



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Análisis del proceso para la adjudicación  
de la órbita satelital con sus bandas de  
frecuencia asociadas para una  
constelación de nano satélites para  
México.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de

**Ingeniera en Telecomunicaciones**

**P R E S E N T A**

Valeria Aimee Cortes Orduña

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. José Alberto Ramírez Aguilar



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

## **Agradecimientos**

A mis padres, Catalina y Jaime por traerme a este mundo e inculcarme los valores que me permitieron llegar al final de este camino y convertirme en una persona de bien, tuvieron una peculiar forma de prepararme para enfrentar la vida y eso lo agradezco infinitamente, los quiero demasiado, siempre estarán presentes en mi corazón en todo momento porque yo soy el resultado de su esfuerzo, este logro también es de ustedes.

A mis hermanas, por compartir conmigo sus experiencias de vida, aconsejarme y darme ánimos para continuar este viaje, pero sobre todo por todos los momentos de risas, travesuras y reflexión, muchas gracias por haber cuidado de mí, tienen toda mi admiración y respeto.

A mis sobrinos, esas pequeñas personitas que adoro, gracias por regalarme esos momentos de ternura y amor.

A mis amigos de la Facultad, la bandita troll, en especial a Karen, fuiste más que una amiga eres parte de mi familia, de peores!! Te quiero mucho, Juan, Héctor, Eddie y Carlos muchas gracias a todos, definitivamente la carrera no hubiera sido la misma sin ustedes, en especial porque seguramente me habría titulado en menos tiempo, gracias por todas esas historias de supervivencia a su lado y tantas risas que lograron hacer nuestro paso por la Facultad mucho más ameno y divertido.

Al Universo, karma, Dios, Ángel o cualquier inexplicable fuerza que me ha acompañado a lo largo de mi vida, muchas gracias por estar a mi lado y nunca abandonarme, sin importar que tan difícil haya sido la situación, proveerme de bendiciones, salud y abundancia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme las herramientas para lograr un excelente desarrollo profesional es un orgullo para mí decir que soy egresada de sus instalaciones, gracias por colaborar en mi éxito personal y permitirme formar parte de su historia.

Al programa de becas PAPIME por darme la oportunidad de colaborar en el desarrollo del proyecto: “Adiestramiento Científico-Técnico en la Operación de la Estación Satelital de Comando y Maniobras en Órbita.” Con clave PE110316, valoré mucho el aprendizaje adquirido y muchas gracias por el apoyo económico brindado.

A mi asesor el Dr. José Alberto Ramírez Aguilar, muchas gracias por darme la oportunidad de colaborar con usted y apoyarme en todo momento del proceso para concluir este trabajo, gracias por todas las enseñanzas y experiencias profesionales que compartió conmigo.

# Índice General

Agradecimientos .....	II
Índice de figuras .....	VI
Índice de tablas .....	VIII
Lista de acrónimos .....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
SATÉLITES ARTIFICIALES .....	3
1.1 Definición de Satélite .....	3
1.2 Clasificación de los satélites .....	3
1.3 Tipo de órbita .....	3
1.4 Por su tamaño .....	6
1.5 Por su aplicación.....	7
CAPÍTULO 2 .....	11
VIABILIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE LA ÓRBITA BAJA PARA EXPLOTACIÓN ESPACIAL. ....	11
2.1 Ventajas de la órbita baja en comparación con la órbita geoestacionaria .....	11
2.2 Desecho espacial .....	15
2.3 La órbita baja como un recurso limitado .....	17
2.4 Nano satélites.....	17
CAPÍTULO 3 .....	21
CONSTELACIONES DE SATÉLITES EN ÓRBITA BAJA. ....	21
3.1 Constelación IRIDIUM .....	21
3.2 Constelación ORBCOMM .....	22
3.3 Constelación GLOBALSTAR.....	23
CAPÍTULO 4 .....	25
ESTADO ACTUAL DE LOS SATÉLITES. ....	25
4.1 Contexto general.....	25
4.2 Beneficios económicos de la industria satelital .....	26
4.3 Espectro radioeléctrico .....	27
4.4 Desarrollo histórico-jurídico de la órbita baja en el ámbito internacional .....	29
CAPÍTULO 5 .....	30
ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE EL ESPACIO ULTRATERRESTRE. ....	30
5.1 ¿Qué es el espacio ultraterrestre? .....	30

5.2	Tratados de las Naciones Unidas .....	31
5.3	Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales .....	32
5.4	Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre .....	33
CAPÍTULO 6 .....		35
ASPECTOS JURÍDICOS PARA LA PUESTA EN ÓRBITA BAJA DE UNA CONSTELACIÓN DE NANO SATÉLITES. ....		35
6.1	Consideraciones a priori para el establecimiento de nuevas constelaciones de nano satélites .....	35
6.2	Filosofía regulatoria.....	35
6.3	El recurso órbita-espectro (ROE).....	36
6.4	Mecanismos de distribución de frecuencias.....	36
6.5	La UIT y su función administrando el ROE .....	37
6.6	Principios para la utilización y el acceso equitativo de los recursos órbita /espectro.....	38
6.7	Consideraciones del reglamento de radiocomunicaciones .....	40
CAPÍTULO 7 .....		43
PROCEDIMIENTOS REGULATORIOS PARA LA PUESTA EN ÓRBITA BAJA DE UNA CONSTELACIÓN DE NANO SATÉLITES PARA MÉXICO. ....		43
7.1	Procedimientos de planificación a priori .....	43
7.2	Etapas de la coordinación de frecuencia-órbita .....	46
7.3	Información de publicación anticipada .....	46
7.4	Presentación de la información de coordinación .....	49
7.5	Pago de diligencia financiera.....	49
7.6	La coordinación .....	52
7.7	Presentación de la debida diligencia administrativa.....	54
7.8	Información de notificación .....	56
7.9	Inscripción en el registro internacional de frecuencias .....	56
7.10	Coordinación terrestre de estaciones terrenas .....	57
CAPÍTULO 8 .....		60
PROCEDIMIENTOS REGULATORIOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CONCESIÓN PARA LA OCUPACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS ORBITALES EN MÉXICO. ....		60
8.1	Obtención del recurso orbital .....	60
8.2	Requisitos para la obtención de concesión en México solicitud de parte interesada.....	62
8.3	Costos asociados a las concesiones para el uso del recurso orbital .....	67

CAPÍTULO 9 .....	70
CONCLUSIONES .....	70
9.1 Reflexiones finales.....	70
9.2 Dificultades de los actuales procedimientos de adjudicación del ROE.....	70
9.3 Propuesta de un marco jurídico especial para el manejo del ROE. ....	72
9.4 Cuestiones sobre los procedimientos .....	73
9.5 Recomendaciones de la autora .....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	77
MESOGRAFÍA.....	77

## Índice de figuras

Figura 1 Tipos de órbitas (Fuente: Kulu, 2016). .....	6
Figura 2 Servicio Fijo por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016). .....	8
Figura 3 Servicio de Broadcast por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016). .....	8
Figura 4 Servicio Móvil por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016). .....	10
Figura 5 Cohetes lanzadores (Fuente: Trend Hunter, 2017). .....	12
Figura 6 Congestión de la órbita Geoestacionaria (Fuente: Espino Novales, 2012). .....	13
Figura 7 Problemática del Desecho Espacial (Fuente: MSMUN 2017). .....	16
Figura 8 Unidades para CubeSat (Fuente: Autor). .....	17
Figura 9 Nano satélite Ulises I desarrollado por UAT-UNAM (fuente: tecreview.itesm.mx). .....	18
Figura 10 Evolución del desarrollo en Nano Satélites (Fuente: Autor). .....	18
Figura 11 Evolución en desarrollo de Nano Satélites por Sector (Fuente: Autor). .....	19
Figura 12 Desarrollo de Nano Satélites por País (Fuente: Autor). .....	20
Figura 13 Bandas de frecuencia más utilizadas por nano satélites (Fuente: Autor). .....	20
Figura 14 Constelación Iridium (Fuente: Dr. Ifiok Otung, 2017). .....	22
Figura 15 Constelación Orbcomm (Fuente: Globalcom, 2017). .....	23
Figura 16 Constelación Globalstar (Fuente: Ordoñez Rodriguez, 2017). .....	24
Figura 17 Satélites Activos Clasificados por Misión (Fuente: Autor). .....	25
Figura 18 Distribución de Satélites por Orbita (Fuente: Autor). .....	26
Figura 19 Ganancias de la Industria Satelital (Fuente: TAURI, 2015). .....	26
Figura 20 Regiones para Atribución de frecuencias (Fuente: RR, 2017). .....	37
Figura 21 Reloj Virtual del procedimiento establecido por el RR-UIT para la obtención de posiciones orbitales (Fuente: Autor). .....	57

Figura 22 Resumen procedimiento para la coordinación terrestre de Estaciones Terrenas (Fuente: Autor).....	59
Figura 23 Concesiones para la Ocupación y Explotación de Recursos Orbitales (Fuente: Regulación para Satélites Pequeños IFT, 2017).....	61
Figura 24 Proceso de licitación en México (Fuente: Dimitri Flores, 2016). .....	66
Figura 25 Proceso de adjudicación del recurso orbital (Fuente: Autor). .....	69

## Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de Satélites Pequeños (Fuente: Informe ITU -R SA.212- 0)...	7
Tabla 2 Comparación de Orbitas LEO y GEO (Fuente: Autor). .....	14
Tabla 3 Relación de servicio a modificar con sus apéndices y artículos aplicables (Fuente: Autor). .....	44
Tabla 4 Puntos aplicables a la publicación anticipada de una constelación de nano satélites en LEO de acuerdo al apéndice 4 del RR-UIT (Fuente: Autor). .....	48
Tabla 5 Forma de cobro de acuerdo al número de unidades y la categoría del trámite (Fuente: Autor). .....	50
Tabla 6 Lista de precios de tramitación aplicable a las notificaciones de redes de satélites recibidas por la Oficina de Radiocomunicaciones (Fuente: Autor).....	51
Tabla 7 Costos Asociados a una concesión (Fuente: Autor). .....	67
Tabla 8 Costos Asociados a una concesión en bandas atribuidas al servicio de aficionados (Fuente: Autor).....	68



## **Lista de acrónimos**

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

IFT: Instituto Federal de Telecomunicaciones

SCT: Secretaria de Comunicaciones y Transportes

CNAF: Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

LFTyR: Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión

RR: Reglamento de Radiocomunicaciones

OSC: Orbital Sciences Corporation

SOS: Space Operation Service

COPUOS: Committee on the Peaceful Uses of Outer Space

LEO: Low Earth Orbit

MEO: Medium Earth Orbit

GEO: Geostationary Earth Orbit

# INTRODUCCIÓN

La industria espacial se ha caracterizado por ser precursora en el desarrollo de tecnología de casi todo tipo en diversos sectores. Algunos ejemplos son: comida deshidratada, pañales desechables, pasta de dientes, computadoras personales, artículos inalámbricos, sistemas de posicionamiento global, estos son solo algunos de los productos de uso diario en nuestra sociedad que han sido creados directa e indirectamente del desarrollo tecnológico espacial, pero la industria espacial aún tiene mucho que aportarnos en la próxima década.

La ingeniería tiende a dedicarse objetivamente en los aspectos técnicos y científicos de cualquier industria, en este caso de la industria espacial pero no debemos ignorar el hecho de que la reglamentación internacional vigente sobre la exploración, el uso y la explotación del espacio exterior permite hablar de un Derecho específico, es decir, que es vital que tanto la ingeniería como el derecho trabajen en conjunto para optimizar resultados. Debido a que el uso del espacio ultraterrestre no sólo plantea retos técnicos sino que además agrega cuestiones jurídicas, que hasta ese momento nadie imaginaba. El acceso a este nuevo horizonte le permitió al Derecho diseñar una estructura jurídica basada en dos elementos cruciales: la búsqueda de la paz y el bienestar común.

Este Derecho específico pretende garantizar el acceso equitativo de todos los Estados a la diversidad de recursos que alberga el espacio exterior. Es conveniente destacar que actualmente estamos viviendo un cambio sobre lo que antes se denominaba, el recurso máspreciado del espacio exterior: la órbita de los satélites geoestacionarios, mencione cambio porque no es ningún secreto que esta orbita está saturada, en su momento fue muy demandada debido a sus características técnicas pero el generar basura espacial y el saturamiento de esta, provocó que muchos países estudiaran la viabilidad de las órbitas Media y Baja.

Durante las últimas dos décadas se ha visto un rápido aumento en la popularidad de los satélites pequeños. En los próximos cinco años, se prevé el lanzamiento de 3000 satélites pequeños para reemplazar o aumentar las operaciones de los satélites existentes (Facchinetti G, 2016). El bajo costo en comparación a los satélites geoestacionarios y la capacidad de producción en masa de satélites pequeños los convierten en una plataforma ideal para que las naciones espaciales emergentes como México funden sus capacidades tecnológicas en la industria satelital. La versatilidad en aplicaciones de satélites pequeños abre el camino para mejorar diferentes sectores nacionales como son: educación, salud, comunicaciones, seguridad nacional, economía, agricultura y manejo de desastres, entre otros.

Actualmente vivimos en una época donde a las tecnologías de la información y la comunicación se les reconoce como herramienta de desarrollo, la promoción y garantía del acceso a éstas se ha vuelto una cuestión prioritaria para prácticamente todas las entidades internacionales.

Un mercado con nuevas posibilidades de crecimiento y el riesgo de una rápida saturación de la órbita baja han originado un considerable número de solicitudes para ocupar posiciones orbitales, la consecuencia a todo esto se ha visto reflejada en la dificultad para resolver los

conflictos en la coordinación de las constelaciones satelitales. Por esto es muy importante una coordinación clara, simple y oportuna, no debemos caer en los llamados “satélites de papel” que tuvieron su origen en la órbita geoestacionaria.

Desde sus inicios la industria espacial se ha concentrado en la construcción y operación de satélites geoestacionarios, cuyos costos pueden ser de hasta 150 millones de dólares, satélites que al finalizar su vida útil son abandonados en órbitas terrestres, lo que provoca que generen basura espacial, esto en algunos casos podría llegar a causar accidentes espaciales. Sin embargo, Universidades y empresas dedicadas al servicio de telecomunicaciones por satélite, han mostrado interés en el desarrollo de satélites pequeños que pueden realizar tareas similares a costos mucho más accesibles para las instituciones privadas y educativas, con la ventaja de sustentabilidad espacial, ya que este tipo de satélites debido al arrastre atmosférico son atraídos hacia la tierra y en el proceso, se desintegran en su reingreso a la atmosfera terrestre.

El futuro inmediato en la tecnología espacial es el desarrollo de los satélites pequeños, es una de las razones de que la presente tesis analice la situación jurídica, actual de los entes reguladores de la órbita baja en México, así como el análisis del papel fundamental de estas organizaciones en la aplicación de políticas de acceso y fomento a la competencia en el espacio ultraterrestre. Así es como se justifica el objetivo del presente documento, el cual consiste en un análisis presentando de forma ordenada y lo más claro posible del acceso equitativo a la órbita baja a todos los países, así como su contenido de posiciones orbitales con sus bandas de frecuencias asociadas, además de realizar una recopilación de todos aquellos parámetros que conforman una constelación satelital específica.

