

PANORAMA TECNOLÓGICO DE LOS SATELITES DE COMUNICACION EN EL MUNDO

Dr. Rodolfo Neri Vela
M.C. Salvador Landeros Ayala



La órbita geoestacionaria se ha empleado desde hace más de treinta años para colocar en ella una gran diversidad de satélites. La mayor parte de éstos ha sido y es empleada para brindar servicios de telecomunicaciones, tanto nacionales como internacionales. La vida útil de cada uno de estos aparatos depende de varios factores, pero el principal es su reserva de combustible y cómo lo administran los operadores desde su centro de control respectivo en la tierra. Por tal razón, algunos satélites han funcionado durante 7,8,9 ó 10 años, antes de ser remplazados por otros de nueva generación que, naturalmente, llévan integrada una tecnología más moderna y por lo general están diseñados para tener una vida útil más larga. Así, por ejemplo, México utiliza ahora sus satélites de segunda generación, Canadá emplea su sistema de quinta generación, y el consorcio internacional Intelsat comenzó el año pasado a usar sus aparatos de octava generación.

Es evidente que cada sistema posee características muy particulares, acordes con los servicios que proporciona, sus frecuencias de transmisión y recepción, en capacidad eléctrica, potencia de radiación y cobertura geográfica. En la actualidad hay tres bandas de frecuencia que son las más empleadas por estos satélites: L, C y Ku. La banda L ha sido asignada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para el servicio móvil, aunque no todos los sistemas la emplean, pero sí por ejemplo Optus (Australia), Solidaridad (México) y MSAT (los Estados Unidos). Las bandas C y Ku se destinan al servicio fijo (telefonía, datos, música y televisión) y hay muchos satélites híbridos, es decir que utilizan de manera simultánea ambas bandas. Nuevamente, Solidaridad, Panamsat e Intelsat son tan sólo algunos ejemplos de sistemas híbridos, pero en forma adicional, la banda Ku posee un rango de frecuencias variable, según el continente del que se trate, asignada muy particularmente para el servicio de DBS, es decir, la radiodifusión directa de TV de alta potencia, como Astra (Europa), DBS y Echostar (los Estados Unidos) y Galaxy (América Latina), que son algunos sistemas representativos de este último servicio.

Existe otra banda de frecuencias aún mayores que las anteriores, denominada Ka. Esta banda se utiliza ya en algunos satélites experimentales, por ejemplo, el ACTS de la NASA en los Estados Unidos, el N-Star en Japón y el Italsat en Italia. Varias compañías en el mundo piensan iniciar el uso de estas frecuencias a más

tardar en el año 2,000 y se vislumbra un gran futuro comercial para la banda Ka, especialmente porque tiene siete veces el ancho de la banda de sus contrapartes las C ó Ku, lo cual permitirá transmitir cantidades de información todavía mucho mayores que las que se manejan actualmente. Es posible que la tercera generación de los satélites mexicanos incluya esta tecnología dentro de algunos años.

Como puede verse, resulta muy complejo llevar un seguimiento de todos los sistemas que hay en el mundo, de los lanzamientos de satélites de reemplazo de nueva generación, de los datos sobre la vida útil de cada uno de ellos, de las potencias que manejan, de sus bandas y frecuencias específicas, de la manera como están divididas (número de transpondedores), de los servicios que proporcionan, y de muchos otros factores. Sin embargo, conviene tener una idea de cuáles son los principales sistemas civiles que funcionan actualmente en la órbita geoestacionaria (véase tabla 1). Una gran parte sigue siendo propiedad de los gobiernos o de compañías telefónicas en las que éstos son accionistas importantes, pero también hay muchos que pertenecen en su totalidad a la iniciativa privada. Más adelante se comentará sobre los usos inminentes de otros tipos de órbita para sistemas mundiales de telecomunicaciones, específicamente las órbitas bajas e intermedias.

Obsérvese en la tabla 1 sólo es representativa, pues varios de los sistemas incluidos en ella fueron construidos inicial o primordialmente para dar servicio doméstico pero, por razones comerciales, también tienen un porcentaje de su capacidad destinada al servicio internacional, en especial si son satélites de una generación superior. Dentro de estos últimos están, por ejemplo, Solidaridad (México), Anik (Canadá), Hispasat (España), Telecom (Francia), Thaicom (Tailandia), JCSat (Japón), Turksat (Turquía), Nahuelsat (Argentina), Brazilsat (Brasil) y Palapa (Indonesia). En la figura 1 se concentran las huellas de iluminación de los diferentes haces radiados por los satélites Solidaridad, Hispasat, Brazilsat, Nahuelsat, Anik, Palapa, Panamsat y Astra.

Otros Sistemas de Uso Doméstico

Por lo que se refiere a los sistemas de satélites empleados fundamentalmente en la actualidad para el servicio doméstico, ya sea éste fijo tradicional o de DBS -también llamado DTH-, se pueden mencionar los de Estados Unidos, el de Morelos 2 de México, el Optus de Australia y el Italsat de Italia, entre otros. En la tabla 2 se indican algunos de los principales sistemas de este tipo, pero debe tomarse en cuenta que durante cada mes que transcurre puede haber un reemplazo o la colocación de un satélite adicional, por lo que de nuevo estos datos sólo deben tomarse como indicativos a marzo de 1997, fecha de redacción de este artículo. De dichos satélites, los DBS, Echostar, Tempo y TDF, por ejemplo, están dedicados de manera exclusiva a la transmisión de televisión directa en la banda Ku, con amplificadores de muy alta potencia. El sistema Orión también se emplea para servicio fijo internacional entre Norteamérica y Europa, compitiendo de esta forma con el consorcio Intelsat. En la figura 2 se ilustra la distribución aproximada de los satélites geoestacionarios civiles de comunicaciones que operan en la actualidad, donde se observa que la altitud de cada satélite sobre el nivel del mar es aproximadamente del triple del diámetro de la Tierra, y cada aparato se desplaza de modo ininterrumpido sobre un plano que coincide con el ecuador terrestre, a una velocidad de 3 km/segundo, en el mismo sentido de rotación del planeta.

