



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“IMPLANTACION DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE NO GEOESTACIONARIO EN MEXICO”

2000



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA ELECTRICA ELECTRONICA
P R E S E N T A
GERARDO LOPEZ MOCTEZUMA

CIUDAD UNIVERSITARIA

2000



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 esta 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.

*Eres lo que tu más profundo y vigoroso
deseo es.....
Como es tu deseo, es tu voluntad.
Como es tu voluntad, son tus actos.
Como son tus actos, es tu destino.*

Brihadaranyaka Upanishad, IV.4.5.

A Dios.

*A Carolina y Jerry,
por ser la fuente de mi inspiración,
lucha y realización.*

*A mis padres: Alma e Ildelfonso,
por su apoyo incondicional y por darme
la oportunidad de lograr mis sueños.*

*A mis hermanos: Alma, Yalid y Oscar,
por quererme, entenderme y
soportarme.*

*A mis Abuelitos,
por su ejemplo y trascendencia.*

*A todos mis primos,
por dejarme compartir con ustedes mis
locuras, secretos y alegrías.*

*A todos mis amigos y en especial a Mau,
Marillo, David, Pablín y al gran Willy,
por brindarme parte de sus vidas.*

*Y a todas esas personas que me
apoyaron e impulsaron para alcanzar
esta meta. Gracias.*

"IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE NO GEOESTACIONARIO EN MÉXICO"

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE GEOESTACIONARIO Y NO GEOESTACIONARIO.....	5
1.1. Antecedentes	
1.1.1. Servicio Fijo por Satélite	
1.1.2. Tipos de Órbitas Satelitales	
1.1.3. Sistemas del Servicio Fijo por Satélite	
1.2. Atribución de frecuencias para sistemas del Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario	
1.2.1. Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1995 de la UIT	
1.2.2. Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1997 de la UIT	
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE NO GEOESTACIONARIO.....	14
2.1. Evolución de satélites GEO a satélites LEO	
2.2. Sistemas proyectados	
2.2.1. Competidores GEO'S	
2.2.2. Competidores LEO'S	
CAPÍTULO III. REGULACIÓN INTERNACIONAL.....	28
3.1. Tratado de Libre Comercio de América del Norte	
3.2. Organización Mundial de Comercio	
3.3. Unión Internacional de Telecomunicaciones	

- 3.3.1. Protección de sistemas del Servicio Fijo que operan en las bandas de frecuencias atribuidas al Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario
- 3.3.2. Protección de sistemas satelitales geoestacionarios que operan en las bandas de frecuencias atribuidas al Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario
- 3.3.3. Procedimiento ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones para llevar a cabo la notificación, coordinación e inscripción de sistemas satelitales.

CAPÍTULO IV. PROYECTO REGULADORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE NO GEOESTACIONARIO EN MÉXICO.....	38
4.1. Ley Federal de Telecomunicaciones	
4.2. Tratados y Protocolos entre los Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América	
4.3. Reglamento de Comunicación Vía Satélite	
4.4. Propuesta del Procedimiento Regulatorio para la Implantación de sistemas del Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario en México	
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49
APENDICE I.- “Límites de la DFPE _{down} radiada por los sistemas del SFSNOSG, en algunas bandas de frecuencias”.....	52
APENDICE II.- “Límites de la DFPE _{up} radiada por los sistemas del SFSNOSG, en algunas bandas de frecuencias”.....	61
APENDICE III.- “Límites de la DFPE _{is} radiada por los sistemas del SFSNOSG, en algunas bandas de frecuencias”.....	62

INTRODUCCIÓN



Teledesic

Los sistemas satelitales han llegado a constituir uno de los principales soportes de las telecomunicaciones en todo el mundo, por lo que el conocimiento, comprensión e implantación de nuevos sistemas satelitales se hace indispensable para un desarrollo integral y vanguardista en nuestro país.

Tradicionalmente los satélites geoestacionarios, han sido la base que conforman los sistemas de Servicio Fijo por Satélite, toda vez que la arquitectura de una red satelital de este tipo, reúne simplicidad en la construcción de los satélites y en la arquitectura de red. Sin embargo en los últimos años, el desarrollo tecnológico se ha hecho inminente y la implantación de sistemas de satélites no geoestacionarios, los cuales reúnen características más complejas, ya son una realidad.

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en:

1. Actualizar la información técnica, referente a nuevos sistemas de telecomunicaciones vía satélite, específicamente a sistemas que se proponen prestar Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario.

2. *Proponer un esquema de regulación aplicable al Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario y coadyuvar al desarrollo de este servicio de telecomunicaciones en México.*

Para cumplir con lo anterior, se pretende:

- Definir los conceptos básicos de los Servicios Fijos por Satélite Geoestacionario y No Geoestacionario.
- Describir las ventajas y desventajas entre los sistemas de Servicio Fijo por Satélite Geoestacionario y No Geoestacionario.
- Describir el funcionamiento y aspectos técnicos operativos de los sistemas proyectados para ofrecer el Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionarios.
- Analizar, identificar y proponer los aspectos técnicos, legales y jurídicos aplicables para el desarrollo del Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario en nuestro país.

CAPÍTULO I

“GENERALIDADES DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE GEOESTACIONARIO Y NO GEOESTACIONARIO”

1.1. ANTECEDENTES.

1.1.1. Servicio Fijo por Satélite.

El Reglamento de Radiocomunicaciones, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), define el Servicio Fijo por Satélite como el servicio de radiocomunicación entre dos o más estaciones terrenas situadas en lugares o zonas fijas predeterminadas, mediante el uso de satélites.

El Servicio Fijo por Satélite, (en adelante SFS), permite comunicar en forma *simultánea, mediante equipos terminales, a un gran número de usuarios* ubicados en la superficie terrestre, de esta manera se pueden establecer enlaces de comunicación a grandes distancias sin importar las características geográficas del medio.

Tradicionalmente, los sistemas del SFS constan de uno o más satélites en el espacio, los cuales enlazan estaciones terrestres, tal y como se muestra en la figura 1.1.

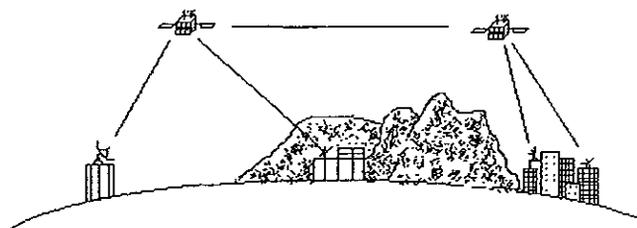


Figura 1.1. Sistema de Servicio Fijo por Satélite

En un sistema del SFS, los usuarios generan información, la cual es enrutada a las estaciones terrenas a través de una red pública de telecomunicaciones.

En la estación terrena (emisora), la señal es procesada y transmitida a través de una portadora de radio frecuencia (RF), hacia el satélite.

Un satélite es considerado como un gran repetidor espacial que recibe las señales moduladas de todas las estaciones terrenas que conforman el sistema, por medio del enlace ascendente (tierra-espacio), este a su vez las amplifica y las envía de regreso a través del enlace descendente (espacio-tierra), con una frecuencia de portadora RF diferente a la del enlace ascendente para evitar interferencias.

La estación terrena (receptora) procesa las señales moduladas, eliminando la portadora de RF, obteniéndose así, la información accesada en las estaciones terrenas transmisoras, finalmente esta es enrutada al usuario final, a través de una red pública de telecomunicaciones.

1.1.2. Tipos de Órbitas Satelitales.

Atendiendo a la altitud a la cual pueden situarse los satélites, las órbitas de estos se pueden clasificar de la siguiente manera (Ver figura 1.2.):

- Órbita geoestacionaria (GEO).
- Órbita media (MEO).
- Órbita baja (LEO).

Órbita geoestacionaria.

Los satélites en órbita geoestacionaria (Geosynchronous Earth Orbit, GEO) se ubican sobre el ecuador de la tierra a una altura de 35,783 Km. y se desplazan a la misma velocidad que la tierra, por lo que aparentan estar estacionados o inmóviles, completando su recorrido orbital en 23h, 56min, 4.1seg.

Cada satélite proporciona una capacidad visual hasta de una tercera parte de la tierra, por lo que con tres satélites GEO colocados en forma equidistante, pueden transmitir señales a casi toda la superficie de la tierra (con excepción de los polos).

Actualmente, a través de los sistemas comerciales conformados por satélites GEO, se proporcionan casi la totalidad de los servicios de telecomunicaciones en todo el mundo.

Algunas ventajas e inconvenientes de los satélites GEO se indican a continuación:

Ventajas:

- Los satélites tienen la misma velocidad angular que la tierra, con lo que pueden establecer radioenlaces con estaciones terrenas fijas sin que se implique la búsqueda del satélite geoestacionario.
- Efecto Doppler prácticamente nulo(*).
- La elevada altitud de la órbita, posibilita que con 3 satélites sean suficientes para cubrir casi la totalidad de la superficie terrestre.
- Los aspectos técnicos de mantenimiento y de control no son complicados.

Inconvenientes:

- Debido a la elevada altitud de la órbita, las pérdidas por atenuación son considerables.
- También a causa de la distancia, el retardo de propagación es lo suficientemente elevado y dificulta la transmisión de señales en tiempo real.
- Al ser órbita ecuatorial, la cobertura empeora notablemente con la latitud.
- Existen limitantes técnicas para diseñar terminales portátiles y de fácil manejo

Órbita baja.

Los satélites en órbita baja (Low Earth Orbit, LEO) se ubican a una altura entre 500 y 2,000 Km., se les considera No-Geoestacionarios (NOSG) por registrar una velocidad distinta a la de rotación de la tierra.

Las órbitas suelen ser circulares y puede tener inclinación respecto al plano ecuatorial.

(*) -El efecto Doppler se refiere a los cambios perceptibles en la radiación electromagnética emitida por objetos en movimiento

Estos satélites tienen un área de cobertura que varía de acuerdo a las características de cada satélite y de la altura a que se encuentre el mismo.

A diferencia de los satélites GEO, los satélites LEO pueden emplear terminales portátiles, con antenas y fuentes de poder reducidas.

A continuación se citan algunas ventajas y desventajas de los satélites LEO:

Ventajas.

- La baja altura de la órbita permite una reducción considerable del consumo de energía, tanto en los satélites como en las terminales terrestre.
- La atenuación que sufre la señal en un enlace es baja, lo que posibilita la reducción del tamaño, complejidad y precio de los satélites y de las terminales.
- Debido a la cercanía con la tierra, el retardo de propagación es muy tolerante y facilita la transmisión de señales en tiempo real.
- Posibilita la cobertura en los polos por medio de órbitas inclinadas.
- Por la relativa cercanía entre satélites, una red LEO puede implementar enlaces entre sus satélites, lo que permite tener conmutación espacial, similar a la de redes terrestres.

Inconvenientes:

- Para reducir el número de satélites de una constelación a límites tolerables, se requiere que la inclinación mínima admisible sea muy baja. Esto conlleva un aumento considerable de la probabilidad de desvanecimientos causados por obstáculos como árboles, edificios, etc.
- La búsqueda del satélite puede ser necesaria para la terminal.
- Debido a que los satélites LEO experimentan movimiento con respecto a la tierra, el efecto Doppler se hace presente (*).

(*) -El efecto Doppler se refiere a los cambios perceptibles en la radiación electromagnética emitida por objetos en movimiento

- Debido al movimiento y velocidad de los satélites, el tiempo de vida de los mismos es reducido.

Con relación a las bandas de frecuencias empleadas por los sistemas de satélites LEO, estos se clasifican en:

Pequeños LEO.- Operan en las bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz. y están destinados a aplicaciones de banda angosta. Ejemplos: servicio de radiolocalización móvil de personas (Paging), telefonía móvil, transmisión de datos y geolocalización.