Debido a que esto puede resultar muy complejo por tanta información aislada al intentar documentarse de todos los procedimientos a seguir, por ello se planteó de esta manera el objetivo principal del presente trabajo. Es importante destacar que aunque se abordan los procedimientos de Regulación Internacional, se particulariza en la coordinación para Satélites Mexicanos, en ese sentido se presenta la necesidad de brindar un documento base que sirva de apoyo para que sea de utilidad a nuestro país, queda claro que se trata de un trabajo primordialmente de investigación jurídica de las Leyes de Telecomunicaciones en el Ámbito Regulatorio Satelital.

A continuación el documento se concentra en las posiciones de órbita baja para una constelación de Nano Satélites Mexicanos, obtenidas mediante el procedimiento de coordinación y el procedimiento a priori, así como sus bandas de frecuencia asociadas.

# CAPÍTULO 1

## SATÉLITES ARTIFICIALES

### 1.1 Definición de Satélite

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (2012) en su versión actualizada y vigente, que es utilizado como parámetro para fijar la regulación correspondiente define satélite como:

*“Cuerpo que gira alrededor de otro cuerpo de masa preponderante cuyo movimiento está determinado principalmente, y de modo permanente, por la fuerza de atracción de este último.”*

Es importante aclarar que respecto a Satélites se consideran dos clasificaciones; satélites naturales y satélites artificiales.

**Satélites naturales.** Astros secundarios que gravitan en torno a un astro mayor y lo acompañan en su traslación alrededor de una estrella.

**Satélites Artificiales.** También llamados naves espaciales, astronaves o cualquier sonda espacial lanzada por el hombre en torno a la tierra, la luna o cualquier otro astro espacial. Éste gravita alrededor del cuerpo celeste bajo la influencia de las mismas leyes que rigen el movimiento de los satélites naturales.

Es importante conocer ambas definiciones pero para el desarrollo del presente trabajo, vamos a considerar únicamente satélites artificiales.

### 1.2 Clasificación de los satélites

No es nada sencillo fácil realizar una clasificación de los satélites, debido a que estos cambian frecuentemente en respuesta a la constante evolución científica y tecnológica, por lo tanto no podemos hacer una clasificación general de los Satélites, pero si podemos hacer clasificaciones particulares de estos. Básicamente podemos clasificarlos por tres características específicas que son: tipo órbita, tamaño y aplicación, podrían existir muchas más, pero dentro de esta clasificación podemos englobar a cualquier satélite.

### 1.3 Tipo de órbita

Una órbita es la trayectoria seguida por un satélite, esta trayectoria se realiza dentro de un plano. Por su tipo de órbita se puede dividir en tres aspectos importantes:

- Forma.
- Inclinación.
- Altura.
- Sincronía

Con respecto a su forma se puede decir que ésta puede ser:

- Elíptica (también conocida como excéntrica)
- Circular

Aunque la forma circular es un caso particular de la forma elíptica donde su excentricidad es cero.

Respecto a la inclinación de la órbita, ésta se mide con respecto al plano perpendicular a su eje de rotación, esto quiere decir con respecto al ecuador.

- Si la órbita tiene una inclinación cercana a los  $90^\circ$  se considera una órbita polar.
- Si la órbita tiene una inclinación cercana a los  $0^\circ$  se considera órbita ecuatorial.
- Se le considera órbita inclinada cuando no cae en ninguno de los dos casos anteriores.

Es importante mencionar algunas características de estas órbitas:

- Órbita polar:

Los satélites presentes en una órbita polar giran alrededor de la tierra de tal forma que cubren las regiones norte y sur del planeta. Sin embargo el término polar para este caso, no significa que el satélite gire alrededor de uno u otro de los polos.

- Órbita inclinada:

Para inclinaciones menores a  $90^\circ$ , el satélite gira hacia el este en la misma dirección de rotación de la tierra (órbita no retrograda).

Para inclinaciones mayores a  $90^\circ$ , el satélite gira hacia el oeste en dirección opuesta al movimiento de rotación de la tierra (órbita retrograda).

- Órbita ecuatorial:

Para este caso la trayectoria orbital si se presenta sobre el Ecuador, en esta categoría se encuentra la órbita geoestacionaria.

Por último, respecto a la altura a la que se encuentra el satélite en órbita, dicha altura es medida a partir del nivel medio del mar, esto se debe a que sólo se aplica para aquellos satélites que orbitan alrededor de nuestro planeta.

Esta clasificación contempla las órbitas:

- Baja: Se encuentran a una altura de hasta 1000Km.
- Media: Se encuentran a una altura de entre 1,000Km y 22,000Km.
- Geoestacionaria: Se encuentran a una altura de 36,000Km

### *Satélites de órbita terrestre baja (LEO):*

La altitud de los satélites en esta órbita cae en un rango generalmente de entre 200 y 2,000 km sobre la superficie de la Tierra. Otra característica importantes es su periodo (tiempo que tardan en dar una vuelta a la tierra) aproximado de hora y media. Este tipo de órbita tiene la ventaja de garantizar una cobertura mundial como resultado del movimiento combinado de rotación tanto del satélite como de la tierra. Ésta es la razón por la que se elige este tipo de órbita para satélites de observación.

Una constelación de varios satélites en órbita baja puede garantizar una cobertura mundial de información en tiempo real, solo se debe considerar que su mayor proximidad a la Tierra ocasiona retardos de propagación inferiores, estaríamos hablando de entre 20 y 25 ms.

### *Satélites de órbita terrestre media (MEO):*

Esta órbita es también conocida como órbita circular intermedia (ICO), tiene un periodo de seis horas. Se estima que con una constelación de 10 a 15 satélites se garantiza la cobertura mundial continua, en comunicaciones de tiempo real, se estima un tiempo de retardo de propagación aproximado de 110 a 130 ms, ida y vuelta.

Los satélites de órbita media casi siempre son utilizados en sistemas de posicionamiento global.

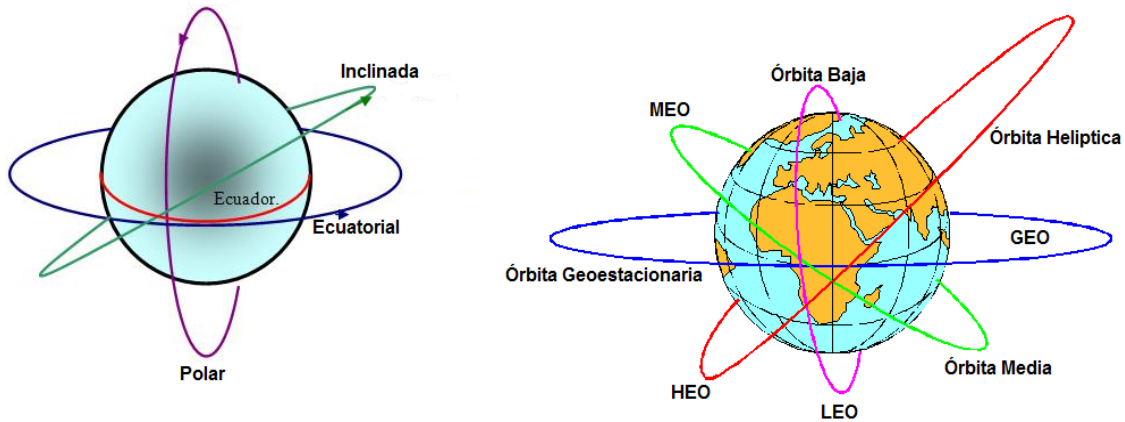
### *Satélites de órbita geoestacionaria (GEO):*

Esta órbita es sin duda la más conocida de todas, los satélites orbitan alrededor de la tierra en el plano ecuatorial en sentido de la rotación de la tierra a una altitud de 35,786 km. Quizá la característica más importante de esta órbita es que su periodo es igual al periodo de rotación de la tierra, esto asegura una operación continua en tiempo real para el área de visión del satélite. Aunque por otro lado, el retardo en la trasmisión de las señales es muy alto, y no menor a los 240 ms entre estaciones terrestres. En un servicio como telefonía, este retardo genera señales de eco no deseadas lo cual obliga la instalación de supresores de eco.

Por último según su sincronía la órbita puede clasificarse como:

- ***Órbita semisíncrona.*** Es aquella que tiene un periodo orbital de doce horas y una altitud aproximada de 20.100 km.
- ***Órbita geosíncrona.*** Es una órbita en la que el satélite tiene un periodo igual al periodo de rotación de la Tierra (23h, 56m, 4s).
- ***Órbita heliosíncrona.*** Altitud aproximada de 900 km., con una inclinación cercana a los 90°. Un satélite puesto allí pasa sobre una determinada latitud terrestre a un mismo tiempo solar local. Esto quiere decir que la superficie terrestre barrida por el satélite se encuentra siempre bajo la misma iluminación solar, manteniéndose constantes las posiciones relativas del satélite y del Sol. Este tipo de órbita es muy utilizada por satélites meteorológicos ya que permite comparar imágenes registradas a lo largo de un periodo de tiempo con idénticas condiciones de luz.

La figura 1 muestra la clasificación de los satélites de acuerdo a su órbita



*Figura 1 Tipos de órbitas (Fuente: Kulu, 2016).*

Es importante mencionar un término que está asociado a la altura de una órbita y es, la cobertura se vincula con la altura a la que se encuentra el satélite porque mientras más alta sea la órbita en la que se encuentra el satélite mayor es la huella que este podrá cubrir en tierra. Sin embargo dicha huella también puede ser modificada con arreglos de antenas que permitan concentrar en un área específica la potencia proveniente del satélite, esto es muy utilizado en los satélites geoestacionarias que debido a la altura a la que se encuentran su huella cubre zonas que no son de interés para el proveedor del servicio satelital.

#### **1.4 Por su tamaño**

Anteriormente el diseño de los satélites era fabricarlos cada vez más grandes y costosos, generalmente toma muchos años desde el concepto a la puesta en órbita del satélite, y este proceso ha limitado el acceso a un número reducido de naciones o agencias internacionales. Además, las nuevas ideas, tecnologías y experimentos científicos tienen dificultades para obtener acceso oportuno al espacio.

Gracias a los avances en el consumo de menor energía, electrónica miniaturizada, y las elevadas presiones financieras, se ha puesto atención en la fabricación de satélites pequeños para complementar grandes sistemas satelitales con diferentes aplicaciones. En consecuencia, numerosas constelaciones de satélites han sido propuestas para proveer de servicios globales.

Considerando el parámetro de tamaño, un satélite se puede clasificar de acuerdo a la Tabla 1 Tomada del Informe ITU -R SA.2312 - 0; Características, definiciones y requerimientos de espectro de pico satélites y nano satélites, así como de sistemas compuestos de tales satélites.

**Tabla 1 Clasificación de los Satélites Pequeños (Fuente: Informe ITU -R SA.2312 - 0.)**

Denominación	Masa (Kg)	Máximas Dimensiones (m)	Tiempo aproximado de desarrollo (años)	Órbita	Duración aproximada de la misión (años)	Costo Aproximado (USD)
Mini satélite	100 - 500	3 - 10	3 - 10	GEO MEO LEO HEO	5 - 10	30 - 200 M
Micro satélite	10 - 100	1 - 5	1 - 5	LEO	2-6, 1-3	10 - 150 M
Nano satélite	1 - 10	0.1 - 1	1 - 3		< 1	100 K - 10 M
Pico satélite	0.1 - 1	0.05 - 0.1				50 K - 2 M
Femto satélite	< 0.1	0.01 - 0.1	1			< 50 K

### 1.5 Por su aplicación

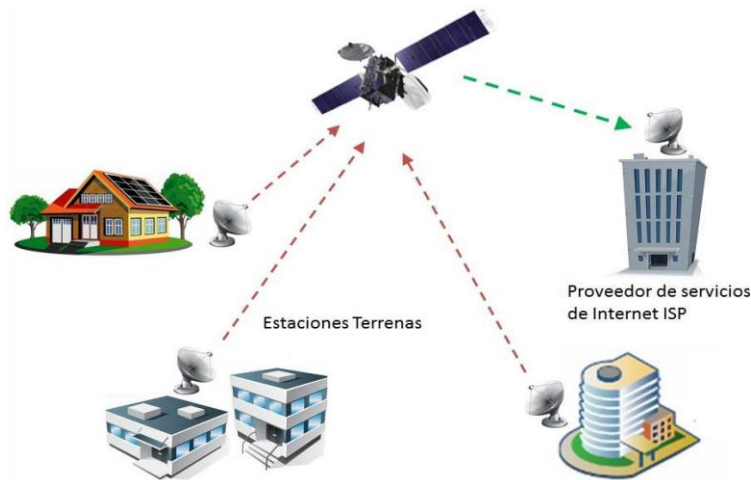
La clasificación de los satélites por su aplicación se divide en un total de 12 categorías de servicios, con algunas subcategorías, designadas por la ITU. De las categorías designadas solo 5 son de mayor interés para uso comercial (Chartrand MR,2004):

- Servicio fijo por satélite (Fixed Satellite Service, FSS):

Este servicio bien podría ser denominado como el pionero y más usado de todos los servicios por satélite. Es utilizado para la comunicación entre el satélite y la estación terrena que están fijos o en un área específica. Es muy importante aclarar que el término “Fijo”, antes usado, no se refiere a que la estación terrena no se pueda mover, sólo significa que no hay movimiento cuando está en uso. Algunos ejemplos de este servicio son: los enlaces punto a punto, redes corporativas, redes de terminales de abertura pequeña (VSAT) y redes de distribución de datos.

Un dato en particular respecto a la asignación de frecuencias en FSS es que se especifica la dirección de viaje de la señal, asignando una banda de frecuencias para los enlaces de subida, y otra banda de frecuencias complementario para enlaces de bajada. Los enlaces de subida y bajada son diferentes para evitar interferencias, pero generalmente tienen el mismo ancho de banda y se puede transmitir la misma cantidad de información.



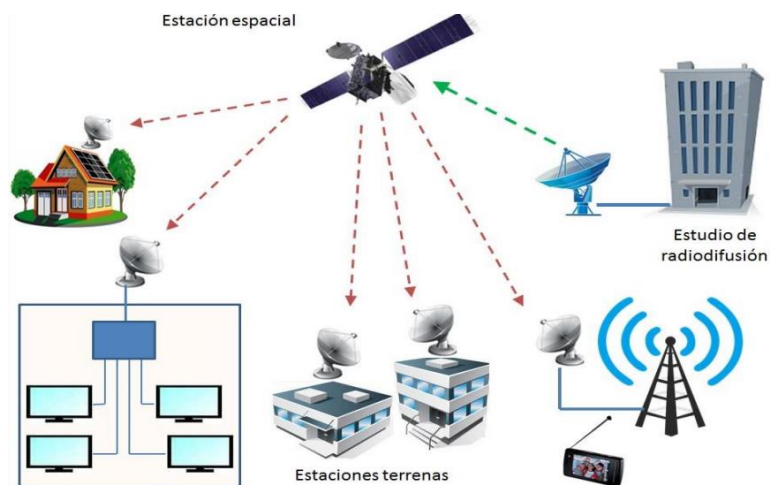


**Figura 2 Servicio Fijo por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016).**

- Servicio de Broadcast por satélite (Broadcast Satellite Service, BSS):

Este servicio consta a su vez de tres servicios diseñados para proveer entretenimiento de audio y video:

- BSS-TV: es el servicio para distribución de televisión convencional directamente desde el satélite a las antenas en los hogares de los usuarios finales.
- BSS-HDTV: este servicio especifica radios de interferencia, potencias mínimas para envío a los usuarios, entre otras características. Durante los 90, BSS-TV se convirtió en el sector que más ganancias aportaba a la industria satelital. BSS-TV tiene frecuencias asignadas solamente en la banda Ku.
- BBSSound: es el servicio de televisión de alta definición, además es un servicio que está diseñado para proveer señales de audio de alta calidad para usuarios fijos y móviles.



