaquil,
- El período para el cual se realiza el análisis es de dos años, ya que consideramos que es un período prudencial frente a cualquier avance tecnológico en recepción de imágenes meteorológicas,
- La alternativa que sugerimos en base a los análisis de eficiencia y económicos es la de la Actualización de la Red de la DAC.
- La opción de la Red de la DAC, presenta una fuerte inversión inicial, pero este factor no resulta un inconveniente, ya que posee suficientes recursos para afrontar un gasto de esta magnitud, dada su naturaleza de institución del Estado, que

genera sus propios recursos, y además, cuenta con el apoyo y asesoramiento de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).

- Revisando los resultados del análisis del valor presente (VP) es notorio que la actualización del software de la Red de la DAC y la adquisición de equipos, resulta más ventajoso en comparación a las otras alternativas,
- El enlace se considerará como "permanente", ya que la DAC prevee utilizar esta tecnología por lo menos unos 10 años, hasta que los proveedores ofrezcan una nueva tecnología o su actualización.
- Dado que el enlace no requiere que las imágenes lleguen en "tiempo real", podríamos considerar aceptable la diferencia de cuatro minutos que existe entre la Red de la DAC y las otras alternativas; esta diferencia de cuatro minutos podría reducirse, ampliando la capacidad del canal, pero esto implicaría una inversión en equipos y software, mucho más costosa,
- Los técnicos de la DAC poseen amplios conocimientos de la red satelital, de esta manera no tendrán esa relación de dependencia que se origina cuando se usa un servicio ofrecido por terceros,
- La segunda mejor alternativa fue TELEHOLDING, con relación a los costos; pero debemos acotar que su tráfico atraviesa las redes de PACIFICTEL y ANDINATEL, convirtiendo a esta, en la alternativa menos confiable debido a todos los inconvenientes presentados por esta red,

- En relación con el punto anterior, TRANSTELEDATOS, se convertiría en la opción más rentable, después de la DAC, porque emplea un medio de transmisión más seguro,
- La DAC actualmente tiene una red que puede ser utilizada no solo para ésta transmisión sino que puede ser usada para aplicaciones mucho más complejas, ya que tiene todos los mecanismos posibles para realizarlo, más aún con la actualización del software de la misma. Ofrecer otro tipo de servicios, como: transmisión de datos o voz a otros usuarios como son: las aerolíneas, agencias de renta de carros, agencias de viajes, florerías, información adicional; claro está, con la debida autorización de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

## ACRÓNIMOS

ACD:	Adquisición de Comandos y Datos
AOR:	Atlantic Ocean Region
AUI:	Attachment Unit Interface
BD:	Burst Demulatore
BDS:	Burt Demulator Switch
BE :	Burst Envelope
BER:	Bit Error Rate
BIO:	Berg - Input/Output
BL:	Bit – Lock
BNC:	Bayonet Navy Connector
BRI:	Basic Rate Interface
COC:	Centro de Operaciones y Control del Satélite
CPU:	Control Processing Unit
CRC:	Cyclic Redundancy Check
CSC:	Common Signal Channel
CSMA/CD:	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
DAC:	Dirección de Aviación Civil
DAMA:	Demand Assigned Multiple Access
DCE:	Data Communication Equipment
DCME:	Digital Circuit Multiplication Equipment

DSU:	Digital Service Unit
DTE:	Data Terminal Equipment
DTU:	Data Termination Unit
FIFO:	First Input First Output
FRAD:	Frame Relay Access Device
FXO:	Foreign eXchange Office
FXS:	Foreign eXchange Subscriber
GFI:	General Format Identifier
GVAR:	GOES Variable
HDLC:	High Level Data Link Control
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IF:	Intermediate Frequency
INTELSAT:	International Telecommunication Satellital Organization
IP:	Internet Protocol
IPX:	Internet Packet Exchange
ISDN:	Integrated Services Digital Network
ISO:	International Standars Organization
ITU:	International Telecommunication Unit
LAN:	Local Area Network
LCP:	Link Control Processor
LNA:	Low Noise Aplifier
MCU:	Master Clock Unit
MES:	Micro Earth Station
NCU:	Network Control Unit
NMS:	Network Management System
NOC:	Network Operator Console
NTU:	Network Terminating Unit
NVM:	Non - Volatile Memory
PABX:	Private Automatic Branch eXchange
PL:	Phase-Lock