Comunicaciones Móviles en la Banda L

El consorcio más grande del mundo es Inmarsat, que brinda servicios de comunicación con unidades móviles como aviones, barcos y vehículos terrestres. Actualmente cuenta con seis satélites geoestacionarios, distribuidos sobre los océanos y entre sus planes de expansión está el de iniciar la operación de un nuevo sistema para comunicaciones personales, denominado ICO, sólo que en este caso los satélites estarán en órbitas intermedias. Otros satélites geoestacionarios dedicados en exclusiva al servicio móvil en la banda L, al igual que los de Inmarsat, son los dos aparatos del consorcio AMSC de los Estados Unidos y Canadá. Asimismo, algunos otros sistemas geoestacionarios dedicados principalmente al servicio fijo. Solidaridad, por ejemplo, tiene equipos de amplificación y transmisión, destinados a brindar éste,

servicio en la banda L dentro del territorio nacional mexicano (véase figura 1).

El principal problema que presentan actualmente los sistemas satelitales geoestacionarios que operan en la banda L es que no pueden emplearse unidades personales portátiles para comunicarse a través de ellos. Esto se debe a que el trayecto de ida y vuelta de las señales es aproximadamente de 72 mil km., lo cual las atenúa de manera drástica, y sólo es posible detectarlas y utilizarlas con unidades de transmisión muy potentes, que posean antenas de alta ganancia y dispositivos de recepción muy sensibles. Tal problema no representa obstáculo alguno para un avión, un barco o un automóvil, pero sí para una persona que quiere desplazarse con comodidad, portando su unidad de tipo teléfono celular, mismo que deberá tener un costo razonable.

La solución no es del todo sencilla tecnológicamente hablando, pues para reducir la atenuación no hay otra forma que la de aminorar la longitud del trayecto de la señal. Es decir, hay que acercar el satélite al usuario, pero esto implica que dicho satélite dejará de ser geoestacionario y sólo será visible desde un punto de la Tierra durante minutos u horas, según la altitud del artefacto. Con el fin de que las comunicaciones no se interrumpan debido a este hecho inevitable de visibilidad breve, varias empresas del mundo han decidido emplear "constelaciones" de satélites, como la del sistema ICO arriba mencionado.

“ El espacio extraterrestre se verá poblado por diversas constelaciones de satélites de tamaño medio, para brindar, instantáneamente y a toda hora, comunicaciones personales en todo el planeta “

En la figura 3 se muestran las altitudes relativas, a la misma escala, de las órbitas bajas e intermedias en comparación con la geoestacionaria. Es evidente que mientras más bajo esté un satélite (órbita baja), las unidades portátiles personales para comunicarse con él serán más ligeras y económicas, puesto que tanto la distancia de ida como la de regreso son comparables al trayecto de la ciudad de México a Monterrey. Es decir, la señal se

atenúa poco, la unidad puede tener una antena de baja ganancia y transmitir escasa potencia y, además, el tiempo de retraso es similar al de un enlace terrestre por fibra óptica. Sin embargo, como ya se dijo antes, cada satélite sólo es visible durante un corto tiempo y, para que la comunicación no se interrumpa, otro que aparezca en el horizonte tendrá que retomar el enlace. La operación es similar a la de la telefonía celular terrestre, sólo que en este nuevo caso las señales se pueden transmitir directamente de un satélite a otro (sin regreso a Tierra o múltiples saltos), hasta que lleguen al satélite orientado en ese momento hacia el destinatario, y este proceso de relevos sucesivos debe mantenerse durante todo el tiempo que dure el enlace. Desde luego, estos novedosos satélites tendrán antenas para comunicarse con sus similares y otras más para hacerlo con la Tierra, en bandas de frecuencias diferentes.

Debido a que el funcionamiento de estas constelaciones se basa en el ya viejo concepto de la telefonía celular terrestre, no es de extrañar que poderosas empresas mundiales, como Motorola, por ejemplo, estén invirtiendo en este nuevo negocio. Todos los estudios de mercado que se han hecho señalan que el servicio móvil personal tendrá un auge mundial muy importante, particularmente al aplicarlo en negocios, investigaciones, trabajos de campo y militares, policía y seguridad, emergencias y servicios de rescate, turismo, transportación marítima, terrestre y aérea, y además en las áreas rurales de todos los países en desarrollo que no cuentan con la debida infraestructura terrestre.

En la actualidad se están desarrollando diversos proyectos para colocar en órbita varias de estas constelaciones. Algunos están más avanzados que otros, y en la tabla 3 se indican los más importantes hasta el momento. Como puede apreciarse, las constelaciones de órbitas intermedias tendrán menos satélites que las órbitas bajas, lo cual es fácil de entender si el lector imagina que está sosteniendo una lámpara de mano, equivalente al satélite que ilumina la Tierra, que conforme la acerca al piso o a la pared, la huella de su iluminación se reduce, o sea, que mientras más cerca estén los satélites mayor necesidad se tiene de ellos para cubrir total y simultáneamente al planeta. Esto desde luego aumenta el costo de la constelación, pero reduce al mismo tiempo el costo de las unidades personales por la corta distancia de propagación.

Resulta importante aclarar que los satélites de cada constelación estarán repartidos por grupos en diversas órbitas, que tendrán diferentes ángulos de inclinación respecto al plano ecuatorial. Así, por ejemplo, en la figura 4 se ilustra la distribución aproximada de los 10 satélites del sistema ICO.