**Figura 3 Servicio de Broadcast por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016).**

- Servicio móvil por satélite (Mobile Satellite Service, MSS):

Este servicio está destinado principalmente para realizar llamadas telefónicas, fax y datos de baja velocidad; por lo cual el video y datos de alta velocidad no están contenidos dentro de este servicio.

Los servicios móviles satelitales prestados a los usuarios se subdividen en tres categorías:

1. MMSS (Servicios Satelitales Móviles Marítimos): este servicio inicio con el nacimiento de Inmarsat para proveer de telefonía, datos de baja velocidad, telex y fax a las embarcaciones en el océano, permitiendo una llamada por embarcación a la vez.

2. AMSS (Aeronautical Mobile Satellite Service): este servicio está dividido en partes: La Aeronautical Mobile-Satellite Route Service (para aeronaves que viajan a lo largo de rutas civiles nacionales e internacionales), y la Aeronautical Mobile-Satellite Off Route Service (para aeronaves que no tienen establecidas rutas civiles nacionales o internacionales).

Actualmente los servicios móviles también incluyen sistemas Little LEO de datos, como lo es OrbComm, y sistemas Big LEO de telefonía y datos tales como Iridium y Globalstar. Los sistemas de servicio móvil por satélite operan a frecuencias menores que otros sistemas satelitales, esto debido a que el usuario puede estar en cualquier parte, bajo cualquier condición climática y las bajas frecuencias son menos susceptibles a problemas atmosféricos. Los sistemas Little LEO usan bandas VHF y UHF, mientras que los sistemas Big LEO usan las bandas L y S.

3. LMSS (Land Mobile Satellite Service).

- Servicio de Radiodeterminación Satelital (Radiodetermination Satellite Service, RDSS):

Este sistema fue diseñado para ayudar a los usuarios a determinar y reportar su ubicación. En algunos casos, la unidad móvil terrestre usa servicios convencionales de radionavegación, como LORAN, para determinar su posición. Desde su inauguración, otros dos sistemas de navegación se han puesto en operación, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y el GLONASS de Rusia. Al principio ambos sistemas estaban destinados a usos militares, pero actualmente están disponibles para usos civiles y se han vuelto muy populares por su precisión y su fácil manejo.

- Sistema de Radionavegación Satelital (Radionavigation Satellite Service, RNSS):

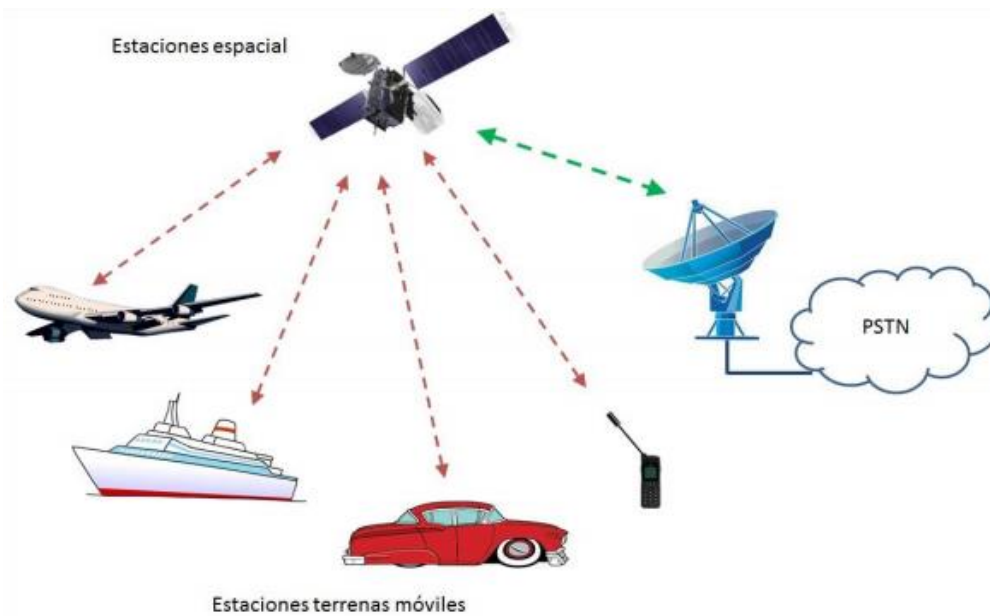
Este sistema fue diseñado únicamente para navegación, en contraste con la radiolocalización y reporte de posición. Este sistema es poco usado en la actualidad.

- Servicio Inter-Satélite (Inter-Satellite Service, ISS):

Este servicio define la comunicación entre satélites, y por tanto no es un servicio para usuarios finales, pero es una forma en que los operadores controlan el tráfico.

Las seis categorías restantes para la clasificación de satélites por su aplicación son:

- 1) Servicio de Radioaficionado (Amateur Satellite Service, ASS).
- 2) Servicio Satelital de Exploración de la Tierra (Earth Exploration Satellite Service, EESS).
- 3) Servicio Satelital Meteorológico (Meteorological Satellite Service; MSS).
- 4) Servicio de Operación Espacial (Space Operation Service, SOS).
- 5) Servicio de Investigación Espacial (Space Research Service, SRS).
- 6) Servicio Satelital de Estándar de Frecuencia y Señal de Tiempo (Standard Frequency and Time Signal Satellite Service, SFTSSS).



**Figura 4 Servicio Móvil por Satélite (Fuente: Centeno Ramírez, 2016).**

## CAPÍTULO 2

# VIABILIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE LA ÓRBITA BAJA PARA EXPLOTACIÓN ESPACIAL.

### **2.1 Ventajas de la órbita baja en comparación con la órbita geoestacionaria**

Los satélites posicionados en órbita baja (LEO) poseen propiedades positivas que han causado que los reflectores internacionales presten atención hacia ellos.

Como ya se mencionó esta órbita posee un sin número de propiedades positivas, la primera es, puesto que los tiempos de retardo son menores en comparación con otra órbita, permiten prestar servicios interactivos.

Por otra parte, las señales recorren distancias más cortas, con el fin de alcanzar un mayor nivel de potencia en el receptor, en consecuencia esto les permite a las terminales incorporar antenas de menor tamaño y ser más ligeras. En concreto, se emplean antenas denominadas USAT (Ultra Small Aperture Terminals).

**Sin embargo, el uso de satélites en órbita baja no se halla exento de complicaciones, como las siguientes:**

1. El periodo orbital es tan corto que el satélite es accesible a una estación terrestre sólo durante un intervalo reducido de tiempo.

Solución:

Con el propósito de proveer servicios de forma continua, es necesario utilizar constelaciones de satélites, de manera que en el momento que un satélite pierde visibilidad con el segmento terrestre sea posible conmutar a otro satélite que lo reemplace, esta operación es denominada “traspaso entre satélites”.

2. Mientras más baja sea la altura del satélite sobre la superficie de la Tierra, menor será su huella satelital.

Solución:

La huella satelital en este caso podría ampliarse, considerando un mayor número de satélites para proporcionar cobertura a una misma área geográfica, es decir hablamos nuevamente de una constelación satelital.

3. Las fluctuaciones en el retardo experimentado por las señales durante el movimiento del satélite y la operación de traspaso, provocan que el envío de flujos se degrade.

Solución:

Este problema, se resuelve de forma sencilla, pues sólo es necesario incorporar buffers en los receptores, esto con la finalidad de amortiguar las variaciones del retardo.

4. La altura a la que se encuentran los satélites en esta órbita es muy cercana a las capas exteriores de la atmósfera terrestre, esto les provoca un rápido decaimiento orbital.

Solución:

Este no es necesariamente un problema, todo depende de la duración de la misión es decir si esto ocurre una vez que la misión a concluido lo normal sería dejar que el satélite desorbite y proceda a desintegrarse pero en caso de que la misión no haya concluido, bastan con que el o los satélites sean reposicionados para devolverlos a la altura orbital correcta.

Los satélites geoestacionarios requieren de altas potencias de transmisión para su correcto funcionamiento, lo que implica antenas costosas y adicionar el uso de amplificadores de bajo ruido (LNA por sus siglas en inglés). Esto se debe a que la densidad de potencia de una onda electromagnética disminuye con el cuadrado de la distancia recorrida.

Los lanzamientos de los satélites geoestacionarios tienen costos muy elevados de alrededor de 300 millones de dólares y se pueden realizar de diferentes formas. La primera forma, que es la más costosa, consiste en colocar al satélite con un cohete en la órbita geoestacionaria, este método se aplica generalmente para satélites militares o de diseño muy sofisticado, pero no para aquellos de aplicaciones comerciales que generalmente son mayoría. Otra forma es empleando un cohete que ubica al satélite en una órbita baja. Luego, desde allí, el satélite es lanzado mediante una catapulta al espacio exterior. Éste, una vez instalado en el espacio mediante un motor propio, se ubica en una órbita auxiliar de transferencia, denominada Órbita de Hoffman, hasta que alcanza la posición definitiva.

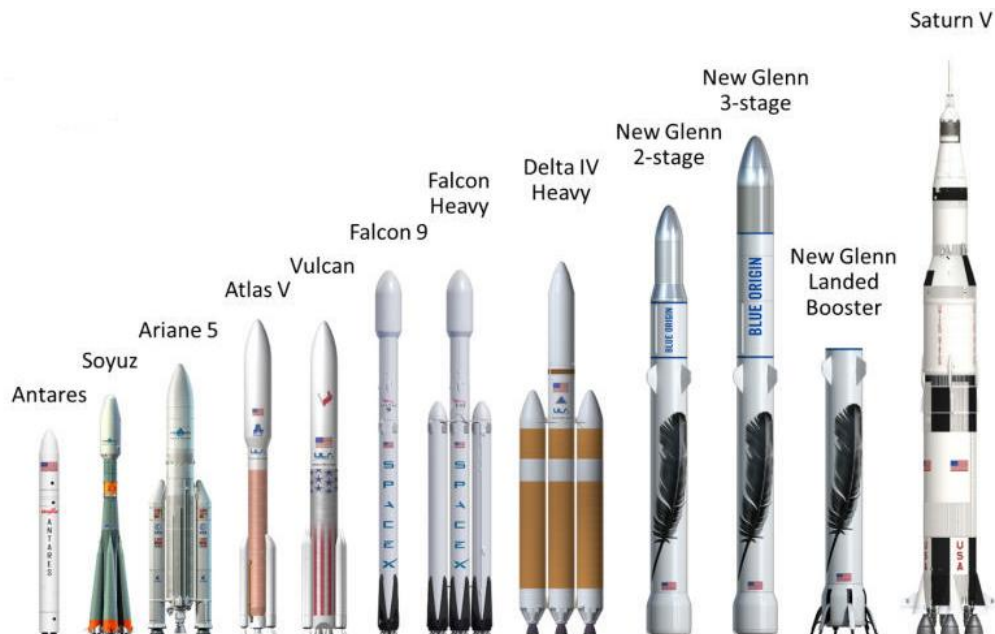
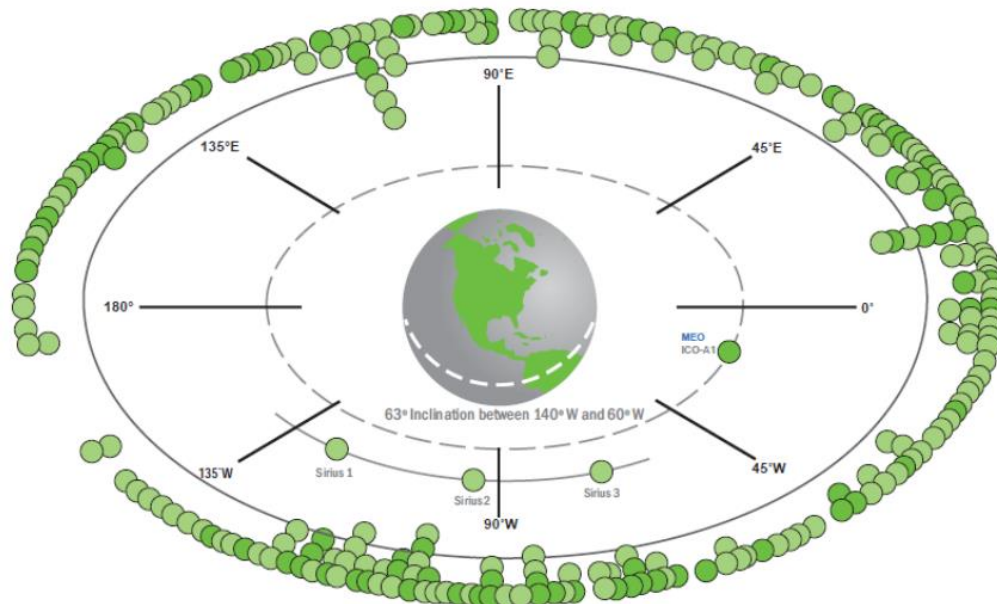


Figura 5 Cohetes lanzadores (Fuente: Trend Hunter, 2017).

La cantidad de satélites que pueden operar en la órbita geoestacionaria está limitada por las interferencias que los mismos pueden recibir de los satélites ubicados a ambos lados. Por este motivo, se ha establecido una separación mínima que depende de la frecuencia de operación del satélite. Los primeros satélites debían tener una separación del orden de  $3^\circ$ ; sin embargo, ya que actualmente operan en frecuencias más altas, este valor se ha reducido a  $2^\circ$ . Esta situación ha hecho posible que en la órbita geoestacionaria se pueda colocar un mayor número de satélites, lo cual no es necesariamente bueno porque esto genera desecho espacial, este punto lo abordaremos a detalle en el siguiente apartado.



**Figura 6 Congestión de la órbita Geoestacionaria (Fuente: Espino Novales, 2012).**

A manera de resumen, se muestra la tabla 2, ésta contiene una comparación de las ventajas y desventajas de cada una de las órbitas.

**Tabla 2 Comparación de Órbitas LEO y GEO (Fuente: Autor).**

Órbita	Ventajas	Desventajas
<b>Baja</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor tiempo de fabricación.</li> <li>2. Menor costo de fabricación, lanzamiento y operación.</li> <li>3. Cobertura global (Implementando una constelación).</li> <li>4. Menor pérdida en las señales de comunicación.</li> <li>5. Terminales pequeñas y de menor costo.</li> <li>6. Retardos en las señales mínimos (&lt; 10 ms).</li> <li>7. Uso eficiente del espectro.</li> <li>8. No requiere redundancia de satélite (constelaciones).</li> <li>9. Permite determinación de posición como valor añadido.</li> <li>10. No generan desecho espacial</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Señal variable (multitrayecto).</li> <li>2. Desviación Doppler.</li> <li>3. Visibilidad breve y elevación variable.</li> <li>4. Tecnología poco establecida.</li> <li>5. Reemplazo de satélites.</li> </ol>
<b>Geoestacionaria</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnología desarrollada.</li> <li>2. Estabilidad de señal.</li> <li>3. Desviación Doppler mínima.</li> <li>4. Interferencias predecibles.</li> <li>5. Amplia huella Satelital.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pérdidas de enlace.</li> <li>2. Retardo considerable.</li> <li>3. Alto costo de fabricación, operación y lanzamiento.</li> <li>4. Bajo ángulo de elevación.</li> <li>5. Genera desecho espacial.</li> <li>6. Poco aprovechamiento del espectro radioeléctrico.</li> <li>7. Poca fiabilidad en servicios móviles.</li> <li>8. Requieren mayores potencias de Tx y Rx en ET.</li> <li>9. Requieren mayores maniobras para posicionamiento en órbita y puesta en servicio definitiva.</li> </ol>

## 2.2 Desecho espacial

Los avances en materia espacial y sus beneficios han llevado al incesante incremento de operaciones, haciendo uso de una cantidad importante de objetos espaciales que durante un lapso de tiempo terminan siendo improductivos.