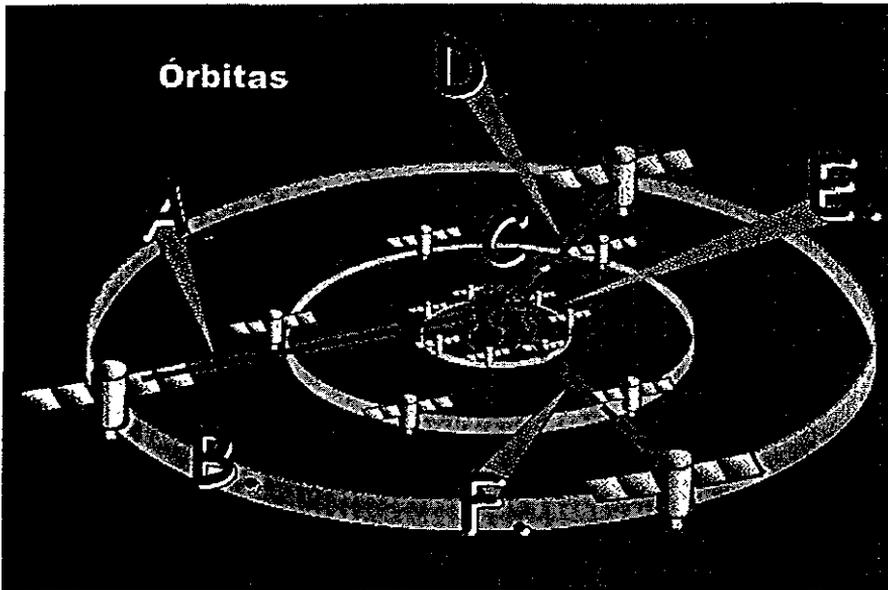
Grandes LEO.- Operan en las bandas de frecuencias superiores a 1 GHz. y están destinados a prestar servicios mejorados de radiolocalización móvil de personas, telefonía móvil y transmisión de datos.

LEO de Banda Ancha.- También llamados Mega LEO, operan en frecuencias superiores a los 10 GHz. y se encuentran destinados a prestar servicios de transmisión de datos a muy alta velocidad.

Órbita Intermedia.

Los satélites de órbita intermedia (Medium Earth Orbit, MEO) se ubican a una altura aproximada de 10,000 Km., también se les considera No-Geoestacionarios (NOSG) por registrar una velocidad distinta a la de rotación de la tierra, la constelación de este tipo de sistemas para tener una cobertura casi total de la superficie terrestre es del orden de los 10 satélites y estos completan su recorrido en unas 6 horas.

Figura 1. 2



- B. Órbita Geoestacionaria (GEO).
- C. Órbita Media (MEO).
- E. Órbita Baja (LEO).

1.1.3. Sistemas del Servicio Fijo por Satélite.

Los sistemas de satélites Geoestacionarios y los No Geoestacionarios tienen características fundamentalmente diferentes. Por ejemplo los sistemas de satélites GEO pueden compartir las mismas frecuencias con dos grados de separación entre si dentro del plano geoestacionario (ecuador). Los sistemas de satélites No Geoestacionario, sin embargo, no pueden compartir las frecuencias de esta manera, toda vez que el segmento de espacio está en movimiento constante con relación a la superficie terrestre. Sin embargo, como se detallará en el siguiente capítulo, los sistemas No Geoestacionarios, a efecto de otorgar servicios con cobertura global, necesitan conformarse de un gran número de satélites, pudiendo reutilizar las mismas frecuencias en cada una de las huellas de los satélites que conforman la red, volviéndose más eficiente el uso de las bandas de frecuencias asignadas.

Los sistemas de Servicio Fijo por Satélite Geoestacionario, (en adelante SFSOSG), están conformados por satélites colocados en la órbita Geoestacionaria para prestar servicios de telecomunicaciones entre dos o más puntos fijos ubicados en la superficie terrestre, sin embargo, para ciertas aplicaciones tales como, videoconferencias, internet, telemedicina, etc., se presenta el problema de retardo de la señal.

Los sistemas de Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario, (en adelante SFSNOSG), están conformados por constelaciones de satélites LEO, por lo que la distancia que tiene que recorrer las señales es mucho menor, comparado con los sistemas de satélites GEO y en consecuencia, el tiempo de retardo que se obtiene al entablar comunicación es también mucho menor.

Distinción entre Servicio Fijo por Satélite (SFS) y Servicio Móvil por Satélite (SMS).

El SFS y SMS, han sido erróneamente identificados con los conceptos de Geoestacionario y No Geoestacionario respectivamente, una de las causas que ha contribuido a esta confusión, es que los sistemas NOSG que actualmente se encuentran en operación, ofrecen principalmente SMS.

El SMS, es el que permite establecer comunicación satelital entre terminales en donde, por lo menos una de ellas es móvil. Asimismo, el SFS, es el que permite establecer comunicación entre terminales fijas y en ambos casos no importa si el satélite se encuentra o no en movimiento relativo con respecto a la tierra.

Por lo anteriormente expuesto, los sistemas Geoestacionarios y No Geoestacionarios pueden proyectarse para suministrar tanto SFS como SMS.

1.2. ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE NO GEOESTACIONARIO.

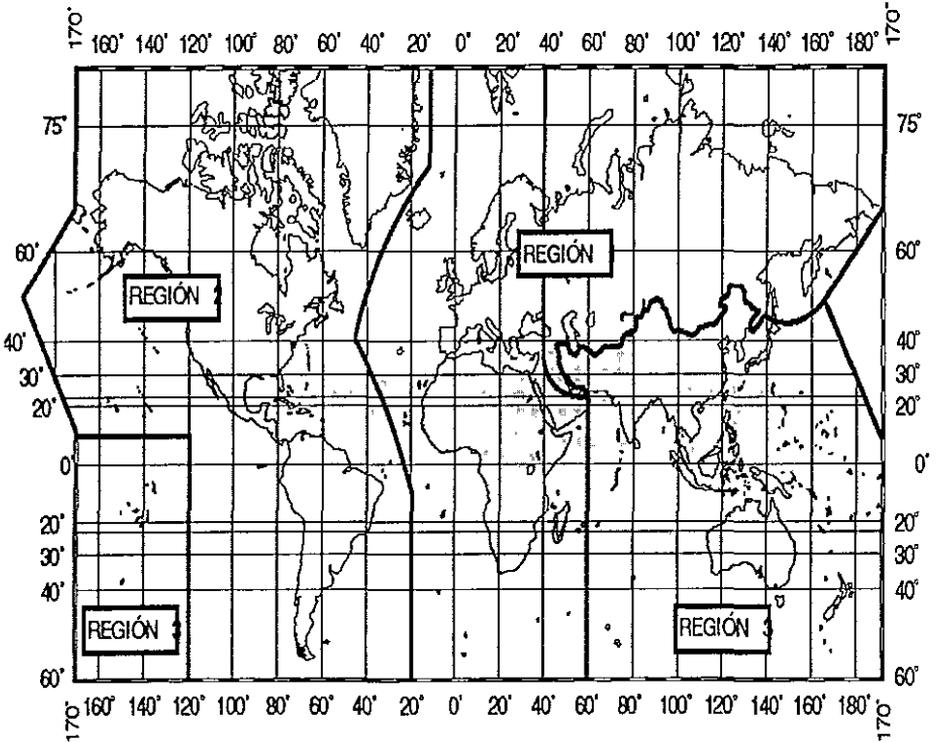
La Unión Internacional de Telecomunicaciones, (en adelante UIT)¹, es una organización Intergubernamental en la que se reúnen el sector público y el sector privado con el objeto de tratar asuntos en materia de telecomunicaciones.

Entre otras funciones, la UIT efectúa la atribución y registro de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico y las posiciones orbitales.

¹ Se fundó en París, Francia en 1865, tomando el nombre de UIT en 1934 y en 1947 pasó a ser parte de la Organización de las Naciones Unidas.

Las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) son el foro internacional de la UIT en las cuales se acuerda a nivel mundial, la utilización y atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, así como las especificaciones técnicas aplicables a los servicios de telecomunicaciones.

Para atribuir las bandas de frecuencias y conformar el Registro Internacional de Frecuencias, la UIT recibe las propuestas de las diferentes administraciones y las somete a un análisis en el cual, participan todos los estados miembros (188 países, incluido México desde 1908), con el objeto principal de evitar interferencias perjudiciales con bandas de frecuencias atribuidas a otros servicios, para ello, se atribuyen bandas de frecuencias a regiones predeterminadas por la UIT, mismas que pueden observarse en la siguiente ilustración:



Regiones

De ser necesario, la UIT atribuirá las mismas bandas de frecuencias a diferentes servicios, para ello se maneja la asignación a título primario o secundario, la diferencia consiste en que a título secundario se restringen algunos aspectos técnicos de los sistemas, a efecto de evitar interferencias.

1.2.1. Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1995 de la UIT.

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1995 (CMR-95), contempló la atribución, a título primario, de las bandas de frecuencias 18.9 - 19.3 (para enlaces descendentes) y 28.7 -29.1 Ghz (para enlaces ascendentes), para ser utilizadas por los sistemas del SFSNOSG, así mismo recomendó que en la CMR-97 se analizara la posibilidad de adicionar 100 Mhz. a dicha atribución.

1.2.2. Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1997 de la UIT.

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1997, (CMR-97) resolvió, entre otros asuntos, los siguientes¹:

- Adicionar 100 Mhz. a los 400 Mhz de ancho de banda atribuido al SFSNOSG en la CMR-95, quedando la atribución de las bandas de frecuencias 18,8 - 19.3 y 28.6 - 29.1 Ghz.
- Atribuir al SFSNOSG, en sus enlaces descendentes, las bandas de frecuencias: 10.7-11.7, 11.7-12.75 Ghz. (regiones 1 y 3) y 11.7-12.7 Ghz. (región 2); así como, en sus enlaces ascendentes las bandas de frecuencias: 12.75-13.25 y 13.75-14.5 Ghz. (todas las regiones).

¹ Comunicado de prensa de la UIT del 20 de noviembre de 1997.

CAPÍTULO II

“DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE NO GEOESTACIONARIO”

En los sistemas de satélites NOSG se utilizarán satélites de órbita baja (LEO), en algunos casos se podrá realizar conmutación dentro de ellos, lo que implicaría que se establezcan enlaces de transporte entre ellos y enlaces de acceso directo entre equipos terminales y satélite.

Es conveniente mencionar, que en 1999, se puso en operación el sistema IRIDIUM de Motorola², un sistema, que si bien no ofrecía SFS, ejemplifica un sistema satelital no geoestacionario en el que sus satélites LEO eran capaces de conmutar las señales y establecer enlaces de transporte y acceso de manera directa.

2.1. Evolución de satélites GEO a satélites LEO.

La evolución de los satélites GEO's a satélites LEO's, ha dado lugar a numerosas propuestas de sistemas de satélites para prestar servicios a nivel mundial, los cuales pueden ser agrupados en 3 tipos diferentes (Tabla 2.1). Estos sistemas LEO pueden distinguirse mejor si hacemos una analogía con servicios terrestres, tales como: radiolocalización móvil de personas, telefonía celular y transmisión de datos de alta velocidad, (servicios de Banda Ancha).

Tabla 2.1

Tipo de sistema	Pequeños LEO'S	Grandes LEO'S	LEO'S de banda ancha	
Ejemplo	Orbcomm VITA	Iridium Globalstar, ICO	Teledesic	Skybridge
Analogía con servicios terrestres	Transmisión de datos, radiolocalización de vehículos	Voz, radiolocalización móvil de personas	Transmisión de datos de alta velocidad (Banda ancha)	
Frecuencia	1 GHz	1-3 GHz	18/31 GHz	10/18 GHz

² Sistema IRIDIUM - Sistema diseñado e implementado por Motorola que ofrecía servicios de voz, transmisión de datos y mensajería con cobertura global, inició operaciones en 1999 y un año después dejó de operar debido a problemas de carácter económico-financiero.

2.2. Sistemas proyectados.

2.2.1. Competidores GEO'S

Cabe hacer notar, que los sistemas del SFSNOSG están diseñados para prestar servicios considerados de "banda ancha", y dadas las características de los satélites geoestacionarios, los sistemas SFSOSG no son considerados competidores directos de estos. Sin embargo, existen algunos proyectos de sistemas del SFSOSG, que pretenden implantar algunos servicios de banda ancha, con sus respectivas limitantes.

2.2.2. Competidores LEO's

Los principales proyectos de sistemas SFSNOSG son: *Teledesic* y *Skybridge*.

Sistema Teledesic.