“ La televisión digital por satélite ha tenido un éxito asombroso en los Estados Unidos y ahora busca menos mercados en América Latina”

El servicio de DBS en la banda Ku es nuevo en América, pero esta industria ya existe desde hace un decenio en lugares como Europa y Japón, mientras que desde los ochenta en los Estados Unidos se comercializó de manera intensiva la radiodifusión de televisión analógica en la banda C, originalmente con señales sin codificar. Esto condujo a una guerra de piratería que duró varios años, hasta que las señales fueron codificadas, pues muchos usuarios, incluyendo millones en Canadá y México, instalaban sus platos parabólicos, recibían los canales de TV y no pagaban renta alguna.

En una segunda etapa de la radiodifusión televisiva, el servicio digital se inició formalmente en los Estados Unidos en 1994, con el lanzamiento del servicio DirecTV. Este y otros sistemas digitales (que implican platos pequeños y banda Ku) compartirán el mercado de la televisión con sus contrapartes analógicas (platos grandes y banda C), así como con las compañías terrestres por cable, mismas que estudian la posibilidad de digitalizar también sus transmisiones para aumentar el número de canales que ofrezcan a sus clientes a fin de poder conservarlos.

Los satélites que actualmente transmiten televisión digital en la banda Ku son aparatos de muy alta potencia, contruidos especialmente para eso; sus amplificadores manejan potencias de transmisión del orden de 100 watts o más, lo que hace posible que los usuarios puedan recibir los canales de TV con alta calidad a través de las antenas pequeñas, del orden de medio metro de diámetro, a pesar de que la banda Ku las atenuaciones son mayores que en la banda C (servicio tradicional), pues es bien sabido que la atenuación por propagación aumenta con la frecuencia.

“ La banda Ka dejará de ser experimental y pronto habrá muchos sistemas satelitales que la utilizarán para transmisiones de banda ancha “

Durante varios años se ha estado experimentando con satélites geoestacionarios que transmiten y reciben en la banda de frecuencias Ka. Cabe mencionar, en orden cronológico, a los satélites Olympus (Agencia Espacial Europa), Italsat 1 (Agencia Espacial Italia) y ACTS (NASA). Las pruebas continúan, transmitiendo datos, voz y videos digitalizados, que se integran en paquetes con enormes cantidades de información, regenerables a bordo del satélite y conmutables entre transpondedores y haces dirigibles de iluminación. Son los ejemplos pioneros de lo que serán, en un futuro próximo, los satélites “inteligentes”. Entre otros proyectos, por ejemplo, la Agencia Espacial Europea lanzará, en el año 2000, el satélite Artemis que no solamente realizara funciones de procesamiento a bordo y transmisiones en la banda Ka, sino que efectuara experimentos de enlace intersatelital, comunicándose por láser otros satélites (Spot de nueva generación con percepción remota y en órbita baja).

Los principales problemas tecnológicos que se ha tenido que ir resolviendo para poder explotar provechosamente esta preciada banda Ka, varias veces superior en capacidad a las ya tradicionales y convencionales C y Ku, consisten en atenuar por propagación y por lluvia el ruido, la potencia de los transmisores y, en términos generales, la estabilidad, la rapidez y confiabilidad de todos los dispositivos electrónicos que integran un satélite operativo. Pero los avances han llegado ya un punto de madurez tal, que tan sólo en los Estados Unidos la FCC (Organismo regulatorio, equivalente a la COFETEL/SCT de México en el terreno de las telecomunicaciones) han recibido más de una docena de solicitudes de diferentes empresas, que quieren lanzar satélites que funcionen en dicha banda. Y no sólo hay planes para utilizarlos en la órbita geoestacionaria sino también en constelaciones de órbitas bajas, como el proyecto Teledosic, que consistiría de 840 satélites y sería una red digital de alta velocidad mundial por satélite, equivalente a todas las redes terrestres de fibra óptica integradas. En la tabla 4 se indica alguno de los principales proyectos de diversas empresas estadounidenses, varias, inclusive, que parecen urgidas de tener sus satélites ya en órbita funcionando hacia el año 2000, como el

M-Star, por ejemplo, con una constelación de 72 aparatos en órbita baja.

Desde luego, otros lugares del mundo también se están preparando para utilizar comercialmente la misma banda Ka, pues hay que recordar que el mercado no sólo incluye al satélite en sí, sino los equipos terrestres que pueden ser miles o millones, según el caso. Esto implica el crecimiento de las industrias aeroespaciales y su permanencia en el dominio de la tecnología de punta; así, por ejemplo, la empresa europea Matra Marconi está desarrollando su proyecto WEST (Wideband European Satellite Telecommunications) que, de acuerdo con sus planes, constará de una constelación de nueve satélites de órbita intermedia en combinación con otro geoestacionario, y serán lanzados a partir del año 2003.

Todo lo anterior indica que los sistemas de la banda Ka, además de novedosos podrían ser sumamente lucrativos. Por ello, indiscutiblemente, la iniciativa privada representa un papel de gran importancia en todos los nuevos sistemas satelitales, ya que se requieren inversiones muy fuertes del orden de hasta varios miles de millones de dólares. Pero también hay otras razones por las cuales los gobiernos han ido permitiendo la privatización de estos servicios, e incluso han vendido sus propios sistemas. Así, el lector quizá se preguntará que efectos tiene esta tendencia mundial de privatización.

Aspectos más relevantes de los sistemas de participación privada

Las decisiones de privatización tienen como objetivo acelerar el desarrollo y hacer más eficientes las telecomunicaciones nacionales, así como establecer las condiciones que permitan participar en los mercados globalizados con la fuerza necesaria. Este punto destaca, ya que las políticas mundiales de desregulación han eliminado las fronteras entre sistemas satelitales domésticos, regionales e internacionales, de acuerdo con lo expuesto al inicio de este artículo, y la demanda de nuevos servicios ha crecido sustancialmente. Un común denominador es que los gobiernos se mantienen como entes reguladores que fijan las normas y políticas conforme a los objetivos e intereses propios

de cada país. En dichas privatizaciones se observa también la presencia de empresas de servicios de telecomunicaciones, tales como telefonía y televisión, con participación importante en las sociedades respectivas. Asimismo, es común observar la participación de empresas de tecnología satelital, por su importancia en el desarrollo de los distintos proyectos, así como para dinamizar la industria al ampliar las posibilidades de transferencia de tecnología. El otro actor importante en los esquemas privatizadores es el sector financiero.