Los objetos improductivos son comúnmente denominados desechos espaciales, entendidos como objetos no funcionales que se encuentran orbitando en el espacio ultraterrestre. Su diversidad es grande, pues se pueden encontrar desde desechos que son totalmente un satélite, que llegó al fin de su vida útil, o pedazos de éstos que se desprendieron y/o dañaron. Razón por la que se han clasificado por su tamaño. De manera que, se consideraran desechos grandes aquellos cuyo tamaño excede de 10 cm, estos objetos pueden ser rastreados y mantienen los elementos en su órbita. A su vez, son desechos pequeños los objetos que miden menos de 10 cm, por ejemplo tornillos, siendo grandes creadores de riesgo por los daños que pueden causar.<sup>1</sup>

A los desechos espaciales también se les han denominado “basura”, que jurídicamente son las llamadas “res derelictae”<sup>2</sup>, entendiéndolas como bienes que han pertenecido a alguien y que han sido abandonados voluntariamente por quien solía ser su propietario.

La Oficina de Asuntos Legales del Espacio Ultraterrestre, ha desarrollado una definición, bastante completa de desecho espacial:

*“Un desecho espacial es cualquier cosa que el hombre ha puesto en órbita alrededor de la Tierra, que ya no cumple ninguna función y no ha sido retirada de órbita ni quemada en la atmósfera o devuelta a la Tierra. Esto comprende a los satélites que ya no funcionan, las secciones de cohete desechadas, los fragmentos de satélite que han explotado, guantes de astronautas y otros objetos dejados caer por los exploradores del espacio. Los más numerosos de todos son partículas diminutas como laminillas de pintura, gotitas de potasio y sodio líquido.”*<sup>3</sup>

Esta definición no está del todo completa porque además existen partículas altamente energéticas, también micro meteoritos que pueden golpear algún satélite en órbita y originar daños importantes ya que las colisiones se efectúan a grandes velocidades, del orden de kilómetros por segundo.

Entonces, en este sentido, es posible decir que la basura espacial tiene cuatro fuentes de formación:

---

<sup>1</sup> Informe técnico sobre Desechos Espaciales de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión para la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. Naciones Unidas, Nueva York, 1999. 5 p.

<sup>2</sup> Objeto de *derelictio* o abandono.

<sup>3</sup> Soluciones espaciales a los problemas del mundo (en línea) Viena, Austria: Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (OOSA), 2006. (Consultado el 12 de abril de 2017 ) Disponible en internet: <http://www.uncosa.unvienna.org/pdf/reports/IAM2006S.pdf>



1. Explosión de cohetes o satélites como consecuencia de fallas técnicas.
2. Colisión entre objetos espaciales.
3. Satélites obsoletos que ya no son utilizados.
4. Elementos tales como herramientas o tornillos que accidentalmente se hayan desprendido.

Ahora bien, la existencia de estos desechos crea un problema que se puede agrupar en dos ámbitos:

**Primero**, en la ineficiente utilización del espacio ultraterrestre que es consecuencia de la sobresaturación que genera la cantidad de objetos orbitando.

**Segundo**, en los daños que genera a los otros objetos espaciales y/o a los sistemas satelitales, o a los astronautas; ya que, entre otras cosas, éstos pueden alcanzar velocidades extremadamente altas generando colisiones.

Esta problemática es reconocida en el COPUOS (*Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*) por distintas naciones, quienes han discutido sobre el tratamiento de la basura espacial y su posible regulación.

La Estación Espacial Internacional (ISS por sus siglas en inglés), de acuerdo a su análisis en el sitio N2Y0 (2016) reporta la existencia de 17,849 objetos artificiales orbitando en el espacio exterior; contabilizados desde el año 1957 a la fecha y contando, entre estos objetos se encuentran: satélites operativos, satélites inactivos, cuerpos de cohetes y elementos residuales desprendidos de algún transbordador u otro vehículo espacial.

Aunque el panorama de la regulación al desecho espacial aun no es claro es importante destacar que al utilizar la órbita baja como alternativa a la geoestacionaria, se puede ayudar a reducir este problema ya que los satélites no solo reingresan a tierra si no que existen alternativas de lanzamiento para ponerlos en órbita. La figura 7 muestra cual es la situación que se enfrenta y porque se debe atender la problemática del desecho espacial.



*Figura 7 Problemática del Desecho Espacial (Fuente: MSMUN 2017).*

### 2.3 La órbita baja como un recurso limitado

La órbita baja ha sido reconocida internacionalmente como un recurso natural, lo que deriva en efectos jurídicos y políticos significativos.

Si bien es difícil definir con precisión qué son los recursos naturales, usualmente se entiende que son aquellos materiales o sustancias provistos por la naturaleza, que pueden ser utilizados para obtener provecho económico o satisfacer las necesidades de las comunidades humanas. Se designa así a los elementos que son extraídos de la naturaleza para su directa utilización en estado bruto o tras ser sometidos a un proceso de elaboración; siendo “imposible separar la connotación de uso de la de recurso natural, ya que al hablar de estos últimos se piensa en su empleo dentro de un proceso de producción” (UNESCO, 1989, p.79).

Aunque años atrás intentó descreditar la denominación de la órbita como recurso natural aduciendo la intervención de fuerzas artificiales, hoy en día es claro que la gravedad terrestre es el elemento del cual depende esencialmente el fenómeno de la órbita.

Es posible afirmar que:

- La órbita baja constituye un hecho físico vinculado a la realidad de nuestro planeta.
- Tanto la órbita como las frecuencias radioeléctricas son recursos naturales plenamente reconocidos por la UIT. Este punto desarrollara más profundamente, al introducirnos en los aspectos jurídicos de esta tesis.

Es necesario aclarar que cualquier tipo de órbita es además un recurso natural limitado. “Esto debe entenderse en su sentido físico-espacial, pues la órbita pertenece por naturaleza a aquellos recursos que no se extinguen por más uso que se haga de ellos” (Marchán, 1990, p.814). Es un recurso limitado pero no agotable, ni mucho menos degradable, por inadecuada que sea su utilización. Este recurso tiene una finita disponibilidad de posiciones orbitales para su uso eficiente.

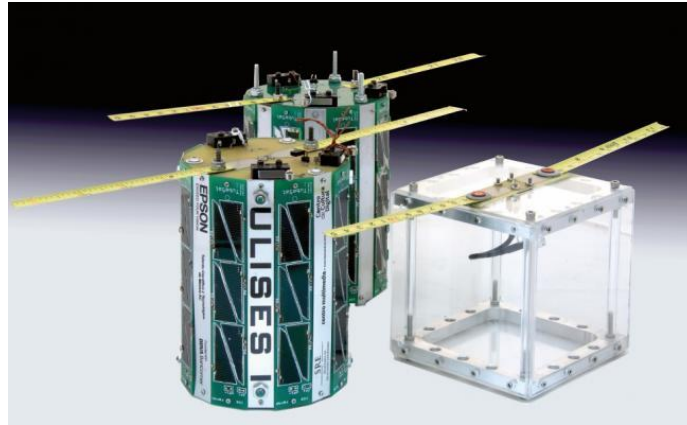
### 2.4 Nano satélites

Los nano satélites, son satélites cuyo peso se encuentra entre 1 kg y 10 kg, como se observó previamente en la tabla 1.1. En la actualidad, se han desarrollado satélites estandarizados que pertenecen a esta categoría y a los que se les denomina como CubeSat. Estos presentan una estructura geométrica de cubo con medidas de 10 cm. x 10 cm. x 10 cm. Ver figura 8.

Nomenclatura <i>CubeSat</i>	Medidas (cm)
1U (estándar)	10 x 10 x 10
2U	10 x 10 x 20
3U	10 x 10 x 30

**Figura 8 Unidades para CubeSat (Fuente: Autor).**

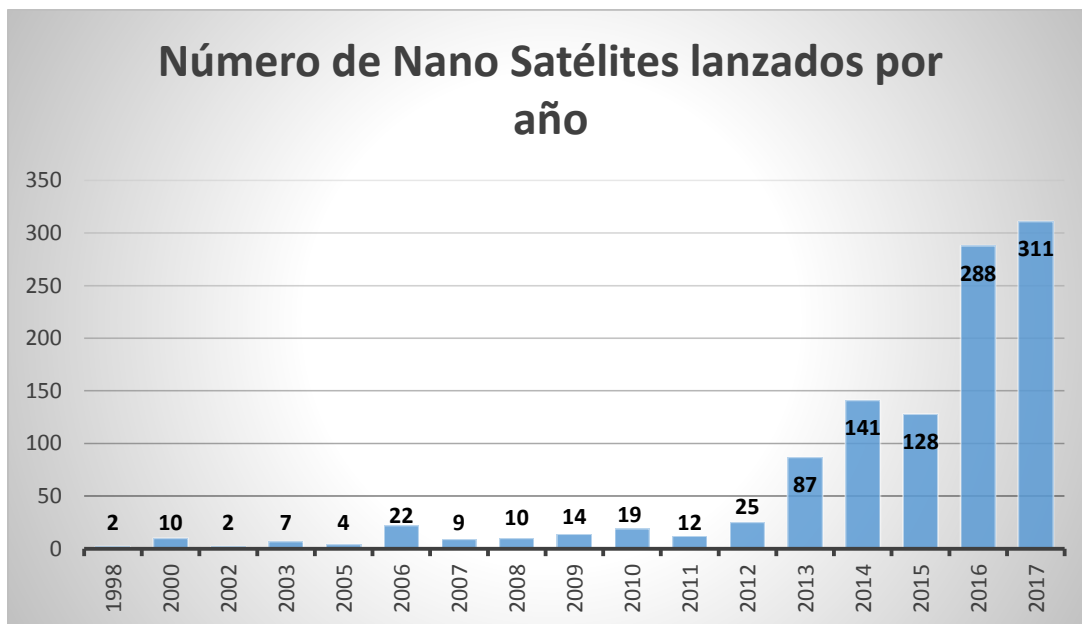
En el volumen disponible en el interior de esta estructura, se acomodan los distintos componentes electrónicos y mecánicos que constituyen al satélite y lo hacen funcional. Actualmente, se han definido dimensiones mayores en el volumen de esta estructura para expandir la capacidad del satélite, un ejemplo de CubeSat se muestra en la figura 9.



**Figura 9 Nano satélite Ulises I desarrollado por la UAT-UNAM (fuente: tecreview.itesm.mx)**

Este tipo de satélites se utilizan para demostraciones tecnológicas y se desarrollan principalmente para capacitar estudiantes en ingeniería espacial, aunque actualmente se ha visto la posibilidad de utilizarlos con fines comerciales y en la actualidad también se desarrollan por gobiernos y empresas (Shiroma, 2011).

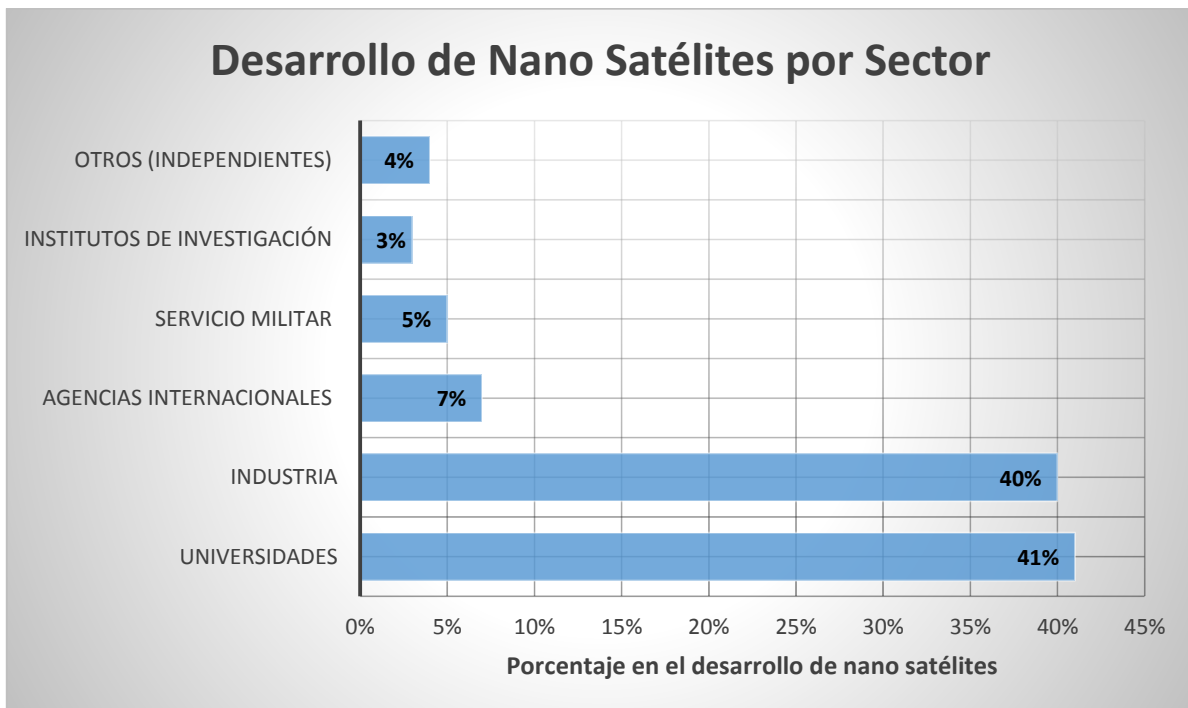
De acuerdo a la información proporcionada por Kulu (2016) actualmente existen 1,591 nano satélites enviados al espacio, donde se especifica que de éstos, 479 son CubeSats. En la figura 10 se observa la evolución en el desarrollo de nano satélites a la fecha.



