



**PROGRAMA DE MASTER
EN SISTEMAS Y REDES DE COMUNICACIONES**

TRABAJO FINAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
TELEVISIÓN POR SATÉLITE CON COBERTURA AMPLIA REGIONAL**

Tutores: Julián Seseña Navarro (Empresa)
Luis Mercader del Río (E.T.S.I.T.)

Alumno: Jaime Vallejos Laos

CURSO: 1991

A mis padres
y esposa,
razón de mi esfuerzo.

PRESENTACIÓN

El desarrollo del presente trabajo titulado "**Estudio de Factibilidad de una Red de Distribución de Televisión por Satélite con Cobertura amplia Regional**", es el resultado de una pasantía, que, por más de siete meses, se ha llevado a cabo en la Empresa HISPASAT S.A. y además contando con el aporte académico de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) a través del curso "Comunicaciones por Satélite" como parte del Programa de 100 Máster en Sistemas y Redes de Comunicaciones.

Para ello, se ha contado como tutor, por parte de HISPASAT, con el Ing. Julián Seseña Navarro y como asesor por parte de la UPM al Dr. Luis Mercader del Río de la E.T.S.I.T.

Agradezco a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo; así también al grupo de ingenieros del Departamento de Sistemas de Telecomunicaciones de HISPASAT S.A., y en particular, al Dr. Luis Mercader del Río, profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid, por sus valiosas sugerencias en el desarrollo del mismo.

Jaime Vallejos Laos

Madrid, enero de 1992.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
Objetivo	9
Alcance	10
Aporte	11

Capítulo I

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE	
1. Aspectos Generales	13
2. El Segmento Espacial	14
2.1 El Satélite	14
2.2 Telemedida, telecomando y seguimiento	16
3. El Segmento Terreno	16
4. Bandas de frecuencias utilizadas	17
4.1 Sistemas Internacionales	21
4.2 Sistemas Regionales y Nacionales	21
5. Limitaciones en las comunicaciones por satélite ...	22

Capítulo II

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE HISPASAT-1	
1. Introducción	27
2. Configuración del sistema	28
3. Misiones	30
3.1 Servicio de Radiodifusión Directa	32
3.2 Servicio Fijo por Satélite	32
3.3 Misión América	33

3.4 Misión Gubernamental	36
4. Aplicaciones y Servicio	39
4.1 Sistemas de Radiodifusión y Televisión	39
4.2 Redes de Comunicación	41
4.3 Enlaces de Acceso	41
4.4 Redes Dedicadas	42

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. Configuración de la red	46
1.1 Calidad de recepción directa o individual	47
1.2 Calidad de recepción colectiva	47
2. Plan de frecuencias	47
3. Parámetros técnicos definidos por el CCIR para la transmisión de señales de video y acompañamiento sonoro	49
3.1 Transmisión de video	49
3.2 Transmisión de acompañamiento sonoro	50
4. Cálculos de enlaces	53
4.1 Cálculo del ángulo de elevación de la antena (θ), distancia desde la estación terrena al satélite geoestacionario (L) y azimut (Z) hacia el satélite	54
4.2 Atenuación atmosférica	55
4.3 Atenuación por precipitaciones	55
4.4 Estadísticas de precipitación	60
4.5 Degradación de la G/T	66
4.6 Cálculo del flujo de potencia	69
4.7 Balance de enlace	69
5. Características técnicas generales de las estaciones terrenas	79

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones y observaciones	121
2. Recomendaciones	124

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El progreso alcanzado por los sistemas de comunicaciones por satélite ha contribuido al uso de nuevas bandas de frecuencias que algunos años atrás eran consideradas prohibitivas para su uso en la radiodifusión en directo por satélite, como es el caso de la banda Ku. Naturalmente que esto ha sido posible gracias al aumento de la potencia radiada por los satélites y a los dispositivos modernos de estado sólido (transistores HEMT, por ejemplo); así también al uso de nuevas estaciones terrenas con LNA's que prescindan de sistemas de refrigeración a fin de reducir los costos de mantenimiento y mantener, al mismo tiempo, la confiabilidad del sistema sin degradar la temperatura de ruido total del sistema de recepción. Aunque de por sí el LNA posee un ruido intrínseco reducido (debido a efectos térmicos de los dispositivos que posee), una forma de reducir la temperatura total del sistema de recepción es incrementar la ganancia de las etapas posteriores del LNA con la finalidad de "enmascarar" la contribución de ruido del propio receptor.

Otras de las bandas con miras a utilizarse, actualmente en experimentación, es la banda Ka. El uso de esta banda podrá traer consigo grandes posibilidades de nuevos servicios y expansión de los actuales, solamente si las dificultades de atenuación por lluvias en el cálculo de la confiabilidad de sistemas y enlaces y los altos costos de los equipos fueren controlados, y si se logra un completo conocimiento de los parámetros del sistema, de tal modo que se consiga un uso eficiente de dicha banda.

El sistema HISPASAT, consciente de esta realidad, ha

diseñado sus planes de frecuencia para sus múltiples servicios a ofrecer en la banda Ku, según las diferentes misiones que se verán en el capítulo II. Esto trae como consecuencia el aumento de la capacidad de información a transmitir, el reducido diámetro de las estaciones terrenas receptoras y transmisoras y, por consiguiente, la reducción en los costos de los equipos terminales terrenos.

El sistema HISPASAT incorpora a España a las tecnologías avanzadas de la TV del futuro con su participación muy directa en el proyecto EUREKA 95 HDTV, a través del consorcio español C.E.T.E.A.D. (Consortio Español para el Desarrollo de la Televisión Europea de Alta Definición).

Desde el sistema HISPASAT se realizarán emisiones experimentales de alta definición encaminadas a desarrollar e implantar la norma europea de televisión de alta definición (HDTV).

Así también mediante sus aplicaciones y servicios, el sistema HISPASAT permitirá proveer, con recursos propios, sistemas de radiodifusión y televisión, redes de comunicación, enlaces de acceso y redes dedicadas; todo ello a fin de satisfacer de manera unificada las necesidades en materia de comunicaciones a todo el territorio nacional.

La realización de este trabajo de fin de curso de máster ha sido posible tomando como referencia, básicamente, la información proporcionada por HISPASAT S.A. en lo relativo a la misión América.

La administración española dentro de sus objetivos de renovación y mejora de sus sistemas de telecomunicaciones y con la finalidad de contar con un sistema eficiente que contribuya, competitivamente, con los actuales sistemas de comunicaciones en

servicio en el país, ha determinado la creación del Sistema de Satélites HISPASAT-1 que permita a España contar con una moderna y eficaz alternativa de solución a sus necesidades de comunicaciones. Para ello se efectuó el diagnóstico correspondiente a los sistemas existentes y siendo de necesidad la independencia de sistemas interestatales e internacionales, se llegó a la conclusión de la necesidad de puesta en operatividad de un sistema por satélite propio aprovechando, asimismo, la característica de multimisión del sistema.

El capítulo I da la descripción de un sistema de comunicaciones por satélite, sus bondades y sus limitaciones en cuanto a consideraciones técnicas.

El capítulo II abarca las características y configuración del sistema por satélite HISPASAT-1, sus objetivos y los medios para cumplirlos a través de misiones específicas.

El capítulo III comprende el análisis de la ingeniería del proyecto propiamente dicha; se muestra la metodología empleada por HISPASAT y se compara con la teoría para los cálculos respectivos, las bandas de frecuencias utilizadas, algunas de las características técnicas de las estaciones terrenas a emplear en recepción, etc.

Por último, en el capítulo IV, se presentan las conclusiones, observaciones y recomendaciones pertinentes como resultado del análisis realizado.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el de disponer de una base técnica destinada a los usuarios de sistemas de comunicaciones por satélite; asimismo, proporcionar información relativa del sistema HISPASAT y analizar cada uno de los

parámetros que intervienen en el diseño de la red. Para ello, se tomará en cuenta la distribución del segmento terreno para la cobertura americana (de acuerdo a la importancia de las ciudades de cada uno de los países dentro de la cobertura del satélite), las condiciones meteorológicas para cada región de la cobertura, la calidad del servicio ofrecido (tanto para recepción individual como colectiva), problemas de interferencia debido a otros sistemas por satélite, análisis de las características técnicas de las estaciones terrenas para cada uno de los países de la cobertura americana, técnicas de reutilización de frecuencias para ampliar la capacidad del satélite, balances de enlace, etc.

Cabe señalar, que el análisis que se realizará en este trabajo debe ser considerado como una referencia hacia lo que será la red de telecomunicaciones que prevé la misión TV América implementada en el sistema de satélites HISPASAT-1, y que progresivamente estará operativa de acuerdo a las necesidades de tráfico y de demanda por parte de la comunidad de habla hispana en América.

Alcance

Como se verá más adelante en el capítulo II, el sistema HISPASAT para cumplir con sus objetivos trazados cuenta con cuatro misiones específicas que son:

- Servicio de Radiodifusión Directa de Televisión
- Servicio Fijo por Satélite
- Misión América
- Misión Gubernamental

Este trabajo se orientará básicamente a la misión América y principalmente al servicio de distribución de televisión; ya que, esta misión también prevé un canal de retorno como servicio de contribución. Esta modalidad de transmisión desde América otorga nuevas posibilidades al sistema de satélites HISPASAT-1 y hace posible la propuesta de cooperación con los

países hispanoamericanos; así también, permitirá además la contribución cultural de estos países hacia Europa.

El análisis realizado en este trabajo, así como el estudio y los resultados que en él se indican, se basan en los modernos sistemas de gestión, operación e implementación de enlaces de telecomunicaciones vía satélite basándose en sistemas satelitales modernos.

Aporte

Como consecuencia de los objetivos trazados al inicio de este trabajo, se pretende realizar un estudio comparativo de los resultados obtenidos por HISPASAT, en lo relativo a la red de distribución de la misión América, y los obtenidos en el desarrollo del presente estudio.

Se espera que este trabajo resulte de utilidad para la Sociedad HISPASAT y contribuya a los objetivos trazados por la empresa.

Capítulo I

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE

1.- Aspectos generales

El enlace por satélite difiere de los enlaces terrestres en la medida en que el primero es limitado en potencia y frecuencia. En el sistema por satélite, el margen debe ser mínimo para una tasa de error requerida, donde están presentes contribuciones de ruido, filtros y amplificadores no lineales que, agregados, producen degradación en la relación señal a ruido en la recepción, que puede tornar el enlace no operacional. En las comunicaciones por satélite, las técnicas de modulación, codificación y acceso, y la interacción de esas técnicas con las características del canal, tienen un impacto mucho más fuerte en la eficiencia y economía del sistema, que en la red terrestre para transmisión de voz y televisión. En efecto, en lo que se refiere al acceso al canal, por ejemplo, se toma como referencia la experiencia de la red terrestre de microondas para la transmisión de voz y televisión, lo que aplicado a los sistemas por satélite ofrece mayores posibilidades en los campos técnico y económico.

En el presente capítulo se describen los elementos esenciales que conforman un sistema de comunicaciones por satélite y las relaciones entre ellos. Este capítulo tiene por objeto ofrecer una definición general de estos elementos y los factores que influyen en la relación de un determinado parámetro.

Puede preverse que el futuro de las telecomunicaciones por satélite dependerá cada vez más de la utilización eficaz de sus características específicas: capacidad de acceso múltiple, es decir, conectividad multipunto a multipunto (en particular para tráfico disperso de densidad media o pequeña), capacidad de distribución, esto es, transmisión punto a multipunto (por

ejemplo, para la radiodifusión de televisión pero también para la distribución de datos), flexibilidad para cambios del tráfico y de la arquitectura de red y también facilidad de funcionamiento y puesta en servicio.

Estas características únicas se adaptan bien a las futuras redes de servicios integrados, y también proporcionarán a los países en desarrollo un instrumento altamente eficaz desde el punto de vista de costos para mejorar sus comunicaciones.

Un sistema de comunicaciones por satélite está compuesto básicamente por dos bloques principales:

- el segmento espacial,
- el segmento terreno.

En los apartados siguientes se comentará brevemente las características de cada uno de estos bloques.

2.- El Segmento Espacial

El segmento espacial de un sistema de telecomunicaciones por satélite consiste en los satélites y en las facilidades en tierra que efectúan las funciones de telemetría, telecomando y seguimiento, y el apoyo logístico para los satélites.

2.1.- El Satélite

El satélite es el núcleo de la red y su función es la de repetidor radioeléctrico situado en el espacio y que utiliza, generalmente, elementos activos. Comprende un conjunto de diversos subsistemas de telecomunicación y antenas. El satélite, además, está provisto del siguiente equipamiento:

- estructura soporte bus;

- alimentación de energía;
- control de actitud;
- control orbital;
- control térmico;
- telemedida, telecomando y medición de distancia.

Los transpondedores realizan las mismas funciones que los repetidores terrestres; reciben transmisiones desde Tierra y, después de efectuar la amplificación y transposición de frecuencia, las devuelven a Tierra. Las antenas asociadas con estos transpondedores están diseñadas a fin de proporcionar cobertura a las regiones de la Tierra comprendidas dentro de la zona de servicio del sistema.

Los satélites de telecomunicaciones basan su tecnología y técnicas utilizadas en los sistemas terrestres de telecomunicaciones. Algunos componentes, tales como las celdas solares y los tubos de ondas progresivas, se adaptan a las aplicaciones de satélites.

Todos los satélites de telecomunicaciones, con pocas excepciones, describen una órbita circular en el plano ecuatorial a una altitud aproximada de unos 36000 Km, lo que da como resultado un período de revolución de 24 horas alrededor del centro de la Tierra. Si además giran en el mismo sentido que la Tierra, están sincronizados con la rotación de la misma y parecen inmóviles en relación con un punto de referencia situado en la superficie de la Tierra (satélite de órbita sincrónica). Tal característica permite que el satélite proporcione cobertura permanente a una zona determinada, a la vez que simplifica el diseño de las estaciones terrenas, puesto que estas evitan el seguimiento de satélites en movimiento a velocidades angulares considerables (satélite de órbita subsincrónica). El primer tipo de satélites se denominan geoestacionarios.

2.2.- Telemedida, telecomando y seguimiento

Estos subsistemas se emplean para realizar desde Tierra, en apoyo logístico de los satélites, las siguientes operaciones:

- seguimiento de la posición del satélite (posición angular, distancia) y determinación de la actitud cuando la estación espacial se coloca en órbita y después durante su vida útil para supervisar el funcionamiento y transmitir instrucciones de corrección;
- telemedida de diversas funciones a bordo;
- telemando de diversas funciones a bordo;
- supervisión de las funciones de telecomunicaciones, en especial de las portadoras en los diversos transpondedores.

Esta última operación se utiliza para verificar el funcionamiento de la red y garantizar que las emisiones procedentes de diferentes estaciones terrenas cumplan las especificaciones (potencia, frecuencia, etc.). Son operaciones que se realizan generalmente por medio de estaciones terrenas especiales y generalmente están centralizadas en un Centro de Control de la Red. Para algunos modos de telecomunicaciones, este Centro y las otras estaciones especializadas controlan también otras funciones tales como la sincronización, asignación en función de la demanda, etc.

3.- El Segmento Terreno

El segmento terreno es la parte de un sistema de telecomunicaciones por satélite constituida por las estaciones terrenas, que transmiten a los satélites y reciben de estas señales de todas clases, y que constituyen el interfaz con las redes terrenales.

Una estación terrena comprende todo el equipo terminal de un enlace por satélite. Su función es equivalente a la de una estación terminal de microondas terrestre. Las estaciones terrenas consisten, por lo general, en cuatro dispositivos principales:

- la antena transmisora y receptora, con un diámetro que varía de 0.6 a 30 m. o menos. Generalmente, las antenas grandes están equipadas con un dispositivo de seguimiento automático que las mantiene apuntadas constantemente hacia el satélite; las antenas de tamaño mediano pueden tener dispositivos de seguimiento sencillos, mientras que las antenas pequeñas no suelen tener un dispositivo de seguimiento y aunque normalmente son fijas, por lo general pueden orientarse manualmente;
- el sistema receptor, con su amplificador de bajo nivel de ruido y sensible, con una temperatura de ruido que varía de unos 160 a 250 °K.
- el transmisor, con una potencia que varía desde algunos vatios a varios kilovatios, dependiendo del tipo de señales que han de suministrarse y del tráfico;
- los equipos de modulación, demodulación y transposición de frecuencias.

El tamaño de estos equipos varía considerablemente de acuerdo con la capacidad de la estación.

4.- Bandas de frecuencias utilizadas

Como se requieren grandes capacidades de canales y, en consecuencia, grandes anchuras de banda, las frecuencias elegidas tienen que ser altas, por lo general en la banda de ondas centimétricas. En el cuadro I-1, se resumen las bandas de

frecuencias utilizadas en el servicio fijo por satélite.

La parte del espectro que incluye la banda 9 (desde la banda V y por encima de ella) y la parte inferior de la banda 10 es óptima para la radiodifusión por satélite, debido a los bajos niveles de atenuación atmosférica, centelleo y ruido radioeléctrico de las fuentes naturales de ruido. La gama de frecuencias utilizable es más amplia, llegando hasta la banda 7 en el límite inferior y aproximándose a 20 GHz en el límite superior. En los servicios de radiodifusión a zonas urbanas, el ruido artificial puede representar la principal limitación a la recepción en todas las frecuencias de la banda 9.

