

12  
2es

# Universidad Nacional Autónoma de México



Facultad de Ingeniería

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS  
DE LA INDUSTRIA MUNDIAL DE  
TELECOMUNICACIONES POR  
SATELITE

TESIS

Que para obtener el titulo de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA ELECTRICA - ELECTRONICA  
MODULO DE COMUNICACIONES

Presenta:

CARLOS EMILIANO ARAUJO CRUZ

Director:

M.C. SALVADOR LANDEROS AYALA



México, D. F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

75753



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
ELÉCTRICA

ASUNTO: Solicitud de Jurado para  
Examen Profesional

Sr. Ing. José Manuel Covarrubias Solís  
Director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM  
Presente:

A través de la Coordinación de Seminarios, la Sr. Carlos Emiliano Araujo Cruz con número de cuenta 9035830-4 de la carrera de ingeniero Mecánico Electricista habiendo satisfecho los requisitos académicos necesarios para efectuar su examen profesional, le solicita atentamente autorizarle, tanto la fecha.

02 de febrero de 1998 a las 18:00 horas,

así como el siguiente jurado:

PRESIDENTE:	DR. RODOLFO NERI VELA
VOCAL:	M.C. SALVADOR LANDEROS AYALA
SECRETARIO:	M.I. ABEL HERRERA CAMACHO
1ER. SPTE.:	ING. JESUS REYES GARCIA
2DO. SPTE.:	DR. VICTOR GARCIA GARDUÑO

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitario, D.F., Enero 15 de 1998

M.C. Salvador Landeros Ayala  
Jefe de la División

ENTERADO

FIRMA DEL ALUMNO

## Agradecimientos :

*A la Universidad Nacional Autónoma de México que a través de la Facultad de Ingeniería y sus maestros me ha permitido cumplir una meta he iniciar un futuro como profesionista mexicano.*

*A mi padre y madre por ese apoyo, orientación, confianza y cariño para desarrollarme y formarme como hombre, persona y ser humano.*

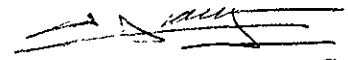
*A mis hermanos Clara Valentina y Hugo Alfonso por compartir esta familia y estos principios mas alla de toda crisis.*

*A mis AMIGOS por jugársela mas de una vez conmigo "aquí y ahora".*

*Al Ing. Salvador Landeros, director de esta tesis, por su asesoría y esta oportunidad de trabajar con información y tecnología de primer nivel.*

*Por ultimo, a esas personas tan especiales que compartieron, vivieron, gozaron y sufrieron conmigo este proyecto llamado TESIS. Este es el resultado !!*

**GRACIAS.**



Carlos Emiliano Araujo Cruz

# Indice

---

<b>PREFACIO</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción a los Sistemas de Telecomunicaciones vía Satélite</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes Históricos	5
1.2 Descripción de un sistema satélital	10
1.3 Definiciones	15
1.4 Usos y tipos de sistemas satelitales	22
<b>2. FSS / El Servicio Fijo</b>	<b>25</b>
2.1 Definición del servicio.	25
2.2 Configuración de los sistemas.	25
2.3 Tipos de satélites.	28
2.4 Tipos de satélites.	33
<b>3. MSS / El Servicio Móvil (LEO y GEO)</b>	<b>40</b>
3.1 Definición del servicio, (Móvil y Navegación)	40
3.2 Configuración de los sistemas.	41
3.3 Tipos de satélites.	47
3.3.1 Sistemas Exclusivos para MSS en GEO	48
3.3.2 Sistemas para MSS en MEO	51
3.3.3 Redes Satelitales en LEO	52
3.3.4 Satélites con servicio mixto (FSS / MSS)	57
3.4 Satélites en operación.	59
<b>4. DBS / Televisión Directa</b>	<b>63</b>
4.1 Definición del servicio.	63
4.2 Configuración de los sistemas.	67
4.3 Tipos de satélites.	69
4.4 Satélites en operación.	74

---

<b>5. Sistemas Latinoamericanos de Satélites</b>	<b>79</b>
5.1 Los Satélites Latinoamericanos.	79
5.2 Configuración y tamaño de los sistemas.	80
5.3 Tipos de usos.	82
<b>6. Sistema Satélital Mexicano / SSM</b>	<b>88</b>
6.1 Antecedentes históricos.	88
6.2 Primera y segunda generación del SSM.	90
6.3 Tipos de usos del SSM.	93
6.4 Administración del SSM.	98
6.5 Tercera Generación, nueva tecnología.	101
<b>7. Lanzadores</b>	<b>106</b>
7.1 Lanzadores y Vehículos actuales.	106
7.2 Configuraciones y técnicas de lanzamiento.	112
7.3 Tendencias mundiales.	124
<b>8. Tendencias y Conclusiones</b>	<b>128</b>
8.1 Tendencias en construcción de satélites.	128
8.2 Tendencias en operación de Sistemas Satelitales.	137
8.3 SSM vs Sistemas Latinoamericanos.	141
8.4 Satélites vs Sistemas de comunicación terrestre.	142
8.5 4ta Generación del SSM.	146
<b>Bibliografía</b>	<b>152</b>
<b>Apéndice A Esquema de la base de datos SATELITES.DMB</b>	<b>155</b>
<b>Apéndice B Glosario de Abreviaciones</b>	<b>158</b>
<b>Apéndice C Bibliografía de Direcciones de INTERNET</b>	<b>162</b>

---

# Indice de Ilustraciones

---

Fig. # 1-1 Cinturón de Clark .....	6
Fig. # 1-2 Esquema de un sistema satélital.....	10
Fig. # 1-3 Segmento espacial. ....	11
Fig. # 1-4 Esquema de una E/T (Telepuerto). ....	13
Fig. # 1-5 Regiones de la UIT.....	17
Fig. # 1-6 Tipos de órbitas.....	20
Fig. # 1-7 Satélite con estabilización por giro. ....	20
Fig. # 1-8 Satélite con estabilización triaxial. ....	21
Fig. # 2-1 Órbita Geoestacionaria.....	26
Fig. # 2-2 Órbita Elíptica .....	27
Fig. # 2-3 Diagrama de bloques de una E/T. ....	28
Fig. # 2-4 Tipos de huellas de iluminación. A) Global, B) Hemisférica, C) Zona y D) Spot .....	30
Fig. # 2-5 Sistema INTELSAT (1996). ....	31
Fig. # 3-1 Órbita Baja .....	44
Fig. # 3-2 Órbita Polar .....	45
Fig. # 3-3 Órbita Intermedia .....	45
Fig. # 3-4 Antena de SES (Inmarsat). ....	49
Fig. # 3-5 Comunicaciones típicas de INMARSAT. ....	49
Fig. # 3-6 Servicio Actuales de Inmarsat. ....	50
Fig. # 3-7 Red ICO .....	51
Fig. # 3-8 Satélite de Iridium.....	53
Fig. # 3-9 Constelación Iridium.....	54
Fig. # 3-10 Servicio de OmniTRACS.....	57
Fig. # 4-1 Red VSAT.....	63
Fig. # 4-2 Red TVCABLE. ....	64
Fig. # 4-3 Red TDH. ....	65
Fig. # 5-1 Cobertura en América Latina del sistema Hispasat (España).....	81
Fig. # 5-2 Cobertura del sistema Nahuelsat (Argentina).....	83
Fig. # 5-3 Cobertura del sistema Brasilsat (Brasil) .....	84
Fig. # 6-1 Posiciones de los satélites del SSM.....	89
Fig. # 6-2 Satélite Morelos.....	90
Fig. # 6-3 Satélite Solidaridad. ....	92
Fig. # 6-4 Ocupación del SSM.....	97
Fig. # 6-5 Morelos-3 Esquema.....	103
Fig. # 6-6 Morelos-3 Cobertura de Ku-1.....	104
Fig. # 6-7 Morelos-3 Cobertura de Ku-2.....	104
Fig. # 6-8 Morelos-3 Cobertura en banda C.....	104

Fig. # 7-1 Lanzadores Actuales.....	111
Fig # 7-2 Consorcio Arianespace.....	113
Fig. # 7-3 Vehículo Ariane 4.....	114
Fig. # 7-4 Vehículo Delta 2.....	115
Fig. # 7-5 Vehículo Space Shuttle.....	117
Fig. # 7-6 Vehículo Pegasus.....	118
Fig. # 7-7 Vehículo H2.....	119
Fig. # 7-8 Vehículo Protón.....	120
Fig. # 7-9 Puesta en órbita GEO.....	122
Fig. # 7-10 Lanzamiento con el transbordador STS.....	123
Fig. # 7-11 Ariane 5.....	125
Fig. # 7-12 Lanzador Buran (Rusia).....	126
Fig. # 7-13 Sistema Energia de vehículos espaciales.....	127
Fig. # 8-1 Diagrama de bloques de un "satelite regenerativo". .....	132
Fig. # 8-2 Planes de rehuso de frecuencia... ..	133
Fig. # 8-3 TWTA vs SSPA (Linealidad). .....	134



# Índice de Tablas

---

<i>Tabla 1-1 Estados y Organizaciones.</i>	9
<i>Tabla 1-2 Elementos de un sistema satélital de comunicaciones</i>	10
<i>Tabla 1-3 Principales subsistemas de un satélite y sus funciones</i>	12
<i>Tabla 1-4 Bandas de servicio</i>	14
<i>Tabla 1-5 Organismos reguladores de algunos países.</i>	16
<i>Tabla 1-6 Regiones de la UIT</i>	17
<i>Tabla 1-7 Etapas de un proyecto satélital.</i>	18
<i>Tabla 1-8 Ejemplos de satélites por tipo de estabilización.</i>	21
<i>Tabla 1-9 Clasificación de los satélites de telecomunicaciones.</i>	22
<i>Tabla 1-10 Tipos de uso de los sistemas</i>	23
<i>Tabla 1-11 Clasificación por cantidad de estaciones terrenas en la red.</i>	24
<i>Tabla 2-1 Orbitas Geoestacionarias.</i>	26
<i>Tabla 2-2 Orbitas Elípticas.</i>	27
<i>Tabla 2-3 Estadísticas por bandas.</i>	30
<i>Tabla 2-4 Comparación de las técnicas de acceso múltiple.</i>	33
<i>Tabla 2-5 Satélites con FSS operacionales.</i>	35
<i>Tabla 3-1 Orbitas Bajas (LEO)</i>	44
<i>Tabla 3-2 Orbitas Polares.</i>	44
<i>Tabla 3-3 Orbitas Intermedias (MEO).</i>	45
<i>Tabla 3-4 Bandas de frecuencia para el MSS</i>	47
<i>Tabla 3-5 Principales Sistemas o Proyectos de Comunicaciones Móviles.</i>	47
<i>Tabla 3-6 Terminales de servicio de Inmarsat.</i>	50
<i>Tabla 3-7 Comparación de constelaciones en LEO.</i>	56
<i>Tabla 3-8 Satélites MSS Operacional.</i>	61
<i>Tabla 4-1 Parámetros de UIT para DBS.</i>	66
<i>Tabla 4-2 Relación de tamaños de antenas por servicio y banda.</i>	67
<i>Tabla 4-3 Requerimientos DBS vs. Comunicaciones Tradicionales.</i>	68
<i>Tabla 4-4 Sistemas DBS en banda Ka.</i>	74
<i>Tabla 4-5 Satélites DBS.</i>	76
<i>Tabla 5-1 Satélites que ofrecen cobertura en países Latinoamericanos.</i>	80
<i>Tabla 5-2 Satélites programados para Latinoamérica.</i>	81
<i>Tabla 5-3 Características de los satélites Nahuelsat.</i>	84
<i>Tabla 5-4 Sistema brasileño de telecomunicaciones vía satélite.</i>	85
<i>Tabla 5-5 Características del sistema Brasilsat.</i>	86
<i>Tabla 5-6 Capacidad satélital disponible en America Latina.</i>	87
<i>Tabla 6-1 Características del sistema Morelos del SSM.</i>	91
<i>Tabla 6-2 Características del sistema Solidaridad del SSM.</i>	92
<i>Tabla 6-3 Ventajas del sistema Solidaridad vs. sistema Morelos.</i>	93
<i>Tabla 6-4 Líneas de negocios del SSM.</i>	96
<i>Tabla 6-5 Regiones de coberturas del SSM.</i>	97
<i>Tabla 6-6 Capacidad del SSM por regiones.</i>	97
<i>Tabla 6-7 Capacidad del FSS del SSM.</i>	97
<i>Tabla 6-8 Características del HS601HP.</i>	102

<i>Tabla 7-1 Principales industrias de lanzadores y vehiculos espaciales.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 7-2 Lanzadores y vehiculos espaciales. ....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 8-1 TWTA vs SSPA ... ..</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 8-2 Sistemas en banda Ka. ....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 8-3 Expectativas en la capacidad mundial de transpondedores equivalentes. ....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 8-4 Comparación entre Sistemas Satélitales GEOS (primitivos) y Radioenlaces terrestres. ....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla A-1 Esquema de la base de datos SATELITES.BMB.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla B-1 Listado de Abreviaciones.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla C-1 Direcciones de INTERNET.....</i>	<i>163</i>

# ***Prefacio***

---

El objetivo de la presente tesis, es realizar una investigación del estado que guarda la industria mundial de telecomunicaciones en el área de los satélites, donde se explique el tipo de servicios que ofrece un sistema de telecomunicaciones vía satélite, además de las características de los equipos para cubrir las necesidades actuales y la planeación para atender las perspectivas a futuro que posee este mercado. Asimismo la organización y estructura de la industria de los satélites y el desarrollo tecnológico que esta sufriendo esta área, además de mostrar cuales son las tendencias del desarrollo mundial.

Las características del trabajo motivaron a revisar tres panoramas importantes: el mercado mundial, donde Estados Unidos de Norteamérica (EUA) y la ex - Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (CIS o ex-URSS) llevan la ventaja principal sin embargo la Comunidad Europea, Japón y los países árabes están registrando un enorme avance en ciertos campos; el panorama latinoamericano, en el que la mayoría de los países cuentan con comunicaciones vía satélite, pero Brasil, Argentina y México cuentan ya con sistemas satelitales propios y, por ultimo, el panorama mexicano, que muestra una historia de más de dos décadas de tener redes satelitales y avanza hacia la puesta en marcha de su tercera generación de satélites en su sistema nacional.

Complementario a los panoramas, es necesario investigar también, las tres áreas básicas de esta industria: las grandes empresas y consorcios dedicados a la construcción y desarrollo de satélites, las agencias especializadas en el lanzamiento de éstos, lo que implica la construcción y desarrollo de vehículos espaciales así como a las organizaciones dedicadas a operar los sistemas tanto globales, como regionales y domésticos que existen en la actualidad.

Como un objetivo de la investigación, se diseñó un cuadro de los satélites de telecomunicaciones actuales, que nos permitiera compararlos por servicios, coberturas, constructores y tecnología utilizada. Para efectuar este análisis y hacer las evaluaciones necesarias, se decidió desarrollar en una base de datos que incluyera una relación del mayor número de satélites de telecomunicaciones que fuera posible. Esta relación comprendería la descripción básica del satélite: nombre, operador, país de origen, fecha de lanzamiento, posición orbital. Además, una serie de datos técnicos como: bandas de frecuencia, vida útil, tecnología, capacidad, potencias y áreas de cobertura.

Al desarrollar la base de datos, hubo necesidad de elaborar nuevas tablas para cubrir totalmente el concepto de "Industria de Satélites", estas tablas adicionales son: agencias operadoras, constructores de satélites, constructores de lanzadores, administradores gubernamentales, cohetes y vehículos de lanzamiento así como la de operadores de estaciones terrenas.

La base de datos se elabora en el programa ACCESS V 7.0 en Windows 95, y constituye la primera etapa de esta investigación. Con ella, actualizada a agosto de 1997, se procede a comparar los cuadros que se presentan en este trabajo y poder complementar la parte escrita del mismo. Es decir, los cuadros y tablas son resultados del cruce de información de las diferentes fuentes de la base. El esquema completo de la base de datos se presenta en uno de los anexos de este documento así como se anexan el respaldo magnético que la incluye, generando un software de consulta del tema desarrollado en esta tesis, logrando con ello organizar e integrar conocimientos de la carrera, aplicando la formación conceptual adquirida durante los estudios profesionales.

Con estos antecedentes y la información recopilada, la presente investigación se divide en ocho capítulos.

El primer capítulo es la introducción a los sistemas de telecomunicaciones vía satélite. Se hace referencia a los precedentes históricos de los sistemas actuales, una breve descripción de lo que es un sistema satelital así como las definiciones de términos

---

necesarios para comprenderlo y una explicación de cuales son los usos principales que se les dan.

El segundo capítulo, aborda del concepto de servicio fijo, uno de los principales usos del sistema satélital: su definición y configuración, los tipos de satélites que prestan este servicio y cuadros comparativos de las versiones actuales.

El tercer capítulo esta relacionado con el servicio móvil. Presenta un desarrollo similar al anterior con las características particulares de este servicio, cubriendo las nuevas órbitas explotadas por este tipo de satélites así como también los satélites de navegación y localización.

En el cuarto capítulo se desarrolla el concepto del servicio de difusión directa, principalmente la aplicación DTH (Direct Television to Home) la cual está teniendo un crecimiento importante en esta década sobre todo para países de Latinoamérica.

El quinto capítulo, se enfoca al segundo panorama propuesto, el mercado y desarrollo satélital en países de Latinoamérica, sus sistemas domésticos y la cobertura de la zona por satélites con cobertura regional.

Para el sexto capítulo, se aborda el tema del servicio satélital en México, sus antecedentes, el sistema domestico con la primera y segunda generación de satélites nacionales, los usos que se le dan y la forma en que se administra; se analizan los resultados así como la creación de la tercera generación, resultado de un creciente desarrollo del mercado nacional.

En el séptimo capítulo, se observa el funcionamiento y operación de los vehículos lanzadores como industria complementaria a los satélites, las empresas que actualmente prestan el servicio y con que vehículos, la configuración de estos y las tendencias del mercado mundial en este aspecto.

En el capítulo de tendencias y conclusiones, se desarrollan cinco secciones: la tendencias en la construcción de satélites, la tendencia en la operación de estos por

parte de los países, haciendo posteriormente una recapitulación de las ventajas y desventajas actuales de los sistemas satelitales en comparación con los sistemas de telecomunicaciones vía terrestre, además una evaluación del SSM y los sistemas latinoamericanos para poder establecer nuestra posición en el mercado regional y poder definir las expectativas y estrategias de nuestra cuarta generación de satélites.

Como apéndices de este trabajo, se desarrolla un glosario de términos, que si bien no es exhaustivo para cubrir todo los conceptos de telecomunicación, si se verán expresados los términos relacionados con el campo de las telecomunicaciones vía satélite, considerándose que existe un conocimiento previo en el área de las comunicaciones tanto analógicas como digitales para poder comprender la investigación y resultados de esta tesis.

En otro anexo, se encontrará una relación de la bibliografía, que por las perspectivas presentes, es escasa la información actualizada y publicada por escrito; esto debido a la rápida transformación que sufre esta industria, y por lo cual se vuelve altamente necesario el desarrollo y actualización de documentos, como esta tesis, que ofrezcan una fuente de consulta. Complementario a esta relación, estará otro anexo de las direcciones URL de la WWW (Internet) relacionadas con el tema de los satélites de telecomunicaciones y que fueron consultadas para el desarrollo de este trabajo.

Tabla 1-1 Estados y Organizaciones. <sup>6</sup>

País u Organización	Satélites	Fuera de Servicio (Deriva)	Total (Incluidos en órbita no terrestre)
Argentina	4	0	4
Australia	6	2	8
Brasil	6	0	6
Canadá	15	0	15
China	16	96	112
CIS (Rusia o ex-URSS)	1315	2521	3883
Czechoslovakia	4	0	4
France	29	16	45
France / Germany	2	0	2
Germany	12	1	15
Hong Kong	3	0	3
India	14	3	17
Indonesia	8	0	8
Israel	2	0	2
Italy	7	3	10
Japan	54	55	115
Korea (South)	4	0	4
Luxemburg	6	0	6
Malaysia	2	0	2
México	4	1	5
Norway	1	0	1
Portugal	1	0	1
Spain	4	0	4
Sweden	5	0	5
Thailand	2	0	2
Turkey	2	0	2
United Kingdom	15	1	16
United States	657	3333	4077
Arab States	7	0	7
Europe	19	174	195
International (Eutelsat, Inmarsat & Intelsat)	67	0	67
NATO	8	0	8
Total (33)	2302	6205	8651

<sup>6</sup> Estadísticas al 1º de Enero de 1997, *The Satellite Encyclopedia* (www).

## 1.2 Descripción de un sistema satelital

Al considerar a un satélite como “un cable en el cielo para conectar dos puntos en la superficie de la tierra” <sup>7</sup>, uno de los sistema de telecomunicaciones más avanzados resulta ser un sencillo circuito de comunicaciones, un circuito donde se pueden identificar algunos elementos como los mostrados en la Fig. # 1-2. Los cuales se pueden agrupar en tres secciones, Tabla 1-2.

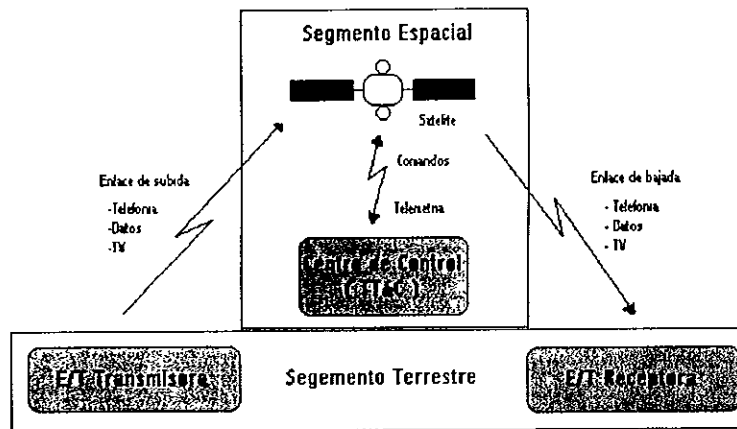


Fig. # 1-2 Esquema de un sistema satelital

Tabla 1-2 Elementos de un sistema satelital de comunicaciones

Segmento Espacial	Segmento Terrestre	Tipos de enlace	
Satélite	Transmisor (Tx)	Uplink	(Enlace de Subida)
	Receptor (Rx)	Downlink	(Enlace de Bajada)
Centro de Control (TT&C)		Telemetría y Comando	

Para el caso de los satélites geostacionarios, el segmento espacial se podría definir como el satélite en si, las estaciones o centros en la Tierra encargadas de su control y monitoreo, así como, la posición o cubo imaginario que ocupa el satélite en el

<sup>7</sup> Satellite Communications Systems Desig, Sebastiano Tirro, Plenum Press, pag. 1



arco geostacionario que corresponde a su zona de cobertura, el cual le fue asignado con anterioridad por la UIT para prestar el servicio (Fig. # 1-3).

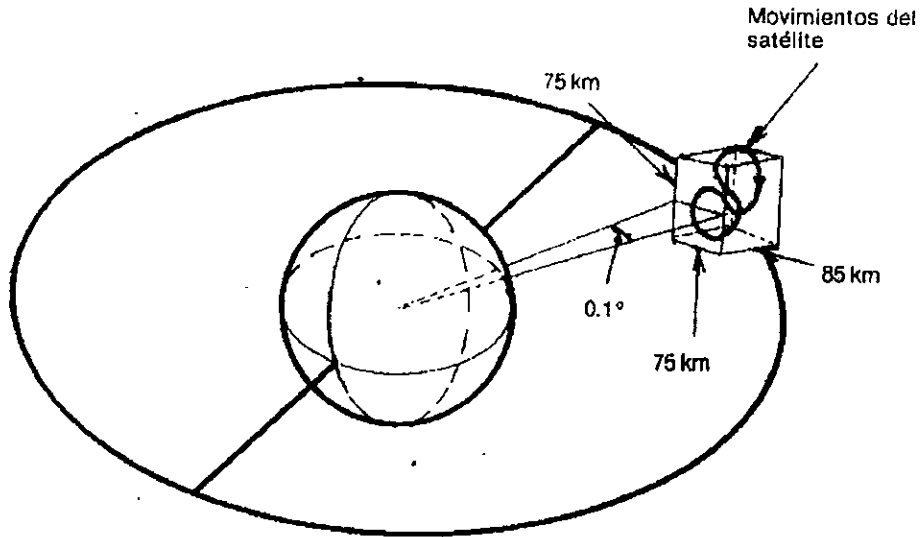


Fig. # 1-3 Segmento espacial.<sup>8</sup>

Describiendo brevemente cada una de las funciones y características de estos elementos, empezaremos con el satélite, el cual es el dispositivo encargado de mantener enlazado permanentemente una zona de cobertura previamente diseñada, en la cual se encuentran una red de transmisores y/o receptores de la información que se va transferir mediante el satélite.

El satélite esta integrado por una serie de subsistemas, los cuales son igualmente importantes, ya que cubren los diferentes aspectos para mantener al satélite en operación. En la siguiente tabla se describen los diferentes subsistemas y sus funciones.

<sup>8</sup> Satélites de comunicaciones, *Neri Vela, McGraw Hill, pag. 18*

**Tabla 1-3 Principales subsistemas de un satélite y sus funciones**<sup>9</sup>

Subsistema	Función
Antenas	Recibir y transmitir señales de radiofrecuencia.
Comunicaciones	Amplificar las señales y cambiar su frecuencia.
Energía eléctrica	Suministrar electricidad con los niveles adecuados de voltaje y corriente.
Control térmico	Regular la temperatura del conjunto.
Posición y orientación	Determinar la posición y orientación del satélite.
Propulsión	Proporcionar incrementos de velocidad y pares para corregir la posición y la orientación.
Rastreo, telemetría y comando	Intercambiar información con el centro de control en Tierra para conservar el funcionamiento del satélite
Estructural	Alojar todos los equipos y darle rigidez al conjunto.

El Centro de Telecontrol, Rastreo y Comando (por sus siglas en inglés TT&C) realiza las siguientes funciones:

- Apoyar la operación de puesta en órbita, lo que permite la validación y control, de la configuración durante la órbita de transferencia y la verificación de los parámetros orbitales.
- Las pruebas de aceptación en órbita, tanto de la plataforma como de las cargas útiles, así como pruebas periódicas durante todo el periodo de vida útil del sistema.
- Mantiene el control orbital mediante determinaciones precisas de la posición del satélite y la ejecución de maniobras periódicas de mantenimiento de posición, dentro de los estrictos márgenes especificados respecto a su posición nominal.
- El control y seguimiento de todos los subsistemas a lo largo de la vida útil del satélite
- Seguimiento de la utilización de la carga útil e introducción de los procedimientos de adquisición de nuevos sistemas
- La supervisión de los parámetros de radiofrecuencia de toda la carga útil a lo largo de la vida del sistema
- El monitoreo de portadoras de los usuarios del sistema.

<sup>9</sup> Satélites de comunicaciones, *Neri Vela, McGraw Hill, pag 25*

En el segmento terrestre, que es la parte de los usuarios del sistema satelital encontramos una serie de elementos como:

- Estaciones fijas/ servicio fijo de Tx y/o Rx de TF, Datos y TV
- Terminales móviles de Tx y/o Rx de TF y Datos
- Estaciones fijas / enlace con terminales móviles
- Telepuertos / servicio simultáneo a redes de diversos usuarios

los cuales se encuentran en comunicación temporal o permanente con el satélite, para poder realizar la recepción o transmisión de información. Este tipo de elementos llamados Estaciones Terrenas (E/T) pueden variar su tamaño y forma en función de las actividades que realicen. En la siguiente figura se muestran un esquema de un Telepuerto (Fig. # 1-5), así como una clasificación de las antenas por su tamaño o diámetro.

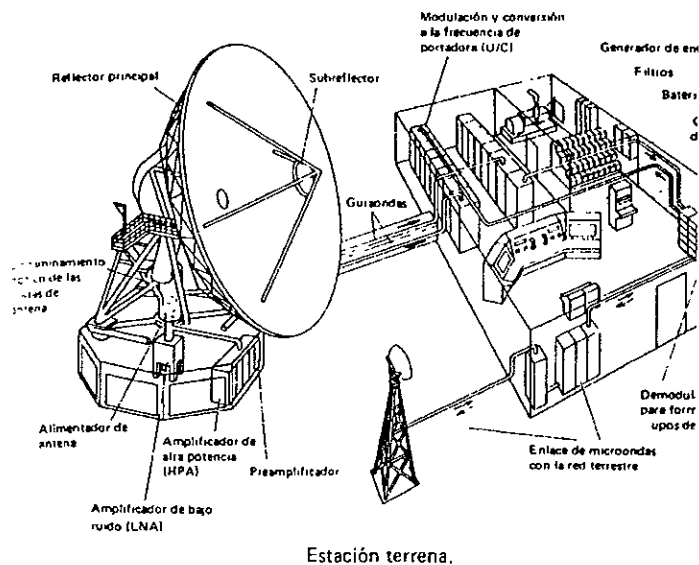


Fig. # 1-4 Esquema de una E/T (Telepuerto).<sup>10</sup>

- **E/T Grandes:** Este tipo de estaciones tienen antenas de 10-30 metros de diámetro, son utilizadas para proveer una alta capacidad de transmisión en telefonía, datos o televisión. Por lo general entre más grande es la antena, mayor es el tráfico de información que utiliza.

- **E/T Medianas:** Con antenas de diámetro entre 3-10 metros, es posible verlas en comercios o edificios ya que tienen capacidades de recepción en difusión de TV, cuando se les ve en regiones remotas, están diseñadas para transmitir un número pequeño de líneas telefónicas o servicios de datos.
- **Redes VSAT:** Cada una de estas antenas es de aproximadamente uno o dos metros de diámetro, estas antenas de pequeñas aperturas (Very Small Aperture Terminal, VSAT, por sus siglas en inglés), son atractivas debido a su bajo precio.

En lo que respecta a los enlaces de las diferentes estaciones en Tierra con el satélite, estos están plenamente definidos por la UIT, ya que existen diferentes rangos de frecuencia dependiendo del uso, la región en que se aplica y las bandas de frecuencia que utiliza el satélite. El enlace de UPLINK o Enlace de Subida (E/T al satélite) esta definido en cada una de las bandas de frecuencia, así como el DOWNLINK o Enlace de Bajada (satélite a la E/T), se utilizan frecuencias diferentes para evitar interferencia entre las señales de entrada y salida del satélite, o de este con otros sistemas, en estos tipos de enlaces, la información transmitida es: telefonía, datos o televisión. Para los enlaces de telemetría y comando, con los cuales se supervisa el satélite y es operado por el centro de control, además de frecuencias dentro de las bandas de servicio del satélite, se llegan también a utilizar frecuencias más bajas, dentro del rango de los MHz, por ejemplo, el satélite Solidaridad-2 (México) utiliza las frecuencias 3.7 MHz y 5.925 MHz.

**Tabla 1-4** *Bandas de servicio*

Banda	Servicio	Frecuencia [GHz]
L	MSS	1 - 2
S	MSS	2 - 4
C	FSS	4 - 8
X	Militar	8 - 12.4
Ku	FSS	12.4 - 18
	MSS	
Ka	FSS	18 - 40
	MSS	
	DBS	

<sup>10</sup> Los satélites de comunicaciones, *Juan J García Ruiz, Marcombo, pag. 83*

### 1.3 Definiciones

En la sección anterior se describieron los elementos de un sistema satélital, pero existen además de estos, una serie de conceptos que complementan la información de un sistema satélital, como son;

#### Cuerpos reguladores:

- En 1957 se creó por la ONU, la Comisión Especial sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, desde 1959, ya Comisión Permanente, se encarga de supervisar que toda actividad espacial sea con fines pacíficos.
- Se crea también la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) con actualmente 160 países miembros, con el fin de coordinar las actividades en ese campo, esta Unión se basa en un convenio firmado por los países participantes para facilitar las relaciones pacíficas, la cooperación internacional y el desarrollo económico - social de los pueblos, existe además un Reglamento de Radiocomunicaciones, así como varios órganos, comisiones, departamentos y comités que supervisan el desarrollo de las telecomunicaciones mundiales.
- Dentro de cada país con actividades de telecomunicación, existe un organismo nacional, encargado de las políticas y reglamentos internos de cada uno de ellos, estos organismos, en coordinación con la UIT, son quienes regulan las actividades de telecomunicaciones de sus nacionales o en sus territorios. En la siguiente tabla se presentan algunos ejemplos de organismos reguladores o administradores de varios países.



Tabla 1-5 Organismos reguladores de algunos países.<sup>11</sup>

País	Agencia Reguladora
Argentina	CADAS Cámara Argentina de Desarrollo y Aplicaciones Satelitales
Armenia Soviet Common	Ministry of communications
Australia	AUSTEL Australian Telecommunications Authority
Austria	ASA Austrian Space Agency
Azerbaijan Soviet Common	Ministry of communications
Belgium	BRF Belgischer Rundfunk
Belorussia Soviet Common	Ministry of Posts Telecommunications and Informatics
Brazil	Agencia Espacial Brasileira
Byelourussian	Ministry of posts and telecommunications
Canadá	Canadian Radio - Televisión & Telecommunications Commission
Chile	Ministerio de transportes y telecomunicaciones
China People's Republic of	Directorate general of telecommunications
Colombia	Ministerio de comunicaciones INRAVISION
Cuba	Ministerio de comunicaciones
Denmark	National Telecom Agency
Egypt	National telecommunications organization ARENTO
Finland	Ministry of transport and communications
France	TELECOM
Germany	Ministry of posts & telecommunications
Hong Kong	Hong Kong Telecommunications
Hungary	Communication Authority of Hungary CAH
Iceland	General directorate of posts & telecommunications
India	Dept of Telecommunications
Indonesia	Directorate general of posts & telecommunications
Ireland	Department of communications
Israel	Ministry of communications
Italy	Ministry of posts and telecommunications
Japan	Ministry for foreign affairs
Kazakhstan Soviet Common	Ministry of communications
Luxembourg	Administration des postes et telecommunications
Malaysia	Jabatan Telekom Malaysia
México	Comisión Federal de telecomunicaciones COFETEL
North Korea	Ministry of posts & Telecommunications
Norway	Ministry of Communications
Russia	Ministry of posts & Telecommunications
Saudi Arabia	Ministry of posts, telegraphs & telephones
Singapore	Singapore Telecom
Slovakia	Bureau of Telecommunications
Slovenia	Gov. Administration for Telecommunications
South Africa	Bureau of commercial Telecommunications
South Korea	Ministry of Communications
Spain	Dirección General de Correos y Telecomunicaciones
Sweden	Kabelnämnden
Switzerland	Departament Federal des transport, des Communications et de l'energie
UK United kingdom	Dept. of trade & industry - telecomm. & posts div.
Ukraine Soviet Common	Concern of Broadcasting Radiocommunication & television CBRT
United Arab Emirates	Ministry of Communications
EUA United States of América	Federal communications commission FCC

<sup>11</sup> Datos obtenidos de la tabla "Administradores y Reguladores Gubernamentales" de SATELLITES.DMB

**Regiones de la UIT:**

- Para una mejor coordinación y supervisión de los sistemas de telecomunicaciones, la UIT dividió al globo terráqueo en tres regiones (Fig. # 1-5), en las cuales se considero las características propias de la región para la asignación de parámetros y frecuencias de uso. Estas regiones poseen variantes propias en los tipos de servicio que se pueden ofrecer y las frecuencias asignadas para cada uno de ellos. Las regiones quedaron de la siguiente manera:

Tabla 1-6 Regiones de la UIT

Región 1	Región 2	Región 3
Africa	Oceanía	América del Norte
Europa	Asia	América del Sur
Medio Oriente	(menos ex-URSS)	Centroamerica
ex-URSS		Caribe
(Europa y Asia)		

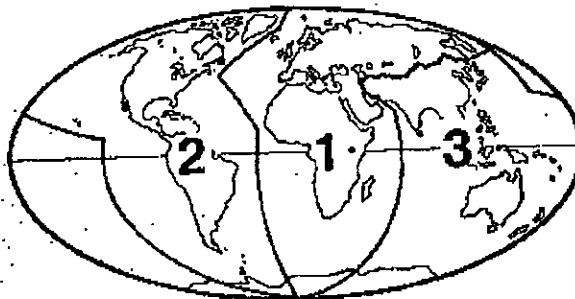


Fig. # 1-5 Regiones de la UIT

**Proyecto:**

- Al decidir un país u organización la construcción de un satélite, el proyecto es asignado a una compañía encargada de construirlo en base a las especificaciones y necesidades descritas por el comprador, este proyecto se lleva de tres a cuatro años, en donde algunas de las etapas del proyecto son llevadas a cabo simultáneamente para reducir los tiempos de puesta en funcionamiento.

Tabla 1-7 Etapas de un proyecto satélital.

Descripción	Duración aprox. [ meses ]
Diseño del satélite	23
Adquisición de partes	27
Diseño de la estación de control de la tierra	10
Ensamble y prueba de unidades	17
Integración y pruebas de subsistemas	13
Instalación y pruebas de la estación de control	7
integración y pruebas del satélite	14
Operaciones previas al lanzamiento	9
Lanzamiento	
Servicios pos - lanzamiento	7
Programas de entrenamiento	25
Cursos teórico - prácticos	15
Entrenamiento sobre el trabajo	10

**Lanzamiento:**

- Al tener ya el satélite listo, se contrata una agencia que se encarga de su lanzamiento, este tipo de agencias cuentan con vehículos capaces de poner al satélite en órbita espacial. La agencia lanzadora es responsable del satélite desde su entrega por el constructor hasta que este queda en funcionamiento en la órbita de transferencia. Lo referente a las agencias y los vehículos de lanzamiento se verá en el capítulo siete.

**Tipos de Lanzadores:**

- Por su forma de colocar los satélites en el espacio, los vehículos lanzadores se dividen en tres grupos: los primeros colocan mediante la llamada órbita de Hoffmann al satélite en una órbita de transferencia; en el segundo grupo están aquellos vehículos capaces de poner al satélite directamente en la órbita geostacionaria y por último el tercer grupo corresponde a los transbordadores espaciales, los cuales utilizan también una órbita de transferencia pero con



características diferentes a las del primer grupo. Los detalles de estos grupos y los procedimientos se verán en el capítulo siete.

#### **Inyección en órbita:**

- El proceso más convencional y comercial, es el de vehículos que utilizan la órbita de Hoffmann, los cuales siguen los siguientes pasos:
  - ➡Disparo del conjunto lanzador - satélite desde la tierra hacia el Este, aprovechando la rotación de la tierra (463 m/s en el ecuador)
  - ➡Colocación del satélite, junto con la ultima fase del lanzador, en una órbita baja de estacionamiento, con perigeo de unos 200 km.
  - ➡Impulsión del satélite a una órbita elíptica denominada de transferencia, y cuyo apogeo es de unos 36 000 km. Alcanzada esta órbita concluye el lanzamiento propiamente dicho.
  - ➡A partir de la zona de apogeo de la órbita de transferencia, y utilizando el empuje del motor de apogeo integrado en el propio satélite, se realiza el viaje hasta la órbita geoestacionaria definitiva.

#### **Tipos de órbitas:**

- Existen dos tipos de órbitas, las llamadas órbitas de transferencia y las llamadas órbitas de servicio, las primeras, son aquellas involucradas en el proceso de lanzamiento del satélite (que se describió en el punto anterior), mientras que las segundas son las órbitas que el satélite usa de forma definitiva para proporcionar el servicio para el cual se diseñó, este tipo de órbitas (Fig. # 1-6) se describirán en los siguientes capítulos en base al servicio para el cual son principalmente utilizadas.

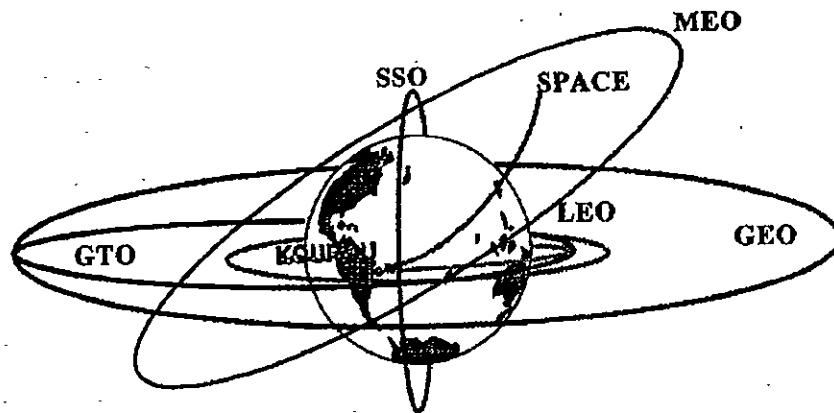


Fig. # 1-6 Tipos de órbitas

**Estabilización:**

- Dentro de los sistemas de telecomunicaciones existen dos tipos de estabilización los cuales permiten mantenerlos relativamente estables en lo que concierne a su orientación con respecto a la Tierra.
- La estabilización por Giro o Rotación (Spin en inglés) la cual se utiliza en satélites cilíndricos y que llevan las celdas solares montadas sobre la mayor parte de su superficie.

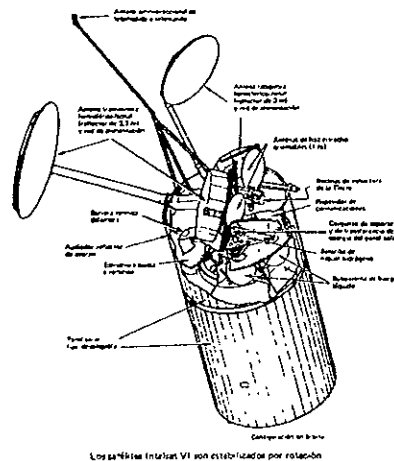


Fig. # 1-7 Satélite con estabilización por giro.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag. 42

- La estabilización triaxial (tres ejes) que se utiliza en satélites con cuerpo fijo y en forma de caja, estos satélites llevan sus paneles solares en una especie de alas que son desplegadas al inicio de su servicio.

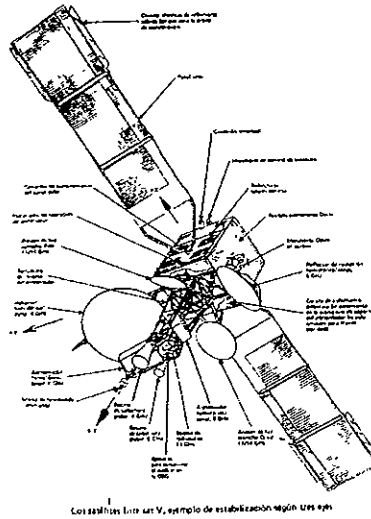


Fig. # 1-8 Satélite con estabilización triaxial.<sup>13</sup>

Tabla 1-8 Ejemplos de satélites por tipo de estabilización.

		Estabilización por	
Giro		Tres ejes	
Anik C1	1985	JCSat 3	1995
Brasilsat B2	1995	Inmarsat 2F3	1991
Chinasat 3	1990	Intelsat 504	1982
Galaxy 5	1992	Panamsat 7	1997
Intelsat 601	1991	TDF 1	1988
JCSat 1	1989	Arabsat 2A	1996
Marisat 2	1976	Satcom 2R	1983
Morelos 1	1985	Gorizont 28	1993
Palapa A2	1977	Molniya	
Thor 2A	1997	Solidaridad 1	1993
Westar V	1982	Anik E1	1991
Sirius 1	1989	BS 3A	1990
SBS 6	1990	Eutelsat II F4	1992
Optus A2	1985	Telecom 1A	1984

<sup>13</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag. 43

**Transpondedores:**

- El transponder o transpondedor, es el conjunto físico del receptor, convertidor de frecuencia, amplificador y transmisor dentro de un satélite. Existen dos tipos principales de transpondedores, los cuales se diferencian por su etapa de amplificación.
- Los amplificadores de estado sólido (SSPA por sus siglas en inglés), de potencias bajas.
- Los amplificadores de tubo de onda viajera (TWTA), de altas potencias.

**1.4 Usos y tipos de sistemas satelitales**

Los sistemas satelitales tienen en la actualidad una alta variedad de usos, existen además de los sistemas satelitales de telecomunicaciones: sistemas con fines meteorológicos, sistemas de exploración del espacio, sistemas de navegación, sistemas militares, sistemas científicos, etc. Pero aun dentro de los sistemas de telecomunicaciones también tenemos una serie de divisiones o clasificaciones importantes, las cuales pueden ser por:

**Tabla 1-9 Clasificación de los satélites de telecomunicaciones.**

Característica de clasificación	Tipos de clasificación	
Por su tipo de servicio	Servicio Fijo	FSS
	Servicio Móvil	MSS
	Servicio de Difusión Directa	DBS
Por su cobertura	Internacional o global	
	Regional	
	Doméstico o Nacional	
Por su tipo de órbita	Orbita geoestacionaria	GEO
	Orbita baja	LEO
	Orbita intermedia	MEO
	Orbita inclinada	
	Orbita polar	
Por su frecuencia	Grandes	
	Pequeñas	
Por su uso	Comunicaciones	
	Militares	
	Navegación	
	Experimentales	
Por uso del sistema	Diseminación de datos	
	Servicios de negocios	
	Recolección de datos	
	Difusión de TV o Radio	
Por la cantidad de E/T	Grande	
	Pequeño	

La primera clasificación es quizás la más importante, por lo cual, el análisis de los sistemas se hace bajo esta división y cada uno de los servicios se vera por separado en un capítulo; las divisiones: cobertura, órbita y uso, las cuales también resultan importantes, se tomaron en cuenta al momento de diseñar los campos de información para cada uno de los satélites de la base de datos, incluyendo esta información en cada uno de ellos para poder realizar cualquier tipo de consulta en base a estas clasificaciones, incluyendo la de "tipo de servicio".