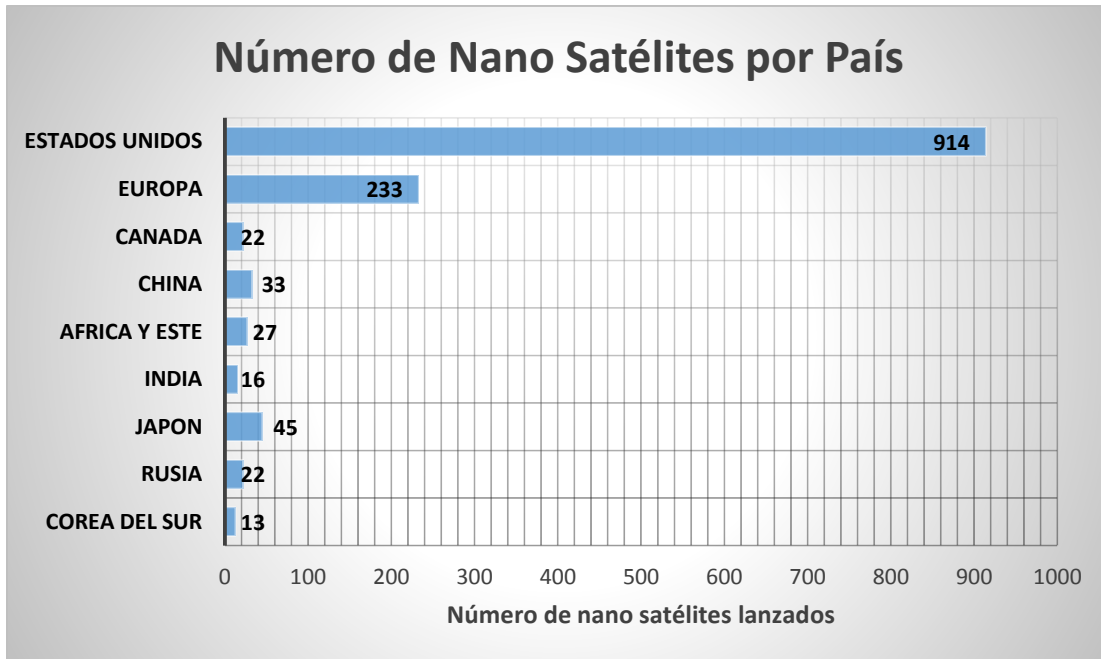
**Figura 10 Evolución del desarrollo en Nano Satélites (Fuente: Autor).**

Actualmente las Universidades desarrollan un gran número de proyectos satelitales con fines de investigación, este tipo de proyectos era casi imposible desarrollar en cualquier Universidad que no contara con los recursos financieros suficientes. Con el desarrollo de estos nuevos estándares de construcción satelital como la norma CubeSat ha sido posible que prácticamente cualquier Universidad pueda desarrollar sus propios satélites, puesto que se ha reducido en gran medida el costo de fabricación y el tiempo de construcción.

Asimismo, en la revisión de la información se encuentra que el dominio en el desarrollo de nano satélites lo posee la academia, la industria y los países que tienen mayor acceso a esta clase de satélite que son: Estados Unidos y Europa, tal como se muestra en las figuras 11 y 12.

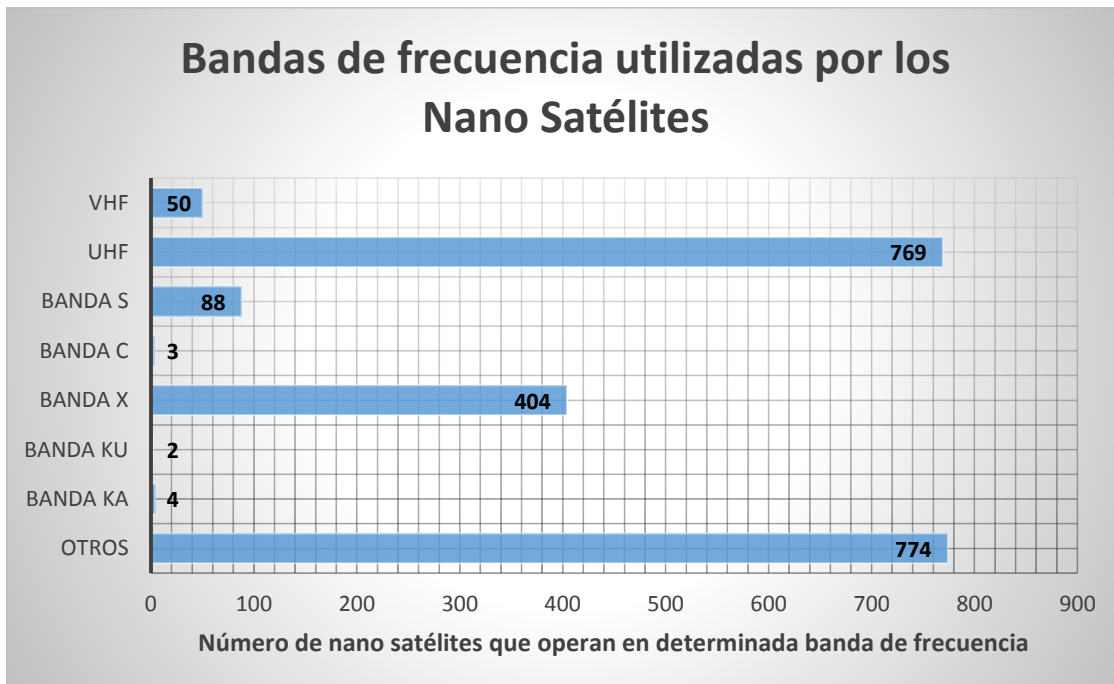


**Figura 11 Evolución en el desarrollo de Nano Satélites por Sector (Fuente: Autor).**



*Figura 12 Desarrollo de Nano Satélites por País (Fuente: Autor).*

En la investigación reportada por Kulu (2016) se encuentra que las bandas más utilizadas para comunicar a los nano satélites, son la banda X y la banda UHF como se muestra en la tabla 13.



*Figura 13 Bandas de frecuencia más utilizadas por nano satélites (Fuente: Autor).*

## CAPÍTULO 3

### CONSTELACIONES DE SATÉLITES EN ÓRBITA BAJA.

#### 3.1 Constelación IRIDIUM

Iridium es una constelación compuesta por 66 satélites que prestan servicio móvil de comunicaciones que brinda conectividad para celulares en todo el mundo (Aguirre MR, 2013). La señal emitida por un teléfono que pertenece a la red de Iridium es visible para cualquier satélite de la constelación, cada uno de los cuales contiene una tecnología de enrutamiento que dirige la señal de un satélite a otro que se encuentre cercano.

La señal enviada puede ser bajada por un puerto regional, que provee conectividad sobre la red satelital, o puede ser recibida directamente por un teléfono Iridium. La modalidad satélite a satélite de Iridium permite una amplia flexibilidad en la ubicación y el número de puertos de enlace regionales, que conectan la red directamente con el sistema de telefonía público. Cada satélite puede dirigir hasta 3,340 circuitos de voz. Todas las señales que van desde el teléfono transmisor al satélite receptor, y del satélite transmisor al teléfono receptor, son transmitidas en banda L. Terminales dirigibles de banda Ka colocadas en los satélites son las que se usan para la comunicación entre satélites y hacia y desde los puertos regionales.

Cada satélite tiene una masa de 680 kg, estos satélites fueron lanzados en 1997 y 1998 con un tiempo de vida original de 5 a 8 años, pero se encontraron operando adecuadamente hasta 2009. La constelación proporcionó servicio hasta 2014 con la renovada nueva flota, Iridium NEXT, desarrollada por Thales Alenia Space. Esta constelación cuenta con (Iridium corporation, 2017):

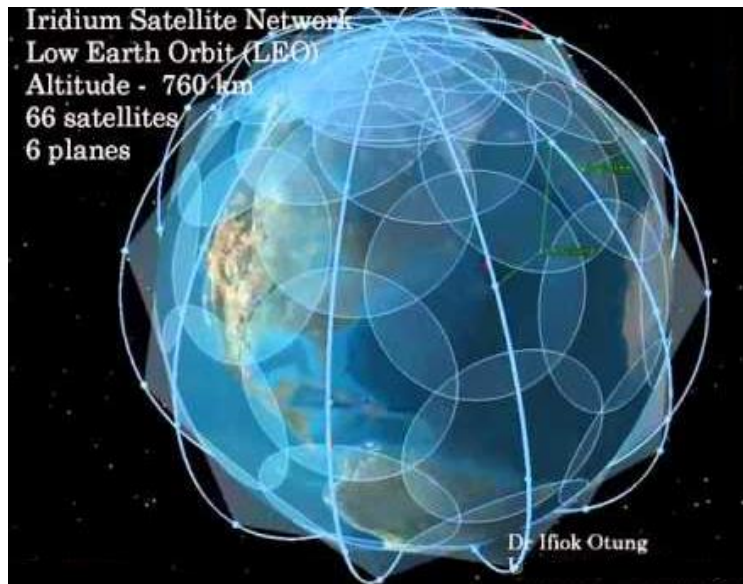
- 81 satélites de comunicaciones avanzadas,
- 66 satélites en órbita baja (LEO),
- 6 satélites de reserva en órbita y 9 en Tierra.

Esta constelación se encuentra distribuida en seis planos orbitales. La constelación base consta de 66 satélites y 12 adicionales de repuesto en órbita. Los satélites Iridium se encuentran en órbitas LEO circulares a una altitud de 780 km y con una inclinación de  $86.4^\circ$ .

La altitud fue seleccionada para optimizar los enlaces de comunicación entre satélites y teléfonos celulares. La inclinación fue seleccionada para proporcionar máxima estabilidad orbital mientras se mantiene una adecuada separación entre satélites sobre los polos, impidiendo la colisión entre ellos. El periodo orbital es de 100 minutos con 28 segundos. El principal requisito para el diseño de la órbita fue la necesidad de cobertura total de la Tierra. Cada satélite cuenta con un conjunto de antenas que proveen de 48 haces en banda L que se superponen para crear una huella con un tamaño aproximado de 4,400 km de diámetro.

Los parámetros orbitales son propagados a bordo de los satélites y cargados una vez por semana. La posición de satélites vecinos se comunica a todos los satélites como una guía para

los enlaces dirigibles de las antenas. Siete propulsores de hidracina fueron usados para la posición inicial después de la separación del lanzador, para la captura en tierra, la puesta en giro, ascenso y descenso.



*Figura 14 Constelación Iridium (Fuente: Dr. Ifiok Otung, 2017).*

### **3.2 Constelación ORBCOMM**

Orbcomm es una constelación de micro satélites de comunicación que OSC (Orbital Sciences Corporation) se encargó de diseñar y construir aunque estos son operados por Orbcomm (Orbital Communications Corporation). El objetivo de estos satélites es proveer de manera mundial el almacenamiento y envío de mensajes entre dos usuarios en el segmento terrestre (Kramer HJ, 2002).

La capacidad del servicio de mensajería incluye un rango de aplicaciones, como: rastreo, servicios de búsqueda, interconexión de e-mail, recopilación remota de datos, determinación de la ubicación y alarmas de alerta. La configuración de implementación inicial consistía en dos satélites, Orbcomm FM1 y FM2, que fueron lanzados el 3 de abril de 1995. La órbita de estos satélites es polar circular, una altitud de 785 km, una inclinación de 70°, y un periodo de 100 minutos. Orbcomm está autorizado a operar hasta 36 satélites. En el segmento espacial tiene un total de hasta 35 satélites en cuatro diferentes planos orbitales inclinados (ocho satélites por plano, y tres de repuesto) proporcionando cobertura global. Actualmente la empresa Orbcomm se encuentra desarrollando la constelación satelital OG2 (Orbcomm segunda generación), compuesta de 18 satélites para comunicación M2M, con ayuda de la Corporación Sierra Nevada. Estos satélites serán puestos en órbita mediante múltiples vehículos lanzadores de la empresa Space X.

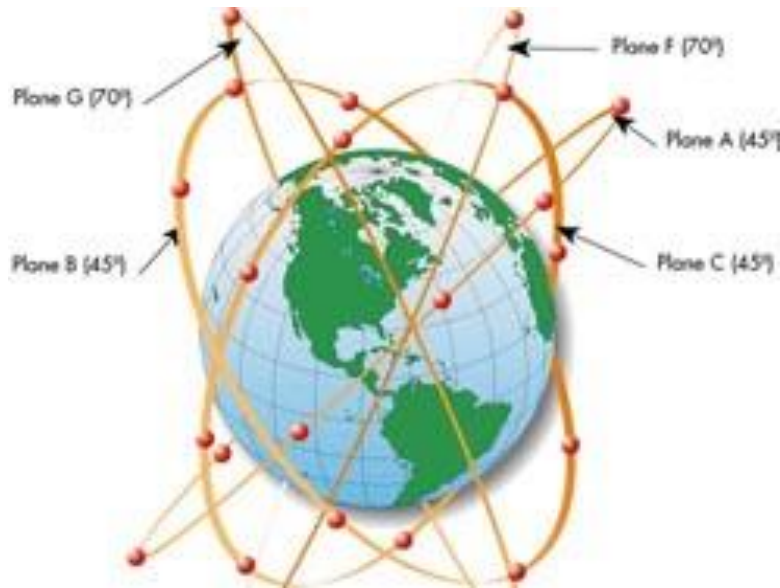


Figura 15 Constelación Orbcomm (Fuente: Globalcom, 2017).

### 3.3 Constelación GLOBALSTAR

Esta constelación se presentó por primera vez en 1991 ante la FCC (Federal Communications Commission), estadounidense, siendo su promotora la firma Loral/Qualcomm Satellite Services. El sistema emplea una red con acceso múltiple por división de código (CDMA), cuyo diseño persigue su integración en las redes públicas terrestres. Esta red está constituida por 48 satélites distribuidos en ocho planos, a razón de seis satélites por cada plano, sus órbitas son circulares y tienen una inclinación de  $52^\circ$  respecto al ecuador, su altitud es aproximadamente de 1400 km, que corresponde a un periodo orbital de unas dos horas, operan en las bandas S (acceso móvil) y C (enlaces con estaciones terrenas fijas) (Marcambo, 1998).

La zona de cobertura del sistema es comprendida entre  $+70^\circ$  y  $-70^\circ$  de latitud, cuenta con una serie de haces meridianos adyacentes entre si y otros paralelos en las latitudes extremas, donde se requiere reducir la densidad de flujo de potencia con el propósito de no inferir a los radioenlaces terrestres, el sistema cuenta con cincuenta estaciones terrenas.

El segmento terrestre se distribuye de tal forma que se obtenga el máximo provecho del sistema. Se emplea control y gestión distribuidos del sistema, existiendo un centro coordinador de toda la red que administra los recursos de capacidad atribuidos a largo plazo a las estaciones terrenas del sistema. La reutilización de frecuencia del sistema es superior a 220 veces.

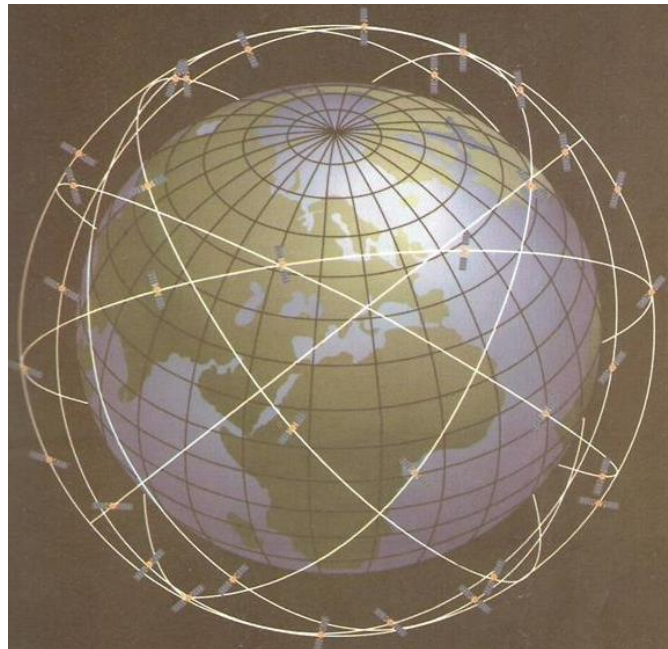
Una diferencia vital entre Globalstar e Iridium es que, mientras que éste constituye una red autosuficiente y autónoma, la primera se ha diseñado, para facilitar su integración en las redes terrestres. Si, por ejemplo, se pretende su integración en la red GSM, la estación terrena se presenta hacia la central de conmutación móvil de la red GSM como si se tratara de un controlador de estaciones de base del sistema GSM, con una interfaz normalizada del tipo



“A”. De hecho, dicha estación terrena incorporara conjuntamente las funciones de una estación base y las de un controlador, con las particularidades del uso de enlaces con satélites de órbita baja. Globalstar podrá tener sus propias centrales de conmutación móvil, iguales a, y eventualmente integradas con, las centrales de la red GSM (en el caso europeo) o AMPS (en EE.UU.). En cualquier caso utilizará los registros de localización local y de visitantes, así como los mismos criterios de numeración y otros de la red terrestre, con lo que el usuario no será consciente, en principio, de si usa una u otra red. Lo anterior implica que Globalstar no se orienta a proporcionar movilidad geográfica global, sino regional: un usuario GSM/GLOBALSTAR solo accederá a las redes terrestres que sean GSM y que además tengan acuerdos de roaming con la suya propia, pero no podrá interfuncionar, en principio y como ejemplo, con la red AMPS.