El servicio de radiodifusión por satélite tiene atribuciones, o puede funcionar bajo ciertas condiciones, en las siguientes bandas, todas ellas compartidas con otros servicios:

- 620-790 MHz, utilizada principalmente por los servicios fijo, móvil, y de radiodifusión terrenal;
- 2500-2690 MHz, compartida con los servicios fijo, móvil, de radiodifusión y fijo por satélite;
- 11.7-12.5 GHz en la Región 1, compartida con los servicios fijo y de radiodifusión a título primario, y con el servicio móvil a título secundario;
- 11.7-12.2 GHz en la Región 3, donde es compartida con los servicios fijo, móvil y de radiodifusión;
- 12.2-12.7 GHz en la Región 2, compartida con los servicios fijo, móvil y de radiodifusión;
- 12.5-12.75 GHz en la Región 3, compartida con los servicios fijo, móvil y fijo por satélite;
- 22.5-23 GHz en las Regiones 2 y 3, donde es compartida con los servicios fijo y móvil (y, en los 450 MHz superiores de esa banda, con el servicio entre satélites);
- 40.5-42.5 GHz, compartida con el servicio de radiodifusión a título primario;

Cuadro I-1.- Resumen de las bandas de frecuencias utilizadas en el servicio fijo por satélite

Bandas de frecuencias (GHz)			Utilización típica
Denominación actual	Trayecto ascendente (anchura de banda)	Trayecto descendente (anchura de banda)	
6/4 GHz (Banda C)	5,925 - 6,425 (500 MHz)	3,7 - 4,2 (500 MHz)	Por el momento es la banda utilizada más ampliamente: Intelsat (IVA, V, VA, VA(IBM), VI). Satélites nacionales: Westar, Satcom y Comstar (USA), Anik (Canadá), STW y Chinasat (China), Palapa (Indonesia), Telecom 1 (Francia), CS-2 (Japón)
	5,725 - 6,275 (550 MHz)	3,4 - 3,9 (500 MHz)	INTERSPUTNIK (Estacionar) URSS (Molnya-3, Estacionar)
	5,850 - 7,075 (1 225 MHz)	3,4 - 4,2 4,5 - 4,8 (1 100 MHz)	Bandas ampliadas atribuidas por la CAMR-79
	6,425 - 7,075 (300 MHz)	4,5 - 4,8 (300 MHz)	300 MHz de anchura de banda para los enlaces Tierra-espacio y espacio-Tierra se han dejado aparte para la planificación de atribuciones por la CAMR ORB-85, a completar por la CAMR ORB-88
8/7 GHz (Banda X)	7,925 - 8,425 (500 MHz)	7,25 - 7,75 (500 MHz)	Satélites de telecomunicaciones gubernamentales y militares
13/11 GHz (Banda Ku)	12,75 - 13,25 (500 MHz)	10,7 - 11,7 (1 000 MHz)	Bandas ampliadas atribuidas por la CAMR-79
13/11 GHz (Banda Ku)	12,75 - 13,25 (500 MHz)	10,7 - 10,95 11,2 y 11,45 (500 MHz)	Se han reservado 500 MHz de anchura de banda para los enlaces Tierra-espacio y espacio-Tierra, para la planificación de atribuciones por la CAMR ORB-85, a completar por la CAMR ORB-88
14/11 GHz (Banda Ku)	14 - 14,5 (500 MHz)	10,95 - 11,2 y 11,45 - 11,7 (500 MHz)	Intelsat-V, VA, VA(IBM), VI, Eutelsat-I, II, (OTS/ECSS) URSS (Loutch)
14/12 GHz (Banda Ku)	14 - 14,5 14 - 14,25 (500 MHz)	11,7 - 12,2 12,5 - 12,75 (750 MHz)	Intelsat VA(IBM), Eutelsat I, II(SMS). Satélites nacionales: Anik-B y C (Canadá), SBS, G-Star (USA), Telecom 1 (Francia), DFS Kopernikus (RFA)
18/12 GHz	17,3 - 18,1 (800 MHz)	Bandas del SRS	Enlaces de conexión para el SRS
30/20 GHz (Banda Ka)	27,5 - 31 (3 500 MHz)	17,7 - 21,2 (3 500 MHz)	Diversos proyectos en estudio (Europa, USA, Japón), satélite nacional: CS-2 (Japón), Italsat (Italia)

- 84-86 GHz, compartida con los servicios fijo, móvil y de radiodifusión, con la salvedad de que estos servicios no deben causar interferencia perjudicial a las estaciones terrenas del servicio de radiodifusión por satélite que funcionen de conformidad con un plan que debe adoptar una CAMR futura.

Al establecer las bases para la compartición de frecuencias entre los servicios de radiodifusión por satélite, radiodifusión terrenal y entre satélites, debe tomarse en consideración diversos elementos. Entre estos se cuenta la relación de protección necesaria para asegurar que la interferencia causada por uno de los servicios será aceptable para los demás.

Por otro lado, deben tenerse en cuenta las características técnicas de los sistemas que funcionan en compartición de frecuencias, tales como la PIRE, la abertura de las antenas, los niveles de los lóbulos laterales, la sensibilidad de los receptores y el tipo de modulación utilizada, al igual que consideraciones geográficas (tales como la línea que une el emplazamiento del transmisor sujeto a interferencia y el del transmisor interferente y el establecimiento de "zonas de exclusión" y zonas de servicio). Para permitir la compartición de las frecuencias puede ser menester sujetar estos factores a condiciones y limitaciones. Otras comparticiones en una zona común pueden lograrse con la técnica de compartición en el tiempo.

Dentro de la atribución de frecuencias para los diferentes servicios que ofrecen los sistemas por satélite, hay que tener en cuenta las coberturas de los sistemas del servicio fijo por satélite y que pueden dividirse en:

4.1.- Sistemas Internacionales

Se trata básicamente del sistema INTELSAT, que cursa aproximadamente los 2/3 del tráfico internacional mundial. La mayoría de las estaciones terrenas están equipadas con antenas de gran diámetro y equipos sofisticados. Aunque se admiten estaciones terrenas más sencillas con antenas de menor diámetro (3.5 a 12 m.) para capacidades de tráfico pequeñas y medianas.

Aparte de INTELSAT, INTERSPUTNIK es otro sistema internacional de telecomunicaciones por satélite y pueden seguir otros. Los sistemas internacionales se utilizan también para proporcionar servicios regionales y nacionales.

4.2.- Sistemas Regionales y Nacionales

Un sistema regional de telecomunicaciones por satélite es el que proporciona telecomunicaciones internacionales entre un grupo de países que están próximos geográficamente o que constituyen una comunidad administrativa, cultural, etc. Como por ejemplo tenemos: ARABSAT, EUTELSAT, HISPASAT, etc.

Un sistema nacional de telecomunicaciones por satélite es el que proporciona telecomunicaciones dentro de un solo país (sistemas DOMSAT). Este tipo de sistemas resultan económicamente competitivos con los sistemas terrenales, ya sea por la difícil geografía de un país o por lo disperso de las poblaciones a servir (zonas rurales).

Estos sistemas usan antenas de pequeño diámetro (por ejemplo, 3 a 5 m.), transmisiones de baja potencia (algunos vatios) y equipos compactos para telecomunicaciones y conexión directa con la red terrenal.

Un servicio de creciente demanda, particularmente en la

banda Ku de 14/12 GHz, utiliza "microestaciones" o "terminales de pequeña apertura" denominados VSAT. En ellas se emplean antenas de 1 a 2 m. de diámetro en redes de distribución muy amplia para comunicaciones bidireccionales entre un centro o núcleo (Hub) que esté provisto de una antena de estación terrena relativamente grande (por ejemplo, 4 a 12 m.), y oficinas comerciales, centros educativos y otras dependencias exteriores que utilizan VSAT.

5.- Limitaciones en las comunicaciones por satélite

Al planificar un sistema nacional o regional de comunicaciones por satélite, es de primordial importancia mantener un punto de vista panorámico; es decir, no debe considerársele como una unidad aislada de los sistemas o redes terrestres de comunicación ya existentes, sino como parte integral de un sistema general que incluye los enlaces de prolongación, con otras estaciones terminales, que permitirán hacer llegar a su destino final las señales de información.

Algunos de los parámetros a considerar en la planificación global del sistema se citan a continuación:

- Factibilidad económica
- Servicios a proporcionar
- Previsiones de tráfico
- Capacidad del segmento espacial
- Capacidad del segmento terreno
- Distribución de la población
- Condiciones meteorológicas
- Calidad del servicio
- Disponibilidad de segmentos orbitales
- Selección de bandas de radiofrecuencias
- Problemas de interferencia
- Tecnología del satélite
- Tecnología de la estación terrena
- Reutilización de frecuencias.

Un problema básico es la evaluación de la capacidad global de la órbita geoestacionaria en función, por ejemplo, del número de canales telefónicos por grado de arco orbital y MHz.

Los dos factores que limitan la capacidad de telecomunicación de la órbita geoestacionaria son: el espectro total de frecuencias disponible y el arco orbital total disponible, que es de 360°.

En los enlaces por satélite es conveniente que las anchuras de banda para las transmisiones del enlace ascendente y del enlace descendente sean iguales a fin de permitir la plena utilización de una banda atribuida. Los sistemas del servicio fijo por satélite utilizan la banda C para sus transmisiones; actualmente también hacen uso de la banda Ku.

Las transmisiones gubernamentales emplean la banda X (8/7 GHz). Algunos sistemas funcionan también en 14 y 11 GHz o 12 GHz (bandas Ku) y en las bandas de 30 y 20 GHz (banda Ka) funcionan unos pocos sistemas. Una de las características de los sistemas de comunicaciones por satélite, es que las condiciones de propagación son relativamente similares tanto para los enlaces ascendente como descendente y que es probable que los efectos sobre la polarización estén correlacionados.

Actualmente, la mayoría de los sistemas de satélites funcionan en la banda C. Sin embargo, las bandas Ku suscitan cada vez más interés, pese a que está mucho más sujeta a la atenuación y despolarización por hidrometeoros, porque los problemas de interferencia son menores en esta banda debido a que hay muchos menos tráfico de los sistemas terrenales. En consecuencia, será más sencilla la coordinación con los servicios terrenales.

Uno de los problemas fundamentales en los sistemas de satélites es el espectro disponible en cualquier banda dada, y

que es finito. Al ser finito el espectro de frecuencias la capacidad de los sistemas de satélites también lo es. Para aumentar la capacidad de estos sistemas, se han desarrollado y empleado métodos de reutilización de frecuencias y que son: aislamiento espacial y discriminación por polarización.

La reutilización de frecuencias por aislamiento espacial en el mismo satélite puede proporcionarse mediante la utilización de múltiples haces de antenas que sirven a diferentes zonas de cobertura.

La reutilización de frecuencias por polarización doble que se realiza mediante la discriminación por polarización se logra utilizando dos transmisiones polarizadas ortogonalmente en la misma zona de cobertura; las dos polarizaciones pueden ser lineales (por ejemplo, horizontal y vertical) o circulares (polarización circular dextrógira (a derechas) y levógira (a izquierdas)).

Las técnicas de reutilización de frecuencias mediante polarización ortogonal, que emplean transmisiones con polarización circular o lineal, pueden ser degradadas por el trayecto de polarización a través de la atmósfera de la Tierra, lo que da como resultado la interferencia entre las dos transmisiones de polarización ortogonal. Este fenómeno, denominado despolarización o transpolarización, es inducido por dos fuentes: el efecto Faraday, que es causado por el campo magnético de la Tierra en la ionósfera, y las precipitaciones, principalmente la lluvia o los cristales de hielo.

El efecto Faraday produce una rotación de la polarización que depende de la frecuencia y varía con el tiempo (y no de despolarización) en la orientación del plano de polarización. Los valores de cresta de la rotación de Faraday pueden ser de hasta 9° a 4 GHz y de 4° a 6 GHz. Si la rotación de

Faraday es importante en la frecuencia de trabajo, hay que proporcionar una rotación diferencial de los planos de polarización en las antenas de la estación terrena. Esto se debe a que el sentido de la rotación, visto en el sentido de la propagación, es opuesto para la transmisión con respecto a la recepción. La rotación de Faraday tiene un efecto despreciable sobre la polarización circular, y en muchos casos en frecuencias superiores a 10 GHz también para la polarización lineal.

La despolarización inducida por la lluvia es causada por las gotas de lluvia no esféricas, que producen una atenuación diferente y un desplazamiento de fase entre las componentes lineales ortogonales de la señal, lo que degrada la discriminación entre señales con polarización tanto lineal como circular. Aunque el desplazamiento de fase diferencial es la causa primaria de la despolarización, la atenuación diferencial se hace también importante por encima de los 10 GHz.

Otros puntos importantes a tener en cuenta en lo que concierne al recurso órbita-espectro, son los siguientes:

- técnicas de modulación,
- interferencia entre sistemas,
- homogeneidad entre redes.

Además, otro parámetro importante y que se relaciona directamente con el usuario es lo referente a la disponibilidad del servicio. Este parámetro representa una medida de la pérdida relativa del tiempo real de comunicaciones proporcionado por una facilidad determinada y afecta, de manera directa, la utilidad básica del sistema. Dentro de lo que es disponibilidad del servicio, está lo referente a la calidad de servicio y la disponibilidad del sistema.

Capítulo II

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE

HISPASAT-1

1.- Introducción

Algunas de las razones para el empleo imprescindible de los satélites son los siguientes:

- rápido desarrollo de nuevas redes,
- coste de las comunicaciones independientes de la distancia,
- acceso al servicio desde cualquier punto de la zona de cobertura del satélite,
- idoneidad del satélite para las comunicaciones unidireccionales punto a multipunto,
- saturación del espectro radioeléctrico en las bandas de radiodifusión terrenal,
- rentabilidad económica, etc.

y es precisamente por lo expuesto anteriormente y además como parte de los acontecimientos que España conmemora en el '92, se incluye la puesta en orbita del HISPASAT, Primer Sistema Satélite Español de Comunicaciones.

El sistema HISPASAT presenta ventajas de tipo estratégico, técnico y económico. La primera de ellas garantiza la continuidad y estabilidad de las comunicaciones, logrando con esto, independencia de las organizaciones interestatales. A estas ventajas de tipo estratégico, se suman otras de tipo técnico, dado que una cobertura perfectamente adaptada a un determinado territorio proporciona mayor potencia de la señal sobre el mismo, lo cual permite que las estaciones receptoras sean más simples y con antenas de menor diámetro. Por último, dentro de las ventajas económicas, el sistema es rentable y además mejora la

competitividad del sector servicios al ofrecer una infraestructura avanzada.

El sistema HISPASAT constituye un sistema multimisión para satisfacer de manera unificada las necesidades en comunicaciones por satélites.

Los objetivos del sistema son:

- Transporte de imágenes de televisión, radio y señales asociadas.
- Soporte de comunicaciones para la Defensa Nacional.
- Provisión de canales para redes de datos, restauración de enlaces, enlaces punto a punto, etc.
- Canales de televisión para la comunidad de habla hispana en América. Posibilidad de cursar todo tipo de señales de telecomunicaciones: voz, datos, etc.
- Radiodifusión de programas de televisión para recepción por el público en general.

2.- Configuración del Sistema

El sistema HISPASAT está compuesto por dos satélites geoestacionarios funcionando simultáneamente, además de los componentes principales listos para ser ensamblados en Tierra en caso de pérdida de alguno de los dos primeros satélites.

Estas unidades de vuelo son el HISPASAT 1A e HISPASAT 1B. Para fines de control de los satélites (plataforma) y de los repetidores a bordo (carga útil) se dispone de un Centro de Control y Seguimiento del Satélite y dos Centros de Control de la Carga Útil. Estos centros están ubicados en el área geográfica de Madrid con los cuales sería posible conocer en todo momento la posición exacta de los satélites, evitando cualquier riesgo de colisión, así como los parámetros de funcionamiento de la carga útil.

La vida útil orbital de los satélites HISPASAT será superior a 10 años y es posible operar con ellos simultáneamente.

Los satélites HISPASAT están situados en una posición orbital dentro del arco comprendido entre 30 y 31 grados de longitud Oeste. Aunque para efectos de cálculos y características técnicas de las estaciones terrenas, se tomará como posición nominal la de 30 grados de longitud Oeste. Mediante el Centro de Control y Seguimiento del Satélite se pretende mantener el movimiento orbital de los satélites dentro de los siguientes límites:

- * en la dirección Norte/Sur: $\pm 0.05^\circ$,
- * en la dirección Este/Oeste: $\pm 0.07^\circ$.

En cualquier intervalo de tiempo la separación instantánea entre los dos satélites no excederá de 0.1° .

Otra de las características de la plataforma es que ofrece una potencia total superior a los 3.5 Kw. La masa total de cada satélite es del orden de los 2150 Kg.

Esta plataforma sirve de soporte a la Carga Útil (antenas y repetidores) que determina la utilización del sistema.

Los satélites HISPASAT utilizan doble polarización lineal ortogonal en ambos sentidos, "Y" y "X". La polarización "X" es paralela al plano ecuatorial.

La discriminación de polarización de los satélites es como mínimo de 33 dB en recepción y transmisión para las zonas de cobertura A, A', B y B' definidas a continuación:

- Zona A: Península e Islas Baleares.
- Zona A': Principales ciudades de las Islas Canarias.
- Zona B: Francia y Portugal.
- Zona B': Islas Canarias.

Las zonas de cobertura anteriormente definidas se

muestran en la Figura II-1.

3.- Misiones

Para cumplir con los objetivos, descritos en el apartado 1 de este capítulo, el sistema HISPASAT cuenta con las siguientes misiones:

- Servicio de Radiodifusión Directa por Satélite (DBS). Soporta 5 canales de difusión directa y dos haces (uno sobre la Península Ibérica e Islas Baleares y otro sobre las Islas Canarias).
- Servicio Fijo por Satélite (FSS). Soporta 16 canales de comunicaciones (televisión, datos, videoconferencia, facsímil, etc.) mediante dos haces de cobertura (Península y Baleares e Islas Canarias).
- Misión América. Dos canales de televisión directa sobre gran parte de América.
- Misión Gubernamental. Soporta dos canales de comunicaciones para servicios fijo y móvil por satélite con aplicaciones de carácter oficial (Defensa Nacional, Administración del Estado, etc.).

A continuación, se describirá las características de cada una de estas misiones detallando específicamente en la Misión América, objetivo de este trabajo.