OACI:	Organización de Aviación Civil Internacional
OSI:	Open Systems Interconnection
RF:	Radio Frequency
RTD :	Round Trip Delay
SCM:	Subnetwork Control Module
SCP:	Subnetwork Control Processor
SCPC:	Single Channel Per Carrier
SCSI:	Small Computer System Interface
SCU:	Subnetwork Control Unit
SIO:	Serial Input Outputs
SNA:	System Network Architecture
SPC:	Synchronous Port Clock
STM:	Satellite Technology Management
TDM:	Time Division Multiplexing
TDMA:	Time Division Multiple Access
TSM:	Transmit SCPC Module
VCO:	Voltage Control Oscillator
VSAT:	Very Small Aperture Terminal

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

100 BASE T:	Una variante de la norma IEEE 802.3 especifica como las estaciones se conectarán a una red a través del cable tipo par trenzado (cable telefónico) y se comuniquen a 10 Mbps.
APPLE TALK:	Grupo de protocolos, conforme a OSI, independientes del medio -Ethernet, Token Ring y Local Talk- , que proporcionan servicios completos de red en el entorno Apple.
ASINCRÓNICA:	Modo de transmisión de datos en el que el instante de emisión de cada carater o bloque de caracteres se fija arbitrariamente, sincronizando con Star-Stop.
ALBEDO:	Potencia reflectora de un cuerpo iluminado.
AUI:	Interface entre un controlador Ethernet/IEEE 802.3 y el transceptor banda base.
CRC:	Comprobación de redundancia ciclica. Un método empleado para detectar errores, mediante el uso de un polinomio que genera un código determinado que se transmite con el bloque de datos.
CSMA/CD:	Método para evitar colisiones en las redes de área local en las que varios usuarios pueden enviar mensajes.
DAMA:	Acceso Múltiple por Asignación de Demanda.
DCME:	Equipo Digital de Multiplicación de Circuitos.

FIFO:	Pila, primera entrada primera salida
DTE:	Equipo Terminal de Datos. Unidad funcional de una estación de datos que establece un enlace lo mantiene y finaliza, realizando las funciones de protocolo necesarias para ello.
ETHERNET:	Red de área local con topología de bus y velocidad de 10 Mbits/s sobre cable coaxial que sigue la norma IEEE 802.3, utilizando el protocolo CSMA/CD.
FXO:	Interface de voz que emula una extensión PABX para conexión con un multiplexor
FRAME RELAY:	Una interface de conmutación desarrollada para operar en modalidades de paquetes. Generalmente se lo considera como el futuro reemplazo a X.25.
FXS:	Interface de voz que emula una interface de extensión de un PABX.
HDLC:	Protocolo de alto nivel, orientado al bit, para el control del enlace de datos, en modo sincrónico.
HUB:	Elemento multipuerto y multiacceso empleado par la interconexión de distintos de cables y de arquitectura, pudiendo ser activo o pasivo. Estación terrena que realiza una función coordinadora de otras VSAT's.
IEEE:	Organismo americano responsable de determinados estándares en el campo de las telecomunicaciones; los más importantes son la definición de los niveles 1 y 2 para LAN, el algoritmo para la codificación de números en punto flotante y la estandarización del lenguaje PASCAL de programación.
INTELSAT:	Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite.
IP:	Protocolo de nivel 3 que contiene información de dirección y control para el encaminamiento de los paquetes a través de la red. Suele asociarse a TCP.