En cuanto a los esquemas utilizados, se presenta en varios casos la modalidad de licencias o concesiones, mientras que en otros, los gobiernos crean empresas con responsabilidad limitada y participación privada, restringiendo la participación gubernamental a la de ente regulador. En los sistemas más antiguos, los efectos de la privatización han sido exitosos en términos financieros, manteniendo los intereses de seguridad nacional y de aplicaciones sociales, de acuerdo con las políticas gubernamentales respectivas. En los sistemas más recientes se observa un acelerado crecimiento en pocos años, pues las privatizaciones realizadas, que combinan a empresas de servicios de telecomunicaciones y empresas de tecnología con grupos o entidades financieras, logran establecer esquemas tarifarios competitivos en beneficio de todos los participantes de la industria.

Todos los sistemas han requerido de fuertes inversiones para alcanzar mejores niveles de comunicación, y la opción para hacerlo ha sido abrir el mercado a la libre competencia, atrayendo inversiones extranjeras dentro del marco regulatorio que cada país define para contar con servicios de calidad a mejor precio. La experiencia de estas privatizaciones ha sido la disminución de las tarifas, las mejores en el servicio y el aumento de la demanda.

Análisis del sistema satelital mexicano en el contexto de la apertura a la privatización

Marco Legal

El 3 de marzo de 1995 entró en vigor la reforma al cuarto párrafo del artículo 28 de la Constitución, en virtud de la cual se establece

la facultad del Estado para otorgar concesiones a los particulares en lo referente a la actividad de la comunicación vía satélite, es decir, dicha comunicación dejó de ser una actividad reservada de manera exclusiva a éste. Posteriormente, el 8 de junio del mismo año, entró en vigor la Ley Federal de Telecomunicaciones (LFT), la cual, entre otros aspectos, permite a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), otorgar concesiones sobre posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas asignadas al país, explotar sus respectivas bandas de frecuencia, así como los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios en el territorio nacional. La LFT establece que únicamente podrán ser titulares de estas concesiones personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, en la inteligencia de que la participación de capital extranjero en la sociedades mexicanas no podrá exceder del 49 por ciento.

Cabe mencionar que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 56 de la LFT, los concesionarios de posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país tienen la obligación de poner un satélite en órbita a más tardar en cinco años, contados a partir de la fecha en que se haya otorgado la concesión, salvo lo previsto en la misma. Asimismo, la LFT establece la obligación de la SCT de asegurar, en coordinación con otras dependencias, la disponibilidad de capacidad satelital suficiente y adecuada para redes de seguridad nacional y para prestar servicios de carácter social. En virtud de lo anterior, el concesionario tendrá que reservar un porcentaje de la capacidad satelital total para satisfacer estas últimas condiciones.

Por lo que se refiere a las concesiones para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de satélites extranjeros, cabe mencionar que, en abril de 1996, México suscribió con los Estados Unidos, el Tratado de Reciprocidad Relativo a la Transmisión y Recepción de Señales desde Satélites Mexicanos y de Estados Unidos de América y en noviembre del mismo año se formalizó el protocolo para servicios satelitales. Finalmente con objeto de completar el marco regulatorio del Sistema Satelital Mexicano, se deberá elaborar el Reglamento de la LFT correspondiente, trabajo que está actualmente en proceso.

Áreas de negocios

El sistema satelital mexicano cuenta con siete áreas de negocios:

- 1) Servicio fijo, que incluye servicios nacionales e internacionales de comunicaciones para terminales fijas que manejan servicios de voz, datos, radio y televisión, utilizando los satélites Morelos 2, Solidaridad 1, Solidaridad 2 y los satélites Intelsat.
- 2) Servicio móvil, que consiste en servicios de comunicaciones para terminales móviles que transmiten voz y datos con cobertura nacional, utilizando la banda L de los satélites Solidaridad; cobertura internacional con los satélites Inmarsat, y en un futuro el sistema ICO con cobertura mundial.
- 3) Telepuertos de servicio fijo: A) dos telepuertos fijos ubicados en la ciudad de México y en Tulancingo, Hidalgo; B) 12 estaciones terrenas ubicadas en las principales ciudades del país, y C) ocho estaciones terrenas transportables.
- 4) Posiciones orbitales para satélites de difusión directa (DBS), que consta de las posiciones de 69°, 78°, 127° y 130° longitud oeste, para el servicio de difusión directa a los hogares con cobertura estratégica sobre América, las cuales están vacantes y serán subastadas al mejor postor.
- 5) Nuevas posiciones orbitales y ampliación de la capacidad de las tres actuales para servicio fijo, que cuenta con las posiciones de 105°, 127°, 138° y 145° longitud oeste, y la ampliación de las tres actuales, en proceso de negociación con la UIT.
- 6) Posiciones orbitales para el sistema de satélites Megasat en la banda Ka, que incluye las posiciones de 15°, 23°, 31°, 100°, 116°, 130° longitud este, y las de 85°, 95° y 104° longitud oeste, y que ya han sido solicitadas por México a la UIT.
- 7) Acciones de inversión en Intelsat, Inmarsat e ICO, en el cuadro 1 se proporciona una breve cronología del uso de satélites en México.