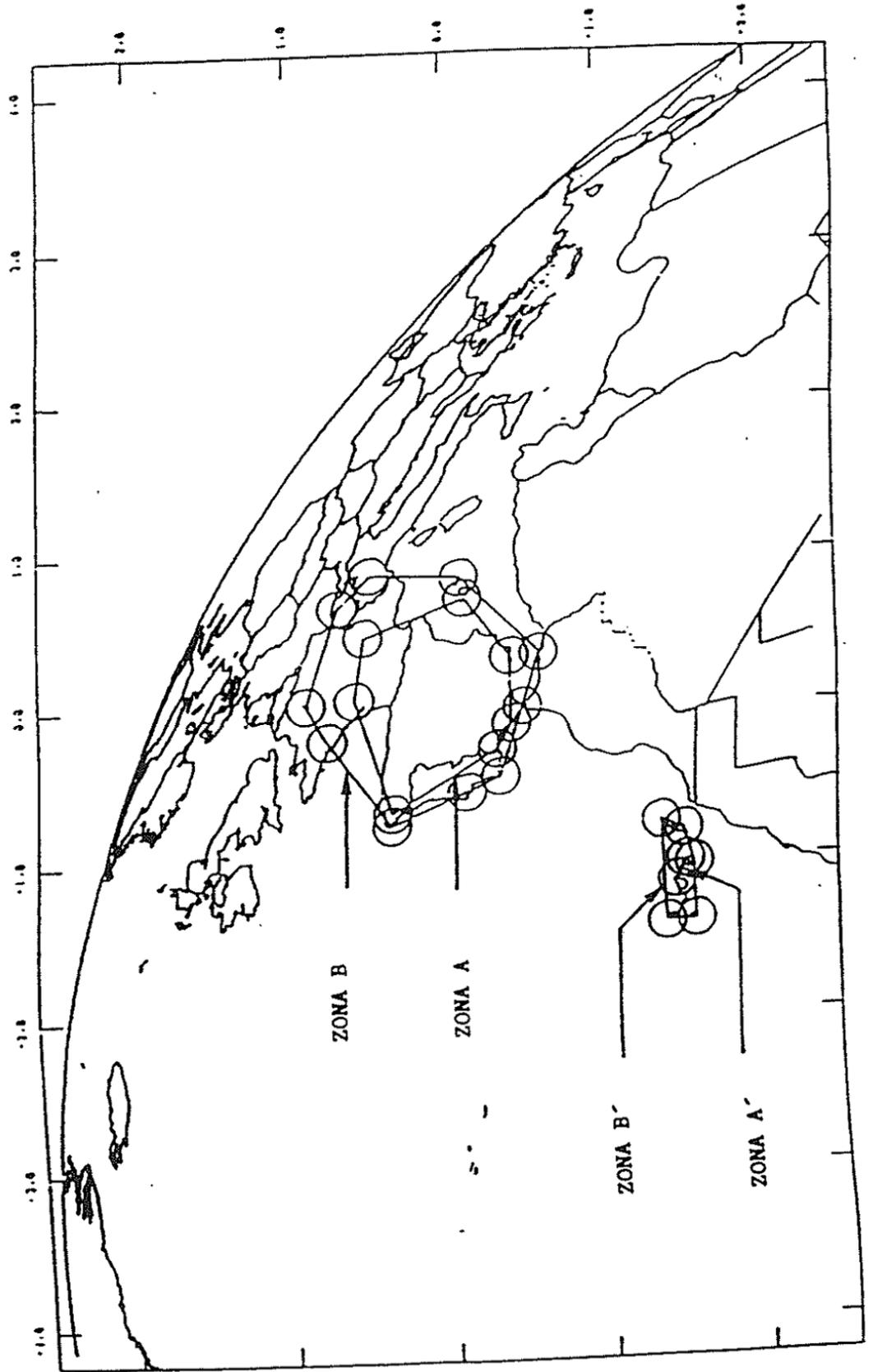


Figura II-1.- Zona de cobertura en España

3.1.- Servicio de Radiodifusión Directa (DBS)

Como se mencionó anteriormente, esta misión permite la utilización de 5 canales de televisión y portadoras de audio asociadas en transpondedores de 27 MHz de ancho de banda.

Estos cinco canales son los asignados a España en la Conferencia CAMR-77, en la banda Ku de 12.1 a 12.5 GHz. Hay que destacar que HISPASAT, utilizando tubos de potencia de 110 vatios, inferior a la prevista en la CAMR-77, consigue una PIRE de más de 56 dBw sobre todo el territorio nacional.

Este diseño permite, por una parte la recepción individual y colectiva con antenas de diámetro del orden de los 50 cm, para el primero de los casos y, por otra parte, deja libre suficiente potencia para incorporar las otras misiones, con el consiguiente ahorro económico. HISPASAT cuenta en cada satélite con 6 amplificadores de una potencia de 110 w, de los cuales cuatro pueden encenderse simultáneamente. Uno de ellos se utiliza para la transmisión de televisión hacia América, y los tres restantes para el servicio de Difusión Directa. Por tanto, se dispone de 6 canales de Difusión Directa de los cuales se utilizan 5, de acuerdo con la reglamentación establecida por la CAMR-77.

3.2.- Servicio Fijo por Satélite (FSS)

La misión del Servicio Fijo está diseñada para ofrecer 16 transpondedores de diversos anchos de banda (8 de 36 MHz, 2 de 46 MHz, 2 de 54 MHz y 4 de 72 MHz), en la banda del servicio fijo (14 GHz/11-12 GHz).

La misión del Servicio Fijo tiene fundamentalmente dos grandes áreas de utilización:

- Redes de Telecomunicación (Públicas y Privadas).

- Sistemas de Distribución, Intercambio y Contribución de señales de Radio y Televisión.

Con objeto de satisfacer los requisitos de la misión del Servicio Fijo, HISPASAT ha instalado en cada satélite 12 canales y 12 tubos de potencia de los cuales pueden estar activos hasta un máximo de 8. Cada canal permite el ajuste independiente de la ganancia. El factor de calidad (G/T) del sistema receptor es de 6.5 dB/°K.

Es de destacar que dos de los 16 canales de la misión del Servicio Fijo pueden ser conmutados para contar con dos canales de recepción desde América. En la tabla II-1 se muestra el plan de frecuencias y en la figura II-2 la configuración de los transpondedores para el servicio fijo.

3.3.- Misión América

La Misión América consiste en el transporte de un canal de TV por satélite desde España hacia América.

Dado que el sistema HISPASAT se compone de dos satélites en órbita, la capacidad total del sistema en esta misión es de dos canales de televisión. Esta misión consiste en dos sub-misiones:

3.3.1.- TV América (TVA)

Consiste en dos canales (uno en cada satélite) que permiten el enlace ascendente desde cualquier zona del área de cobertura del servicio fijo. El descenso de esta señal cubre una amplia zona de América que se extiende desde Nueva York a Buenos Aires.

Tabla II-1

PLAN DE FRECUENCIAS

Nº DE TRANSPON DEDOR	ASCENDENTE (MHz)	DESCENDENTE (MHz)	POLA RIZA CION	ANCHO DE BANDA (MHz)	SATELITE	
					Nomin.	Reser.
1	14039	12544	B	46	1B	--
2	14086	12591	B	36	1A	1B
3	14126	12631	B	36	1A	--
4	14166	12671	B	36	1B	1A
5	14206	12711	B	36	1B	--
7	14317	11517	B	72	1A	1B
8	14397	11597	B	72	1B	1A
9	14468	11668	B	54	1A	--
10	14035	12540	A	54	1A	--
11	14086	12591	A	36	1B	1A
12	14126	12631	A	36	1B	--
13	14166	12671	A	36	1A	1B
14	14206	12711	A	36	1A	--
16 *	14317	11517	A	72	1B	1A
17	14397	11597	A	72	1A	1B
18 *	14464	11664	A	46	1B	--

NOTA 1: La polarización "A" corresponde a la polarización vertical para el enlace ascendente y polarización horizontal para el descendente.

La polarización "B" corresponde a la polarización horizontal para el enlace ascendente y polarización vertical para el descendente.

NOTA 2: Los transpondedores marcados con un asterisco (*) adicionalmente permiten conectividad con la cobertura americana.

NOTA 3: Nótese que para operar un transpondedor reserva sería necesario desactivar otro transpondedor.

Teniendo en cuenta las condiciones climatológicas, HISPASAT utiliza como etapa de salida tubos de potencia de 110 w (del mismo "pool" que los de Radiodifusión Directa) que proporciona una PIRE superior a los 44 dBw, en gran parte de la zona de cobertura, lo que permite la distribución de señales de televisión a antenas con diámetros comprendidos entre 2.5 y 4.5 m.

Estos canales son, asimismo, utilizables para la difusión de emisoras de radio y también de sistemas de difusión de datos.

3.3.2.- Retorno América (TVR)

El satélite HISPASAT 1B incorpora también dos canales de retorno desde América de 54 MHz y 72 MHz que permiten realizar el enlace ascendente en el área de cobertura americana y utilizan como enlace descendente dos de los canales del servicio fijo de este satélite.

Esta misión permite la utilización de sistemas de contribución e incluso, distribución de señales de televisión desde América o, en su caso, sistemas de distribución de datos.

En la tabla II-2 se muestra el plan de frecuencias para estas submisiones correspondiente a los canales 6 y 15 y 16 y 18 para TVA y TVR, respectivamente. Así también, en la figura II-3 se muestra la configuración de los transpondedores para estas dos submisiones.

3.4.- Misión Gubernamental

La misión Gubernamental la forman dos transpondedores que utilizando la banda X (8/7 GHz) permiten el desarrollo de una serie de redes de comunicación estratégicas y tácticas dentro del área de cobertura que ofrecen las antenas de esta misión.

Nº DE TRANSPON DEDOR	ASCEN DENTE (MHz)	DESCEN DENTE (MHz)	POLARIZACION		ANCHO DE BANDA (MHz)	SATELITE HISPASAT
			ASCEND.	DESCEN.		
6	14249	12078	H	V	36	1A
15	14249	12015	V	V	36	1B

Tabla II-2a.- PLAN DE FRECUENCIAS ENLACE ESPAÑA-AMERICA (TVA)

Nº DE TRANSPON DEDOR	ASCEN DENTE (MHz)	DESCEN DENTE (MHz)	POLARIZACION		ANCHO DE BANDA (MHz)	SATELITE HISPASAT
			ASCEND.	DESCEN.		
16	14317	11517	V	H	72	1B
18	14464	11664	V	H	54	1B

Los transpondedores correspondientes al enlace América-España adicionalmente permiten otro tipo de conectividad.

Tabla II-2b.- PLAN DE FRECUENCIAS ENLACE AMERICA-ESPAÑA (TVR)

4.- Aplicaciones y Servicios

A excepción de la carga útil Gubernamental cuyas aplicaciones son muy específicas, las otras tres cargas útiles de HISPASAT se destinan bien a la utilización de redes de telecomunicación públicas o privadas, bien en el desarrollo de sistemas de transferencia de señales de televisión y/o radio.

Estas dos grandes familias de aplicaciones se enmarcan en la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones, dentro de los Servicios Portadores de Telecomunicación y Servicios de Radiodifusión, respectivamente. Dentro de las aplicaciones y servicios del sistema HISPASAT, se tienen los siguientes sistemas:

4.1.- Sistemas de Radiodifusión y Televisión

Dentro de este tipo de servicios se han identificado las siguientes aplicaciones:

4.1.1.- Redes de Distribución

Permiten el envío de señales de televisión desde una estación central (relación S/N superior a los 48 dB, 99% del tiempo), a receptores domésticos, individuales o colectivos.

La estructura de esta red es en estrella. Los diámetros de las antenas receptoras pueden estar entre los 60 cm y 1.8 m.

Este tipo de servicios es similar al que utiliza EUTELSAT u otros sistemas, y permite ofrecer un número de canales de televisión "Direct to Home".

4.1.2.- Redes de Intercambio

Permiten el intercambio de programas entre las estaciones de una red de calidad alta y utilizando una o dos portadoras por transpondedor.

Esta aplicación requiere para obtener una S/N de 53 dB, 99% del tiempo, estaciones terrenas en torno a los 3.5 a 4 m. de diámetro de antena.

4.1.3.- Redes de Contribución

Este tipo de redes permite la contribución desde estaciones pequeñas a una central.

Para una S/N de 50 dB y con estaciones portátiles con una PIRE alrededor de 70 dBw (2.5 m/200 watt) es posible recibir la señal en estaciones terrenas de 3 a 4 m. de diámetro de antena. Este tipo de aplicaciones está encontrando un gran eco en los sistemas "Satellite News Gathering" utilizados durante la guerra del Golfo.

Todas estas aplicaciones son asimismo aplicables al uso de la misión América, pero naturalmente el diámetro de las estaciones terrenas sería consiguientemente mayor.

4.1.4.- Redes de Difusión Directa

La disponibilidad de los 5 canales asignados a España para la misión de Difusión Directa permite la recepción individual en terminales de 50 cm. de diámetro de antena, ofreciendo una relación S/N alrededor de 47 dB para señales FM/PAL.

4.2.- Redes de Comunicación

Las aplicaciones de los enlaces vía satélite para la utilización de redes de telecomunicación se pueden analizar con

referencia al lugar que estos enlaces ocupan en la estructura de la red.

4.2.1.- Enlaces de Tránsito

Los enlaces vía satélite forman parte de la infraestructura de tránsito de la red nacional o internacional. Esta, que ha sido y continúa siendo una de las aplicaciones de más amplia utilización, permite el uso de enlaces que sustituyen o restauran cables.

El desarrollo de sistemas de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), permite el desarrollo rápido de una infraestructura de transmisión digital sobre toda el área de cobertura. Existen ejemplos de estas aplicaciones tanto dentro de la Red Telefónica Pública Conmutada como en el desarrollo de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

En todos estos casos, el sistema en cuestión ofrece a cada estación un número de circuitos digitales de 64 Kbit/seg, ofreciendo calidades especificadas por el CCITT/CCIR.

La utilización de estaciones en un sistema de cobertura nacional a velocidades en torno a 25 Mbit/seg. es posible con antenas alrededor de 4.5 m. de diámetro.

4.3.- Enlaces de Acceso

Es posible, en principio, concebir el acceso del usuario a la red pública cuando las circunstancias del mismo dificulten las conexiones terrestres.

Este tipo de aplicaciones, aunque no muy numerosas pueden ser estratégicamente importantes, por ejemplo, conexión con estaciones petrolíferas en alta mar, enlace con sistemas transportables adecuados para servicios temporales (catástrofes,

grandes acontecimientos, etc.).

Estas estaciones se usan en rutas de tráfico limitado con estaciones de pequeña apertura, pero dependiendo administrativamente de una Central de Conmutación Local a través de la cual se curse el servicio.

4.4.- Redes Dedicadas

Los desarrollos más importantes que han tenido lugar recientemente en sistemas de comunicación vía satélite apuntan hacia la creación de redes dedicadas. Estas redes, operadas directamente por los usuarios, o bien compartidas y operadas por una entidad proveedora de servicios, son en principio diferentes, y ofrecen servicios distintos de los disponibles sobre redes públicas.

Estos sistemas llamados VSAT se han desarrollado fundamentalmente en los EE.UU. y están empezando a tener un importante desarrollo en Europa. Los principales tipos de sistemas VSAT son los siguientes:

4.4.1.- Sistemas Unidireccionales

Estos sistemas distribuyen datos a media y alta velocidad desde una estación central (Hub) a un gran número de estaciones receptoras. La calidad de la comunicación suele ser excelente (10^{-7} , 99% del tiempo) para garantizar una alta probabilidad de la correcta entrega del mensaje. En algunos casos se usan canales de retorno utilizando red conmutada bien telefónica o de datos (tipo IBERPAC). En el contexto de HISPASAT, sería posible desarrollar este tipo de sistemas para terminales muy pequeños (75 cm. de diámetro de antena) y con tasas de transmisión relativamente altas (de 256 Kbit/seg hasta 2048 Kbit/seg).

4.4.2.- Sistemas Interactivos

Este tipo de sistemas permite la transmisión desde los terminales hacia el hub a velocidades alrededor de 64 Kbit/seg. y utilizando un conjunto de procedimientos de acceso múltiple. Su aplicación más adecuada se encuentra en redes de teleproceso permitiendo transferencias interactivas (verificación de tarjetas de crédito, transacción bancaria, reserva de billetes, etc.) y tipo batch (transferencia de ficheros, teleimpresión, etc.).

Los terminales de estas redes suelen ofrecer interfaces con arreglo a protocolos standard X-25, SNA, etc. Los mecanismos de intercomunicación internos al sistema garantizan la integridad de los datos y la correcta utilización del segmento espacial.

Los enlaces VSAT suelen ofrecer gran calidad protegida por los mecanismos del protocolo de enlace.

En HISPASAT es perfectamente concebible la implementación de terminales con diámetros de antena alrededor de 1 a 1.2 m. capaces de transmitir 64 Kbit/seg. al hub y de recibir desde este de 512 Kbit/seg a 2048 Kbit/seg.

4.4.3.- Redes Integrales

El desarrollo del concepto VSAT para la conexión de centralitas privadas que ofrezcan servicios compatibles con la RDSI, da lugar a una nueva generación de sistemas en los que los circuitos son asignados bajo demanda, en función de la duración de la comunicación.

Este tipo de sistemas permite ofrecer telefonía, facsímil, videotex, datos, videofonía o cualquier otro servicio que permita un nodo de conmutación privado.

Capítulo III

INGENIERIA DEL PROYECTO

1.- Configuración de la red

La red para la misión América va a estar configurada como una red en estrella. El enlace de conexión se hará en principio desde Madrid, pero que igualmente podría realizarse desde cualquier punto de la zona de Europa Occidental incluido en la zona de cobertura, y que las estaciones terrenas receptoras estarán situadas en cualquier punto de Hispanoamérica incluidas en la zona de cobertura, distinguiéndose dos niveles de calidad, definidas como calidad de recepción individual y calidad de recepción colectiva. Este tipo de servicio es el de distribución de señales de televisión a América a través del sistema HISPASAT.

Dentro de la misión América también se prevé un enlace de retorno, como se mencionó en el apartado 3 del capítulo anterior, este servicio es el de contribución desde América hacia Europa.

Para ambos servicios se establecen dos criterios de recepción:

- Recepción directa o individual que puede conseguirse con estaciones terrenas receptoras de pequeño diámetro y sencillas.
- Recepción colectiva, que requiere de una estación más compleja y de mayores dimensiones y que están destinadas a ser utilizadas mediante un sistema de distribución que proporcione servicio a una zona limitada. Esta distribución puede hacerse por los siguientes medios:
 - * distribución por cable,
 - * distribución por reemisiones convencionales en VHF-UHF.

Lógicamente, a cada tipo de recepción le corresponde un nivel de calidad diferente. Los siguientes parámetros a tener en cuenta para cada servicio han sido recogidos de las recomendaciones del CCIR de acuerdo a las graduaciones que este Organismo establece y que HISPASAT ha tomado en cuenta como criterio de calidad:

1.1.- Calidad de recepción directa o individual

Este servicio exige que la calidad de recepción, evaluada como la relación de la señal de video a ruido ponderado, debe ser mejor o igual que 48 dB para el 99% del año medio.

1.2.- Calidad de recepción colectiva

Para este servicio, la relación de la señal de video a ruido ponderado debe ser mejor o igual que 50 dB para el 99% del año medio.

Con los criterios de calidad aquí definidos, se asegurará la recepción de las señales de televisión con un nivel alto de calidad. Claro está que estos parámetros no son rígidos y pueden modificarse de acuerdo a criterios de diseño y en consecuencia, el segmento terreno variaría también.

Además, también en el servicio de distribución de TVA, se define una calidad alta, correspondiendo a una relación S/N de video de 53 dB para el 99% del peor mes.

2.- Plan de frecuencias

Para los servicios antes mencionados de la misión América, se pretende la transmisión de una sola portadora de televisión, modulada en frecuencia y que ocupa un transpondedor completo.

El servicio de distribución de televisión a América tiene asignado en el sistema HISPASAT dos transpondedores fijos de 36 MHz cada uno, dentro de la banda de frecuencias de operación, situados uno en cada satélite. Las frecuencias centrales son 12.078 GHz en el satélite HISPASAT-1A y 12.015 GHz en el satélite HISPASAT-1B, y operando en polarización "Y". Cada satélite incorpora los canales redundantes adecuados para satisfacer el requisito de fiabilidad del sistema.

Para el enlace de retorno está previsto utilizar el canal 18, de 46 MHz y frecuencia central 14.464 GHz y en polarización "Y".

También existe la posibilidad de utilizar el canal 16 de 72 MHz, frecuencia central 14.317 GHz, polarización "Y" en la modalidad de dos portadoras por transpondedor.