La clasificación por frecuencia del satélite, se presenta para el caso particular de los satélites de órbita baja (LEO) y es principalmente por el valor de la frecuencia que utilizan. Los satélites LEO que utilicen frecuencias menores a 1 GHz son llamados "Pequeños LEO's", los satélites LEO que utilizan frecuencias superiores de 1GHz son llamados "Grandes LEO's". Dependiendo de la frecuencia utilizada se colocan en una órbita mayor o menor, ya que las señales en las diferentes frecuencias poseen ciertas características electromagnéticas que las hacen propicias o inapropiadas en relación con la altura con respecto a la superficie terrestre.

En lo que respecta a los tipos de uso de los sistemas, la siguiente tabla nos muestra la información necesaria:

Tabla 1-10 Tipos de uso de los sistemas. <sup>14</sup>

Aplicación del sistema	Conectividad	Enlace	Terminal	No. de señales	Tipo de acceso
Diseminación de datos	Punto - Multipunto	Unidireccional		1	--
Difusión				1	TDM
Destinos variables				Varias	FDMA
Servicios de negocios y comunicaciones móviles	Punto - Punto	Bidireccional	Rx - Tx		
	Punto - Multipunto				TDMA
					FDMA - TDM
Recolección de datos	Multipunto - Punto	Unidireccional	Solo Tx	1	TDMA
Difusión de TV	Difusión	Unidireccional	Solo Rx	1	--

<sup>14</sup> Satellite Communication System Design, Sebastiano Tirro, Plenum Press, pag. 699

En la clasificación por cantidad de estaciones terrenas en la red, las características que pueden ofrecer cada uno de los tipos son:

Tabla 1-11 Clasificación por cantidad de estaciones terrenas en la red. <sup>15</sup>

Cantidad de E/T	Volumen del Segmento Espacial	
	Pequeño	Grande
Pequeño	Comunicaciones a puntos fijo	Comunicaciones a puntos fijo
Grande	Comunicaciones a puntos fijo	Comunicaciones a puntos fijo
	Recolección de datos	Difusión de TV
	Diseminación de datos	Comunicaciones móviles
	Difusión de sonido	

<sup>15</sup> Satellite Communication System Design, Sebastiano Tirro, Plenum Press, pag. 699

## **2. FSS / El Servicio Fijo**

---

### **2.1 Definición del servicio.**

Los tipos de servicio dentro de las radiocomunicaciones, están definidos por la UIT para casos tanto generales como particulares. Los Servicios Satelitales como su nombre lo dice son una serie de servicios específicos ofrecidos siempre mediante el empleo o intervención de satélites de telecomunicaciones.

El Servicio Satelital Fijo o FSS (por sus siglas en inglés) esta definido por la UIT como: "El servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas y puntos fijos específicos usando uno o más satélites; en algunos casos este servicio incluye enlaces satélite - satélite, aunque estos pueden ser considerados como servicios inter - satélites; los servicios satelitales fijos también incluyen enlaces de alimentación para otros servicios espaciales de radiocomunicación".<sup>16</sup>

### **2.2 Configuración de los sistemas.**

Aunque no existen características particulares o únicas para poder ofrecer cada uno de los servicios de telecomunicaciones vía satélite, si se tiene cierta tendencia en algunos aspectos técnicos de las plataformas satelitales <sup>17</sup> o en la configuración del sistema, es decir, los satélites que ofrecen el servicio fijo tienden a coincidir en el número de transpondedores que utilizan, la potencia de estos, las órbitas, los tipos de E/T, etc.

Las características que corresponden al sistema se describirán en esta sección, mientras que las que corresponden a las plataformas satelitales se verán en la siguiente.

---

<sup>16</sup> Definición de la UIT para el FSS

<sup>17</sup> La plataforma satelital o spacecraft es el grupo de componentes que conforma al satélite en si

Los sistemas de comunicaciones satelitales para el servicio fijo utilizan generalmente para su segmento espacial las órbitas: geoestacionaria e inclinada, las cuales poseen las siguientes características:

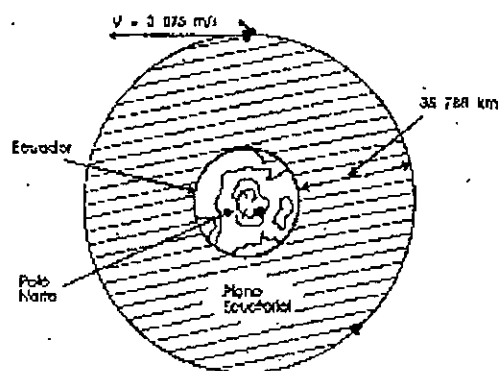
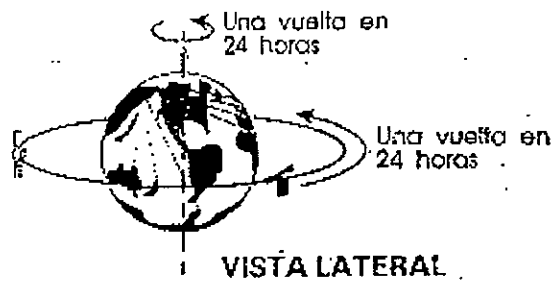
**Tabla 2-1** *Orbitas Geoestacionarias.*

Características:

- Geometría circular.
- Angulo de inclinación de cero grados, con relación al plano del ecuador.
- Periodo: 23h 56min 4.1s (igual al de la tierra sobre su propio eje).
- Altura sobre el nivel del mar: 35786.1 km.
- Radio orbital: 42164.2 km.
- Velocidad del satélite: 3075 m/s

Principales aplicaciones:

- Satélites de telecomunicaciones.
- Satélites meteorológicos.



**Fig. # 2-1** *Orbita Geoestacionaria.*



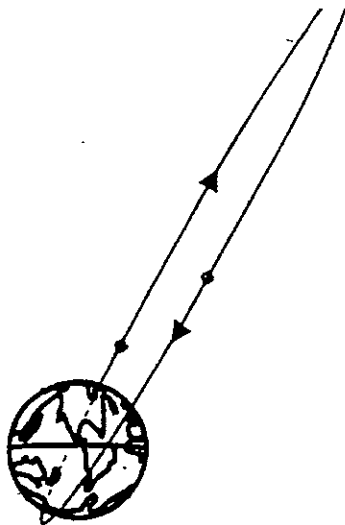
Tabla 2-2 *Orbitas Elípticas*.<sup>18</sup>

## Características:

- Geometría elíptica de gran excentricidad.
- Angulo de inclinación elevado, con relación al plano del ecuador.
- Periodo: aproximadamente 12 horas.
- Altura sobre el nivel del mar: variable, entre 600 km. (perigeo) y 40,000 km. (apogeo).

## Principales aplicaciones:

- Satélites de comunicaciones (para regiones localizadas muy al norte o al sur).
- Satélites científicos.

Fig. # 2-2 *Orbita Elíptica*

Este tipo de servicio cuenta generalmente en su segmento terrestre con Estaciones Terrenas, las cuales quedarían definidas por UIT como: “Estaciones localizadas siempre en la superficie de la Tierra o dentro de la porción mayor de la atmósfera terrestre y utilizadas para comunicación con: una o más estaciones espaciales; o con una o más estaciones del mismo tipo por haces de uno o más satélites reflectores u otros objetos en el espacio”.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> La ex-URSS utiliza órbitas elípticas de gran excentricidad para algunos de sus satélites

<sup>19</sup> Definición de la UIT para E/T.

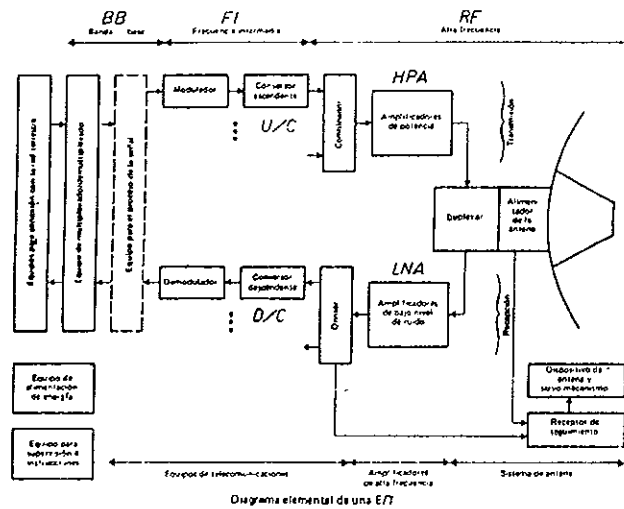


Fig. # 2-3 Diagrama de bloques de una E/T. <sup>20</sup>

El tipo de información transmitida por el FSS, es principalmente: Telefonía, Datos, Música y Televisión, para lo cual la UIT define como bandas de servicio: las bandas C y Ku, las cuales poseen un ancho de banda (BW) de 500 a 1225 MHz <sup>21</sup>. También esta asignada la banda X que es empleada por satélites militares y gubernamentales con un BW de 500 MHz. Actualmente ante la apertura de la banda Ka para servicios fijos, este ancho de banda se a visto incrementado notablemente (aprox. 3500 MHz).

### 2.3 Tipos de satélites.

Debido al tipo de bandas que se utilizan para el servicio fijo, los satélites pueden estar diseñados para trabajar en una sola de las bandas, o en ambas (híbridos).

- **Banda C:**

Por ejemplo: Asiasat-1 (Asiasat), Brasilsat-A1 (Brasil), Chinasat-3 (China), Palapa-B4 (Indonesia) <sup>22</sup>. Estos satélites poseen alrededor de 24 transpondedores con una potencia promedio de 10 W y un BW de 36 MHz.

<sup>20</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag. 85

<sup>21</sup> Las frecuencias asignadas a cada banda pueden variar en cada una de las Regiones de la UIT.

<sup>22</sup> Estos datos son obtenidos de la tabla "Satélites" de la base de datos

- **Banda Ku:**

Por ejemplo: Anik-C2 (Canadá), Eutelsat-IIF4 (Europa), Satcom-K1 (EUA). Con un promedio de 16 transpondedores, pero para este caso las potencias varían entre dos grupos importantes, el de 15 a 50 W y el de 100 a 200 W <sup>23</sup>, los BW también varían en grupos de 27, 36, 54 o 72 MHz.

- **Banda Ka:**

Para el caso de la Banda Ka actualmente existen satélites comerciales como el Acts (EUA), el Olympus (Europa) y el Italsat (Italia). Sin embargo ya se tienen importantes proyectos que se discutirán en el capítulo 8

- **Híbridos:**

Para poder trabajar en dos o más bandas de manera simultánea; se emplean polarizaciones diferentes para evitar interferencias entre bandas, como es el caso de satélites que utilizan Banda C y Ku por ejemplo: Anik-E1 (Canadá), Intelsat-6 (Inter), Morelos-2 (México), Panamsat-4 (Inter), o los que emplean la banda Ku y Ka (esta última de manera experimental todavía).

Los satélites híbridos; llamados así no solo por utilizar diferentes frecuencias, sino también por la mezcla de funciones básicas, no solamente pueden ofrecer un tipo de servicio. Existen aquellos que llegan a ofrecer de manera excepcional el servicio fijo y móvil o de difusión de manera simultánea tal es el caso de los satélites Solidaridad (México), TDRSS (EUA), Gorizont (ex-URSS), Optus-B (Australia) y Msat (EUA).

En el caso de estos satélites, el número de transpondedores en cada banda varía de acuerdo con las necesidades propias del operador, pero son satélites que reúnen un total aproximado de 30 transpondedores cuyas potencias son más uniformes, en el rango de 10 a 50 W y el BW se basa en los 36 MHz o múltiplos de este.

---

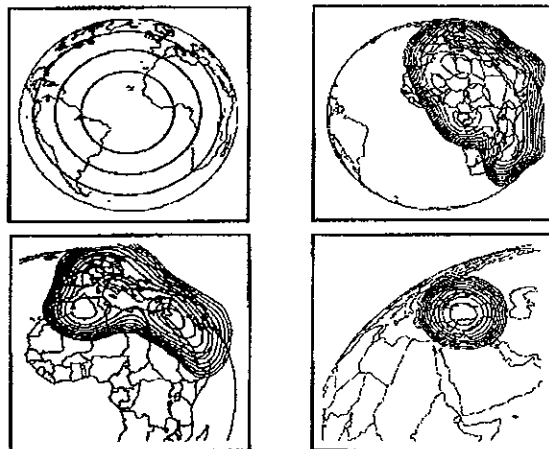
<sup>23</sup> En el caso de baja potencia se utilizan amplificadores SSPA y en alta potencia, de tipo TWTA.

Las siguientes tablas nos muestran en cifras, cuantos satélites del FSS utilizan cada una de las bandas, tanto en satélites en operación como los programados o retirados.

**Tabla 2-3 Estadísticas por bandas.**

Banda	Retirados o sin datos	Operacionales	Programados	TOTAL
C	51	26	1	78
Ku	15	26	8	49
Ka	1	1	0	2
Híbridos	47	75	23	145
Otros o sin datos	55	9	19	83
<b>TOTAL</b>	<b>169</b>	<b>137</b>	<b>51</b>	<b>357</b>

Otra de las características importantes dentro del servicio fijo es el tipo de cobertura que pueden ofrecer los sistemas, a diferencia de los otros tipos de servicio, los cuales tienden a ser más internacionales en su cobertura, en el servicio fijo, se tiene un alto número de sistemas los cuales solo ofrecen servicios domésticos o tienden a ser regionales, pero son relativamente pocos los que poseen u ofrecen la posibilidad de cobertura internacional <sup>24</sup>.



**Fig. # 2-4 Tipos de huellas de iluminación. A) Global, B) Hemisférica, C) Zona y D) Spot**

<sup>24</sup> Se entiende como servicio internacional o global, aquel que tiene una cobertura intercontinental o total en el planeta

- **Cobertura Nacional:**

Este tipo de cobertura es ofrecido principalmente por los sistemas domésticos, los cuales cubren totalmente su territorio nacional y en algunos casos llegan a ofrecer servicio a países vecinos pero sin ser considerados dentro de la cobertura regional, ya que generalmente los dueños u operadores son concesionarios de los gobiernos respectivos, por ejemplo: Solidaridad (México) y Nahuel (Argentina).

- **Servicio Regional:**

Se han creado actualmente en el mundo una serie de organizaciones u operadores dentro de los bloques económicos o culturales de países, capaces de administrar un sistema conjunto de satélites que ofrezcan coberturas a todos los miembros del bloque con el fin de permitir una mayor integración y comunicación entre ellos, es el caso de la Comunidad Europea con sus sistemas Astra (Europa) y Eutelsat (Europa); ver logotipo, la cuenca del pacífico con el sistema Asiasat (Asia) dirigido desde Hong Kong o los estados árabes con el sistema Arabsat (M.Oriente) con sus centros administrativos en Arabia Saudita.



25

- **Servicio Internacional:**

Para este tipo de cobertura, existen actualmente, en el medio comercial, tres operadores que ofrecen un servicio fijo internacional, existe además un sistema internacional para uso militar de la OTAN.

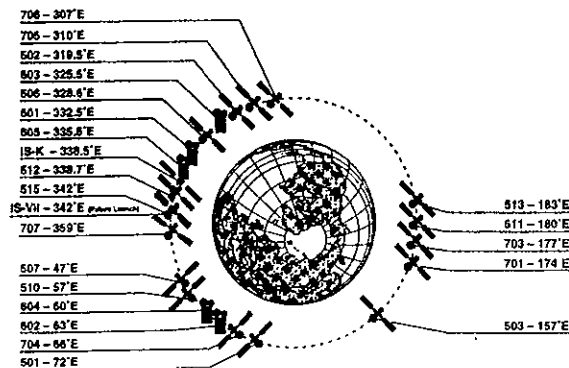


Fig. # 2-5 Sistema INTELSAT (1996).<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Logotipo de EUTELSAT

<sup>26</sup> System-Coverage Maps, INTELSAT, pag. i

El primer y quizás principal operador internacional es INTELSAT, el cual cuenta actualmente con más de 20 pájaros en sus regiones de cobertura: Océano Atlántico (AOR), Océano Indico (IOR), Océano Pacífico (POR) y la Región Asia - Pacífico. Este organismo intergubernamental cuenta con más de 130 países socios y da servicio a más de 200 países y territorios en el mundo. INTELSAT tiene en operación actualmente su octava generación de satélites, teniendo el sistema satelital en operación con mayores capacidades y avances tecnológicos del mundo.



Otro de los sistemas con cobertura internacional es el llamado INTERSPUTNIK, el cual se encargaba de ofrecer servicios satelitales a los países miembros del antiguo bloque socialista, tanto en Europa, como Asia, Africa y América.

El tercer operador con cobertura internacional es PANAMSAT el cual es el primer operador privado dentro de este rango. PANAMSAT posee actualmente 19 satélites en operación (debido a la fusión con GALAXY), y tiene programado siete satélites más.

La ultima de las características técnicas importantes para los satélites que ofrecen un servicio fijo es quizás el tipo de acceso múltiple o protocolo que se tiene para transmitir la información de la tierra al satélite o viceversa. Los factores que influyen en estos protocolos de manejo de información son: capacidad, potencia y ancho de banda, interconectividad, crecimiento, servicios, interface terrestre, seguridad de comunicación y el costo - beneficio que representa.

**Tabla 2-4** Comparación de las técnicas de acceso múltiple.

SCPC	FDMA	SCPC (DAMA)	TDM /TDMA	TDMA
Número reducido de estaciones terrenas	Número amplio de estaciones terrenas	Número amplio de estaciones terrenas	Número amplio de estaciones terrenas	Número moderado de estaciones terrenas
Tráfico de voz y datos (baja, mediana y alta capacidad)	Tráfico de voz principalmente (baja capacidad)	Tráfico de voz principalmente (baja capacidad)	Tráfico de datos (baja y mediana capacidad)	Tráfico de voz y datos (mediana y alta capacidad)
Configuración estrella principalmente	Configuración estrella o malla	Configuración estrella principalmente	Configuración estrella principalmente	Configuración estrella o malla

La tabla anterior nos muestra la comparación entre las técnicas de acceso utilizadas actualmente en el servicio satélital fijo.

## 2.4 Tipos de satélites.

Las siguientes tablas, nos muestran los satélites que ofrecen el FSS y que actualmente se encuentran en operación, esta tabla es el resultado de filtrar la información de la tabla "Satélites" de la base de datos con esas dos principales características: "FSS" dentro del "Tipo de Servicio" y "Operacional" dentro del campo de "Estatus presente". Es esta tabla de la cual se obtienen los datos mencionados a lo largo de este capítulo.

Existen además de los satélites mencionados en esta tabla, aquellos satélites que aun cuando cumplen con la características del "FSS" dentro del "Tipo de Servicio", ya han sido retirados de servicio o se encuentran solamente programados para su próxima puesta en órbita o construcción.

Esta tabla es el llamado Informe "T Satélites FSS Operacional" de la base de datos, obtenido de la Consulta por selección "Satélites FSS Operacional", de la cual solo

se extraen los campos con la información más relevante con el fin de tener una presentación adecuada.



Tabla 2-5 Satélites con FSS operacionales

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia	Bandas
ACTS	30	Oeste	NASA	USA	FSS	Telecomunicaciones	Sep. 12, 1993	Space Shuttle STS	GE 4000 modified	GE Astro	4	3 Axes	1770	Ka
Anno-1	4	Oeste	Israel Aircraft Industries	Israel	FSS	Telecomunicaciones	Mayo 16, 1996	Anane 4, 44LP	Amos Class	Israel Aircraft Industries	10	3 Axes	1231	Ku
Anno-2	15	Este	Israel Aircraft Industries	Israel	FSS	32 TV Signals	Abril 13, 1985	Space Shuttle STS	Amos Class HS 376A	Hughes Aircraft	10	Spin	1135	Ku
Anik C1	72	Oeste	Telesat Canada	Canada	FSS	TV Message Data	Junio 18, 1983	Space Shuttle STS	HS 376A	Hughes Aircraft	10	Spin	1135	Ku
Anik C2	75.8	Oeste	Telesat Canada	Canada	FSS	TV Message Data	Nov 12, 1982	Space Shuttle STS	HS 376A	Hughes Aircraft	10	Spin	1135	Ku
Anik C3	114.9	Oeste	Telesat Canada	Canada	FSS	TV Signals	Sep. 26, 1991	Anane 4, 44LP	GE 5000	GE Astro	13.5	3 Axes	3888	C Ku
Anik E1	111	Oeste	Telesat Canada	Canada	FSS	TV Signals	Abril 5, 1991	Anane 4, 44LP	GE 5000	GE Astro	13.5	3 Axes	3888	C Ku
Anik E2	107.3	Oeste	Telesat Canada	Canada	FSS	TV Signals	Julio 12, 1994	Long March 3	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	1022	C
Apsara 1	138	Este	APT Satellite Company Ltd	Hong Kong	FSS	TV Distribution, Data and Telecomunicaciones	Julio 3, 1996	Long March 3	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	1022	C
Apsara 1A	134	Este	APT Satellite Company Ltd	Hong Kong	FSS	TV Distribution, Data and Telecomunicaciones	Feb. 26, 1993	Anane 4, 44LP	Spacebus 2000	Aerospaciale	7	3 Axes	1794	C S
Ambat 1C	31	Este	ARABSAT	Saudi Arabia	FSS DBS	TV Broadcasting	Julio 9, 1996	Anane 4, 44LP	Spacebus 3000	Aerospaciale	12	3 Axes	5000	C Ku
Ambat 2A	26	Este	ARABSAT	Saudi Arabia	FSS	TV Broadcasting	Nov 13, 1996	Anane 4, 44LP	Spacebus 3000	Aerospaciale	12	3 Axes	5000	C Ku
Ambat 2B	30.5	Este	ARABSAT	Saudi Arabia	FSS	TV Broadcasting, Telephony and private Networks	Abril 7, 1990	Long March 3	HS 376	Hughes Aircraft	9	Spin	850	C
Anasat 1	105.5	Este	ASIASAT	Hong Kong	FSS	Voice, data & video & VSAT, Digital Analog TV Backup ASIASAT 1	Nov 28, 1995	Long March 2C	GE 7000	GE Astro	13	3 Axes	7100	C Ku
Anasat 2	100.5	Este	ASIASAT	Hong Kong	FSS	TV Broadcasting	Oct 28, 1982	Delta 2 69px	GE 3000	GE Astro	10	3 Axes	1400	C
Auroca 1	105	Oeste	Alascom Inc	USA	FSS	Telephony, TV & Data	Mayo 29, 1991	Delta 2 69px	GE 3000	GE Astro	12	3 Axes	1400	C
Auroca 2	139	Oeste	Alascom Inc	USA	FSS	Telephony, TV & Data	Feb 8, 1985	Anane 3	HS 376	Hughes Aircraft	9	Spin	982	C
Brazilat A1 (SBTS A1)	79	Oeste	Embratel	Brazil	FSS	Telecomunicaciones	Marzo 28, 1986	Anane 3	HS 376	Hughes Aircraft	11	Spin	982	C
Brazilat A2 (SBTS C2)	92	Oeste	Embratel	Brazil	FSS	Data, Message, TV & Voice	Agosto 10, 1994	Anane 5	HS 376W	Hughes Aircraft	12	Spin	1650	C X
Brazilat B1	70	Oeste	Embratel	Brazil	FSS	Data, Message, TV & Voice	Marzo 28, 1995	Anane 5	HS 376W	Hughes Aircraft	12	Spin	1650	C X
Brazilat B2	65	Oeste	Embratel	Brazil	FSS	Data, Message, TV & Voice	Agosto 28, 1990	HI	RCA Satcom 3000	NEC / GE	7	3 Axes	1500	Ku
BS 3A (Yun 3A)	110	Este	TSCJ	Japan	FSS DBS	BSS (DBS)	Agosto 25, 1991	HI	RCA Satcom 300	NEC / GE	7	3 Axes	1482	Ku
BS 3B (Yun 3B)	110	Este	TSCJ	Japan	FSS DBS	BSS (DBS)	Marzo 7, 1988	Long March 3	STTW	China Industry	4	Spin	C	C
Chinasat 1 (DPH 22)	87.5	Este	Chinasat	China People's Republic of	FSS	TV & Public Telephony	Dic. 22, 1988	Long March 3	DFH 2	China Industry	4	Spin	C	C
Chinasat 2 (DPH 25)	110.5	Este	Chinasat	China People's Republic of	FSS	TV & Public Telephony	Feb. 4, 1990	Long March 3	DFH 2	China Industry	4	Spin	C	C
Chinasat 3 (DPH 26)	98	Este	Chinasat	China People's Republic of	FSS	Military Applications	Feb. 21, 1981	Atlas Centaur	HS 351	Hughes Aircraft	10	Spin	570	C
Comstar D4	76	Oeste	COMSAT Word Systems	USA	FSS	7700 2-way calls & 504 Mbps 2-way data	Jul. 24, 1990	Anane 4, 44LP	FSS	Siemens AG, MBB, ANT, SEL	10	3 Axes	1500	Ku Ka
DFSS Kopermbus 2	28.5	Este	Deutsche Bundespost Telekom	Germany	FSS	TV, Telephone & Data	Oct. 12, 1992	Delta 2 69px	FSS	Siemens AG, MBB, ANT, SEL	10	3 Axes	1500	Ka S
DFSS Kopermbus 3	33.5	Este	Deutsche Bundespost Telekom	Germany	FSS	Backup for DFSS1 & 2								

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia	Bandas
DSCS III 01	130	Oeste	Defense Communications Agency	USA United States of America	FSS	Military	Oct. 30, 1982	Titan 3B		GE Astro	10	3 Axis	1240	S X
DSCS III 02	135	Oeste	Defense Communications Agency	USA United States of America	FSS	Military	Oct. 3, 1985	Space Shuttle STS		GE Astro	10	3 Axis		S X
Eutelsat I F4	25.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telecommunications & Eutelsat	Sep. 16, 1987	Anane 3	ECS / OTS BUS	British Aerospace	7	3 Axis	960	Ku
Eutelsat I F5	21.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telephony, TV & Data	Jul. 21, 1988	Anane 4, 44LP	ECS / OTS BUS	British Aerospace	7	3 Axis	960	Ku
Eutelsat II F1	13	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Radio & TV	Agosto 30, 1990	Anane 4, 44LP	Spacebus 100B	Aerospatiale	10	3 Axis	3000	Ku
Eutelsat II F2	10	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	TV	Enero 15, 1991	Anane 4, 44LP	Spacebus 100	Aerospatiale	7-10	3 Axis	3552	Ku
Eutelsat II F3	16	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	TV	Dic. 7, 1991	Atlas Centaur	Spacebus 100	Aerospatiale	7-10	3 Axis	3552	Ku
Eutelsat II F4	7	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	TV	Julio 9, 1992	Anane 4, 44LP	Spacebus 100	Aerospatiale	7-10	3 Axis	3552	Ku
Express 1	80	Oeste	Informconsult	USA United States of America	FSS	TV Broadcasting	Octubre 13, 1994	Proton D	NPO Express	NPO - Scientific Production Assoc TRW	5	3 Axis	2000	C Ku
Fleetsatcom FSC 1	72	Este	Air Force Space Command	USA United States of America	FSS	Command & Control of US Forces	Feb. 9, 1978	Atlas Centaur			5	3 Axis	2000	UHF
Fleetsatcom FSC 4	172	Este	Air Force Space Command	USA United States of America	FSS	Command & Control of US Forces	Oct. 30, 1980	Atlas Centaur		TRW	10	3 Axis	2000	UHF
Fleetsatcom FSC 7	100	Oeste	Air Force Space Command	USA United States of America	FSS	Command & Control of US Forces	Dic. 5, 1986	Atlas Centaur		TRW	10	3 Axis	2000	UHF
Galaxy 1R	133	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	FSS	TV Broadcasting	Febrero 19, 1984	Delta 2 69xx	HS 376	Hughes Aircraft	10	Span	1250	C
Galaxy 3R	95	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	FSS	Video, Audio, SCPC & VSAT	Dic. 15, 1995	Atlas 2A	HS 601	Hughes Aircraft	15	3 Axis	6000	C Ku
Galaxy 4	99	Este	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	FSS	Video, Audio, SCPC & VSAT	Junio 25, 1993	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	12	3 Axis	6000	C Ku
Galaxy 6	74	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	FSS	Occasional Video, Voice & Data	Oct. 12, 1990	Anane 3	HS 376	Hughes Aircraft	10	Span	990	C
GE 2	85	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV, Data & Voice	Enero 30, 1997	Anane 4, 42P	A2100b	Lockheed Martin	15	3 Axis	6000	C Ku
Gonzont 21	145	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov. 3, 1990	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 22	140	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov. 23, 1990	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 24	80	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Oct. 23, 1991	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 25	103	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Abnl. 2, 1992	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 26	11	Oeste	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Julio 14, 1992	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 27	96.5	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov. 27, 1992	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 28	90	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Octubre 28, 1993	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 29	161	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov. 18, 1993	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 30	142.5	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Mayo 20, 1994	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 31	40	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Enero 25, 1996	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 32	53	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Mayo 25, 1996	Proton D	NPO Gonzont		5	3 Axis	1300	C Ku X L
GSTAR 1	103	Oeste	GTE Spacenet Corp	USA United States of America	FSS	16 Channel of TV	Mayo 8, 1985	Anane 3	GE Americom Sente 3000	GE Astro	10	3 Axis	1900	Ku

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubica ción	Dueño / Operador	Pais	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satellite	Vida Útil	Estabiliza ción	Poten- cia	Bandas Ku
Hispasat 1A	30	Oeste	Hispasat	Spain	FSS DBS	TV & Data	Sep. 10, 1992	Anane-4, 44LP	Eurostar	Brush Aerospace	14	3 Axis	3500	Ku
Hispasat 1B	30	Oeste	Hispasat	Spain	FSS DBS	TV & Data	Julio 22, 1993	Anane-4, 44LP	Eurostar	Brush Aerospace	14	3 Axis		Ku
Insat 1D	83	Este	Insat	India	FSS DBS	4900 2-way channel & 2 TV	Junio 1990	Della 2 obso	Ford Aerospace	Ford Aerospace	7	3 Axis	1200	C S
Insat 2A	83	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	Julio 10, 1992	Anane-4, 44LP	GSO	ISRO (Govt of India)	7	3 Axis	1180	C S
Insat 2B	93.5	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	Julio 22, 1993	Anane-4, 44LP	GSO	ISRO (Govt of India)	7	3 Axis	1180	C S
Insat 2C	93.5	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	Dic. 6, 1995	Anane-4, 44LP	ISRO	ISRO (Govt of India)	7	3 Axis	1180	C Ku S
INTELSAT 501	72	Este	Intelsat	Internacional	FSS	Cable Restoration & Int'l Lease Service	Mayo 23, 1981	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Ford Aerospace	13	3 Axis	1475	C Ku
INTELSAT 502	40.5	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	Cable restoration and transponder lease	Dic. 6, 1980	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Ford Aerospace	13	3 Axis	1475	C Ku
INTELSAT 503	157	Este	Intelsat	Internacional	FSS	TV, Data & Voice	Dic. 15, 1981	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Space System / Loral	13	3 Axis	1475	C Ku
INTELSAT 506	31.4	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Mayo 19, 1983	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Ford Aerospace	13	3 Axis	1475	C Ku
INTELSAT 510	33	Este	Intelsat	Internacional	FSS	TV, Data & Voice	Marzo 22, 1985	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Ford Aerospace	12	3 Axis	1354	C Ku
INTELSAT 511	180	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International TV, Voice & Data	Junio 29, 1985	Atlas Centaur	Ford Aerospace	Ford Aerospace	12	3 Axis	1354	C Ku
INTELSAT 513	177	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	TV, Data & Voice	Mayo 17, 1988	Anane-4, 40	Ford Aerospace	Ford Aerospace	12	3 Axis	1354	C Ku
INTELSAT 515	213	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Enero 26, 1989	Anane-4, 40	Ford Aerospace	Ford Aerospace	12	3 Axis	1354	C Ku
INTELSAT 601	27.5	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony, TV & Data	Octubre 29, 1991	Anane-4, 44LP	Ford Aerospace	Hughes Aircraft	13	Spin	2252	C Ku
INTELSAT 602	60	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Oct 27, 1989	Anane-4, 44LP	Hughes Aircraft	Hughes Aircraft	13	Spin	2252	C Ku
INTELSAT 603	34.5	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Marzo 14, 1990	Titan 34D	Hughes Aircraft	Hughes Aircraft	13	Spin	2252	C Ku
INTELSAT 604	60	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Junio 23, 1990	Titan 34D	Hughes Aircraft	Hughes Aircraft	12	Spin	2252	C Ku
INTELSAT 605	24.5	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony, TV & Data	Agosto 15, 1991	Anane-4, 44LP	Hughes Aircraft	Hughes Aircraft	13	Spin	2252	C Ku
INTELSAT 701	174	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Octubre 23, 1993	Anane-4, 44LP	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 702	177	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Junio 17, 1994	Anane-4, 44LP	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 703	57	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Octubre 5, 1994	Atlas 2AS	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 704	66	Este	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony, Broadcast & Data	Enero 10, 1995	Atlas 2AS	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 705	18	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony, Broadcasting & Data	Marzo 22, 1995	Atlas 2AS	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 706	53	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony & Broadcasting	Mayo 17, 1995	Anane-4, 44LP	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 707	1	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Marzo 14, 1996	Anane-4, 44P	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
INTELSAT 709	50	Oeste	Intelsat	Internacional	FSS	International Telephony	Junio 15, 1996	Anane-4, 44LP	FS 1300	Space System / Loral	10 - 13	3 Axis	3970	C Ku
Itelsat 1	13.2	Este	Telespazio Spa	Italy	FSS	26000 Voice Channels	Enero 15, 1991	Anane-4, 44LP	Selenia Spazio	Selenia Spazio	5	3 Axis	1700	Ku Ka S
Itelsat 2	13	Este	Telespazio Spa	Italy	FSS	ISDN Traffic & Land Mobile Service (LMS)	Agosto 8, 1996	Anane-4, 40	Itelsat	Alenia Spazio	5	3 Axis	1700	Ku Ka S
JCSat 1	150	Este	Japan Communications Satellite Company Inc	Japan	FSS	Dedicated Service, Order-Wire Service	Marzo 6, 1989	Anane-4, 44LP	HS 393	Hughes Aircraft	10	Spin	2200	Ku
JCSat 2	154	Este	Japan Communications Satellite Company Inc	Japan	FSS	Dedicated Service, Order-Wire Service	Dic 31, 1989	Titan 3B	HS 393	Hughes Aircraft	10	Spin	2200	Ku

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia	Bandas
Koreasat 2	116 Este	Este	Korea Telecom	South Korea	FSS DBS	Telecom & DBS	Enero 16, 1996	Delta 2 690x	GE 3000	Lockheed Martin	12	3 Axis Spin	1619	Ku
Leasat	177 Oeste	Oeste	US Navy	USA United States of America	FSS	Data & Voice	Enero 1990	Space Shuttle STS	HS 381	Hughes Aircraft	8	Spin	1238	UHF
Mahablay	113 Este	Este	Mahablay Philippines Satellite Corporation	Philippines	FSS	TV Broadcast	Marzo 21, 1987	Delta 3	HS 376	Hughes Aircraft	8	Spin	1062	C
Marcos B2 (LLL AU)	26 Oeste	Oeste	ESA	International	FSS MSS	Experimental / Mobile Communications	Nov 9, 1984	Anare 4, 44LP	HS 356	Bnbn Aerospace	7	Spin	760	C
Mansat 1 (AOR)	107 Oeste	Oeste	COMSAT Word Systems of America	USA United States of America	FSS MSS	Telephone and data, video	1976	Delta 2 690x	HS 356	Hughes Aircraft	9	Spin	330	C L UHF
Mansat 2 (TOR)	72.5 Este	Este	COMSAT Word Systems	USA United States of America	FSS MSS	Telephone and data, video	Octubre 14, 1976	Delta 2 690x	HS 356	Hughes Aircraft	8	Spin	330	C L UHF
Moroles 2	116.5 Oeste	Oeste	Telecomunicaciones de México	México	FSS	864 MHz C-Band, 432 MHz Ku-Band	Nov 27, 1995	Space Shuttle STS	HS 376	Hughes Aircraft	13	Spin	940	C Ku
N Star A	132 Este	Este	NTT	Japan	FSS MSS	Fixed & Mobile	Agosto 29, 1995	Anare 4, 44P	FS 1300	Space System / Loral	10	3 Axis	3000	C Ku Ka S
N Star B	136 Este	Este	NTT	Japan	FSS MSS	Fixed & Mobile	Febrero 5, 1996	Anare 4, 44P	FS 1300	Space System / Loral	10	3 Axis	3000	C Ku Ka S
Nahuelst A	80 Oeste	Oeste	Nahuelst	Argentina	FSS DBS	Broadcasting, mobile	Agosto 14, 1992	Long March 2E	HS 601	Hughes Aircraft	13	3 Axis	3000	Ku L
Nahuelst B	85 Oeste	Oeste	Nahuelst	Argentina	FSS DBS	Broadcasting, mobile	Agosto 28, 1994	Long March 2E	HS 601	Hughes Aircraft	13	3 Axis	3000	Ku L
Optus B1	160 Este	Este	Optus Communications Pty Ltd	Australia	FSS MSS	Telecommunications and mobile	Nov 29, 1994	Atlas Centaur	Eurostat 2000 Class	Bnbn Aerospace	12	3 Axis	3100	Ku
Optus B3	150 Este	Este	Optus Communications Pty Ltd	Australia	FSS MSS	Telecommunications and mobile	Agosto 28, 1994	Long March 2E	HS 601	Hughes Aircraft	13	3 Axis	3000	Ku L
Onesat 1	36.5 Oeste	Oeste	Oron Atlantic	USA United States of America	FSS	Data, Video & Voice	Nov 29, 1994	Atlas Centaur	Eurostat 2000 Class	Bnbn Aerospace	12	3 Axis	3100	Ku
Palapa B2P	144 Este	Este	PT Satehr Palapa Indonesia	Indonesia	FSS	TV Broadcast	Marzo 21, 1987	Delta 2 690x	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	917	C
Palapa B2R	108 Este	Este	PT Satehr Palapa Indonesia	Indonesia	FSS	Communication	Marzo 15, 1990	Delta 2 690x	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	917	C
Palapa B1	118 Este	Este	PT Satehr Palapa Indonesia	Indonesia	FSS	Communication	Mayo 14, 1992	Delta 2 690x	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	917	C
Palapa C1 (Sudindo)	150.5 Este	Este	PT Satehr Palapa Indonesia	Indonesia	FSS	TV Broadcast and Communications	Enero 29, 1996	Atlas 2AS	HS 601	Hughes Aircraft	14	3 Axis	3700	C Ku
Palapa C2 (Sudindo)	113 Este	Este	PT Satehr Palapa Indonesia	Indonesia	FSS	TV Broadcast and Communications	Mayo 15, 1996	Anare 4, 44L	HS 601	Hughes Aircraft	14	3 Axis	3700	C Ku
PANAMSAT 1 (PAS 1)	45 Oeste	Oeste	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	Junio 15, 1988	Anare 4, 44LP	GE 3000	GE Astro	13.3	3 Axis	1350	C Ku
PANAMSAT 2 (PAS 2)	169 Este	Este	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	Julio 8, 1984	Anare 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	15	3 Axis	4225	C Ku
PANAMSAT 3 (PAS 3)	39.5 Oeste	Oeste	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	Agosto 3, 1995	Anare 4, 44L	HS 601	GE Astro	12	3 Axis	4225	C Ku
PANAMSAT 4 (PAS 4)	68.5 Oeste	Oeste	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	Agosto 3, 1995	Anare 4, 44L	HS 601	Hughes Aircraft	15	3 Axis	4225	C Ku
Satcom 1R	131 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV Broadcast	Abnl 11, 1983	Delta 2 690x	Advanced Satcom	GE Astro	10	3 Axis	1460	C
Satcom 2R	72 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	24 Broadcast TV Channels	Sep 08, 1983	Delta 2 690x	Advanced Satcom	GE Astro	11	3 Axis	1460	C
Satcom C1	137 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV Broadcast	Nov 1990	Anare 4, 44LP	GE 3000	GE Astro	10	3 Axis	1460	C
Satcom C3	131 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	24 Broadcast quality TV channels or equivalent	Sep 10, 1992	Anare 4, 44LP	Series 3000	GE Astro	12	3 Axis	1950	C
Satcom C4	135 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	24 Broadcast quality TV channels or equivalent	agosto 31, 1992	Delta 2 690x	Series 3000	GE Astro	12	3 Axis	1950	C
Satcom C5 (Aurora 2)	139 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV Broadcast	Marzo 29, 1991	Delta 2 690x	GE 3000	GE Astro	10	3 Axis	1718	C
Satcom K1	85 Oeste	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV, Data, Voice	Junio 12, 1986	Space Shuttle STS	GE 4000	GE Astro	10	3 Axis	3576	Ku

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia	Bandas
Satcom K2	81	Oeste	GE American Communications	USA United States of America	FSS	TV Broadcast	Nov 29, 1985	Space Shuttle STS	GE 4000	GE Astro	10	3 Axis	3576	Ku
SBS 4	91	Oeste	Hughes Communications Inc	USA United States of America	FSS	Vsat	Agosto 30, 1984	Space Shuttle STS	HS 376	Hughes Aircraft	9	Spin	1000	Ku
SBS 5	123	Oeste	Hughes Communications Inc	USA United States of America	FSS	Vsat & Video	Sep 8, 1988	Anane 3	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	1000	Ku
SBS 6	74	Oeste	Hughes Communications Inc	USA United States of America	FSS	Video, Audio & Data	Oct 12, 1990	Anane 4, 44LP	HS 393	Hughes Aircraft	10	Spin	2262	Ku
SkyNet 4B	1	Oeste	British Ministry of Defense	UK United Kingdom	FSS MSS	Military Communications	Dic 11, 1988	Anane 4, 44LP	HS 601	British Aerospace	7	3 Axis	1200	C
Solidaridad 1	109 2	Oeste	Telecomunicaciones de Mexico	Mexico	FSS MSS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Nov 16, 1993	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	14	3 Axis	3370	C Ku L
Solidaridad 2	113	Oeste	Telecomunicaciones de Mexico	Mexico	FSS MSS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Octubre 7, 1994	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	14	3 Axis	3370	C Ku L
SPACENET III	87	Oeste	GTE Spacenet Corp	USA United States of America	FSS	TV, Data & Voice	Marzo 11, 1988	Anane 3	GE Amncon	GE Astro	10	3 Axis	1300	C Ku
SPACENET IV	101	Oeste	GTE Spacenet Corp	USA United States of America	FSS	Private C-Band Networks	Abril 12, 1991	Delta 2 69xx	GE Amncon	GE Astro	10	3 Axis	1300	C Ku
Stationar 11 / Gomzoni 19 / Telecom 1	96 5	Este	Intersputnik	International	FSS	TV, Data & Voice	Nov 1992	Proton D		NPO - Seimbiic Production Assoc.	5	3 Axis		C Ku
Telecom 2	120	Este	Shawwara Satellite Co Ltd	Thailand	FSS	TV, Data & Voice	Dic 8, 1993	Anane 4, 44LP	HS 376L, Smaller Version	Hughes Aircraft	13	Spin		C Ku
Telecom 2B	78 5	Este	Shawwara Satellite Co Ltd	Thailand	FSS	TV, Data & Voice	Octubre 7, 1994	Anane 4, 44LP	HS 376L, Smaller Version	Hughes Aircraft	13	Spin		C Ku
Telecom 2C	5	Este	SSC	Sweden	FSS DBS	DBS TV, High Speed Data & Video	Abril 2, 1989	Anane 2	Spacebus 300	Aerospaciale	8	3 Axis	3800	Ku
Telecom 1C	5	Oeste	France Telecom	France	FSS	Digital & TV	Mayo 8, 1985	Anane 3		Matra Espace	7	3 Axis	1100	C Ku
Telecom 2A	3	Este	France Telecom	France	FSS	Digital Business, TV & Military	Dic 16, 1991	Anane 4, 44LP	Eurostar	British Aerospace	10	3 Axis	3500	C Ku X
Telecom 2B	5	Oeste	France Telecom	France	FSS	Digital Business, TV & Military	Abril 15, 1992	Anane 4, 44LP	Eurostar	British Aerospace	10	3 Axis	3500	C Ku X
Telecom 2C	3	Este	France Telecom	France	FSS	Digital Business, TV & Military	Dic 6, 1995	Anane 4, 44L	Eurostar	Matra Espace	10	3 Axis	3500	C Ku X
Telesat 301	20	Este	Telesat Canada	USA United States of America	FSS	TV, Telephone & Data	Julio 28, 1983	Delta 2 69xx	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	670	C
Telesat 302	85	Oeste	AT&T	USA United States of America	FSS	TV, Telephone & Data	Agosto 31, 1984	Space Shuttle STS	HS 376	Hughes Aircraft	10	Spin	670	C
Telesat 303	120	Oeste	AT&T	USA United States of America	FSS	TV	Junio 19, 1985	Space Shuttle STS	HS 376	Hughes Aircraft		Spin	670	C
Telesat 401	97	Oeste	AT&T	USA United States of America	FSS	TV	Mayo 1993	Rites 2	GE 7000	GE Astro	10	3 Axis	4800	C Ku
Turksat 1B	31	Este	General Directorate of PTT	Turkey	FSS	TV, Telephony & Vsat	Agosto 11, 1994	Anane 4, 44LP	Spacebus 2000	Aerospaciale	11 4	3 Axis	2950	Ku

## **3. MSS / El Servicio Móvil (LEO y GEO)**

### **3.1 Definición del servicio, (Móvil y Navegación)**

La definición de la UIT para el *Servicio Móvil* es la siguiente: *“Los servicios de radiocomunicación entre una estación móvil y una estación terrena, o entre estaciones móviles.”* <sup>27</sup>

Para el caso particular del servicio ofrecido mediante satélites, la UIT ofrece la siguiente *definición: Servicio Satelital Móvil (MSS) Servicio de radiocomunicación: entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales. También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.*

Aunque la definición de la UIT para el servicio móvil se da en un carácter general, el concepto de servicio móvil debe cubrir unidades en tierra, agua, aire y aún en el espacio, por lo que las características de estas unidades varían para diferentes subtipos de servicios en donde por ejemplo, existen algunos grupos de satélites que ofrecen una variante específica del servicio móvil, este grupo de satélites, es el dedicado exclusivamente al servicio de navegación aérea o marítima por lo que también son incluidos dentro de esta sección, así como las unidades de radiolocalización. Estas subsecciones poseen las siguientes definiciones: <sup>28</sup>

- **Servicio Satelital Móvil Terrestre:** *Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.*

---

<sup>27</sup> Definición de la UIT para MS.