Potencialidades y retos

En general, los satélites de telecomunicaciones son un negocio atractivo si se toman en cuenta los ingresos que se obtienen anualmente por venta o renta de transpondedores que comparados con los costos de adquisición y operativos, dan un importante margen de utilidad. La ubicación estratégica de las posiciones

orbitales del sistema satelital mexicano y la creciente demanda de servicios, tanto nacional como de los diversos países de América latina y los Estados Unidos, hacen que las expectativas en este negocio sean especialmente favorables.

En América Latina, la penetración del servicio de DTH y cable a los hogares es menor al 10%, habiendo un mercado con 78 millones de hogares, por lo que el potencial de crecimiento es muy amplio. En este mercado se competirá con Intelsat, Panamsat, Galaxy Latinoamérica, Nahuelsat, Brazilsat, pero adicionalmente hay que considerar el mercado que representa la población de habla hispana en los Estados Unidos.

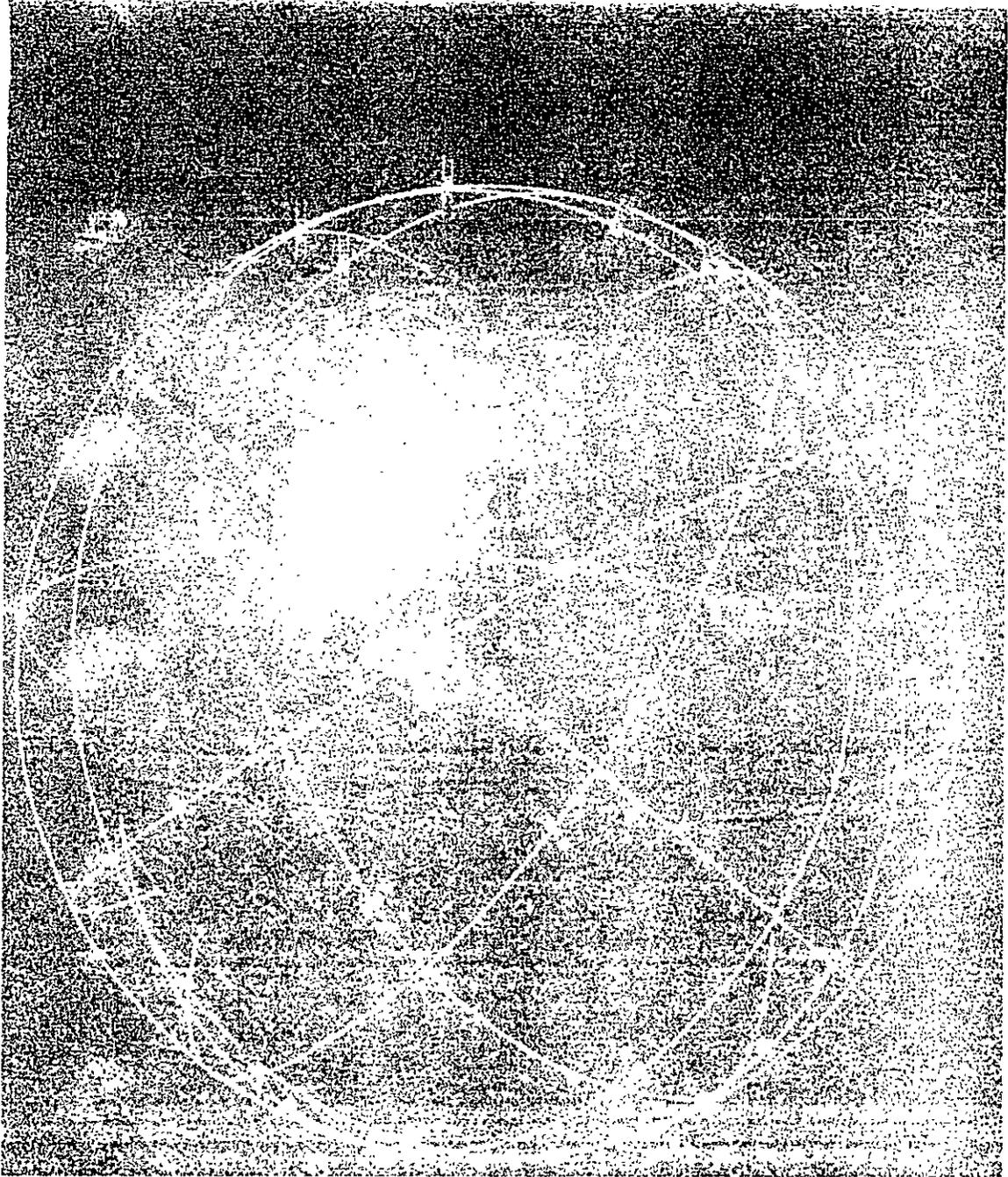
En un análisis de rentabilidad preliminar, los flujos de efectivo del sistema satelital mexicano hasta el año 2007, considerando la demanda esperada así como la inversión total y los costos y gastos operativos a precios constantes, se estima una tasa interna de retorno superior al 20%, que se considera muy aceptable para un proyecto de estas características.

Conclusiones y retos del futuro sistema satelital mexicano

Competencia

El potencial de crecimiento debe aprovecharse adecuadamente, ya que un reto importante en las diversas regiones de América es la reciente competencia surgida en el mercado latinoamericano con los satélites Nahuelsat, Brazilsat, y los consorcios Intelsat y Panamsat, con flotillas de 24 y cuatro satélites respectivamente, de los cuales Intelsat dedica cuatro y Panamsat dos a la región, así como la madurez de la industria satelital en los Estados Unidos. Se requiere, basándose en una mercadotecnia agresiva, bases de servicio de calidad y tarifas competitivas, para incrementar el número de clientes y para hacer el negocio cada vez más rentable, con objeto de participar en el desarrollo de la infraestructura satelital de la región. En el caso particular de las tarifas se deben establecer esquemas más flexibles que incluyan descuentos por tiempo contratado, y fijar la tarifa de acuerdo con criterios internacionales por tipo de servicio, dependiendo del grado de disponibilidad que se requiera.