En el caso de que se requiera seguimiento automático, los satélites HISPASAT están dotados de una baliza en la banda de 12 GHz que puede ser usada para este propósito. Las frecuencias de transmisión son 11.953 GHz (HISPASAT-1A) y 11.954 GHz (HISPASAT-1B), también en polarización "Y". Estas balizas serán también útiles para el proceso de instalación y apuntamiento de las estaciones terrenas.

El plan de frecuencias para la misión TVA se muestra en la tabla III-1 implementándose un canal en cada satélite, como se mencionó anteriormente. Esta tabla ha sido configurada por HISPASAT como resultado de las coordinaciones efectuadas con Organismos internacionales para la adjudicación de dichas frecuencias.

El ancho de banda utilizable se define como la banda de frecuencias dentro del canal para el cual se cumplen los requisitos de las características. El ancho de banda utilizable

de los canales hacia América se define simétricamente alrededor de la frecuencia central de la distribución mostrada en la tabla III-1.

3.- Parámetros técnicos definidos por el CCIR para la transmisión de señales de video y acompañamiento sonoro

Dentro de las consideraciones para los cálculos de enlaces relativos a la transmisión de señales de televisión, el sistema HISPASAT tomará en cuenta lo siguiente:

3.1.- Transmisión de video

Las señales de televisión se transmitirán con modulación en frecuencia y está previsto que la señal de banda base se ajuste a la norma NTSC.

En el caso concreto de la señal de video, además de la mejora de FM se considera una mejora adicional, reflejada en el factor de ponderación y desacentuación P unificado, según el Informe 637 del CCIR, que tiene un valor de 14.8 dB para el sistema NTSC, si se toma un filtro unificado de 5 MHz.

Las señales de TV ocupan un ancho de banda de radiofrecuencia de 30 MHz (con transpondedor de 36 MHz) con lo que existen bandas de guarda suficientes para la transmisión de señales asociadas a la portadora principal de video (sonidos secundarios, datos). La desviación de frecuencia cresta a cresta producida por la señal de video es de 21.5 MHz (según el Informe 637 del CCIR).

El factor de mejora de la señal modulada viene dado por la siguiente expresión (Informe 215 del CCIR):

$$M_v = 10 \log \left(1.5 \frac{D^2 pp}{f^3 m} B \right), dB$$

donde:

Dpp: Desviación de frecuencia cresta a cresta en la modulación (Hz).

B : Ancho de banda de radiofrecuencia (Hz).

fm : Frecuencia máxima de la señal banda base (Hz).

Con estos valores resulta una mejora por modulación de:

$$M_v = 10 \log \left[\frac{1.5(21.5 \times 10^6)^2 (30 \times 10^6)}{(5 \times 10^6)^3} \right] = 22.2 \text{ dB}$$

Si se añade la mejora por ponderación y desacentuación correspondiente a 14.8 dB, resulta una mejora total de la señal de 37 dB referida a la modulación e incluyendo además la debida a la ponderación y desacentuación.

3.2.- Transmisión de acompañamiento sonoro

La transmisión del sonido principal asociado utiliza la técnica convencional de subportadora modulada en FM, a una frecuencia de 6.6 MHz (según lo establece el CCIR para los países de la región 2). Los parámetros principales de la transmisión de la subportadora de audio principal (la asociada con la señal de video) son:

- Ancho de banda base de audio (fa): 15 KHz
- Desviación cresta a cresta que produce la subportadora en la portadora de video (Dpps): 3.5 MHz
- Frecuencia de subportadora de sonido (fs): 6.6 MHz
- Desviación cresta a cresta que produce la señal de audio en la subportadora de audio (Dppa): 100 KHz.

La mejora total de la transmisión de la subportadora de audio principal, referida a la señal modulada, viene dada por la

siguiente expresión que relaciona los parámetros anteriores (Informe 215 del CCIR):

$$Ma = 10 \log \left[\frac{3B}{4f_a} \left(\frac{D_{pps}}{f_s} \right)^2 \left(\frac{D_{ppa}}{f_a} \right)^2 \right], dB$$

lo que resulta, reemplazando los valores anteriores, en:

$$Ma = 10 \log \left[\frac{3(30 \times 10^6)}{4(15 \times 10^3)} \left(\frac{3.5 \times 10^6}{6.6 \times 10^6} \right)^2 \left(\frac{100 \times 10^3}{15 \times 10^3} \right)^2 \right] = 42.73 \text{ dB}$$

La mejora conjunta por preacentuación y desacentuación es de 1.5 dB, con lo que resulta una mejora total de 44.23 dB.

Además, también se contempla la posibilidad de transmitir un canal de audio digital, utilizando la técnica NICAM 728. Se ha establecido un criterio de calidad que corresponde a una tasa de error de bit de 10^{-6} para el 99% del año. A esta calidad le corresponde una relación S/N video de 48 dB por lo que las estaciones terrenas de recepción requeridas serán idénticas a las de televisión para calidad de recepción individual.

La demodulación es DCQPSK, demodulación coherente de una modulación diferencial QPSK.

Nº DE TRANSPON DEDOR	ASCEN DENTE (MHz)	DESCEN DENTE (MHz)	POLARIZACION		ANCHO DE BANDA (MHz)	SATELITE HISPASAT
			ASCEND.	DESCEN.		
6	14249	12078	H	V	36	1A
15	14249	12015	V	V	36	1B

Tabla III-1a.- PLAN DE FRECUENCIAS ENLACE ESPAÑA-AMERICA (TVA)

Nº DE TRANSPON DEDOR	ASCEN DENTE (MHz)	DESCEN DENTE (MHz)	POLARIZACION		ANCHO DE BANDA (MHz)	SATELITE HISPASAT
			ASCEND.	DESCEN.		
16	14317	11517	V	H	72	1B
18	14464	11664	V	H	54	1B

Los transpondedores correspondientes al enlace América-España adicionalmente permiten otro tipo de conectividad.

Tabla III-1b.- PLAN DE FRECUENCIAS ENLACE AMERICA-ESPAÑA (TVR)

4.- Cálculos de enlaces

Las características utilizadas de los satélites para efectos de cálculo en este trabajo se muestran a continuación en la Tabla III-2, obtenidos estos de los documentos CTETH-401 y CTETH-402 referentes a las características técnicas de los satélites HISPASAT aplicables a los transpondedores del servicio fijo por satélite y misión América, respectivamente.

<u>Zonas de cobertura</u>	<u>Valores nominales</u>		<u>Valores estimados</u>	
	G/T (dB/K)	PIRE (dBw)	G/T (dB/K)	PIRE (dBw)
Centro cobertura A	----	53.0	+11.0	53.4
A Península y Bal.	+6.5	50.5	+7.7	50.7
A'Capitales Canarias	+5.0	48.5	+5.5	48.7
B Francia y Portugal	+3.5	48.5	+3.8	48.7
B'Islas Canarias	+4.0	47.5	+4.8	47.7
Borde cobertura TVA	-7.0	40.8	----	42.3
Caracas	-6.0	43.8	----	43.9
San Juan	-5.5	44.1	----	44.7
La Paz	-4.5	43.8	----	43.9
Santiago	-3.5	45.4	----	45.6
Lima	-3.5	43.8	----	43.9
Bogotá	-3.5	43.8	----	43.9
Chicago	-3.5	43.8	----	43.9
Nueva York	-3.5	43.8	----	43.9
Asunción	-3.5	44.1	----	44.7
Buenos Aires	-3.5	44.7	----	44.8
Montevideo	-3.5	44.6	----	44.8
México	-3.5	46.6	----	46.8
Guatemala	-3.5	46.6	----	46.8
Houston	-3.5	46.6	----	46.8
Panamá	-3.5	46.6	----	46.7
La Habana	-3.5	47.1	----	47.7
Miami	-3.5	47.1	----	47.7

Tabla III-2.- Parámetros de G/T y PIRE de los satélites para la misión América: TVA y TVR

4.1.- Cálculo del ángulo de elevación de la antena (Θ), distancia desde la estación terrena al satélite

geoestacionario (L) y azimut (Z) hacia el satélite

El ángulo de elevación viene determinado por la siguiente expresión:

$$\Theta = \arctan\left\{ \frac{\cos \phi \cos \Delta\ell - 0.151267}{\text{sen}\{\arccos(\cos \phi \cos \Delta\ell)\}} \right\}, ^\circ$$

donde:

ϕ : latitud de la estación terrena, en grados.

$\Delta\ell$: diferencia en longitud entre la estación terrena y el satélite, en grados.

Cabe señalar en la expresión anterior, que, si el numerador es negativo, el satélite se encuentra debajo del horizonte.

La distancia desde la estación terrena al satélite está dada por:

$$L = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cos \phi \cos \Delta\ell}, \text{Km.}$$

El cálculo del ángulo acimutal (medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del Norte), viene dado por:

$$A = \arctan\left(\frac{\tan \Delta\ell}{\text{sen} \phi}\right), \text{grados}$$

el ángulo provisional de acimut A se modificará de acuerdo al siguiente criterio:

Z=A+180: para las estaciones terrenas situadas en el hemisferio Norte y los satélites situados al Oeste de la estación terrena,

Z=180-A: para las estaciones terrenas situadas en el hemisferio Norte y los satélites situados al Este de la estación terrena,

Z=360-A: para las estaciones terrenas situadas en el hemisferio Sur y los satélites situados al Oeste de la estación terrena,

Z=A : para las estaciones terrenas situadas en el hemisferio Sur y los satélites situados al Este de la estación terrena.

4.2.- Atenuación atmosférica

La atenuación atmosférica es la producida por la absorción de los diferentes gases presentes en la atmósfera. Esta absorción se debe principalmente al vapor de agua y al oxígeno de la atmósfera. Su cálculo viene recogido en el Informe 719-2 del CCIR y puede considerarse que su valor es:

- * 0.3 dB para el enlace ascendente, y de
- * 0.2 dB para el enlace descendente.

4.3.- Atenuación por precipitaciones

El método utilizado para calcular la atenuación producida por la lluvia es el que aparece en el Informe 563-4 del CCIR. Para obtener la atenuación específica (γ_R), se utilizan las fórmulas dadas en el Informe 721-2 del CCIR.

Para las aplicaciones prácticas, puede hallarse aproximadamente la relación entre el coeficiente de atenuación γ_R (dB/Km) y la intensidad de la lluvia R (mm/h) para una frecuencia determinada, mediante la ley exponencial (para el 0.01% del tiempo):

$$\gamma_{R(0.01\%)} = K R^{0.01}$$

donde:

$$K = \frac{K_H + K_v + (K_H - K_v) \cos^2 \Theta \cos 2\tau}{2}$$

$$\alpha = \frac{K_H \alpha_H + K_v \alpha_v + (K_H \alpha_H - K_v \alpha_v) \cos^2 \Theta \cos 2\tau}{2K}$$

Los valores de K_H , α_H y K_V , α_V se muestran en la tabla III-3 para diferentes bandas de frecuencias. Θ es el ángulo de elevación del trayecto y τ es el ángulo de inclinación de la polarización con respecto a la horizontal ($\tau=45^\circ$ para polarización circular, $\tau=0^\circ$ para polarización "X", $\tau=90^\circ$ para polarización "Y").

En los servicios de TVA se utiliza siempre polarización "Y". A continuación, se recoge el método general para calcular las estadísticas a largo plazo de la atenuación debida a la lluvia en trayectos oblicuos en un punto determinado. Para ello, es preciso conocer los siguientes parámetros:

- $R_{0.01}$: intensidad de la lluvia en el punto de que se trate para el 0.01% del tiempo (mm/h),
- h_s : altura sobre el nivel medio del mar de la estación terrena (Km),
- Θ : ángulo de elevación (grados),
- ϕ : latitud de la estación terrena (grados),
- f : frecuencia (GHz).

Frecuencia (GHz)	K_H	K_v	α_H	α_v
1	0.0000387	0.0000352	0.912	0.880
2	0.000154	0.00138	0.963	0.923
4	0.000650	0.000591	1.121	1.075
6	0.00175	0.00155	1.308	1.265
8	0.00454	0.00395	1.327	1.310
10	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.200
15	0.0367	0.0335	1.154	1.128
20	0.0751	0.0691	1.099	1.065
25	0.124	0.113	1.061	1.030
30	0.187	0.167	1.021	1.000
35	0.263	0.233	0.979	0.963
40	0.350	0.310	0.939	0.929
45	0.442	0.393	0.903	0.897
50	0.536	0.479	0.873	0.868
60	0.707	0.642	0.826	0.824
70	0.851	0.784	0.793	0.793
80	0.975	0.906	0.769	0.769
90	1.06	0.999	0.753	0.754
100	1.12	1.06	0.743	0.744
120	1.18	1.13	0.731	0.732
150	1.31	1.27	0.710	0.711
200	1.45	1.42	0.689	0.690
300	1.36	1.35	0.688	0.689
400	1.32	1.31	0.683	0.684

Tabla III-3.- Coeficientes $K_{H,v}$ y $\alpha_{H,v}$ para gotas de lluvia aplanadas

El método propuesto consta de los pasos siguientes: (1 a 6 predecir la atenuación rebasada durante el 0.01% del tiempo, y los pasos 7 y 8 para otros porcentajes entre 0.001 y 1% de un año medio).

Paso 1: La altura de la lluvia, h_R , se calcula a partir de la latitud de la estación, ϕ . La altura efectiva de la lluvia viene

$$h_R(\text{Km}) = \begin{cases} 3 + 0.028\phi & , \text{para } 0 \leq \phi \leq 36^\circ \\ 4.00.075(\phi/36) & , \text{para } \phi \geq 36^\circ \end{cases}$$

dada por:

Paso 2: Para $\Theta \geq 5^\circ$ la longitud del trayecto oblicuo, L_s , por debajo de la altura de lluvia se obtiene a partir de la fórmula:

$$L_s = \frac{h_R - h_s}{\text{sen}\Theta}, \text{Km.}$$

Para $\Theta < 5^\circ$ debe utilizarse una fórmula más precisa:

$$L_s = \frac{2(h_R - h_s)}{(\text{sen}^2\Theta + \frac{2(h_R - h_s)}{Re})^{1/2} + \text{sen}\Theta}, \text{Km.}$$

donde: Re es el radio ficticio de la Tierra, en Km, debido a la refracción.

Paso 3: La proyección horizontal, L_g , de la longitud del trayecto oblicuo se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$L_g = L_s \cos\Theta, \text{ Km.}$$

Paso 4: El factor de reducción para el 0.01% del tiempo de L_s , r ,

$$r_{(0.01\%)} = \frac{1}{1 + \frac{L_g}{L_o}}$$

para un régimen de lluvias $R_{0.01}$, mm/h:

$$\text{donde: } L_o = 35 \exp(-0.015 R_{0.01}), \text{ Km.}$$

Paso 5: La longitud equivalente del trayecto, Leq , cubierto por la lluvia de intensidad $R_{0.01}$:

$$Leq = r_{(0.01\%)} \cdot Ls \quad , \text{ Km.}$$

Paso 6: Obtener la atenuación específica, γ_R , utilizando los coeficientes dependientes de la frecuencia que aparecen en la tabla III-3 y el índice de intensidad de lluvia $R_{0.01}$ obtenido del Informe 563-3 del CCIR:

$$\gamma_{R(0.01\%)} = K R_{0.01}^\alpha \quad , \text{ dB/Km.}$$

y la atenuación superada no más del 0.01% del año medio

$$a_{R(0.01\%)} = \gamma_{R(0.01\%)} \cdot Leq \quad , \text{ dB}$$

Paso 7: Cálculo de la probabilidad $T_{R,y}$, en %, de que sea superada la atenuación $a_{d,max}$. Se aplicará la siguiente fórmula:

$$\frac{a_{d,max}}{a_{R(0.01\%)}} = 0.12 (T_{R,y})^{-(0.546+0.043 \log T_{R,y})}$$

aplicado para $0.001\% \leq T_{R,y} \leq 1\%$. Ver gráfica III-1.

Paso 8 : Para el mes más desfavorable, se aplicará la siguiente fórmula:

$$T_{R,y} = 0.3 (T_{R,wm})^{1.15} \quad , \quad \% \quad .$$

Ver gráfica III-2.

donde:

- $T_{R,y}$: porcentaje de tiempo para un año medio.
- $T_{R,wm}$: porcentaje de tiempo para el mes más desfavorable.

Esta ecuación corresponde a climas con variaciones estacionales relativamente pequeñas en términos de intensidad de lluvia. El Informe 723 proporciona información más detallada sobre otros climas.

Teniendo como base el método propuesto anteriormente,

puede aplicarse la siguiente fórmula empírica (extraída del Informe 563 del CCIR) para calcular la atenuación debida a la lluvia si sólo se dispone de datos de atenuación medida en una sola frecuencia, aplicada ésta en la gama de frecuencias de 7 a 50 GHz (y provisionalmente hasta 100 GHz), para expresar la proporcionalidad con la frecuencia en el mismo trayecto; esta fórmula da un coeficiente de atenuación en función directamente de la frecuencia y de la atenuación:

$$a_{d,\max 2} = a_{d,\max 1} \left\{ \frac{g(f_2)}{g(f_1)} \right\}^{1-H(g(f_1),g(f_2),a_{d,\max 1})}, dB$$

$$g(f) = \frac{f^2}{1 + 10^{-4} \cdot f^2}, y$$

donde:

$$H(g(f_1),g(f_2),a_{d,\max 1}) = 1.12 \times 10^{-3} \left[\frac{g(f_2)}{g(f_1)} \right]^{0.5} [g(f_1) \cdot a_{d,\max 1}]^{0.55}$$

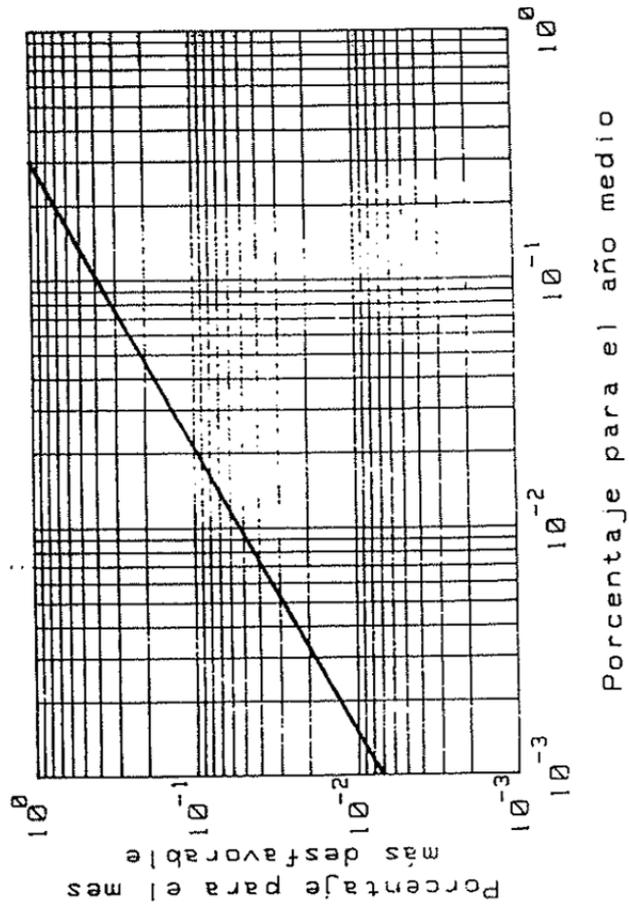
$a_{d,\max 1}$ y $a_{d,\max 2}$ son valores equiprobables de la atenuación suplementaria debida a la lluvia en las frecuencias f_1 y f_2 (en GHz), respectivamente. Esta atenuación se añade a la debida a los gases atmosféricos.