En 1990 nace la compañía Teledesic bajo el patrocinio de Craig McCaw, Bill Gates, Boeing, Motorola y el príncipe de Arabia Saudita.

Teledesic es un proyecto satelital del SFSNOSG que pretende establecer, mediante una constelación de satélites no geoestacionarios, una red de alta capacidad de transmisión equivalente a los sistemas terrestres basados en fibra óptica.

Los servicios que ofrece el sistema son, facilidades de transmisión de datos a alta velocidad, principalmente orientados a otros prestadores de servicios de telecomunicaciones que son a su vez los que llegan al usuario final.

La red Teledesic, desde el punto de vista geográfico, habilitará a los prestadores de servicios en cada país para que amplíen el horizonte de sus redes y así mejoren la cobertura y calidad de los servicios que ofrecen actualmente.

La principal ventaja de un sistema de estas características es que, independientemente del lugar donde nos encontremos, contamos con una red de transporte de datos a nivel global, que podemos considerar de gran relevancia para implantar servicios de telecomunicaciones en zonas poco pobladas, o bien en lugares donde la infraestructura de telecomunicaciones es precaria.

La constelación.

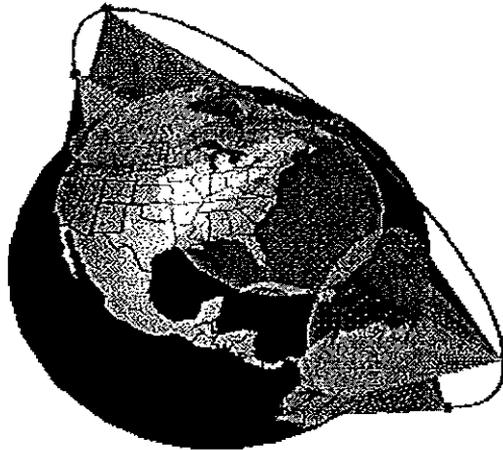
Se calcula que cada satélite Teledesic pesará 700 Kg. aproximadamente y tendrá una vida útil de 10 años y su el lanzamiento está previsto para el año 2002.

Teledesic



La constelación de satélites para poder ofrecer el SFSNOSG, está proyectada para constar de 288 satélites LEO's, ubicados aproximadamente a unos 1,375 Km de la tierra.

Dichos satélites se encontrarán distribuidos en 12 planos con 24 satélites cada uno de ellos. Asimismo, los satélites podrán comunicarse con las estaciones terrenas, realizar conmutación y enlazarse con satélites adyacentes, lo que dota al sistema de una gran flexibilidad, sin menospreciar la elevada complejidad que todo ello implica.



Teledesic

Cada satélite de la constelación es el equivalente a un nodo de una red de conmutación Frame Relay o ATM.

Cada uno de estos satélites está enlazado con 4 satélites dentro del mismo plano (2 adelante y 2 detrás) y uno en cada uno de los planos adyacentes en ambos lados. Este tipo de interconexión forma una malla sin jerarquía y proporciona una robusta configuración de red que tolera errores y congestiones locales.

Lo anterior significa, que la técnica de conmutación que deberá utilizar será una conmutación de paquetes sin conexión, en donde cada satélite de la red, decide el mejor camino para cada uno de los paquetes de información, lo que implica que los mismos puedan llegar en desorden a su destino, haciéndose necesario un proceso para ordenarlos.

Teledesic - www.teledesic.com/

Topología de la red.

La topología de las redes basadas en satélites LEO, implica que cada satélite guarda la misma posición relativa a otros satélites en su plano orbital, mientras que su posición y retardo de propagación relativo a la tierra cambia continuamente pero en forma predecible. En resumen, los cambios en la topología de la red, en cuanto al flujo de datos a través de la misma, se traducen en filas de paquetes acumulados en los satélites y cambios de tiempo de espera para transmitir al siguiente satélite, un proceso muy similar a las redes formadas por ruteadores en internet.

Desde el punto de vista de la red, una gran constelación de nodos de conmutación entrelazados ofrece un gran número de ventajas en términos de calidad de servicio, seguridad y capacidad. La malla interconectada, proporciona un diseño que tolera fallas y que automáticamente se adapta a cambios de topología, nodos y enlaces congestionados o averiados.

La representación esquemática de la topología de la red puede observarse en la figura 2.1.

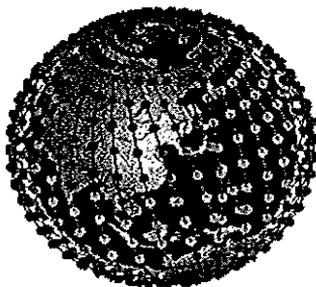


Figura 2.1

Teledesic

Cobertura del sistema.

Teledesic asegura que cubrirá casi el 100% de la superficie de la tierra, dando acceso a comunicaciones interactivas de gran ancho de banda a todas las zonas de la tierra, incluyendo aquellas en las que de momento no resulta rentable.

El sistema Teledesic, se compone de casi 20,000 células, cada una de las cuales se integra por 9 celdas. Cada célula se asegura, podrá cubrir una superficie de 160 x 160 [Km] y la cobertura de cada satélite tendrá un máximo de 64 células.

La banda de frecuencias asociada a cada celda está gestionada por el satélite que le corresponda en cada momento. Mientras una terminal esté dentro de la misma celda, mantiene el mismo canal asignado durante todo el tiempo de duración de la llamada, independientemente de cuantos satélites y haces estén implicados.

La figura 2.2, ilustra el mapa de cobertura de Teledesic, como puede observarse las celulas de cobertura son bastante pequeñas debido al elevado número de satélites.

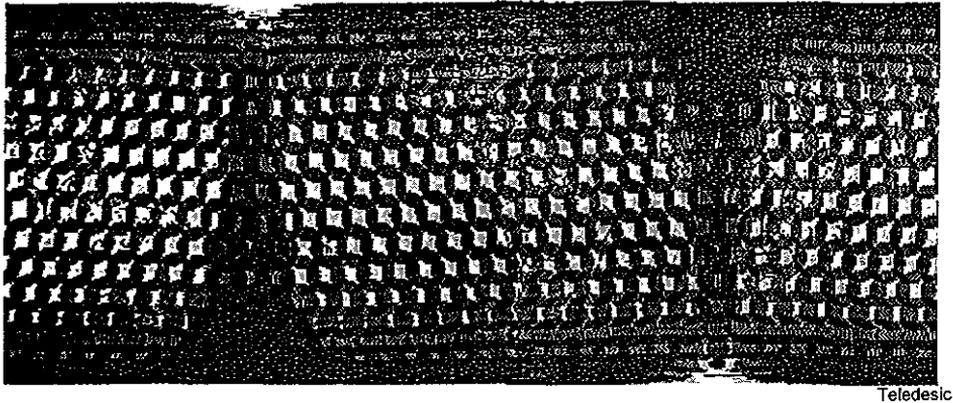


Figura 2.2 Mapa de cobertura de Teledesic

Las pequeñas células permiten un uso eficiente del espectro radioeléctrico, mediante la reutilización de frecuencias, así como la utilización de terminales de baja potencia. Sin embargo, este tamaño de la célula permite barrer la superficie de la tierra a la velocidad del satélite (aproximadamente 25,000 Km/h, con lo que una terminal estaría servida por la misma célula durante unos pocos segundos antes de que sea necesario realizar un salto al canal de la siguiente célula.

Por lo anterior, con objeto de minimizar dicho problema se deben predeterminar células fijas, las cuales deberán estar cubiertas por dos satélites como mínimo. Un equipo terminal de Teledesic, en cualquier lugar del mundo, estará cubierto por dos satélites.

Cada una de las celdas de la red satelital Teledesic, podrá soportar mas de 1,800 canales de voz simultáneos de 16 Kbps, 14 E-1, o cualquier otra combinación de canales y anchos de banda que sumen 28 Mbps. Esto representa una capacidad realmente significativa de la red, equivalente a 20,000 líneas E-1 simultáneas, con *potencial de crecimiento hacia capacidades más altas*. Los anchos de banda son asignados bajo demanda, en un rango de entre 16 Kbps a 2 Mbps en el enlace ascendente y hasta 28 Mbps en el descendente. Asimismo, Teledesic promete proveer una pequeña cantidad de canales de alta velocidad que van desde 155 Mbps a 1.2 Gbps, para aplicaciones especiales. La baja órbita y la alta frecuencia, permitirán el uso de terminales de baja potencia y antenas pequeñas, con un tamaño y costo que según Teledesic, será comparable al de cualquier computadora portátil.

La Red de Teledesic está diseñada para soportar millones de usuarios *simultáneos*. La mayoría de los usuarios podrán disponer de enlaces bidireccionales que proporcionarán de 16 kbps hasta un máximo de 2 Mbps en el enlace ascendente y un máximo de 28 Mbps en el enlace descendente, esto representa velocidades de acceso de hasta 2.000 veces superiores a las de los "modems" analógicos actuales. Por ejemplo, la transmisión de un grupo de radiografías puede demorar cuatro horas utilizando alguno de los "modems" actuales y las mismas imágenes podrán enviarse por medio de la Red de Teledesic en siete segundos.

Ángulo de elevación.

La red Teledesic está diseñada de modo que siempre pueda verse un satélite de la red prácticamente en línea recta, desde cualquier lugar de la tierra. Esto se asegura por medio de un ángulo de elevación de 40 grados o más.

El ángulo de elevación de 40 grados, permite a los usuarios de Teledesic colocar terminales en la mayoría de las oficinas, escuelas y hogares, con una visión casi sin obstrucciones.

Un ángulo de elevación más bajo aumentaría la posibilidad de obstrucción por la cercanía de edificios, árboles o imperfecciones del terreno, impidiendo la eficiente prestación de los servicio.

Por lo anteriormente expuesto, el ángulo de elevación de 40 grados, puede resultar optimo, para cumplir con las metas que se propone Teledesic, dentro de las cuales se destacan el ofrecer calidad en la prestación de los servicios.

Segmento Terrestre.

La red Teledesic consta de un segmento espacial (red conmutada basada en una constelación de satélites LEO), el cual proporciona los enlaces de conmutación entre las terminales y el segmento terrestre (terminales, sistemas de control y de operaciones de la red).

Equipos Terminales.

Los equipos terminales se comunicaran directamente con la red de satélites y podrán soportar un amplio rango de velocidades de transmisión.

Estos equipos terminales podrán usar antenas de diámetros relativamente pequeños (desde 15 cm. hasta 1.8 m.), tamaños que serán determinados tomando en cuenta la velocidad de transmisión máxima, región climática y requerimientos de disponibilidad. Asimismo, la potencia de transmisión será relativamente pequeña y dependerá del tamaño de la antena (desde 10 mW hasta 5 W).

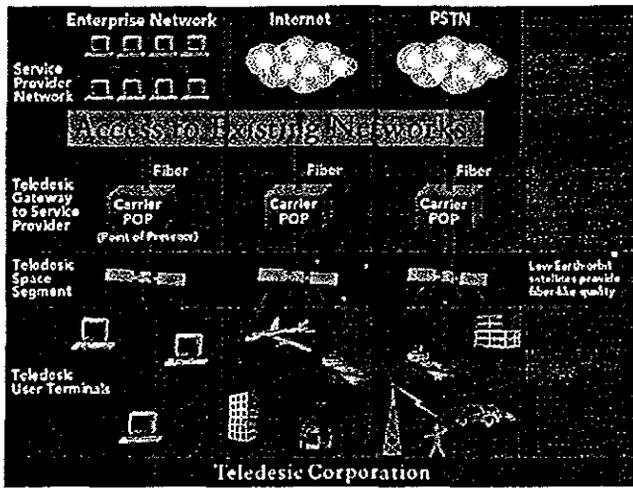
La capacidad de manejo de múltiples velocidades de transmisión y protocolos, proporcionan a la red, la flexibilidad de soportar un amplio rango de aplicaciones, entre las cuales se encuentran: internet, intranet corporativos, videoconferencia, interconexión de LANs, entre otras.

GigaLinks.

De manera adicional, la red Teledesic ofrecerá un pequeño número de enlaces GigaLinks, que operarán a velocidades de OC-3 (155.52 Mbps) y múltiples, hasta OC-24 (1.2 Gbps).