<sup>28</sup> Definiciones de la UIT para cada uno de los casos de Comunicaciones Móviles.

- Servicio Satélital Móvil Marítimo: Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de barcos; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.
- Servicio Satélital Móvil Aéreo: Servicio móvil aeronáutico por satélite reservado a las comunicaciones relativas a la seguridad y regularidad de los vuelos, principalmente en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil.
- Servicio Satélital de Radionavegación: Servicio de radiodeterminación por satélite para fines de radionavegación. También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.
- Servicio Satélital de Radionavegación Marítima: Servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de barcos.
- Servicio Satélital de Radionavegación Aérea: Servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de aeronaves.
- Servicio Satélital de Radiolocalización: Servicio de radiocomunicación para fines de radiodeterminación, que implica la utilización de una o más estaciones espaciales. Este servicio puede incluir también los enlaces de conexión necesarios para su funcionamiento.

### 3.2 Configuración de los sistemas.

En base a las definiciones de la sección anterior se puede constatar que junto con la capacidad de difusión, los satélites no admiten competencia alguna en su aplicación para las comunicaciones móviles. El sistema móvil satélital ofrece superar las limitaciones que aun tiene el sistema de telefonía celular terrestre (ver subcapítulo 3.3).

Hace algunos años, en la década pasada se pensaba que "la aplicación de las comunicaciones móviles tenían una gran trascendencia en los más diversos ámbitos de la vida, que influían de modo creciente en la economía por su utilización en la gestión del transporte, ayuda a la seguridad y refuerzo de la ley, colaborando en la sanidad y de ayuda inestimable para emergencias, búsqueda y rescate, las comunicaciones móviles podrían hacer realidad la posibilidad de comunicación en prácticamente cualquier circunstancia, aportando respaldo y tranquilidad al individuo mediante esa disponibilidad constante del contacto inmediato con el resto de la sociedad".<sup>29</sup>

Hoy en día, el sistema Orbcomm (EUA), pionero en constelaciones de satélites en órbitas LEO, destaca dentro de sus artículos de presentación, que "con las nuevas redes de comunicaciones satelitales, la palabra "incomunicado" desaparecerá del vocabulario, ya que se podrá saber en todo momento donde esta una persona, que esta haciendo y si llegara a tiempo para la cena"<sup>30</sup>.

A diferencia del servicio fijo, las características o configuraciones de los sistemas satelitales para el servicio móvil están experimentando una constante evolución con el fin de solucionar problemas existentes o de poder ofrecer una mayor eficiencia y mejores características del servicio.

En el segmento espacial el servicio fijo utiliza al igual que el servicio móvil las órbitas Geoestacionaria (Tabla 2-1) y Elíptica (Tabla 2-2), pero en este caso la banda de frecuencia asignada por la UIT es la L (1 - 2 GHz) la cual posee un ancho de banda reducido y el número de transpondedores por satélite es pequeño.

En los satélites geoestacionarios que operan en la banda L no pueden emplearse unidades portátiles para comunicarse a través de ellos, pues aunque poseen una alta potencia en sus transpondedores, la trayectoria de ida y vuelta de una señal al satélite es de aproximadamente 72,000 Km. Lo que significaría que la señal recorrería aproximadamente 144,000 Km. entre dos unidades (sin importar a que distancia se encuentren una de la otra), lo cual la atenúa drásticamente y es necesario tener

---

<sup>29</sup> Los Satélites de comunicación, Juan J. García, Edit Marcombo, pag 172

<sup>30</sup> <http://www.orbcomm.net>, Orbcomm, pag 2



unidades de Tx con una alta potencia, utilizar antenas de alta ganancia y dispositivos de recepción muy sensibles.

Tales características no representan ningún obstáculo para un avión, un barco o un automóvil (quienes actualmente utilizan el servicio con estas características); pero si para una persona que quiere desplazarse con comodidad utilizando una unidad manual de Tx/Rx misma que debe tener un costo razonable. Actualmente existen radiolocalizadores muy pequeños, pero estos equipos solamente reciben señales de datos de satélites geoestacionarios.

La solución al problema de la atenuación se ha encontrado al reducir la longitud del trayecto de la señal, pero esto implica que el satélite deje de ser geoestacionario, lo cual lo haría solamente visible por algunas horas o minutos en un área fija en la tierra. Esto implicaría que para que no existieran interrupciones en la comunicación, otro satélite debería remplazar al que va saliendo del área de cobertura, lo que obligaría a un número tal de equipos que ofrezcan una cobertura permanente.

El número de satélites para mantener una comunicación constante variaría dependiendo de la altitud de estos, pero invariablemente haría mucho más costoso el sistema, ya que también debe existir una comunicación intersatélites para mantener el relevo total del enlace directamente entre ellos. Además de diferentes planos orbitales para poder cubrir globalmente el planeta, basándose así en el concepto de telefonía celular terrestre.

Es evidente que mientras más bajo este un satélite, las unidades portátiles personales serán mucho más ligeras y económicas, ya que la atenuación por distancia se reduciría también y sería posible la transmisión con antenas de baja ganancia y equipos de poca potencia, con retrasos similares al de un enlace terrestre de fibra óptica.

Debido a todos estos conceptos, en la actualidad en el servicio móvil se utilizan tres tipos de órbitas adicionales, las cuales son:

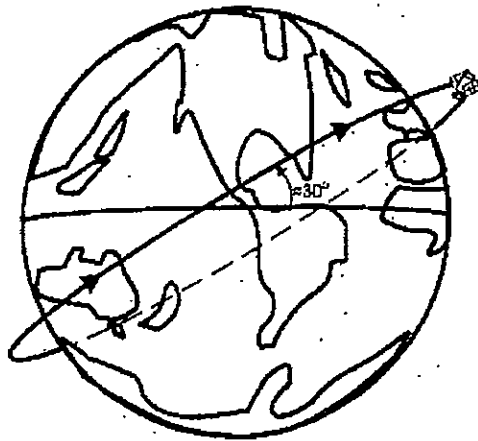
**Tabla 3-1 Orbits Bajas (LEO)****Características:**

- Geometría casi circular.
- Angulo de inclinación variable, con relación al plano del ecuador.
- Periodo: aprox. 90 a 100 minutos
- Altura sobre el nivel del mar: variable, entre 300 y 800 km.

**Principales aplicaciones:**

- Orbitadores y estaciones espaciales.
- Satélites de "reconocimiento"
- Satélites científicos
- Satélites para observación astronómica
- Satélites de comunicaciones móviles mundiales: Sistema Orbcomm

Nota: Conforme la Tierra gira sobre su propio eje, el satélite sobrevuela diferentes zonas geográficas. Sin embargo, debido a la baja altitud y la inclinación de su órbita, no puede "ver" zonas en latitudes muy al norte o al sur

**Fig. # 3-1 Orbits Baja****Tabla 3-2 Orbits Polares****Características:**

- Geometría circular.
- Angulo de inclinación cercano a los 90', con relación al plano del ecuador.
- Periodo: aprox. 100 minutos
- Altura sobre el nivel del mar: aproximadamente 800

**Principales aplicaciones:**

- Satélites de percepción remota
- Satélites meteorológicos
- Satélites de comunicaciones móviles mundiales: Sistema Iridium

Nota: El satélite puede "ver" cualquier zona geográfica en alguna de sus vueltas u órbitas

Fig. # 3-2 *Orbita Polar***Tabla 3-3 *Órbitas Intermedias (MEO)*****Características:**

- Geometría circular.
- Angulo de inclinación variable
- Periodo: aprox. 120 minutos
- Altura sobre el nivel del mar: entre 10,000 y 20,000 km.

**Principales aplicaciones:**

- Satélites de navegación: Sistema GPS
- Satélites de comunicaciones móviles mundiales: Sistema Inmarsat P

Fig. # 3-3 *Orbita Intermedia*

Las Estaciones Terrenas del Servicio Satelital Móvil, pueden estar situadas a bordo de embarcaciones (Servicio Sat. Móvil Marítimo), por ejemplo Marisat (Inter) y Marecs (Inter); a bordo de aeronaves (Servicio Sat. Móvil Aeronáutico) por ejemplo el

sistema ATS (EUA) o a bordo de vehículos terrestres (Servicio Sat. Móvil Terrestre). El Servicio Móvil es bastante utilizado para detectar y localizar señales de desastre de vehículos de estaciones de supervivencia y estaciones de radiobeacons indicadores de posición (por ejemplo SARSAT y SARGOS). Por lo que las definiciones de estaciones dentro del segmento terrestre serían las siguientes:<sup>31</sup>

- Estación de vehículo de supervivencia (Survival Craft Station): *Estación móvil del servicio móvil marítimo o del servicio móvil aeronáutico, destinada exclusivamente a las necesidades de los naufragos e instalada en una embarcación, balsa o cualquier otro equipo o dispositivo de salvamento.*
- Estaciones terrenas móviles: *Estaciones del servicio satélital móvil las cuales son utilizadas en movimiento o por periodos cortos en puntos no especificados.*
- Estación móvil terrestre: *Estación con capacidad de movimiento en la superficie dentro de los límites geográficos de un país o continente.*
- Estación terrena costera: *E/T en el servicio satélital fijo o, en algunos casos, en el servicio satélital móvil marítimo, localizadas en puntos fijos específicos en tierra para proveer enlaces de conexión para el MMSS .*
- Estación móvil marítima: *Estación móvil localizada a bordo de una embarcación.*
- Estación móvil aérea: *Estación móvil localizada a bordo de una aeronave o equipo de supervivencia.*

En los sistemas de navegación, el servicio satélital móvil, además de ofrecer la comunicación entre dos estaciones, tiene como objetivo principal el poder mantener ubicada permanentemente a la unidad en cualquier lugar del mundo; pues ahora ya se considera el servicio de navegación terrestre, y así poder ofrecer en casos de desastre ayuda inmediata mediante equipos de rescate que contarían con la ubicación exacta (en un rango de metros) de la unidad. Este tipo de servicio, actualmente ofrecido a nivel comercial es llamado Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual ofrece además al usuario el saber mediante su unidad su posición actual y la relación de esta con algún destino seleccionado.<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Definiciones de UIT para cada uno de los casos de estaciones.

<sup>32</sup> Ver GPS en el subcapítulo 8.2

En lo que respecta al tipo de información transmitida en el MSS, se encuentra: telefonía móvil, fax, localización, correo electrónico, datos, monitoreo y rescate, telemetría. Las bandas de frecuencia utilizadas en el servicio móvil son varias y dependen principalmente del tipo de órbita utilizada, aunque la banda definida para este servicio por la IUT es la banda L.

**Tabla 3-4 Bandas de frecuencia para el MSS** <sup>33</sup>

Orbita	Banda	Frecuencia
GEO	L	1 - 2 GHz
	C	4 - 8 GHz
	Ku	12.4 - 18 GHz
MEO	Ka	26.5 - 40 GHz
LEO	S	2 - 4 GHz
	L <sup>34</sup>	1 - 2 GHz
	UHF	300 MHz - 3 GHz
	VHF	30 - 300 MHz

### 3.3 Tipos de satélites.

Existen como se ha venido viendo, diferentes tipos de sistemas satelitales para servicio móvil. En esta sección, se verán los principales sistemas para cada una de las diferentes órbitas utilizadas.

**Tabla 3-5 Principales Sistemas o Proyectos de Comunicaciones Móviles.** <sup>35</sup>

Sistema	No. de satélites	Puesta en servicio	Orbita [Km.]	Banda de servicio	Servicios
Inmarsat	8	1976	GEO	L	Telefonía, telex, fax, datos e imágenes
MSAT (AMSC)	2	1995	GEO	L	Telefonía, fax y datos
ICO	10	1999	10,550	L	Telefonía, fax y datos
Iridium	66	1998	780	L y S	Móvil de voz, fax y paging
Globalstar	48	1998	1,414	L, S y C	Móvil de voz, fax y correo electrónico
Orbcomm	36	2000	775	137, 148 y 400 MHz	Monitoreo, mensajes y rescate
Odyssey	12	1999	10,550	L	Voz, fax y datos
Leo One	48	2000	950	137, 148 y 400 MHz	Localización, paging, telemetría, alarmas y correo electrónico

<sup>33</sup> Algunas de estas bandas también son utilizadas en otras órbitas, pero estas son las más representativas

<sup>34</sup> La banda L es una subbanda de la banda UHF que va de 300 MHz a 3 GHz.

<sup>35</sup> Panorama Tecnológico de los Sta. de Com. En el Mundo, Rodolfo Neri / Salvador Landeros, Rev. Conacyt julio-agosto/97, pag. 31

### 3.3.1 Sistemas Exclusivos para MSS en GEO

- **Satélites de Navegación:**

Actualmente, el concepto de navegación se ha extendido del medio marítimo y aéreo al ámbito terrestre, y cuya función es la de poseer la localización exacta de la unidad móvil y la relación de esta con ciertos puntos definidos que permitan diseñar una ruta segura de traslado de un punto a otro. La administración de la navegación marítima, aérea o terrestre permite mantener un control de tráfico de unidades en ciertas áreas o poder asignar ayuda a la ubicación de la unidad en un momento determinado por parte de organismos operadores. Este tipo de servicio ha cambiado, de ser un servicio exclusivo de las fuerzas militares de las superpotencias a comercializarse entre la sociedad civil que lo requiera y pueda cubrir los costos.

Algunos satélites permiten esta clase de funciones dentro de sus servicios, pero existen sistemas específicamente diseñados para este uso, como son los sistemas Glonass (ex-URSS), Navstar (EUA) y el Cosmos (ex-URSS) en sus subsistemas Parus (ex-URSS) de carácter militar, Tsikada (ex-URSS) de carácter civil además de Etalon (ex-URSS), Tsigal (ex-URSS) y Uragan (ex-URSS). La última generación en satélites de navegación es el sistema GPS (EUA) el cual ofrece el servicio con ese nombre.

Existe un sistema internacional de navegación llamado SARSAT (Sistema Satelital de Búsqueda y Rescate) el cual está formado por una red de tres satélites de Estados Unidos (Noaa-9, 10, 11) y 2 provenientes del sistema soviético de satélites. El cual ofrece de manera internacional, un servicio a embarcaciones en alta mar.

- **INMARSAT:**

Al igual que en el servicio fijo, en el servicio móvil existe un operador internacional, INMARSAT, el cual inicia sus funciones en 1982 con la integración de tres satélites Marisat (EUA) y dos Marecs (ESA) añadiendo tres subsistemas MCS incorporados en satélites Intelsat (Inter) con un centro de control de operaciones (OCC) en Londres Inglaterra.



El servicio ofrecido por INMARSAT dio inicio con una cobertura de todos los océanos del mundo (a excepción de los cascos polares) con un equipo llamado Estándar A, el cual ofrecía telefonía, facsímil y datos desde sus Estaciones Costeras (CES) (las cuales están conectadas a las redes terrestres) a todas las Terminales Marítimas (SES).

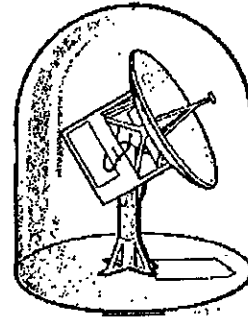


Fig. # 3-4 Antena de SES (Inmarsat).<sup>36</sup>

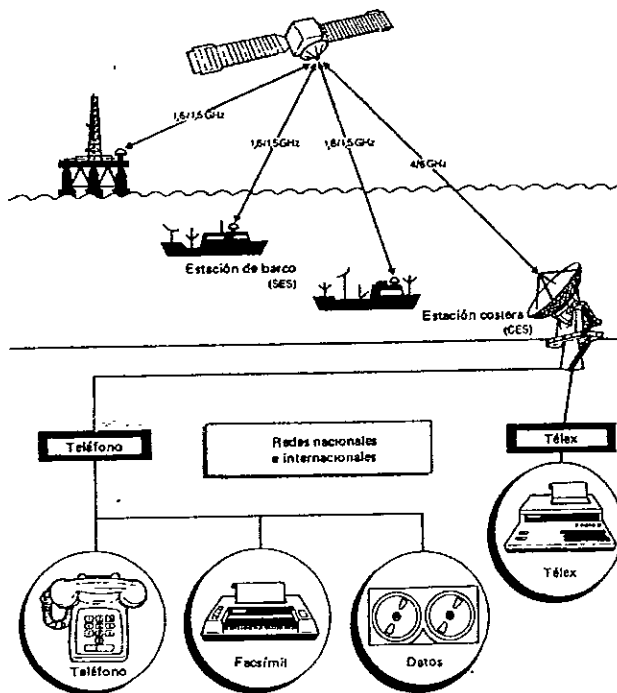


Fig. # 3-5 Comunicaciones típicas de INMARSAT.<sup>37</sup>

La telefonía es automática desde barco a tierra y se realiza como una llamada internacional, previa elección de la CES deseada. En sentido tierra barco se marca un código internacional de acceso, seguido del correspondiente a la región oceánica donde se supone está el barco, y del número de identificación del mismo. El servicio de telex es totalmente automático con toda la red internacional. Aprovechando los canales telefónicos es posible el servicio de fax o transmisión de datos (incluyendo TV comprimida en horas de poco tráfico).

<sup>36</sup> Satellite Communications Systems, G. Maral, pag. 352

<sup>37</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag. 176

Posteriormente, el estándar A dio servicio en algunas aeronaves, plataformas marítimas o equipos de tierra fácilmente transportables, añadiéndose además la terminal móvil estándar C y el sistema aeronáutico, el cual ofrecía utilización en ferrocarriles, grandes camiones en rutas internacionales y vehículos en zonas remotas.

Actualmente el sistema INMARSAT cuenta con 12 satélites; siete de las series Inmarsat-2 y 3 (Inter), dos Marecs (ESA) de segunda generación y tres Marisat (EUA), más dos satélites Inmarsat-3 (Inter) programados para este año. Actualmente INMARSAT cuenta con 81 países socios, dentro de los cuales se encuentra México.

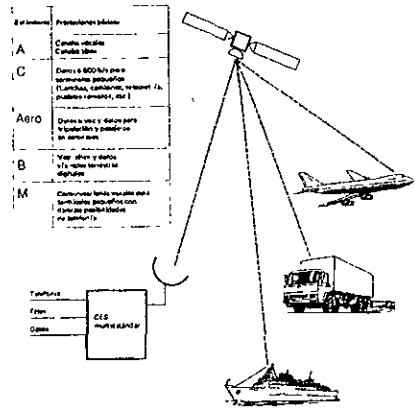


Fig. # 3-6 Servicio Actuales de Inmarsat.<sup>38</sup>

Tabla 3-6 Terminales de servicio de Inmarsat.

Servicio	Tipo de Información	Características	Unidades
Inmarsat A	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono, Telex	Servicio completo, terminales de alta calidad	Marítimas Transportables
Inmarsat C	Datos de baja velocidad, Telex	Unidades portátiles de bajo costo	Marítimas Terrestres
Inmarsat Aereo L	Datos de baja velocidad	Aeronaves comerciales, de negocios o privadas	Aéreas
Inmarsat Aereo H	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono	Aeronaves comerciales y de negocios	Aéreas
Inmarsat B	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono, Telex	Servicio completo, terminales digitales de alta calidad	Marítimas Transportables
Inmarsat M	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono	Terminales digitales de calidad media, bajo costo y portátiles	Marítimas Terrestres Personales
Inmarsat E	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono, Telex	Sistema de alerta instantánea para desastres marítimos	Marítimas
Inmarsat Paging	Datos de baja velocidad	Sistema mundial de localización, unidades tamaño bolsillo	Personal
Inmarsat Navigation Services	Datos de alta velocidad, Facsímil, Teléfono, Telex	Servicios para propósitos de navegación	Marítimas Terrestres Aéreas Personales
Inmarsat P	Facsímil, Teléfono	Unidades manuales, de bajo costo y con cobertura telefónica mundial	Personales <sup>39</sup>

<sup>38</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag 181

<sup>39</sup> El servicio Inmarsat P estará ofrecido por el Sistema ICO



### 3.3.2 Sistemas para MSS en MEO

- ICO:

ICO es un sistema el cual consiste en un segmento espacial y una red terrestre dedicada a proveer conexiones entre los satélites y la red fija publica con una red móvil. El sistema ICO esta conformado por diez satélites operacionales en dos órbitas de funcionamiento distintas a una altitud de 10,355 km. (Orbita Intermedia, MEO). Los satélites divididos en partes iguales en dos planos ortogonales, cada uno con 45' de inclinación con respecto al ecuador, proveerán una cobertura global de manera continua con un órbita de 6 horas.

La red ICO (mostrada en la siguiente figura), proveerá un servicio móvil mediante las bandas C y S de 4,500 llamadas simultáneas por satélite mediante un procesamiento digital a bordo y acceso TDMA. La red terrestre estará constituida por 12 nodos de acceso satelital (SAN's), los cuales estarán alrededor del mundo para el acceso de los satélites a las redes terrestres de telefonía, móviles y datos. Con esta configuración, la red permitirá un contacto de cada uno de los satélites con dos o cuatro SAN's.

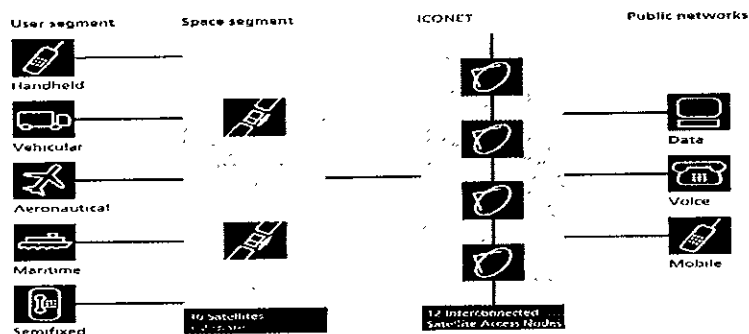


Fig. # 3-7 Red ICO

Las plataformas satelitales están basadas en el modelo HS 601 de Hughes, el cual mediante celdas solares de Arseniuro de Galio se genera una potencia de más de 8,700 W. Estos satélites ofrecerán servicio en la banda de los 2 GHz mientras que mantendrán un seguimiento tierra-espacio en las bandas de 5 y 7 GHz, asignadas por la WRC-95 al control de satélites no-geoestacionarios para el servicio móvil.

### 3.3.3 Redes Satélitales en LEO

Los satélites en órbitas bajas no son realmente una novedad, ya que se utilizan para operaciones de mediciones remotas y predicciones de clima, pero eran descartados para las comunicaciones comerciales debido a la complejidad de los sistemas de seguimiento y control, lo que volvía a las órbitas bajas no aptas.

Ahora en los 90's, la situación ha cambiado, la capacidad real de los sistemas computacionales y los avances en el procesamiento digital de señales reduce notablemente la complejidad del problema lo que vuelve atractivas las órbitas bajas para proveer servicios de comunicación, ya que aunque es necesario hacer una inversión más grande en el segmento espacial para poder ofrecer continuidad del servicio, el segmento terrestre presenta características muy tentadoras para una explotación masiva y a bajo costo para el usuario de una red de comunicaciones móviles a nivel mundial, superando así el "boom" comercial que tuvieron los sistemas celulares terrestres en la última década.

Esta nueva onda en tecnología de satélites se ve originada por tres factores principales: primero, el increíble incremento en la densidad del silicio para almacenar circuitos; innovación tecnológica que no ocurría desde la invención del microprocesador en los 70's, segundo, con la rapidez de crecimiento en las capacidades de los satélites, el remplazo en órbitas bajas, donde los satélites ven reducido su costo y tamaño, los hacen económicamente más viables que los satélites GEO's y por último, la cercanía de estos con la superficie terrestre ofrece un menor consumo de potencia y el uso de antenas omnidireccionales los vuelve ideales para las comunicaciones móviles.

- **ORBCOMM:**

Es el primer sistema de telecomunicaciones móviles vía satélite en utilizar las órbitas LEO (775 Km.), esta constelación, compuesta por 36 satélites de los llamados "Pequeños LEO's", debido a sus tamaños (43 Kg. aprox) y la frecuencia de uso (VHF), utiliza tres planos distintos para operar ocho satélites equidistantes en cada una de las órbitas circulares.

En el segmento espacial, las características de los satélites Orbcomm son de una potencia solar de 160 W, utilizando para transmitir dos enlaces de VHF (a usuarios), un enlace VHF (para control) y un enlace UHF; en la recepción existen siete enlaces de usuarios en VHF y dos enlaces de control también en VHF, estos satélites de cuatro años (promedio) de vida útil, son fácilmente reemplazables, ya que es posible la puesta en órbita de hasta ocho satélites mediante un solo cohete Pegasus (EUA).<sup>40</sup>

Estas frecuencia de funcionamiento: 137-138 MHz para enlace de bajada y 148-149.9 MHz para enlace de subida fueron aprobadas para satélites LEO's en la WRC-92, mientras que la FCC asignó estas frecuencias al servicio satelital móvil en LEO en 1993, otorgando la licencia comercial a Orbcomm en 1994.

En la parte del segmento terrestre, las terminales de usuario o Comunicadores Subscritos (SC's) podrán recibir; en equipos de poco peso y tamaño bolsillo y con un costo aproximado de US\$100 por unidad, servicios de mail, fax y radiolocalización (pager), ya que tendrán capacidad de comunicación de 2-vías en movimiento a bajo costo en cualquier parte del globo terráqueo.

- **IRIDIUM:**

Esta constelación de satélites, será uno de los principales competidores de la telefonía celular terrestre. El sistema de Motorola está constituido por 66 satélites en órbitas bajas. La constelación contará con seis planos y 11 satélites en cada uno de ellos.

Los satélites del sistema Iridium serán de aproximadamente 300 Kg. y con dimensiones de 2 x 1 m y una vida útil de cinco años. La banda de frecuencias utilizada por este sistema será la banda L (en el rango de 1610 - 1626.5 MHz) y S con lo que se creará el

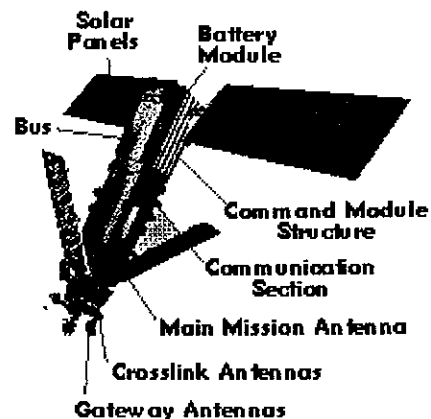


Fig. # 3-8 Satélite de Iridium

<sup>40</sup> Ver descripción del cohete Pegasus en el capítulo 7

“negativo” del sistema de radio celular terrestre (“positivo”) y servirá como complemento en áreas remotas o poblaciones de baja densidad.



Fig. # 3-9 Constelación Iridium

La tecnología ofrecida por este avanzado sistema de comunicaciones incluirá una codificación digital de voz y velocidades de transmisión de 4.8 Kb/seg., lo que permitiría servicios de telefonía digital, Tx de datos, radiodeterminación e interconexión con la red pública. Los accesos de información serán mediante TDMA y FDMA simultáneos lo que permitiría 174 circuitos telefónicos por célula.

Cada uno de los satélites generará 37 células hexagonales de aproximadamente 650 km. de diámetro, esta gracias a un diseño de haces múltiples (37) y reutilización de frecuencias, teniendo conmutación abordo y transferencia de señales de una célula a otra. Existirá también en este sistema una conmutación directa de satélite a satélite mediante enlaces en la banda Ka (22.55 - 23.55 GHz).

- GLOBALSTAR

Esta segunda constelación de satélites en órbitas bajas es producto de la asociación de Loral Corporation con Qualcomm Inc. para proporcionar un servicio de comunicaciones vía satélite a nivel mundial.

El sistema Globalstar esta formado por 48 satélites en órbitas bajas (1,400 Km.), divididos en ocho planos con una inclinación de 52°. Los satélites diseñados con una estabilización triaxial, un peso aproximado de 500 kg. y dimensiones de 1.8 x 1.5 x 0.60 metros más arreglos solares de 12 metros de longitud, serán capaces de ofrecer 6 células de cobertura las cuales tendrán una capacidad de 28,000 llamadas telefónicas o circuitos de transmisión de datos simultáneas; ofrecidos por 1200 watts de potencia generada y una vida útil de 7 ½ años.

Este proyecto dirigido por Loral (EUA), esta respaldado por la industria europea de telecomunicaciones vía satélite, los cuales se han encargado de diseñar y construir cada una de las partes de las plataformas satelitales, es así como en este proyecto participan empresas como Aerospatiale (Francia), Alcatel Espace (Francia), Daimler-Benz Aerospace (Alemania) y Alenia Spazio (Italia), todos miembros del consorcio espacial europeo ESA.

En la siguiente tabla, se muestra una comparación de estos dos sistemas de comunicación en órbitas bajas, los cuales son los más importantes en su tipo, la tabla nos permite hacer una evaluación comparativa en cada una de las características más importantes de los sistemas y mostrar las ventajas o desventajas de uno con respecto al otro.

Tabla 3-7 Comparación de constelaciones en LEO.

	Globalstar	Iridium	Ventajas
Número de satélites	48	66	Iridium posee un mayor número de satélites lo cual le da más capacidad.
Costo del sistema	US\$ 1.8 billones	US\$ 3.4 billones	Globalstar resulta más barato y eficiente económicamente
Requerimientos del Espectro	Opera en banda L y S	Exclusivamente puede operar en banda L y Ka	La capacidad de Globalstar de utilizar el espectro mediante CDMA lo hace tener una gran ventaja
Costo por minuto aire	US\$ 0.30	US\$ 3.0	Globalstar es mucho más barato
Costo de terminales	US\$ 750	US\$ 2,500	Globalstar es mucho más económico
Servicios	Servicio móvil de voz, fax y e-mail	Servicio móvil de voz, fax y paging	Los servicios son similares, pero Iridium cubre también el Artico
Tamaño de Antenas	3 pies	6 pies	Globalstar resulta más eficiente
Expandibilidad	Puede incrementar el número de haces, el número de satélites y con CDMA tiene reuso de frecuencias en cualquier momento	Bajo el esquema de TDMA, el factor de reuso de frecuencias. es de 1/7	Globalstar es más expandible debido a su arquitectura simple
Peso en Lanzamiento	390 kg.	700 - 800 kg.	Los satélites de Globalstar son más ligeros
Compartición del Espectro	Si	No	CDMA permite compartir el espectro; TDMA requiere exclusividad en el espectro
Esquema de Modulación	CDMA	TDMA	CDMA tiene un perfeccionamiento superior para comunicaciones móviles
Banda de Frecuencia Utilizada	L C (4-6 GHz) S (2-4 GHz)	L S	Iridium utiliza la banda S para comunicaciones intersatélites
Comunicación Intersatélites	No	SI	
Socios	Alcatel, France Telecom, Deutsche Aerospace ...	Mitsui, Lockheed, DDI, Great Wall ..	Los socios de Iridium poseen mayor capital económico
Velocidad de transmisión	4.8 kbps	4.8 kbps	

### 3.3.4 Satélites con servicio mixto (FSS / MSS)

Existen actualmente algunos sistemas que incluyeron en sus satélites, la banda L para poder ofrecer servicio de comunicación móvil, estos sistemas además de ofrecer servicio fijo en las bandas C o Ku, poseen transpondedores dedicados exclusivamente al servicio móvil, el cual es manejado por operadores diferentes.

Los sistemas más importantes que se presentan dentro de este caso son dos estadounidenses, un europeo y el sistema mexicano. Los operadores de estos servicios en cada uno de los sistemas son:

- **QUALCOMM:**

Mediante su servicio OmniTRACS, el cual se basa en el principio de "Una total integración para la comunicación rápida con cualquiera del equipo" ofrece un sistema de comunicación en tiempo real con los vehículos en tránsito.



Este servicio permite a las compañías transportistas (principalmente) el monitorear el progreso de su flotilla de camiones y así ofrecer una mayor rentabilidad del servicio, pues cualquier cambio de planes, cambios de ruta o situaciones imprevistas son informadas desde y para cada una de las unidades desde un centro de control del transportista o del comprador de la carga (ver Fig. # 3-10).

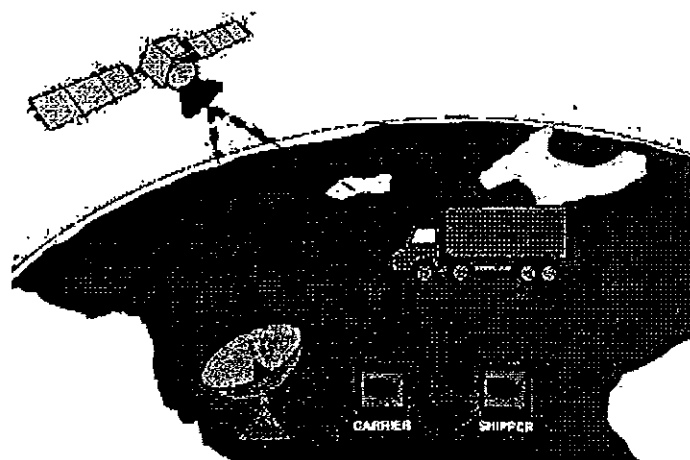


Fig. # 3-10 Servicio de OmniTRACS.

La unidad móvil de OmniTRACS permite además de una comunicación del operador desde cualquier lugar y en cualquier momento con el centro de control, el monitorear los sistemas del camión para alertar al conductor y al centro de control sobre una posible falla que requiera especial atención, generando además un reporte del viaje para estadísticas de mantenimiento.

El sistema Omnitrac ofrece servicio en Estados Unidos, Canadá, Europa, Japón, Brasil, México, Malasia y Corea, a la fecha Qualcomm a vendido más de 200,000 terminales OmniTRACS alrededor del mundo. El sistema funciona en la banda Ku mediante los satélites GTE (EUA) en un esquema de modulación CDM propio de Qualcomm (también lo aplican en el sistema Globalstar).

- **EUTELTRACS**

Este servicio es ofrecido mediante una asociación de Qualcomm (EUA) y Alcatel Espace (Francia) en el continente europeo utilizando el sistema satelital Eutelsat (Europa) en banda Ku.

Las características del servicio son altamente similares al ofrecido por OmniTRACS en América; una Terminal Móvil de Comunicaciones (MCT's) colocada en vehículos de carga, con una unidad de display en la cabina que ofrece al operador del vehículo un acceso al sistema, una unidad de comunicación y una unidad externa (antena, amplificador, diplexor y convertidor).

En el caso europeo, el usuario tiene una terminal propia en sus oficinas, la terminal esta conectada a una red del proveedor de servicio, la cual tiene una conexión con la estación terrena y esta vía satélite con la terminal móvil.

- **MSAT:**

Este sistema americano de comunicaciones móviles tiene como socios a los operadores satelitales AMSC de Estados Unidos y Telesat de Canadá, los cuales



mediante dos satélites, cada uno ofrecen un servicio de operaciones de tráfico aéreo, telefonía y mensajes para pasajeros de vehículos aéreos, terrestres y marítimos.

El sistema ofrece Tx de datos, dúplex a 300 bps o 600 bps, con una tarifa base de aproximadamente US\$70 al mes por vehículos, los equipos terminales tienen un costo aproximado de US\$ 4,000 y trabajan en la banda L (1545 - 1559 MHz y 1646.6 - 1660.6 MHz).

- **OMNITRACKS México (antes MOVILSAT):**

Este sistema mexicano de comunicaciones móviles ha tenido poca respuesta en el mercado nacional. Actualmente cuenta con 2000 terminales en operación.

El servicio es ofrecido mediante el satélite Morelos-2 en la banda Ku. Los satélites Solidaridad cuentan con un transpondedor en la banda L para servicio móvil.

### **3.4 Satélites en operación.**

Al igual que en la sección 2.4, en esta sección se presenta la tabla resumen de los satélites en operación que ofrece el Servicio Satélital Móvil.

Como se podrá observar, en esta tabla aparecen los satélites de navegación en las constelaciones en órbitas intermedias (MEO) y en órbitas bajas (LEO), los satélites del consorcio Inmarsat y aquellos satélites que ofrecen un servicio mixto (operan en la banda L). Al igual que en el caso de satélites del FSS, en el MSS también existen satélites ya retirados del servicio o algunos proyectos próximos a ponerse en operación, pero estos no son incluidos en esta tabla para no desvirtuar el fin del contenido de la tabla que hace referencia a solamente los satélites en "Operación" que ofrezca el Servicio Satélital Móvil (MSS).

Esta tabla es el llamado Informe "T Satélites MSS Operacional" de la base de datos, obtenido de la Consulta por selección "Satélites MSS Operacional", de la cual solo se extraen los campos con la información más relevante con el fin de tener una presentación adecuada.

• Numero de satélites en la tabla	45
• Países participantes	9
• Constructores participantes	10
• Modelo dominante	NPO Gorizont de Rusia.
• Vida útil máxima	15 años.
• Equipos con estabilización por giro	3 aprox. 6%
• Equipos con estabilización triaxial	37 aprox. 82%
• Equipos con banda C	25
• Equipos con banda L	26
• Equipos con banda Ku	25
• Equipos con banda S	4
• Equipos con banda Ka	2
• Potencia mínima	330 W del Marisat-1
• Potencia máxima	3600 W del AMSC 1
• Principal lanzador	Ariane y Proton.
• Equipos exclusivos del MSS	19

Tabla 3-8 Satélites MSS Operacional

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia Eléctrica	Bandas de Frecuencia
AMSC 1 Central	101	Oeste	AMSC	USA United States of America	MSS	Mobile Telephone	Abnl 7, 1995	Atlas Centaur	HS 601	Hughes Aircraft	15	3 Axis	3600	Ku L
AMSC 2 East	62	Este	AMSC	USA United States of America	MSS	Mobile Telephone		Titan 2	HS 601	Hughes Aircraft	12	3 Axis		
AMSC 3 West	137	Este	AMSC	USA United States of America	MSS	Mobile Telephone		Titan 2	HS 601	Hughes Aircraft	12	3 Axis		
Cosmos 1000 (Tsikada)		Leo Meo	Intersputnik	Russia	MSS	Navegación	Marzo 31, 1978			NPO - Scientific Production Assoc				
Cosmos 1989 (Elaton 1)		Leo Meo	Intersputnik	Russia	MSS	Navegación	Enero 10, 1989	Proton D						
Cosmos 2204 (Ungant)		Leo Meo	Intersputnik	Russia	MSS	Navegación	Julio 30, 1992							
Cosmos 2336 (Paris)		Leo Meo	Intersputnik	Russia	MSS	Navegación Militar	Dic 20, 1996	Cosmos C						
DSCS III 03	52.5	Oeste	Defense Communications Agency NASDA	USA United States of America	MSS		Oct. Leo Meo, 1985	Space Shuttle STS		GE Astro	10	Leo Meo Axis	1240	S X
ETS V (Kobu 5)	130	Este	NASDA	Japan	MSS	Engineering Experiments	Agosto 27, 1987	H1	Engineering Test Sat	Mitsubishi Electric, NEC, Toshiba	15	Leo Meo Axis	800	C L
Eutelsat I F4	25.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telecommunications & Eutetracks	Sep 16, 1987	Anane Leo Meo	ECS / OTS	British Aerospace	7	Leo Meo Axis	960	Ku
Eutelsat I F5	21.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telephony, TV & Data	Jul 21, 1988	Anane 4, 44LP	ECS / OTS	British Aerospace	7	Leo Meo Axis	960	Ku
Eutelsat II F1	13	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Radio & TV	Agosto 30, 1990	Anane 4, 44LP	Spacebus 100B	Aerospaziale	10	Leo Meo Axis	3000	Ku
Eutelsat II F2	10	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	TV	Enero 15, 1991	Anane 4, 44LP	Spacebus 100	Aerospaziale	7 - 10	Leo Meo Axis	3552	Ku
Eutelsat II F3	16	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS		Dic 7, 1991	Atlas Centaur	Spacebus 100	Aerospaziale	7 - 10	Leo Meo Axis	3552	Ku
Eutelsat II F4	7	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS		Julio 9, 1992	Anane 4, 44LP	Spacebus 100	Aerospaziale	7 - 10	Leo Meo Axis	3552	Ku
Gonass			Gonass	Russia	MSS	Navegación Global				NPO - Scientific Production Assoc				
Gonzont 21	145	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov. Leo Meo, 1990	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 22	140	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov 23, 1990	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 24	80	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Oct 23, 1991	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 25	103	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Abnl 2, 1992	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 26	11	Oeste	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Julio 14, 1992	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 27	96.5	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Nov 27, 1992	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 28	90	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Octubre 28, 1993	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 29	161	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Nov. 18, 1993	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 30	142.5	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Mayo 20, 1994	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 31	40	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS		Enero 25, 1996	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L
Gonzont 32	53	Este	Intersputnik	Russia	FSS MSS	TV, Data & Voice	Mayo 25, 1996	Proton D	NPO Gonzont	NPO - Scientific Production Assoc	5	Leo Meo Axis	1300	C Ku X L

CAPITULO 3: MSS / El Servicio Móvil (LEO y GEO)

Nombre Satélite	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Fecha de Lanzamiento	Vehículo	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Estabilización	Potencia Eléctrica	Bandas de Frecuencia
GPS			Air Force Space Command	USA, United States of America	MSS	Navegación Global	Marzo 10, 1994	Delta 2 690x	Navigation Satellite	Production Assoc Rockwell Space System	7.5	Leo Meo Axis		L1 Lz Ls
GPS 2A		Leo Meo	Air Force Space Command	USA, United States of America	MSS	Navegación Global	Sep 12, 1996	Delta 2 690x	Navigation Satellite	Martin Marietta Astro Space	10	Leo Meo Axis		
Inmarsat 2F3 Pacific Ocean	178	Este	Inmarsat	International	MSS	Maritime, Aereo & Land Mobile	Dic 16, 1991	Anane 4, 40	Eurostar	British Aerospace	10	Leo Meo Axis	1000	C L
Inmarsat 2F4 Atlantic Ocean	54	Oeste	Inmarsat	International	MSS	Maritime, Aereo & Land Mobile	Abril 15, 1992	Anane 4, 40	Eurostar	British Aerospace	10	Leo Meo Axis	1000	C L
Inmarsat 3F1 Indian Ocean Region	64	Este	Inmarsat	International	MSS	Maritime, Aereo & Land Mobile	Abril 4, 1996	Atlas 2A	GE 4000	Lockheed Martin	13	Leo Meo Axis	2800	C L
Inmarsat 3F2	155	Oeste	Inmarsat	International	MSS	Maritime, Aereo & Land Mobile	Sep 6, 1996	Proton D	GE 4000	Lockheed Martin	13	Leo Meo Axis	2800	C L
Inmarsat 3F3	178	Este	Inmarsat	International	MSS	Maritime, Aereo & Land Mobile	Dic 17, 1996	Atlas 2A	GE 4000	Lockheed Martin	13	Leo Meo Axis	2800	C L
Marsat B2 (LLL AI)	26	Oeste	ESA	International	FSS MSS	Experimental / Mobile Communications	Nov. 9, 1984	Anane 4, 44LP	HS 356	British Aerospace	7	Spin	760	C
Marsat 1 (AOR)	107	Oeste	COMSAT World Systems	USA, United States of America	FSS MSS	Telephone and data, video	1976	Delta 2 690x	HS 356	Hughes Aircraft	9	Spin	330	C L UHF
Marsat 2 (IOR)	72.5	Este	COMSAT World Systems	USA, United States of America	FSS MSS	Telephone and data, video	Octubre 14, 1976	Delta 2 690x	HS 356	Hughes Aircraft	8	Spin	330	C L UHF
Mist	106.5	Oeste	Telesat Canadá	Canada	MSS	Mobile	Abril 19, 1996	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	12	Leo Meo Axis	3150	Ku L
N Star A	132	Este	NTT	Japan	FSS MSS	Fixed & Mobile	Agosto 29, 1995	Anane 4, 44P	FS 1300	Space System / Loral	10	Leo Meo Axis		C Ku Ka S
N Star B	136	Este	NTT	Japan	FSS MSS	Fixed & Mobile	Febrero 5, 1996	Anane 4, 44P	FS 1300	Space System / Loral	10	Leo Meo Axis		C Ku Ka S
Optus B1	160	Este	Optus Communications Pty Ltd	Australia	FSS MSS	Broadcasting, Telecommunications and mobile	Agosto 14, 1992	Long March 2E	HS 601	Hughes Aircraft	13	Leo Meo Axis	3000	Ku L
Optus B3	156	Este	Optus Communications Pty Ltd	Australia	FSS MSS	Broadcasting, Telecommunications and mobile	Agosto 28, 1994	Long March 2E	HS 601	Hughes Aircraft	13	Leo Meo Axis	3000	Ku L
SkyNet 4B	1	Oeste	British Ministry of Defense	UK, United Kingdom	FSS MSS	Military Communications	Dic 11, 1988	Anane 4, 44LP	HS 601	British Aerospace	7	Leo Meo Axis	1200	C
Solidaridad 1	109.2	Oeste	Telecomunicaciones de Mexico	México	FSS MSS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Nov 16, 1993	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	14	Leo Meo Axis	3370	C Ku L
Solidaridad 2	113	Oeste	Telecomunicaciones de México	México	FSS MSS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Octubre 7, 1994	Anane 4, 44LP	HS 601	Hughes Aircraft	14	Leo Meo Axis	3370	C Ku L

## 4. DBS / Televisión Directa

### 4.1 Definición del servicio.

Este último servicio satelital es el llamado de Radiodifusión (Broadcasting) o BSS; este servicio presenta al igual que el MSS varias modalidades pero estas son función de la información que transmiten y también del tipo de usuarios que la reciben.