4.4.- Estadísticas de precipitación

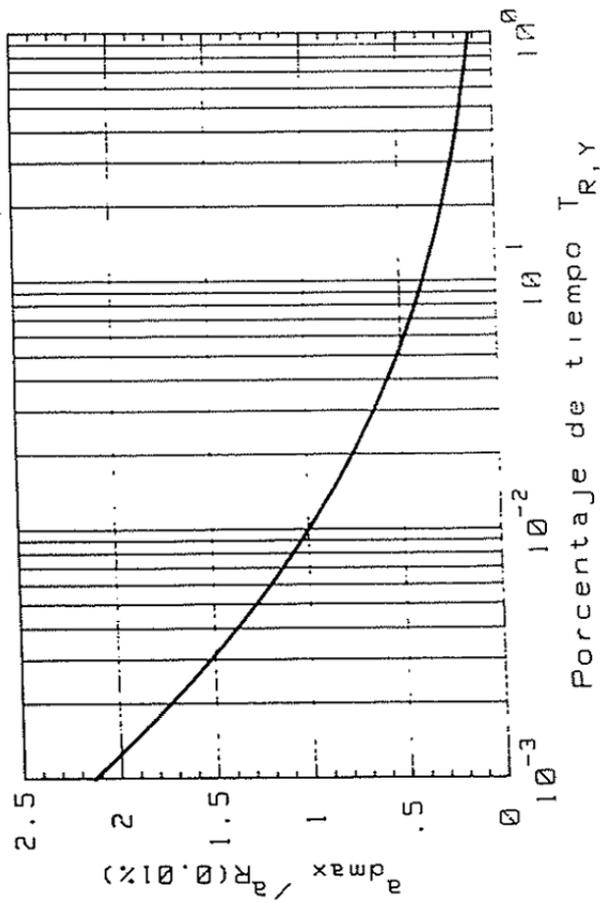
En los cálculos que se han realizado en este trabajo, se ha tomado como datos de precipitaciones las estadísticas que se incluyen en los documentos del CCIR. La información relativa de la intensidad de lluvia excedida durante el 0.01% del tiempo en un año medio se obtiene de la figura III-3 (Informe 563 del

CCIR).

La zona hidrometeorológica correspondiente a cada capital en los países de Iberoamérica y algunas ciudades de los EE.UU. con la intensidad de lluvia excedida (mm/h) durante el 0.01% del tiempo, así como las atenuaciones excedidas durante el 1%, tanto para la frecuencia de 12 GHz como para la de 14.45 GHz se indican en la tabla III-4. Además, en la tabla III-5 se muestra las zonas para otras intensidades de lluvia y para otros porcentajes de tiempo según el Informe 563-4 del CCIR.



Gráfica III-2



Gráfica III-1

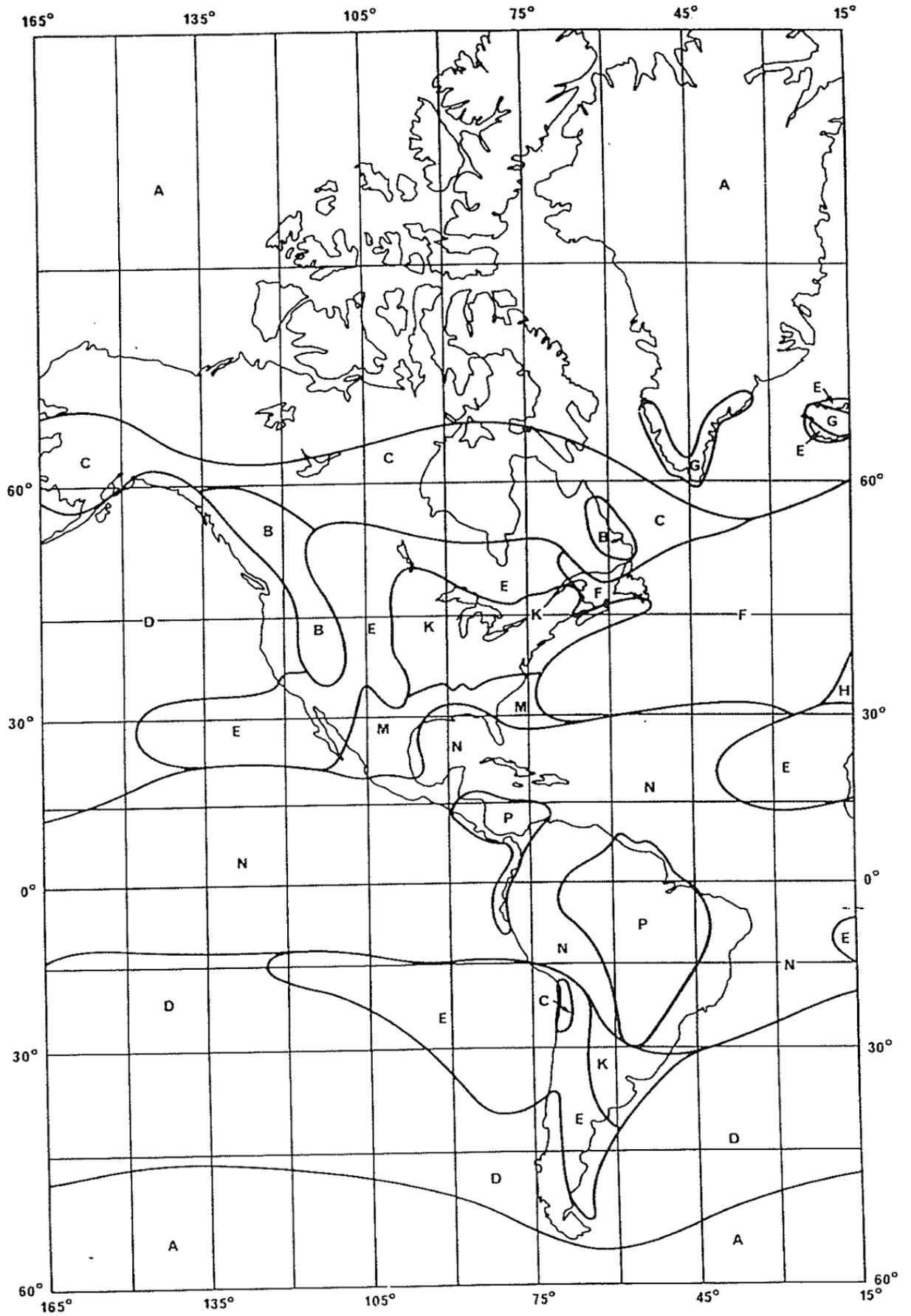


Figura III-3

		Atenuación al 1% (dB)		
	Zona	R_{0.01} (mm/h)	12 GHz	14.45 GHz
Santiago	E	22	0.44	0.63
Quito	P	145	0.25	0.36
Lima	N	95	1.76	2.51
Caracas	N	95	1.27	1.81
Bogotá	N	95	0.35	0.50
La Paz	E	22	----	----
Chicago	K	42	1.56	2.23
Nueva York	K	42	1.21	1.73
Asunción	P	145	2.17	3.10
San Juan	N	95	1.72	2.45
Bs. Aires	K	42	0.90	1.29
Montevideo	K	42	0.90	1.29
México	M	63	1.36	1.94
Guatemala	N	95	1.66	2.37
Houston	M	63	2.30	3.27
Panamá	P	145	2.14	3.05
La Habana	N	95	2.13	3.03
Miami	N	95	2.12	3.02

Tabla III-4.- Zonas hidrometeorológicas de algunas ciudades en América y atenuación por lluvia para el 1% del tiempo.

I. 563-4

Tabla III-5.- Zonas hidrometeorológicas. Intensidad de lluvia excedida (mm/h).

Porcentaje del tiempo (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
1,0	< 0,1	0,5	0,7	2,1	0,6	1,7	3	2	8	1,5	2	4	5	12	24
0,3	0,8	2,0	2,8	4,5	2,4	4,5	7	4	13	4,2	7	11	15	34	49
0,1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22	35	65	72
0,03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40	65	105	96
0,01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145	115
0,003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95	140	200	142
0,001	22	32	42	42	70	78	65	83	55	100	150	120	180	250	170

4.5.- Degradación de la G/T

El factor de calidad, G/T, de la estación terrena disminuye cuando se producen precipitaciones en el trayecto descendente.

La temperatura de ruido del sistema de recepción está normalmente referida a la entrada del receptor, y se calcula como sigue:

- la temperatura de ruido del receptor (T_{Rx}) viene dada por:

$$T_{Rx} = T_o (F_N - 1) , \text{ } ^\circ\text{K}$$

donde:

F_N : Factor de ruido del receptor, en veces. Normalmente se encuentra entre 1.5 a 2 dB ($NF=10\log F_N$).

T_o : Temperatura ambiente. Según el CCIR se toma como 290 °K.

- la temperatura de ruido producida por el feeder viene dada por:

$$T_f = T_o \left(1 - \frac{1}{A_f}\right), \text{ } ^\circ\text{K}$$

donde:

A_f : Pérdida en el feeder, en veces. Normalmente se toma 0.2 dB (según el promedio para diferentes fabricantes).

- la temperatura de ruido de la antena depende de:

$$T_A = T_{\text{cielo}(\theta)} + C \cdot T_t + \Delta T_{\text{rad}(R)} , \text{ } ^\circ\text{K}$$

donde:

$T_{\text{cielo}(\theta)}$: Temperatura de ruido para cielo despejado, dependiente del ángulo de elevación de la antena y de la banda de frecuencias.

Ver gráfica III-4, extraída del Informe 720-2 del CCIR.

C.T_t: T_t, es la temperatura que capta la antena procedente de la superficie de la Tierra. C, es una constante que varía entre 0.1 a 0.2.

ΔT_{rad(R)}: Suplemento causado por un radomo (si se utiliza) y depende de la intensidad de la lluvia R.

Además, la T_A depende también del ruido fósil (T_c) que según mediciones es de 2.75 °K; el ruido galáctico (T_{cc}), que es despreciable para frecuencias superiores a 1 GHz.

- la temperatura externa que depende de los parámetros anteriores como:

$$T_{ext.} = T_A + T_c + T_{cc}, \text{ } ^\circ K$$

Por lo tanto, la temperatura de ruido del sistema de recepción viene dada como:

$$T_e = \frac{T_{ext.}}{A_f} + T_f + T_{Rx}, \text{ } ^\circ K$$

Cabe destacar que el cálculo de la T_e, del proceso anterior, corresponde para cielo despejado. En el caso de tener en cuenta el efecto de la lluvia, basta con modificar el valor de T_{cielo} en el cálculo de T_A.

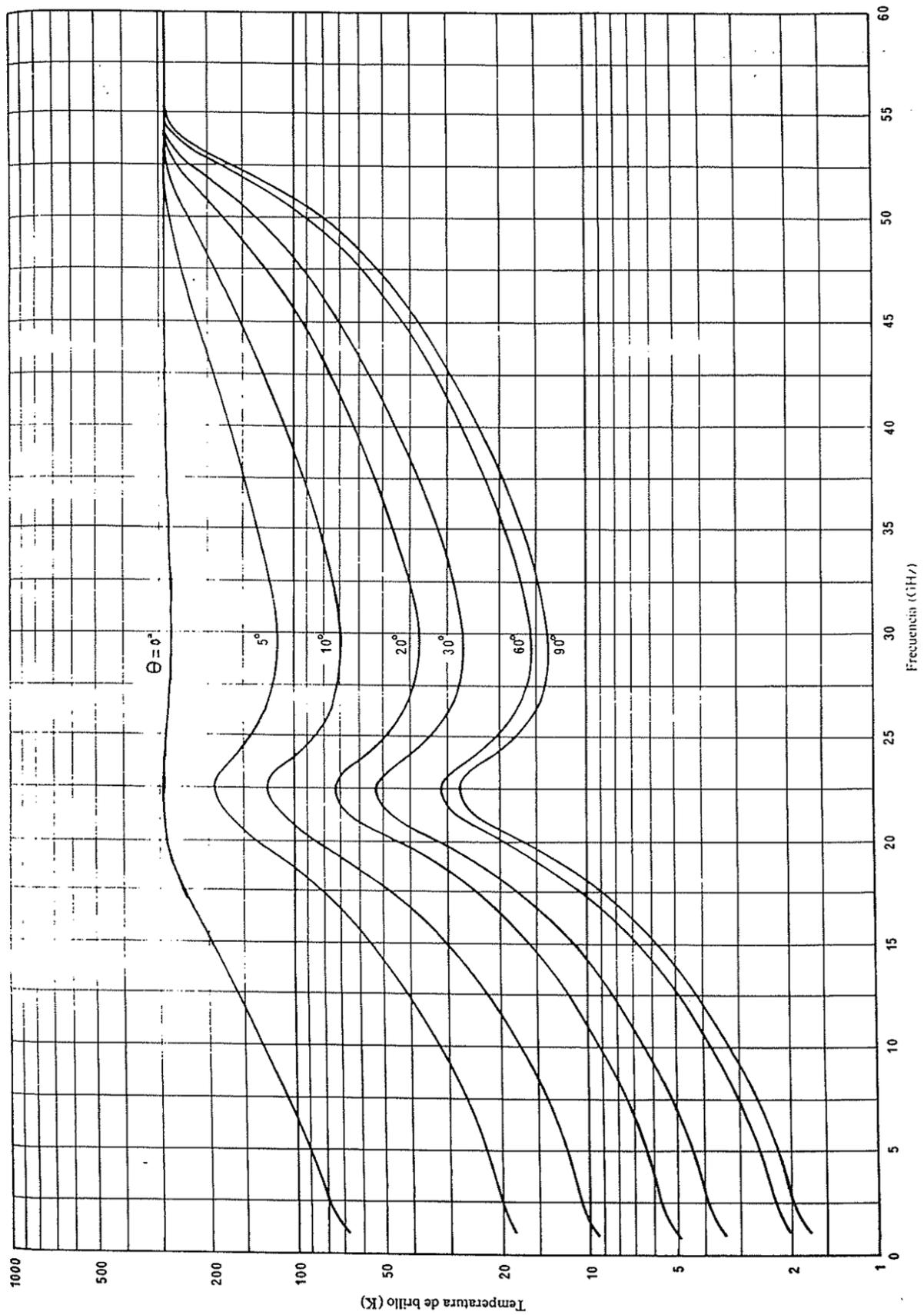
El nuevo valor de T_{cielo} viene dado por la siguiente relación:

$$T_{cielo} = 290 \left(1 - \frac{1}{A_R}\right), \text{ } ^\circ K$$

donde:

A_R: dado en veces, se calcula con las gráficas III-1 y III-2 como:

$$A_R = 10^{\frac{ad,max(T_{R,mm}\%)}{10}}$$



Gráfica III-4.- Temperatura de brillo (cielo claro).

4.6.- Cálculo del flujo de potencia (Φ)

El cálculo del flujo de potencia obtenido de una antena transmisora viene dado por la siguiente expresión:

$$\Phi = \text{p.i.r.e.} - 71 - 20\log L - L_{\text{sup.}}, \text{ dBw/m}^2.$$

donde:

p.i.r.e.: potencia isotrópica radiada equivalente por la estación transmisora (dBw).

L: distancia entre la estación transmisora y la receptora (Km)

$L_{\text{sup.}}$: pérdidas suplementarias, en dB, debido a la atenuación atmosférica, error de apuntamiento, etc.

El resultado que se obtendría con la expresión anterior corresponde al cálculo del flujo para cielo despejado. En caso de tener en cuenta el efecto de la lluvia, se le restará del cálculo anterior la correspondiente atenuación por lluvia (a_R) para un porcentaje de tiempo especificado.

4.7.- Balance de enlace

La calidad del enlace obtenida se expresa después de la demodulación en términos de la relación S/N, en las transmisiones analógicas y por la proporción de bits erróneos (BER) en las transmisiones digitales.

Por lo tanto, la calidad depende de la relación C/T, antes de la demodulación y del proceso de modulación empleado, así como del funcionamiento real del equipo instalado (demodulador, filtros, etc.).

4.7.1.- Enlace ascendente (C/T)_u

La relación portadora/temperatura de ruido en el enlace ascendente viene dada por:

$$(C/T)_u = (G/T)_s + \text{PIREe} - L_u - L_{\text{sup.}}, \text{ dB(w/K)}$$

donde:

(G/T)_s: factor de calidad de la estación espacial (satélite), en dB/K.

PIREe : potencia isotrópica radiada equivalente de la estación terrena en la dirección del satélite, en dBw.

L_u: atenuación en el espacio libre para el enlace ascendente. $L_u = 22 + 20\log(L/\lambda)$, en dB.

4.7.2.- Enlace descendente (C/T)_d

La relación portadora/temperatura de ruido en el enlace descendente viene dada por:

$$(C/T)_d = (G/T)_e + \text{PIREs} - L_d - L_{\text{sup.}}, \text{ dB(w/K)}$$

donde:

(G/T)_e: factor de calidad de la estación terrena, en dB/K.

PIREs: potencia isotrópica radiada equivalente del satélite en la dirección de la estación terrena receptora, en dBw.

L_d: atenuación en el espacio libre para el enlace descendente (dB).

4.7.3.- Balance total del enlace (C/T)_{total}

El balance total del enlace, es decir, el valor de la relación C/T para todo el enlace, se obtiene a partir de las

relaciones precedentes utilizando la ecuación:

$$(c/T)^{-1}_{total} = (c/T)^{-1}u + (c/T)^{-1}d + (c/T)^{-1}i + (c/T)^{-1}p$$

donde:

$(c/T)i$: ruido de intermodulación del transpondedor debido a la amplificación de portadoras simultáneas en el tubo de ondas progresivas (TOP) del satélite.

$(c/T)p$: otras contribuciones de ruido debido a otras fuentes, como :

$$(c/T)^{-1}p = (c/T)^{-1}_{frec.adyac.} + (c/T)^{-1}_{misma\ freq.} + (c/T)^{-1}_{otras}$$

Se señala que las relaciones c/T de la ecuación anterior están en veces.