Los enlaces GigaLinks están básicamente para proveer capacidad de transmisión de datos entre Redes Públicas de Telecomunicaciones.

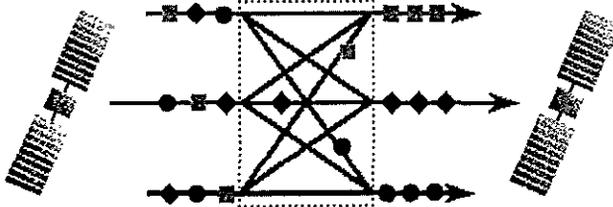
Las terminales GigaLinks, proporcionarán también conexiones a redes privadas con necesidades de transmisión de datos a muy alta velocidad. Un satélite podrá soportar hasta unas 16 terminales GigaLinks dentro de su área de servicio.



Teledesic.

Comutación.

Desde el punto de vista de una red de telecomunicaciones, cada satélite constituye un nodo de una red de conmutación, existiendo enlaces de comunicación entre satélites de la misma órbita o entre órbitas adyacentes. Este tipo de interconexión crea una red no jerárquica, robusta y capaz de responder ante posibles errores y situaciones de congestión local.



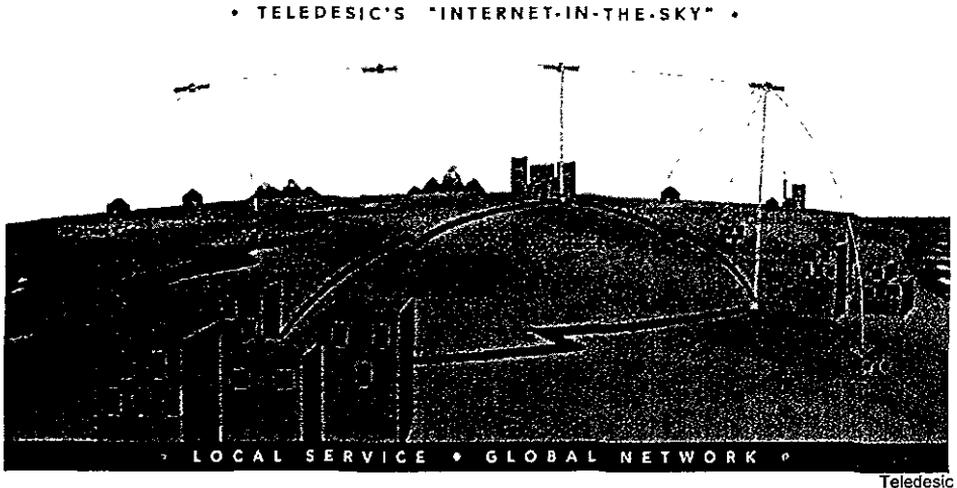
Teledesic.

La conmutación en el interior de la red espacial se gestiona como un flujo de paquetes cortos y de longitud fija, cada paquete contiene una bandera de inicio que incluye la dirección de destino y el número de secuencia de la información, una sección de control de errores para verificar la integridad de la bandera de inicio y una zona de datos donde se transporta la información codificada digitalmente. El encapsulado de la información en paquetes se realiza en los equipos terminales de la red.

Teledesic utilizará en su red, un enrutamiento de paquetes especial para conseguir bajo retardo. Cada paquete lleva la dirección de la red de la terminal de destino y cada nodo selecciona independientemente el camino de retardo mínimo hacia dicho destino. De esta forma los paquetes de una misma sesión pueden recorrer distintos caminos a través de la red. La terminal de destino almacena los paquetes entrantes en una fila de espera y cuando tiene completa la información la muestra al usuario.

Bandas de frecuencia.

En la CMR-97, la UIT atribuyó al Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario la banda de frecuencias 18.8 a 19.3 GHz para los enlaces descendentes, y la banda de frecuencias 28.6 a 29.1 GHz, para los enlaces ascendentes y son estas las que pretende utilizar Teledesic.



Servicios.

En un enlace ascendente, las terminales Teledesic permiten una amplia gama de velocidades de transmisión con las siguientes aplicaciones:

Conexiones "estándar": En terminales fijas o portátiles, el enlace ascendente pueden operar desde cualquier múltiplo de 16 Kbps (canal básico) hasta un máximo de 2.048 Mbps, toda vez que se asigna bajo demanda.

Este máximo se puede distribuir como se desee, ya sea en 128 canales de voz de 16 Kbps, 32 canales de 64 Kbps o un solo canal E1 (2.048 Mbps).

Por otro lado, el enlace descendente puede llegar hasta los 28.8 Mbps, pudiéndose distribuir también como se desee, desde 1800 canales de voz simultáneos de 16 Kbps, 450 canales de 64 Kbps, 14 canales E1 simultáneos, etc.

Conexiones con terminales de banda ancha: Ofrece un ancho de banda de 64 Mbps bidireccional. Esto representa velocidades de acceso de hasta 2,000 veces superiores a las de los modems de la actualidad.

Conexiones GigaLinks: La red soporta también un pequeño número de terminales para GigaLinks que operaran a la velocidad de OC-3 (155.52 Mbps) y múltiplos de esa velocidad hasta OC-24 (1.2 Gbps).

Los recursos del canal asociados a cada célula, son compartidas entre las terminales de dicha célula, asignando la capacidad bajo demanda para satisfacer los requerimientos de cada uno. Esta flexibilidad permite manejar una amplia gama de servicios tales como: Uso ocasional o permanente, a ráfagas o aplicación constante de bits, dependiendo de las necesidades del usuario.

Esta capacidad de manejo de múltiples velocidades de transmisión, junto con la compatibilidad en protocolos y prioridades de servicio, proporcionan la flexibilidad de soportar un amplio rango de aplicaciones de las que se pueden enumerar algunas:

- Dar soporte a internet e intranet's corporativas.
- Comunicación multimedia, videoconferencia y video-telefonía.
- Interconexión de LAN's.
- Telemedicina.
- Servicios de entretenimiento (Video interactivo en tiempo real, videojuegos, etc.).
- Enlaces privados.
- Dar soporte a redes públicas de telecomunicaciones ya existentes.

Teledesic será el primer sistema satelital que preste servicios de banda ancha, entregando y recibiendo información directamente sin necesidad de una conmutación terrestre, lo cual implica complejidad en el diseño de la red.

Sistema Skybridge



Skybridge es un proyecto en el que están involucradas las empresas Alcatel Alsthom, Loral Space, Communications Corporation, Toshiba Corporation, Mitsubishi Electric y Sharp entre otros.

Descripción del sistema.

El sistema utilizará una constelación de 80 satélites LEO's, divididos en dos subconstelaciones simétricas de 40 satélites cada una, a su vez, cada subconstelación estará formada por 8 planos con 5 satélites por plano y todos a una altura de 1,469Km. Esta órbita baja, permite como ya se mencionó la interactividad en tiempo real.

El tráfico desde las terminales de usuario, fluirá a uno de los satélites de la constelación y este retransmite, (sin ningún procesamiento a bordo), a una central terrestre de acceso (Gateway), la cual realizarán la conmutación, entregando el tráfico a una red pública de telecomunicaciones, misma que entrega la información a otra Gateway y esta a su vez al usuario final, por medio de un enlace con un satélite de Skybridge. El hecho de que el proceso de conmutación se realice en tierra, disminuye la complejidad del sistema, el costo de instalación y mantenimiento. Asimismo, los enlaces entre satélites no se hacen necesarios.

Skybridge, cubrirá las latitudes entre los +68° y los -68°, por lo cual no se dispondrá de servicio en las zonas polares. Cada satélite cubrirá un área de unos 3,000 Km de radio.

Los usuarios finales podrán ser negocios, residencias, oficinas, edificios de departamentos, fábricas, escuelas, hospitales, etc. El tráfico de los usuarios finales será recolectado por una central terrestre de acceso (Gateway).

El suministro de servicios de Skybridge tiene en cuenta tres niveles:

- El sistema Skybridge arrendará capacidad de transmisión a los operadores de cada Gateway en cierta región predeterminada.
- Los operadores de centrales terrestres de acceso (Gateways), suministrarán capacidad a los operadores de redes públicas de telecomunicaciones de cada país o región. Estas centrales de acceso serán los nodos de interconexión entre el sistema Skybridge y las redes terrestres.
- Los proveedores de servicios de telecomunicaciones (redes públicas de telecomunicaciones), serán los responsables de ofrecer el servicio directamente a los usuarios finales.

Banda de Frecuencias.

En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1997 de la UIT, atribuyó para enlaces descendentes, las bandas de frecuencias: 10.7-11.7, 11.7-12.75 Ghz. (regiones 1 y 3) y 11.7-12.7 Ghz. (región 2); así como, para los enlaces ascendentes las bandas de frecuencias: 12.75-13.25 y 13.75-14.5 Ghz. (todas las regiones), Skybridge, pretende operar en estas bandas de frecuencias.

Servicios.

Los servicios son de transporte de datos a gran velocidad (servicios de banda ancha), los cuales implican un tiempo de retardo mínimo. El enlace entre usuarios y sistema estará disponible desde 16 Kbps hasta 20 Mbps en el enlace descendente y desde 16 Kbps hasta 2 Mbps en el ascendente.

La aplicación de los servicios de este sistema serán:

- Acceso de alta velocidad a Internet.
- Teletrabajo por medio de acceso a servidores corporativos, LAN's e Intranet's.
- Videoconferencia y video-telefonía.
- Enseñanza a distancia (interactivo).
- Telemedicina.
- Servicios de entretenimiento (Video-juegos electrónicos).
- Enlaces privados.
- Servicios de banda estrecha mejorados para transmisión de voz y datos.

CAPÍTULO III

“REGULACIÓN INTERNACIONAL”

3.1. Tratado de Libre Comercio de América del Norte

El tratado de Libre Comercio de América del Norte (en adelante TLC), tiene como principal objetivo el facilitar el comercio y circulación de bienes y servicios en las zonas fronterizas de México, Estados Unidos de América y Canadá.

El Anexo III del TLC establece que el gobierno mexicano, se reserva el derecho del establecimiento, operación y propiedad de los sistemas satelitales. Sin embargo, podrá autorizar la participación de capital privado a través de concesiones o cualquier otro tipo de acto contractual. Asimismo, México podrá poner restricciones en inversiones extranjeras.

3.2. Organización Mundial de Comercio³

La Organización Mundial de Comercio (en adelante OMC), es un órgano internacional que se ocupa de las normas que rigen el comercio entre los países.

LA OMC se encuentra constituida por Acuerdos, los cuales han sido negociados y firmados por cada uno de los países miembros de esta Organización, estos Acuerdos establecen las normas jurídicas fundamentales del comercio internacional.

En la OMC, cada país interpone sus políticas comerciales y se obliga a mantenerlas dentro de los límites convenidos en los Acuerdos. Lo anterior, con el objeto de facilitar a los prestadores de servicios, exportadores e importadores llevar a cabo sus actividades, acoplándose a dichos Acuerdos.

El Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (en adelante el AGCS), es el primer Acuerdo multilateral que establece derechos exigibles jurídicamente en lo que respecta al comercio de todos los servicios e incorpora compromisos para continuar con mas negociaciones.

³ Internet OMC.-<http://www.wto.int>

Dentro de la sección sobre servicios de telecomunicaciones del AGCS, se encuentra el listado de compromisos de cada país miembro de la OMC, los cuales establecen las restricciones de acceso a los mercados.

En lo conducente a servicios de telecomunicaciones a través de satélites, el gobierno mexicano indica que el tráfico internacional deberá ser enrutado a través de una empresa que cuente con una concesión de red pública de telecomunicaciones otorgada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Es conveniente mencionar que de momento, en nuestro país solo se contempla la implantación del SFSNOSG a través de una red satelital extranjera y el uso de satélites extranjeros no se encuentra especificado en el AGCS.

3.3. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

Debemos considerar que en México existen sistemas de servicios de telecomunicaciones, instalados y operando en las bandas de frecuencias atribuidas recientemente a los sistemas del SFSNOSG, por lo que la implantación de estos últimos, crea la posibilidad de interferencia.