La definición de la UIT con respecto a este servicio es: "Servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general. En el servicio de radiodifusión por satélite la expresión «recepción directa» abarca tanto la recepción individual como la recepción comunal."

En el caso del BSS, se puede transmitir

- Datos a redes privadas tipo VSAT,
- Televisión Analógica o Digital, a E/T encargadas de distribuirla mediante una red terrestre (TVCABLE) o mediante radiofrecuencia (TV);
- Audio analógico o digital para redes radiofónicas terrestres o de radiofrecuencia.

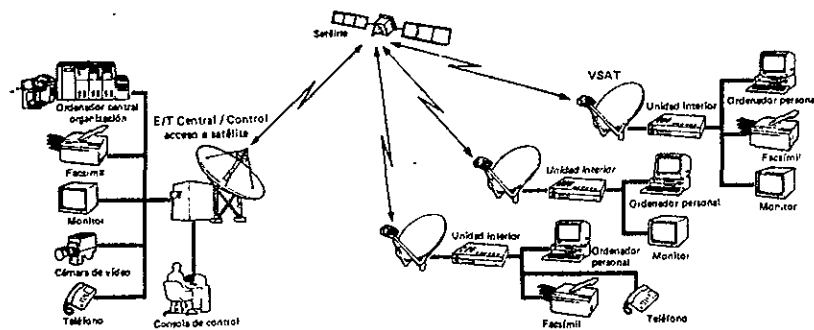


Fig. # 4-1 Red VSAT.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Los satélites de comunicaciones, Juan J. García Ruiz, Marcombo, pag. 141

Y los métodos de recepción son:

- *Recepción Individual.* Recepción de las emisiones de una estación espacial de BSS con instalaciones domésticas sencillas y en particular, aquellas que disponen de antenas de pequeñas dimensiones.
- *Recepción Comunal.* Recepción de las emisiones de una estación espacial de BSS con instalaciones receptoras que en ciertos casos pueden ser complejas y comprender antenas de mayores dimensiones que las utilizadas para la recepción individual y destinadas a ser utilizadas:

1. Por un grupo de público en general del mismo lugar.
2. Mediante un sistema de distribución que preste servicio a una zona limitada.

Es necesario remarcar que ambas tecnologías difieren tanto en el segmento espacial como en el segmento terrestre. En la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones (WARC) de 1977, se reglamentó una banda de frecuencia específica para el servicio de BSS individual en la región uno y tres y en 1984 se reglamentó la región dos (continente americano), apareciendo el término Servicio de Radiodifusión directa por Satélite (DBS).

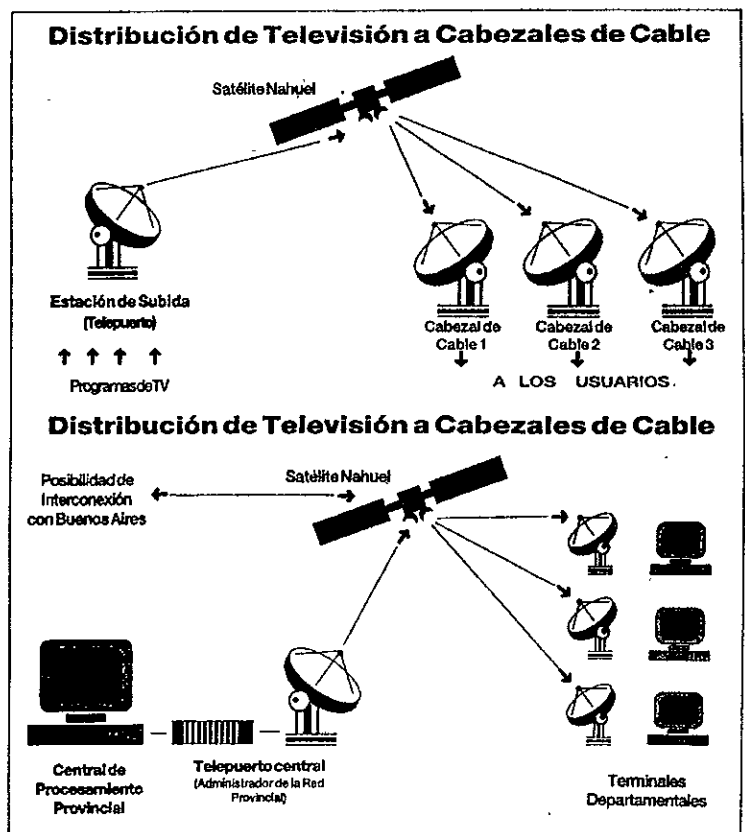
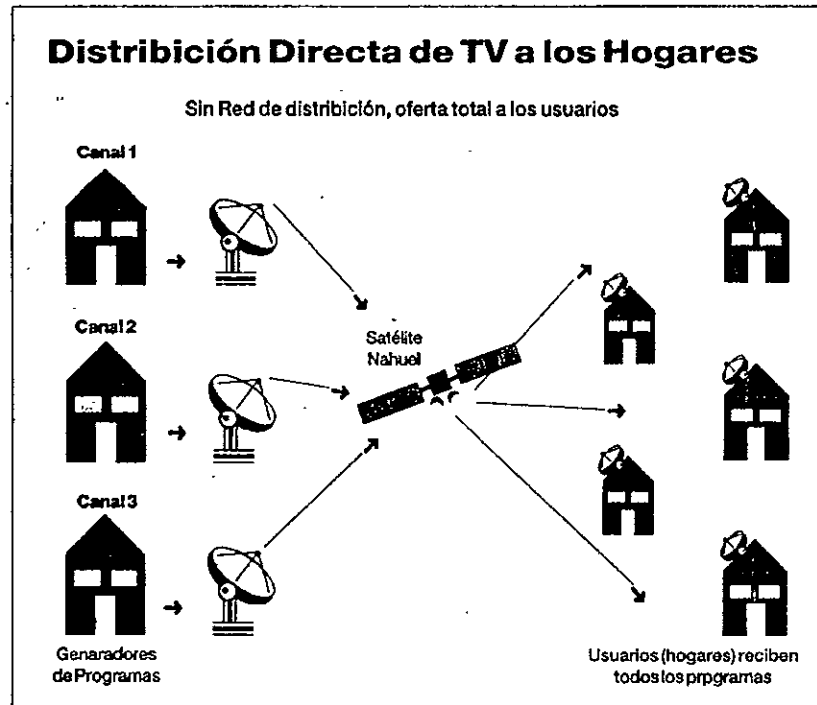


Fig. # 4-2 Red TVCABLE.<sup>42</sup>

<sup>42</sup>Los satélites en el desarrollo de Latinoamérica, *Revista RED*, Yolanda Aldaco, pag 34.

Fig. # 4-3 Red TDH.<sup>43</sup>

El servicio DBS quedaría definido como: *"Servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa individual por el público en general, con estaciones terrenas económicas, confiables, de manejo sencillo, con escaso y fácil mantenimiento, únicamente receptoras y antenas de pequeñas dimensiones."*<sup>44</sup>

El término DBS abarca servicio de radiodifusión por satélite y, como se mencionó anteriormente estas señales pueden ser de audio (algunas estaciones de radio comercial tienen cobertura nacional empleando las comunicaciones satelitales) o de televisión, obligando en algunas ocasiones a ser más específicos con las emisiones, por lo que algunas compañías emplean el término DTH

<sup>43</sup> Los satélites en el desarrollo de Latinoamérica, *Revista RED*, Yolanda Aldaco, pag 36.

<sup>44</sup> Definición de UIT para DBS.

Tabla 4-1 Parámetros de UIT para DBS.

	Región 1	Región 2	Región 3
Asignación de frecuencias para DBS:	11.7 - 12.5 GHz	12.2 - 12.7 GHz	11.7 - 12.1 GHz
Bandas de guarda:	Bajada: 14 MHz Subida: 11 MHz	Bajada: 12 MHz Subida: 12 MHz	Bajada: 14 MHz Subida: 11 MHz
Numero de canales:	40	32	20
Ancho de banda:	27 MHz	24 MHz	27 MHz
Esparcimiento entre canales:	19.18 MHz	14.58 MHz	19.18 MHz
Disipación de energía:	600 KHz p/p	ninguno	600 KHz p/p
Polarización:	RHCP & LHCP	RHCP & LHCP	RHCP & LHCP
Relación de la antena de Rx recomendada:	6 dB/K	10 dB/K	6 dB/K
BW de la antena de Rx recomendado:	2'	1.7'	2'
Diámetro de la antena de Rx recomendado:	0.9 m	1.0 m	0.9 m
C/NR del sistema:	14 dB	14 dB	14 dB
Densidad de potencia:	+ 103 dB (W/m2)	+ 107 dB (W/m2)	+ 103 dB (W/m2)
Relación de protección ; Co-canal	31 dB	28 dB	31 dB
Canal adyacente:	15 dB	13.6 dB	15 dB

El termino DTH o Televisión Directa al Hogar por satélite, es *un servicio de radiocomunicación, en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales son de televisión, para la recepción directa del público en general, mediante estaciones TVRO.*

Esta clasificación particulariza las emisiones de radiodifusión de televisión sin importar el tipo de estaciones receptoras. Desde que los satélites usaron la banda C, la televisión ya se recibía directamente en algunos hogares y con mayor razón en la banda Ku, por lo que el termino DTH engloba tanto al servicio FSS (cuasi-DBS) como al servicio BSS individual (verdadero DBS).

Existe además de los términos de servicio, otra serie de conceptos empleados en la transmisión de televisión como son:

- **CATV:** *Cable Antenna Televisión*, Televisión por cable. Las señales de televisión se distribuyen a los abonados mediante una red de cable físico.



- **SMATV:** *Satellite Master Antenna Televisión*, Televisión de satélite a antena maestra. Las señales son recibidas en una antena parabólica única y distribuidas a un grupo de usuarios (generalmente mediante cable); este sistema se emplea en lugares donde no existe la radiodifusión convencional o se desea ofrecer programación vía satélite como hoteles, fincas, etc.
- **CAST:** *Cable and Satellite Televisión*, Sistema de televisión vía satélite y cable.
- **TVRO:** *Televisión Receive Only*, son estaciones terrenas, diseñadas exclusivamente para recibir señales de televisión provenientes de satélites geoestacionarios.
- **Satélites de baja potencia:** Son satélites cuya potencia por transpondedor es menor a 20 Watts.
- **Satélites de potencia media:** La potencia de cada transpondedor es alrededor de los 40 Watts.
- **Satélites de alta potencia:** Satélites que tienen potencia mayores a 100 Watts por transpondedor.

La siguiente tabla muestra una relación de los tamaños de antenas para las diferentes configuraciones del BSS en relación a la banda de frecuencias utilizada.

**Tabla 4-2** *Relación de tamaños de antenas por servicio y banda.*

Servicio	Banda Ku	Banda C
DTH	0.9 - 1.8 m.	1.8 - 3.0 m.
Cable / SMATV	1.8 - 3.0 m.	2.4 - 3.7 m.
Broadcasting	2.4 - 4.6 m.	3.7 -7.0 m.

## 4.2 Configuración de los sistemas.

Esta aplicación común en las comunicaciones vía satélite se inició en la banda S, donde dadas las características y costos de los equipos terminales, únicamente inyectaba señal a estaciones reemisoras de televisión, lo que estrictamente no es radiodifusión, posteriormente el servicio emigra a la banda C y algunas emisiones están disponibles al público que cuente con estaciones TVRO pero bajo la modalidad de FSS. Actualmente la banda Ku también presta el servicio de radiodifusión, con la variante de

estar reconocido como un servicio propio llamado BSS, pero esta clasificación tiene el inconveniente de englobar tanto al servicio de radiodifusión comunitaria como radiodifusión individual teniendo diferentes características. Comúnmente el servicio BSS individual se le conoce como Radiodifusión Directa por Satélite (DBS) con el fin de no confundirlo con el BSS comunal. El servicio DBS presenta la particularidad de necesitar transpondedores con potencias mayores a 100 Watts y utiliza generalmente antenas con un diámetro menor a 60 cm., pero lo anterior no implica que el transpondedor no pueda proporcionar otro tipo de servicio, por lo que la aplicación final dependerá solo del usuario.

El servicio DBS no es nuevo y su origen se remonta a los 80's, actualmente Japón junto con varios países de Europa prestan el servicio al público, la importancia de que algún país preste este servicio, como entidad gubernativa, privada (nacional o internacional) o una combinación de las anteriores dependerá de sus prioridades de comunicación, ya que el servicio puede incentivar a la industria nacional si se cuenta con el apoyo tecnológico adecuado aunque también le puede ser indiferente debido al alto costo de la infraestructura. Un punto importante será la aparición de algún otro sistema o servicio que relegue a éste (en los 80's fue la aparición de la VCR y actualmente existe la posibilidad de que sea RDSI o el sistema de distribución multicanal multipunto SDMM).

La siguiente tabla nos muestra cuales son las principales diferencias tecnológicas existentes para que los satélites de comunicaciones convencionales puedan ofrecer el servicio de DBS.

**Tabla 4-3** *Requerimientos DBS vs. Comunicaciones Tradicionales.*

Características	Difusión Directa (DBS)	Tradicionales
Bandas de frecuencia	Ku	C y Ku
Potencia	Mayores de 100 W	Alededor de 20 W
Antenas receptoras	Parabólicas y planas	Parabólicas de 2 mts. o más en banda C
Paneles solares	Arreglos de grandes dimensiones (triaxial)	Estabilización triaxial o giro

Algunas veces puede causar confusión la transmisión de servicios vía satélite y la radiodifusión vía satélite. La diferencia entre radiodifusión y la comunicación punto a

punto, es que en la segunda (aunque el satélite es un nodo común entre muchas estaciones terrenas y éste bañe con la mismas señales a todas ellas) solo unas estaciones específicas podrán procesar esa información o mejor dicho cada señal tiene un destino específico; en el servicio de radiodifusión las emisiones del satélite se destinan a cualquier persona del público en general que sea bañada por la huella del satélite y tenga el equipo receptor correspondiente.

### **4.3 Tipos de satélites.**

Los principales sistemas satelitales DBS se han desarrollado en tres principales zonas, como son: Japón, América y Europa. En cada una de estas zonas, el desarrollo del servicio DBS a respondido a los intereses propios de la región. Así Japón desarrolló un sistema capaz de ofrecerle una cobertura y servicio óptimo para su situación geográfica (muchas islas); Europa lo desarrolla en cambio para tratar de descongestionar sus bandas de frecuencia y poder ofrecer un mayor número de programas, además de tratar de fomentar la industria espacial; por último en América, Estados Unidos el desarrollo del servicio es tardío debido a la extensa red de CATV y TVRO existente pero se abren las perspectivas del mercado latinoamericano.

A continuación se describen algunos proyectos satelitales para el servicio DBS:

- **Alemania:**

Lanza sus TV Sat-1 (1987) y TV Sat-2 (1989) con un valor de 150 millones de dólares, el primero se pierde por fallas mecánicas en sus arreglos solares, pero al igual que el segundo, constaba de cuatro transpondedores activos más dos de respaldo, con una potencia de 230 watts cada uno, con frecuencias de 17.7-18.2 / 11.7-12.1 GHz, estos satélites también tienen como aplicación prevista que uno de sus canales sea de sonido para la difusión de 16 programas de audio en estéreo de alta calidad, transmitiéndose mediante modulación PSK a cuatro fases.

Las características del equipo incluyen: Antenas receptoras desde 90 a 40 cm, un BW de 27 MHz, PIRE de 65.7 dBW, polarización circular, etc. etc.

- **Francia:**

Su serie de satélites TDF-1 (1988) y TDF-2 (1990), se componen de cinco transpondedores más uno de respaldo de 230 watts cada uno, con frecuencias de 17.3-17.7 / 11.7-12.1 GHz, PIRE de 63 dBW, polarización circular derecha, ancho de banda de 27 MHz. Se maneja a manera de demostración la televisión de alta definición (HDTV), pero fallan dos transpondedores.

- **Inglaterra:**

Sus satélites Marcopolo-1 (BSB) y Marcopolo-2, el primero es lanzado en 1989 y el segundo en 1990, constan de tres transpondedores más 3 de respaldo de 110 watts cada uno, el enlace de subida se realiza en 17.385-17.992 y el descendente en 11.785-12.092 GHz, con PIRE de 59 dBW con un BW por canal de 27 MHz.

Otros países en Europa que participan en el mercado del DBS son Escandinavia con su satélite Tele-X (1989), Luxemburgo con el sistema Astra y potencias menores a los 200 watts, España con los satélites Hispasat los cuales cubren Europa, Norte y Sudamérica. En el futuro próximo se piensa transmitir DBS a todo Europa mediante el sistema común Eutelsat el cual ofrece potencias mayores a los 100 watts en la banda Ku.

- **Japón:**

Debido a su configuración geográfica (formado por varias islas), se ha desarrollado un alto interés para poder transmitir verdadero DBS, su operador principal JBC (Japan Broadcasting Corp.) posee la siguiente cronología:

**1984:** BS-2A, con tres transpondedores de 100 watts, retirado en 1989 por falla de dos transpondedores.

**1986:** BS-2B, con dos transpondedores activos más uno de respaldo con un BW de 27 MHz, en 1987 entró un servicio de 24 horas de programación.

**1990:** BS-3A o también llamado Yuri-3, con tres transpondedores activos más tres de respaldo de 120 watts, a mediados de 1990 había cerca de dos millones de receptores de BDS.

**1991:** BS-3B con características iguales al Yuri-3.

Se ha programado ya la próxima generación de estos satélites, los llamados BS-4 los cuales además se prevé manejarán televisión de alta definición.

- **EUA**

En este país existieron en la década de los 80's algunos intentos por lanzar al mercado el servicio DBS, los cuales fracasaron debido a cuestiones financieras.

Dentro de las expectativas para la década de los 90's, las compañías que cuentan ya con la autorización de la FCC para ofrecer DBS son:

➡ **EPSS/K Prime:** Es un consorcio de 10 compañías de CATV, asociadas a GE Americom rentando 10 transpondedores del satélite GE-K1. Inicio sus operaciones a fines de 1990, con transpondedores de potencia media y en la banda Ku. El servicio denominado "The Extended Program Service" se compone de "Superestaciones" y una programación especial.

➡ **Sky Cable:** Esta compañía entró en operaciones en 1993-1994 y es resultado de la asociación de Hughes Communications, NBS, News Channels y MSO Cablevision System. Sky Cable manejará 108 canales digitales de TV, incluyendo HDTV en 27 transpondedores de 180 watts cada uno; cada transpondedor transmitirá 4 canales de señales de video estándar. Los satélites del tipo HS-601 tendrán como E/T a estaciones tipo TVRO con antenas planas de 30 a 45 cm. denominadas "Antenas Servilletas" o "Napkin Sized".

➡ **DIRECT TV:** Este sistema de Hughes Communications (HCI) y US Satellite Broadcasting (USSB) surge del interés por el DBS y es la primera en ofrecer el servicio DTH, el cual incluye 108 canales que serán transmitidos por dos satélites HS-601, estos equipos contarán con: 16 transpondedores cada uno de 120 watts de potencia en la banda Ku. Las antenas receptoras de este servicio serán parabólicas de 60 cm fabricadas por RCA. Este servicio se ofrece actualmente en

EUA por un dólar al día y su propaganda destaca las ventajas del DTH sobre la TV por Cable.

➔ **DBSC (Direct Broadcast Satellite Corp.):** Un satélite con 11 canales de DBS programado para después del año 2000.

➔ **Tempo Satellite:** Dos satélites programados con 11 canales de DBS cada uno en banda Ku.

➔ **ACC (Advanced Communications Corp.):**

➔ **Dominion Video Services:** Un satélite programado con ocho transpondedores en banda Ku.

➔ **Galaxy Latin América (GLA):** Posee tres satélites (Galaxy-5, 7 y 9) que ofrecen DBS y tiene programados tres satélites más (Galaxy-R, 10 y 11), el Galaxy-10 será el remplazo del DBS-5 en DTH para Latinoamérica.

- **México**

Anteriormente la administración y prestación de servicios satelitales domésticos sólo podía ser por parte del gobierno; esta norma ha cambiado y ahora también los particulares pueden participar en estos servicios. Actualmente existen tres compañías interesadas en prestar el servicio y son:

➔ **Sky (Grupo Televisa):** Asociado con las cadenas News Corporation, Telecommunications International y Globo Inc. Crea el sistema "SKY" para DTH mediante la banda Ku, utilizando transpondedores del sistema satelital Solidaridad (México). Utiliza un equipo terrestre Zenith que ofrece hasta 94 canales de audio y video.

➔ **DirecTV (Multivisión):** Este sistema es el resultado de la sociedad llamada Galaxy Latin América (GLA), proyecto en el que participan Hughes (EUA), Organización Cisneros (Venezuela), TV Abril (Brasil) y MVS Multivisión (México). Se utilizará el satélite Galaxy-3R con 24 transpondedores en banda Ku, se tendrán cuatro centros regionales de transmisión y un centro de control de tráfico. El equipo doméstico lo manufacturan las mismas compañías que lo realizan en EUA, pero con la variante que este sistema ya es de segunda generación, por lo que no son compatibles. El proyecto cuenta con 144 canales de video y 60

canales de audio, pero con la puesta en órbita del Galaxy-7 pasarán a 238 canales.

➔ **Sistema del Grupo ACIR (Radio):**

- **Internacional (INTELSAT)**

Algunos de los satélites de INTELSAT poseen traspondedores en banda Ku, capaces de ofrecer el servicio de DTH

- **Internacional (PANAMSAT)**

Este sistema operado por Alpha Lyracom planea ofrecer DBS mediante sus satélites en la banda Ku. PANAMSAT se fusionó con Galaxy por lo que ahora ofrece servicio mediante los satélites PAS y los Galaxy.

- **Regional Europa (Proyecto Olympus):**

A iniciativa de la Agencia Espacial Europea y como respuesta a futuras necesidades de ámbito europeo en el campo de las telecomunicaciones y televisión surgió el proyecto "L-Sat". Este proyecto es un satélite que consta de un módulo de comunicaciones y dos traspondedores DBS para TV, uno destinado para Italia y el otro con cobertura europea que es compartido por todos los miembros de la Unión Europea de Radiodifusión, mediante una antena orientable.

- **Regional América (Nahuelsat)**

Este es un servicio regional para Centroamérica y América del Sur incluyendo una porción de México y sur de EUA. Es una compañía de capital privado con sede en Buenos Aires, Argentina y presta servicio como DBS, Redes de datos USAT/VSAT, lo que permite múltiples aplicaciones como: SMATV, DTH, Datos, Videoconferencias, Tele-educación, Telefonía Urbana y Rural, etc. El servicio utiliza traspondedores en los satélites Nahuel (Argentina), Solidaridad (México) e Hispasat (España) tanto en banda C como en Ku.

Existen además de todos estos sistemas, algunos proyectos de sistemas en órbitas no Geoestacionarias, los cuales ofrecerían un servicio de radiodifusión fija en la banda Ka. Los dos principales sistemas de este tipo serían:

**Tabla 4-4** *Sistemas DBS en banda Ka.*

	Teledesic	Spaceway
Número de satélites	840	9
Costo del sistema	US\$ 9 billones	US\$ 3.2 billones
Altitud	435 millas	22,300 millas
Espectro requerido	Un GHz en banda Ka	2.5 GHz en banda Ka
Costo por minuto de tiempo aire	US\$ 0.04 por minuto para canales básicos	US\$ 6.0 por 30 minutos de teleconferencia
Costo de terminal	US\$ 1,000 para 64 Kbps US\$ 6,000 para 2 Mbps	Menos de \$ 1,000
Usos	DBS para datos y videoconferencias por computadoras en rangos de velocidad T-1	Similar a Teledesic
Tamaño de antenas	10 pulgadas	26 pulgadas
Esquema de modulación	FDMA / TDMA	FDMA / TDMA
Banda de frecuencia	Ka (19 - 30 GHz)	Ka
Intercomunicación entre satélites	Si	Si
Año de inicio de lanzamientos	2001	1998
Socios	Bill Gates y Crag McGraw	GM - Hughes

#### 4.4 Satélites en operación.

Al igual que en los capítulos anteriores, en esta sección se presenta la tabla resumen de los satélites en operación que ofrecen el Servicio Satélital de Radiodifusión.

En esta tabla aparecen todos aquellos satélites que ofrecen el servicio BSS o en algunos casos definidos como DBS, ya sea de manera mixta con otros servicios o que sean de uso exclusivo para DBS. En el caso particular de esta tabla (no se hizo en el capítulo 2 y 3), se incluirán tanto los satélites "operacionales", como los "programado" o retirados" ya que se hizo mención de ellos en el desarrollo de este capítulo.



Esta tabla es el llamado Informe "T Satélites DBS" de la base de datos, obtenido de la Consulta por selección "Satélites DBS", de la cual solo se extraen los campos con la información más relevante con el fin de tener una presentación adecuada.

Tabla 4-5 Satélites DBS.

Nombre Satélite	Estatus Presente	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Tipo de Satélites	Potencia Eléctrica	Bandas de Frecuencia
Eurostat	Operacional	19	Oeste	Eutelsat	Europe	DBS	DBS	TDB		Ku
TV Sat 2	Operacional	19.2	Oeste	Deutsche Bundesposts Telekom	Germany	DBS DTH	5 DBS TV	DBS	3400	Ku
Atlantic Satellites (2)	Operacional	131	Oeste	Atlantic Satellites	Ireland	FSS DBS	Transatlantic Communications, TV			Ku
Aussat B2	Operacional	136	Este	Aussat Pty Ltd	Australia	FSS DBS	Broadcasting, Telecommunications & Mobile	HS 601	3000	Ku L
BS 2A (Yun 2A)	Operacional	110	Este	TSCJ	Japan	DBS	BSS (DBS)	Toshba/GE Zero	900	Ku
BS 2B (Yun 2B)	Operacional	110	Este	TSCJ	Japan	DBS	BSS (DBS)	Momentum		Ku
Insat 1B	Operacional	74	Este	Insat	India	FSS DBS	4300 2-way channel & 2 TV	Ford Aerospace	1200	C S
Insat 1C	Operacional	93.5	Este	Insat	India	FSS DBS	4300 2-way channel & 2 TV	Ford Aerospace	1200	C S
Galaxy 1	Fuera de Servicio	133	Oeste	Hughes Communications Inc	USA United States of America	DBS	TV Broadcasting	HS 37b	990	C
TV Sat 1	Fuera de Servicio	80	Oeste	Deutsche Bundesposts Telekom	Germany	DBS DTH	3 DBS TV & 16 Stereo Radio	Spacebus 3000	3200	Ku
BSB 1 (Marcopolo 1)	Fuera de Servicio	31	Oeste	British Sky Broadcasting Ltd	UK United Kingdom	DBS DTH	Direct TV			
BSB 2 (Marcopolo 2)	Fuera de Servicio	31	Oeste	British Sky Broadcasting Ltd.	UK United Kingdom	DBS DTH	Direct TV			
Elkan 15	Fuera de Servicio	99	Este	Intersputnik	International	FSS DBS	TV Direct Broadcast	Elkan		C
Elkan 19	Fuera de Servicio	99	Este	Intersputnik	International	DBS DTH	Direct Broadcast			C
BS 3A (Yun 3A)	Operacional	110	Este	TSCJ	Japan	FSS DBS	BSS (DBS)	RCA Satcom 3000	1500	Ku
PANAMSAT 1 (PAS 1)	Operacional	45	Oeste	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	GE 3000	1350	C Ku
PANAMSAT 4 (PAS 4)	Operacional	68.5	Este	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	HS 601	4225	C Ku
NahuelSAT A	Operacional	80	Oeste	NahuelSAT	Argentina	FSS DBS	TV & Data	Eurostar		Ku
Hispasat 1B	Operacional	30	Oeste	Hispasat	Spain	FSS DBS	TV & Data	Eurostar	3500	Ku
Hispasat 1A	Operacional	30	Oeste	Hispasat	Spain	FSS DBS	TV Direct Broadcast	NPO Gals	2400	Ku
Gals 1	Operacional	36	Este	Intersputnik	International	DBS	TV Direct Broadcast	Spacebus 100	3552	Ku
Eutelsat II F4	Operacional	7	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	DBS	Spacebus 100	3552	Ku
Eutelsat II F3	Operacional	16	Este	Eutelsat	Europe	DBS	DBS	HS 37b	330	Ku
Thor - Marcopolo 2	Operacional	0.8	Oeste	Telenor AS	Norway	DBS	Video, Audio, SCPC & VSAT	HS 601	6000	C Ku
NahuelSAT B	Operacional	85	Oeste	NahuelSAT	Argentina	FSS DBS	Video, Audio, SCPC & VSAT	HS 601		C Ku
Galaxy 7	Operacional	91	Oeste	Hughes Communications Inc	USA United States of America	DBS	DBS	GE 7000	6400	Ku
EchoStar 1	Operacional	119	Oeste	EchoStar Communications	USA United States of America	DBS	DBS	RCA Satcom 300	1482	Ku
BS 3B (Yun 3B)	Operacional	110	Este	TSCJ	Japan	FSS DBS	BSS (DBS)	HS 601	4225	C Ku
PANAMSAT 2 (PAS 2)	Operacional	169	Este	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	GE 7000	4300	Ku
EchoStar 2	Operacional	148	Oeste	EchoStar Communications	USA United States of America	DBS	DBS	HS 601	5500	Ku
Astra 1E	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Direct TV	Spacebus 3000	3600	C
Columbia (TDRSS Pacific)	Operacional	174.3	Oeste	Columbia Communications Corporation	USA United States of America	DBS	Video & Voice & Data			
Astra 1F	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Direct TV	HS 601	4700	Ku
Astra 1D	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Direct TV	HS 601	3500	Ku
Astra 1C	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Direct TV	GE 5000	2790	Ku
Astra 1B	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Direct TV	Spacebus 300	3600	Ku
TDF 2	Operacional	19	Oeste	France Telecom	France	DBS DTH	Direct Broadcast TV	HS 601	3370	C Ku L
Solidaridad 2	Operacional	113	Oeste	Telecomunicaciones de México	México	FSS MSS DBS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile			

CAPITULO 4: DBS / Televisión Directa

Nombre Satélite	Estatus Presente	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Tipo de Satélites	Potencia Eléctrica	Bandas de Frecuencia
Solidadidad 1	Operacional	109.2	Oeste	Telecomunicaciones de México	México	FSS MSS DBS	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	HS 601	3370	C Ku L
BS 3N (Yun 3N)	Operacional	110	Este	TSCI	Japan	DBS	Video & Voice & Data	Series 3000	3600	Ku
Columbia (TDRSS Atlantic)	Operacional	41	Oeste	Columbia Communications Corporation	USA United States of America	DBS	Direct TV	Spacebus 3000		C Ku L
Astra 1A	Operacional	19.2	Este	ASTRA	Luxembourg	DBS DTH	Multi Channel Direct Broadcast	GE 4000	2236	Ku
DBS 1	Operacional	101.2	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	DBS	TV Broadcasting	HS 601S	4500	Ku
Galaxy 5	Operacional	125	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	DBS	FDM/FM SCPC/CFM TV Data	HS 376	1250	C
Ambat 1C	Operacional	31	Este	ARABSAT	Saudi Arabia	FSS DBS	Multi Channel Direct Broadcast	Spacebus 2000	1794	C S
DBS 2	Operacional	100.8	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	DBS	Tracking and Data Relay	HS 601S	4500	Ku
Columbia (TDRSS Atlantic 2)	Operacional	47	Oeste	Columbia Communications Corporation	USA United States of America	DBS	Tracking and Data Relay	Tracking and Data Relay	1700	C Ku L
Insat 2A	Operacional	83	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	GSO	1180	C S
Insat 2B	Operacional	93.5	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	GSO	1180	C S
Insat 1D	Operacional	83	Este	Insat	India	FSS DBS	4300 2-way channel & 2 TV	Ford Aerospace	1200	C S
DBS 3	Operacional	101	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	DBS	Multi Channel Direct Broadcast	HS 601S	4500	Ku
Eutelsat 1 F5	Operacional	21.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telephony, TV & Data	ECS / OTS BUS	960	Ku
Ekran 20	Operacional	99	Este	Intersputnik	International	DBS	TV Direct Broadcast	Ekran	200	Ku
Bsat 1A	Operacional	110	Este	Broadcasting Satellite System Corporation	Japan	DBS	DBS	HS 376	1064	Ku
Simus 1	Operacional	5.2	Este	SSC	Sweden	DBS	TV Broadcasting	HS 376	1100	Ku
Galaxy 9	Operacional	123	Oeste	Hughes Communications Inc.	USA United States of America	DBS	TV Broadcasting	HS 376	1250	C
JCSat 3	Operacional	128	Este	Japan Communications Satellite Company Inc.	Japan	DBS	DBS	HS 601		C Ku
Koreasat 2	Operacional	116	Este	Korea Telecom	South Korea	FSS DBS	Telecom & DBS	GE 3000	1619	Ku
Insat 2C	Operacional	93.5	Este	Insat	India	FSS DBS	Telecom, TV & Meteorology	ISRO	1180	C Ku S
PANAMSAT 3 (PAS 3)	Operacional	39.5	Oeste	Panamsat	USA United States of America	FSS DBS	TV Broadcast & Data	GE 5000		C Ku
Eutelsat II F1	Operacional	13	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Radio & TV	Spacebus 100B	3000	Ku
TDF 1	Operacional	19	Oeste	France Telecom	France	DBS DTH	Direct Broadcast TV	Spacebus 300	3600	Ku
Tele-X	Operacional	5	Este	SSC	Sweden	FSS DBS	DBS TV, High Speed Data & Video	Spacebus 300	3800	Ku
Measat 1	Operacional	91.5	Este	Binuang Sdn Bhd	Malaysia	DBS	DBS, Basic Voice and Data Service	HS 376	1600	C Ku
Measat 2	Operacional	148	Este	Binuang Sdn Bhd	Malaysia	DBS	DBS, Basic Voice and Data Service	HS 376 Enhanced	1662	C Ku
Eutelsat 1 F4	Operacional	25.5	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	Telecommunications & Eutelsat	ECS / OTS BUS	960	Ku
Eutelsat II F2	Operacional	10	Este	Eutelsat	Europe	FSS MSS DBS	TV	Spacebus 100	3552	Ku
PANAMSAT 5 (PAS 5)	Programado	58	Oeste	Panamsat	USA United States of America	DBS DTH	DTH	HS 601HP	4000	C Ku
AJ Most 1	Programado	30	Este	Satellite Service International	USA United States of America	DBS	DBS			Ku
DVS	Programado	166	Oeste	Dominion Video	USA United States of America	DBS	DBS			Ku
DBS 1	Programado	175	Oeste	DBSC	USA United States of America	DBS	DBS	A2100	4400	Ku
Superbird C	Programado	158	Este	Japan Communications Satellite Company Inc.	Japan	DBS	DBS, DAMA, Direct PC	HS 601		Ku
Asuestar	Programado	105	Este	Worldspace Inc.	USA United States of America	DBS	Digital Audio Broadcasting	Eurostar	5200	XL
Hot Bird 4	Programado	13	Este	Eutelsat	Europe	DBS DTH	DTH	Eurostar 2000		Ku
Thor 2A	Programado	1	Oeste	Telenor AS	Norway	DBS	DBS	HS 376	1200	Ku
Simus 2	Programado	5	Este	SSC	Sweden	DBS	FSS	Spacebus 3000	5800	Ku
Iahcom 3	Programado	78.5	Este	Shurawata Satellite Co. Ltd	Thailand	DBS	DBS & VSAT	Spacebus 3000	5000	C Ku
Lehvsat 3	Programado	61.5	Oeste	Echostar Communications	USA United States of America	DBS	DBS	Spacebus 3000	5000	C Ku

Nombre Satellite	Estatus Presente	Posición Orbital	Ubicación	Dueño / Operador	País	Tipo de Servicio	Uso Típico	Tipo de Satellites	Potencia Eléctrica	Bandas de Frecuencia
Telespave	Programado		Leo Mec	Teledisc Corporation	América	DBS	Location uncentrative, fiberlink bandwidth Mobile	LEO		Ka
Ariostar	Programado		Leo Mec	Worldspace Inc	América	DBS	Digital Audio Broadcast	Eurostar	5200	X L
Tempo 2	Programado	91	Oeste	TCI (Tempo)	América	DBS	DBS	FS 1300		Ku
Bsat 1B	Programado	110	Este	Broadcasting Satellite System Corporation	América	DBS	DBS Respaldo del Bsat 1A	HS 376	1064	Ku
Astra 2B	Programado	28 2	Oeste	ASTRA	Luxemburgo	DBS DTH	DTH	Eurostar 2000		Ku
Asky B	Programado	110	Oeste	MCI	USA United States of América	DBS	DBS			Ku
Echostar 4	Programado	148	Oeste	Echostar Communications	USA United States of América	DBS	DBS	GE A2100		Ku
Galaxy 10	Programado		Oeste	Hughes Communications Inc.	América	DBS	Digital Broadcast Video	HS 601HP		C Ku
Galaxy 11	Programado		Oeste	Hughes Communications Inc	América	DBS	Digital Broadcast Video	HS 702		C Ku
Galaxy R	Programado		Oeste	Hughes Communications Inc	América	DBS	Digital Broadcast Video	HS 702		Ku
Comstar	Programado		Oeste	Worldspace Inc.	USA United States of América	DBS	Digital Audio Broadcasting	Eurostar	5200	X L
Skynet 4D	Programado	33	Oeste	British Ministry of Defense	América	FSS DBS	Military			
Telesat DBS 2	Programado	91	Oeste	Telesat Canada	UK United Kingdom	DBS	DBS			
Telesat DBS 1	Programado	82	Oeste	Telesat Canada	Canada	DBS	DBS			
CD Radio	Programado	80	Este	CD Radio Inc	Canada	DBS	Digital Radio Service	FS 1300		2,3 - 7,5 GHz
Spaceway	Programado	101	Oeste	Hughes Communications Inc	América	DBS	Data	HS 601		Ka
Arabsat 2BBS1	Programado	26	Este	ARABSAT	América	DBS	DBS bss	Spacebus 3000		Ku
Hot Bird 3	Programado	13	Este	Eutelsat	Saudi Arabia	DBS DTH	DTH	Eurostar 2000	6400	Ku
Hispasat 1C	Programado	30	Oeste	Hispasat	Europe	FSS DBS	Ground Spare			Ku
NileSat	Programado	7	Oeste	Egypt Radio and TV Union	Spain	DBS	DBS	Eurostar		Ku
INTELSAT K, IV	Programado	95	Este	Intelsat	Egypt	DBS DTH	DTH	Eurostar	7600	Ku
Gds R	Programado		Oeste	Intersputnik	International	DBS	DBS	NPO Gals	2400	Ku
PANAMISAT 6	Programado	43	Oeste	Panamsat	USA United States of América	DBS DTH	DTH	FS 1300	4000	Ku
Primestar	Programado	110	Este	Primestar Partners	América	DBS				
Tempo 1	Programado	119	Oeste	TCI (Tempo)	USA United States of América	DBS	DBS	FS 1300		Ku
Sant	Programado	19	Oeste	Telespazo Spa	Italy	DBS	DBS	Italsat	3000	Ku
Koreasat 3	Programado	116	Este	Korea Telecom	South Korea	FSS DBS	Telecom & DBS	GSO		Ku Ka

NO SALIR DE LA BIBLIOTECA

## **5. Sistemas Latinoamericanos de Satélites**

### **5.1 Los Satélites Latinoamericanos.**

En este quinto capítulo, después de haber visto los diferentes tipos de servicios, se describirán los diferentes sistemas satelitales de países latinoamericanos o que den cobertura de manera específica en esta región, se hará énfasis en los satélites de telecomunicaciones pero se tratará de ver el panorama general de las actividades espaciales de los países latinoamericanos y cuáles han sido los países que han ingresado a este exclusivo grupo.

Dentro de las telecomunicaciones vía satélite, Latinoamérica cuenta dos grupos de países que hacen un exhaustivo uso de estas, el primero; formado por Argentina Brasil y México, cuenta cada uno de ellos con un sistema satelital doméstico, lo que les ha permitido explotar favorablemente las aplicaciones que sus propios sistemas satelitales les permiten, haciendo uso en más de un 80 por ciento de: fax, voz, datos, telex, facsímil, telefonía, televisión, videoconferencias, comunicaciones móviles, comunicaciones privadas, transmisión de señales de video, distribución de noticias, datos financieros, tele educación, etc.

El segundo grupo de países, esta formado por el resto de los países latinoamericanos como Colombia, Venezuela, Perú, Cuba, Chile, etc., quienes aun no cuentan con satélites de telecomunicaciones propios, pero si hacen un constante uso de sistemas satelitales internacionales como Inmarsat, Intelsat o Panamsat; teniendo en cada uno de los países, usuarios que cuentan con infraestructura propia y que se dedican a rentar este tipo de sistemas para comunicar nacional e internacionalmente a sus empresas en lo que se refiere a radiodifusión y video.

Existen además de los sistemas ya mencionados, algunos sistemas satelitales que ofrecen una cobertura regional, cubriendo algunos países de centro y Sudamérica además del caribe, estos sistemas, como el Galaxy (EUA) o Hispasat (España) sumados a los sistemas Solidaridad (México), Morelos (México), Nahuel (Argentina) y Brasilsat (Brasil) ofrecen en conjunto soluciones híbridas junto con una amplia gama de opciones de cobertura, que permiten administrar además de sus tráficos y redes nacionales, cientos de redes privadas y el tráfico internacional que se presente, aumentando favorablemente así la economía de cada país.

## 5.2 Configuración y tamaño de los sistemas.

La siguiente tabla nos muestra la relación de los sistemas satelitales en "operación" que actualmente ofrecen cobertura en países latinoamericanos.