4.7.4.- Cálculo de la S/N ponderado

La relación señal a ruido ponderado viene dada por la siguiente expresión:

$$S/N = (C/N)_{total} + M, \text{ dB}$$

donde:

$(c/N)_{total}$: relación portadora a ruido, en veces, se calcula como: $(C/N)u = PIREe - Lu + (G/T)s - L_{sup.} + 228.6 - 10\log B$, y $(C/N)d = PIREs - Ld + (G/T)e - L_{sup.} + 228.6 - 10\log B$, en dB. Por lo tanto, $(c/N)^{-1}_{total} = (c/N)^{-1}u + (c/N)^{-1}d$, en veces.

M: mejora de la señal NTSC y calculada según el apartado 3.1 del presente capítulo y cuyo valor es de 37 dB.

4.7.5.- Cálculo del diámetro de antena

La ganancia de la antena de la estación terrena viene relacionada con el diámetro de esta mediante la siguiente ecuación:

$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

donde:

G: ganancia de la antena, en veces.

η : eficiencia de antena, entre 0.55 y 0.75.

D: diámetro de antena, en metros.

λ : longitud de onda, en metros.

4.7.6.- Pérdidas de apuntamiento

Se supone que la estación terrena no está perfectamente apuntada hacia el satélite, lo que implica una pérdida adicional.

Se considera admisible una pérdida máxima de 0.5 dB, tanto en transmisión como en recepción. Estas pérdidas dependen de la apertura angular de la antena ya que ésta es inversamente proporcional a la ganancia de la antena. Para diámetros grandes de antena (mayor ganancia) la apertura angular se reduce y, por lo tanto, haría falta utilizar sistemas de seguimiento automático en las estaciones terrenas.

4.7.7.- Interferencia cocanal. Aislamiento de polarización

La interferencia cocanal está relacionada con el aislamiento espacial y de polarización entre los haces del satélite y con la discriminación por polarización de la antena de la estación terrena.

Para operaciones en polarización cruzada el aislamiento está también relacionado con la orientación (alineamiento) de la estación terrena y de las elipses de polarización del satélite. Esto se combina con la suma en potencia del aislamiento de polarización del satélite y el de la antena.

Para el caso de la misión TVA:

- Discriminación por aislamiento espacial: 50 dB (según dato del fabricante del satélite).

- Discriminación por polarización del satélite: 33 dB (según dato del fabricante del satélite).
- Discriminación por polarización de la estación terrena: 27.2 dB (alineamiento perfecto). Ver apéndice.

Combinando los efectos anteriores resulta una discriminación por polarización total de:

$$10\log[(10^{50/10})^{-1} + (10^{33/10})^{-1} + (10^{27.2/10})^{-1}] = 26.2 \text{ dB}$$

4.7.8.- Interferencia del satélite adyacente

Las interferencias causadas por los sistemas de satélites situados en posiciones cercanas a las del sistema HISPASAT se han englobado en un término de C/I en el desarrollo de las coordinaciones con INTELSAT. Como criterio de aceptación de interferencias se utiliza:

$$C/I = C/N)_{\text{total}} + 14 \quad , \text{ dB}$$

4.7.9.- Degradaciones adicionales

Tanto para tener en cuenta la degradación AM/PM producida en el transpondedor, como para cualquier otra interferencia existente, se utiliza en el balance un término de degradación de valor 0.15 dB y que afecta a la $C/N)_{\text{total}}$.

En la figura III-5 se muestran los contornos de cobertura del satélite en América y los países iberoamericanos cubiertos por esta.

A modo de ejemplo, se hará el cálculo respectivo para Buenos Aires según la metodología anterior y con las fórmulas dadas en los apartados anteriores de este capítulo. Para ello, tomamos los datos proporcionados por el fabricante en cuanto a características del satélite y además teniendo en cuenta las

características de la estación terrena transmisora, ubicada en Madrid, en lo referente a potencia de transmisión, ganancia de antena, régimen de lluvias (33 mm/h para Madrid), etc.

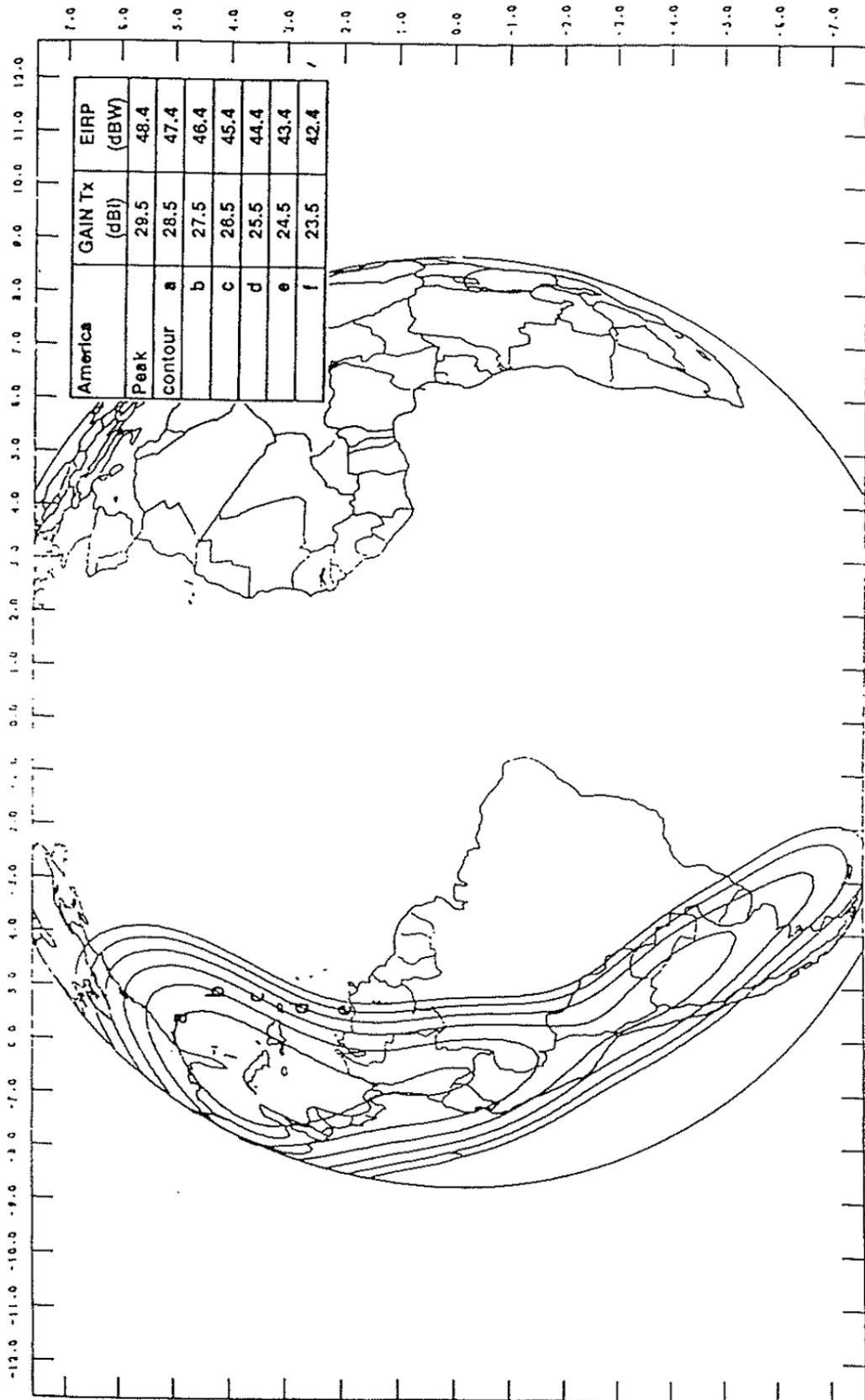


Figura III-5.- TVA TRANSMIT COVERAGE PERFORMANCE

BUENOS AIRES**Datos**

Longitud: -58.45° Zona de lluvia: K (42 mm/h, $R_{0.01\%}$)
 Latitud : -34.6° PIRE_{sat} : 44.7 dBw
 Altitud : 10 m.s.n.m. Pos. satélite: -30°

Angulo de elevación: $\Theta = 39.70^\circ$

Distancia al satélite: $L = 37811.8$ Km

Pérdida espacio libre: $L_d = 205.59$ db (para $f = 12$ GHz)

Atenuación por lluvia:

$K_H=0.0188$, $K_V=0.0168$, $\alpha_H=1.217$, $\alpha_V=1.2$; para polarización

$$\gamma_{R(0.01\%)} = 1.526, \text{dB/Km}$$

"Y", y de aquí se obtiene: $K = 0.0172$, $\alpha = 1.20$.

$$h_R = 3 + 0.028(34.6) = 3.97 \text{ Km}$$

$$L_S = 6.2 \text{ Km}, \quad L_G = 4.77 \text{ Km}$$

$$L_o = 18.64 \text{ Km}, \quad r_{(0.01\%)} = 0.796 \text{ (factor de reducción)}$$

$$L_{eq} = 0.796(6.2) = 4.94 \text{ Km, y luego}$$

$$a_{R(0.01\%)} = 1.526(4.94) = 7.53 \text{ dB}$$

$$a_{d,max} = 0.12(7.53) = 0.91 \text{ dB, para el 1\% del año medio.}$$

Degradación de la G/T:

$$\text{con NF} = 1.7 \text{ dB}, \quad T_{Rx} = 290(1.48 - 1) = 138.94 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{con } A_f = 0.2 \text{ dB}, \quad T_f = 290(1 - 1/1.05) = 13.8 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{de: } C.T_t, \quad \text{con } C = 0.15, \quad T_t = 290 \text{ }^\circ\text{K y } T_c = 2.75 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_{\text{cielo}(\Theta)} = 6.4 \text{ }^\circ\text{K (según curvas de la gráfica III-4 del CCIR)}$$

$$T_A = 6.4 + 0.15(290) = 49.9 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_{\text{ext}} = 49.9 + 2.75 = 52.65 \text{ }^\circ\text{K, luego}$$

$$T_e = 52.65/1.05 + 13.8 + 138.94 = 202.14 \text{ }^\circ\text{K (temperatura equivalente del sistema de recepción para cielo claro).}$$

y teniendo en cuenta la lluvia:

$$T_{\text{cielo}} = 290(1 - 1/10^{0.9/10}) = 54.28 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T_A = 54.28 + 0.15(290) = 97.78 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T_{\text{ext}} = 97.78 + 2.75 = 100.53 \text{ } ^\circ\text{K} , \text{ luego}$$

$$T_e = 100.53/1.05 + 13.8 + 138.94 = 247.74 \text{ } ^\circ\text{K} \text{ (temperatura equivalente del sistema de recepción con lluvia).}$$

por lo tanto,

$$\text{Degradación de la G/T: } 10 \log (247.74/202.14) = 0.88 \text{ dB.}$$

Cálculos de balance de enlace:

- pérdida atenuación atmosférica: ascendente=0.3 dB,
descendente = 0.2 dB,
- pérdida error de apuntamiento: 0.5 dB.

Enlace ascendente

. frecuencia	: 14 GHz
. PIRE E/T_{Tx}	: 77.4 dBw
. Potencia del HPA	: 250 w
. Pérdidas HPA-antena	: 1 dB
. Ganancia de antena	: 54.42 dB
. Eficiencia de antena	: 0.65
. Diámetro de antena	: 4.45 m
. Perdidas espacio libre	: 206.99 dB
. Densidad de flujo disponible	: -86.02 dBw/m ²
. Densidad de flujo de saturación:	-86.00 dBw/m ²
. Back-off de entrada	: 0.02 dB
. G/T del satélite	: 6.5 dB/K, con B=30 MHz de ancho de banda RF.
. $C/T)_u$: -123.89 dBw/K
. $C/N)_u$: 29.9 dB

Enlace descendente

Para recepción individual se requiere una $S/N)_{v_{\text{con lluvia}}} = 48$ dB; pero como la degradación total por lluvia es de: $0.88+0.91 = 1.79$ dB, entonces $S/N)_{v_{\text{cielo claro}}} = 48+1.79 = 49.79$ dB. Además debe considerarse una degradación adicional por

satélites adyacentes, interferencia cocanal y otras fuentes, y que es de 0.5 dB aproximadamente; por lo tanto $(S/N)_{\text{cielo claro}} = 49.79 + 0.5 = 50.29$ dB .

$$(C/N)_{\text{total}} = (S/N)_v - 37 = 50.29 - 37 = 13.29 \text{ dB}$$

pero: $(C/N)_d^{-1} = (C/N)_{\text{total}}^{-1} - (C/N)_u^{-1}$, en veces

luego, $(C/N)_d = 13.37$ dB

y de aquí se obtiene:

$$\begin{aligned} G/T_{E/T_{RX}} &= 13.37 - 44.7 + 205.59 + (0.2 + 0.5) - 228.6 + 10 \log 30 \times 10^6 = \\ &= 21.13 \text{ dB/K} \end{aligned}$$

de donde:

$$G = 21.13 + 10 \log(202.14) = 44.18 \text{ dB} , \text{ para recepción individual (S/N = 48 dB).}$$

$$G = 44.18 + 2 = 46.18 \text{ dB, para recepción colectiva (S/N = 50 dB).}$$

y obteniendo los diámetros de las antenas:

$$D \approx 1.6 \text{ m, para recepción individual}$$

$$D \approx 2.0 \text{ m, para recepción colectiva.}$$

A continuación, se muestran los balances de enlace para las capitales de los países iberoamericanos y algunas ciudades de Norteamérica y del Brasil.

Posteriormente, en las tablas III-6 y III-7, se muestran los resultados finales para todas las ciudades en cobertura americana obtenidos para el 1% del año medio y con calidades de 48 dB y 50 dB para recepción individual y colectiva, respectivamente.

En las tablas III-8 y III-9 se muestran resultados análogos pero obtenidos para el 0.1% del año medio. Lógicamente, con este porcentaje de tiempo se considera una atenuación por desvanecimientos por lluvia ($a_{d,max}$) en tres veces superior, aproximadamente, con respecto a la atenuación obtenida para

el 1% del año medio.

A modo de comparación, en las tablas III-6a y III-7a se muestran los resultados finales obtenidos por HISPASAT para el 1% del año medio. Se observa en estas tablas que en la mayoría de las ciudades de la cobertura los diámetros de las antenas son similares a los obtenidos para el presente trabajo, salvo algunos casos en los que la variación está comprendida aproximadamente entre $\pm 5\%$ a $\pm 10\%$; a pesar de ello, este rango de variación es aceptable y puede considerarse que las características de las estaciones terrenas no varían significativamente. Sin embargo, la estación terrena correspondiente a Santa Cruz en Bolivia diverge considerablemente. Esta variación, representa aproximadamente el 30% más que el calculado por HISPASAT.

5.- Características técnicas generales de las estaciones terrenas

Parte de las características técnicas generales de las estaciones terrenas se muestran en las tablas III-6 y III-7 del apartado anterior en lo referente al factor de calidad, G/T , de la estación terrena y al diámetro de la antena. En la tabla III-10 se muestra el ángulo de elevación, Θ , y el acimut, Z , para cada ciudad considerada dentro de la cobertura del satélite para la misión América.

Tabla III-6.- Resultados para el 1% del año medio.

G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	G/T (dB/K)	Diámetro (m)
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	21,20	1,6
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	20,10	1,4
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	22,30	1,8
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	19,30	1,3
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	21,20	1,6
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	21,10	1,6
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	21,80	1,7
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	21,10	1,6
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	21,10	1,6
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	23,50	2,1
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	19,90	1,4
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	20,20	1,4
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	20,90	1,5
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	20,70	1,5
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	24,10	2,2
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	25,10	2,5
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	24,10	2,3
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	23,2	2,1
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	26,00	2,8
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	19,70	1,3
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	21,70	1,7
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	20,80	1,5
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	19,30	1,3
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	20,20	1,4
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	20,20	1,4
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	19,80	1,4
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	19,80	1,4
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	21,00	1,6
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	21,90	1,7
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	23,90	2,2
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	22,10	1,8
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	21,00	1,6
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	21,90	1,7
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	22,00	1,8
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	22,10	1,8
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	21,60	1,7
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	21,00	1,6
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	20,90	1,5
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	24,30	2,3
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	22,80	2,0
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	21,00	1,6
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	22,00	1,8
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	23,40	2,1
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	21,80	1,7
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	23,30	2,0
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	22,20	1,8
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	21,70	1,7
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	20,80	1,5
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	21,20	1,6
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	22,80	2,0
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	22,80	2,0
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	H	23,80	2,2
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	24,00	2,3
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	22,20	1,8
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	22,00	1,8
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	20,90	1,5
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	22,10	1,8
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	21,50	1,7
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	20,40	1,5
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	20,60	1,5
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	21,00	1,6

Tabla III-6a.- Resultados de HISPASAT para el 1% del año medio

G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	G/T (dB/°K)	Diámetro (m)
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	21,20	1,6
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	20,10	1,4
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	22,30	1,8
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	19,30	1,3
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	21,20	1,6
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	21,10	1,6
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	21,00	1,6
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	21,10	1,6
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	21,90	1,7
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	23,50	2,1
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	19,90	1,4
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	21,20	1,6
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	20,90	1,5
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	20,70	1,5
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	21,90	1,7
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	24,70	2,4
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	23,80	2,2
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	22,90	1,9
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	25,60	2,7
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	19,70	1,3
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	21,70	1,7
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	20,80	1,5
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	19,30	1,3
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	20,20	1,4
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	20,20	1,4
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	19,80	1,4
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	19,80	1,4
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	21,00	1,6
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	21,90	1,7
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	23,90	2,2
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	22,10	1,8
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	21,00	1,6
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	21,90	1,7
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	22,00	1,8
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	22,10	1,8
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	21,60	1,7
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	21,00	1,6
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	20,90	1,5
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	24,30	2,3
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	22,70	1,9
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	21,00	1,6
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	22,00	1,8
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	23,40	2,1
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	21,80	1,7
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	23,30	2,0
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	22,20	1,8
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	21,70	1,7
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	20,80	1,5
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	21,20	1,6
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	22,60	1,9
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	22,80	1,9
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	23,80	2,2
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	24,00	2,2
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	22,20	1,8
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	21,90	1,7
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	20,90	1,5
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	22,10	1,8
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	21,40	1,6
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	20,30	1,4
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	20,60	1,5
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	20,90	1,5

Tabla III-7.- Resultados para el 1% del año medio.