Aun cuando los nichos de mercado están bien definidos para los sistemas satelitales y las fibras ópticas, en algunos servicios digitales se tendrá una competencia mutua, especialmente por el amplio crecimiento de las redes de fibra óptica que se ha tenido en México. Así, se deberá mantener una plantilla de personal técnico-operativo de alta capacidad, para lo cual es necesario establecer niveles laborales competitivos en relación con el mercado nacional e internacional de las telecomunicaciones.





North America to Pacific



South Africa to India



South America to Asia



North America to Asia



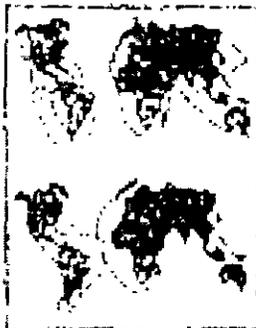
India to Africa



Pacific to India



South America to Africa



North America to Africa



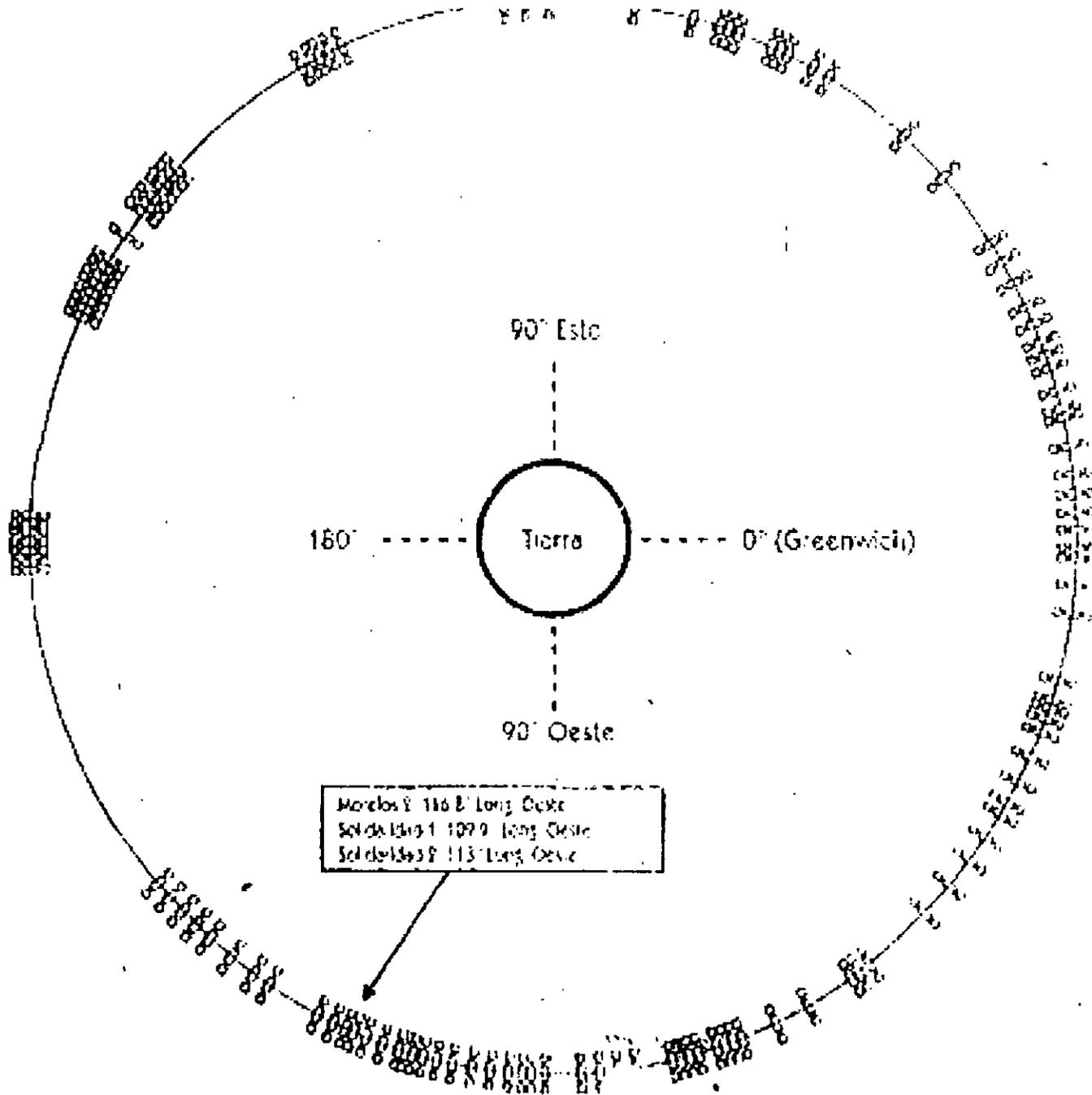
South America to Africa



North America to Africa