ISO:	Organismo cuya función es la de coordinar los trabajos de normalización realizados por los diferentes organismos internacionales.
ITU:	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
LAN:	Red de área local, que interconecta, a alta velocidad, una serie de terminales informáticos, permitiendo de esta manera la compartición de recursos.
MES:	Micro Estación Terrena.
Modelo OSI:	Protocolos de interconexión de redes abiertas, definido por el ISO en 1984, que regulan la comunicación entre equipos y sistemas de diversos fabricantes.
NCU:	Unidad de Control de Red.
Niveles OSI:	Son las siete capas o niveles en que se estructura el modelo OSI de ISO:; físico, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación, para permitir la interconexión de sistemas abiertos.
NMS:	Sistema de Administración de Red.
PABX:	Central privada de conmutación, situada en casa del usuario, que proporciona acceso de éstos entre si y con la red telefónica pública.
Protocolo:	Conjunto de normas que regulan la comunicación: establecimiento, mantenimiento y cancelación, entre los distintos dispositivos de una red o de un sistema.
Ruteador:	Nodo que asume las funciones de encaminar el tráfico de la red hacia los nodos de destino siguiendo la ruta más apropiada; al operar a nivel de red, depende del protocolo.
SCPC:	Canal Simple por Portadora.
SCU:	Unidad de Control de Sub-red.
Sistema Abierto:	Conjunto de elementos informáticos conforme a los estándares establecidos en el modelo OSI, y que por lo tanto pueden comunicarse con cualquier otro que lo sea.

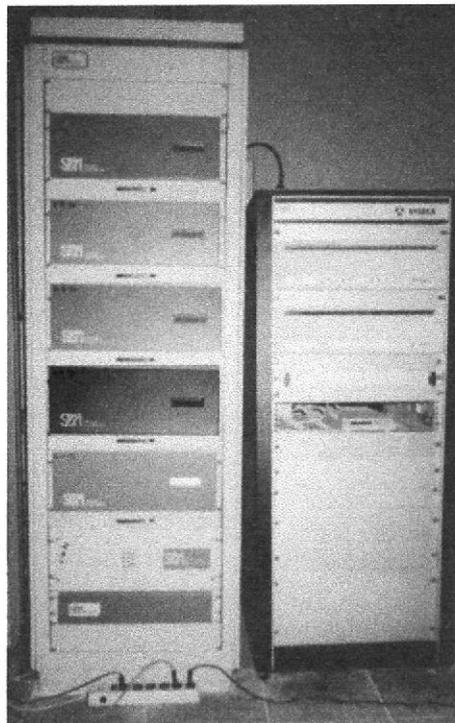
- TDM: Técnica de multiplexación por división en el tiempo, que permite intercalar los datos procedentes de varios usuarios en un único canal, vía serie.
- TDMA: Acceso Múltiple por División de Tiempo.
- TSM: Módulo de Transmisión SCPC.
- UIT: La Unión Internacional de Telecomunicaciones, es uno de los organismos más antiguos de normalización. Recientemente se ha reestructurado en tres sectores: el de normalización de telecomunicaciones (ITU-T), establecido para gestionar todas las actividades de normalización del antiguo CCITT, el de comunicaciones vía radio (ITU-R), y el sector de desarrollo, que gestiona la asistencia a países en vía de desarrollo en materia de telecomunicaciones.
- VSAT: Dispositivo que permite la recepción de señales emitidas por un satélite, por medio de una antena de reducidas dimensiones.
- X.25: Las recomendaciones desarrolladas por el CCITT que definen un protocolo para la comunicación entre redes públicas de paquetes conmutados y dispositivos de usuarios en modalidad de paquetes conmutados.
- X.STAR: Protocolo de nivel de red, que utiliza las tres primeras capas del modelo OSI, para procesar los datos a través del enlace satelital desarrollado por la STM.

## BIBLIOGRAFÍA

1. L. W. Couch, Digital and Analog Communication Systems (4ta. Edición; New York: Macmillan, 1993), pp.419-426.
2. J. M. Huidrovo, Guía Rápida de Comunicaciones (España: Paraninfo, 1995), pp.195-216.
3. W. Stallings, Data and Computer Communications (5ta. Edición; New Jersey: Prentice Hall, 1996), pp. 190-191.
4. L. T. Blank y A. J. Tarquin, Ingeniería Económica pp. 117-131.
5. N. Vásquez, Instalación de la Red Satelital para Uso Aeronáutico que Opera en los Aeropuertos del Ecuador (Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1997)
6. W. Quinde, "Sistema de Comunicación Satelital" (Tópico, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996).
7. R. A. Ares, Servicios, Enlaces y Redes, "Telecomunicaciones Internacionales" (1996), Capítulo 3.
8. STM X.STAR 200 Training Material (Los Angeles,1993).