G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	G/T (dB/°K)	Diámetro (m)
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	23,30	2,0
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	22,20	1,8
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	24,40	2,3
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	21,40	1,6
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	23,30	2,0
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	23,30	2,0
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	23,10	2,0
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	23,20	2,0
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	23,10	2,0
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	25,70	2,7
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	22,00	1,8
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	22,00	1,8
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	23,00	2,0
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	22,90	1,9
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	26,10	2,8
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	27,10	3,2
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	26,10	2,9
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	25,20	2,6
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	28,00	3,6
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	21,80	1,7
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	23,90	2,2
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	22,90	1,9
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	21,40	1,6
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	22,30	1,8
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	22,30	1,8
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	21,90	1,7
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	21,90	1,7
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	23,10	2,0
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	24,00	2,2
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	26,00	2,8
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	24,20	2,3
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	23,10	2,0
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	24,10	2,2
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	24,10	2,2
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	24,20	2,3
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	23,70	2,1
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	23,10	2,0
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	23,00	2,0
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	26,50	3,0
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	24,80	2,4
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	23,10	2,0
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	24,00	2,3
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	25,60	2,7
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	24,00	2,2
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	25,60	2,7
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	24,30	2,3
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	23,90	2,2
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	22,90	2,0
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	23,40	2,1
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	24,90	2,5
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	24,90	2,5
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	26,00	2,8
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	26,10	2,9
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	24,30	2,3
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	24,00	2,2
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	23,00	2,0
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	24,20	2,3
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	23,50	2,1
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	22,40	1,8
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	22,70	1,9
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	23,10	2,0

Tabla III-7a.- Resultados de HISPASAT para el 1% del año medio

PAIS	G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS					Zona climática (2)	G/T (dB/°K)	Diámetro (m)
	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)			
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	23,30	2,0
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	22,20	1,8
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	24,40	2,3
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	21,40	1,6
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	23,30	2,0
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	23,30	2,0
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	23,10	2,0
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	23,20	2,0
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	24,00	2,2
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	25,70	2,7
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	22,00	1,8
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	23,30	2,0
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	23,00	2,0
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	22,90	1,9
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	24,00	2,2
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	26,80	3,1
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	25,90	2,8
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	25,10	2,5
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	27,70	3,4
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	21,80	1,7
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	23,90	2,2
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	22,90	1,9
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	21,40	1,6
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	22,30	1,8
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	22,30	1,8
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	21,90	1,7
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	21,90	1,7
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	23,10	2,0
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	24,00	2,2
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	26,00	2,8
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	24,20	2,3
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	23,10	2,0
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	24,10	2,2
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	24,10	2,2
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	24,20	2,3
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	23,70	2,1
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	23,10	2,0
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	23,00	2,0
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	26,50	3,0
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	24,80	2,4
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	M	23,10	2,0
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	24,10	2,2
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	25,50	2,6
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	24,00	2,2
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	25,50	2,6
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	24,30	2,3
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	23,90	2,2
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	22,90	1,9
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	23,40	2,1
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	24,80	2,4
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	24,90	2,5
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	26,00	2,8
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	26,10	2,8
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	24,30	2,3
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	24,00	2,2
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	23,00	2,0
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	24,20	2,3
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	23,50	2,1
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	22,40	1,8
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	22,70	1,9
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	23,10	2,0

Tabla III-8.- Resultados para el 0.1% del año medio.

G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	G/T (dB/°K)	Diámetro (m)
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	23,20	2,0
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	21,90	1,7
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	24,70	2,4
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	20,20	1,4
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	23,20	2,0
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	23,20	2,0
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	23,90	2,2
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	23,10	2,0
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	23,10	2,0
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	28,80	3,8
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	21,60	1,7
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	20,10	1,4
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	21,10	1,6
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	20,60	1,5
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	27,60	3,4
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	28,10	3,6
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	27,20	3,2
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	26,40	3,0
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	29,00	4,0
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	20,60	1,5
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	22,70	1,9
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	21,80	1,7
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	19,80	1,4
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	20,70	1,5
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	20,70	1,5
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	20,80	1,5
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	20,80	1,5
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	21,70	1,7
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	24,40	2,3
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	27,90	3,5
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	27,20	3,2
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	22,30	1,8
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	24,10	2,2
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	24,30	2,3
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	27,10	3,2
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	26,90	3,1
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	26,10	2,9
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	21,40	1,6
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	29,20	4,1
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	25,60	2,7
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	26,00	2,8
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	27,40	3,4
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	27,20	3,2
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	25,30	2,6
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	26,30	2,9
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	25,10	2,5
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	24,70	2,4
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	23,70	2,1
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	24,70	2,4
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	26,20	2,9
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	29,00	4,0
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	29,60	4,4
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	28,20	3,7
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	26,40	2,9
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	27,60	3,4
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	24,80	2,4
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	26,40	2,9
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	26,40	2,9
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	24,80	2,4
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	23,60	2,1
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	26,60	3,1

Tabla III-9.- Resultados para el 0.1% del año medio.

G/T Y DIAMETRO ESTIMADO DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	G/T (dB/°K)	Diámetro (m)
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	25,20	2,5
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	23,90	2,2
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	26,70	3,0
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	22,20	1,8
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	25,20	2,5
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	25,20	2,5
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	25,90	2,8
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	25,10	2,5
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	25,10	2,5
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	30,80	4,8
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	23,60	2,1
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	22,10	1,8
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	23,10	2,0
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	22,60	1,9
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	29,60	4,2
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	30,10	4,5
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	29,20	4,1
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	28,40	3,7
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	31,00	5,0
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	22,60	1,9
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	24,70	2,4
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	23,80	2,2
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	21,80	1,7
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	22,70	1,9
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	22,70	1,9
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	22,80	1,9
	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	22,80	1,9
COLOMBIA	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	23,70	2,1
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	26,40	2,9
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	29,90	4,4
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	29,20	4,1
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	24,30	2,3
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	26,10	2,8
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	26,30	2,9
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	29,10	4,0
COSTA RICA	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	28,90	3,9
CUBA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	28,10	3,6
ECUADOR	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	23,40	2,1
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	31,20	5,2
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	27,60	3,4
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	28,00	3,6
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	29,40	4,3
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	29,20	4,1
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	27,30	3,3
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	28,30	3,7
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	27,10	3,2
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	26,70	3,0
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	25,70	2,7
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	26,70	3,1
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	28,20	3,6
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	31,00	5,1
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	31,60	5,5
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	30,20	4,7
Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	28,40	3,7	
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	29,60	4,3
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	26,80	3,1
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	28,40	3,7
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	28,40	3,7
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	26,80	3,1
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	25,60	2,7
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	28,60	3,8

Tabla III-10

ANGULO DE ELEVACION Y AZIMUT DE LAS ESTACIONES TERRENAS								
PAIS	CIUDAD	Longitud (° E)	Latitud (° N)	Altitud (m)	PIRE sat. (dBW) (3)	Zona climática (2)	Elev. grados	Azímüt grados
ARGENTINA	Buenos Aires	-58,45	-34,60	10	44,70	K	39,70	43,7
	Córdoba	-64,25	-31,25	418	45,70	K	38,20	52,7
	Bahía Blanca	-62,30	-38,75	19	43,70	K	34,00	45,3
	Mendoza	-68,85	-32,90	757	45,70	E	33,60	56,0
	La Plata	-57,95	-34,90	20	44,70	K	39,80	42,8
	Rosario	-60,67	-32,96	24	44,70	K	39,50	47,5
	Mar del Plata	-57,58	-38,00	15	44,20	K	37,40	40,3
	Paraná	-60,53	-31,72	20	44,70	K	40,50	48,3
	Santa Fé	-60,72	-31,60	20	44,70	K	40,50	48,6
	Corrientes	-58,83	-27,51	55	44,40	P	44,80	50,0
	Tucumán	-65,23	-26,77	447	45,70	K	40,20	57,5
BOLIVIA	La Paz	-68,15	-16,50	3682	43,80	E (1)	42,50	70,1
	Cochabamba	-66,25	-17,30	2570	43,30	E	44,10	67,9
	Oruro	-67,14	-17,94	3706	43,30	N	43,00	67,9
	Santa Cruz	-63,20	-17,80	440	42,80	N	46,90	65,0
CANADA	Montreal	-73,62	45,51	50	41,80	K	22,50	126,8
	Ottawa	-75,66	45,35	50	42,80	K	21,30	124,8
	Toronto	-79,38	43,67	50	43,80	K	19,90	120,6
	Quebec	-71,24	46,61	50	40,80	K	23,10	129,7
CHILE	Santiago	-70,67	-33,45	628	45,40	E	31,90	57,3
	Valdivia	-73,25	-39,80	609	43,40	D	26,20	55,8
	Concepción	-73,10	-36,75	63	44,40	D	28,10	57,4
	Antofagasta	-70,50	-23,65	5	45,40	C	37,20	64,8
	Arica	-70,38	-18,50	5	44,40	C	39,60	69,5
	Iquique	-70,11	-20,22	5	44,40	C	39,10	67,7
	Valparaíso	-71,65	-33,08	311	45,40	E	31,30	58,5
COLOMBIA	Viña del Mar	-71,58	-33,02	310	45,40	E	31,40	58,4
	Bogotá	-74,08	4,60	2640	43,80	N	39,00	94,7
	Medellín	-75,50	6,28	1500	44,30	N	37,30	96,1
	Cali	-76,65	3,45	1000	43,30	P	36,20	93,3
	Cartagena	-75,45	10,44	5	45,80	P	36,70	100,1
	Manizales	-75,52	5,09	2300	44,30	N	37,40	95,0
	Bucaramanga	-73,15	7,15	1700	44,00	N	39,70	97,6
	Cúcuta	-72,54	7,92	1600	44,00	N	40,20	98,5
	Barranquilla	-74,84	11,00	50	45,80	P	37,20	100,9
	San José	-84,15	9,90	100	46,60	P	27,50	97,1
COSTA RICA	La Habana	-82,37	23,13	5	47,10	N	26,40	106,9
CUBA	Quito	-78,50	-0,22	2818	43,80	P	34,30	89,8
	Guayaquil	-79,85	-2,25	150	43,50	P	32,80	88,1
EE.UU	Nueva York	-73,89	40,72	5	43,80	K	25,20	124,1
	Miami	-80,20	25,77	15	47,10	N	27,50	109,9
	Houston	-95,37	29,73	5	46,60	M	12,70	102,8
	Chicago	-87,63	41,88	180	43,80	K	15,10	112,9
	Memphis	-90,10	35,10	56	45,50	K	15,70	108,3
	Boston	-71,08	42,37	50	43,00	K	26,00	127,7
	Philadelphia	-75,17	40,00	50	44,30	K	24,80	122,6
	Baltimore	-76,63	39,28	50	44,80	K	24,20	120,9
	Washington	-77,03	38,88	50	45,80	K	24,10	120,3
	Indianápolis	-86,19	39,76	216	45,80	K	17,00	113,2
	Detroit	-83,11	42,36	50	44,30	K	18,10	116,8
	Nuevo Orleans	-90,07	30,00	30	46,10	N	17,30	106,1
	Dallas	-96,82	32,78	150	45,00	M	10,80	103,1
	Kansas	-94,58	39,13	230	43,80	K	10,90	106,7
	Atlanta	-84,39	33,76	320	45,50	M	20,80	111,7
EL SALVADOR	San Salvador	-89,30	13,70	50	46,60	P	21,70	98,0
GUATEMALA	Guatemala	-90,52	14,63	1502	46,60	N	20,30	98,1
HAITI	Puerto Príncipe	-72,35	18,55	100	45,30	N	37,60	109,2
HONDURAS	Tegucigalpa	-87,20	14,20	936	46,60	P	23,70	99,0
JAMAICA	Kingston	-76,77	18,00	50	47,30	N	33,40	106,2
MEJICO	Méjico	-99,15	19,40	2230	46,60	M	11,10	97,2
	Mérida	-89,65	21,10	10	47,60	N	20,00	101,9

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Buenos Aires		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-0,70		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,11
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,59		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,20		20,29
Ganancia de antena (dB)	44,16		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,59		
C/T descendente (dBW/K)	-140,40	-140,41	-142,22
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-140,49	-140,53	-142,28
C/N total (dB)	13,34	13,30	11,55
S/N ponderada(dB)	50,34	50,30	48,55
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	27,34	27,30	25,55
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	12,96	12,92	11,24
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	49,81	49,77	48,09

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	La Paz		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,54		
G/T E/T Rx. (dB/K)	20,20		
Ganancia de antena (dB)	43,16		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,42		
C/T descendente (dBW/K)	-142,25	-142,26	
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-142,31	-142,34	
C/N total (dB)	11,52	11,49	
S/N ponderada(dB)	48,52	48,49	
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	25,52	25,49	
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	11,21	11,18	
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	48,06	48,03	

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Santiago de Chile		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		0,64
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,73		
G/T E/T Rx. (dB/K)	19,70		19,22
Ganancia de antena (dB)	42,66		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,34		
C/T descendente (dBW/K)	-141,34	-141,36	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-141,42	-141,45	-142,32
C/N total (dB)	12,41	12,38	11,51
S/N ponderada(dB)	49,41	49,38	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	26,41	26,38	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	12,07	12,04	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	48,92	48,89	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Bogotá		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		0,56
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,60		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,00		20,60
Ganancia de antena (dB)	43,96		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,56		
C/T descendente (dBW/K)	-141,51	-141,53	-142,27
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-141,58	-141,61	-142,33
C/N total (dB)	12,25	12,21	11,50
S/N ponderada(dB)	49,25	49,21	48,50
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	26,25	26,21	25,50
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	11,91	11,88	11,19
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	48,76	48,73	48,04

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx. (dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	San José		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,39
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,82		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,60		19,88
Ganancia de antena (dB)	44,56		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,67		
C/T descendente (dBW/K)	-138,33	-138,35	-142,23
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,48	-138,53	-142,30
C/N total (dB)	15,35	15,30	11,53
S/N ponderada (dB)	52,35	52,30	48,53
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,35	29,30	25,53
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,85	14,80	11,22
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,70	51,65	48,07

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx. (dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	La Habana		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,70		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,32
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,84		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,00		19,32
Ganancia de antena (dB)	43,96		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,56		
C/T descendente (dBW/K)	-138,45	-138,47	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,60	-138,65	-142,32
C/N total (dB)	15,23	15,18	11,51
S/N ponderada (dB)	52,23	52,18	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,23	29,18	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,74	14,69	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,59	51,54	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Quito		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		0,45
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,68		
G/T E/T Rx. (dB/K)	20,90		20,61
Ganancia de antena (dB)	43,86		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,54		
C/T descendente (dBW/K)	-141,69	-141,71	-142,24
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-141,77	-141,80	-142,30
C/N total (dB)	12,06	12,03	11,52
S/N ponderada(dB)	49,06	49,03	48,52
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	26,06	26,03	25,52
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	11,73	11,70	11,21
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	48,58	48,55	48,06

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Nueva York		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,30
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,87		
G/T E/T Rx. (dB/K)	22,70		21,65
Ganancia de antena (dB)	45,66		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,89		
C/T descendente (dBW/K)	-140,08	-140,09	-142,22
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-140,18	-140,22	-142,28
C/N total (dB)	13,65	13,61	11,54
S/N ponderada(dB)	50,65	50,61	48,54
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	27,65	27,61	25,54
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	13,25	13,22	11,23
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	50,10	50,07	48,08

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Houston		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,45
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,14		
G/T E/T Rx. (dB/K)	22,00		20,25
Ganancia de antena (dB)	44,96		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,75		
C/T descendente (dBW/K)	-138,25	-138,27	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,41	-138,45	-142,32
C/N total (dB)	15,42	15,38	11,51
S/N ponderada(dB)	52,42	52,38	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,42	29,38	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,92	14,87	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,77	51,72	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx. (dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Chicago		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,59
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,09		
G/T E/T Rx. (dB/K)	23,40		22,14
Ganancia de antena (dB)	46,36		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	2,05		
C/T descendente (dBW/K)	-139,60	-139,61	-142,25
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,71	-139,75	-142,31
C/N total (dB)	14,12	14,08	11,52
S/N ponderada (dB)	51,12	51,08	48,52
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,12	28,08	25,52
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	13,70	13,66	11,21
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	50,55	50,51	48,06

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	San Salvador		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,52
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,94		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,90		20,12
Ganancia de antena (dB)	44,86		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,73		
C/T descendente (dBW/K)	-138,15	-138,17	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,31	-138,36	-142,32
C/N total (dB)	15,52	15,47	11,51
S/N ponderada(dB)	52,52	52,47	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,52	29,47	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	15,00	14,96	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,85	51,81	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Guatemala		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,84
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,97		
G/T E/T Rx. (dB/K)	20,90		19,48
Ganancia de antena (dB)	43,86		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,54		
C/T descendente (dBW/K)	-139,18	-139,20	-142,24
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,31	-139,35	-142,30
C/N total (dB)	14,52	14,48	11,53
S/N ponderada(dB)	51,52	51,48	48,53
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,52	28,48	25,53
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,08	14,04	11,22
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	50,93	50,89	48,07

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Puerto Príncipe		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-0,10		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,01
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,62		
G/T E/T Rx. (dB/K)	22,10		20,59
Ganancia de antena (dB)	45,06		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,77		
C/T descendente (dBW/K)	-138,93	-138,95	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,07	-139,11	-142,32
C/N total (dB)	14,76	14,72	11,51
S/N ponderada(dB)	51,76	51,72	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,76	28,72	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,30	14,26	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,15	51,11	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Tegucigalpa		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,24
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,90		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,40		19,76
Ganancia de antena (dB)	44,36		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,63		
C/T descendente (dBW/K)	-138,61	-138,63	-142,29
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,75	-138,80	-142,35
C/N total (dB)	15,08	15,03	11,48
S/N ponderada(dB)	52,08	52,03	48,48
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,08	29,03	25,48
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,60	14,55	11,17
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,45	51,40	48,02

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Kingston		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,90		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,09
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,70		
G/T E/T Rx. (dB/K)	20,30		18,74
Ganancia de antena (dB)	43,26		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,44		
C/T descendente (dBW/K)	-138,81	-138,83	-142,27
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,95	-138,99	-142,33
C/N total (dB)	14,88	14,83	11,50
S/N ponderada(dB)	51,88	51,83	48,50
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,88	28,83	25,50
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,41	14,37	11,19
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,26	51,22	48,04

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Méjico		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,53
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,18		
G/T E/T Rx. (dB/K)	20,60		19,38
Ganancia de antena (dB)	43,56		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,49		
C/T descendente (dBW/K)	-139,69	-139,70	-142,24
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,80	-139,84	-142,30
C/N total (dB)	14,03	13,99	11,53
S/N ponderada(dB)	51,03	50,99	48,53
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,03	27,99	25,53
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+1 total (dB)	13,61	13,58	11,22
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	50,46	50,43	48,07

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx. (dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Managua		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,42
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,87		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,70		19,97
Ganancia de antena (dB)	44,66		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,69		
C/T descendente (dBW/K)	-138,28	-138,30	-142,23
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,44	-138,48	-142,29
C/N total (dB)	15,39	15,35	11,54
S/N ponderada (dB)	52,39	52,35	48,54
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,39	29,35	25,54
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,89	14,85	11,23
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,74	51,70	48,08

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Panamá		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	1,20		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,35
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,72		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,40		19,70
Ganancia de antena (dB)	44,36		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,63		
C/T descendente (dBW/K)	-138,43	-138,44	-142,28
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,58	-138,62	-142,34
C/N total (dB)	15,25	15,20	11,49
S/N ponderada(dB)	52,25	52,20	48,49
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,25	29,20	25,49
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,76	14,71	11,18
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,61	51,56	48,03