Globalstar ofrece servicios de voz, datos y radiodeterminación a tres tipos de terminales usuarios: portátiles, fijos y móviles instalados en vehículo.

Actualmente Globalstar ha desplegado completamente 24 satélites (desarrollados por Thales Alenia Space) de su nueva constelación de segunda generación. El último lanzamiento realizado se llevó a cabo el 6 de febrero de 2013 desde el cosmódromo de Baikonur en Kazajistán (Globalstar corporation, 2017).



**Figura 16 Constelación Globalstar (Fuente: Ordoñez Rodriguez, 2017).**

## CAPÍTULO 4

### ESTADO ACTUAL DE LOS SATÉLITES.

#### 4.1 Contexto general

Durante el periodo comprendido entre los años 1974-2016, se reportó la existencia de 1,268 satélites activos (UCSUSA, 2016), que cumplen con diversas misiones y se encuentran repartidos en las tres principales órbitas terrestres: Baja, Media y Geoestacionaria (Griffin y French, 2004). En la figura 17 se muestra la distribución de estos satélites operativos por misión (TAURI, 2015).

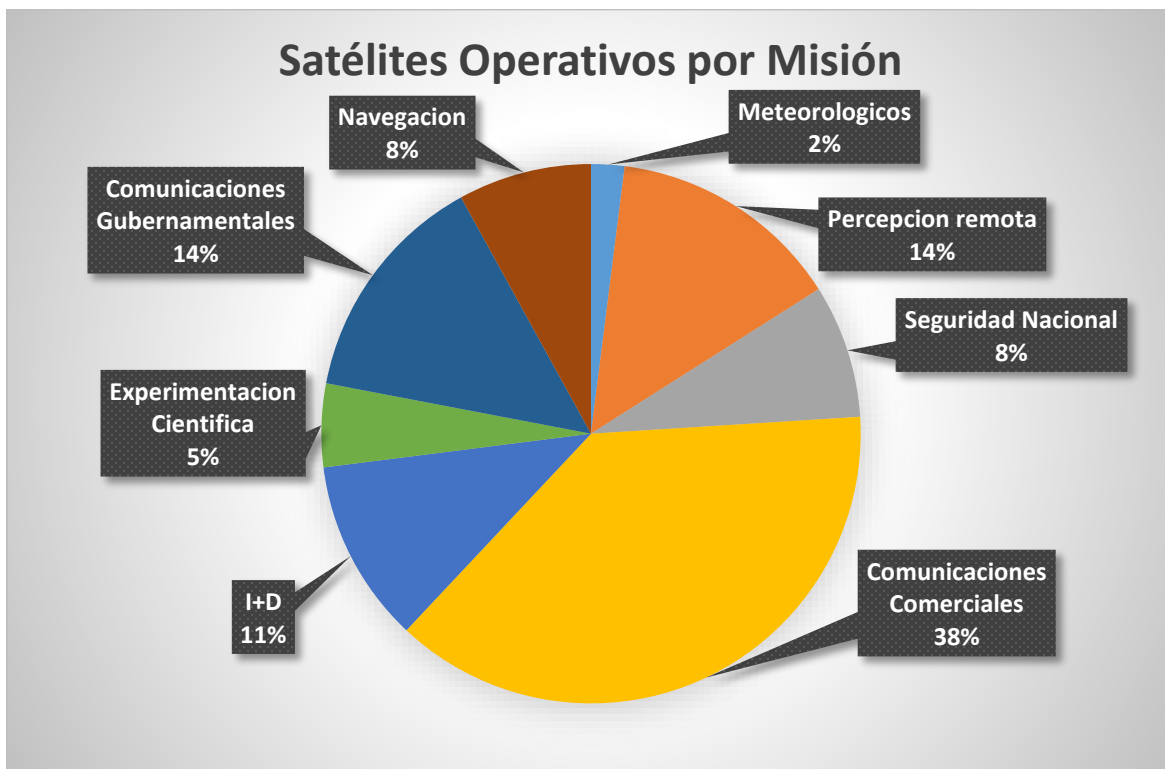


Figura 17 Satélites Activos Clasificados por Misión (Fuente: Autor).

Se observa que la mayor demanda de servicios satelitales se encuentra orientada a tres segmentos principales: comunicaciones comerciales, comunicaciones gubernamentales y percepción remota. Ésta última incluye servicios orientados a la agricultura, detección de cambio climático, alerta temprana, y estudio de recursos naturales (Campbell, 1996).

Por otro lado, en 2016 la comunidad científica Union of Concerned Scientist reportó que existen 1,419 satélites activos que orbitan alrededor del planeta tierra lo que significa que en poco menos de un año se pusieron en órbita 158 satélites.

Además se tiene conocimiento que del total de satélites operativos hasta el 2016, se observa que la concentración de éstos en las diversas orbitas que ocupan los satélites se encuentra en lo particular, en la órbita Baja, como puede observarse en la figura 18, la cual es la más

accesible para la colocación de satélites experimentales, pequeños debido a su cercanía a la tierra (Toorian, 2008).

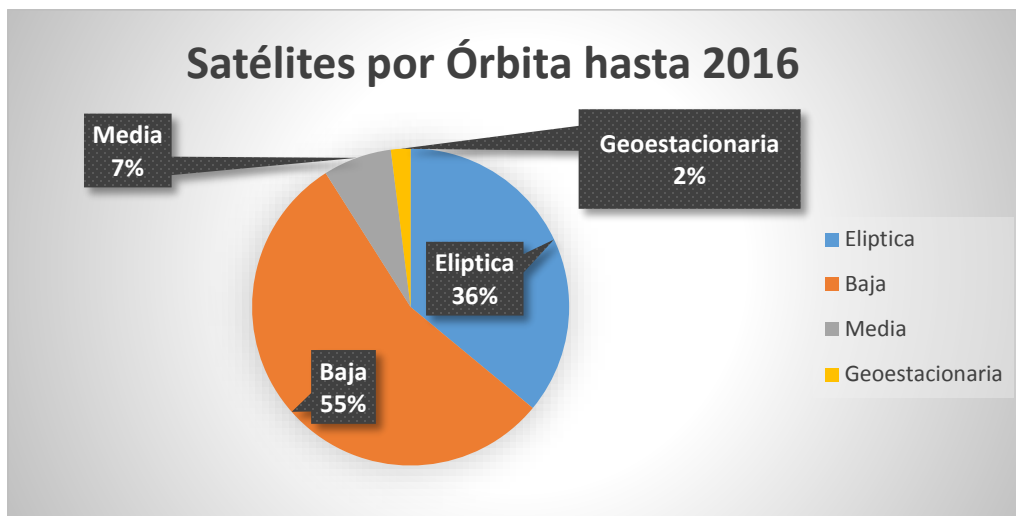


Figura 18 Distribución de Satélites por Órbita (Fuente: Autor).

#### 4.2 Beneficios económicos de la industria satelital

Las ganancias de esta industria, son el beneficio económico que obtienen los actores públicos o privados dedicados a la investigación, manufactura y operaciones de actividades derivadas de la tecnología espacial (OECD, 2014). Como se puede observar en la figura 19, el incremento económico que presentan estas ganancias desde el 2004 al 2015 (TAURI, 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014; 2015).



Figura 19 Ganancias de la Industria Satelital (Fuente: TAURI, 2015).

### 4.3 Espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico forma parte del espectro electromagnético. Éste último se define como:

“La representación de toda la gama de frecuencias en que puede presentarse cualquier forma de energía electromagnética” (CNAF, 2015).

El espectro electromagnético abarca desde los rayos gamma hasta las ondas de radio, pasando por el espectro visible. No todas las ondas electromagnéticas son propicias para usarse como medios de transmisión de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, de forma que sólo las que se encuentran en determinado rango son susceptibles de ser empleadas para prestar este tipo de servicios. En este orden de ideas, las ondas radioeléctricas o hertzianas son ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000 GHz y son utilizadas para las telecomunicaciones.

Según el Reglamento de Radiocomunicaciones, UIT, se entiende como radiocomunicación:

*“Todo servicio de telecomunicaciones que implique transmisión, emisión o recepción de ondas del espectro radioeléctrico para fines específicos de telecomunicación”.*

El mecanismo de la radio y la televisión consiste en la transformación de señales (sonoras, o sonoras y visuales simultáneamente) en energía radioeléctrica que, conducida a través de ondas hertzianas, es interceptada y transformada de nuevo, siguiendo un procedimiento inverso al inicial, en sonido e imágenes. Los satélites de telecomunicaciones no son más que repetidores, esto es, simples reflectores de las ondas radioeléctricas colocados en el espacio. Los satélites comerciales funcionan en tres bandas de frecuencias, llamadas C, Ku y Ka. La gran mayoría de emisiones de televisión por satélite se realizan en la banda Ku.

Ahora, en cuanto a su naturaleza jurídica, el artículo 54 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiofusión (LFTyR), establece que:

*“El espectro radioeléctrico y los recursos orbitales son bienes del dominio público de la Nación, cuya titularidad y administración corresponden al Estado.*

*Dicha administración se ejercerá por el Instituto en el ejercicio de sus funciones según lo dispuesto por la Constitución, en esta Ley, en los tratados y acuerdos internacionales firmados por México y, en lo aplicable, siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales.*

*La administración incluye la elaboración y aprobación de planes y programas de uso, el establecimiento de las condiciones para la atribución de una banda de frecuencias, el otorgamiento de las concesiones, la supervisión de las emisiones radioeléctricas y la aplicación del régimen de sanciones, sin menoscabo de las atribuciones que corresponden al Ejecutivo Federal.*

*Para la atribución de una banda de frecuencias y la concesión del espectro y recursos orbitales, el Instituto se basará en criterios objetivos, transparentes, no discriminatorios y proporcionales”.*

Como bien de carácter público, el espectro radioeléctrico puede ser usado por todos los mexicanos, como cualquier otro bien público, por ejemplo: calles, puentes, parques, etc. Sin embargo, la intervención estatal en el acceso al espectro tiene plena justificación en su carácter de recurso limitado y su naturaleza de plataforma fundamental en el desarrollo de actividades informativas.

Si bien el organismo internacional en materia de telecomunicaciones, la UIT y sus diversos sectores y grupos de trabajo normativos cuentan con la potestad para regular los aspectos relativos al espectro, “es sobre la cabeza de los estados que ha recaído la responsabilidad de administrar las frecuencias. Es decir, existen unos parámetros normativos esenciales para el funcionamiento de las telecomunicaciones desde el punto de vista de la ley internacional, sin embargo los estados son los encargados de gestionar, administrar y controlar el espectro en sus territorios” (Rincón, 2012, p.39). Aunque para su gestión se marca una guía con base en las recomendaciones internacionales, “son los entes constitucionales y legalmente delegados para tal función, los que deben conseguir que las directrices incluidas en la Constitución se cumplan y así lograr que quienes en su calidad de operadores accedan al derecho de uso, lo hagan bajo condiciones de igualdad que conlleven un desarrollo no monopolístico de la información” (Díaz, 2006, p.211).

En este orden de ideas, es el Instituto Federal de Telecomunicaciones, la entidad encargada de gestionar, planear y vigilar el espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo.

En cuanto a las condiciones de uso del espectro radioeléctrico, se establece que la administración del espectro por parte del Instituto Federal de Telecomunicaciones perseguirá los siguientes objetivos generales en beneficio de los usuarios:

- La seguridad de la vida;
- La promoción de la cohesión social, regional o territorial;
- La competencia efectiva en los mercados convergentes de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión;
- El uso eficaz del espectro y su protección;
- La garantía del espectro necesario para los fines y funciones del Ejecutivo Federal;
- La inversión eficiente en infraestructuras, la innovación y el desarrollo de la industria de productos y servicios convergentes;
- El fomento de la neutralidad tecnológica, y
- El cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 2o., 6o., 7o. y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

De lo anterior es posible extraer tres puntos clave: en primera instancia, el espectro radioeléctrico forma parte del espectro electromagnético; en segundo lugar, su utilización está dirigida al desarrollo de las radiocomunicaciones; y finalmente, su regulación está relacionada con dos entes, uno internacional y otro nacional.

#### **4.4 Desarrollo histórico-jurídico de la órbita baja en el ámbito internacional**

En la actualidad la órbita baja, hablando de satélites pequeños no cuenta con un régimen jurídico propio y uniforme. Esto se debe a que internacionalmente no se ha acordado la delimitación del espacio ultraterrestre que permita determinar el estatus jurídico de la órbita. Sin embargo, y pese a que el vacío jurídico de la delimitación “ha sido estudiado por la Comisión del Espacio de las Naciones Unidas desde 1959 hasta la fecha, sin llegar a ningún acuerdo por la variedad y disparidad de criterios que se han presentado” (López, 1999, p.571); existen algunas disposiciones que hacen referencia a la utilización de la órbita baja con el fin de establecer criterios de acceso y un marco legal para su regulación. Tales disposiciones serán estudiadas cronológicamente en el siguiente capítulo, haciendo énfasis en los debates jurídicos más importantes.

## **CAPÍTULO 5**

# **ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE EL ESPACIO ULTRATERRESTRE.**

### **5.1 ¿Qué es el espacio ultraterrestre?**

En la actualidad, no existe una disposición que defina el "espacio ultraterrestre", lo que definitivamente no facilita la determinación de sus límites con relación al espacio aéreo. El espacio ultraterrestre o extraatmosférico se encuentra regulado por los principios y normas del Derecho Espacial.

El espacio ultraterrestre, es un medio único en su género, desde un punto de vista jurídico. Es un medio de naturaleza poco común y justo por esa razón la extensión del derecho internacional al espacio ultraterrestre se ha hecho en forma gradual. Este derecho, es un conjunto de normas jurídicas relativas a la regulación de las actividades espaciales por parte de los Estados, de los Organismos Internacionales y de las Entidades No Gubernamentales.

Actualmente el Derecho del espacio ultraterrestre constituye una parte del Derecho que ha alcanzado independencia, lo cual es una base para poder afirmar que se distingue del Derecho Internacional general, sobre todo respecto de algunos de sus componentes, como el Derecho del espacio aéreo. Sin embargo la aparición de este derecho es reciente.

Con la primera puesta en órbita de un satélite en 1957 se dio inicio a una conquista del espacio ultraterrestre, símbolo del poderío tecnológico de los países más avanzados de ese momento. Lo raro fue ver que ningún Estado, protestó en ningún momento, a pesar de que los objetos lanzados por las naciones dominantes pasaban sobre sus territorios sin autorización alguna. Paradójicamente, el mundo parecía celebrar aquellos acontecimientos y visualizarlos como un gran logro científico dando inicio a una nueva era, la era espacial.