En el ámbito internacional, la UIT ha llegado a acuerdos técnicos relativos a la compartición de bandas de frecuencias atribuidas al SFSNOSG con servicios satelitales OSG y servicio fijo (en adelante "SF"). En la CMR-97 se adoptaron limitantes técnicas que quedaron expresamente sujetas a revisión, confirmación o modificación en la CMR-2000. Todos los interesados en instalar y operar sistemas del SFSNOSG, deberán adecuarse a los procedimientos y recomendaciones que formule la UIT

La UIT creó el Grupo Conjunto de Trabajo (GCT-4-9-11), quien aportó el informe final de la CMR-2000, concerniente a los Acuerdos técnicos relativos a la implantación de los SFSOSG y a la protección de otros sistemas de telecomunicaciones que operan en las bandas de frecuencias atribuidas a los sistemas del SFSNOSG, dichos Acuerdos consisten en lo siguiente:

3.3.1. Protección de sistemas del Servicio Fijo, que operan en las bandas de frecuencias atribuidas a los SFSNOSG

Con el objeto de proteger los sistemas del "SF" que operan en las bandas de frecuencias atribuidas recientemente a los sistemas del SFSNOSG, la UIT ha propuesto definir los máximos valores admisibles de la *densidad de flujo de potencia* (en adelante "DFP"), producida en la superficie de la tierra por los satélites NOSG.

La "DFP" se define como la potencia transmitida por unidad de superficie, que es normal al vector de apuntamiento en un sector del campo electromagnético

Máximos valores admisibles de la "DFP" producida en la superficie de la tierra, por satélites del SFSNOSG que operan en la banda de frecuencias 10,7-12,75 GHz.

La UIT atribuyó al SFSNOSG las bandas de frecuencias 11,7-12,5 GHz (en la Región 1), 12,2-12,7 GHz (en la Región 2) y 11,7-12,2 GHz (en la Región 3), para enlaces descendentes y sujetos a la aprobación de la CMR-2000, propuso los máximos valores de "DFP", en la superficie de la Tierra producida por un satélite del SFSNOSG en cualquier banda de 1 MHz. Dichos valores se detallan en el siguiente cuadro, (en adelante "L-1"):

Banda de frecuencias	Límite de la dfp [en dB(W/m2)] para un ángulo de llegada (δ) por encima del plano horizontal		
	0°-5°	5°-25°	25°-90°
10,7-11,7 GHz	-126	-126 + 0,5 (δ -5)	-116
11,7-12,75 GHz (Regiones 1 y 3) 11,7-12,7 GHz (Región 2)	-124	-124 + 0,5 (δ -5)	-114

Máximos valores admisibles de la "DFP" producida en la superficie de la tierra, por satélites del SFSNOSG que operan en la banda de frecuencias 17,7-19,3 GHz.

La UIT propuso los máximos valores de "DFP" en la superficie de la Tierra, producida por un satélite del SFSNOSG en cualquier banda de 1 MHz. Dichos valores se detallan a continuación, (en adelante "L-2"):

-115 - X	dB(W/m ²)	para $\theta \leq 5^\circ$
-115 - X + ((10 + X)/20)($\theta - 5$)	dB(W/m ²)	para $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-105	dB(W/m ²)	para $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

Nota: Los valores se refieren a la "DFP" que se obtendría en condiciones de propagación en espacio libre.

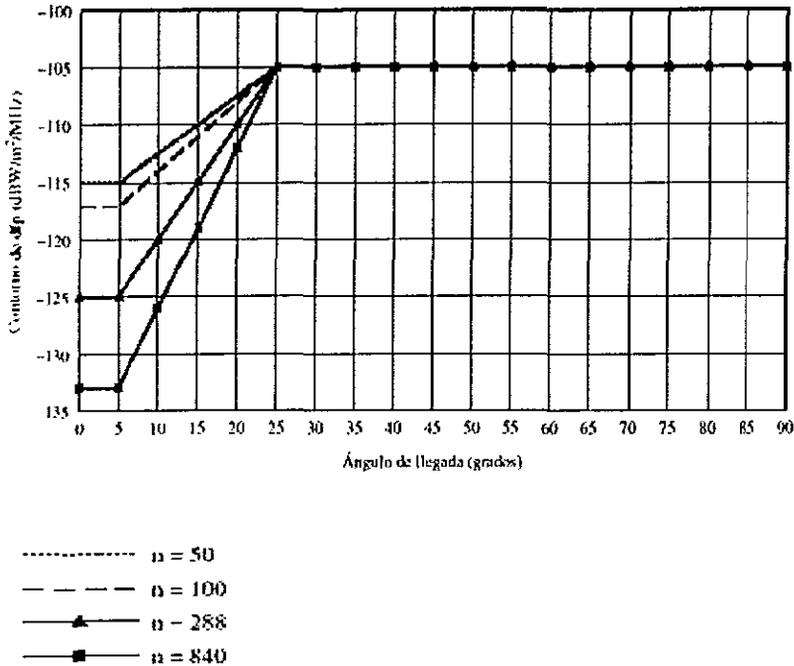
Donde:

θ = Ángulo de llegada por encima del plano horizontal.

X = Es una función del número de satélites (n) en la constelación de satélites del SFSNOSG y está dada de la siguiente forma:

Para $n \leq 50$	$X = 0$	(dB)
Para $50 < n \leq 288$	$X = \frac{5}{119}(n - 50)$	(dB)
Para $n > 288$	$X = \frac{1}{69}(n + 402)$	(dB)

Límites de "DFP" especificados en "L-2".



Observaciones:

En la obtención de los máximos valores de "DFP" definidos en los cuadros "L-1" y "L-2", se determinó que si los resultados calculados rebasan los criterio de protección especificados, en un pequeño porcentaje, esto no significa que los enlaces del "SF" resulten realmente afectados.

Cabe señalar que los límites de "DFP" son muy conservadores, puesto que se calcula la interferencia muy por encima de la que realmente podría provocar un sistema del SFSNOSG en funcionamiento. Esto es que se supone que todos los satélites visibles de la constelación del SFSNOSG radian simultáneamente el máximo límite de "DFP" en dirección del sistema del "SF" considerado, lo cual no es realista.

Los cálculos se realizaron suponiendo que la antena del receptor del SF está orientada en dirección del acimut en el caso más desfavorable hacia la constelación de satélites del SFSNOSG, toda vez que en esa dirección, los niveles de potencia generados por la emisión de los satélites no geoestacionarios en dicho receptor, toman sus valores máximos.

3.3.2. Protección de los sistemas satelitales geoestacionarios que operan en las bandas de frecuencias atribuidas a los SFSFNOSG

Por otro lado, a efecto de proteger los sistemas satelitales geoestacionarios que operan en las bandas de frecuencias atribuidas recientemente a los sistemas del SFSNOSG, la UIT ha propuesto límites de Densidad de Flujo de Potencia Equivalente (en adelante, "DFPE"), según el caso de interferencia.

Un sistema del SFSNOSG puede causar interferencia a los sistemas Geoestacionarios en los siguientes casos:

- a) **En el enlace descendente.**- La emisión de señales de los satélites NOSG puede interferir la recepción de señales en las estaciones terrenas de un sistema Geoestacionario, para cuantificar este impacto de la interferencia se calcula y delimita la Densidad de Flujo de Potencia Equivalente emitida por todos los satélites del sistema del SFSNOSG, (en adelante "DFPE_{down}").
- b) **En el enlace ascendente.**- La emisión de señales de las estaciones terrenas de los sistemas del SFSNOSG, puede generar interferencia a las antenas receptoras de los satélites Geoestacionarios, para cuantificar este impacto de la interferencia se calcula y delimita la Densidad de Flujo de Potencia Equivalente emitida por todas las estaciones terrenas del sistema del SFSNOSG, (en adelante DFPE_{up}).
- c) **En los enlaces entre satélites .**- La emisión de señales entre satélites NOSG puede interferir la recepción en las antenas de los satélites OSG, para cuantificar este impacto de la interferencia se calcula y delimita la Densidad de Flujo de Potencia Equivalente emitida por todos los satélites del sistema del SFSNOSG, (en adelante DFPE_{is}).

La densidad de flujo de potencia equivalente ("DFPE"), se define como la suma de las densidades de flujo de potencia producidas en una estación receptora OSG en la superficie de la Tierra o en la órbita geoestacionaria, según corresponda, por todas las estaciones transmisoras de un sistema de satélites no geoestacionarios, teniendo en cuenta la discriminación fuera del eje de una antena receptora de referencia que se supone apuntada hacia su dirección. La densidad de flujo de potencia equivalente se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$DFPE = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^{N_e} 10^{P_i/10} * \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} * \left[\frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right] \right)$$

en la que:

- N_e El número de estaciones transmisoras del sistema de satélites no geoestacionarios que son visibles desde la estación receptora geoestacionaria considerada situada en la superficie de la Tierra o en la órbita de los satélites geoestacionarios, según el caso.
- i El índice de la estación transmisora considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios.
- P_i La potencia de radiofrecuencia a la entrada de la antena de estación transmisora, considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios, en dBW en la anchura de banda de referencia.
- θ_i El ángulo formado por el eje de puntería de la estación transmisora considerada situada en el sistema de satélites no geoestacionarios y la dirección de la estación receptora geoestacionaria
- $G_t(\theta_i)$ La ganancia de la antena de transmisión (expresada como relación) de la estación considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios en dirección de la estación receptora geoestacionaria.
- d_i La distancia en metros entre la estación transmisora considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios y la estación receptora geoestacionaria.
- θ_i El ángulo que forman el eje de puntería de la estación receptora geoestacionaria y la dirección de la estación transmisora i -ésima considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios.
- $G_r(\theta_i)$ La ganancia de la antena receptora de la estación receptora geoestacionaria en dirección de la estación transmisora i -ésima considerada en el sistema de satélites no geoestacionarios.

$G_{r,m\acute{a}x}$	La máxima ganancia de la antena de la estación receptora geostacionaria.
$DFPE$	La densidad de flujo de potencia equivalente calculada en $dB(W/m^2)$ en la anchura de banda de referencia.

$DFPE_{down}$: es la DFPE en cualquier punto de la superficie de la Tierra visible, desde la órbita de los satélites geostacionarios, producida por las emisiones procedentes de todas las estaciones espaciales (satélites) de un sistema del SFSNOSG, en las bandas de frecuencias atribuidas a dicho servicio. El valor calculado de DFPE, no deberá rebasar los límites indicados en los cuadros contenidos en el Apéndice I (Artículo S22-1A al S22-1D del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT), para los porcentajes de tiempo indicados y recomendados por la UIT. Estos límites se refieren a la DFPE que se obtendría en condiciones de propagación en espacio libre en una antenas de referencia y en la anchura de banda de referencia especificadas en los mismos cuadros y para cualquier apuntamiento hacia la órbita de los satélites geostacionarios.

$DFPE_{up}$: es la DFPE en cualquier punto de la órbita de los satélites geostacionarios, producida por las emisiones procedentes de todas las estaciones terrenas de un sistema del SFSNOSG. El valor calculado de DFPE, no deberá rebasar los límites indicados en el cuadro contenido en el Apéndice II (Artículo S22-2 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT), para los porcentajes de tiempo especificados y recomendados por la UIT. Estos límites se refieren a la DFPE que se obtendría en condiciones de propagación en espacio libre en una antena de referencia y en la anchura de banda de referencia especificadas en dicho cuadro y para todas las direcciones que apuntan hacia la superficie de la Tierra visible desde la órbita de los satélites geostacionarios.

$DFPE_{is}$: es la DFPE en cualquier punto de la órbita de los satélites geostacionarios, producidas por las emisiones procedentes de todas las estaciones espaciales (satélites) de un sistema del SFSNOSG, en las bandas de frecuencias atribuidas a dicho servicio. El valor calculado de DFPE, no deberá rebasar los límites indicados en los cuadros contenidos en el Apéndice III (Artículo S22-3 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT), para los porcentajes de tiempo indicados y recomendados por la UIT. Estos límites se refieren a la DFPE que se obtendría en condiciones de propagación en espacio libre en una antena de referencia y en la anchura de banda de referencia especificadas en dicho cuadro y para todas las direcciones que apuntan hacia la superficie de la Tierra visibles desde la órbita de los satélites geostacionarios.

3.3.3. Procedimiento ante la UIT para llevar a cabo la notificación, coordinación e inscripción de sistemas satelitales

Todos los proyectos de redes satelitales para prestar el Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario deberán someterse al siguiente procedimiento con el objeto de que queden inscritos en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT.