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx. (dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Asunción		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,30		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,43
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,46		
G/T E/T Rx. (dB/K)	23,80		22,06
Ganancia de antena (dB)	46,76		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	2,15		
C/T descendente (dBW/K)	-138,27	-138,29	-142,24
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,42	-138,47	-142,30
C/N total (dB)	15,40	15,36	11,52
S/N ponderada (dB)	52,40	52,36	48,52
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	29,40	29,36	25,52
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,90	14,86	11,21
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,75	51,71	48,06

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Lima		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,97
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,68		
G/T E/T Rx. (dB/K)	23,60		22,10
Ganancia de antena (dB)	46,56		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	2,10		
C/T descendente (dBW/K)	-138,99	-139,01	-142,26
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,12	-139,16	-142,32
C/N total (dB)	14,71	14,66	11,51
S/N ponderada(dB)	51,71	51,66	48,51
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,71	28,66	25,51
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,25	14,21	11,20
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,10	51,06	48,05

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	San Juan		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,30		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,96
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,52		
G/T E/T Rx. (dB/K)	23,10		21,61
Ganancia de antena (dB)	46,06		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,98		
C/T descendente (dBW/K)	-139,03	-139,04	-142,28
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,16	-139,20	-142,34
C/N total (dB)	14,67	14,63	11,49
S/N ponderada(dB)	51,67	51,63	48,49
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,67	28,63	25,49
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,22	14,18	11,18
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,07	51,03	48,03

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Sto. Domingo		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-0,30		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,00
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,58		
G/T E/T Rx. (dB/K)	22,20		20,69
Ganancia de antena (dB)	45,16		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,79		
C/T descendente (dBW/K)	-138,99	-139,01	-142,31
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,12	-139,17	-142,37
C/N total (dB)	14,71	14,66	11,46
S/N ponderada(dB)	51,71	51,66	48,46
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,71	28,66	25,46
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,25	14,21	11,15
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,10	51,06	48,00

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Montevideo		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-0,80		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,10
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,57		
G/T E/T Rx. (dB/K)	21,20		20,30
Ganancia de antena (dB)	44,16		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,59		
C/T descendente (dBW/K)	-140,48	-140,49	-142,28
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-140,57	-140,61	-142,34
C/N total (dB)	13,26	13,22	11,49
S/N ponderada(dB)	50,26	50,22	48,49
RESULTADOS DEL ENLACE COM INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	27,26	27,22	25,49
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	12,88	12,85	11,18
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	49,73	49,70	48,03

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Caracas		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,60		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,50
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,48		
G/T E/T Rx. (dB/K)	22,60		21,40
Ganancia de antena (dB)	45,56		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	1,87		
C/T descendente (dBW/K)	-139,79	-139,81	-142,29
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,90	-139,94	-142,35
C/N total (dB)	13,93	13,89	11,48
S/N ponderada(dB)	50,93	50,89	48,48
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	27,93	27,89	25,48
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	13,52	13,48	11,17
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	50,37	50,33	48,02

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION

	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Rio de Janeiro		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-4,80		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		1,92
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,29		
G/T E/T Rx. (dB/K)	26,30		24,84
Ganancia de antena (dB)	49,26		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	2,87		
C/T descendente (dBW/K)	-139,10	-139,12	-142,28
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-139,23	-139,27	-142,34
C/N total (dB)	14,60	14,55	11,49
S/N ponderada(dB)	51,60	51,55	48,49
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,60	28,55	25,49
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,15	14,11	11,18
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,00	50,96	48,03

BALANCE DE ENLACE DE TELEVISION			
	Cielo claro	Lluvia tramo ascendente	Lluvia tramo descendente
DATOS GENERALES			
Tiempo del año medio (%)	99,00		
Tiempo del peor mes (%)	97,15		
Longitud satélite (grados Este)	-30		
Sistema de televisión	NTSC		
Ancho de banda RF (MHz)	30,00		
Mejora de la señal (dB)	37,00		
ENLACE ASCENDENTE			
Nombre E/T Tx	MADRID		
Frecuencia ascendente (GHz)	14,00		
P.I.R.E. E/T Tx.(dBW)	77,40		
Potencia del HPA (W)	250,00		
Pérdidas HPA-antena (dB)	1,00		
Ganancia de antena (dB)	54,42		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	4,45		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,30	1,11	
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	206,99		
D.F.P. disponible (dBW/m2)	-86,02	-86,83	
D.F.P. saturación (dBW/m2)	-86,00		
Back-off entrada (dB)	0,02	0,83	
Ventaja geográfica (dB)	0,00		
G/T satélite (dB/K)	6,50		
C/T ascendente (dBW/K)	-123,89	-124,70	
ENLACE DESCENDENTE			
Nombre E/T Rx	Porto Alegre		
Frecuencia descendente (GHz)	12,00		
P.I.R.E. satélite (dBW)	45,40		
Back-off salida (dB)	0,01	0,03	
Ventaja geográfica (dB)	-1,80		
Pérdidas atenuación atmosférica (dB)	0,20		2,03
Pérdidas error apuntamiento (dB)	0,50		
Pérdidas en espacio libre (dB)	205,45		
G/T E/T Rx. (dB/K)	23,70		22,17
Ganancia de antena (dB)	46,66		
Eficacia antena (<1)	0,65		
Diámetro de antena (m)	2,13		
C/T descendente (dBW/K)	-138,86	-138,88	-142,22
RESULTADOS DEL ENLACE SIN INTERFERENCIAS			
C/T total (dBW/K)	-138,99	-139,04	-142,29
C/N total (dB)	14,83	14,79	11,54
S/N ponderada(dB)	51,83	51,79	48,54
RESULTADOS DEL ENLACE CON INTERFERENCIAS			
Exceso de interferencia admisible (dB)	14,00		
C/I satélites adyacentes (dB)	28,83	28,79	25,54
C/I cocanal (dB)	26,20		
C/N+I total (dB)	14,37	14,33	11,23
Degradación adicional (dB)	0,15		
S/N ponderada (dB)	51,22	51,18	48,08

Capítulo IV

CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Conclusiones y observaciones

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Para un régimen mayor de lluvias se requieren diámetros de antena grandes para compensar las altas precipitaciones, a pesar de tener las antenas un ángulo de elevación relativamente grande, como son los casos de las estaciones terrenas ubicadas en: Corrientes (Argentina), Asunción (Paraguay), Maracaibo (Venezuela) y Porto Velho (Brasil).
2. Para un régimen menor de lluvias se obtienen diámetros de antena comparables con los obtenidos para el 1% del tiempo, como son los casos de las estaciones terrenas ubicadas en: Mendoza (Argentina), La Paz y Cochabamba (Bolivia), Antofagasta, Arica, Iquique, Valparaíso y Viña del Mar (Chile) y Arequipa (Perú).

Se señala que tanto en (1) como en (2) los diámetros de antena se han calculado para el 0.1% del tiempo.

Además, se observa que a medida que decrece el ángulo de elevación de las estaciones terrenas, la atenuación por efectos atmosféricos es mayor y, por consiguiente, se requerirán antenas de mayores dimensiones. Estos son los casos de las ciudades mexicanas de: Monterrey, Guadalajara, Chihuahua (caso crítico) y León donde se observan los menores ángulos de elevación de todas las ciudades consideradas en este estudio. En estas ciudades se tienen degradaciones por lluvia comprendidas entre 2 a 3 dB y degradaciones totales (la agregada debida a la G/T) comprendidas entre 3.5 a 4.5 dB. En el resto de las ciudades, donde el ángulo de elevación es mayor de 10° , se tiene menor atenuación por efectos atmosféricos (aunque esto no

significa que se tenga una menor degradación total, como es el caso de Acapulco en México donde se obtuvo la mayor degradación total en este trabajo con aproximadamente 5 dB).

Cabe señalar, que los cálculos realizados para la atenuación por lluvia y para el cálculo de los diámetros de las antenas, se han hecho con respecto al 1% del año medio (equivalente al 2.85% para el mes más desfavorable) ya que, para este porcentaje del tiempo se refleja en forma real el diámetro adecuado de antena a implementar en cada estación terrena teniendo en cuenta el margen suficiente de disponibilidad del servicio en caso de algún imprevisto referido a la atenuación atmosférica.

Si se hace el cálculo para el 0.1 % del año medio (equivalente al 0.38 % para el mes más desfavorable), se obtienen diámetros de antena, que, en algunos casos, superan el doble de los diámetros calculados para el 1 % del año medio. Con esto, se estarían sobredimensionando los diámetros de las antenas al considerar una atenuación por desvanecimientos por lluvia excesiva con respecto a la señalada por el CCIR para cada región de la cobertura.

No se ha tomado en cuenta el cálculo de la atenuación por lluvia para el 1 % ni para el 0.1 % del mes más desfavorable porque se asumirían condiciones muy optimistas en lo referente a la atenuación por desvanecimientos por lluvias. Es decir, se considera al tomar estos porcentajes del tiempo, una degradación por lluvia inferior a la señalada por el CCIR y, por lo tanto, se obtendrían diámetros de antena menores para las estaciones terrenas.

De lo indicado anteriormente, la figura III-5 nos muestra claramente los contornos de cobertura del satélite sobre gran parte del continente americano, observándose en ella, la

concentración de la energía radiada por el satélite en América Central con el fin de compensar las altas precipitaciones que se producen en esta zona. Mediante este criterio de diseño se logran diámetros de antena reducidos que si se hubiese hecho con cobertura relativamente uniforme. En consecuencia, con la característica perfilada de la cobertura del satélite para la misión América, se han obtenido diámetros de antena comprendidos entre 1.3 a 4.4 m para recepción individual y de 1.6 a 5.6 m para recepción colectiva.

Un aspecto que es importante destacar en este trabajo, es lo relativo al cálculo de los factores K y α para evaluar la atenuación por lluvia. Estos factores están en función del "tilt angle" (ángulo formado por el vector E de polarización y la horizontal local). Este parámetro, para el presente informe, se ha considerado constante para todos los puntos de la cobertura con un valor de 90° para polarización "Y". Sin embargo, en la práctica no lo es, ya que, varía en función de la latitud para cada ciudad considerada en la cobertura del satélite. Pero para efectos prácticos se ha tomado el valor de 90° considerando con esto que la variación no es significativa y, tomando en cuenta, además, que la antena de la estación terrena tiene una inclinación adecuada y así también la incorporación de un polarizador y una sonda de polarización móvil en el alimentador de la antena. Con esto se compensaría la degradación causada al tomar constante el tilt angle, ya que, el polarizador del alimentador solamente deja pasar la componente principal de transmisión del satélite y la sonda de polarización es girada hasta alinearla con el vector de polarización de transmisión del satélite.

Por ejemplo, las ciudades ubicadas en latitudes altas y bajas de la cobertura como Quebec (Canadá) y Valdivia (Chile), respectivamente, la diferencia en la degradación total (debida a la lluvia y a la G/T de la estación terrena) como

máximo llega a los 0.1 dB. Para Quito (Ecuador) se tiene una diferencia total de 0.2 dB. Con esto se demuestra que no es crítico el considerar como 90° el tilt angle para todas las ciudades de la cobertura tomando como referencia a Quito como el peor de los casos.

2.- Recomendaciones

De los resultados obtenidos en los cálculos del capítulo anterior, se observa que una de las relevantes características de toda estación terrena es su factor de calidad. Este parámetro nos indica la bondad de la estación terrena y es de vital importancia para el diseño de enlaces por satélites. Por ello, se recomienda a las administraciones involucradas en este proyecto que proporcionen información acerca del régimen de lluvias en su respectivo país, de manera tal, que, al especificar los parámetros de una estación terrena, se recomiende un factor de calidad adecuado para compensar la degradación causada por la lluvia.

En relación con lo anterior, se sugiere el cálculo de la atenuación por desvanecimientos por lluvia para el 1 % del año medio; esto se justifica porque teniendo en cuenta este porcentaje del tiempo, se obtienen diámetros adecuados para las estaciones terrenas evitando situarnos en condiciones optimistas o pesimistas.

Finalmente, se recomienda dimensionar adecuadamente los parámetros que intervienen en los enlaces y, particularmente, aquellos que involucran el diseño de la estación terrena con la finalidad de poder usar el mismo reflector parabólico para otros servicios en futuras bandas de frecuencia, como por ejemplo la banda Ka.

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta en lo

relativo a estudios futuros es lo concerniente al mapa real hidrometeorológico de cada país para la misión América. Esto es esencial para los estudios de enlaces por satélite, ya que, el CCIR, en su Informe 563, solamente proporciona información estimada del régimen de lluvias para cada región de los continentes, y en muchos casos la distribución que hace este Organismo diverge considerablemente. Sin embargo, existe una cierta correlación con la distribución que hace el CCIR y los datos obtenidos cuando se tienen intensidades de lluvia fuertes y con cierta probabilidad; más difiere sustancialmente cuando las intensidades de lluvia son bajas y medias. Por ello, es muy importante contar con información referida al régimen de lluvias para cada país y poder dimensionar adecuadamente los parámetros que intervienen en el diseño de enlaces por satélite.

Con respecto a la característica multimisión del sistema HISPASAT, sería de sumo interés la inclusión de una misión para servicios móviles por satélite que incluya localización y transmisión/recepción de señales vocales y no solamente de datos como los sistemas actualmente en servicio. Esta innovación lógicamente tendría que ser implementada en el HISPASAT 2 aprovechando la cobertura europea que tendría y hacia una cobertura internacional como actualmente se ofrece con los sistemas existentes.

Apéndice

**Fórmula para el Cálculo de C/I en Sistemas de Doble
Polarización Lineal**

1.- La energía de acoplamiento (Γ) desde una onda incidente en una antena hacia el terminal de salida de esta es:

$$\Gamma = \frac{(1+r_w^2)(1+r_a^2) \pm 4r_w r_a + (1-r_w^2)(1-r_a^2) \cos 2\delta}{2(1+r_w^2)(1+r_a^2)}$$

donde:

r_a : Relación del voltaje axial (VAR) de la antena. En el enlace ascendente este es el VAR de la antena receptora del satélite. En el enlace descendente este es el VAR de la E.T. receptora. $0 \leq |r_a| \leq 1$.

r_w : Relación del voltaje axial de la onda incidente. En el enlace ascendente, bajo condiciones de cielo claro, este es el VAR de cualquier interferencia o de la estación terrena deseada. En el enlace descendente, bajo condiciones de cielo claro, este es el VAR de cualquier interferencia o de la antena del satélite deseado. $0 \leq |r_w| \leq 1$.

δ : Es la diferencia entre los ángulos de inclinación de la onda incidente y la polarización elíptica de la antena. Por ejemplo, en el enlace ascendente, con 1° de desalineamiento entre el satélite y la antena con polarización elíptica de la E.T., considerando el acoplamiento entre el haz deseado desde la E.T. transmisora y la antena del satélite, $\delta=1^\circ$. Si se considera el acoplamiento entre el haz interferente desde la E.T. interferente y la antena del satélite, $\delta=89^\circ$.

Nota: La relación del voltaje axial (r_a o r_w) usada en esta fórmula es el recíproco del valor del VAR obtenido de los catálogos de los fabricantes. Por ejemplo, para un VAR de 31.6 el valor de $r = 1/36 = 0.032$.

\pm : El signo "+" es usado cuando la onda y antena poseen la misma polarización y sentido, y "-" cuando la onda y antena poseen polarización opuesta.

2.-

$$CI = 10 \log \frac{\text{Acoplamiento entre la onda deseada y la antena}}{\text{Acoplamiento entre la onda interferente y la antena}}$$

donde: la interferencia y las portadoras deseadas poseen iguales niveles de potencia.

Según los documentos CTETH de HISPASAT, el aislamiento de polarización para las estaciones terrenas profesionales es de 35 dB. Luego, de la fórmula anterior, el valor del VAR vendría dado por:

$$R = 10^{\text{aislamiento (dB)} / 20}$$

y según dato del fabricante del satélite, la discriminación de polarización de este es de 33 dB. De acuerdo a estos datos y la fórmula dada inicialmente, tenemos entonces:

para $r_a=0.022$ (del satélite, 33 dB), $r_w=0.018$ (de la E.T., 35 dB); enlace ascendente y estación terrena deseada y con $\delta=1^\circ$, en el mismo sentido de polarización:

$$\Gamma = 0.9996799182 \equiv -1.39 \times 10^{-3}, \text{ dB} \dots\dots\dots (1)$$

en el sentido opuesto de polarización:

$$\Gamma = 0.9980971973 \equiv -8.27 \times 10^{-3}, \text{ dB} \dots\dots\dots (2) \text{ y}$$

teniendo en cuenta la estación terrena interferente y con $\delta=89^\circ$, en el mismo sentido de polarización:

$$\Gamma = 1.902802669 \times 10^{-3} \equiv -27.21, \text{ dB} \dots\dots\dots (3)$$

en el sentido opuesto de polarización:

$$\Gamma = 3.200817561 \times 10^{-4} \equiv -34.95, \text{ dB} \dots\dots\dots (4)$$

restando (1) y (4):

$$C/I_{(\text{mejor_de_los_casos})} = -1.39 \times 10^3 - (-34.95) \approx 34.95, \text{ dB}$$

restando (2) y (3):

$$C/I_{(\text{peor_de_los_casos})} = -8.27 \times 10^3 - (-27.21) = 27.2, \text{ dB}$$

para el enlace descendente, los resultados son los mismos.

El valor de $C/I = 27.2$ dB (para el peor de los casos) es el que se ha tomado como dato para la discriminación por polarización de la estación terrena en lo referente a la interferencia cocanal.

BIBLIOGRAFIA

- "Aspectos Generales de Planificación de Sistemas Nacionales de Satélite". Artículo de Publicaciones Telecomex.
- "Comunicaciones por Satélite, Tendencias Tecnológicas". Artículo de revista TELEBRAS.
- Apuntes del curso "Comunicaciones por Satélite". Luis Mercader del Río. 1991.
- Documentos CTETH y publicaciones de HISPASAT S.A.
- Gran Atlas Mundial. 1989.
- "Intensidades de lluvia. Estadísticas para la cuenca baja del Tajo". Luis Mercader del Río. Artículo de la Revista Mundo Electrónico. Marzo 1990.
- Manual de "Telecomunicaciones por Satélite". UIT. Ginebra 1988. - "Satellite to Ground Radiowave Propagation". J.E. Allnutt.
- Volumen IV-1 del CCIR: "Servicio Fijo por Satélite".
- Volumen V del CCIR: "Propagación en Medios no Ionizados".
- Volumen X y XI-Parte 2 del CCIR: "Servicio de Radiodifusión por Satélite (Sonora y de Televisión)".
- Volumen XII del CCIR: "Transmisión a Larga Distancia de Señales de Radiodifusión Sonora y de Televisión (CMTT)".