03/20/98 14:43 8181855



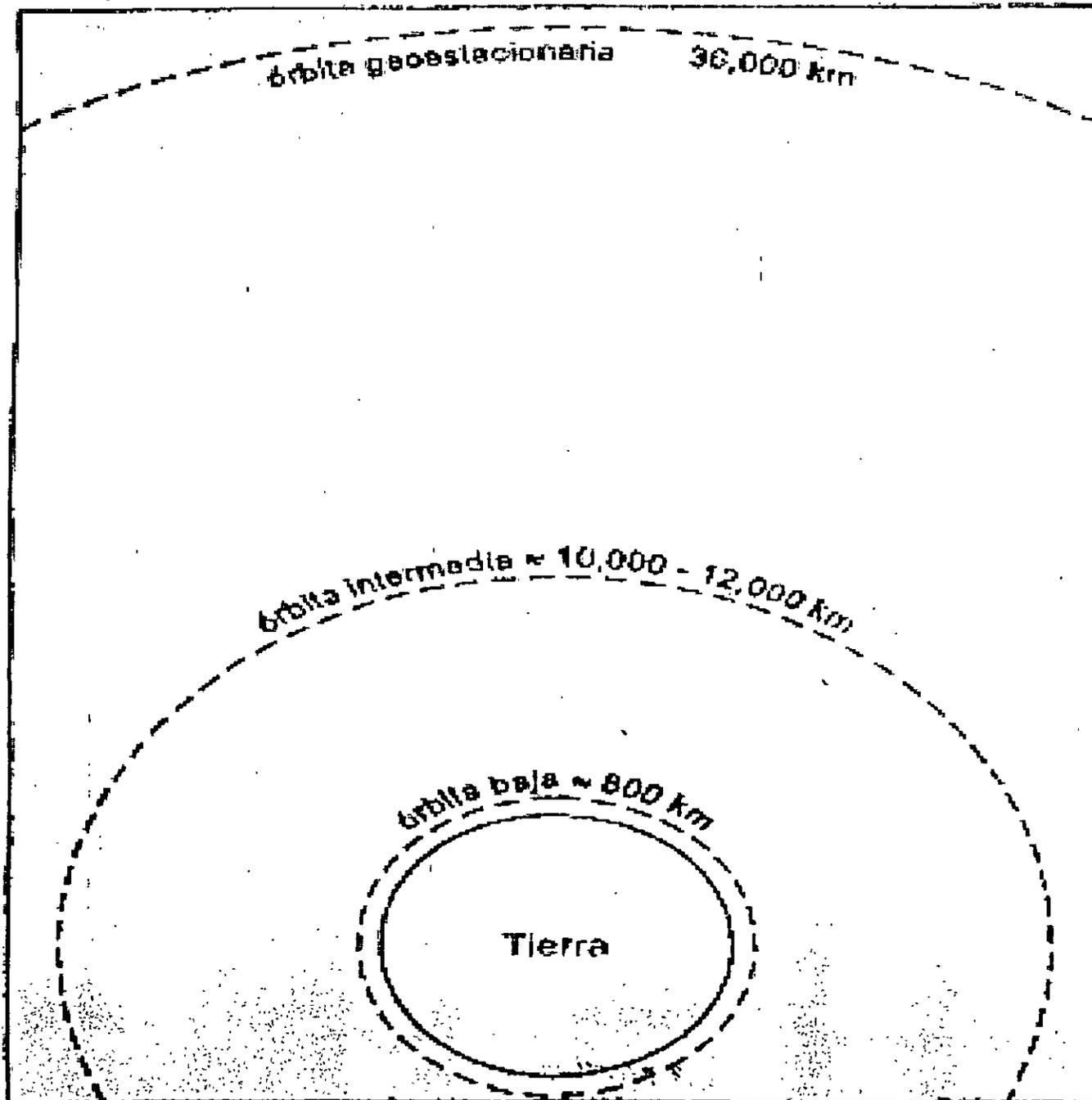
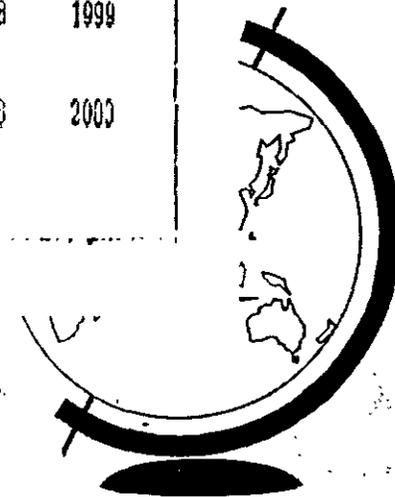


Tabla 3
Principales constelaciones de satélites de comunicaciones móviles personales, que entrarán en operación antes de o hacia el año 2000

Sistema	Propietario	Número de satélites	Órbita	Altitud (promedio) (km)	Banda de frecuencia	Servicios	Primeros lanzamientos	Sistema en operación
Iridium	Motorola	46	Baja	780	L	Voz, fax, datos y radiolocalización	1997	1998
Globalstar	Globalstar	48	Baja	1 390	L	Voz, fax, datos y radiolocalización	1997	1998
Orbcomm	Orbital Sciences	30	Baja	775	VHF	Mensajes y radiolocalización	1995	1997
ICO	ICO Global Comms.	10	Intermedia	10 355	L	Voz, fax, datos y radiolocalización	1998	1999
Odyssey	TRW	12	Intermedia	10 550	L	Voz, fax, datos y radiolocalización	1998	2000