1. El solicitante define las características generales y específicas del sistema del SFSNOSG, considerando las recomendaciones y acuerdos formulados por la UIT, presentando la información ante el regulador nacional.
2. El regulador nacional efectúa los primeros estudios corroborando que el proyecto de sistema se apegue a las recomendaciones y acuerdos que ha formulado la UIT, de ser el caso, se otorga al solicitante la aprobación condicional a la aprobación de la UIT.
3. El regulador nacional remite a la UIT el expediente que contiene la solicitud, características generales y específicas y los resultados de los estudios realizados por el mismo, correspondientes al proyecto de sistema del SFSNOSG.
4. La UIT registra la información recibida y realiza un estudio para determinar si la implantación del sistema satelital afecta alguna administración nacionales.
5. La UIT distribuye la información a las administraciones nacionales, a efecto de que realicen estudios independientes de interferencia o comparación de frecuencias.
6. El solicitante podrá revisar la información remitida a la UIT y realizar estudios de interferencia o comparación de frecuencias, cuyos resultados podrá remitir al regulador nacional, en alcance a la información inicialmente presentada.
7. En su caso, el regulador nacional remite a la UIT, el expediente con los resultados obtenidos por dichos estudios.
8. La UIT, por su parte, identifica los posibles problemas de interferencia y evalúa el cumplimiento del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, con base en las recomendaciones y acuerdos que en el se especifican.
9. La UIT notifica a las administraciones nacionales afectadas y facilita la coordinación.
10. De ser necesario, el regulador nacional y el solicitante se reúne con otras administraciones nacionales, para llegar a acuerdos sobre la coordinación.

11. Una vez que se ha llegado a un acuerdo entre todas las partes, el solicitante revisa según sea el caso, las características del sistema satelital y lo presenta nuevamente al regulador nacional.
12. El regulador nacional aprueba las características definitivas del sistema satelital y envía la notificación oficial a la UIT.
13. La UIT recibe la notificación oficial, verifica nuevamente su compatibilidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones y formula la conclusión favorable que lleva finalmente a la inscripción del sistema satelital del SFSNOSG, en el Registro Internacional de Frecuencias.

Por lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta que México es miembro activo de la UIT, la implantación del SFSNOSG en nuestro país, quedará sujeta, en primera instancia, a la inscripción del sistema satelital en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT. Asimismo *deberá participar en los diferentes Foros y grupos de trabajo promovidos por la UIT, a fin de homogenizar criterios y facilitar la implantación de los SFSNOSG.*

Es conveniente mencionar que a partir del mes de julio de 1995, México adopta una posición de globalizar las telecomunicaciones al publicar la Ley Federal de Telecomunicaciones, la cual abre todos los servicios de telecomunicaciones a la competencia, ofreciendo una diversidad de opciones a los usuarios de redes públicas de telecomunicaciones. Asimismo, en materia satelital, el 1 de agosto de 1997, se publicó el Reglamento de Comunicaciones Vía Satélite, mediante el cual el gobierno mexicano permite la competencia entre satélites o sistemas de satélites extranjeros, para prestar servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional.

CAPÍTULO IV

“PROYECTO REGULATORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DEL SFSNOSG EN MÉXICO”

La tecnología satelital ha llegado a constituir uno de los soportes principales en las telecomunicaciones de todo el mundo, por lo que el conocimiento, comprensión e implantación de nuevos sistemas satelitales se hace indispensable para un desarrollo integral y vanguardista de nuestro país.

Como se ha mencionado, los SFSNOSG, presentan características muy específicas, por lo que difieren en gran medida con los servicios de telecomunicaciones que actualmente se ofrecen en México y en el mundo entero.

Es necesario establecer un marco regulatorio, que contribuya y complemente a la legislación existente, con el objeto de facilitar la implantación y desarrollo de este tipo de servicios, por lo que se hará referencia en la parte conducente, la legislación aplicable en nuestro país.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 27 señala que “Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales tales como el espacio situado sobre el territorio nacional en la extensión y términos que fije el derecho internacional”.

Por esta razón, toda persona física o moral que pretenda operar y explotar frecuencias del espectro radioeléctrico en nuestro país, deberá contar con una concesión otorgada por el Gobierno Mexicano, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en lo sucesivo “la Secretaría”).

4.1. Ley Federal de Telecomunicaciones

El 7 de junio de 1995 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, la Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo “la Ley”) que en su artículo 11, fracciones II y IV señala que “se requiere de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones y para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios de telecomunicaciones en territorio nacional”.

Por lo anterior, considerando que los proyectos existentes de SFSNOSG se encuentran diseñados con base en constelaciones de satélites extranjeros, los interesados en ofrecer este tipo de servicio, deberán apegarse a lo estipulado en dicho artículo.

En el caso de que el sistema satelital NOSG fuese Mexicano, este solicitará el título de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones y título de concesión para ocupar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país y explotar sus respectivas bandas de frecuencias, de conformidad con el artículo 11, fracciones II y III de la Ley.

De conformidad con el artículo 12 de la Ley, solo se otorgarán dichas concesiones a personas físicas y morales de nacionalidad mexicana, donde la participación extranjera, en ningún caso podrá exceder del 49%.

Toda vez que el otorgamiento de la concesión relativa a las señales asociadas a satélites extranjeros, de acuerdo con el artículo 30 de la Ley, requiere de la firma de un tratado de reciprocidad con el país de origen de la señal, así como el artículo 7° de la Ley señala entre sus objetivos, el promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones, la Secretaría ha promovido y deberá seguir promoviendo la celebración de tratados internacionales que favorezcan la apertura de mercados para este tipo de servicios que permitan, en condiciones de reciprocidad equitativa, la operación de satélites extranjeros en territorio mexicano y de satélites mexicanos en otros países.

4.2. Tratados y Protocolos entre los Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América

El 28 de abril de 1996 se celebró el "Tratado entre los Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América Relativo a la Transmisión y Recepción de Señales de Satélites para la Prestación de Servicios Satelitales a Usuarios en los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América" (en lo sucesivo "el Tratado").

Este Tratado tiene como propósitos:

1. Facilitar la prestación de servicios de telecomunicaciones, mediante la utilización de satélites comerciales hacia, desde y dentro de México y Estados Unidos de América, a los que cada parte otorgue concesión y coordine de conformidad con los procedimientos establecidos por la UIT.
2. Establecer las condiciones relativas al uso, en ambos países, de satélites para los que se haya otorgado licencia o concesión.

En el Tratado se conviene, que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, será la base para la coordinación técnica de los satélites cuyo propósito, es el lograr el uso eficiente de las órbitas satelitales y las frecuencias asociadas al uso de satélites.

Al amparo de este Tratado, el 16 de octubre de 1997 se celebró, el "Protocolo Concerniente a la Transmisión y Recepción de Señales de Satélites para la Prestación de Servicios Fijos por Satélite en los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América" (en lo sucesivo "el Protocolo").

Este protocolo tiene como objetivos:

1. Establecer las condiciones y criterios técnicos para el uso de satélites de México y de los Estados Unidos para la prestación del SFS, hacia, desde y dentro de los territorios de ambos países.
2. Facilitar la prestación de Servicios Fijos por Satélite, cubiertos por este Protocolo, hacia, desde y dentro de México y los Estados Unidos mediante satélites con licencia o concesión de las partes.

Este Protocolo en su artículo IV, estipula que las bandas de frecuencias aplicables serán:

Frecuencias de Emisión (Ascendente) GHz	Frecuencias de Recepción (Descendente) GHz
5.925 – 6.425	3.70 – 4.20
6.725 – 7.025	4.50 – 4.80
12.75 – 13.25	10.70 – 10.95 11.20 – 11.45
13.75 – 14.00	11.45 – 11.70 10.95 – 11.20
14.00 – 14.50	11.70 – 12.20
17.30 – 17.80	12.20 – 12.70
27.50 – 30.00	17.70 – 20.20

Es conveniente mencionar, que tanto el Tratado como el Protocolo contemplan aspectos muy generales y solo se tienen celebrados con los Estados Unidos de América, lo que obliga al gobierno mexicano a promover la firma de nuevos *Tratados y Protocolos con los países correspondientes*, en los cuales se deberán especificar las características técnicas y condiciones específicas para la transmisión y recepción de Señales de SFSNOSG, tales como las especificadas en el numeral 3.3 del Capítulo III del presente trabajo.

4.3. Reglamento de Comunicación Vía Satélite

El día primero de agosto de 1997, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de Comunicaciones Vía Satélite (en lo sucesivo “el Reglamento”), y establece en su artículo 8 de la sección segunda que “los interesados en obtener concesión para explotar 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, una vez celebrados los tratados a que se refiere el primer párrafo del artículo 30 de la Ley, deberán presentar, a satisfacción de la Secretaría una solicitud que contenga, cuando menos:”:

- I. La ubicación de la posición orbital u órbitas satelitales y frecuencias asociadas en proceso de coordinación y registro en la UIT, así como el nombre y documentación del operador satelital extranjero.
- II. “Las especificaciones técnicas del sistema satelital extranjero, precisando las características de la cobertura sobre territorio nacional.”
- III. “La documentación que acredite la relación contractual entre el operador satelital extranjero y el interesado que explotaría el sistema en territorio nacional.”
- IV. “Las especificaciones técnicas de las estaciones terrenas transmisoras que el interesado pretenda instalar en territorio nacional, para lo cual requerirá concesión de red pública de telecomunicaciones y las estaciones terrenas ubicadas en el extranjero que, en su caso enviarían señales a territorio nacional, así como de las estaciones terrenas terminales a ser instaladas en el país.”
- V. “La porción y las características técnicas conforme a las cuales el concesionario hará disponible su capacidad satelital a terceros o, en su caso, la descripción de los servicios satelitales que se pretendan prestar, así como las especificaciones técnicas del centro de control, de las estaciones maestras en territorio nacional o en el extranjero y de las estaciones terrenas terminales.”
- VI. “El plan de negocios, que comprenderá, cuando menos, programa de cobertura, de inversión y financiero.”
- VII. “La documentación que acredite su capacidad jurídica, financiera, técnica y administrativa.”
- VIII. “La opinión favorable de la Comisión Federal de Competencia.”

- IX. “La documentación que demuestre que los interesados mantendrán el control de los servicios que se presten en territorio nacional, para lo cual deberán acreditar:
- A. Que cuentan con los recursos técnicos necesarios para presentar la información relativa al tráfico originado en territorio nacional o destinado a este.
 - B. Que el operador satelital extranjero asume la obligación de atender las instrucciones del concesionario, en relación con los servicios prestados en territorio mexicano.
 - C. Que el operador satelital extranjero asume la obligación de atender los requerimientos de información relacionados con los servicios que se presten en territorio mexicano que le formulen la Secretaría.
 - D. En su caso, que el concesionario utilizará una numeración específica para identificar las estaciones terrenas terminales de los usuarios en el país.”

Es conveniente mencionar que a diferencia de otros servicios, la aplicación específica de los SFSNOSG es la transmisión de datos y por la arquitectura de los sistemas proyectados descrita en el capítulo II, no se requiere de terminales que sean identificadas con numeración como en el caso de las terminales de usuario de redes de servicio telefónico

Tal y como se menciona en el artículo 15 de este Reglamento, para explotar servicios de telecomunicaciones a través de una o más estaciones terrenas transmisoras propias, los interesados deberán obtener concesión de red pública de telecomunicaciones en términos del artículo 24 de la Ley.

Como ya se mencionó, los satélites extranjeros a los cuales, las estaciones terrenas enrutarán sus transmisiones, deberán estar contemplados en los Tratados a los que se refiere el artículo 30 de la Ley.

Es de resaltar, que las personas físicas o morales que obtengan concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones solo podrán prestar los servicios concesionados a través de equipos terminales que hayan sido previamente homologados por la Comisión y que de conformidad con el artículo 20 del Reglamento obtengan un permiso genérico por parte de la Secretaría, para activar y operar un gran número de estaciones terrenas en el caso de que estas sean terminales de usuario asociadas al sistema satelital extranjero correspondiente.