9. Operations Ground Equipment-Interface Specification, Part 1 (Palo Alto, California, 1994).
10. GOES GVAR HIRES-8G, System Manual (Alden Electronics, 1997).
11. GOES GVAR HIRES-8G, Operator's Manual (Alden Electronics, 1997).
12. Internet: [www.alden.com](http://www.alden.com)
13. Internet: [www.intelsat.com](http://www.intelsat.com)
14. Internet: [www.stm.com](http://www.stm.com)

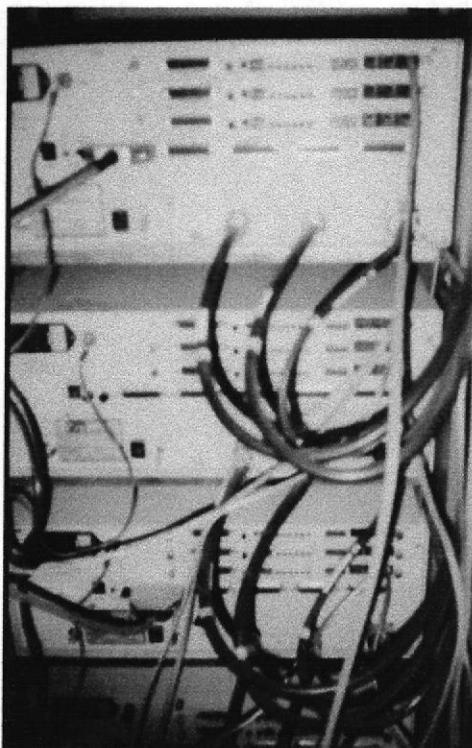
## ANEXO A



**FOTO 1. Vista Frontal del Equipo VSAT del Aeropuerto “Simón Bolívar” de la ciudad de Guayaquil.**



**FOTO 2. Antena VSAT del Aeropuerto “Simón Bolívar”  
de la ciudad de Guayaquil**



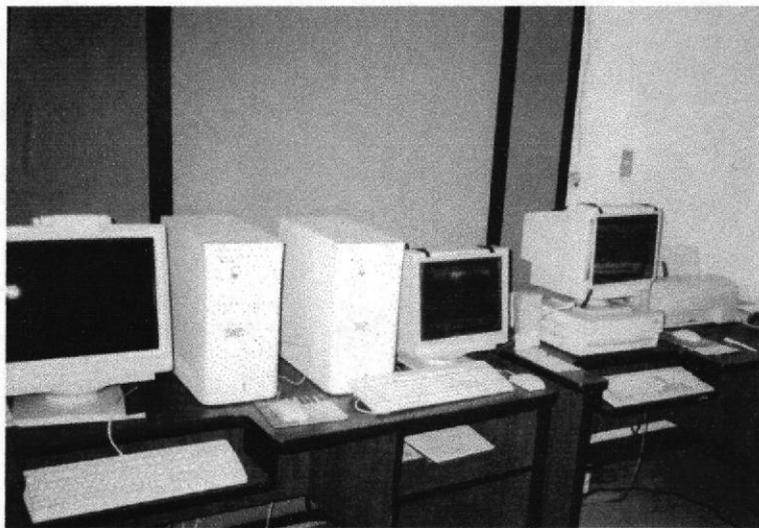
**FOTO 3. Vista Posterior del Equipo VSAT del Aeropuerto “Simón Bolívar” de  
la ciudad de Guayaquil.**



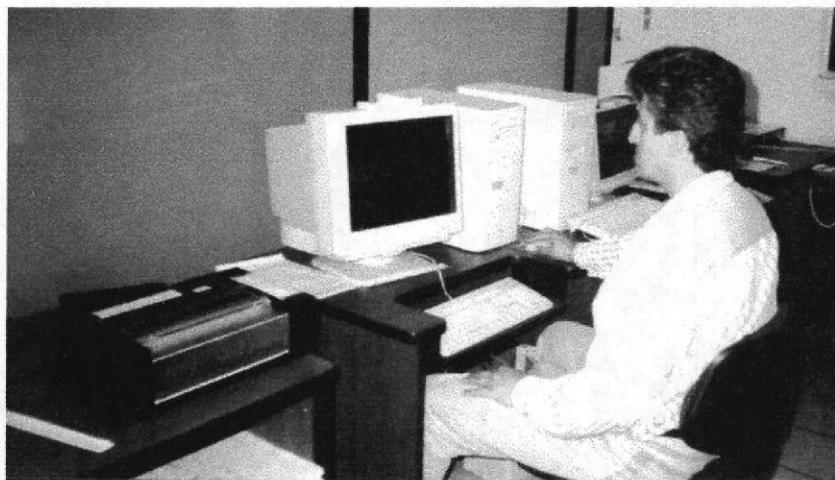
**FOTO 4. Antena Receptora del Equipo Servidor de Datos Meteorológicos**