**Tabla 5-1 Satélites que ofrecen cobertura en países Latinoamericanos.**<sup>45</sup>

Nombre Satélite	Servicio	Dueño / Operador	Posición [°O]	Uso Típico	Fecha Lanzamiento	Vida útil	Potencia Eléctrica [W]	Bandas de Frecuencia
Brasilsat A1 (SBTS A1)	FSS	Embratel	79	Telephony, TV & Data	Feb. 8, 1985	9	982	C
Brasilsat A2 (SBTS C2)	FSS	Embratel	92	Telecommunications	Marzo 28, 1986	11	982	C
Brasilsat B1	FSS	Embratel	70	Data, Message, TV & Voice	Agosto 10, 1994	12	1650	C X
Brasilsat B2	FSS	Embratel	65	Data, Message, TV & Voice	Marzo 28, 1995	12	1650	C X
Galaxy 3R	FSS	Hughes Communications	95	Video, Audio, SCPC & VSAT	Dic. 15, 1995	15	6000	C Ku
Hispasat 1*	FSS DBS	Hispasat	30	TV & Data	Sep. 10, 1992	14	3500	Ku
Hispasat 1B	FSS DBS	Hispasat	30	TV & Data	Julio 22, 1993	14		Ku
Morelos 2	FSS	Telecomunicaciones de México	116.5	864 MHz C-Band, 432 MHz Ku-Band	Nov. 27, 1985	13	940	C Ku
Nahuelsat A	FSS DBS	Nahuelsat	80		1982	10		Ku
Nahuelsat B	FSS DBS	Nahuelsat	85		1983	10		Ku
PANAMSAT 1 (PAS 1)	FSS DBS	Panamsat	45	TV Broadcast & Data	Junio 15, 1988	13.3	1350	C Ku
PANAMSAT 3 (PAS 3)	FSS DBS	Panamsat	39.5	TV Broadcast & Data	Octubre 1994	12		C Ku
Solidaridad 1	FSS MSS DBS	Telecomunicaciones de México	109.2	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Nov. 16, 1993	14	3370	C Ku L
Solidaridad 2	FSS MSS DBS	Telecomunicaciones de México	113	Analog & Digital TV, Voice, Data & Mobile	Octubre 7, 1994	14	3370	C Ku L

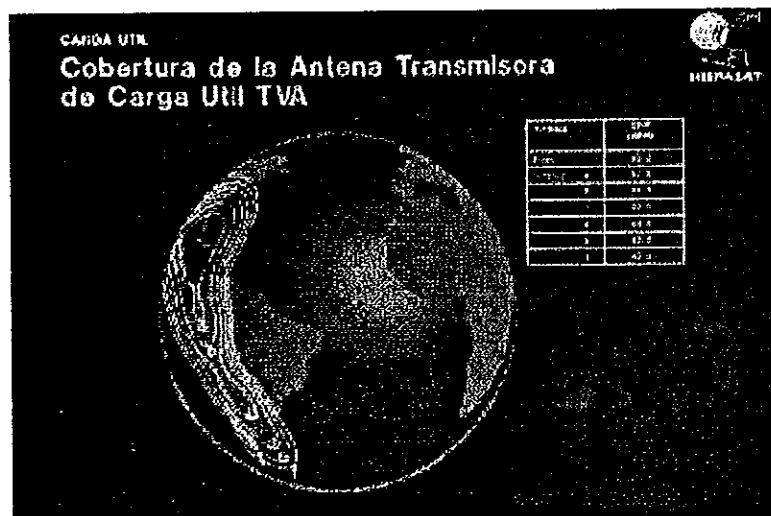
<sup>45</sup> Esta relación se obtuvo de la consulta "Satélites Latinoamericanos" de la base de datos.

Como se ve la industria satelital en Latinoamérica está en expansión ya que existen además aproximadamente nueve satélites programados que también ofrecerán este tipo de coberturas.

**Tabla 5-2 Satélites programados para Latinoamérica.**

Nombre Satélite	Tipo de Servicio	Dueño / Operador	País	Fecha Lanzami	Tipo de Satélites	Constructor Satélite	Vida útil	Potenc Electri	Bandas
Brasilsat B3A	FSS	Embratel	Brasil	1997	HS 376W	Hughes Aircraft	12		C
Caribstar	DBS	Worldspace Inc.	EUA	1999	Eurostar	Matra Espace	15	5200	X L
Galaxy R	DBS	Hughes Communications Inc	EUA	1997	HS 702	Hughes Aircraft	12		Ku
Hispasat 1C	FSS DBS	Hispasat	España	1997			14		Ku
Morelos 3	FSS	Telecomunicaciones de México	México	1998	HS 601HP	Hughes Aircraft	15	8300	C Ku
Nahuelsat C		Nahuelsat	Argentina	1997	Spacebus 2000	Aerospatiale	12	3000	Ku
Nahuelsat D		Nahuelsat	Argentina	2000			12		
PANAMSAT 5 (PAS 5)	DBS DTH	Panamsat	EUA	1997	HS 601HP	Hughes Aircraft	15	4000	C Ku
PANAMSAT 6	DBS DTH	Panamsat	EUA	1997	FS 1300	Space System / Loral	15	4000	Ku

Como se puede apreciar, todos estos satélites se encuentran dentro del arco de la órbita geoestacionaria asignada al Continente Americano, que va de los 30' a los 165'W (Oeste)



**Fig. # 5-1 Cobertura en América Latina del sistema Hispasat (España)**

### 5.3 Tipos de usos.

En el caso de México, actualmente se cuenta con tres satélites geoestacionarios, el Morelos-2 y los Solidaridad-1 y 2. Dichos satélites atienden las demandas de más de 350 grandes usuarios como empresas de televisión que enlazan a 500 estaciones; 120 sistemas de televisión por cable, 35 redes de radiodifusión que comunican a 1530 estaciones de radio en todo el país, un sistema DTH con cobertura nacional, operadores de redes privadas que satisfacen las necesidades de transmisión de datos y voz, de las empresas financieras, industriales y de servicio, un servicio de seguridad nacional y de educación a distancia.

Se tiene programado el lanzamiento de un nuevo satélite de tercera generación el cual contribuiría a aumentar la capacidad del sistema mexicano consolidando así su posición en las comunicaciones satelitales.<sup>46</sup>

Argentina, hace un constante uso de su sistema satelital compuesto hasta el momento de los satélites Nahuelsat-A y B, los cuales les funcionan para satisfacer las necesidades de telecomunicaciones en lo que se refiere a video, servicio de redes públicas y redes públicas conmutadas.

El sistema doméstico argentino ofrece cobertura a todos los países de habla hispana de América, Brasil y Estados Unidos. Estos satélites son utilizados principalmente por empresas que requieren de comunicación bidireccional para difundir información nacional e internacional y dar asimismo apoyo a programas de educación vía satélite, educación médica y diagnóstico que permiten conjuntar unidades hospitalarias oficiales y particulares, así como universidades, colegios y sociedades científicas y médicas.

---

<sup>46</sup> El Sistema Satelital Mexicano (SSM) se detallara en el capitulo siguiente.



Actualmente Nahuel ofrece servicios regionales a Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil en lo que respecta a: distribución de televisión, servicio de datos, videoconferencias, telefonía, redes empresariales, telemedicina, educación a distancia, redes para la administración pública. Este sistema satelital ofrece servicio a empresas de distribución de TV por cable, a comunidades rurales, hogares, haciendas, hoteles y centros de recreo.

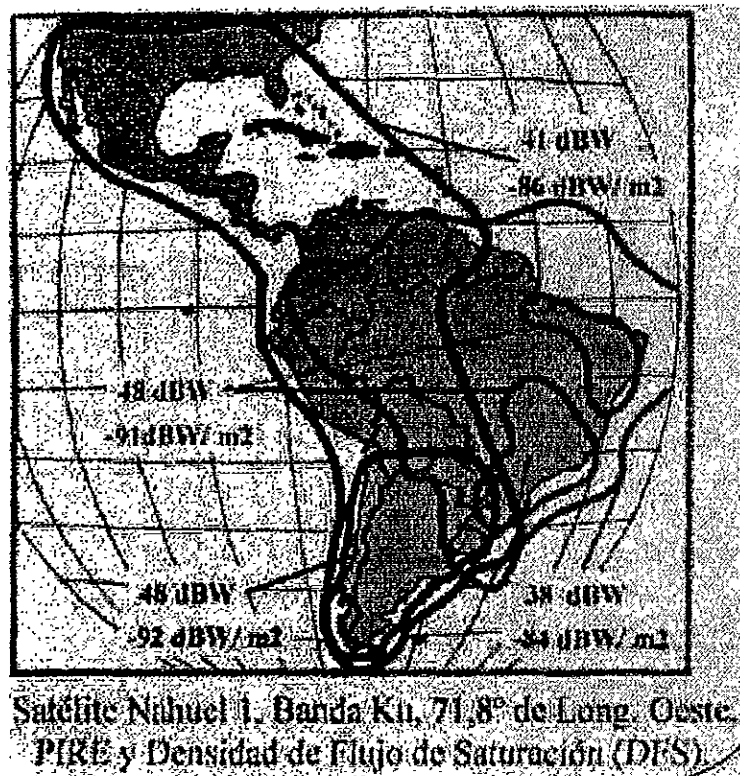


Fig. # 5-2 Cobertura del sistema Nahuelsat (Argentina)

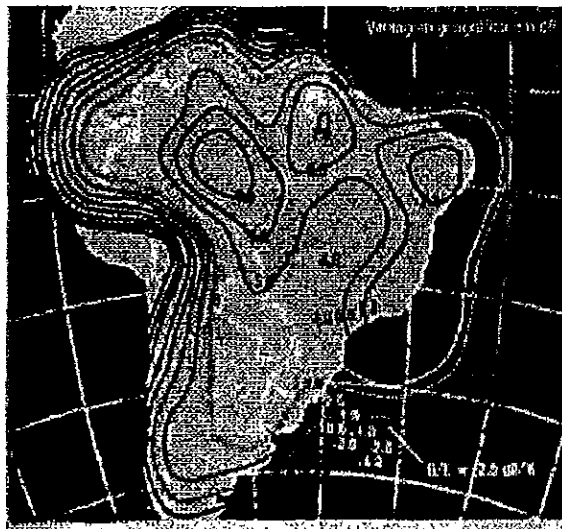
Al igual que México, Argentina tiene programados nuevos satélites que permitirán la difusión de TV Directa al Hogar (DTH), además se planea una distribución de televisión desde y a todos los países de América, con antenas pequeñas, redes de distribución de datos eficientes utilizando antenas pequeñas, redes telefónicas de alta capacidad y comunicaciones privadas y empresariales de todo tipo entre los países de la región.

**Tabla 5-3** Características de los satélites Nahuelsat.

- 12 años de vida útil en órbita GEO
- 18 transpondedores activos en banda Ku más 6 de respaldo
- BW de 54 MHz
- Amplificadores de 55 watts.
- 2 antenas cubriendo Sudamérica, Brasil y Latinoamérica
- Haces de 48 y 50 dBW de potencia máxima
- Centro de TT&C en Benavidez, Prov. de Buenos Aires.

Brasil es el tercer país latinoamericano que cuenta con un sistema satelital propio, sus satélites de primera (Brasilsat-A) y segunda (Brasilsat-B) generación proveen a sus usuarios de una amplia gama de opciones, cobertura, potencia y servicios entre los que destacan: los de video, los cuales se encargan de la distribución de programas, difusión directa al hogar de noticiosa, eventos deportivos, telenovelas así como servicios digitales de periodismo electrónico por satélite.

Respecto a los servicios de redes públicas vía satélite, en Brasil son óptimos para las empresas que requieren de las más avanzadas posibilidades de interconexión de redes telefónicas celulares, tele educación, tele medicina, datos, videoconferencia, administración de flotas de camiones, así como redes privadas punto a punto nacionales e internacionales.

**Fig. # 5-3** Cobertura del sistema Brasilsat (Brasil)

Como se puede observar en la gráfica anterior, la cobertura del sistema Brasilsat se puede dar en dos configuraciones, la cobertura nacional que cubre todo el territorio brasileño y una cobertura regional que está dedicada a los países miembros del bloque económico de América del Sur (Mercosur).

Dentro de su red de estaciones terrestres, Brasil cuenta con la siguiente distribución de equipos terrestres para los diferentes tipos de servicio que se ofrecen.

**Tabla 5-4 Sistema brasileño de telecomunicaciones vía satélite.**<sup>47</sup>

E/T para servicios básicos de telefonía, telex y otros.	Estaciones existentes: 59	Estaciones previstas: 10
Red Datasat - Plus.	Estaciones existentes: 101	Estaciones previstas: 11
E/T de redes especializadas en Tx de datos a baja velocidad.	Estaciones activadas: 2323	
Redes de distribución de señales de televisión.	Estaciones transmisoras: 9	Estaciones receptoras: 18
Redes de distribución de señales de audio.	Estaciones activadas: 3	

La segunda generación del sistema brasileño ha representado además de una evolución tecnológica, una mejor planeación y distribución de las ventajas de tener un sistema satelital doméstico, lo que ha permitido un avance de este país sudamericano dentro del ámbito económico y científico a nivel mundial. Actualmente Brasil, aún considerado un país en vías de desarrollo, cuenta ya con una cultura espacial que le permite hacer sus propios desarrollos e investigaciones en este campo de la tecnología.

En la tabla siguiente se muestra un análisis comparativo entre las dos generaciones de satélites de las principales características técnicas.

<sup>47</sup> Folleto informativo del SBTS - Brasilsat.

Tabla 5-5 Características del sistema Brasilsat.

Característica	Brasilsat A		Brasilsat B		
	Banda C	Banda C	Banda C extendida	Banda X	
Número de transpondedores	24	24	3	1	1
Ancho de banda (MHz)	36	36	36	33	60
Cobertura	Nacional		Brasil y Mercosur		América del Sur y Océano Atlántico
Polarización	Lineal		Lineal		Circular
Tipo de amplificador	TWTA		SSPA con linealizador		TWTA
Amplificadores de respaldo	6		6		1
Potencia primaria [W]	932		1651		
Estabilización	Spin		Spin		

El resultado de la comparación de estos sistemas da panorama interesante, ya que nos muestra la capacidad real de cada uno de los equipos, el cual, analizado en las conclusiones nos mostrará como el mercado de servicios satelitales resulta rentable en base a la capacidad actual instalada y a las expectativas de demanda programada.

Tabla 5-6 Capacidad satelital disponible en America Latina.<sup>48</sup>

Nombre Satellite	Bandas	BW @C	Transponders @C	Pot @C	PIRE @C	BW @K	Transponders K	Pot @K	PIRE K	BW @?	Transponders @?	Pot @?	PIRE @?
Brasilsat A1 (SBTS A1)	C	36	26+6	10	36								
Brasilsat A2 (SBTS C2)	C	36	26+6	10	36								
Brasilsat B1	C X	31	28	15	38						1	40	
Brasilsat B2	C X	31	28	15	38						1	40	
Galaxy 3R	C Ku	36	24 + 6	16	42	16@27 8@54	24 + 6	63	49				
Hispasat 1A	Ku					10@36, 4@54 & 4@72	18	110	52				
Hispasat 1B	Ku					10@36, 4@54 & 4@72	18	110	52				
Morelos 2	C Ku	36 & 72	12 Narrow, 6 Wide Band	7 & 10.5	36	108	4	20	44				
Nahuelsat A													
Nahuelsat B													
PANAMSAT 1 (PAS 1)	C Ku	12@36, 6@76	18	8.5 W & 16 W	37	72	6	16	37				
PANAMSAT 3 (PAS 3)	C Ku	36 & 54	24	50 & 16		54	16	16					
Solidaridad 1	C Ku L	12@36 6@72	12.6	16 14.4		54	16	45		20	1	24.83	
Solidaridad 2	C Ku L	12@36 6@72	12.6	16 14.4		54	16	45		17	1	24.83	

<sup>48</sup> Informe "T Satélites Latinoamérica" de la base de datos.

## **6. Sistema Satélital Mexicano / SSM**

### **6.1 Antecedentes históricos.**

Como se mencionó en el capítulo anterior, México es uno de los pocos países Latinoamericanos que posee un sistema satélital propio, que le ha permitido mantenerse a la vanguardia en las telecomunicaciones a nivel mundial. En la evolución del Sistema Satélital Mexicano (SSM) han destacado algunos hechos.

En 1968, inician los servicios de comunicaciones vía satélite mediante la instalación de la estación terrena de Tulancingo Hidalgo, para establecer enlaces internacionales de telefonía y televisión, vía un satélite sobre el Océano Atlántico perteneciente al consorcio intergubernamental INTELSAT, al cual se había integrado el gobierno mexicano desde 1966.

En 1985, después de realizar los estudios técnicos y económicos que concluyeron que México debería contar con un sistema propio de satélites, inicia la operación del primer sistema satélital mexicano con la puesta en órbita de los satélites Morelos-1 y Morelos-2 con cobertura nacional.

En 1989, el gobierno federal crea el organismo público descentralizado Telecomunicaciones de México (Telecomm), cuyo objeto es la prestación del servicio público de telégrafos y de la comunicación vía satélite, definidos entonces en la Constitución como actividades estratégicas reservadas al Estado.

En 1994, y a fin de responder a la creciente demanda por servicios satelitales y reemplazar al satélite Morelos-1, entra en operación la nueva generación de satélites "Solidaridad" con mayor potencia y cobertura para servicio fijo en las bandas C y Ku, así como el nuevo servicio móvil en la banda L.

En el segundo semestre de 1998 concluye la vida útil programada del Morelos-2, ya que cuando se lanzo al espacio, se le ubicó en una órbita de almacenamiento que le permitió ahorrar combustible y prolongar su vida por cuatro años más, por lo que, después de realizar los estudios y análisis técnicos, legales y económicos, y mediante un concurso de licitación, se designa a Hughes como el proveedor del satélite remplazo del Morelos-2, reservando la ventana de lanzamiento con el lanzador Ariane entre julio y septiembre de 1998.

Los satélites que conforman el SSM están ubicados en la órbita geostacionaria en las posiciones 109.2'W, 113'W y 116.8'W, teniendo como centro control y comando principal el equipo instalado en Cd. de México y un equipo de respaldo en Hermosillo Sonora.

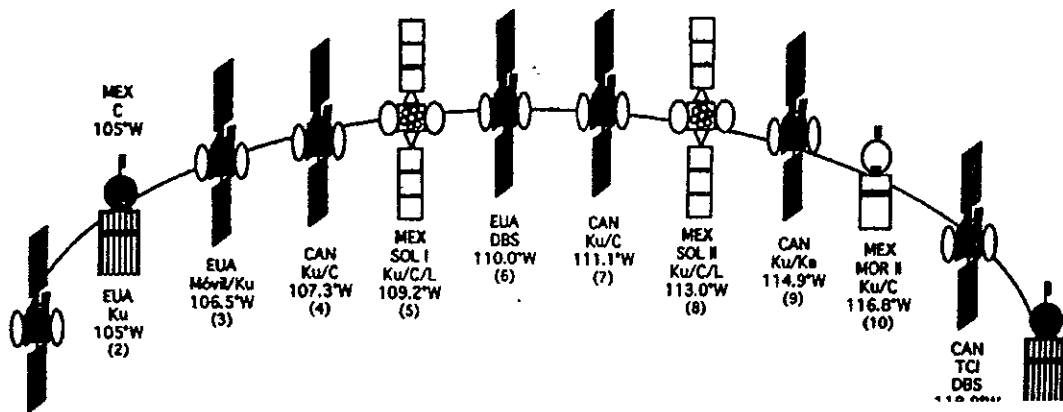


Fig. # 6-1 Posiciones de los satélites del SSM.

La capacidad equivalente en transpondedores de 36 MHz del SSM es de 114, tomando en cuenta los 92 transpondedores de los satélites Morelos-2, Solidaridad-1 y Solidaridad-2. Actualmente se ocupa un 75 por ciento de la capacidad considerando los diversos servicios de televisión, radio, telefonía y datos.

## 6.2 Primera y segunda generación del SSM.

Desde 1985, México cuenta con un sistema satélital doméstico (nacional) de comunicaciones, el sistema se inicia con la entrada en funcionamiento del satélite Morelos-1, el cual es puesto en órbita el 17 de junio de 1985 por el transbordador espacial estadounidense (STS) y colocado en la posición 113.5°W; el 27 de noviembre de ese mismo año también mediante el STS se lanza el Morelos-2, satélite gemelo de respaldo del Morelos-1, el Morelos-2 se coloca en una órbita de almacenamiento, después de desplazamientos graduales, es insertado en su posición geostacionaria asignada de 116.5°W.

Al insertar en 1989 el Morelos-2 en una nueva posición geostacionaria, este se suma a las actividades del SSM, pasando de ser un equipo de respaldo a multiplicar las capacidades en transpondedores, añadiendo además cuatro años de vida útil al sistema.

Los satélites Morelos, primera generación del SSM, pertenecen a la familia HS 376 fabricada por la compañía Hughes y fueron los primeros de la serie en ser adaptados para operar de forma híbrida en las bandas C y Ku simultáneamente. En la siguiente tabla podemos apreciar las principales características de las plataformas satelitales en el sistema Morelos.

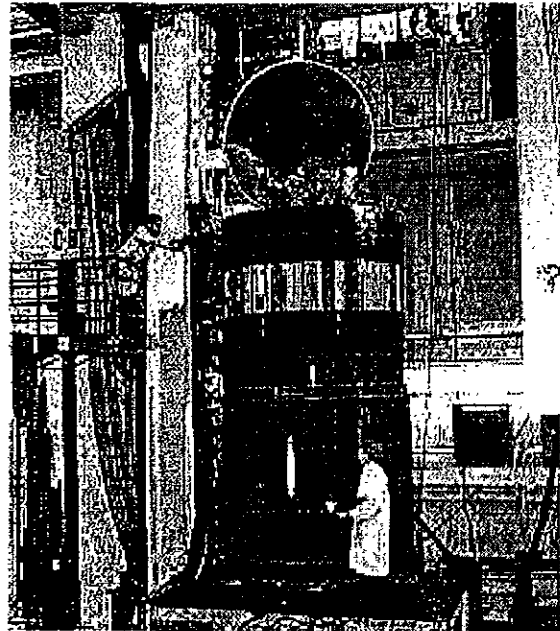


Fig. # 6-2 Satélite Morelos



**Tabla 6-1 Características del sistema Morelos del SSM.**

Fabricante	Hughes	
Modelo	HS 376	
Estabilización	Spin (Por giro)	
Masa en órbita al inicio de la vida útil	650 Kg.	
Potencia eléctrica al inicio de la vida útil	940 W	
Años de vida útil programados	9	
Bandas de frecuencia	C y Ku	
Polarización	Lineal ortogonal en banda C Lineal en banda Ku	
Transpondedores y BW de c/u	12 de 36 MHz	Banda C
	6 de 72 MHz	Banda C
	4 de 108 MHz	Banda Ku
Potencia en cada transpondedor	7 W	para 36 MHz
	10.5 W	para 72 MHz
	19 W	para 108 MHz

En 1993 y bajo las siguientes premisas: asegurar el reemplazo a tiempo del Morelos-1, procurar satisfacer la demanda de servicios por satélite a corto y mediano plazo, incluida la comunicación al Caribe, Centro y Sudamérica y al noroeste de EUA y obtener máxima flexibilidad para adecuar la carga útil de los satélites a las necesidades de los diferentes servicios, según requerimientos de Telecomm; México lanza en el cohete Ariane el 16 de noviembre el satélite Solidaridad-1, colocándolo en la posición 109.2°W, el cual da inicio a la segunda generación de satélites del SSM y da una tercera posición geostacionaria al sistema.

Esta nueva generación de satélites del tipo HS 601 de Hughes permitiría portadoras del tipo:

- Telefonía multicanal FDM/FM/FDMA (Solo en banda C).
- Dos portadoras de video FM/FDMA con subportadoras de audio (Solo en transpondedores de 72 MHz o 54 MHz).
- Televisión de alta definición y señales de video utilizando técnicas digitales de compresión.
- SCPC/FM/FDMA.
- SCPC/QPSK/FDMA.
- TDMA/QPSK/TDMA (eficiencia máxima de 1.667 bits/Hz).
- Espectro expandido TDM/PSK/CDMA (Hasta 5 MHz).
- Sistemas de modulación FM.

El siete de octubre de 1994, México lanza su cuarto satélite de telecomunicaciones, el Solidaridad-2, el cual es colocado en la posición 113.0'W; originariamente del Morelos-1 (ya fuera de servicio en ese momento), aunque la distancia entre satélites se había reducido de 2 a 1.9 grados en el arco de América para permitir la inserción de una nueva posición, por lo que la nueva posición de los satélites mexicanos era: Morelos-2 (116.8'W), Solidaridad-1 (109.2'W) y Solidaridad-2 (113.0'W).

**Tabla 6-2 Características del sistema Solidaridad del SSM.**

Descripción	Banda C	Banda Ku	Banda L
Transpondedores	12 angostos 6 amplios	16	1
BW [MHz]	36 en angostos 72 en amplios	54	20 SOL-1 17 SOL-2
Tipo de amplificadores	SSPA's	TWTA's	SSPA's
Potencia de salida [W]	10 a 16 en angostos 14.4 en amplios	45	24
Bandas de frecuencia	GHz	GHz	MHz
Recepción	5.925 a 6.425	14.000 a 14.500	1626.5 a 1631.5
Transmisión	3.700 a 4.200	11.700 a 12.200	1525 a 1530



**Fig. # 6-3 Satélite Solidaridad.**

Con la entrada en funcionamiento de la segunda generación de satélites, el SSM obtuvo mejoras en las comunicaciones como:

- Más del doble de la capacidad de la primera generación.
- Incremento en la potencia de las señales.
- Cobertura de los países vecinos y parte de Sudamérica.
- Misión para servicios móviles (en las bandas Ku y L).
- Mejoras en el sistema de redundancia.
- Mejoras en la confiabilidad, vida útil y calidad en todos los subsistemas.

La siguiente tabla, es una comparación de las características de cada una de las generaciones y se añade una columna que especifica el incremento de esa característica en la segunda generación o las ventajas que ésta presenta sobre el sistema Morelos.

**Tabla 6-3** Ventajas del sistema Solidaridad vs. sistema Morelos.

Característica	Morelos	Solidaridad	Ventajas
Modelo	HS 376	HS 601	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma más avanzada</li> </ul>
Estabilidad	Spin	Triaxial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo sistema de estabilización</li> </ul>
Peso total [Kg.]	666	2773.23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 316.4 % más</li> </ul>
Peso Seco [Kg.]	521	1280.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 145.76 % más</li> </ul>
Combustible	145	1492.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 929.52 % más</li> </ul>
Potencia [W]	777	3370	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 333.72% más</li> </ul>
Vida útil	9 años	14 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 años más</li> </ul>
Dimensiones	2.16 m diámetro 6.66 m altura	6.67 m Antena - Antena 6.68 21 m Paneles desplegados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferente estructura</li> </ul>

### 6.3 Tipos de usos del SSM.

El sistema satélital inicialmente a cargo de Telecomm., está compuesto por tres líneas de negocios:

- **Servicio Fijo:**

El sistema está integrado por tres satélites geoestacionarios en las posiciones 109.2'W, 113'W y 116.8'W, con sus dos centros de control, uno en la Ciudad de México y otro en Hermosillo, Sonora.

La capacidad del sistema es de 92 transpondedores (114 equivalentes) con los dos satélites Solidaridad y el Morelos-2, cuyo reemplazo para 1998 ya está en construcción

mediante un satélite de más del doble de capacidad (Morelos-2R)<sup>49</sup>, mayor potencia y cobertura sobre EUA y Latinoamérica, salvo Brasil.

La utilización del sistema es de aproximadamente 74 por ciento, derivada principalmente de la renta de capacidad para la conducción de señales de televisión, radio, datos y telefonía.

La capacidad satélital se destina en un 42 por ciento para distribuir señales de televisión y radio a las estaciones repetidoras y sistemas de televisión por cable, además de los nuevos servicios de televisión directa a los hogares (DTH) que, utilizando la banda Ku del satélite Solidaridad-2, ofrecen cerca de 100 canales con pequeñas antenas receptoras.

Para redes de voz y datos, se ocupa el 32 por ciento de la capacidad satélital, que atiende a las necesidades de más de 300 redes privadas de voz y datos, de entidades privadas y públicas como bancos, industria, comercio, seguridad y educación, entre otras.

El sistema satélital para servicio fijo genera ingresos anuales aproximados a 110 millones de dólares. La administración, operación y comercialización se realiza mediante una estructura de 220 trabajadores profesionales altamente especializados, todos de confianza.

- **Telepuerto de servicio fijo**

Para este servicio, la Ciudad de México cuenta con dos telepuertos, el de Iztapalapa y el de Tulancingo, los cuales conectados de manera digital con la Torre Central de Telecomunicaciones, proporcionan servicios a terceros de enlaces satelitales nacionales e internacionales de televisión, radio, datos y telefonía, vía los satélites mexicanos y los de INTELSAT.

---

<sup>49</sup> Bajo este nombre lo esta construyendo Hughes Co.

Adicionalmente en las 12 principales ciudades del país se cuenta con telepuertos con estaciones terrenas transreceptoras de uso compartido, y se cuenta también con ocho unidades móviles con estaciones terrenas transportables, para prestar servicios de enlaces satelitales para transmitir eventos especiales desde cualquier posición en el territorio nacional.

Los telepuertos generan ingresos anuales por 10 millones de dólares, con un estructura de 350 empleados en la plantilla de empleados.

- **Servicio móvil**

El servicio móvil satélital es una nueva línea de negocios cuyo desarrollo se basa en tres sistemas: MOVISAT, de los satélites Solidaridad, para servicio nacional; INMARSAT, para servicio internacional; y, en un futuro inmediato, el sistema global ICO, de satélites de órbita media, para comunicación móvil personal internacional.<sup>50</sup>

El servicio MOVISAT, vía los satélites Solidaridad, inicio operaciones el año pasado, con la tecnología MSAT para prestar servicios de posicionamiento, transmisión de mensajes y telefonía móvil. Ello mediante el centro de control del servicio móvil instalado en Iztapalapa, y el uso de los dos transpondedores de banda L y uno en banda Ku. El sistema tiene capacidad para 50 mil usuarios de servicio móvil y 20 mil de telefonía rural semifija.

El servicio de INMARSAT, que presta Telecomm, como signatario de dicho consorcio, para servicios móviles internacionales; radiomarítimo, aéreo y terrestre a nivel mundial. La tercera generación de satélites de INMARSAT permitirá usar terminales más pequeñas y reducir tarifas.

Telecomm posee una participación accionaria equivalente a 57 millones de dólares (cuatro por ciento del capital) del Sistema Global ICO, que le da derecho de ser el operador mayorista en México con posibilidad de ampliación a toda la región.

---

<sup>50</sup> Estos sistemas de servicio móvil ya se desarrollaron en el Capítulo 3 de esta Tesis

Los ingresos del servicio móvil aun son marginales dado que se encuentra en etapa preliminar. En esta área se cuenta con 100 empleados.

**Tabla 6-4 Líneas de negocios del SSM.**

LÍNEA DE NEGOCIO	SATELITES DE SERVICIO FIJO	TELEPUERTOS	SERVICIO MOVIL SATELITAL	DBS - DTH	MEGASAT
Servicio	Renta de capacidad satélital para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Televisión</li> <li>• Voz y datos</li> <li>• Seguridad y Servicio Social</li> </ul>	Enlaces y redes satélitales para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Televisión</li> <li>• Voz y datos</li> </ul>	Comunicaciones Móviles Satélitales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacionales</li> <li>• Internacionales</li> </ul>	Televisión Directa al Usuario	Internet vía satélite
Infraestructura Satélital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morelos-2 116.4°W</li> <li>• Solidaridad-1 109.2°W</li> <li>• Solidaridad-2 113.0°W</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad arrendada a Satélites Mexicanos e Intelsat</li> <li>• Signatario de Intelsat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renta de banda L de Solidaridad</li> <li>• Signatario de Inmarsat</li> <li>• Socio operador de ICO</li> </ul>	Proyecto del Satélite Mexicano DBS en 77°W	Proyecto Sistema Global Supervía de 10 satélites
Infraestructura terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Control Primario</li> <li>• Centro de Control Alterno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telepuerto Iztapalapa</li> <li>• Telepuerto Tulancingo</li> <li>• Estaciones Transportable (SNG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Control Movilsat</li> <li>• Futuro Nodo de Acceso Satélital ICO (98)</li> <li>• Estación Inmarsat M (97)</li> </ul>	Proyecto Centro de Transmisión	Proyecto Centros de Control y Acceso
Capacidad de Expansión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda Ampliada en posiciones actuales</li> <li>• Nuevas posiciones en coordinación 105°, 127°, 138° y 145°W</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos Telepuertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Global ICO en año 2000</li> </ul>	Posiciones 69°, 77°, 127° y 136°W asignadas a México	10 Posiciones en banda Ka solicitadas
Competencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelsat</li> <li>• Satélites de EUA</li> <li>• Fibra Optica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telepuertos Públicos</li> <li>• Redes Privadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celulares</li> <li>• Trunking</li> <li>• Satélites LEO's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct TV</li> <li>• DBS en EUA</li> <li>• TV de paga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes Públicas Terrestres</li> <li>• Otros Satélites</li> </ul>

Para la comercialización de estos servicios, el SSM ha dividido su zona de coberturas en varias regiones dependiendo el tipo de banda utilizado asignando ciertas capacidades de sus satélites para poder cubrir el flujo de información.

**Tabla 6-5 Regiones de coberturas del SSM.**

REGION	BANDA	COBERTURA
R1	C	México, Sur de los EUA, Guatemala, Belice, Honduras y El Salvador
R2	C	Región 1, México, Sur de los EUA, incluyendo el sur de Florida, el Caribe, Centroamerica, Colombia y Venezuela
R3	C	Sur de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Chile, Oeste de Brasil y Argentina
R4	Ku	México, Sur de EUA, Guatemala y Belice
R5	Ku	Toronto (Canadá), La Habana (Cuba), y las ciudades más importantes de los EUA
R6	L	México y su mar patrimonial

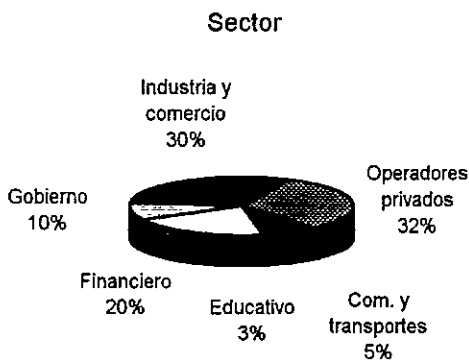
Para poder bajar o subir la señal de o para los satélites del SSM, existen convenios previamente firmados con algunos países en los que el SSM ofrece sus servicios de telecomunicaciones; en el caso de EUA, existe un convenio de reciprocidad para ofrecer señales de satélites mexicanos en territorio de EUA y viceversa.

Las cifras de transpondedores (equivalentes) que ofrece el SSM en cada una de sus regiones esta asignada de la siguiente manera:

**Tabla 6-6 Capacidad del SSM por regiones.**

Satélite	R1	R2	R3	R4	R5	Suma México	Suma Exterior	Total
Morelos-2	24+8	-	-	-	-	32	0	32
Solidaridad-1	16	4	4	14	2	30	10	40
Solidaridad-2	14	6	4	14	4	28	12	40
Suma	62	10	8	28	6	90	22	112

Actualmente la ocupación de sistema de satélites por sector quedaría distribuida de la siguiente manera



**Fig. # 6-4 Ocupación del SSM.**

**Tabla 6-7 Capacidad del FSS del SSM**

40 %	Radiodifusión
	70 % Televisión
	20 % Radio
50 %	Redes digitales de voz y datos
8%	Gobierno de México
	Seguridad publica
	Educación a distancia
	Tráfico Aéreo
2%	Telefonía Publica de Larga Distancia

## 6.4 Administración del SSM.

La administración del Sistema Satélital Mexicano ha tenido diferentes etapas, las cuales han cambiado de acuerdo a las necesidades y expectativas del servicio satélital en México y las tendencias a nivel mundial.

Para el desarrollo e inicio de este sistema, el cual se consideraba como actividad estratégica del Estado, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) del Gobierno Federal Mexicano creó la Dirección de Sistemas de Satélites Nacionales, la cual contaba con un organigrama que incluía las subdirecciones de Control, Ingeniería de Sistema Espaciales, Infraestructura Terrestre y, la de Promoción de Sistemas Espaciales.

En 1989, con los satélites Morelos-1 y Morelos-2 en funcionamiento, el gobierno mexicano, ante un proceso de desincorporación de entidades administrativas federales, crea el organismo público descentralizado Telecomunicaciones de México (Telecomm) con el fin de eficientar la ya rentable prestación del servicio público de telégrafos y de las comunicaciones vía satélite.

Es entonces Telecomm, el cual como operador internacional del SSM, el que se encarga de la comercialización del servicio y la proyección internacional de éste. También se encarga del diseño, planeación, desarrollo y puesta en marcha del sistema Solidaridad para 1993 y el remplazo del Morelos-1, en 1994.

En 1996, con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, de ampliar, modernizar y eficientar la infraestructura, en particular del Sector Comunicaciones y Transportes, la SCT decide la Apertura a la Inversión Privada en el Sistema Satélital Mexicano, argumentando que "El desarrollo del SSM, ante un nuevo entorno internacional, exige de un cambio estructural que permita y promueva la inversión privada, siempre que responda a los siguientes objetivos:



1. Modernizar y ampliar el sistema para que ofrezca servicios satelitales con cobertura, calidad y precios competitivos en un entorno de apertura internacional
2. Garantizar el acceso equitativo y no discriminatorio a la capacidad satelital a todos los usuarios del país, en la conducción y distribución de señales de audio, video, datos y telefonía.
3. Asegurar la disponibilidad de capacidad satelital para las redes de seguridad nacional y de servicios sociales.<sup>51</sup>
4. Disponer de un sistema satelital que facilite la difusión de la cultura y programación nacionales.
5. Promover la inversión privada, nacional y extranjera, para el desarrollo del SSM, vinculado a alianzas estratégicas que favorezcan la innovación tecnológica y el acceso a nuevos mercados.
6. Generar ingresos para el Estado por el aprovechamiento de los activos y concesiones del SSM.
7. Mantener la rectoría del estado en la comunicación vía satélite y el dominio sobre posiciones orbitales y las frecuencias asociadas."<sup>52</sup>

Para lograr estos objetivos, el gobierno mexicano hizo una adecuación al marco jurídico de las comunicaciones vía satélites, la cual resaltaba por los siguientes puntos:

- Una reforma a la Constitución Mexicana, para definir a las comunicaciones vía satélite con carácter de área prioritaria del Estado, lográndose así, la apertura a la inversión privada en este campo.<sup>53</sup>
- La publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones, el siete de junio de 1995, que permitiera otorgar concesiones sobre; posiciones orbitales mexicanas, instalación y operación de satélites en esas posiciones, explotación de señales satelitales sobre territorio mexicano de satélites extranjeros, siempre y cuando existiera un tratado de reciprocidad. Estas

<sup>51</sup> Se ha previsto que el concesionario deberá reservar el 5% de la capacidad total del SSM.

<sup>52</sup> Texto de la Síntesis Informativa de la Apertura a la Inversión en el SSM, Telecom, Noviembre, 1996.

<sup>53</sup> Modificación al Art. 28, párrafo cuarto. 2 de Marzo de 1995

concesiones están limitadas a empresas mexicanas con un 49 por ciento de participación extranjera.

- Un tratado y protocolos de reciprocidad con EUA, relativo a la transmisión y recepción de señales desde satélites mexicanos o estadounidenses.
- El reglamento para Comunicaciones Vía Satélite, derivado de la Ley Federal de Telecomunicaciones, con objeto de complementar el marco regulatorio en este campo.

La concesión correspondería inicialmente al servicio fijo prestado por el SSM mediante sus tres satélites en las bandas C y Ku, y a la posición 78°W para el servicio de difusión directa (DBS). El periodo de vigencia sería por la vida útil de los satélites, renovable para satélites de reemplazo en cada posición, esto es aproximadamente 30 años .

Dentro de esta apertura, Telecomm también transferiría los contratos de fabricación y lanzamiento, a precio fijo, del satélite que sustituirá al Morelos-2. El contrato de fabricación fue firmado con la compañía Hughes de EUA para la construcción de una de las plataformas HS 601 HP, el cual está programada su entrega y lanzamiento el año próximo (1998). El contrato de lanzamiento, es una reservación de la ventana de lanzamiento para el verano de ese año, con la empresa europea Arianespace.

En lo que respecta a la transferencia de personal e inmuebles, de los primeros, aproximadamente 220 trabajadores especializados formaran parte de la nueva empresa; respecto a los inmuebles, por ser del dominio público de la Federación, deberán pasar por un Acuerdo Presidencial, para poder proceder a su entrega.

A septiembre de este año, las compañías que ya contaban con la autorización de la SCT para participar en la licitación eran:

- GE American Communications
- Telefónica Autrey y Loral Space Communications
- PanAmSat Corporation e Industrias Peñoles
- Televisa, TV Azteca y Multivisión.

A finales de 1997, el 60 por ciento de las acciones de los satélites mexicanos fueron vendidos al consorcio de Loral Communication y Telefónica Autrey, creándose así la compañía operadora "Satélites Mexicanos".

### **6.5 Tercera Generación, nueva tecnología.**

El SSM llega en estos momentos a una fecha importante en su desarrollo, el fin de la vida útil del satélite Morelos-2, y la necesidad de sustituir este equipo puntualmente y poder aprovechar así la posición orbital asignada a México.

Telecomm, como administrador del SSM, después de realizar los estudios correspondientes, elaboro el proyecto de un nuevo satélite, que sería llamado Morelos-3, el cual sustituirá en 1988 al Morelos-2, este nuevo satélite, aunque lleva el nombre siguiente del primer sistema satélital, representa para las comunicaciones satelitales de México, la tercera generación de sus satélites.

Después de una licitación internacional, la construcción del Morelos-3 fue asignada a la compañía Hughes, la cual, basándose en la nueva plataforma HS601HP, la cual es una versión de alta potencia de la versión HS601 (Tipo Solidaridad); la cual puede suministrar hasta ocho kilowatts de energía al sistema de comunicaciones (más del 130 por ciento de incremento con respecto a los Solidaridad) y consta de 24 transpondedor en la banda C más 24 de alta potencia en la banda Ku.

La plataforma HS601HP para el Morelos-3 es igual que la de otros 32 satélites en construcción en Hughes. La mayoría de las componentes para esas plataformas son *idénticas o versiones con modificaciones mínimas* de componentes actualmente probadas en el espacio en los satélites HS601. Lo que elimina la necesidad de una tecnología nueva o modificada, asegurando el mínimo riesgo técnico y del programa, proporcionando substanciales economías de escala y una eficiente y puntual producción.

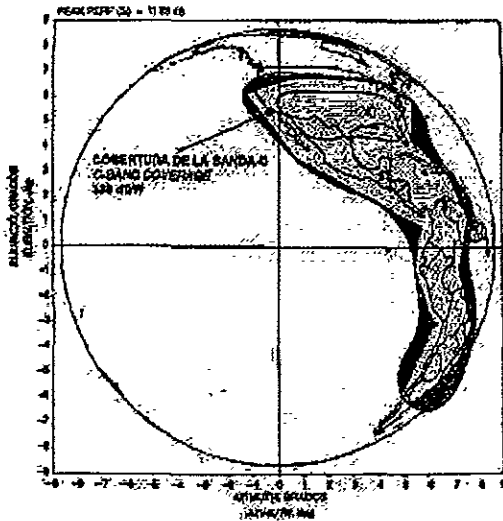
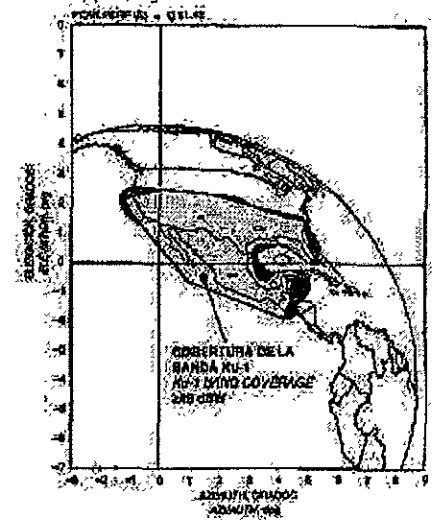
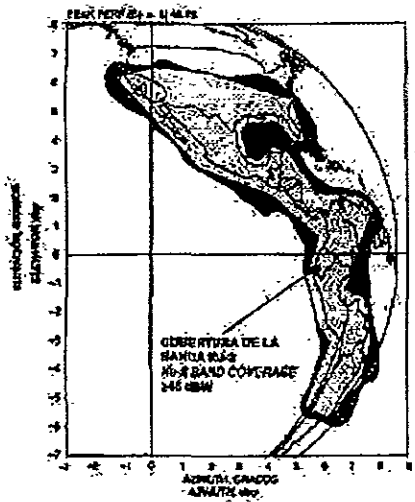
Esta nueva plataforma de Hughes cuenta con las siguientes especificaciones técnicas, necesarias para su evaluación y programación de lanzamiento.