La sección tercera del Reglamento, se refiere a la prestación de servicios de telecomunicaciones a través de satélites extranjeros de donde se desprenden los siguientes artículos:

Artículo 32.-Solo se podrán prestar en el país, los servicios de telecomunicaciones que se contemplen en los tratados internacionales que el gobierno mexicano celebre con los países de origen de los satélites.

Como puede recordarse, ya existe un protocolo concerniente a la Transmisión y Recepción de Señales de Satélites para la Prestación de Servicios Fijos por Satélite, sin embargo, este Protocolo solo concierne a los Estados Unidos de América y México, por lo que si el operador satelital extranjero fuese de otra nacionalidad deberá firmarse un nuevo Tratado entre el país de origen y nuestro país, además se propone estudiar la posibilidad de firma de nuevos Tratados o Protocolos con el fin de especificar las características técnicas y condiciones específicas de Transmisión y Recepción de Señales del SFSNOSG.

Artículo 33.-Los prestadores de los servicios satelitales que exploten los derechos de emisión y recepción de señales de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros, para prestar servicios de telecomunicaciones por suscripción, deberán contar con un sistema de control de usuarios aprobado por la Comisión, que les permita en todo momento dar de alta o de baja a cada usuario desde el territorio nacional.

Artículo 34.-El aprovechamiento comercial de señales de frecuencias asociadas a sistemas de satélites extranjeros, dentro del territorio nacional requerirá de concesión de las previstas por el artículo 8° de este Reglamento, además de que los equipos utilizados para dicho aprovechamiento, deberán contar con un certificado de homologación expedido por la Comisión.

Artículo 35.-La facturación y cobranza de la capacidad satelital o de los servicios de telecomunicaciones que se presten a través de la explotación de los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a satélites extranjeros que cubran y presten servicios en el territorio nacional, se realizarán dentro del territorio nacional conforme a las disposiciones mexicanas aplicables.

Los entes reguladores en México, encargados de la prestación de servicios de telecomunicaciones, deberán fomentar, normar y vigilar que la prestación de dichos servicios se realice con apego a las disposiciones legales, administrativas y demás aplicables en materia de telecomunicaciones.

4.4. Propuesta del Procedimiento Regulatorio para la Implantación de sistemas del SFSNOSG en México

Con el objeto de lograr un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones en nuestro país, es conveniente proponer un procedimiento de instrumentación expedito para el otorgamiento de la autorización para prestar el SFSNOSG, por lo que se deberá considerar la normatividad aplicable, misma que se ha mencionado en el desarrollo del presente trabajo.

El siguiente procedimiento esquematizado, pretende servir de referencia para facilitar la implantación del Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario en México.

1. El Gobierno Mexicano deberá recabar la información técnica, jurídica y económica necesaria, relativa a los proyectos de redes satelitales para prestar el Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario que se encuentren inscritos en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT, con el objeto de que, en caso de recibir solicitudes para prestar dicho servicio en territorio nacional, se encuentre en condiciones de interpretar, modificar o adecuar su normatividad existente. Asimismo deberá comprobar que dichos proyectos se apegan a los Acuerdos generados por la UIT, con el objeto de prevenir posibles interferencias con los sistemas de servicios de telecomunicaciones que se encuentran instalados en nuestro país y operan en las bandas de frecuencias atribuidas al SFSNOSG.
2. De conformidad con los artículos 30 de la Ley y 32 del Reglamento, el Gobierno Mexicano deberá celebrar Tratados y Protocolos Internacionales, con los países de origen de los sistemas satelitales destinados a proveer SFSNOSG a nivel mundial.
3. Una vez que las bandas de frecuencias asociadas a proyectos de sistemas del SFSNOSG, han sido inscritas en el Registro Internacional de la UIT, el Gobierno Mexicano deberá adecuar lo estipulado en el artículo 14 de la Ley, a efecto de que permita a los interesados en prestar los SFSNOSG en México, quedar exentos del proceso de licitación de dichas bandas de frecuencias, sin que quede descartada la contraprestación económica por concepto del uso y explotación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en territorio nacional establecida en la Ley.

4. De conformidad con los artículos 24 de la Ley y 8 del Reglamento los interesados en prestar el SFSNOSG en México, deberá presentar ante la Secretaría, la solicitud de la concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones y la concesión para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar el SFSNOSG en territorio nacional.
5. Con fundamento con lo estipulado en los artículos 11 fracciones II y IV de la Ley, 8 y 15 del Reglamento, la Secretaría evaluará y resolverá sobre las solicitudes que sean presentadas por los interesados en prestar el Servicio Fijo por Satélite No Geostacionario en territorio nacional.
6. Por parte de los interesados, presentar la documentación técnica, jurídica y financiera que solicite la Secretaría, a efecto de continuar con el trámite correspondiente.
7. Con base en los estudios realizados por la UIT en coordinación con los fabricantes de equipos de telecomunicaciones, el Gobierno Mexicano deberá facilitar la homologación de los diferentes equipos de telecomunicaciones necesarios para prestar el SFSNOSG en territorio nacional. Lo anterior, a efecto de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 20 del Reglamento.
8. Con el objeto de no demorar el inicio de la prestación de los SFSNOSG en el país, la Secretaría, deberá otorgar en el menor tiempo posible, el título de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones y el título de concesión para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios de telecomunicaciones en territorio nacional. Asimismo, deberán entregarse de manera simultánea y con la misma vigencia.

Es conveniente mencionar, que en el caso de que el proyecto satelital NOSG fuese mexicano, se tendría que someter a las recomendaciones y acuerdos formulados por la UIT, tal y como se menciona en los numerales 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 del capítulo III del presente trabajo y una vez inscrito en Registro Internacional de Frecuencias de la UIT, solicitar a la Secretaría el título de concesión para ocupar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país y explotar sus respectivas bandas de frecuencias y el título de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones.

CONCLUSIONES

1. Podemos concluir que los sistemas del Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario, permiten el envío de señales a través de una estación terrena a un satélite no geoestacionario, este a su vez puede retransmitirlas a otros satélites no geoestacionarios y finalmente se envían de regreso a la tierra para ser captadas por otra estación terrena.
2. Existe una gran variedad de aplicaciones del SFSNOSG, por lo que su implantación en México se hace necesaria, toda vez que los servicios de telecomunicaciones podrán ofrecerse en zonas poco pobladas, o bien lugares donde la infraestructura de telecomunicaciones es precaria.
3. Una red pública de telecomunicaciones autorizada para prestar el Servicio Fijo por Satélite No Geoestacionario, podrá estar constituida por enlaces satelitales (tierra-espacio, espacio-espacio, espacio-tierra) que utilicen bandas del espectro radioeléctrico, así como satélites, estaciones terrenas y demás medios de transmisión. Asimismo, formarán parte de la red, las centrales, dispositivos de conmutación y cualquier otro equipo necesario, con excepción de los equipos terminales de telecomunicaciones del sistema.
4. Los interesados en prestar el SFSNOSG en México deberán presentar a satisfacción de la Secretaría solicitud para obtener título de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones y título de concesión para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar el SFSNOSG en territorio nacional.

Es conveniente mencionar, que en el caso de que el proyecto satelital NOSG fuese mexicano, se tendría que someter a las recomendaciones y acuerdos formulados por la UIT y una vez inscrito en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT, solicitar a la Secretaría el título de concesión para ocupar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país y explotar sus respectivas bandas de frecuencias y el título de concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones.

5. El gobierno mexicano por medio de la *Comisión Federal de Telecomunicaciones*, analizará cuidadosamente que los sistemas del SFSNOSG que deseen prestar sus servicios en territorio nacional, se apeguen a las recomendaciones y acuerdos que formule la UIT, con el objeto de evitar posibles interferencias a sistemas de telecomunicaciones que operan en las bandas de frecuencias atribuidas a los SFSFNOSG y que actualmente se encuentran instalados en el país.
6. De así proceder, los título de concesión correspondientes, deberán ser otorgados por la Secretaría en el menor tiempo posible, de manera simultanea y con la misma vigencia.
7. Las bandas de frecuencias asociadas a los sistemas satelitales del SFSNOSG, deberán estar previamente inscritas en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT. Asimismo, el Gobierno Mexicano deberá realizar una excepción a lo estipulado en el artículo 14 de la Ley, a efecto de que permita a los interesados en prestar los SFSNOSG en México, quedar exentos del proceso de licitación de dichas bandas de frecuencias, *considerando una contraprestación económica*.
8. Con el objeto de agilizar el trámite de las solicitudes que puedan presentarse ante la Secretaría para prestar el SFSNOSG en el territorio nacional, de manera anticipada, deberá celebrarse la firma de Tratados y Protocolos con los países de origen de los sistemas del SFSNOSG que a la fecha, se encuentren inscritos en el *Registro Internacional de Frecuencias de la UIT*.
9. Es conveniente resaltar que es urgente que el marco legal en nuestro país, se modifique a efecto de reglamentar los SFSNOSG, para lo cual deberán tomarse en consideración las recomendaciones y reglas que emita la UIT sobre dicho servicio.
10. Como una acción complementaria y para tutelar los intereses del país respecto de la implantación de este tipo de servicios, el Estado Mexicano deberá hacer llegar oportunamente a la UIT, las observaciones y comentarios que considere convenientes, con respecto de las recomendaciones y reglas mencionadas en el numeral anterior.

BIBLIOGRAFIA

I. LIBROS

1. Aguirre Juan, Hernández Mauricio, Villalobos Horacio, **Sistemas de Comunicación Móvil por Satélite**, Editado por el Instituto Mexicano de Comunicaciones, Primera Edición, México 1996.
2. Huidobro J. Manuel, **Manual de Telefonía Fija y Móvil**, Editorial Paraninfo, Primera Edición, España 1996.
3. Neri Rodolfo, **Satélites de Comunicaciones**, Mc Graw Hill, México, 1989.
4. Informe del Tercer Coloquio sobre Reglamentación, **Sistemas Mundiales de Comunicaciones Móviles Personales (GMPCS)**, UIT, 1994.

II. ARTÍCULOS, TRABAJOS DE TESIS E INFORMES

1. Rodríguez Leal Del Real Enrique A., **Análisis Comparativo de los Sistemas Satelitales en México**, UNAM, México 1995.
2. Riva Palacio Rodríguez Mariana, **Marco Regulatorio Aplicable a los Servicios de Comunicación Personal Móvil por Satélite a través de Satélites Extranjeros**, ITAM, México 1999.
3. **Comunicaciones Móviles de Tercera Generación**, Boletín Informativo de la Fundación Cetmo, España Diciembre 1998.
<http://www.legazpi.com/fcetmo/diciem98.htm>
4. Evans V. John, **Nuevos Satélites para Comunicaciones Personales**, Publicación Investigación y Ciencia, España 1998.
5. Pelton N. Joseph, **Telecomunicaciones para el siglo XXI**, Publicación Investigación y Ciencia, España 1998.
6. Da Silva Curiel Alex jr., **Orbit Types**, Universidad de Surrey, Inglaterra 1997.
<http://www.dspace.dial.pipex.com/town/plaza/he13/orbtypes.htm>
7. Montgomery John, **The Orbiting Internet: Fiber in the Sky**, Byte Magazine, McGraw-Hill, Noviembre 1997.

8. García López, **Comunicaciones Vía Satélite**, junio 1998.
<http://www.rotativo.com/timagazine/1a2b3c/0698/sat2.cfm>
9. Comisión Federal de Telecomunicaciones, **Curso de Comunicaciones Inalámbricas y Servicios de Comunicaciones Personales**, Agosto de 1997, México.
10. Comisión Federal de Telecomunicaciones, **Curso de Comunicación Rápida de Paquetes Frame Relay y ATM**, Septiembre de 1999, México.
11. Comisión Federal de Telecomunicaciones, **Curso de Comunicaciones con Base en Fibras Ópticas**, Octubre de 1999, México.
12. Gary Comparetto y Rafols Ramírez, **Trends in Mobile Satellite Technology**, IEEE Computer Magazine, Febrero de 1997.
13. John Montgomery, **The Orbiting Internet: Fiber in the Sky**, Byte Magazine, McGraw-Hill, Noviembre de 1997.