**FOTO 5. Equipo Servidor de Datos Meteorológicos**



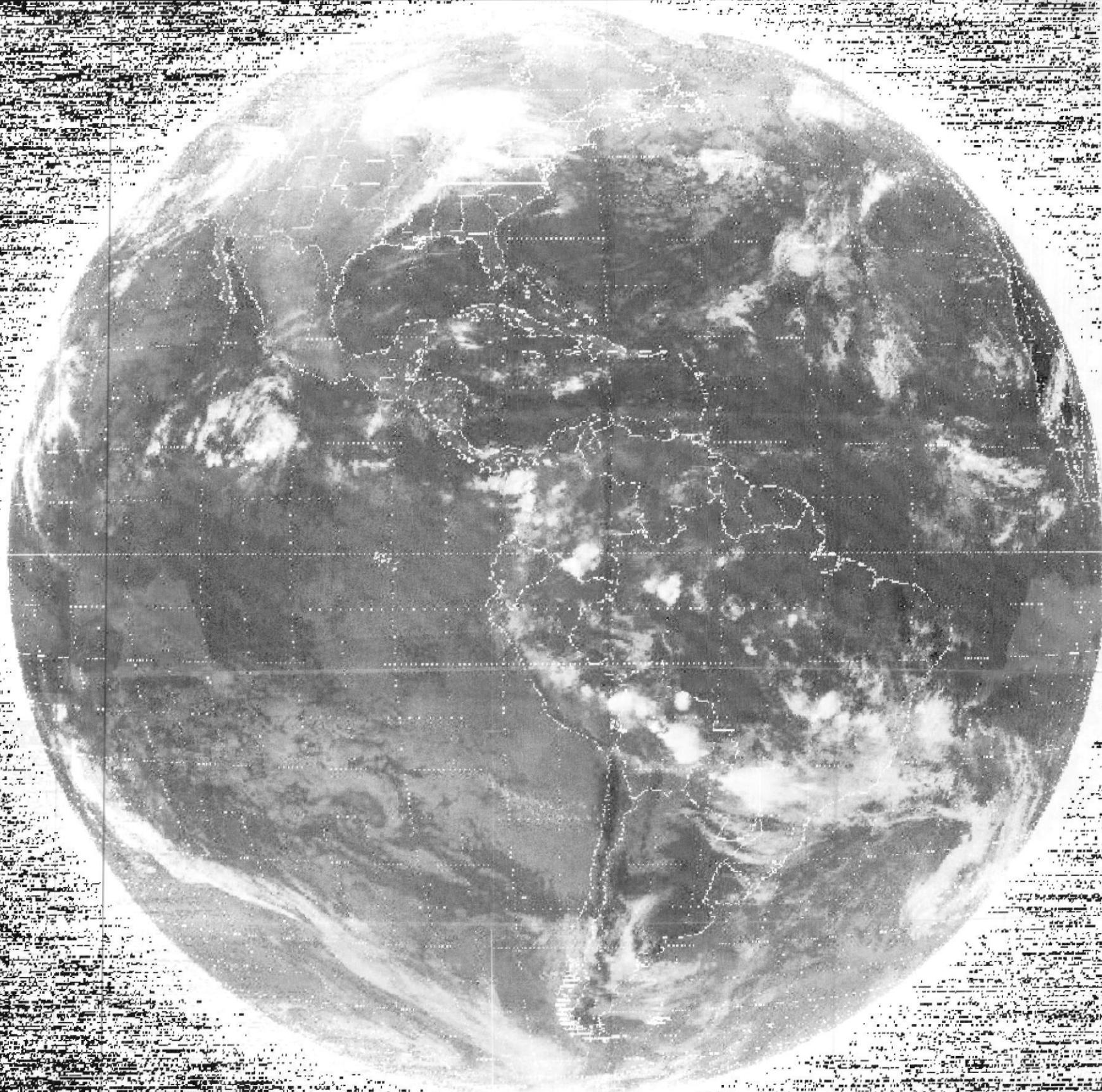
**FOTO 6. Servidor de Datos Meteorológicos junto con Terminales**