**Tabla 6-8 Características del HS601HP.**

	Ariane 4	Atlas 2AS
<b>Peso, Kg.</b>		
A la separación	3223	3501
Peso seco permitido	1800	1800
Peso seco predecible	1750	1750
Margen de peso	40	40
<b>Potencia Eléctrica</b>		
Configuración	Limitador sencillo regulado de 52 V	
Arreglo solar	4 paneles por alerón; alta eficiencia, celdas solares de Galio Arsénico de empalme dual	
Potencia del arreglo solar	10.1 KW equinoccio, 9.6 KW solsticio	
Inicio de vida	9.3 KW equinoccio, 8.5 KW solsticio	
Fin de vida		
Batería	32 celdas de 350 hs-A	
<b>Sistema de Comunicaciones</b>		
<b>Antena</b>		
Tipo	Banda Ku: 2 reflectores conformados de rejillas duales extensibles de 2.7 por 2.2 m. Banda C: reflector conformado de rejillas duales extensibles de 1.8 m.	
Polarización	Lineal	
<b>Carga Util</b>		
Haz Ku-1	12 transpondedores activos de 110 W	
Redundancia	16 por 12	
BW	36 MHz	
Cobertura	Sur de EUA y México	
PIRE	49 a 51 dBW	
G/T	+2 a +5 dB/k	
Conmutación	4 transpondedores individualmente conmutables entre Ku-1 y Ku-2	
Haz Ku-2	12 transpondedores activos de 132 W	
Redundancia	16 por 12	
BW	36 MHz	
Cobertura	Sur de EUA a la mitad de Argentina	
PIRE	46 a 49 dBW	
G/T	-1.5 a +1 dB/k	
Conmutación	4 transpondedores individualmente conmutables entre Ku-1 y Ku-2	
Haz banda C	24 transpondedores activos de 36 W	
Redundancia	Un anillo de 30 por 24	
BW	36 MHz	
Cobertura	Centro de EUA al sur de Argentina	
PIRE	38 a 39 dBW	
G/T	-3 a +1 dB/k	



Las huellas de cobertura del satélite Morelos-3 serían:



Esta nueva adquisición del SSM, significaría además de un incremento en la capacidad espacial, un mejoramiento a los centros de control y comando del sistema, es decir, una actualización de tecnología de software y equipos en las instalaciones existentes del control satélital de Iztapalapa y Hermosillo. Además, se daría una capacitación (común en la adquisición de una plataforma satélital nueva) que permitiría que con autosuficiencia y alta eficiencia se opere el sistema completo.

Hughes ofrece además como servicios agregados, una asistencia técnica continua (24 horas al día, los 365 días del años) mediante su Centro de Asistencia de Operaciones del Cliente (COSC) para operaciones de rutina. El COSC incluye además: visitas operacionales a cada cliente, indicaciones de servicio de sistema, conferencias mensuales telefónicas de coordinación e ingeniería y, conferencias cada dos años a operadores y propietarios.

Con lo que respecta al lanzamiento del Morelos-3, actualmente el SSM cuenta con una reservación para una ventana de lanzamiento con la empresa de lanzadores europeos Arianspace la cual, mediante sus vehículos Ariane, pondría en órbita al satélite desde su centro de lanzamientos en Kourou Guinea Francesa en Sudamérica (el vehículo Arine-4 fue quien puso en órbita al Solidaridad-1 y Solidaridad-2) en septiembre de 1988.

# 7. Lanzadores

---

## 7.1 Lanzadores y Vehículos actuales.

El objetivo de incluir este capítulo en el desarrollo de la tesis, es complementar la descripción de la industria satelital. Si bien, las partes principales son la construcción (donde se aplican los avances tecnológicos en las telecomunicaciones) y la operación (donde se aplican las diferentes tendencias mundiales de organización de los servicios) la parte del lanzamiento y puesta en órbita del satélite ha desarrollado una industria complementaria, que es la de los lanzadores y vehículos espaciales, la cuenta con la tecnología capaz de recibir al satélite nuevo, por parte del constructor, y entregárselo al dueño de éste, colocado en su posición orbital y listo para su puesta en operación.

Esta industria, aunque está en un constante crecimiento, tiene como miembros a un exclusivo grupo de países, los cuales cuentan con la tecnología, recursos, investigación y características para poder ofrecer este servicio.

Inicialmente el desarrollo de vehículos de propulsión se dio en el ámbito militar, por lo que, al igual que la tecnología de la energía nuclear, solamente se daba en las potencias militares y con fines estratégicos de defensa o ataque. Ante el crecimiento del mercado civil en las telecomunicaciones satelitales, la industria de lanzadores fue cambiando, hacia la posibilidad de capturar el mercado que se estaba creando a nivel mundial.

Los países que cuentan con una experiencia o desarrollo en la industria de vehículos lanzadores o comúnmente llamados cohetes son:

- Rusia (y países de la ex-URSS)
- Europa
- Japón
- Israel
- Estados Unidos de Norteamérica
- República Popular de China
- India



Aunque no todos tienen en su haber vehículos capaces de colocar un satélite espacial, si tienen una industria nacional en este campo con modelos en funcionamiento, retirados o prototipos de prueba.

Existe hoy en día, un historial de aproximadamente 48 compañías dedicadas a la construcción, desarrollo u operación de lanzadores y vehículos espaciales las cuales cubren los mercados civiles, militares o de investigación espacial. En la tabla 7-1 se muestran las principales.

**Tabla 7-1 Principales industrias de lanzadores y vehículos espaciales.**

Consorcio	País de origen
Aerospatiale	Francia / Italia
Arianespace	Europa
Boeing Arospace Co.	EUA
British Aerospace	U.K.
China Great Wall industry Corp.	China
GE Aerospace	EUA
General Dynamics	EUA
Glavkosmos	Rusia
Marin Maritetta Comercial	EUA
McDonnell Douglas Space System Company	EUA
NASDA	Japón

La industria de lanzadores ha desarrollado aproximadamente 115 modelos diferentes de vehículos los cuales se pueden diferenciar por su capacidad de carga, su potencia de empuje, su tipo de combustible, la altura alcanzada, su número de vuelos, el porcentaje de eficiencia y los lugares de lanzamiento.

Algunos de estos vehículos (Tabla 7-2) fueron prototipos, siendo desechados y otros (los comercialmente más redituables) han sido mejorados a lo largo de los años por lo que existen diferentes versiones, las cuales definen su desarrollo o las características propias del modelo.

Tabla 7-2 Lanzadores y vehículos espaciales.<sup>54</sup>

Vehículo <sup>55</sup>	País	Constructor	Lanzadores	Primer Vuelo	No de Vuelos	Masa en GEO
Ariane 1	France	Arianespace		24-Dic-79	11	1700
Ariane 2	France	Arianespace		30-May-86	6	2065
Ariane 3	France	Arianespace		04-Ago-84	11	2580
Ariane 4, 40	France	Arianespace		22-Jun-90	5	2020
Ariane 4, 42L	France	Arianespace		12-May-93	4	3350
Ariane 4, 42P	France	Arianespace		20-Nov-90	9	2740
Ariane 4, 44L	France	Arianespace		04-Jun-89	21	4460
Ariane 4, 44LP	France	Arianespace		15-Jun-88	18	4030
Ariane 4, 44P	France	Arianespace		04-Abr-91	10	3290
Ariane 5	France	Arianespace		04-Jun-96	4	6800
ASLV Advanced Space Launch Vehicles	India	ISRO Indian Space Research Organization		20-May-92	4	
Atlas 1	EUA	General Dynamics		18-Dic-58		2255
Atlas 2	EUA	General Dynamics - Space System Division		07-Dic-91		2810
Atlas 2A	EUA	General Dynamics - Space System Division		10-Jun-92		3045
Atlas 2AR	EUA	General Dynamics - Space System Division				3820
Atlas 2AS	EUA	General Dynamics - Space System Division		16-Dic-93		3700
Atlas Able	EUA	General Dynamics - Space System Division		26-Nov-59		
Atlas Agnea	EUA	General Dynamics - Space System Division		24-May-60		
Atlas Centaur	EUA	General Dynamics - Space System Division		16-Feb-61	60	2250
Atlas H	EUA	General Dynamics - Space System Division		01-Ago-58	4	
Black Arrow	United Kingdom	British Aerospace - Earth Observation Div.		28-Oct-71	140	
Black Brant 5	Canada	Bristol Aerospace Ltd.		01-Jun-65	1	700
Conestoga	EUA	Space Service inc.		23-Oct-95	360	
Cosmos B	Russia	Glavkosmos		16-Mar-62		
Cosmos C	Russia	Glavkosmos		18-Ago-64		
Cosmos F1m	Russia	Glavkosmos		27-Oct-67		
Cosmos F1r	Russia	Glavkosmos		17-Sep-66		
Cyclone 3	Russia	Glavkosmos		24-Jun-77	82	185000
Delta 2 69xx	EUA	McDonnell Douglas Space System Company		14-Feb-89	241	1400
Delta 2 79xx	EUA	McDonnell Douglas Space System Company		26-Nov-90		1882
Delta 29xx	EUA	McDonnell Douglas Space System Company		09-Nov-72		720
Delta 3	EUA	McDonnell Douglas Space System Company				3820
Delta 39xx	EUA	McDonnell Douglas Space System Company		13-Dic-75		1250

<sup>54</sup> Tabla obtenida de la Tabla "Lanzadores y Vehículos Espaciales" de la base de datos.<sup>55</sup> No todos los vehículos están activos, algunos fueron prototipos o son proyectos.

Vehículo	Pais	Constructor Lanzadores	Primer Vuelo	No de Vuelos	Masa en GEO
Diamant A	France	SEREB Societe pou l'Etude et la Realisation d'Engins Balistiques	26-Nov-65	12	
Diamant B	France	SEREB Societe pou l'Etude et la Realisation d'Engins Balistiques	10-Mar-70		
Diamant BP4	France	SEREB Societe pou l'Etude et la Realisation d'Engins Balistiques	06-Feb-75		
Energia	Russia	Glavkosmos	15-May-87	2	18000
FB 1	China	China Great Wall Industry Corp.	10-Ago-72		
GSLV	India	ISRO Indian Space Research Organization			2500
H1	Japan	NASDA National Space Development Agency of Japan	13-Ago-86	9	1100
H2	Japan	NASDA National Space Development Agency of Japan	03-Feb-94	4	4000
H2A	Japan	NASDA National Space Development Agency of Japan			2000
J1	Japan				
Junco 1	EUA		31-Ene-58		
Junco 2	EUA		06-Dic-58		
Lambda 4S	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	11-Feb-70		
LLV Lockheed Launch Vehicle	EUA	Martin Manetta Commercial Titan Inc.	15-Ago-95	1	
Long March 1	China	China Great Wall Industry Corp.	24-Abr-70	3	
Long March 2A	China	China Great Wall Industry Corp.	05-Nov-74		
Long March 2C	China	China Great Wall Industry Corp.	26-Nov-75	26	1200
Long March 2D	China	China Great Wall Industry Corp.	09-Ago-92		
Long March 2E	China	China Great Wall Industry Corp.	16-Jul-90		
Long March 3	China	China Great Wall Industry Corp.	29-Ene-84	14	3370
Long March 3A	China	China Great Wall Industry Corp.	08-Feb-94		1400
Long March 3B	China	China Great Wall Industry Corp.	14-Feb-96		2500
Long March 3C	China	China Great Wall Industry Corp.			4800
Long March 4	China	China Great Wall Industry Corp.			3700
LTTAT Agena	EUA		06-Sep-88	2	
Luna	Russia		09-Ago-66		
Molnya	Russia		02-Ene-59		
Mu 3C	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	04-Feb-61		1600
Mu 3H	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	16-Feb-74	24	
Mu 3S1	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	19-Feb-77		
Mu 3S2	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	17-Feb-81		
Mu 4S	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	08-Ene-85	5	
Mu 5	Japan	ISAS Institute of Space & Astronautical Science	16-Feb-71		
N1	Russia		12-Feb-97		
N1	Japan	NASDA National Space Development Agency of Japan	21-Feb-69		
N2	Japan	NASDA National Space Development Agency of Japan	09-Sep-75	15	130
Pegasus Turbo	EUA	NASDA National Space Development Agency of Japan	11-Feb-81		350
Pegasus	EUA	OSC Orbital Sciences Corporation			
Pegasus XL	EUA	OSC Orbital Sciences Corporation	05-Abr-90	14	200
			27-Jun-94		

Vehículo %	País	Constructor Lanzadores	Primer Vuelo	No de Vuelos en GEO	Masa
Protón D	Russia	Glavkosmos	16-Jul-65	244	
Protón D1	Russia	Glavkosmos	16-Nov-68		
Protón D1e	Russia	Glavkosmos	10-Mar-67		4600
PSLV Polar SLV	India	ISRO Indian Space Research Organization	15-Oct-94	3	500
Rokot	Russia	Glavkosmos	26-Dic-94		
S-520 Sounding Rocket	Japan		20-Ene-80	10	
Saturn 1	EUA		29-Ene-64		
Saturn 1B	EUA		05-Jul-66		
Saturn 5	EUA		09-Nov-67		
Scout G1 ???	EUA	USAF HQ Space System Division	01-Jul-70	115	
Scout Launcher	EUA	LTV Missiles & Electronics Group	02-Sep-60	118	
Sea Launch	EUA	Boeing Aerospace Co.			
Semiorka	Russia	Glavkosmos	04-Oct-57		
Shavit / Jericho 2	Israel	Israel Space Agency	19-Sep-88	2	
Skylark 12	UK United kingdom	British Aerospace - Earth Observation Div.	01-Nov-76	15	100
Skylark 7	UK United kingdom	British Aerospace - Earth Observation Div.	01-Nov-74	49	100
SLV 3 Space Launch Vehicle	India	ISRO Indian Space Research Organization	18-Jul-90	4	
SONDA 4	Brazil	Avibras Industria Aeroespacial	24-Nov-84	3	
Soyuz	Russia	Glavkosmos	28-Nov-66	1400	1600
Space Shuttle STS	EUA	Rockwell International Satellite & space Electronics Div.	12-Abr-81	38	5900
Starfire Suborbital	EUA	Space Service inc.	11-Jun-05	5	714
Start	Russia	Glavkosmos	25-Mar-93		
Taurus	EUA	OSC Orbital Sciences Corporation	13-Mar-94	1	375
Thor Able	EUA	McDonnell Douglas Space System Company	11-Oct-58		
Thor Ablestar	EUA	McDonnell Douglas Space System Company	13-Abr-60		
Thor Agnea	EUA	McDonnell Douglas Space System Company	28-Feb-59		
Thor Delta	EUA	McDonnell Douglas Space System Company	18-Ago-60		
Titán 2	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	08-Abr-64	14	
Titán 2S	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.			
Titán 34D	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	30-Oct-82		1900
Titán 3A	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	10-Dic-64		
Titán 3B	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	29-Jul-66	144	700
Titán 3C	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	18-Jun-65		4500
Titán 3D	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	15-Jun-71		
Titán 4	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	14-Jun-89	3	5500
Titán 4B	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.	23-Feb-97		
Titán 4SRMU	EUA	Martin Marietta Commercial Titán Inc.			
Vanguard	EUA		17-Mar-58		
VLS Vehiculo Lancador de Satélite	Brazil	INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales	14-Jun-05		

Vehículo	Pais	Constructor Lanzadores	Primer Vuelo	No de Vuelos en GEO	Masa
Vokhod	Russia		16-Nov-63		
Vostok	Russia		15-May-60		
Zenit 2	Russia	Glavkosmos	13-Abr-85	27	4500
Zenit 3 ????	Russia	Glavkosmos	21-Jun-85		5900

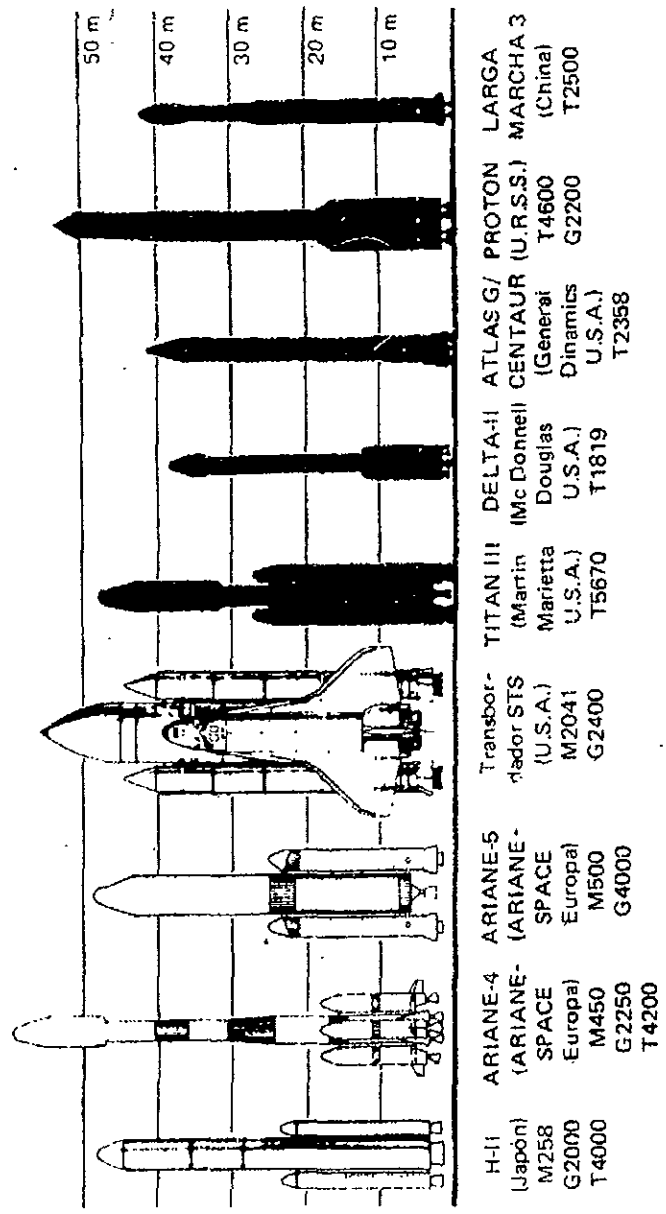


Fig. # 7-1 Lanzadores Actuales.

## 7.2 Configuraciones y técnicas de lanzamiento.

Con el fin de optimizar la relación entre la complejidad y fiabilidad de un cohete lanzador y la menor masa inerte posible portada en cada momento, los lanzadores se estructuran en varias "fases" o cohetes parciales, normalmente tres, progresivamente menos potentes y voluminosos.

Como valores orientativos, la primera fase produce empujes del orden de las 100 toneladas; cuando se consume su combustible y se desprende, toma el turno la segunda fase con un empuje en torno a las 100 toneladas; al apagado y desprendimiento de ésta se enciende la última fase con un empuje en torno a las 10 toneladas. Después aún queda el esfuerzo final de un motor del propio satélite, denominado de apogeo (AKM), para alcanzar el estado de vuelo en órbita geoestacionaria.

A continuación se hará una pequeña descripción de las características de los principales lanzadores de los países líderes mencionados anteriormente.

### **China:**

En 1986 China decidió comercializar sus lanzadores de largo alcance denominados Gran Marcha (Long March), los cuales estaba utilizando desde 1970 (Ver tabla 7.2), la versión más potente de estos lanzadores el, Gran Marcha 3B, consta de 3 etapas y es capaz de poner 4800 kg. en órbita geoestacionaria.

Los vehículos Gran Marcha son lanzados desde los centros ubicados en Xichang en la provincia de Sichuan (latitud 31.1'N), Juiquan en la provincia de Gansu (latitud 40.7'N) y un nuevo centro situado en Taiyuan para los satélites en órbita polar.

El sistema de lanzadores de China a colocado en órbita satélites como los Aussat-B1 y B-2 (Australia), Asiasat (Hong Kong) en abril de 1990, el Westar-6 (EUA) (que tuviera problemas y fuera posteriormente recuperado por el STS), así como sus satélites domésticos de la serie Chinasat y satélites internacionales de INTELSAT y de PANAMSAT.

Los vehículos chinos utilizan motores llamados YF los cuales tienen diferentes denominaciones según su empuje, por ejemplo: YF-20 es de 696 KN y el YF-73 ofrece 44 KN.

**Europa:**

La familia de lanzadores europeos Ariane ha sido desarrollada por la Agencia Espacial Europea (ESA) bajo la administración del Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES).



La cual a formado el consorcio Arianespace, el cual mediante la participación de sus miembros (la mayoría de los países de la Unión Europea) realizan la construcción y desarrollo de sus vehículos. Existen actualmente cinco versiones de este, aunque el más comercializado ha sido los diferentes modelos de la versión Ariane-4 (Ver Tabla 7-2) la cual es capaz de colocar con su modelo más potente (el 4,44L), 4460 kg. en órbita GEO.

Los vehículos de la familia Ariane cuentan con tres etapas y sus corazas transportadoras poseen varios tipos de configuraciones para poder albergar diferentes tipos o número de satélites, según su tamaño y peso.

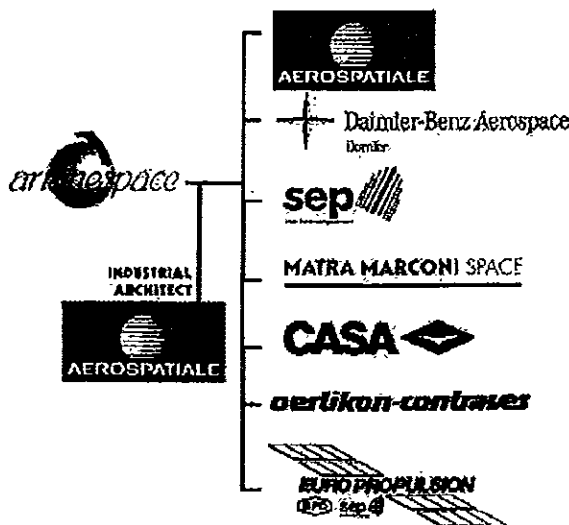


Fig. # 7-2 Consorcio Arianespace.

Una de las características de la familia Ariane, es que las componentes del vehículo, resultan la suma de varias empresas europeas especializadas en algún componente, lo que resulta una ventaja para el desarrollo tecnológico en esa área. (ver Fig. # 7-2).

Para el despegue de los vehículos la ESA utiliza la base ubicada en Kourou en la Guyana Francesa, lo que le da una gran ventaja al estar colocada en las inmediaciones del plano del ecuador.

Las actividades del modelo Ariane-4 dieron inicio en 1988 y hasta la fecha ha realizado más de 65 misiones en este modelo, con el cual se han puesto en órbita satélites como los Solidaridad-1 y 2 (México).



Fig. # 7-3 Vehículo Ariane 4.

Los satélites de los países miembros de la UE: Alemania con los satélites DFSK-2 y TVSat-2, Francia con la serie Telecom-2, España y su sistema Hispasat, Inglaterra con los satélites Skynet de la serie 4.

Satélites asiáticos como los: Thaicom (Tailandia), Turksat (Turquía), Arabsat (Arabia Saudita), JCSat (Japón), Insat (India).

Satélites americanos como el Brazilsat-B3A (Brasil), los Anik-E de Canadá, algunos satélites del sistema Galaxy (EUA)

Además de los satélites regionales Eutelsat y HotBird, así como satélites internacionales de INMARSAT, INTELSAT, PANAMSAT

Además de su versión 4, Ariane cuenta con una nueva versión llamada Ariane-5 el cual es capaz de poner hasta tres satélites o un peso máximo de 6.8 toneladas en órbita geoestacionaria en un mismo lanzamiento.

Los motores utilizados por la familia Ariane son los Viking 5 en las primeras etapas y los Viking 4 así como el HM7 en las etapas de inyección en la órbita de transferencia.

### Estados Unidos:

Estados Unidos cuenta con varias familias de lanzadores, cada uno desarrollado por una empresa líder en aeronáutica, o actividades espaciales. Existe en la industria norteamericana tres conceptos de lanzadores debido a la gran cantidad de satélites que posee este país, es aquí donde los conceptos de lanzadores comerciales, militares y



científicos toman forma y se ven sus diferencias en el desarrollo tecnológico que presentan.

Una de las familias de lanzadores es la del vehículo Delta o Thor Delta, desarrollado por McDonnell Douglas desde fines de los 50's. Este vehículo en su versión actual es capaz de colocar 1880 kg. de carga útil en órbita de transferencia.

Es un vehículo que aunque tiene contratos con la USAF (United State Air Force) para el lanzamiento de los satélites Navstar / GPS (EUA), es utilizado de forma comercial principalmente para satélites estadounidenses: Satcom, Galaxy, Westar, Iridium, Globalstar, Marisat.

El cohete Delta, también se ha encargado de colocar en órbita los satélites domésticos como: Telstar-301 (Canadá), Palapa (Indonesia), Koresat (Corea del Sur) y satélites de la OTAN como son los NATO-6A y 6B, además de algunos de los Inmarsat-2

La base principal de este vehículo es en Cabo Cañaveral Florida en la base de la Vandenberg de la USAF.

Este vehículo consta de tres etapas y su receptáculo para satélites tiene un diámetro de 2.9 metros, lo que le permite un gran volumen, aunque es posible adaptarle la coraza del vehículo Titán el cual posee mayor capacidad. Los motores utilizados son llamados Castor (con diferentes configuraciones) y Hercules.

Otra de las familias de lanzadores es la de General Dynamics con sus modelos Atlas / Centauro, estos vehículos vienen funcionando desde 1958 con su primera versión. En esta familia además de las versiones del Atlas, se tiene la configuración Altas Centauro el cual es un vehículo de características para uso militar



Fig. # 7-4 Vehículo Delta 2

El sistema de propulsión de los vehículos Atlas / Centauro se basa en los motores de la serie MA, los cuales pueden dar hasta un empuje de 1800 y 2100 KN en sus versiones 5 y 5A y son lanzados principalmente desde Cabo Cañaveral.

El vehículo Titán, es uno de los cohetes más poderosos en el mundo, este vehículo de carácter militar es utilizado en su versión 3 para inyectar satélites directamente en su segmento espacial, lo que lo hace altamente costoso pero también muy eficiente y rápido en sus operaciones.

El origen del Titan-3 se origina en las versiones Titan-1 y Titan-2 utilizados como misiles balísticos intercontinentales. Alguna vez un cohete Titan-2 Géminis fue utilizado para colocar en una órbita terrestre a dos astronautas. Es construido por la compañía Martin Marietta Comercial.

El Titán es un vehículo de solamente dos etapas y es capaz de llevar 5.5 toneladas de carga útil a 36000 km. de la Tierra. El vehículo es comúnmente lanzado desde Cabo Cañaveral o desde silos secretos de misiles nucleares.



La siguiente familia de lanzadores corresponde al Transbordador Espacial (STS) desarrollado por Boeing. Este vehículo es el único reutilizable y con características totalmente distintas a los demás. Es un vehículo tripulado, por lo que cuenta con características que le permiten su reingreso a la Tierra después de haber concluido su misión.

El Sistema de Transportación Espacial cuenta con tres principales componentes: el primero es una aeronave espacial u "orbitador" el cual contiene a la tripulación y la carga útil, además de componentes adicionales según la misión; el segundo, que es un gran tanque externo no reutilizable de combustible para los tres motores que contiene el orbitador de 200 toneladas de empuje cada uno y, el tercero, que es un par de motores de combustible sólido (1225 toneladas de empuje) que ofrecen el empuje inicial y son reutilizables.

El primer "vuelo" del STS Columbia se da el 12 de Abril de 1981, de ahí a la fecha, la NASA (operador de este sistema) posee además los STS Discovery, Atlantis y Endover además del STS Challenger que exploto en enero de 1986 (donde murieron sus siete tripulantes)

Este vehículo posee un área de carga de 18.3 m. de longitud y 4.6m de diámetro, siendo capaz de transportar 29 toneladas de carga a una órbita especial de 300 km. de altura y desde ahí realizar el lanzamiento o expulsión del satélite, la recuperación de estos cuando se encuentran a esta altura o la construcción de bases espaciales. Se le puede añadir además equipo científico para realizar misiones de investigación.

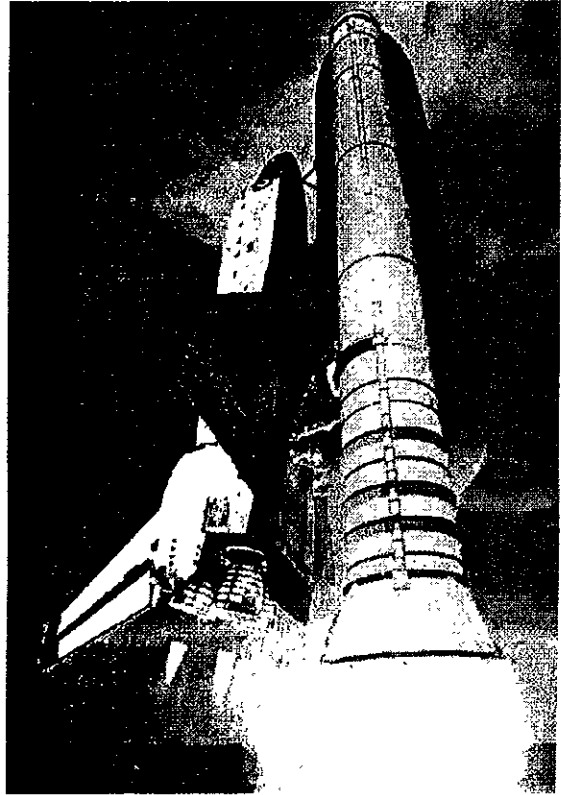


Fig. # 7-5 Vehículo Space Shuttle.

En una etapa de este sistema, era utilizado para la puesta en órbitas de satélites de telecomunicaciones comerciales desde aquí se lanzaron los satélites Morelos-1 y Morelos-2, pero después de la explosión del Challenger, el STS solamente se utiliza por la NASA para misiones científicas o por el gobierno de EUA para misiones militares. Para el lanzamiento de un satélite a órbita GEO, el STS ofrecía mediante unas catapultas y los motores de apogeo, un empuje que liberado de una gran parte de la fuerza de gravedad terrestre lograba la inserción del satélite en su segmento espacial.

El sistema aunque es económicamente costoso, es redituable si se ven las actividades espaciales que realiza EUA con ellos. El STS solamente es lanzado desde Cabo Cañaveral en la Florida

El último y más novedoso de los lanzadores estadounidenses, es el vehículo de baja capacidad "Pegasus" el cual es comercializado por la compañía Orbital Science Corp.

Aunque este vehículo solamente es capaz de transportar 400 kg. a una órbita baja, lo realiza iniciando su despegue desde un avión militar a 12,200 m. por lo que su trayectoria al punto final se ve reducida notablemente y el empuje necesario es menor aunque lo realiza a una velocidad de Mach superior a los vuelos balísticos.

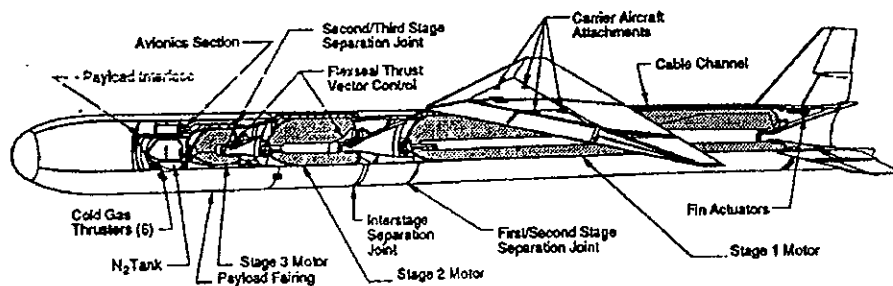


Fig. # 7-6 Vehículo Pegasus.

El Pegasus es capaz de contener un satélite de tipo triaxial, de spin o varios pequeños satélites en un solo viaje por lo que lo vuelve altamente costeable.

### Japón:

Los programas de vehículos de la Agencia Espacial Japonesa (NASDA) son desarrollados por las Industrias Pesadas Mitsubishi y consisten principalmente en dos familias de lanzadores, los tipo N y los tipo H.

Los tipo N son vehículos de 2 etapas el N1 es capaz de colocar 150 kg. en GEO en una coraza de 1.4 m. de diámetro, mientras que el N2 coloca 640 kg. en órbita de transferencia o 360 kg. en GEO.

El modelo H1 es muy similar al N2 a excepción de que utiliza un motor LE-5 en la segunda etapa, llevada bajo su coraza de 2.2m de diámetro una carga máxima de 550 kg. para GEO. Este vehículo inicio operaciones en Agosto de 1986.

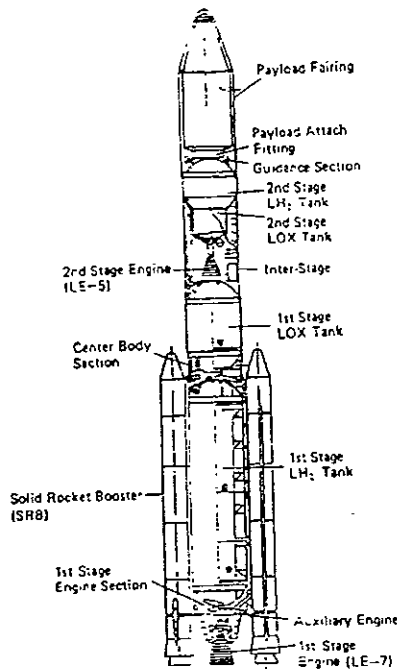


Fig. # 7-7 Vehículo H2.

El H2 modifica su arquitectura utilizando una muy similar a la del Ariane-5 y es capaz de cargar cuatro toneladas en órbita de transferencia. Este vehículo tienen problemas de programación ya que desde su base en Tanegashima solamente cuenta con 45 días al año para ventanas de lanzamiento.

Las versiones N1, N2 y H1 no han podido ser comercializadas debido a que utilizan licencias norteamericanas en algunos componentes.

### Rusia (Ex-URSS):

La ex Unión Soviética desarrolló varias familias de lanzadores en su carrera espacial contra EUA, los principales sistemas que llegaron a trascender por su rentabilidad fueron los llamados: Cosmos, Cyclone y Protón

Se tiene poca información de estos sistemas de lanzadores, del sistema Cosmos se sabe que fue inicialmente un misil balístico de propelente líquido desarrollado por la ahora NPO Yuzhnoye en Ucrania. Cuenta con dos versiones Cosmos-B y Cosmos-C los cuales tiene sus orígenes de vuelo desde 1962 y 1964 respectivamente. Mediante este vehículo se han colocado varios de los satélites de la serie Cosmos

El sistema Cyclone desarrollado en 1977, es un cohete de dos etapas, equipado con motores RD-861 que proveen 78 KN durante 118 segundos, posee un peso de 185 toneladas y un tamaño de 39.3 m. por 2.7m de diámetro. Es lanzado desde el cosmodromo de Plesetsk y puede llevar 3.6 toneladas a órbitas LEO. Mediante este vehículo se han lanzado los satélites Gonets e Intercosmos.

El tercero y quizás más comercial de los sistemas de lanzadores, es la familia Protón, el cual se basa en una arquitectura de tres etapas, aunque probablemente la nueva versión, el Proton-M (1998) conste de hasta cinco etapas. La primera misión de este equipo se dio en 1965 y se ha utilizado para poner en órbita satélites como los de la serie Mars, Luna, Raduga, Statsionar, Gorizont, Ekran, Luch

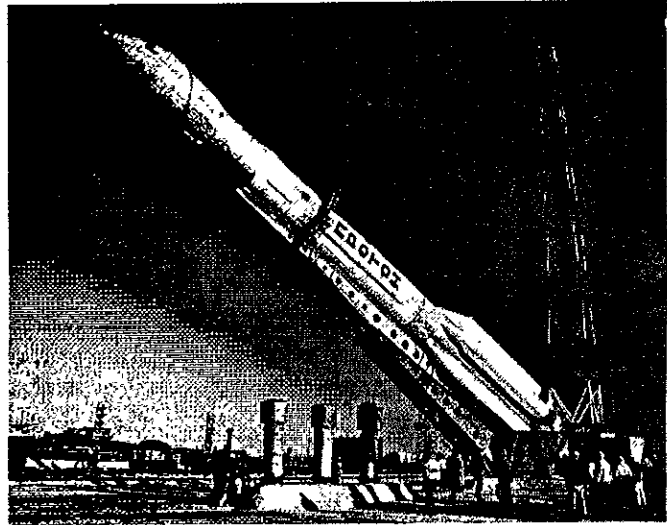


Fig. # 7-8 Vehículo Protón

y Cosmos, así como satélites de otros países como son el Astra-1F (Lux), Telstar-5 (Canadá), Iridium (EUA) e Inmarsat (Inter.). La capacidad de carga del Protón es de 4600 kg. en órbita GEO.

Se puede analizar el costo de estos lanzadores, y se observa que tanto el STS, como el Titan (de inyección directa) resultan altamente costoso, los equipos Protón y N2, bastante baratos pero con una baja efectividad, lo que los vuelve riesgosos e incosteables. Por lo que vehículos como Delta y Ariane, resulta una opción viable y segura para un mercado de satélites domésticos para países en desarrollo.

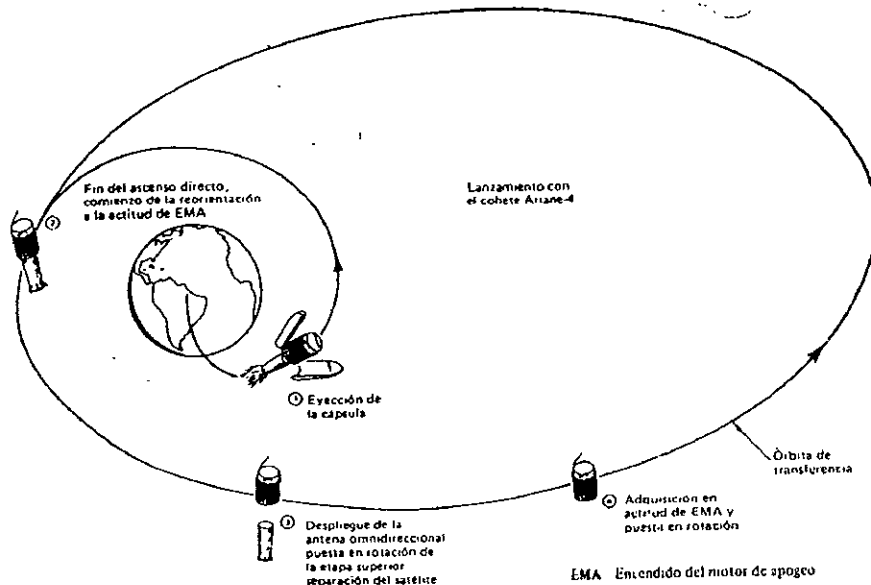
El lanzamiento de un satélite de comunicaciones es un proceso interesante y desgraciadamente aun con riesgos notables de fracaso. Esto es debido a la increíble cantidad de factores, influencias y parámetros de todo tipo que interaccionan entre si en el proceso, y a los numerosos elementos de los más variados campos de la tecnología que han de integrarse, adaptarse y cooperar mutuamente en la operación

El lanzamiento propiamente dicho se desarrolla bajo la responsabilidad de la compañía u organización que aporta el lanzador, y cuyo compromiso suele concluir al situar el satélite en perfectas condiciones en la denominada órbita de transferencia.

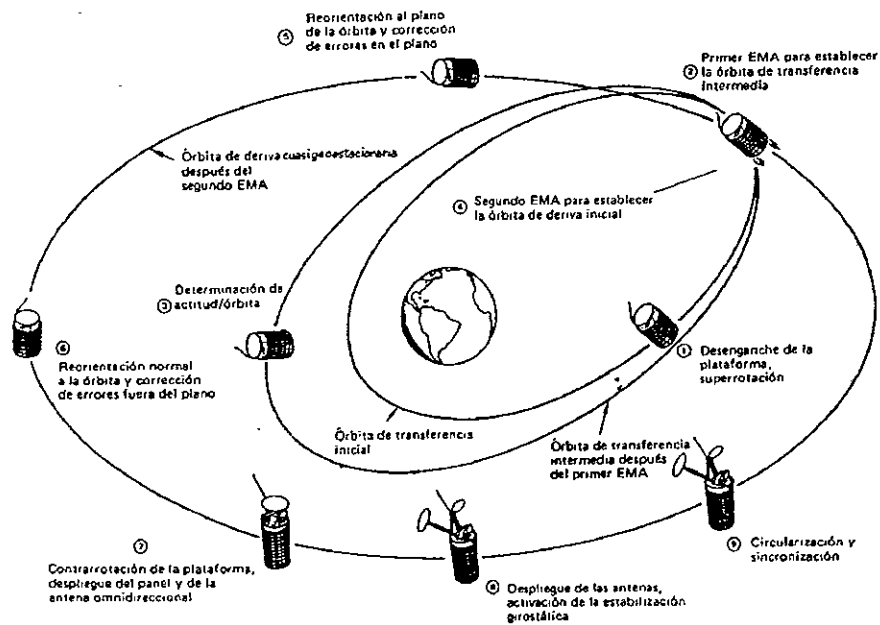
Dependiendo de la posición geográfica de la base de lanzamiento, de las estaciones terrenas de apoyo disponibles, del tipo de lanzador, y sobre todo de las propias restricciones que imponga el satélite, la operación solo se puede iniciar en determinados periodos del día denominados ventanas de lanzamiento. Estos periodos suelen ser diariamente de una a cinco horas, dependiendo de la época del año y de los factores citados.

Un proceso de lanzamiento bastante convencional es el de la denominada Transferencia de Hofmann, que supone los siguientes pasos:

- Disparo del conjunto lanzador - satélite desde la tierra hacia el Este, aprovechando la rotación terrestre (463 m/s en el ecuador)
- Colocación del satélite, junto con la última fase del lanzador, en una órbita baja de estacionamiento, con perigeo de unos 200 km.
- Impulsión del satélite a una órbita elíptica denominada de transferencia y cuyo apogeo es de unos 36000 km. Alcanzada esta órbita concluye el lanzamiento propiamente dicho.
- A partir de la zona de apogeo de la órbita de transferencia, y utilizando el empuje del motor de apogeo integrado en el propio satélite, se realiza el viaje hasta la órbita geoestacionaria definitiva.



(A) Colocación en órbita de transferencia



(B) Adquisición de la órbita geosíncrona.

Resumen de una misión de puesta en órbita geoestacionaria.

Fig. # 7-9 Puesta en órbita GEO.

En el caso especial de utilizarse el orbitador o lanzadera, vehículo tripulado capaz de retornar a la tierra al concluir su misión, el viaje hasta la órbita de estacionamiento es parecido. Es en esta órbita donde, durante uno de los pasos por encima del ecuador, se



libera el satélite unido a un motor adicional, el de perigeo, equivalente a una tercera fase y encargado, por ejemplo unos 45 minutos después, de la inyección hacia la órbita de transferencia mediante una impulsión de unos 90 segundos.

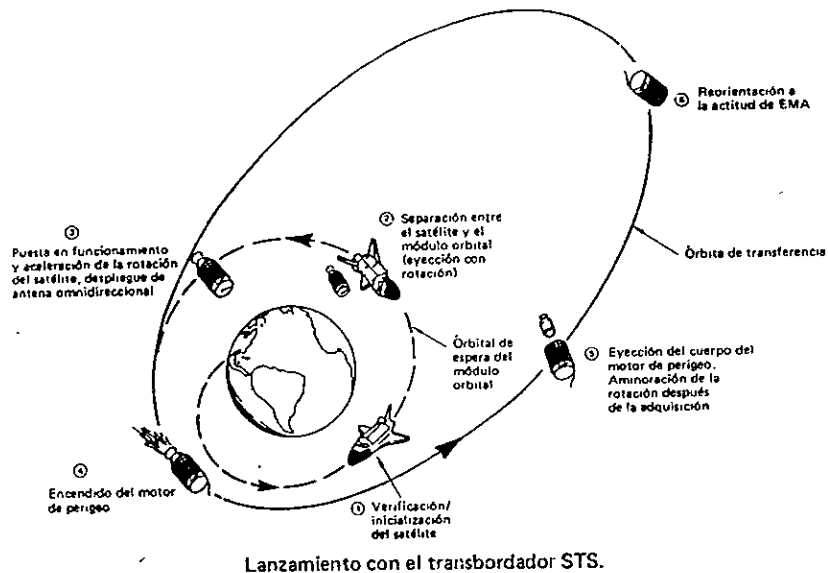


Fig. # 7-10 Lanzamiento con el transbordador STS.