III. LEGISLACIÓN Y DISPOSICIONES NORMATIVAS

1. México, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. México, Ley Federal de Telecomunicaciones, Diario Oficial de la Federación, 7 de junio de 1995.
3. México, Reglamento de Comunicación Vía Satélite, Diario Oficial de la Federación, 1° de agosto de 1997.
4. México, Decreto de Promulgación del Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América, Relativo a la Transmisión y Recepción de Señales Satelitales para la prestación de Servicios Satelitales a Usuarios en los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, Diario Oficial de la Federación, 8 de noviembre de 1996.
5. México, Protocolo Concerniente a la Transmisión y Recepción de Señales de Satélites para la Prestación de Servicios Fijos por Satélite en los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América de fecha 16 de octubre de 1997.

6. UIT, Reglamento de Radiocomunicaciones, Ginebra, 1997
7. UIT, Memorám dum de Entendimiento sobre las GMPCS, Ginebra, octubre de 1997.
8. UIT, Acuerdo Referente al Memorám dum de Entendimiento sobre las GMPCS para Facilitar su Introducción y Desarrollo, Ginebra, octubre de 1997.

IV. DIRECCIONES DE INTERNET

1. Comisión Federal de Telecomunicaciones, <http://www.cft.gob.mx>
2. Unión Internacional de Telecomunicaciones, <http://www.itu.int>
3. Organización Mundial de Comercio, <http://www.wto.int>
4. Federal Communications Commission, <http://www.fcc.gov>
5. Sistema Skybridge, <http://www.skybridgesatellite.com>
6. Sistema Teledesic, <http://www.teledesic.com>
7. Sistema Iridium, <http://www.iridim.com>

APENDICE I

CUADRO S22-1A

Limites de la DFPE_{down} radiada por los sistemas del SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{down} (dBW/m ²)	Porcentaje de tiempo durante el cual el nivel DFPE _{down} no debe rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Díámetro de la antena de referencia
10,7-11,7 y 11,7-12,75 (regiones 1 y 3) y 11,7-12,7 (región 2)	-175,4	0	40	60 cm
	-174,0	90		
	-170,8	99		
	-165,3	99,73		
	-160,4	99,991		
	-160,0	99,997		
	-160,0	100		
	-181,9	0	40	1,2 m
	-178,4	99,5		
	-173,4	99,74		
	-173,0	99,857		
	-164,0	99,954		
	-161,6	99,984		
	-161,4	99,991		
	-160,8	99,997		
	-160,5	99,997		
	-160,0	99,9993		
	-160,0	100		
	-190,45	0,00	40	3 m
	-189,45	90,00		
	-187,45	99,50		
	-182,4	99,70		
	-182	99,855		
	-168	99,971		
	-164	99,988		
	-162	99,995		
	-160	99,999		
	-160	100,000		

CUADRO S22-1A (continuación)

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{down} (dB(W/m ²))	Porcentaje de tiempo durante el cual el nivel DFPE _{down} no debe rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Díámetro de la antena de referencia
	-195,45	0,00	40	10 m
	-195,45	99,00		
	-190,00	99,65		
	-190	99,71		
	-172,5	99,99		
	-160	99,998		
	-160	100,000		

Además de los límites indicados en el Cuadro S22-1A, los siguientes límites a la DFPE_{down} de una sola entrada aplican a todos los tamaños de antenas mayores de 60 cm en las bandas de frecuencia enumeradas en mismo.

Límites de la DFPE_{down} radiada por los sistemas del SFSNOSG de algunas latitudes

DFPE _{down} para el 100% del tiempo (dB(W/(m ² ·40 kHz)))	Latitud (Norte o Sur) (°)
-160	0 < Latitud ≤ 57,5
-160 + 3,4(57,5 - Latitud)/4	57,5 < Latitud ≤ 63,75
-165,3	63,75 ≤ Latitud

CUADRO S22-1B

Límites de la DFPE_{down} radiada por los sistemas SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Bandas de frecuencias (GHz)	DFPE _{down} (W/m ²)	Porcentaje de tiempo durante el cual el DFPE _{down} no debe rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Díámetro de la antena de referencia
17,8-18,6	-175,4	0	40	1 m
	-175,4	90		
	-172,5	99		
	-167	99,714		
	-164	99,971		
	-164	100		
	-161,4	0	1000	
	-161,4	90		
	-158,5	99		
	-153	99,714		
	-150	99,971		
	-150	100		
	-178,4	0	40	
	-178,4	99,4		
	-171,4	99,9		
	-170,5	99,913		
	-166	99,971		
	-164	99,977		
	-164	100		
	-164,4	0	1 000	2 m
	-164,4	99,4		
	-157,4	99,9		
	-156,5	99,913		
	-152	99,971		
-150	99,977			
-150	100			
-185,4	0	40		
-185,4	99,8			
-180	99,8			
-180	99,943			
-172	99,943			
-164	99,998			
-164	100			
-171,4	0		5 m	
-171,4	99,8			
-166	99,8			
-166	99,943			
-158	99,943			
-150	99,998			
-150	100			

CUADRO S22-1C

Límites de la DFPE_{descendente} radiada por los sistemas SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{descendente} (dBW/m ²)	Porcentaje de tiempo durante el cual el DFPE _{descendente} no puede rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Díámetro de antena de referencia
19,7-20,2	-187,4	0	40	70 cm
	-182	71,429		
	-172	97,143		
	-154	99,983		
	-154	100		
	-173,4	0	1 000	
	-168	71,429		
	-158	97,143		
	-140	99,983		
	-140	100		
19,7-20,2	-190,4	0	40	90 cm
	-181,4	91		
	-170,4	99,8		
	-168,6	99,8		
	-165	99,943		
	-160	99,943		
	-154	99,997		
	-154	100		
	-176,4	0	1 000	
	-167,4	91		
	-156,4	99,8		
	-154,6	99,8		
	-151	99,943		
	-146	99,943		
	-140	99,997		
	-140	100		
19,7-20,2	-196,4	0	40	2,5 m
	-162	99,98		
	-154	99,99943		
	-154	100		
	-182,4	0		
	-148	99,98		
	-140	99,99943		
	-140	100		
	-140	100		

CUADRO S22-1C (continuación)

Banda de frecuencias (S:Z)	DEPE _{100m} (dB(W/m ²))	Porcentaje de tiempo durante el cual el DEPE _{100m} no puede excederse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Diámetro de antena de referencia
19,7-20,2	-200,4	0	40	5 m
	-189,4	90		
	-187,8	94		
	-184	97,143		
	-175	99,886		
	-164,2	99,99		
	-154,6	99,999		
	-154	99,9992		
	-154	100		
	-186,4	0	1 000	
	-175,4	90		
	-173,8	94		
	-170	97,143		
	-161	99,886		
	-150,2	99,99		
	-140,6	99,999		
	-140	99,9992		
	-140	100		

CUADRO S22-1D

Límites de la DFPE_{down} radiada por los sistemas SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Antenas del Servicio de Radiodifusión por Satélite (SRS) de 30 cm, 45 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 180 cm, 240 cm y 300 cm SRS

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{down} (dB(W/m ²))	Porcentaje de tiempo durante el cual el DFPE _{down} no puede rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Díámetro de antena de referencia
11,7-12,5 GHz En la Región 1 11,7-12,2 GHz y 12,5-12,75 GHz En la Región 3 12,2-12,7 GHz En la Región 2	-165,841	0,000	40	30 cm
	-165,541	25,000		
	-164,041	96,000		
	-158,600	98,857		
	-158,600	99,429		
	-158,330	99,429		
	-158,330	100,000		
	-175,441	0,000	40	45 cm
	-172,441	66,000		
	-169,441	97,750		
	-164,000	99,357		
	-160,750	99,809		
	-160,000	99,986		
	-160,000	100,000	40	60 cm
	-176,441	0,000		
	-173,191	97,800		
	-167,750	99,371		
	-162,000	99,886		
	-161,000	99,943		
	-160,200	99,971		
	-160,000	99,997		
-160,000	100,000			

CUADRO S22-1D (continuación)

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{50cm} (dB(W/m ²))	Porcentaje de tiempo durante el cual el DFPE _{50cm} no puede rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Diámetro de antena de referencia y diagrama de radiación de referencia ¹⁰
	-178,94	0,000	40	90 cm
	-178,44	33,000		
	-176,44	98,000		
	-171,00	99,429		
	-165,50	99,714		
	-163,00	99,857		
	-161,00	99,943		
	-160,00	99,991		
-160,00	100,000			
11,7-12,5 GHz En la Región 1 11,7-12,2 GHz y 12,5-12,75 GHz En la Región 3 12,2-12,7 GHz En la Región 2	-182,440	0,000	40	120 cm
-180,690	90,000			
-179,190	98,900			
-178,440	98,900			
-174,940	99,500			
-173,750	99,680			
-173,000	99,680			
-169,500	99,850			
-167,800	99,915			
-164,000	99,940			
-161,900	99,970			
-161,000	99,990			
-160,400	99,998			
-160,000	100			

CUADRO S22-1D (continuación)

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE (dBW/m ²)	Porcentaje de tiempo durante el cual el DFPE no puede rebasarse	Anchura de banda de referencia (GHz)	Dímetro de antena de referencia y diagramas de radiación de referencia ¹⁰
11,7-12,5 GHz en la Región 1 11,7-12,2 GHz y 12,5-12,75 GHz en la Región 3 12,2-12,7 GHz en la Región 2	-184,941	0,000	40	180 cm
	-184,101	33,000		
	-181,691	98,500		
	-176,250	99,571		
	-163,250	99,946		
	-161,500	99,974		
	-160,350	99,993		
	-160,000	99,999		
	-160,000	100,000		
	-187,441	0,000	40	240 cm
	-186,341	33,000		
	-183,441	99,250		
	-178,000	99,786		
	-164,400	99,957		
	-161,900	99,983		
	-160,500	99,994		
	-160,000	99,999		
	-160,000	100,000		
	-191,941	0,000	40	300 cm
	-189,441	33,000		
	-185,941	99,500		
	-180,500	99,857		
	-173,000	99,914		
	-167,000	99,951		
	-162,000	99,983		
	-160,000	99,991		
	-160,000	100,000		

Además de los límites indicados en el Cuadro S22-1D, para diámetros de antena de sistemas del SRS de 180 cm, 240 cm y 300 cm, se aplican también los siguientes límites de $DFPE_{down}$ de una sola fuente para el 100% del tiempo, para las bandas de frecuencias que figuran en dicho Cuadro.

Límites de la $DFPE_{down}$ radiada por los sistemas del SFSNOSG de algunas latitudes

$DFPE_{down}$ para el 100% del tiempo dB(W/m ² ·40/RHz)	Latitud (Norte o Sur) (°)
-160,0	$0 < Latitud \leq 57,5$
$-160,0 + 3,4 * (57,5 - Latitud)/4$	$57,5 < Latitud \leq 63,75$
-165,3	$63,75 \leq Latitud $

APENDICE II

CUADRO S22-2

Limites de la DFPE_{up} radiada por sistemas del SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE (dB(W/m ²))	Porcentaje de tiempo durante el cual la DFPE _{up} no debe rebasarse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Anchura de haz de la antena de referencia
12,50-12,75 12,75-13,25 13,75-14,5	-160	100	40	4 grados
17,3-17,8 Región 1 y Región 3 ¹⁴ y 17,8-18,1	-160	100	40	4 grados
27,5-28,6	-162	100	40	1,55 grados
29,5-30,0	-162	100	40	1,55 grados

Este límite de la DFPE_{up} también se aplica a la banda de frecuencia 17,3-17,8 GHz para proteger los enlaces de conexión del SRS en la Región 2 de las transmisiones de Tierra a espacio de los sistemas SFS no OSG en las Regiones 1 y 3.

APENDICE III

CUADRO S22-3

Límites de la DFPE_{is} radiada por sistemas del SFSNOSG en algunas bandas de frecuencia

Banda de frecuencias (GHz)	DFPE _{is} (dB(W/m ²))	Porcentaje de los niveles de tiempo DFPE _{is} que no deba excederse	Anchura de banda de referencia (kHz)	Anchura del haz de la antena de referencia
10,7-11,7 (Región 1)	-160	100	40	4 grados
12,5-12,75 (Región 1)				
12,7-12,75 (Región 2)				
17,8-18,4	-160	100	40	4 grados