**FOTO 7. Operador analizando Imágenes Meteorológicas**

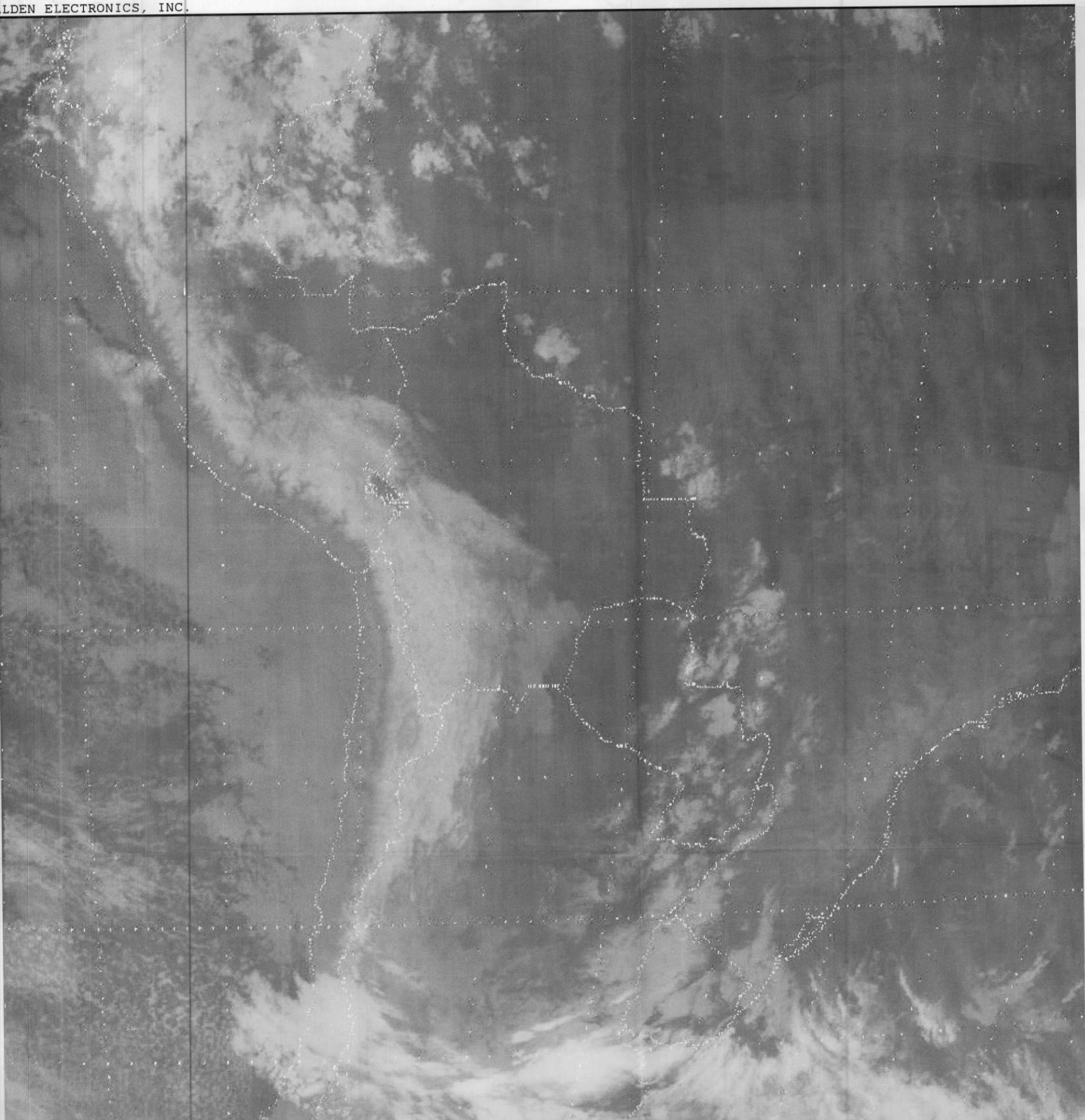
ANEXO B

DEN ELECTRONICS, INC.