Desde el poco tiempo después de situado en la órbita de transferencia el satélite ya dispone de una antena omnidireccional operativa, a través de la cual se establecen los enlaces para el telecontrol y lectura de medidas para checar que el satélite haya soportado los efectos del despegue y la trayectoria que tiene para reajustar los cálculos necesarios. El encendido del motor de apogeo se realiza en la tercera o cuarta vuelta de la órbita de transferencia.

Concluida la labor del motor de apogeo, el satélite se encuentra aproximadamente en la órbita geoestacionaria definitiva. Unas horas después se inician las maniobras necesarias para corregir la altura al valor nominal de la órbita y orientación respecto a la tierra, desplegándose además paneles y antenas. Estas maniobras pueden durar días hasta lograr la estabilización de sus movimientos.

### 7.3 Tendencias mundiales.

En la industria de los lanzadores de satélites, existen varias tendencias actuales en lo que respecta a su administración, desarrollo, investigación, equipo o material utilizado, fines buscados, mercado buscado, etc.

Para ultima parte del capítulo, se verán algunas de las tendencias más notorias o influyentes en la industria, analizando los datos presentado a lo largo del capítulo.

En lo que respecta a los mercados, la globalización de la economía ha roto ese viejo paradigma de los mercados nacionales o paternalista, esto ha permitido que junto con las aperturas económicas que sufrieron algunos de los países socialistas, las opciones de lanzadores aumentarán a nivel mundial, destacando aquello que poseían características que los hicieran útiles para el cliente, en su experiencia, en su posición geográfica, en el costo, o debido a la órbita buscada. Fue así como la industria china se introduce en el mercado occidental ofreciendo un vehículo eficaz, potente y a buen precio, la industria europea tiene elevados niveles de crecimiento al presentar un cohete con alto rendimiento, una posición de lanzamiento estratégica y un incremento en las actividades satelitales de la UE y Latinoamérica así como una parte del mercado de Asia.

Ante estos cambios y siguiendo con una globalización, surge la fusión comercial de empresas de distintos países, capturando un mercado flotante al ofrecer en el caso de ILS (International Launch Services) dos vehículos rentables (Atlas y Protón) con dos centro de lanzamiento que cubrirían cualquier expectativa del cliente con lo referente a cualquier tipo de órbitas o a cualquier arco geoestacionario para su satélite. Esta fusión de Lockheed Martin, Khrunichev Enterprise y NPO Energia en 1995 rompe el concepto de enemigos espaciales que existía entre EUA y la ex-URSS.

Otro de los conceptos que hoy sufren un cambio radical es el de los centros de lanzamiento, si anteriormente aquellos países o industrias de lanzadores que tenían su centro de lanzamiento cerca del ecuador estaban en ventaja sobre los demás para colocar satélites en órbitas geoestacionarias (pues para órbitas inclinadas o polares, son otras las características necesarias) los cuales son un porcentaje alto del mercado.

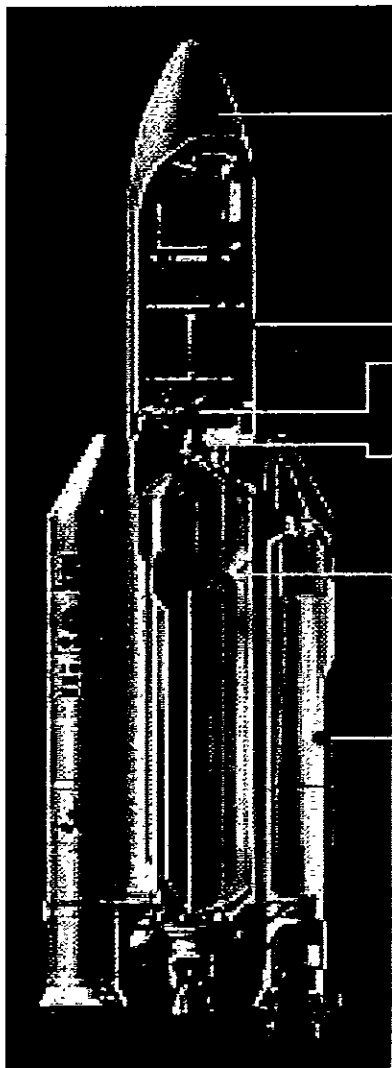
Ahora, con un nuevo equipo de Boeing, KB Yuzhnoye/PO Yuzhmash y RSC Energia, el SeaLaunch, es posible, el lanzamiento desde el plano del ecuador mismo en el Océano Pacífico, este equipo que consta de una plataforma marítima capaz de albergar un lanzador del tipo Zenith (Ucrania) y una embarcación que hace las funciones de centro de control y comando puede realizar la puesta en órbita de transferencia de un satélite de 5 toneladas.

Las partes que integran el concepto SeaLaunch son: un puerto de embarque en Long Beach California, una plataforma de lanzamiento marítima que transporta el vehículo y el satélite desde el puerto hasta el sitio de



**SEA LAUNCH**

lanzamiento, para después soportar el despegue de éste con una estabilidad adecuada y una embarcación de 660 pies de largo donde se concentrarán las operaciones de control y seguimiento del lanzador a 5 kilómetros de distancia



Dentro de las industrias de lanzadores con un alto desempeño encontramos al consorcio europeo Ariespace, el cual desde su creación en 1980, ha firmado 174 contratos de servicios de lanzamiento, la cantidad de satélites lanzados que tiene en su historial es de 132 de los cuales 117 son de telecomunicaciones, llevándose más del 70 por ciento del mercado Latinoamericano.

Para el próximo año Ariane tiene ya una cartera de 42 satélites programados, confirmando así su sólida posición de líder en el mercado de los lanzamientos de satélites comerciales.

En otro campo donde se inicia una tendencia mundial es en el diseño de vehículos reutilizables como

Fig. # 7-11 Ariane 5

el transbordador espacial de EUA, actualmente, el programa ruso cuenta con una versión un poco más modesta de este transbordador desde hace algunos años, el Buran (Tormenta de Nieve) como fue llamado, tiene problemas en su blindaje por lo que el reingreso a la tierra puede resultar riesgoso pero su cohete propulsor, el Energya, resulta impresionante.

En Europa, ESA tiene también un proyecto de transbordador, Hermes, el cual sería acoplado al Ariane-5, y por último el proyecto espacial japonés también contempla un transbordador o vehículo reutilizable propio, este proyecto es llamado HOPE.

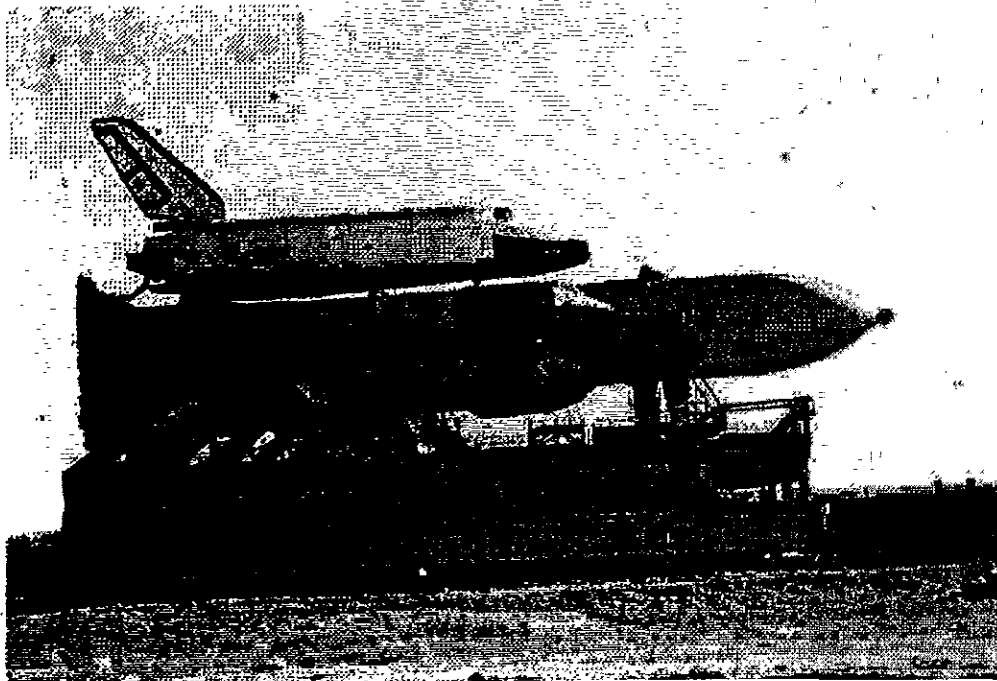


Fig. # 7-12 Lanzador Buran (Rusia)

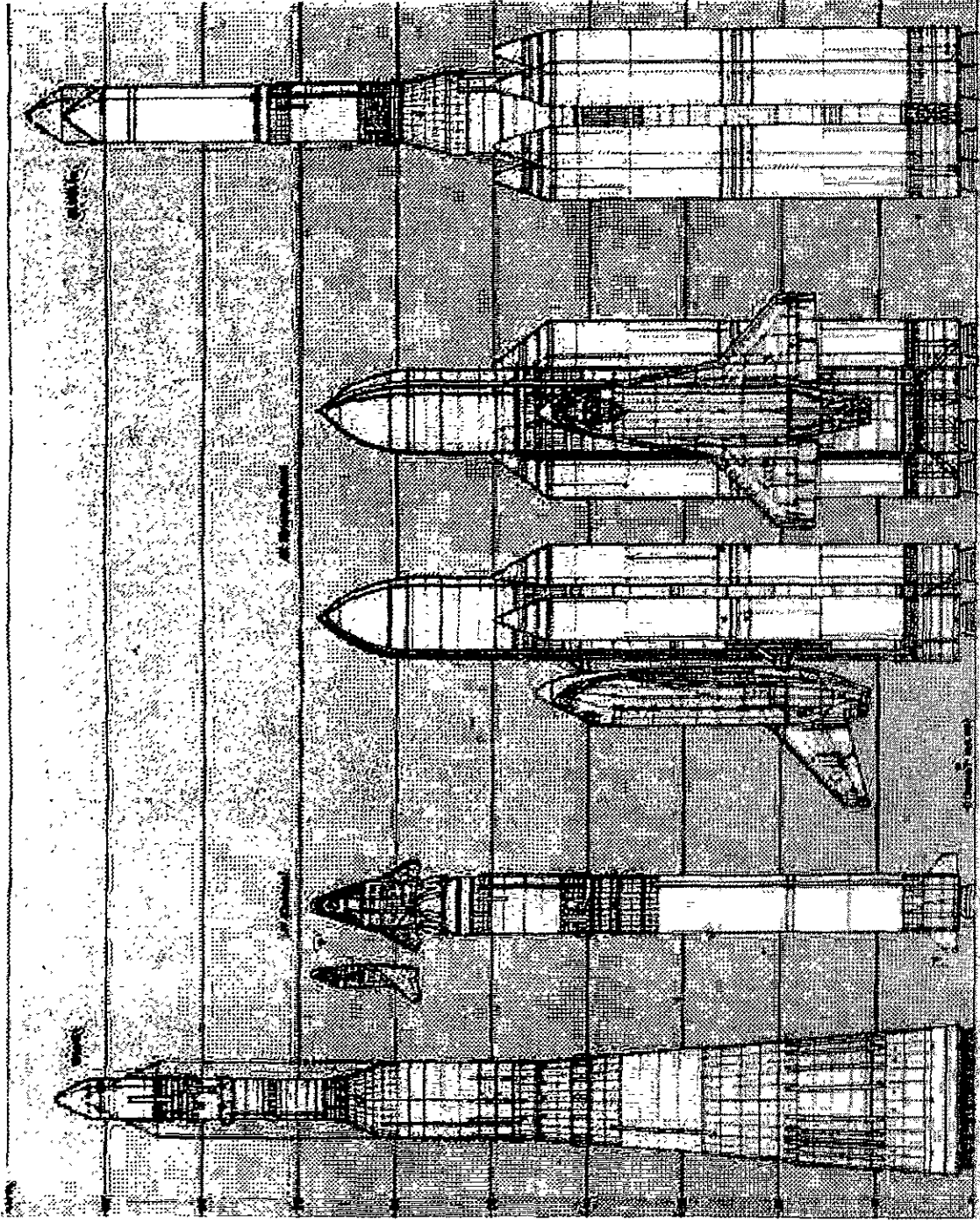


Fig. # 7-13 Sistema Energia de vehículos espaciales.

## **8. Tendencias y Conclusiones**

### **8.1 Tendencias en construcción de satélites.**

Las compañías constructoras de satélites están en un constante desarrollo de tecnología que les permita incluir en sus plataformas, aparte de las características solicitadas por los clientes, que se basan en los tipos de uso y áreas de cobertura, características que los vuelvan más rentables y por lo tanto atractivos para unos usuarios que tienen la libertad absoluta de escoger entre un variado grupo de opciones. Es así como los avances en combustibles, transpondedores, antenas, fotoceldas, materiales, etc. son de vital importancia para el constructor de satélites.

Algunas de las nuevas características buscadas en un satélite pueden ser: la vida operacional que pueda llegar a tener (actualmente puede ser de hasta 15 años), el mecanismo de apuntamiento que garantice una precisión adecuada (0.1' en modo convencional); subsistemas de control térmico eficientes, subsistemas eléctricos que ofrezcan una adecuada capacidad (las baterías níquel / hidrogeno pueden soportar un número de ciclos superior a los requeridos y las nuevas celdas de arseniuro de galio ofrecen una mayor eficiencia en la transformación de la energía); subsistemas de propulsión que permitan la inyección adecuada y el control orbital (actualmente se utiliza monometil hidracina y tetroxido de hidrogeno como propulsores presurizados con helio, bipropelente)<sup>56</sup>, sin embargo ya se utilizan también propulsores eléctricos con gases de Xenon para las maniobras de control de orientación, (en el Morelos-3 para las maniobras de Norte-Sur y de apoyo en las de Este-Oeste).

---

<sup>56</sup> Folleto informativo de sistema HISPASAT.

Estos cambios se dan en gran parte debido a que existe una limitación física de posiciones para satélites de servicio fijo en las bandas C y Ku, principalmente en el arco de Norteamérica donde EUA tiene 33 posiciones, Canadá, cuatro y, México, tres.

Esta limitación se trato de subsanar al reducir la distancia entre satélites de cuatro o cinco grados a dos grados (1400 km. aprox.) pero esto puede producir interferencias entre sí ya que existen factores como el patrón de las antenas, el BW de la transmisión y la potencia de esta que afectan. Las soluciones hacia las cuales existe una tendencia son la construcción de antenas más grandes (con haces más angostos), la utilización de frecuencias más altas (haces más angostos para el mismo tamaño de antenas), control, de lóbulos laterales o, el enlace entre satélites que ofrecería un menor congestiónamiento de señales tierra - espacio - tierra.

Todos estos cambios y tendencias de desarrollo tecnologico evolucionan con un mismo fin, ofrecer una ventaja mas en el mercado satelital. A continuacion se presentan algunos cambios importantes de destacar, estos cambios se describen por conceptos separados, debido a que cada uno de estos, aunque influyen posteriormente en los demas, su proceso de investigacion y desarrollo es independiente.

- Antenas.

Las antenas como una de las partes fundamentales de los subsistemas de comunicaciones en un proyecto satelital, se han dividido en tres categorías de acuerdo con su función, lo que permite poder perfeccionarlas de acuerdo con esta, y obtener así los mejores resultados para un uso específico. Las categorías de las antenas son: Comunicaciones, TT&C y antenas para satélites con características especiales.<sup>57</sup>

Dentro de la categoría de comunicaciones, quizás donde más tecnología se aplica debido a la demanda del reuso de frecuencias y a los nuevos sistemas de haces múltiples, los diseños de las antenas tienen una tendencia a incrementar su ganancia (cada vez más), a reducir los lóbulos laterales, lo que permite menos interferencia entre satélites y la distancia entre estos se puede

---

<sup>57</sup> IEEE Vol 80, Enero 1992, *Yeonming Hwang*, pag. 183

reducir y, a utilizar polarizaciones cruzadas, lo que ofrece una mayor capacidad de información utilizando las mismas frecuencias.

Pero aún dentro de las antenas de comunicaciones, tres tipos genéricos han tomado las diferentes aplicaciones que puede tener las comunicaciones satelitales, las llamadas antenas de reflector donde la tendencia es a reducir su peso, simplificar su estructura y a obtener diseño óptimos (por ejemplo, conformando el reflector para obtener el parámetro de radiación deseado), ofrecen la comunicación Tierra / Espacio, las antenas de lentes, las cuales mediante luz, piensan aprovechar la propiedad óptica de punto de vista para obtener una comunicación directa bajo las leyes de la física espacial (en el vacío) y por último los arreglos de fase, que ofrecen mediante la administración de potencia a diferentes combinaciones de celdas - antenas ofrecen la huella de cobertura deseada evitando así interferencias o aprovechando la concentración de potencias del satélite y fáciles reconfiguraciones.

- Antenas multihaces.

El incremento de las comunicaciones satelitales, y la necesidad de comunicación o recepción de varios satélites, ha obligado a algunos usuarios a la utilización de un número considerable de antenas para poder cubrir esos requerimientos, la presentación de la antena "Simulsat" de ATCi, parece ofrecer al mercado una solución, al presentar una antena capaz de recibir mediante un arco de vista de 70 grados la señal de 35 o más satélites (depende claro de que orientación se le dé) simultáneamente, lo que permitiría la reducción o eliminación de las llamadas "granjas de antenas"

- Antenas Multiservicios.

Hoy en día, HNS ( Hughes Network System) subsidiaria de Hughes Electronic, ofrece al mercado de servicios satelitales su sistema de recepción DirecDuo™, el cual, mediante un solo plato elíptico de 21 pulgadas, permitirá recibir datos (DBS) para una computadora a una velocidad de 400 kbps. (DirecPC™) y video/audio digital (DTH) con 200 canales para un sistema DSS (Digital Satellite System) de televisión (DirecTV™).



- Satélites regenerativos.

Bajo el concepto de Clark, los satélites fueron y son en algunos casos, simples repetidores de las señales de radiofrecuencia transmitidas desde la Tierra. Estas señales recibidas, amplificadas, cambiadas de frecuencia y nuevamente amplificadas, eran mandadas de forma general a la zona de cobertura de las antenas. El nuevo concepto de satélite "inteligente" realizará la recepción de la señal, la amplificación de ésta, la demodulará, la conmutará en banda base de ser necesario (lo que lo define como un satélite digital), y modularía la señal nuevamente, la cambiaría de frecuencia, amplificándola y mandándola a las estaciones destino solamente. El procesamiento de manera digital de la información a bordo del satélite evitaría la redundancia o pérdida de información. Ver Fig. # 8-1 (pagina siguiente).

- Satélites con haces concentrados.

Este sistema de haces saltadores fue desarrollado con dos objetivos básicos, el primero, permitir que gracias a la reducción del área de cobertura momentánea, la potencia del satélite se puede concentrar, lo que permite una mejor recepción y una reducción del tamaño del equipo terrestre, antenas, potencias, etc.

El segundo objetivo sería la organización y distribución de frecuencias y polarizaciones en una cobertura compartida entre varios satélites o un mismo satélite con múltiples haces; ya que, un haz concentrado con ciertas características permitiría la existencia de otro haz muy cercano o en un sector contiguo, el cual podría poseer una polarización distinta evitando así interferencias.

- Antenas con reuso de frecuencia.

La industria satelital ha desarrollado inicialmente dos planes de reuso de frecuencia que permita aprovechar además de las características de los haces concentrados, una cobertura compartida con otro sistema, lo cual permitiría una mayor competencia.

Interconexión de dos redes con portadoras de diferente capacidad

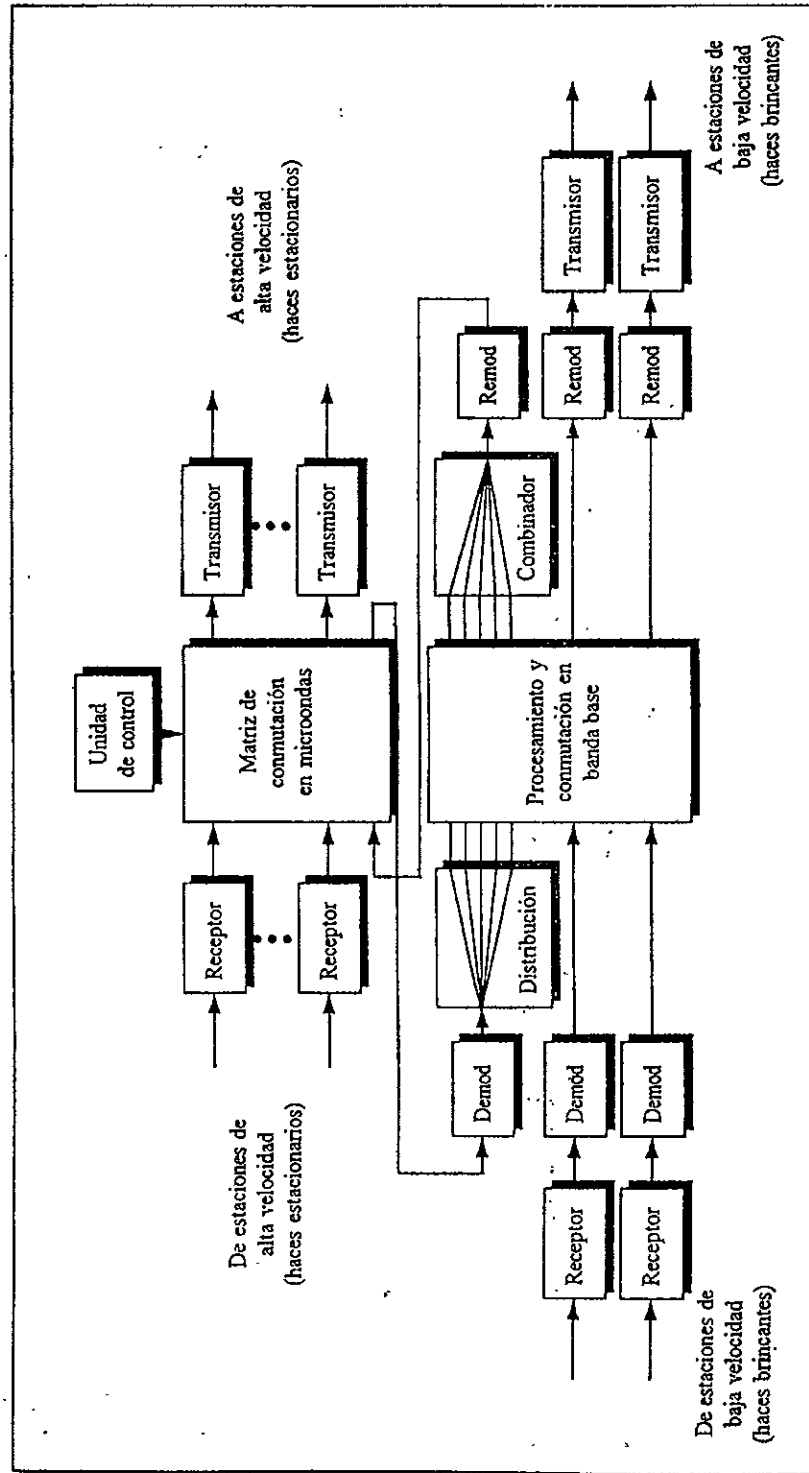
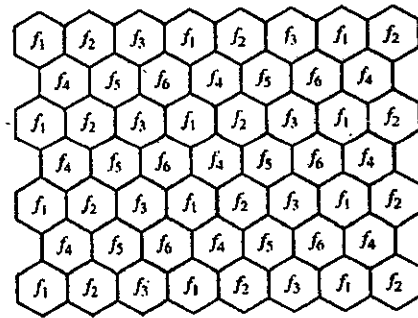


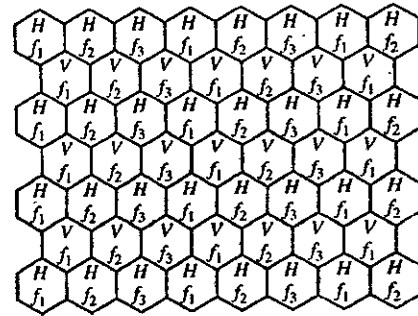
Fig. # 8-1 Diagrama de bloques de un "satelitte regenerativo".<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Tesis doctoral, Salvador Landeros, UNAM, 1997, pag. 28

Estos planes son: el crear un arreglo de antenas en forma de paneles, donde cada antena posea una frecuencia distinta a la de las otras que la rodean (Fig. # 8-1a ) esto permitiría una posible variedad de coberturas en combinación con distintas ganancias. Mas, si a este arreglo de antenas, se le aplica una variación de polarización horizontal/vertical, (que actualmente se utiliza para aumentar el BW de un satélite), nuestro factor de reuso se vería duplicado (Fig. # 8-1b).



(a)



(b)

Fig. # 8-2 Planes de reuso de frecuencia.

- Amplificadores, SSPA vs TWTA.

Ambos amplificadores de potencia utilizados en los transpondedores satelitales, presentan cada uno ciertas características de funcionamiento, pero para los diseñadores de plataformas algunas son más importantes que otras. Mientras que un TWTA puede ofrecer una eficiencia entre el 50 y 60 por ciento, un SSPA va del 25 al 30 por ciento bajo las mismas condiciones de prueba, además, la siguiente gráfica nos muestra que mientras la linealidad de ambos es similar, un TWTA puede ofrecer 3dB más que un SSPA, es entonces mediante un análisis de respuesta en frecuencia el que nos mostrará que el SSPA puede poseer en la banda C una mejor relación tamaño / costo / desempeño que el TWTA, mientras que la ventaja en la Banda Ku será para TWTA, el cual no incrementara su tamaño (problema de SSPA) al modificar la frecuencia y ante la necesidad de una mayor potencia.

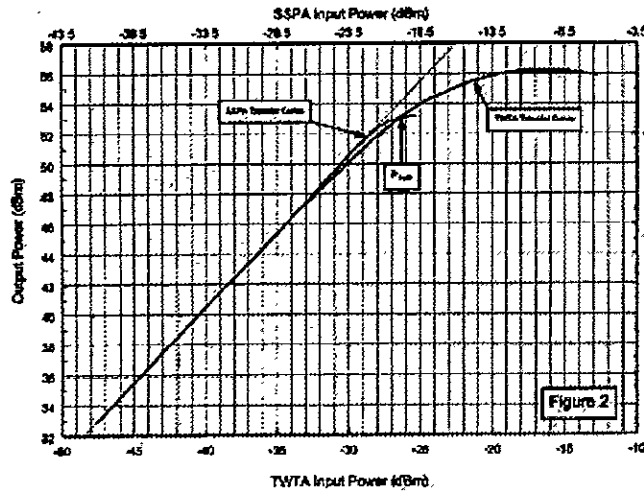


Fig. # 8-3 TWTA vs SSPA (Linealidad).<sup>59</sup>

La siguiente tabla donde se muestran las características de cada uno de los amplificadores, es una comparación que nos permitiría decidir el tipo de amplificador necesario para nuestros objetivos.

Tabla 8-1 TWTA vs SSPA

	TWTA	SSPA
Rango de frecuencias de operación	3.7 -4.2 GHz	3.7 - 4.2 GHz
Nivel de saturación en la potencia de salida	8.5 W	8.5 W
Nivel de ganancia en saturación	58 dB	58 dB
Nivel relativo de la intermodulación de 3er nivel	11 dB	15 dB
Coefficiente de conversión AM/ PM	4.5 'dB	2 'dB
Eficiencia de conversión DC a RF	32%	28%
Masa	2.2 kg.	0.9 kg.
Falla en 10e9 horas	>2000	<500

- Banda Ka.

Ante la autorización de la UIT para la utilización de la nueva banda Ka en el servicio satelital, se han desarrollado satelites experimentales para analizar el posible potencial de esta banda. Uno de los nuevos satélites que utilizan la banda Ka es el satélite europeo Olympus el cual es el primero en ofrecer la capacidad

<sup>59</sup> Satellite Engineer Online Magazine, Stephan Van Fleteren, Sep. 97, pag. 1

de la banda 20/30 GHz en Europa. Este satélite conectado a una red de terminales VSAT's, ha probado nuevas tecnologías en la transmisión de datos, videoconferencias, televisión de negocios, telefonía rural, educación a distancia y de HDTV.

Aparte de este satélite europeo, actualmente se están desarrollando una serie de sistemas satelitales que trabajaran en la banda Ka, estos sistemas, dentro de los cuales se encuentran participando grandes compañías de telecomunicaciones, estarán en pleno funcionamiento dentro de muy poco tiempo.

La siguiente tabla nos muestra un cuadro resumen de estos sistemas en banda Ka.

**Tabla 8-2 Sistemas en banda Ka.**<sup>60</sup>

Programa	Compañía	Capacidad [Gbps]	No. de satélites	Puesta en marcha	Costo [USD\$]
Astrolink	Lockheed Martin	61	9	2000	4 Billones
Celestri	Motorola	115	63	2000	12.9 Billones
Cyberstar	Loral Aerospace	15	3	1999	1.6 Billones
GE Star	GE Americom	44	9	2001	4 Billones
M Star <sup>61</sup>	Motorola	166	72	2001	6.1 Billones
Spaceway	Hughes Galaxy	88	20	2001	3.2 Billones
Teledesic <sup>62</sup>	Teledesic	64	288	2000	4 Billones

Estos son los proyectos mas fuertes y mas viables, aunque existen otros proyectos de satélites en banda Ka como por ejemplo: Euroskyway (Alenia), KaStar, Morning Star, Orion, Skybrodge (Sativod), VoiceSpan (AT&T) y West de Matra Marconi.

<sup>60</sup> Global Satellite Networks, *Comlinks.com*, WWW, 1997

<sup>61</sup> M Star posiblemente sea parte del proyecto Celestri, tambien de Motorola

<sup>62</sup> Al entrar Boeng al proyecto, el numero de satelites se redujo de 840 a 228.

- Enlaces entre satélites (ISL) y tecnología LASER.

Con este concepto bastante próximo (será aplicado en las constelaciones de satélites LEO's) se evitan dobles saltos ahorrando ancho de banda utilizado, permitirá además, el mantener un enlace aunque los satélites salgan de la cobertura o la flexibilidad de una cobertura más amplia mediante satélites en diversas posiciones.

Estos enlaces se pueden dar en frecuencias de microondas (que en el espacio no causarían interferencia con las terrestres) que necesitarían antenas grandes y de tasas bajas de transmisión o mediante enlaces ópticos, en donde las antenas podrían ser bastante pequeñas, con una alta tasa de transmisión, pero con dificultad de apuntamiento.

La aplicación de la tecnología LASER en los satélites de comunicaciones ha sido estudiada esta década. Haces de láser (luz concentrada) pueden ser utilizados para enlaces intersatelitales o tierra espacio aunque la tasa de transmisión es limitada debido a la absorción y distorsión de la atmósfera. Estos láser, operados en la longitud de onda azul - verde, pueden penetrar el agua por lo que son usados en las comunicaciones entre submarinos y satélites.<sup>63</sup>

Este tipo de enlaces, también ha probado su desempeño en la etapa tierra-espacio, pues un buen sistema de apuntamiento lograría una comunicación eficaz, el problema surge en la etapa espacio - tierra, pues el temor a un pequeño error de apuntamiento es palpable por lo que se han evitado.

- Energía y combustible.

En lo que respecta a las celdas solares, baterías y combustibles las tendencias actuales son:

Celdas solares

Silicio

→ Arseniuro de Galio

→ Diselenuro de Cobre +

Indio + Sulfuro de Cadmio

Mayor eficiencia

<sup>63</sup> Enciclopedia Encarta, CD-ROM, Microsoft, 1996

Baterías:	Niquel - Cadmio	→ Nique - Hidrogeno	Mayor numero de ciclos de carga / descarga
Combustible:	Hidracina (monopropelente)	→ Hidracina (Bipropelente) → Hidracina + Helio +Xenon	Mayor empuje Impulsores electricos
Attitude:	Control desde tierra	→ Automatico con microprocesadores a bordo	

Debido al alto numero de opciones que actualmente hay, existe una necesidad entre los prestadores de servicio o constructores, de ofrecer una compatibilidad de sus equipos con su complemento, (satélite / lanzador) debido a que el cliente cuenta con una serie de opciones que de ninguna manera pueden ser limitadas por alguno de los constructores ya que este perdería clientes automáticamente en un mercado de libre competencia. Es tal la competencia o la variedad de mercado que por ejemplo, Hughes, constructor de satélites; ofrece una total compatibilidad con los vehículos Ariane-4 y 5, Atlas, Protón, Long March-3C así como también con los vehículos Delta-3 y el sistema de lanzamientos en el mar de Boeing, es decir, todos los sistemas de lanzadores comerciales que existen para satélites civiles. Este tipo de estrategias da como resultados que, la constructora de satélites GM - Hughes presente una experiencia acumulada de más de 800 años de operación en los satélites comerciales de comunicación, sobrepasando los supuestamente 650 años acumulados por los satélites de todos los otros fabricantes. Actualmente Hughes se encuentra atendiendo 17 clientes solicitando 63 satélites del tipo HS601 / HS601HP.<sup>64</sup>

Otro tipo de estrategia seguido por Hughes, es por ejemplo la fusion con otras compannias lideres en su ramo que le permitan annadir valor agregado a sus equipos. Esto se refleja en la industria satelital, ya que haber pasado de nueve a tres grandes consorcios de servicio fijo, que cuentan con un numero alto de satélites geoestacionarios en operación y otro tanto en construcción, la industria (en este caso la estadounidense) se consolida como líder en la capacidad de construcción y administración ya que en este aspecto se han creado tambien más operadores de satélites internacionales así como empresas de difusión directa de televisión via satelite.

<sup>64</sup> Resumen ejecutivo del Morelos-3, *Hughes, 1997*.

## 8.2 Tendencias en operación de Sistemas Satélitales.

Aunque las actividades satelitales llevan ya algunos años en desarrollo, la participación de sistemas civiles era escasa debido al alto costo que implicaban, tanto en su segmento espacial como en la infraestructura terrestre. Esta ha visto incrementado su número de satélites año con año, a excepción de los 80; cuando las nuevas tecnologías permitían el remplazo de "n" número de satélites con un solo equipo (de mucha mayor capacidad) y en la actualidad con la entrada en servicio de las nuevas constelaciones tendrá un crecimiento explosivo debido a las necesidades de comunicación existentes y a la globalización de los sistemas económicos, donde la información adquiere un valor sin precedentes.

La tendencia de los satélites como entes individuales ha sido la de reducir sus áreas de cobertura para poder ofrecer una mayor potencia en sus transmisiones, en los años 60's Clark proponía tres estaciones espaciales para una cobertura mundial, tiempo después INTELSAT define sus regiones oceánicas aumentando el número de equipos, surgen después los sistemas domésticos, lo que produce una reducción de haces, y un incremento de aparatos, aparecen además sistemas regionales e internacionales existiendo la necesidad de una coordinación para la coexistencia de las coberturas. El congestionamiento de la órbita geostacionaria ocasiona una serie de innovaciones tecnológicas, pero la solución física conduce al uso adicional de órbitas bajas e intermedias lo que vuelve necesario una tecnología avanzada de control y conmutación.

Los satélites en órbitas no geosincronas (LEO, MEO, Polares, Inclínadas, etc.) han tomado nueva vida, la necesidad de una cobertura mundial y la búsqueda en la reducción del tamaño en las terminales terrestres, han llevado a los operadores de satélites a buscar soluciones. Una de estas soluciones la ofrecen las órbitas no geostacionarias, las cuales pueden ofrecer bajo ciertas configuraciones un 100 por ciento de cobertura de la Tierra, una reducción del PIRE necesario y los requerimientos en la relación G/T pueden permitir la reducción del tamaño de las antenas (de la terminal y del satélite) y reducir el tamaño de la terminal; en el satélite esto significa reducción de tamaño o quizás ampliación de otros subsistemas, la nueva distancia usuario/ satélite (mucho menor ahora) ofrecerá un menor retraso de la señal.



Los factores que intervienen en la selección de un método de acceso satélital son los que permiten decidir que tipo de acceso utilizar en base a las necesidades o expectativas propias de cada sistema, estos factores son: Capacidad, Potencia y Ancho de Banda, Interconectividad, Crecimiento, Servicios, Interface Terrestre, Seguridad de la Comunicación y la relación Costo - Beneficio. Uno de los mas efectivos y novedoso de los accesos es:

- TDMA.

Este sistema de acceso, experimentado por la NASA, mediante su satélite Acts, se basa en dos conceptos diferentes, el primero llamado OSBS/TDMA Switcheo Abordo en Banda Base y el segundo SS/TDMA o con Matriz de Switcheo que son los nuevos conceptos de satélites con procesamiento a bordo. El primero permite que el satélite recoja todo los "paquetes" de información proveniente de cada una de sus estaciones terrenas, estos paquetes, los cuales poseen diferentes destinos, serán almacenados en el satélite mismo y catalogados por grupos para que posteriormente, cuando un destino posea los suficientes paquetes, estos sean enviados mediante un haz concentrado acorde a la E/T destino. En el segundo, la agrupación por destinos se hace desde la E/T y son mandados los grupos al satélite, este hace un recorrido por las estaciones de cobertura, y al pasar por una entrega los paquetes para ella y recoge los grupos de paquetes que tenga en ese momento (Fig. # 8-1).

Existen varios proyectos actuales para la especialización y capacitación por parte de algunos sistemas de servicios innovadores del mercado satélital. Estos servicios como la televisión directa al hogar (DTH/DBS) ofrecidos mediante satélites de alta potencia que distribuyen en forma digital más de 100 canales de televisión para ser recibidos directamente en los hogares, con antenas de menos de un diámetro.

Sistemas globales de comunicación móvil personal, con satélites de órbita baja (LEO) y de órbita media (MEO) que antes del año 2000 ofrecerá servicios de comunicación móvil vía satélite con cobertura mundial, de datos, telefonía o fax con

terminales de bolsillo que funcionan en forma dual, localmente usando telefonía celular y fuera de su cobertura como teléfonos satelitales.

Desarrollo de super vías de información vía satélites a través de sistemas globales de equipos en la nueva banda de frecuencias Ka para enlazar computadoras con alta velocidad, en cualquier parte del mundo.

De 1990 a 1995 la capacidad de transpondedores (equivalentes de 36 MHz) se incremento en un 37.8 por ciento y se estima que para el año 2000 este incremento sea del 31 por ciento mas con respecto a 1995, este crecimiento se dará en algunos mercados o sistemas debido a los proceso de desregulación o privatización que sufren. La siguiente tabla nos muestra un expectativa probable de crecimiento.

**Tabla 8-3 Expectativas en la capacidad mundial de transpondedores equivalentes.** <sup>65</sup>

Sistema o región	1990	1995	2000 *	Origen del crecimiento a futuro
INTELSAT	776	1015	1400	Lanzamiento de los satélites Intelsat-8 e Intelsat-8A de alta capacidad.
PANAMSAT	36	160	400	Crecimiento de su participación en el ámbito mundial debido al éxito de la organización.
EUA	706	750	800	Incremento en los servicios de DTH.
Canadá	120	140	180	
Europa	157	450	600	Expansión de los sistemas Eutelsat y Astra.
Japón	171	220	250	No se espera crecimiento importante.
Latinoamérica	112	170	204	Lanzamiento del Morelos-3 y el sistema Nahuelsat, servicios de DTH en el mercado.
Resto del mundo	225	278	340	
<b>TOTAL</b>	<b>2309</b>	<b>3183</b>	<b>4174</b>	

\*Estimado.

Actualmente existen varios sistemas satelitales en un proceso de apertura a la inversión privada, como el SSM. Estos sistemas no son solamente de carácter doméstico, sistemas internacionales como Intelsat (24 satélites) e Inmarsat (8 satélites) que como organismos intergubernamentales prestan servicio con cobertura mundial, se encuentran en proceso de un cambio estructural que permita la apertura a la inversión privada, a fin de darles mayor flexibilidad y así diversificar servicios en competencia con los nuevos sistemas satelitales privados.

<sup>65</sup> Tesis doctoral, Salvador Landeros, UNAM, pag.4

El mercado satelital de EUA es totalmente privado, por lo que países como Canadá, Argentina, Brasil y México mismo han tenido que recurrir a la utilización del mercado de capitales para la captación de inversión privada destinada al desarrollo de nuevos sistemas. Uno de estos nuevos y novedosos sistemas es el siguiente:

- Global Position System (GPS).

Dentro de las nuevas aplicaciones del GPS (sistema de uso militar en sus inicios) esta la de ofrecer información de navegación para fines turísticos. En Europa, Philips ha desarrollado el sistema CARiN<sup>66</sup>, el cual ofrece mediante una terminal de GPS, una base de datos (en CD-ROM) y un display; un servicio de navegación para automóviles dentro de la Comunidad Europea, este equipo permite (mediante ubicar la posición actual del vehículo en la base de datos), guiar al conductor del vehículo a través de la ciudad o trayectoria, a cualquier destino elegido. La computadora del equipo, va mezclando y ofreciendo las rutas o alternativas a seguir, según la unidad se vaya desplazando a su destino.

### 8.3 SSM vs Sistemas Latinoamericanos.

Existe una fuerte competencia por el creciente mercado latinoamericano de servicios satelitales, donde se ofrecen servicios a través de los satélites Solidaridad, los nuevos satélites de INTELSAT y del consorcio PANAMSAT - Hughes, así como Brasilsat y Nahuelsat de Argentina.

Actualmente México tiene registradas ante la UIT, solicitudes para nuevas posiciones espaciales. Para cubrir el servicio de DTH, se han solicitado las posiciones de 69', 78', 127' y 130' en el arco de Norteamérica (Oeste), además, se están coordinando cuatro posiciones mas para el FSS en bandas C y Ku en los 105'E, 127'E, 138'E y 145'E, con los cuales y junto a la expansión de las posiciones actuales a la banda Ka se planea desarrollar el sistema MEGASAT, el cual será una supervia de información.

Aunque hoy en día ningún país latinoamericano a excepción de México, Argentina y Brasil, cuenta con sistemas satelitales propios, desde finales de los años 80 y

principios de los 90, Bolivia, Ecuador, Perú, Colombia y Venezuela, tienen planeado desarrollar un proyecto satelital llamado "Simon Bolívar" <sup>67</sup>, el cual ofrecería servicios a los socios. Este proyecto se ha visto detenido debido a la falta de una posición libre en el arco geoestacionario (que actualmente se sigue gestionando) y a la poca coordinación y acuerdo entre estos seis países sobre la organización y aportaciones al financiamiento.

Dentro de este mismo objetivo, pero fuera del "Pacto Andino" formado por los anteriores países Latinoamericanos, Chile se inicia en las actividades espaciales con el proyecto Fasat-Alfa, el cual es un satélite científico propiedad de la Fuerza Aérea Chilena que transmite imágenes y datos del territorio chileno (incluyendo la antártica).

Los sistemas nacionales o domésticos, están sufriendo un proceso general de apertura a la inversión privada. En el capítulo seis se describió el proceso del Sistema Satelital Mexicano, pero es México el último de los países en dar el paso hacia ese nuevo intento de acelerar el desarrollo y tratar de eficientar las telecomunicaciones nacionales. Los otros dos sistemas satelitales de Latinoamérica ya han sufrido este proceso, Brasil, con un origen gubernamental y tres satélites, da en 1995, inicio a la reestructuración de su sector de telecomunicaciones, abriendo el mercado nacional a una justa y libre competencia.

Argentina, el cual, aunque inicia con un carácter esencialmente privado (con una participación del 6 por ciento por parte del gobierno), tiene como efecto la creación de un fuerte grupo internacional de inversión privada, el cual resulta interesante para consorcios mundiales, reflejándose en la compra del 17.25 por ciento de las acciones del Nahuel S.A. por GE Americom en 1997.

#### **8.4 Satélites vs Sistemas de comunicación terrestre.**

Buscando la comparación entre estos dos tipos de sistemas, encontré varios aspectos donde la comparación era viable y los resultados son los siguientes:

---

<sup>68</sup> Philips, Catalogo 96/97

<sup>67</sup> Los satelites en el desarrollo de Latinoamerica, Revista RED, Yolanda Aldaco, pag. 23

- **Costos de transmisión.**

En los sistemas satelitales los costos de transmisión NO son sensitivos a la distancia, es por eso que las comunicaciones pueden tener un precio fijo, sin importar si la distancia entre las terminales es de metros de miles de kilómetros.

- **Cobertura.**

Un sistema satelital puede ofrecer una cobertura del 100 por ciento de la superficie terrestre, sin que sea necesario tender un medio o zona especial de comunicaciones, la única restricción es una línea de vista directa al satélite o al sistema de satélites que ofrece el servicio, la cual se obtiene con un lugar abierto, por lo que el usuario puede estar en tierra, en aire o en el mar y aun mantener la cobertura. Con una sola señal que levante el satélite, la señal puede llegar a mil o diez mil puntos en diferentes lugares.