Por esta razón, Las Naciones Unidas emprendió, una serie de iniciativas para crear los mecanismos regulatorios que controlaran los avances y conquistas científicas en materia espacial. Las prioridades que la Organización se planteó desde 1957, fue el uso pacífico del espacio ultraterrestre y el que toda la comunidad internacional pudiera beneficiarse de las posibilidades científicas de un ámbito hasta entonces inaccesible al hombre.

Una de las responsabilidades de las Naciones Unidas en el aspecto jurídico, es impulsar el desarrollo progresivo del derecho internacional, por ello se ha convertido en el centro de coordinaciones para la colaboración internacional en el espacio ultraterrestre y para la formulación de reglas necesarias en derecho internacional.

Fue en 1959 cuando la Asamblea General crea la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. Este órgano intergubernamental está integrado por 61 Estados Miembros.

Es encargada de:

- La cooperación internacional para el uso del espacio ultraterrestre
- La difusión de información
- El estímulo a la investigación
- La creación de programas de cooperación técnica
- El desarrollo del derecho espacial internacional

Para el cumplimiento de estos objetivos la Comisión se apoya en dos subcomisiones:

1) La Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos:

Se encarga de la investigación astronómica, la exploración planetaria, la actividad espacial relativa al medio ambiente en la Tierra, el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, la tele observancia de la Tierra vía satélite, los sistemas de transporte espacial y los desechos espaciales.

2) La Subcomisión de Asuntos Jurídicos:

Se ocupa de la delimitación y definición del espacio ultraterrestre, los medios para garantizar la utilización racional y equitativa de la órbita geoestacionaria y el seguimiento de la situación actual de los cinco instrumentos jurídicos internacionales que rigen el espacio ultraterrestre.

## **5.2 Tratados de las naciones unidas**

A continuación se muestra la lista de Tratados sobre el Espacio Ultraterrestre, de los cuáles se hará una breve descripción únicamente de los considerados como más significativos.

A. Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes.

B. Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.

**C. Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales.**

**D. Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.**

E. Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes.



### **5.3 Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales**

Este convenio se estableció tomando en consideración que, a pesar de las medidas de precaución que pudieran adoptar los Estados y las organizaciones internacionales intergubernamentales que participan en el lanzamiento de objetos espaciales, pueden causar daños, además se espera que con la fijación de estas normas y procedimientos se contribuirá a reforzar la cooperación internacional en el terreno de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre.

Fue aprobado el 29 de noviembre de 1971, mediante la Resolución 2777/XXVI. Este Convenio, para dar un contexto general, brinda una definición de “daño”:

*“Se entenderá por “daño” la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales u otros perjuicios a la salud, así como la pérdida de bienes o los perjuicios causados a bienes de Estados o de personas físicas o morales, o de organizaciones internacionales intergubernamentales”*

El Convenio se basa, en la necesidad de elaborar normas y procedimientos para asegurar el pago rápido de una indemnización plena y equitativa a las víctimas, por ello, se hace responsable al Estado, de indemnizar sea quien sea la entidad por cuya cuenta o para cuyo interés o beneficio se haya lanzado el objeto espacial. También se subraya el carácter estatal de la responsabilidad al establecer que las reclamaciones de indemnización serán presentadas al Estado de lanzamiento por vía diplomática, y que en caso de que dichos Estados no mantengan una relación diplomática, la reclamación podría hacerse a través de un tercer estado miembro o bien por conducto del Secretario General de las Naciones Unidas.

Se establece que podrán hacer reclamaciones tanto el Estado de nacionalidad de las personas afectadas, el Estado que posea el territorio dañado o bien el Estado que tenga como residentes permanentes a las personas afectadas. Tal reclamación de la indemnización por daños, puede ser presentada en un plazo de un año a más tardar, contando a partir de la fecha en que se haya producido el daño.

Responsabilidad absoluta del Estado de Lanzamiento:

Cuando los daños hayan sido causados al tercer Estado en la superficie de la Tierra o a aeronaves en vuelo.

Responsabilidad relativa:

Cuando los daños han sido causados a un objeto espacial de un tercer Estado, fuera de la superficie de la Tierra.

Aunque por otro lado, el Convenio no se aplicará, únicamente a Nacionales de dicho Estado de Lanzamiento, ni a Nacionales de un país extranjero mientras participen en las operaciones de este objeto espacial que causó el daño, desde el momento de su lanzamiento o en cualquier fase posterior al mismo o hasta su descenso.

En general, El Convenio se refiere a “la indemnización que en virtud del presente Convenio estará obligado a pagar el Estado de lanzamiento” y también a subrayar el carácter interestatal de la reclamación al prever el recurso a una “Comisión de Reclamaciones” si no se logra resolver una reclamación “mediante negociaciones diplomáticas” transcurrido el plazo que se señala. Dicha Comisión estará conformada según el artículo XV de este Convenio por tres miembros: uno nombrado por el Estado demandante, otro nombrado por el Estado de lanzamiento y el tercer miembro, su Presidente, escogido conjuntamente por ambas partes. Y de acuerdo con el Artículo XVIII, La Comisión de Reclamaciones será quien decida los fundamentos de la reclamación de indemnización y determinará, en su caso, la cuantía de la indemnización pagadera.

#### **5.4 Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre**

Al igual el convenio anterior, éste también es resultado de los trabajos de la COPUOS y su texto fue aprobado como anexo a la Resolución 3235 de la Asamblea General en 1974. Aunque entró en vigor en el año 1975.

De acuerdo con el preámbulo, el objetivo de este convenio es adoptar disposiciones para el registro nacional por los Estados de lanzamiento de los objetos espaciales lanzados al espacio ultraterrestre deseando que un registro central de los objetos lanzados sea establecido y llevado, con carácter obligatorio, por el Secretario General de las Naciones Unidas, así como suministrar a los Estados Partes, medios y procedimientos para ayudar a la identificación de los objetos espaciales y que de esta forma se tenga un sistema obligatorio de registro de los objetos lanzados al espacio ultraterrestre que facilite, en especial, a su identificación, contribuyendo a la aplicación y el desarrollo del derecho internacional que rige la exploración y utilización del espacio ultraterrestre.

Se hace mención de: “Cuando un objeto espacial sea lanzado en órbita terrestre o más allá, el Estado de lanzamiento registrará el objeto espacial por medio de su inscripción en un registro apropiado que llevará a tal efecto. Todo Estado de lanzamiento notificará al Secretario General de las Naciones Unidas la creación de dicho registro” y en efecto el acceso a la información consignada en este Registro será pleno y libre.

El artículo clave de este Convenio es el IV, el cual establece que el Estado de registro proporcionará al Secretario General de las Naciones Unidas la siguiente información:

- a) Nombre del Estado o de los Estados de lanzamiento;*
- b) Una designación apropiada del objeto espacial o su número de registro;*
- c) Fecha y territorio o lugar del lanzamiento;*
- d) Parámetros orbitales básicos, como:*
  - i) Período nodal;*
  - ii) Inclinación;*
  - iii) Apogeo;*

*iv) Perigeo.*

*e) Función general del objeto espacial.*

Aunque el Estado de registro puede proporcionar información adicional, nada le obliga a inscribir o notificar información sobre posibles cambios en la jurisdicción o propiedad del objeto registrado.

## CAPÍTULO 6

# ASPECTOS JURÍDICOS PARA LA PUESTA EN ÓRBITA BAJA DE UNA CONSTELACIÓN DE NANO SATÉLITES.

### 6.1 Consideraciones a priori para el establecimiento de nuevas constelaciones de nano satélites

Para establecer una constelación de cualquier tipo de satélites hay una lista importante de consideraciones que deben tomarse en cuenta no sólo para el funcionamiento y protección interna contra interferencias, sino también para las cuestiones relacionadas a la interferencia mutua entre constelaciones ya existentes y la nueva, que será proyectada. Es por esta razón que el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) ha establecido procedimientos y límites con el objetivo de evitar interferencias que afecten el funcionamiento eficaz de todos los servicios de telecomunicaciones, incluidos todos los tipos de servicio, el SFS, el SRS, SMS y SES.

De la misma manera, establece disposiciones que rigen la planificación de bandas de frecuencias del espectro a las diferentes categorías de servicios de Radiocomunicaciones en el **artículo 5 del RR**, el reconocimiento Internacional de estos derechos mediante la inscripción en el Registro Internacional de Frecuencias de las asignaciones de frecuencia y cuando es oportuno, las posiciones orbitales utilizadas o que se pretenden utilizar, en el **artículo 11 del RR**. Cualquier constelación de nano satélites, en cualquier banda de frecuencias, antes de ser puesta en servicio debe coordinar la utilización prevista de la órbita y del espectro de frecuencias con cualquier otra constelación que probablemente vaya a ser afectada.

Ahora se presenta un resumen de información general sobre las diversas etapas que comprende la instalación y puesta en marcha de un proyecto para una constelación de nano satélites.

### 6.2 Filosofía regulatoria

De entre las áreas que regula la UIT, existen dos áreas básicas en las que se regulan las telecomunicaciones internacionales. La principal área de interés para las comunicaciones por satélite es:

*La gestión del espectro radioeléctrico*, que es un tema fundamental ya que los diversos países y operadores de transmisiones de radio necesitan reglas a seguir. De lo contrario, existirían serios problemas de interferencia. A través de las conferencias internacionales, las recomendaciones técnicas y la gestión del espectro, la UIT supervisa el uso de las frecuencias de radio y proporciona un foro efectivo para la resolución de problemas de interferencias.

La segunda área principal es:

*La interconexión de las redes de telecomunicaciones*, Sin hacer definiciones sobre interfaces entre teléfonos, datos y otras aplicaciones, no se podría completar de forma

automática una interconexión. Con ello queda demarcada la expansión de nuevos servicios y con ella la actividad creciente de la UIT.

### 6.3 El recurso órbita-espectro (ROE)

Según el RR de la UIT, el recurso de la órbita baja de la constelación de nano satélites circunscribe tres elementos fundamentales:

- Posición: ¿En qué arcos de la órbita estarán ubicados los satélites?
- Espectro: ¿Qué bandas de frecuencias son utilizadas?
- Cobertura: ¿Qué áreas de la Tierra serán cubiertas?

El ensamble de estos tres elementos compone el denominado recurso órbita-espectro (ROE).

Para comprender mejor la relevancia del ROE, se abarcará el concepto de espectro de frecuencias radioeléctricas y su correspondiente gestión. La gestión del espectro y en general del ROE es la combinación de los procedimientos jurídicos, económicos, científicos, administrativos y técnicos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de los canales radioeléctricos por las estaciones de los distintos servicios de radiocomunicaciones, en cualquier banda del espectro y en cualquier momento dado, sin producir ni recibir interferencias perjudiciales.

### 6.4 Mecanismos de distribución de frecuencias

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), existen tres mecanismos para la distribución de las frecuencias del espectro radioeléctrico entre servicios, zonas y estaciones emisoras:

- **Atribución:** Son seleccionadas para servicios.
- **Adjudicación:** Son seleccionadas para Zonas Geográficas o países.
- **Asignación:** Son seleccionadas para Estaciones Radioeléctricas.

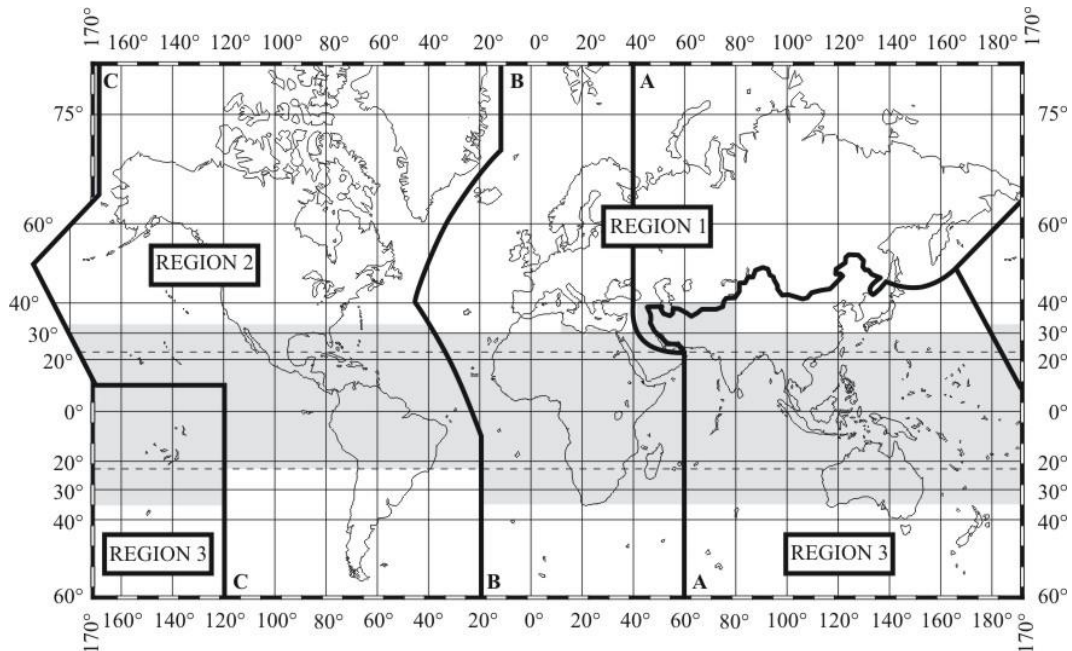
Existen dos tipos de atribución:

- 1) **Exclusiva:** En la que la banda de frecuencias en cuestión se atribuye a un único servicio de radiocomunicación.
- 2) **Compartida:** En la que la banda de frecuencias se atribuye a dos o más servicios de radiocomunicación.

La atribución de frecuencias puede hacerse a nivel mundial, regional o nacional.

Utilizando el Cuadro internacional de atribución de bandas de frecuencias como referencia, la autoridad de gestión del espectro de cada país selecciona las frecuencias adecuadas a fin de asignarlas a las estaciones de un determinado servicio. El cuadro se basa en un método de atribución por bloques, con notas que especifican cómo se han de asignar o utilizar las frecuencias. Así mismo, se estructura en tres regiones del mundo y se complementa con

planes de asignación y de adjudicación en algunas bandas y servicios, y/o mediante procedimientos de coordinación obligatorios.



*Figura 20 Regiones para Atribución de frecuencias (Fuente: RR, 2017).*

## 6.5 La UIT y su función administrando el ROE

La UIT, cuenta con tres ámbitos de actividad principales, organizados en Sectores que desarrollan su labor a través de conferencias y reuniones, éstos son:

- **Radiocomunicaciones (UIT-R):** Sector encargado de atribuir el espectro radioeléctrico y las órbitas de satélite a escala mundial.
- **Normalización (UIT-T):** Sector encargado de estudiar los aspectos técnicos, de explotación, tarifas y publicación de normas de las telecomunicaciones a nivel mundial.
- **Desarrollo (UIT-D):** Sector encargado de contribuir a difundir un acceso equitativo, sostenible y asequible a las telecomunicaciones y, de este modo, fomenta un mayor desarrollo económico y social.

Es de especial interés, el Sector de Radiocomunicaciones, específicamente su Departamento de Servicios Espaciales (SSD), responsable de los procedimientos de coordinación e inscripción de los sistemas espaciales y las estaciones terrenas. Este Departamento se encarga de la recopilación, procesamiento y publicación de los datos y lleva a cabo exámenes de las notificaciones de asignaciones de frecuencias presentadas por las administraciones para su inclusión en los procedimientos de coordinación formales o su inscripción en el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR).

Cada tres o cuatro años se celebran las conferencias mundiales de radiocomunicaciones (CMR) cuya labor consiste en examinar y, en caso necesario, modificar el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), que es el tratado internacional por el cual se rige la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas y de las órbitas de los satélites.