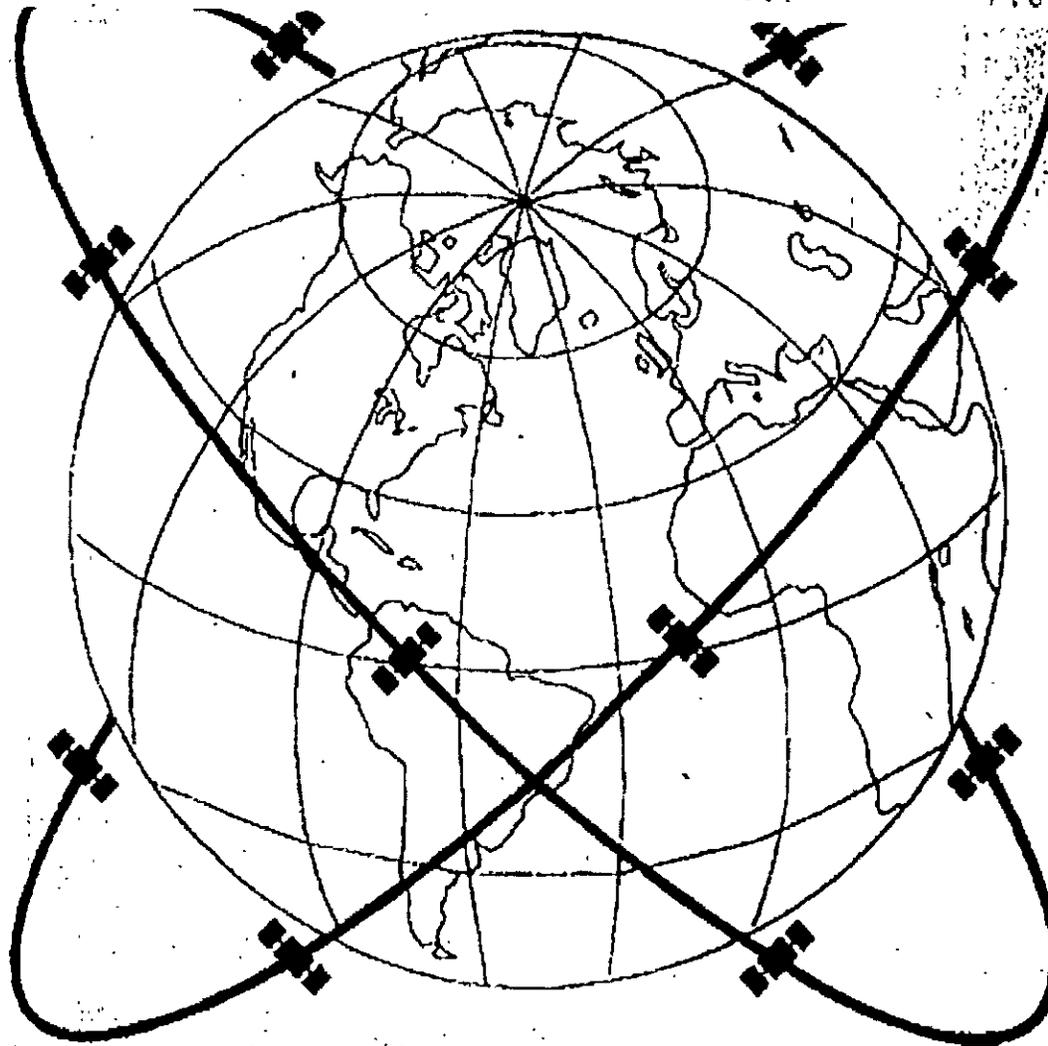


Figura 4. El sistema ICO tendrá 10 satélites distribuidos en dos planos orbitales (cinco por plano). Cada plano tendrá un ángulo de inclinación de 45° con respecto al ecuador.



Tabla 1
Algunos de los principales sistemas internacionales o regionales de satélites civiles de comunicaciones que funcionan actualmente en la órbita geostacionaria y su cobertura por zonas

América	Europa	Asia	Resto del mundo	Privato	Número aprox. de satélites
Intelsat	Intelsat	Intelsat	Intelsat	no	20
Gorizont	Gorizont	Gorizont	Gorizont	no	8
Raduga	Raduga	Raduga	Raduga	no	3
—	Ekrán	Ekrán	Ekrán	no	2
—	Eutelsat	—	—	no	6
—	—	Arabsat	—	no	2
Solidaridad	—	—	—	no	2
Anik	—	—	—	sí	4
Brazilsat	—	—	—	no	3
—	—	—	Palapa	sí	5
Hispasat	Hispasat	—	—	sí	2
Nahuelsat	—	—	—	sí	1
Panamsat	Panamsat	Panamsat	Panamsat	sí	4
—	Astra	—	—	sí	5
—	—	Asiasat	Asiasat	sí	2
Telecom	Telecom	—	—	no	4
—	Turksat	Turksat	—	no	2
—	—	Thaicom	—	sí	2
—	—	JCSat	—	sí	3
TDRS (NASA)	TDRS	TDRS	TDRS	no	5



Tabla 4
Principales proyectos estadounidenses actuales de sistemas satelitales en la banda Ka

Nombre	Empresa	Orbita
Spacoway	Hughes	Geoestacionaria
Astrolink	Lockheed Martin	Geoestacionaria
CyberStar	Loral	Geoestacionaria
Voice Span	AT&T	Geoestacionaria
Millenium	Motorola	Geoestacionaria
M-Star	Motorola	Baja / constelación
Teledosic	Teledosic	Baja / constelación



Algunos de los principales sistemas domésticos de satélites civiles de comunicaciones, que funcionan actualmente en la órbita geoestacionaria

Algunos sistemas de la Tabla 1 también dan servicio doméstico, como el Solidaridad (México) y el Telecom (Francia).

Nombre de los satélites	País	Propietario	Número de satélites
Morelos 2	México	SCT	1
DFS Kopernikus	Alemania	D. Telekom	3
Optus	Australia	Opt. Comms.	3
Gstar y GE	Estados Unidos	GE Americom	5
Satcom y Spacenet	Estados Unidos	GE Americom	7
Orión	Estados Unidos	Orion Sat.	1
SBS, DBS y Galaxy	Estados Unidos	Hughes Comms.	13
Echostar	Estados Unidos	Echostar Comms.	2
Telstar y Aurora	Estados Unidos	AT&T Skynet	4
Temposat	Estados Unidos	Tempo Satellite	1
BS y CS	Japón	TAO	5
N-Star	Japón	Nippon T. T.	2
Superbird	Japón	Space Comms.	2
Italsat	Italia	Telespazio	2
AMOS	Israel	Is. Air. Ind.	1
Apstar	Hong Kong	Asia P. Tel. S.	2
Insat	India	ISRO	4
Sirius	Suecia	Nordiska Sat.	1
TDF	Francia	Teledif. France	2
Thor	Noruega	Norw. Telecom	1