- **Complemento.**

Un sistema satelital no puede ofrecer la capacidad que ofrecen las líneas terrestres de comunicaciones (fibras ópticas), pero si puede servir como respaldo para este tipo de enlaces, ya que mientras que uno puede sufrir daños físicos el otro mantiene el enlace de forma permanente. Los sistemas satelitales, tienen una mejor calidad para la aplicación de transmisiones digitales.

- **Rapidez de la Instalación:**

Mientras que realizar un enlace terrestre implica la instalación de la infraestructura y la del medio de comunicación, un enlace satelital se puede activar de manera mucho más rápida al dar de alta una terminal en el sistema y orientarla al satélite.

- **Radiodifusión masiva.**

La difusión de información vía satélite hacia un número ilimitado de terminales receptoras presenta ventajas técnicas e incluso económicas bastante evidentes, facilitando la materialización de sistemas de muy amplia cobertura geográfica.

Un sistema satélital puede superar a los medios de radiodifusión masiva al utilizar un punto de difusión mucho más alto que cualquier antena terrestre, ofreciendo la potencia para llegar a cualquier punto de una zona desde arriba y no por un lado como las transmisiones de radio o televisión.

- Recolección de información de multipuntos.

Al igual que algunos sistemas terrestres, el sistema satélital es capaz de recolectar información desde cualquier punto dentro de su cobertura.

- Comunicaciones móviles.

Un sistema satélital al igual que un sistema celular o de radiofrecuencia terrestre es capaz de mantener la comunicación desde, para y entre puntos móviles, este servicio en los sistemas terrestres está dividido según sus características y posee varios grupos de frecuencias y terminales, mientras que en un sistema satélital, la frecuencia es la misma y las terminales pueden ser muy similares.

- Redes de datos.

Mientras que en un sistema terrestre, la instalación de redes de datos, generalmente por medios físicos, puede llevar un tiempo largo, las redes tipo VSAT's mediante satélites, puede ser mucho más rápida con ciertas capacidades en el manejo de datos.

- Flexibilidad del sistema.

Un satélite puede cubrir las necesidades temporales de comunicación de gran capacidad donde la red fija resulta insuficiente como encuentros deportivos, religiosos, políticos, etc.

- Sistemas para servicio de emergencias.

Los sistemas de ayuda a la navegación, radiodeterminación y búsqueda y salvamento tienen un apoyo fundamental en los satélites. En casos excepcionales de catástrofes, disturbios civiles y otras circunstancias en que los

medios de comunicación normales resultan sobrecargados, inoperantes o destruidos, la disponibilidad de satélites permite establecer comunicaciones utilizando estaciones terrenas (E/T) transportables en los mismos lugares de la emergencia.

- Retrasos.

Los sistemas satelitales poseen el pequeño defecto de que existe un retaso en las conversaciones telefónicas vía satélites, tiempo, que comparado con el retraso que pudiera sufrir la señal en un sistema terrestre, es bastante notorio e incomodo.

- Enlaces de satélites GEO vs. enlaces terrestres.

Un sistema satelital, como se menciona anteriormente, es un radioenlace compuesto por dos enlaces, los cuales, presentan las siguientes diferencias con respecto a un enlace terrestre.

Estos enlaces son 1000 veces mas largos que un simple salto de enlace terrestre. Esto es compensado en cuanto a que un enlace satelital cubre lo equivalente a 50 veces un enlace terrestre.

La atenuación atmosférica es pequeña para las frecuencias satelitales, en cambio puede resultar desastrosa para un enlace terrestre.

La siguiente tabla nos muestra la comparación de estos sistemas.

**Tabla 8-4** Comparación entre Sistemas Satelitales GEOS (primitivos) y Radioenlaces terrestres. <sup>68</sup>

Parámetros	Radioenlace	Sist. Sat. GEO		Ganancia (Sat. - E.T.)	
	Terrestre (4 GHz)	Uplink (6 GHz)	Downlink (4 GHz)	Subida (dB)	Bajada (dB)
Distancia del enlace (km.)	50	40,000	40,000	-61	-58
Ganancia de la antena (dB)	40	15	15	-25	-25
No. de saltos	50	1	1	+17	+17
Poder de Tx (W)	1	1,000	10	+30	+17
Ganancia E/S de la antena (dB)	40	63	60	+23	+20
Temperatura de ruido en Rx (K)	3,000	3,000	30	0	+20

<sup>68</sup> Satellite Communications System Design, Sebastian Tirro, Plenum Press, pag. 217

## 8.5 4ta Generación del SSM.

En esta ultima sección de la tesis, presentare mis conclusiones y puntos de vista, tratando de ofrecer una opinión de como debe ser, según la información analizada en esta investigación; la cuarta generación de satélites mexicanos, que deberá de entrar a reemplazar a los satélites Solidaridad-1 y 2 en la próxima década.

En base a esto, creo que la discusión se puede centrar en dos puntos importantes, primero, que va a pasar con el Sistema Satélital Mexicano, cuales son sus retos, como deberá cambiar y cual es su futuro; segundo, cuales deberán ser las características técnicas del satélite de cuarta generación en el SSM basado en las tendencias de construcción y operación de equipos espaciales.

El Sistema Satélital Mexicano enfrenta ahora, después de un proceso de privatización del 60 por ciento de sus acciones, un potencial de crecimiento que debe aprovecharse adecuadamente. Con la inclusión en la administración del SSM de una compañía con la experiencia internacional que puede ofrecer Loral Aerospace, México se coloca en una posición de competencia real por el mercado Latinoamericano de telecomunicaciones vía satélite con los equipos de Nahuelsat, Brasilsat, los consorcios INTELSAT y PANAMSAT, así como con la industria de telecomunicaciones de Estados Unidos y el tratado de reciprocidad que existe con ellos, además de las constelaciones globales ya discutidas.

La nueva empresa de "Satélites Mexicanos" deberá hacer del servicio satélital un negocio cada vez mas rentable, que le permita asignar recursos propios al desarrollo de la industria espacial en el país, la cual se ha visto abandonada desde hace algunos años por la investigación nacional lo cual la ha restringido (a excepción de algunos casos) de participación en el contexto internacional.

El SSM tiene algunos proyectos de expansión interesantes como las cuatro posiciones adicionales en la órbita geoestacionaria, así como cuatro mas para servicio de DTH y nueve para un sistema en banda Ka llamado MEGASAT. Estoy proyectos como ya lo mencione, pueden resultar interesantes y viables si se piensa en



un crecimiento alto del uso del servicio saetilla, pero seria también viable analizar los objetivos buscados y los tiempos planeados para hacerlos, estamos hablando de querer incrementar un servicio que actualmente solo se utiliza al 75 por ciento de su capacidad, cuando, además, entraran en servicio en los próximos meses, sistemas que por mucho, superan los objetivos de los planes mexicanos y que captarían el posible mercado que se fuera desarrollando para ese tipo de servicios.

México entro en una actividad espacial hace ya bastantes años, una época en donde, aunque había bastantes equipos prestando servicio, las ventajas del equipo saetilla sobre el equipo terrestre solamente se mostraban en el campo de las telecomunicaciones internacionales o para ofrecer una cobertura total en la red de comunicaciones nacional, al momento de que México diera inicio a su sistema domestico, la clasificación del servicio de telecomunicaciones satélitales como " de prioridad y seguridad nacional" aseguraba un mercado que no había y no podía ser explotado por nadie mas (es por eso que se presenta como un servicio reservado por el estado), donde los usuarios eran o grandes compañías y grupos industriales que motivaban el desarrollo saetilla para fines propios, comunicaciones internas del gobierno mexicano o para servicio de telefonía internacional, pero un servicio internacional manejado, regulado por el estado y que además tenia problemas para ofrecer sus servicios en varios territorios de América (la cual se pensaba seria la región de servicio).

Cuando los sistemas satélitales rompen ese pequeña fijación por el uso en telefonía y difusión de TV normal y empiezan a generarse en la población, cantidades de información impresionante, y esta empieza a ser importante según su contenido y sobre todo su disponibilidad inmediata en cualquier parte, el sistema satélital cobra un nuevo impulso en la transmisión de datos, donde supera entonces a las líneas terrestres; la participación de loa iniciativa privada se vuelve notoria y esta misma empieza a impulsar un desarrollo tecnológico con respaldo económico que fortalece al SSM.

Ahora, al superar las líneas terrestres a las capacidades de un satélites, es cierto que se va a dar, un crecimiento radical el las características de los sistemas satélitales con el fin de explotar aquellos servicios que la red terrestre no puede o encuentra problemas para hacerlos. Es aquí donde la tercera generación de satélites, viene a

competir presentando una similitud en capacidad para tratar de recuperar su mercado natural, pero serán las nuevas generaciones de equipos espaciales (las que inician el próximo año o en los primeros del 2000) a los que les toque superar la capacidad y cobertura de las redes terrestres, pero creo que para las fechas de puesta en órbita de nuestra cuarta generación, será necesario o se habrán ya replanteados varios principios, paradigmas y formas de las telecomunicaciones, por lo que, los satélites tendrán que enfrentar una nueva ola de comunicaciones terrestres que tratara de superarlos, además de tener ya un mercado saturado, aun en el aspecto del DTH, pero además, un mercado acostumbrado al contacto diario con equipos espaciales, así como algún tiempo lo estuvieron con el teléfono, después con el fax y ahora con los módem y redes de PC's.

Pero bueno, si esta línea de acción queda bloqueada, creo en cambio, que la línea de servicio móvil será liderada por equipos satelitales, a los cuales veo difícil de superarles la característica de la cobertura global, por lo que pienso que nuestra cuarta generación deberá ser dirigida hacia ese campo, pero aun ahí, creo que con el retraso que esta tiene en comparación con los sistemas que inician (sobre todo por el tiempo de diferencia) y con la globalización de las economías, tendrán que haber sido respaldada por una inversión en la investigación y desarrollo de tecnología espacial propia, que hasta ahora no existe, por lo que, si se iniciara en este momento, como resultado de la privatización que acaba de tener; tendríamos todavía algunos años de diferencia con los sistemas mas fuertes, y en una política de libre competencia, como la que se da con el tratado de reciprocidad con EUA; esto volvería incosteables a los sistemas mexicanos, a menos de que fueran protegidos de alguna forma por la economía nacional o el estado.

En el campo de transmisión de datos o imágenes, creo que el cambio de una televisión regular a la televisión digital vía satélite, es impostergable, y, aunque no automático, si necesario si es que se pretende emigrar a un estándar mundial de HDTV, ya que volvería a ocurrir nuevamente lo mismo de la telefonía por cable o por satélite, el único medio que puede ofrecer, con cambios mínimos, una cobertura inmediata con la capacidad requerida, serian los satélites. En el aspecto de transmisión de datos, el estado actual de las cosas nos muestran un equipo de datos (computadoras por ejemplo) en cualquier oficina del mundo y ahora en un alto porcentaje de las casas, pero estos equipos así como las personas que los utilizan, son realmente inexistentes si se

encuentran aislados del resto, pero cuando se conectan entre si, la cantidad de información disponible resulta explosiva, este fenómeno se puede observar ahora con la saturación de datos e información en la Internet, donde todo equipo que se conecte a ella, puede tener acceso a esta inacabable base de datos, así como a medios de transmisión inmediata de información a un destino específico (correo electrónico), por lo que los conceptos de distancia y tiempo se ven reducidos a su mínima expresión, pero el concepto de disponibilidad de acceso se vuelve fundamental para poder permanecer en la red en todo lugar y a todo momento. Creo que es ahí, donde los servicios satelitales tendrán un nuevo campo de aplicación, ya que, el numero de computadoras en movimiento constante (laptops, notebooks, palmtops, etc.) y el numero de nuevos equipos de manejo de datos (teléfonos celulares con datos, pagers, etc.) esta creciendo y no existe quien los pueda mantener comunicados con la red mientras están en movimiento ya que las redes celulares carecen de tan altas capacidades y cobertura global. Esta necesidad creo que será cubierta con los últimos sistemas satelitales que están proyectados hasta este momento, pero aun así, creo que el crecimiento para dentro de algunos años, requerirá nuevas características que podría ofrecer nuestra cuarta generación.

Al parecer el crecimiento del área de las comunicaciones de negocios será mas aun, y sumado a una tendencia de desregulación que contribuye a la eliminación de fronteras tanto geográficas, como de tipo de cobertura de los sistemas o del uso de diferentes órbitas; el crecimiento de los satélites será hacia propósitos múltiples de servicios. Lo que dejaría claro, que los posible nichos de mercado para los satélites serian; los servicios de DTH, las comunicaciones móviles, las redes tipo VSAT's, la transmisión de datos en altas velocidades y a equipos móviles.

En lo que respecta a las características técnicas de la cuarta generación de satélites mexicanos, estas resultan interesantes si tomamos objetivos, ambiciosos para la época actual, pero mas reales si confiamos tener un desarrollo importante en la cultura espacial nacional para dentro de algunos años que resulte necesario reemplazar los dos equipos del sistema satelital Solidaridad o quizás antes, si se consolida la solicitud de posiciones adicionales.

El tener para el próximo reemplazo de equipos, dos posiciones espaciales seguras y quizás (si se otorgan por la UIT) las posiciones solicitadas, ofrecerían a la industria satelital, una oportunidad de crear una red o pequeña constelación regional para América con múltiples equipos y múltiples servicios. Explotando por supuesto todos aquellos avances tecnológicos y administrativos que se tengan en ese momento.

Sin importar cual sea la configuración del SSM en el momento de la aparición de la cuarta generación de satélites mexicanos, si podemos pensar cuales serían los requerimientos mínimos de nuestro mercado en base a las tecnologías que se encuentran disponibles o en la fase final de desarrollo actualmente.

Nuestra cuarta generación de equipos requeriría:

- ➔ Trabajar en la banda Ka y posiblemente compartir equipo con las bandas C y Ku o posibles nuevas bandas.
- ➔ Tener una configuración de estabilización triaxial que le permita mediante grandes y eficientes paneles solares utilizar altas potencias eléctricas para la transmisión de señales.
- ➔ Ser un satélite "altamente inteligente" que permita la regeneración y almacenamiento de señales para grandes volúmenes de datos con altas velocidades, de manera que le permita competir con la fibra óptica en capacidad de información y niveles de eficiencia.
- ➔ Poseer un arreglo de antenas, que permita una reconfiguración dinámica del patrón de radiación así como haces puntuales saltadores que ofrezcan un servicio altamente eficiente.
- ➔ Ofrecer un largo periodo de vida útil en algunos casos o poca vida útil si la tecnología esta creciendo a un paso tal que sean necesarios reemplazos constantes.
- ➔ Manejar una intercomunicación satelital sin riesgos o sin fallas, posiblemente aun con satélites que no pertenecieran al SSM, pero que el mercado lo requiriera.
- ➔ Un control milimétrico y eficiente de los accesos para la tan alta cantidad de usuarios que se esperan tener y el alto volumen de información.
- ➔ Manejar los mismos sistemas de compresión digital y las mismas capacidades de memoria y análisis de los sistemas terrestres para poder crear un inteligencia artificial espacial, la cual pueda eficientar la transmisión en base a decisiones automáticas del equipo mismo

- ➡ Manejar transpondedores de alta potencia y sensibilidad para cubrir cualquier contingencia necesaria en el sistema así como eficientar la comunicación y su velocidad.
- ➡ Poseer equipos propios de autodiagnostico y autocorrección de problemas utilizando equipos de respaldo en el menor numero posible, pero sin disminuir notablemente el grado de seguridad de la transmisión.
- ➡ Antenas y haces, con la tecnología de reuso de frecuencia y polarización, que permita compartir áreas de cobertura por un alto numero de equipos sin que se afecten unos a otros.
- ➡ Equipos de propulsión electrónica que elimine el problema de la duración y espacio ocupado por el combustible.
- ➡ Equipos capaces de recolectar altos niveles de energía para una autosuficiencia en ese aspecto, o la transmisión de esta para ser utilizada en la Tierra.

Todo esto, sumado a un esperado desarrollo en el procesamiento digital de señales, nos llevaran a superar cualquier suposición actual, pero a esta velocidad de desarrollo también estará ligado el crecimiento y las necesidades de un mercado agresivo, exigente y global.

# **Bibliografía**

---

**1er Sistema Español de Comunicaciones por Satélite.**

de HISPASAT

Editorial HISPASAT

**Administración de Sistemas Vía Satélite.**

de M.C. Salvador Landeros Ayala

Editorial Facultad. de Ingeniería Edición 2 1997

**Communications Satellite Systems.**

de James Martin

Editorial Prentice Hall Inc. Edición 1 1993

**Digital Communications. Satellite/Earth Station Engineering.**

de Dr. Kamilo Feher

Editorial Prentice Hall Edición 1 1983

**History of Satellite Communications.**

de Design Publisher Inc.

Editorial Design Publisher Inc 1997

**Intelsat System - Coverage Maps.**

de Intelsat

Editorial Intelsat

**International Satellite Directory.**

de Design Publishers

Editorial Design Publishers Edición 7 1992

**International Satellite Directory.**

de Design Publisher

Editorial Design Publisher Edición 1 1997

**Introduction to Digital Communication.**

de Rodger E. Ziemer / Roger L. Peterson  
Editorial Macmillan Publishing Edición 1

**Los Satélites de Comunicaciones.**

de Juan José García Ruiz de Angulo  
Editorial Marcombo Edición 1

**Los satélites en Latinoamérica.**

de Yolanda Aldaco  
Editorial Revista Red 1996

**Panorama general de los sistemas de satélites de telecomunicaciones.**

de M.C. Salvador Landeros Ayala  
Editorial UNAM 1997

**Satélites de Telecomunicaciones.**

de Rodolfo Neri Vela  
Editorial Mc Graw Hill Edición 1 1989

**Satellite Communication Systems Design.**

de Sebastiano Tirro  
Editorial Plenum Press Edición 2 1994

**Satellite Communications System.**

de G. Maral / M. Bousquet  
Editorial John Wiley & Sons Edición 1 1988

**Satellite Communications Systems, Systems, Techniques and Technology.**

de G. Maral / M. Bousquet  
Editorial John Wiley & Sons Edición 2

**Satellite Communications. Mobile and Fixed Services.**

de Michael J. Miller / Branka Vicetic / Les Berry  
Editorial Kluwer Academic Edición 1 1993

**SBTS Sistema Brasileño de Telecomunicaciones vía Satélite.**

de Brasilsat

Editorial Brasilsat

1985

**Tecnología y panorama actuales de los sist. de sat. de telecom. en el mundo.**

de Salvador Landeros / Rodolfo Neri Vela

Editorial Conacyt

1997

**The Arianespace view of Telecommunications Satellite Constellations Market.**

de Arianespace

Editorial Arianespace



# Apéndice A

## Esquema de la base de datos

### SATELITES.DMB

---

Tabla A-1 Esquema de la base de datos SATELITES.DMB

Tabla	Campo	Tipo
Reguladores y Administradores Gubernamentales	Id País	Identificador único de la tabla
	País	Nombre del país o estado
	Agencia Reguladora	Nombre de la Agencia Gubernamental
	Administrador	Nombre de la Compañía Administradora
	Otras Notas	Nombre de otra Agencia Operadora
Constructores de Lanzadores	Id Constructor Lanzadores	Identificador único de la tabla
	Constructor Lanzadores	Nombre de la Compañía Constructora
	Id País	País de origen del Constructor
	Notas	
Constructores de Satélites	Id Constructor Satélite	Identificador único de la tabla
	Constructor Satélite	Nombre de la Compañía Constructora
	id País	País de origen del Constructor
	Notas	
Operadores de Satélites	Id Operador	Identificador único de la tabla
	Dueño / Operador	Nombre o Siglas del Operador del Sistema
	Nombre del Operador	Nombre Completo del Operador
	Clasificación del Operador	Clasificación por tipo de cobertura
	Id País	País de origen del Operador
	Serie 1	Sistema de Satélites principal
	Serie 2	Sistema de Satélites complementario
	Región Notas	Región de cobertura del Operador
Operadores de Estaciones Terrenas	Id Operador ET	Identificador único de la tabla
	Operador ET	Nombre del Operador de ET
	Id País	País de origen del Operador
	Antenas Internacionales	No. de antenas de servicio internacional
	Antenas Domesticas	No. de antenas de servicio domestico
	Antenas Móviles	No. de antenas móviles
	Capacidad de las ET	Tipo de información manejada
	Notas Fig. ET	Fotografía del tipo de ET

Tabla	Campo	Tipo
Cohetes y Vehículos de Lanzamiento	Id Vehículo	Identificador único de la tabla
	Vehículo	Nombre y código del Vehículo
	Id Constructor Lanzadores	Nombre del Constructor ( Tabla de Constructores de Lanzadores )
	Id País	País de origen del Constructor
	Lugar de Lanzamiento	Base de lanzamiento principal
	Primer Vuelo	Fecha del primer lanzamiento del vehículo
	No de Vuelos	No. de vuelos efectuados
	No de Vuelos Fallidos	No. de vuelos con fallas o perdidos
	Masa en LEO	Masa en Kg. para GEO
	Masa en GEO	Masa en Kg. para LEO
	Masa en LIFTOFF	Peso máximo para despegue
Notas		
Fig. Vehículo	Fotografía o esquema del Vehículo	
Satélites	Id Satélites	Identificador único de la tabla
	Nombre Satélite	Nombre y código del Satélite
	Id Operador	Nombre del Operador ( tabla de Operadores de Satélites )
	Id País	País propietario del satélite o seg. Espacial
	Posición Orbital	Posición en grados del segmento espacial
	Ubicación	Ubicación en Este u Oeste ( E & W )
	Estatus Presente	Estado actual del satélite
	Tipo de Servicio	Tipo de servicio ofrecido por el satélite
	Uso Típico	Tipo de uso que se le da al satélite
	Cobertura Geográfica	Cobertura principal del satélite
	Fecha de Lanzamiento	Fecha de puesta en órbita del satélite
	Masa en Orbita	Peso en Kg. del Satélite
	Tipo de Satélite	Modelo de la plataforma tecnológica
	Constructor Satélite	Compañía constructora del satélite
	Tiempo estimado de vida útil	Tiempo en años de vida estimado al momento del lanzamiento
	Estabilización	Tipo de estabilización
	Dimensiones	Dimensiones del satélite
	Potencia Eléctrica	Potencia eléctrica del satélite
	Bandas de Frecuencia	Bandas utilizadas por el satélite
	Fig. del Satélite	Fotografía del satélite
	Notas	
	BW@C	Ancho de banda de transp. en banda C
	Transponders@C	No. de transpondedores en banda C
	Pot@C	Potencia típica del transp. en banda C
	PIRE@C	Pire máximo para cobertura en banda C
	Polarizacion@C	Tipo de pol. para transp. en banda C
	Cobertura@C	Cobertura del haz en banda C
	Subbanda@K	Tipo de banda K
	BW@K	Ancho de banda de transp. en banda K
	Transponders@K	No. de transpondedores en banda K
Pot@K	Potencia típica del transp. en banda K	
PIRE@K	Pire máximo para cobertura en banda K	
Polarizacion@K	Tipo de pol. para transp. en banda K	
Cobertura@K	Cobertura del haz en banda K	
Banda@?	Tipo de banda ?	
BW@?	Ancho de banda de transp. en banda ?	
Transponders@?	No de transpondedores en banda ?	
Pot@?	Potencia típica del transp. en banda ?	
PIRE@?	Pire máximo para cobertura en banda ?	
Polarizacion@?	Tipo de pol. para transp. en banda ?	
Cobertura@?	Cobertura del haz en banda ?	

Tabla	Campo	Tipo
Satélites Programados	Id SatProg	Identificador único de la tabla
	Satélite Programado	Nombre programado del satélite
	País	País de origen
	Año Programado	Año programado para lanzamiento
	Id Vehículo	Vehículo programado para lanzamiento
	Notas	
Bibliografía General	Id Libro	Identificador único de la tabla
	Título	Título original del libro o artículo
	Autor	Autor del libro o artículo
	Editorial	Editorial o publicador del artículo
	Edición	No. y año de edición del documento
	Año	Año de elaboración del documento
	Id País	País de origen del documento
	Capítulo o págs	No. de capítulos o páginas consultadas
	Notas	
Direcciones de Internet	Id Dirección	Identificador único de la tabla
	Página	Nombre de la página web
	Dirección	Dirección URL de la página web
	Dirección 2	Dirección alterna con información similar
	Descripción	

# Apéndice B

## Glosario de Abreviaciones

---

Tabla B-1 Listado de Abreviaciones.

	Descripción Original	Descripción Español
A/D	Analogue to Digital	Conversión analógica digital
ACS	Attitude control system	Sistema de control de orientación
ACTS	Advanced Communication Technology Satellite	Satélite de Tecnología de Comunicaciones Avanzadas
ADM	Adaptive Delta Modulation	Modulación delta adaptativa
AFC	Automatic Frequency Control	Control automático de frecuencia
AKM	Apogee Kick Motor	Motor de apogeo
AKM	Apogee Kick Motor	Motor de apogeo
AM	Amplitude Modulation	Amplitud modulada / Modulación en amplitud
AOR	Atlantic Ocean Región	Región del Océano Atlántico
AT&T	American Telephone & Telegraph Co.	
AZ	Azimuth	Azimut
BOL	Beginnin Of Life	Inicio de vida útil
BPSK	Binary Phase - Shift Keying	Modulación de desplazamiento de fase binario (PSK de dos fases)
BS	Broadcasting Satellite	Satélite de radiodifusión
BSBD	Baseband	Banda Base
BSS	Broadcasting Satellite Service	Servicio de radiodifusión por satélite
BW	Bandwidth	Ancho de banda
C	C Band	Banda C (4 - 8 GHz)
C/N	Carrier-to-noise ratio	Relación portadora a ruido
CAST	Cable and Satellite Televisión	Televisión de cable y satélite
CATV	Community Antena Televisión	Televisión por cable
CCIR	Comité Consultatif International de Radio	Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones
CCITT	Comité Consultatif International de Telephone et de Telegraph	Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
CDMA	Code División Múltiple Access	Acceso múltiple por diferenciación de código
CES	Coast Earth Station	Estación terrena costera (Servicio Móvil)
CMR	Cellular Mobile Radio	Radio móvil celular
CODEC	Coder / Decoder	Codificador / Decodificador
CONUS	Contiguous United States	EUA continental contiguo, sin incluir a Alaska y Hawaii
COSC		Centro de asistencia de operaciones del cliente (Hughes)
D/A	Digital to Analogue	Conversión de digital a analógico
DAMA	Demand Assigned Múltiple	Acceso múltiple de asignación por demanda

	Descripción Original	Descripción Español
DBS	Direct Broadcast Satellite	Satélite de radiodifusión directa
DC	Down Converter	Convertidor reductor
Downlink		Enlace de bajada (Satélite - E/T)
DTH	Direct Television to Home	Televisión directa al hogar
E/T	Earth Station	Estación Terrena
ECS	European Communications Satellite	Satélite europeo de comunicaciones
EHF	Extremely High Frequency	Frecuencia extremadamente alta
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power	Potencia isotropica radiada efectiva (PIRE)
EL	Elevation	Elevación
EOL	End Of Life	Fin de vida útil
ESA	European Space Agency	Agencia espacial europea
FCC	Federal Communications Commission	Comisión Federal de Comunicaciones (EUA)
FDM	Frequency División Multiplex	Multiplexaje por división de frecuencia
FDMA	Frequency División Multiple Access	Acceso múltiple por división de frecuencia
FM	Frequency Modulation	Frecuencia modulada / Modulación de frecuencia
FSK	Frequency Shift Keying	Modulación con cambio o conmutación de frecuencia
FSS	Fixed Satellite Service	Servicio satelital fijo
G/T	Gaun-to-noise temperature ratio	Relación de ganancia a temperatura de ruido (factor de calidad)
GE	General Electric	
GEO	Geosynchronous Earth Orbit	Orbita Geoestacionaria
GPS	Global Position System	Sistema de Posicionamiento Global
HDTV	High Definition TV	Televisión de alta definición
HF	High Frequency	Alta frecuencia (3-30 GHz)
HPA	High Power Amplifier	Amplificador de alta potencia
IBS	INTELSAT Business Service	Servicio de negocios de INTELSAT
IFRB	International Frequency Registration Board	Junta Internacional de Registro de Frecuencias
ILS	International Launch Services	Servicios de lanzadores internacionales
INMARSAT	International Maritime Satellite Organization	Organización Internacional Marítima Satelital
INTELSAT	International Telecommunications Satellite Organization	Organización internacional de Satélites de Telecomunicaciones
IOR	Indian Ocean region	Región del océano Indico
ISDN	Integrated Services Digital Network	Red digital de servicios integrados
ISL	Inter Satellite Link	Enlace inter satelital
Ka	Ka Band	Banda Ka (18 - 31 GHz)
Kbps	Kilobits Per Second	Kilobits por segundo
Ku	Ku Band	Banda Ku (10.9 - 17 GHz)
L	L Band	Banda L (0.5 1.5 GHz)
LEO	Low Earth Orbit	Orbita baja
LMSS	Land Mobile Satellite Service	Servicio satelital móvil terrestre
LNA	Low Noise Amplifier	Amplificador de bajo ruido
LNB	Block Down Converter	Convertidor de bajada
LNC	Low Noise Converter	Convertidor de bajo ruido
LPA	Low Power Amplifier	Amplificador de baja potencia

Descripción Original		Descripción Español
LPTV	Low Power TV	Televisión de baja potencia
MATV	Master Antenna Televisión	Antena de televisión maestra
MCPC	Múltiple Channel Per Carrier	Portadora multicanal
MCTs		Terminal móvil de comunicaciones de EUTELTRACS
MEO	Medium Earth Orbit	Orbita Intermedia
MMSS		Servicio Satélital Móvil Marítimo
MSC	Maritime Communications Subsystem	Subsistema de comunicaciones marítimas
MSS	Mobile Satellite Service	Servicio satélital móvil
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (E.U.A.)
NASDA	National Space Development Agency	Agencia nacional de desarrollo espacial (Japón)
OTAN		Organización del Atlántico Norte
PBS	Public Broadcasting System	Sistema de radiodifusión pública
PCM	Pulse code modulation	Modulación por codificación de pulsos
PM	Phase Modulation	Modulación de fase
POR	Pacific Ocean Región	Región del océano Pacífico
PPV	Pay Per View	Pago por evento
PSK	Phase Shift Keying	Modulación con cambio o conmutación de fase
PTT	Post Telephone and Telegraph Administration	Administración de correos, teléfonos y telégrafos
QPSK	Quaternary Phase shift Keying	Modulación PSK de cuatro fases
RF	Radio Frequency	Radiofrecuencia
Rx		Recepción o Receptor
S/N	Signal-to-noise ratio	Relación señal a ruido
SANs		Nodos de Acceso Satélital del Sistema ICO
SCPC	Single Channel Per Carrier	Canal único por portadora
SCs		Terminales Personales o Comunicadores Subscritos de Orbcomm
SCT		Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SES	Ship Earth Station	Estación terrena marítima (Servicio Móvil)
SHF	Super High Frequency	Frecuencia Super Alta (3-30 GHz)
SMATV	Satellite Master Antenna System	Sistema maestro de antena satélital
SPADE	Single Channel per Carrier PCM múltiple access demand assignment equipment	Acceso múltiple con asignación por demanda, con canal único por portadora modulado en PCM
Spin		Estabilización por Giro
SS/TDMA	Satellite switched time división múltiple access	Acceso múltiple por división en el tiempo con conmutación en el satélite
SSM		Sistema Satélital Mexicano
SSMA	Spread Spectrum Múltiple Access	Acceso múltiple con espectro expandido (Diferenciación de código)
SSPA	Solid State Power Amplifier	Amplificador de potencia de estado sólido
STS	Space Transportation System Space Shuttle	Sistema de transportación espacial Transbordador Espacial
STV	Subscription TV	Subscriber de TV de paga
TDM	Time División multiplex	Multiplexaje por división de tiempo

Descripción Original		Descripción Español
TDMA	Time División Múltiple Access	Acceso múltiple por división de tiempo
Telecomm		Telecomunicaciones de México
TT&C	Telemetry, Tracking and Command	Telemetría, rastreo y comando (control)
TVRO	TV Receive Only	Recepción única de TV
TWT	Traveling Wave Tube	Tubo de ondas progresivas (TOP)
TWTA	Traveling Wave Tube Amplifier	Amplificador con tubo de ondas progresivas
Tx		Transmisión o Transmisor
UC	Up Converter	Convertidor elevador
UHF	Ultra High Frequency	Frecuencia ultra alta (300-3000 MHz)
UIT	International Telecommunications Unión	Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Uplink		Enlace de subida (E/T - Satélite )
VHF	Veri High Frequency	Frecuencia muy alta (30-300 MHz)
VSAT	Very Small Anntena Terminal	Terminal de antena de apertura pequeña
VSL	Variable Slope Delta modulation	Modulación delta de pendiente variable
WARC	Word Administrative Radio Conference	Conferencia mundial de administración de radiocomunicaciones

## ***Apéndice C***

### ***Bibliografía de Direcciones de INTERNET***

---

Este apéndice es una relación de Direcciones URL en servidores WWW de INTERNET, las cuales se consultaron para la elaboración de esta tesis y tienen información relacionada con los Sistemas Satélitales de Telecomunicaciones, sus operadores, y constructores de satélites o lanzadores.

Esta tabla esta obtenida de la base de datos SATELLITES.DMB  
Bajo el titulo de Informe: "T Direcciones de Internet".



Tabla C-1 Direcciones de INTERNET.

Página	Dirección	Dirección 2
• ACTS	<a href="http://kronos.lerc.nasa.gov/acts/acsts.html">http://kronos.lerc.nasa.gov/acts/acsts.html</a>	<a href="http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/acts.html">http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/acts.html</a>
• Adeos	<a href="http://www.eoc.nasda.go.jp/guide/guide/satellite/satdata/adeos_e.html">http://www.eoc.nasda.go.jp/guide/guide/satellite/satdata/adeos_e.html</a>	<a href="http://jwocky.gsfg.nasa.gov/adeos/adeos.html">http://jwocky.gsfg.nasa.gov/adeos/adeos.html</a>
• Aerospatiale	<a href="http://www.cannes.aerospatiale.fr">http://www.cannes.aerospatiale.fr</a>	
• Air Force Space Command	<a href="http://www.spacecom.af.mil/hqafsc/">http://www.spacecom.af.mil/hqafsc/</a>	
• AMOS	<a href="http://www.newsguide.com/news/1996/496/misc/amos1.html">http://www.newsguide.com/news/1996/496/misc/amos1.html</a>	
• AMSAT The Radio Amateur Satellite Corp.	<a href="http://www.amsat.org">http://www.amsat.org</a>	
• AMSC	<a href="http://eng.skycell.com">http://eng.skycell.com</a>	<a href="http://www.hcisat.com/sat/fleet/msat.html">http://www.hcisat.com/sat/fleet/msat.html</a>
• Anik	<a href="http://www.telesat.ca/">http://www.telesat.ca/</a>	
• ANSI American National Standar Institute	<a href="http://www.ansi.org">http://www.ansi.org</a>	
• Arabsat	<a href="http://www.arab.net/arabsat">http://www.arab.net/arabsat</a>	
• Ariane	<a href="http://www.arianespace.com">http://www.arianespace.com</a>	<a href="http://www.geocities.com/~go_ariane/">http://www.geocities.com/~go_ariane/</a>
• ARRL American Radio Relay League	<a href="http://www.arri.org/whatnew.html">http://www.arri.org/whatnew.html</a>	
• Asiasat	<a href="http://www.asiasat.com.hk">http://www.asiasat.com.hk</a>	
• Astra	<a href="http://www.asira.lu">http://www.asira.lu</a>	
• AT&T	<a href="http://www.att.com">http://www.att.com</a>	
• Atlas	<a href="http://www.lmco.com/LLS/">http://www.lmco.com/LLS/</a>	
• ATS	<a href="http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/">http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/</a>	<a href="http://uss-enterprise.bu.edu/BUSPACE/ATS6/">http://uss-enterprise.bu.edu/BUSPACE/ATS6/</a>
• Ayame	<a href="http://www.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/ecs_e.html">http://www.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/ecs_e.html</a>	
• Boeing	<a href="http://www.boeing.com">http://www.boeing.com</a>	
• Brazilsat	<a href="http://hcisat.com/new/press/brasilA1.html">http://hcisat.com/new/press/brasilA1.html</a>	
• Comsat Corporation USA	<a href="http://www.comsat.org">http://www.comsat.org</a>	<a href="http://www.comsat.com">http://www.comsat.com</a>
• Conestonga	<a href="http://netline.net/ee/">http://netline.net/ee/</a>	
• CTS	<a href="http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/ctc.html">http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/ctc.html</a>	
• DBS	<a href="http://www.hcisat.com">http://www.hcisat.com</a>	<a href="http://www.directv.com">http://www.directv.com</a>
• DOVE Digital Orbiting Voice Encoder	<a href="http://www.amsat.org/amsat/sats/nk6k/msatmain.html">http://www.amsat.org/amsat/sats/nk6k/msatmain.html</a>	
• Drake Co.	<a href="http://www.rdrake.com">http://www.rdrake.com</a>	

Página	Dirección	Dirección 2
• DSCS Defense Sat. Com. System	<a href="http://www.spacecom.af.mil/usspace/dscs.htm">http://www.spacecom.af.mil/usspace/dscs.htm</a>	<a href="http://armyspace.com/SATCON.htm">http://armyspace.com/SATCON.htm</a>
• DTAG Deutsche Telekom AG	<a href="http://www.dtag.com">http://www.dtag.com</a>	<a href="http://www.dtag.de">http://www.dtag.de</a>
• Echo Program	<a href="http://www.sulu.lerc.nasa.gov/dglover/echo.html">http://www.sulu.lerc.nasa.gov/dglover/echo.html</a>	
• Ehostar	<a href="http://www.ehostar.com">http://www.ehostar.com</a>	<a href="http://www.dishnetwork.com">http://www.dishnetwork.com</a>
• ESA European Space Agency	<a href="http://www.esrin.esa.it">http://www.esrin.esa.it</a>	
• ETS Engineering Test Sat	<a href="http://www.going.nasda.go.jp/GOING/NASDA/act/ets.html">http://www.going.nasda.go.jp/GOING/NASDA/act/ets.html</a>	
• Eumetsat	<a href="http://www.eumetsat.de">http://www.eumetsat.de</a>	
• EUTELSAT European Telecommunication Sat.	<a href="http://www.eutelsat.org">http://www.eutelsat.org</a>	<a href="http://www.esoc.esa.de/externa/mso/ecs.html">http://www.esoc.esa.de/externa/mso/ecs.html</a>
• Expressvu	<a href="http://www.expressvu.com">http://www.expressvu.com</a>	
• FASAT Fuerza Area de Chile Satellite	<a href="http://www.ee.surrey.ac.uk/EE/CSER/UOSAT/fasat/mission.html">http://www.ee.surrey.ac.uk/EE/CSER/UOSAT/fasat/mission.html</a>	
• Fleetsatcom	<a href="http://www.fafb.af.mil/flsat/">http://www.fafb.af.mil/flsat/</a>	
• France Telecom	<a href="http://www.francetelecom.fr">http://www.francetelecom.fr</a>	
• Gais	<a href="http://www.lnd.cn.net/TEXT/TEA4B1.HTML">http://www.lnd.cn.net/TEXT/TEA4B1.HTML</a>	
• GE Americom	<a href="http://www.ge.com/capital/americom/">http://www.ge.com/capital/americom/</a>	
• General Instrument	<a href="http://www.gi.com">http://www.gi.com</a>	
• Globalstar	<a href="http://www.globalstar.com">http://www.globalstar.com</a>	
• Gonets	<a href="http://www.wp.com/mcintosh_page_o_stuff/gonets.html">http://www.wp.com/mcintosh_page_o_stuff/gonets.html</a>	
• GPS Global Positioning Satellite	<a href="http://www.fafb.af.mil/gps/">http://www.fafb.af.mil/gps/</a>	<a href="http://www.spacecom.af.mil/usspace/gps.htm">http://www.spacecom.af.mil/usspace/gps.htm</a>
• Hughes Communications Inc.	<a href="http://www.hcisat.com">http://www.hcisat.com</a>	
• ILS International Launch Services	<a href="http://www.lmco.com/ILS/">http://www.lmco.com/ILS/</a>	
• Inmarsat	<a href="http://www.inmarsat.com">http://www.inmarsat.com</a>	<a href="http://www.inmarsat.org">http://www.inmarsat.org</a>
• Intelsat	<a href="http://www.intelsat.int">http://www.intelsat.int</a>	
• International Satellite Directory	<a href="http://www.satnews.com">http://www.satnews.com</a>	
• Iridium	<a href="http://www.iridium.com">http://www.iridium.com</a>	

Página

Dirección

Dirección 2

- ITU International Telecommunications Union <http://www.itu.ch>
- JSAT Japan Satellite System Inc. <http://www.ijinet.or.jp/JSAT/>
- KITSAT <http://satrec.kaist.ac.kr>
- Korea Telecommunications Leasat <http://koreasat.nc.kotel.co.kr/wolcome.html>
- Leo One <http://www.hcisat.com/sat/fleet/leasat.html>
- Lockheed Martin <http://www.leone.com>
- Marecs <http://www.lmco.com>
- Minisat <http://www.vilspa.esa.es/marecs/marecs.html>
- Miralite Communications <http://www.iaeff.esa.es/~trapero/EURD/minisat.html>
- Molniya <http://www.miralite.com>
- NASA <http://dtrm-corp.com/~sven/models/sovietsp/minya03.html>
- NASA Spacelinks <http://www.nasa.gov>
- NATO <http://spacelink.msfc.nasa.gov>
- Optus Communications <http://www.fafb.af.mil/nato/>
- Orbcomm <http://www.optus.net>
- Orbital Science Corporation <http://www.orbcomm.net>
- Orion Network Systems Inc. <http://www.orbital.com>
- Oscar <http://www.OrionNetwork.net>
- Palapa <http://www.amsat.org/amsat/sats/n7hpr/satsum.html>
- Panamsat <http://www.satelindo.co.id>
- Radio Shack <http://www.panamsat.com>
- Relay <http://www.radioshack.com>
- Sakura <http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/relay.html>
- Sarsat [http://yyy.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/cs\\_e.html](http://yyy.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/cs_e.html)
- Satellite Engineer Magazine <http://psbsgil.nesdis.noaa.gov:8080/SARSAAT/homepage.html>
- <http://www.dotinfo.uscg/factfile/SARSAAT.ht>

Página	Dirección	Dirección 2
• SATNEWS Satellite Directory	<a href="http://www.satnews.com">http://www.satnews.com</a>	
• Shinawatra Satellite Co.	<a href="http://www.shinawatra.co.th/ssa/satel.htm">http://www.shinawatra.co.th/ssa/satel.htm</a>	
• SII Science information Infrastructure	<a href="http://www.exploratium.edu/learning-studio">http://www.exploratium.edu/learning-studio</a>	
• Simulsat	<a href="http://www.atci.net/simulsat.html">http://www.atci.net/simulsat.html</a>	
• Space Shuttle	<a href="http://shuttle.nasa.gov">http://shuttle.nasa.gov</a>	
• Spot Image	<a href="http://www.spotimage.fr">http://www.spotimage.fr</a>	
• Spot Image Co.	<a href="http://www.spot.com">http://www.spot.com</a>	
• Superbird	<a href="http://www.superbird.co.jp">http://www.superbird.co.jp</a>	
• Symphonie	<a href="http://www.Operational.dlr.de/wt-rm/symphony.html">http://www.Operational.dlr.de/wt-rm/symphony.html</a>	
• Syncom	<a href="http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/syncom.html">http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/syncom.html</a>	<a href="http://www.tdrss.com">http://www.tdrss.com</a>
• TDRSS Tracking and Data Relay Satellite System	<a href="http://www530.gsfc.nasa.gov/tdrss/">http://www530.gsfc.nasa.gov/tdrss/</a>	
• Tele-Satellite	<a href="http://www.tele-satellit.com">http://www.tele-satellit.com</a>	
• Telecom Mexico	<a href="http://www.telecommex.com">http://www.telecommex.com</a>	
• Telespazio	<a href="http://www.Telespazio.it">http://www.Telespazio.it</a>	
• Telistar	<a href="http://www.loralskynet.com">http://www.loralskynet.com</a>	<a href="http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/telstar.html">http://sulu.lerc.nasa.gov/dglover/telstar.html</a>
• Teracom	<a href="http://www.teracom.se">http://www.teracom.se</a>	
• The Satellite Enciclopedia	<a href="http://www.tele-satellit.com/tse/online/">http://www.tele-satellit.com/tse/online/</a>	
• UHF o UFO	<a href="http://www.fafb.af.mil/uhf/">http://www.fafb.af.mil/uhf/</a>	
• USSB United States Satellite Broadcasting	<a href="http://www.usstv.com">http://www.usstv.com</a>	
• Yahoo	<a href="http://www.yahoo.com/Science/Space/Satellites/">http://www.yahoo.com/Science/Space/Satellites/</a>	
• Yuri	<a href="http://yoy.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/bs_e.html">http://yoy.tksc.nasda.go.jp/Home/This/This-e/bs_e.html</a>	