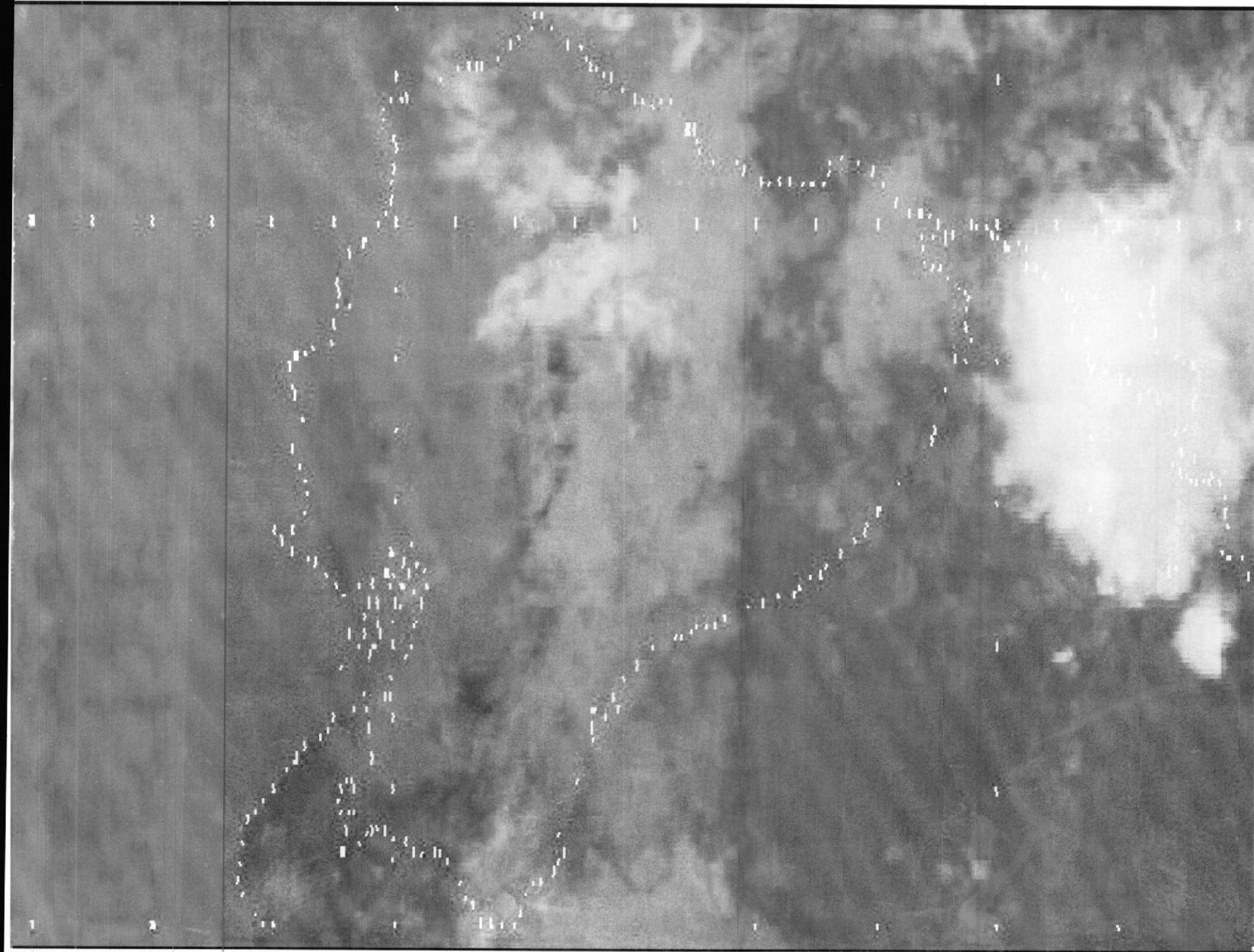
Tue Nov 10 12:00:16 1998 World\_LW

LDEN ELECTRONICS, INC.



Thu Jul 16 11:45:16 1998 Gye\_Sur

ALDEN ELECTRONICS, INC.



**FOTO 10. Acercamiento del Ecuador**