Es importante tener presente que el marco jurídico de la UIT comprende los siguientes instrumentos legales, que tienen carácter de tratado:

- La Constitución y el Convenio de la organización, firmados el 22 de diciembre de 1992 (Ginebra), y que entraron en vigor el 1 de junio de 1994. Desde su aprobación fueron enmendados por las Conferencias de Plenipotenciarios de Kyoto (1994), Minneapolis (1998), Marrakech (2002), Antalya (2006) y Guadalajara (2010).
- Los Reglamentos Administrativos, que incluyen el Reglamento de Radiocomunicaciones y el Reglamento de Telecomunicaciones Internacionales, los cuales son un complemento a la Constitución y al Convenio.

## **6.6 Principios para la utilización y el acceso equitativo de los recursos orbita /espectro**

El empleo de las constelaciones satelitales para la comunicación continúa innovándose y la escala de inversión en estas constelaciones es considerable. Por ello, la UIT ha elaborado procedimientos reglamentarios que permiten la adecuada utilización de las frecuencias necesarias y la apropiada selección de la ubicación de los satélites en la órbita baja.

La expresión "gestión del espectro de frecuencias" se utiliza en sentido estricto para describir los diversos procedimientos administrativos y técnicos con los que se pretende asegurar el funcionamiento de las estaciones radioeléctricas de los distintos servicios de radiocomunicación, sin causar o recibir interferencia perjudicial. En su acepción más moderna también incluye aquellos mecanismos económicos y de mercado que, potencialmente, pueden contribuir a mejorar la eficiencia en el uso del espectro.

Este concepto se puso en práctica con el criterio de "primer llegado, primer atendido", primero la coordinación luego la utilización. Esto hace referencia a que para tener derecho a utilizar una posición satelital o varias, se requiere negociar con las administraciones que empleen la misma sección orbital. Este procedimiento ofrece una medida para colmar los espacios de la órbita con una distribución homogénea de las estaciones espaciales en ella.

La congestión de la órbita geostacionaria, fue la principal razón de los Países Miembros para examinar detenidamente el acceso equitativo a los recursos, en consecuencia a ello crearon planes de frecuencias/posiciones donde se observa una determinada cantidad de espectro reservado para "utilización futura" por los países que no se encuentran en posibilidad de usar esos recursos hoy en día, así cada país cuenta con una posición orbital predeterminada, garantizando así el acceso equitativo a los recursos orbitales y de espectro. Los principios para la utilización eficaz y acceso equitativo se encuentran establecidos en la Constitución de la UIT, que en artículo 44 establece:

“En la utilización de bandas de frecuencias para las radiocomunicaciones los Miembros tendrán en cuenta que las frecuencias y las órbitas asociadas, incluida la órbita de los satélites geostacionarios, son recursos naturales limitados que deben utilizarse de forma racional eficaz y económica, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones, para permitir el acceso equitativo a esta órbita y a esas frecuencias los diferentes países o grupos de países, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países.”

Con referencia a ello en la UIT se han creado e implantado dos mecanismos principales para la repartición y gestión de los recursos órbita/espectro: los procedimientos aplicables a los servicios planificados (*a priori*) y los procedimientos aplicables a los servicios no planificados (*primer llegado, primer atendido*).

**Servicios Planificados.** Son aquellos que garantizan el acceso equitativo al ROE para su uso futuro e incluyen:

- el Plan de adjudicaciones para el servicio fijo por satélite, contenido en el Apéndice 30B del RR de la UIT; y
- el Plan para el servicio de radiodifusión por satélite, contenido en el Apéndice 30/30A del RR de la UIT.

La cuestión del acceso equitativo al ROE desembocó en la creación (e incorporación al régimen reglamentario de la UIT) de Planes de frecuencias/posiciones orbitales, en los que una cierta cantidad del espectro de frecuencias se reserva para utilización futura por todos los países, especialmente los que, hoy en día, no se encuentran en posición de utilizar esos recursos. Cada administración somete sus requerimientos, y las bases técnicas para el Plan son trazadas en una conferencia de planeación regional o mundial, a efectos de compartir el espectro disponible.

**Servicios No Planificados.** Se basan en el principio de “prioridad temporal”. Debe coordinarse la utilización de las frecuencias en las bandas no planificadas antes de su puesta en operación, con el fin de asegurar la implementación de nuevos sistemas de radiocomunicación, evitando la interferencia perjudicial con otros usuarios existentes y planificados. El procedimiento de coordinación de frecuencias puede considerarse como un medio de planificación dinámica del ROE que permite una utilización más eficaz del recurso sin necesidad de bloquearlo innecesariamente.

La coordinación de frecuencias es un proceso bilateral o multilateral, realizado entre administraciones, que comprende las siguientes actividades: (a) identificación de las administraciones cuyas asignaciones pueden resultar afectadas y con las que debe recabarse una coordinación previa u obtenerse un acuerdo; (b) utilización de métodos normalizados para calcular el potencial de interferencia; (c) aplicación de procedimientos bien definidos y transparentes que comprenden, entre otros, el intercambio de un número suficiente de datos en un formato prescrito, la comunicación de comentarios en un periodo determinado y, si procede, la publicación de los resultados del procedimiento de coordinación en la circular adecuada de la UIT.



### **a) Procedimientos de Planificación a priori.**

Garantizan el acceso equitativo a los recursos órbita/espectro para uso futuro. Este mecanismo incluye el plan de adjudicaciones para el servicio fijo por satélite (bandas de frecuencia 4/6 [GHz] y 10-11/12-13 [GHz]), el plan para el servicio de radiodifusión por satélite (bandas de 11,7-12,7 [GHz]) y el plan asociado para los enlaces de conexión (bandas de 14 [GHz] y 17 [GHz]).

### **b) Procedimientos de Coordinación**

Se estableció para lograr eficacia en la utilización del espectro/órbita y evitar un funcionamiento con interferencia que pueda satisfacer las necesidades reales. Estos procesos de coordinación abarcan redes de satélites geoestacionarias en todos los servicios y bandas de frecuencias y redes de satélites no geoestacionarios en algunas bandas de frecuencias.

Posteriormente, estos procedimientos serán descritos a detalle, pero cabe mencionar aquí que con ellos, la administración de cada país queda obligada a dar la información pertinente en la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT para que a su vez ésta la publique en la Circular Internacional de Información sobre Frecuencias (IFIC) la cual se publica quincenalmente de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones, así como en varios Acuerdos regionales. Este contiene información sobre las asignaciones/adjudicaciones de frecuencias notificadas por las Administraciones a la Oficina de Radiocomunicaciones para su inscripción en el Registro Internacional de Frecuencias y en los diferentes Planes/Acuerdos regionales o mundiales. La información publicada corresponde a las asignaciones/adjudicaciones inscritas, así como a las notificaciones aun en curso de tramitación. Aquí se establece una lista de las administraciones que se consideran afectadas.

## **6.7 Consideraciones del reglamento de radiocomunicaciones**

Para que una organización explote los enlaces de telecomunicaciones para el Servicio Fijo Satelital SFS y Servicio de Radiodifusión por Satélite SRS debe tomar en cuenta ciertas consideraciones:

- Consideraciones relativas a las reglas para el funcionamiento interno de un sistema de satélites:
  1. Reglamentación interna del sistema (administrativa y técnica).
  2. Tipos de tráfico.
  3. Capacidad de tráfico.
  4. Características técnicas de las estaciones espaciales y terrenas, etc.

Además, otro tipo de problemas relacionados con la protección interna contra la interferencia mutua entre estaciones espaciales y estaciones terrenas que se encuentran situadas dentro de la zona de servicio del sistema de satélites en cuestión.

- Consideraciones relativas a la protección externa contra la interferencia:

Es decir la protección del sistema contra la interferencia procedente de estaciones espaciales y terrenas pertenecientes a otros sistemas de satélites, así como la procedente de otros sistemas de radiocomunicaciones terrestres, y, a la inversa, la protección de éstos otros sistemas con respecto a la interferencia producida por el propio sistema.

Como se puede observar, que un aspecto fundamental sobre los que se basa la gestión del espectro radioeléctrico son las interferencias. En un sentido amplio, según el RR las interferencias se definen como:

*“el efecto de una energía no deseada sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, lo que provoca una degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de información respecto a la que se podría obtener en ausencia de la misma”.*

Las interferencias pueden ser causadas por diversos motivos: otras emisiones, radiaciones, inducciones o cualquier combinación de las anteriores.

Desde el punto de vista de la gestión del espectro, dentro de las interferencias cabe distinguir varios tipos:

- **Interferencias admisibles:**

Son aquellas interferencias observadas o previstas que satisfacen los criterios cuantitativos de interferencia y compartición que figuran en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) o en acuerdos especiales previstos en dicho reglamento.

Estas interferencias no ponen en riesgo el correcto funcionamiento de los diferentes servicios, puesto que se han tenido en cuenta en la fase de diseño de los mismos.

- **Interferencias aceptadas:**

Estas son interferencias de mayor nivel que las definidas como admisibles, son acordadas entre dos o más administraciones ya que tienen un efecto que no degrada la prestación de los servicios proporcionados y típicamente simplifica la prestación de los mismos, por lo que su existencia tampoco impide el buen funcionamiento de las radiocomunicaciones.

- **Interferencias perjudiciales:**

Son aquellas que suponen un riesgo para el funcionamiento de algún servicio que usa el espectro radioeléctrico. En la práctica significa que se degrada o interrumpe de forma repetida un servicio que funcione de conformidad con la reglamentación nacional aplicable.

Uno de los mecanismos que siempre se tiene en cuenta en la planificación de los servicios atribuidos a las distintas bandas del espectro es la dedicada, en ciertas zonas del espectro conocidas como “zonas de guarda” que separan las distintas transmisiones. Su finalidad es limitar el efecto de posibles interferencias perjudiciales entre comunicaciones que se realicen en bandas de frecuencias cercanas. Por tanto, dichas bandas de guarda deberán ser lo

suficientemente anchas como para proteger a las emisiones vecinas de interferencias entre sí. Al mismo tiempo, dedicar demasiado espectro a estas bandas vacías entra en conflicto con la eficiencia en el uso del mismo. Cabe mencionar que los cuatro casos básicos de enlaces de telecomunicaciones por satélite que pueden producirse son:

- Sistema de satélites existente que utiliza enlaces internacionales (incluidos los regionales).
- Sistema de satélites existente que utiliza enlaces nacionales.
- Sistema de satélites nuevo que utiliza enlaces internacionales (incluidos los regionales).
- Sistema de satélites nuevo que utiliza enlaces nacionales.

## **CAPÍTULO 7**

# **PROCEDIMIENTOS REGULATORIOS PARA LA PUESTA EN ÓRBITA BAJA DE UNA CONSTELACIÓN DE NANO SATÉLITES PARA MÉXICO.**

### **7.1 Procedimientos de planificación a priori**

Al hablar del espectro de radiofrecuencias, se habla de un recurso natural limitado el cual es un parámetro muy importante en la calidad de comunicación de la sociedad actual. Los sistemas de radiocomunicaciones han crecido durante las últimas décadas. Su relevancia es incuestionable, sin embargo la productividad que pueda obtenerse de este recurso es un tema de interés que da pie a plantear la cuestión del acceso equitativo a los recursos del espectro y órbita y así tener en cuenta las necesidades muy dispares de los países desarrollados y en vías de desarrollo.

La explotación progresiva de recursos orbitales y de radiofrecuencias, incitó a los Países Miembros de la UIT a examinar con más atención la cuestión del acceso equitativo a los recursos. Este análisis concluyó en la creación e incorporación al régimen reglamentario de la UIT de unos planes de frecuencias/posiciones orbitales, en los que una cierta cantidad del espectro de frecuencias se reserva para su utilización futura por todos los países, especialmente los que, hoy en día, no se encuentran en posición de utilizar esos recursos.

De acuerdo con la Constitución de la UIT (Artículo 44), se establece que: “En la utilización de bandas de frecuencias para las radiocomunicaciones, los Miembros tendrán en cuenta que las frecuencias y las órbitas asociadas, incluida la órbita de los satélites geoestacionarios son recursos naturales limitados que deben utilizarse de forma racional, eficaz y económica, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones, para permitir el acceso equitativo a esta órbita y a esas frecuencias a los diferentes países o grupos de países, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países”.

Debido a esto el Reglamento de Radiocomunicaciones, y en particular su Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, se revisan y actualizan periódicamente debido a la enorme demanda de utilización del espectro. Con ello es posible mantener el ritmo de la rápida expansión de los sistemas actuales así como de las nuevas tecnologías en desarrollo tienen gran demanda de espectro. La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) de la UIT, que se celebra cada tres o cuatro años, es la base del proceso internacional de gestión del espectro. Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la CMR es la encargada de revisar el Reglamento de Radiocomunicaciones, que es el tratado internacional que establece el marco general para la utilización de las frecuencias radioeléctricas y la órbita de los satélites entre los países Miembros de la UIT, así como cualquier cuestión de carácter

mundial que esté dentro de sus competencias y relacionada con alguno de los puntos de su orden del día. La solución a la cuestión de acceso equitativo incluye la realización de “planes de frecuencias”. Un plan de frecuencias es un cuadro, o de forma más general una función, que asigna las características adecuadas a cada estación (o grupo de estaciones) de radiocomunicaciones.

Estos planes, en los que cada país cuenta con una posición orbital predeterminada, asociada a la utilización libre y en cualquier momento de una cierta cantidad del espectro y a la aplicación de los procedimientos conexos, garantiza a cada país el acceso equitativo a los recursos orbitales y de espectro.

Estos planes rigen una parte considerable de la utilización de las frecuencias en los servicios de radiocomunicación más demandados; concretamente, los servicios fijo por satélite y de radiodifusión por satélite y son establecidos en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones y se encuentran contenidos en ciertos Apéndices del RR-UIT.

Estos planes contienen:

- Las posiciones orbitales con sus bandas de frecuencias asociadas y el área de servicio que normalmente cubre el territorio del país en cuestión, que se adjudican a cada uno de los países.
- Un grupo de parámetros técnicos conforme a los cuales una red satelital específica puede ser implementada.
- Procedimientos para modificar una asignación o adjudicación específica cuando lo requiera una administración. Lo anterior se presenta en la tabla 3:

*Tabla 3 Relación de servicio a modificar con sus apéndices y artículos aplicables (Fuente: Autor).*

Servicio a Modificar	Apéndice aplicable	Artículo
<b>Radiodifusión por satélite</b>	30	4°
<b>Enlaces de conexión para el servicio de Radiodifusión por satélite</b>	30A	4°
<b>Servicio fijo por satélite</b>	30B	6°

El anexo 1 de la Resolución 49 establece que todas las redes de satélites y sistemas de satélites de los servicios fijo por satélite, móvil por satélite y de radiodifusión por satélite con asignaciones de frecuencia sujetas a coordinación, deberán seguir estos procedimientos cuando se trate de uno o más de los siguientes casos:

- Deseo de adicionar nuevas frecuencias o posiciones orbitales.
- Ampliar la zona de cobertura a otro país o países, además de la zona de servicio existente.

- Solicitud de utilizaciones adicionales en las Regiones 1 y 3.
- Cuando una administración solicita la inclusión o modificación de una asignación en la lista 1 del plan, debe realizarse una coordinación con aquellas administraciones cuyos servicios se considera serán afectados. Esto es, las administraciones:
  - Que tengan una asignación de frecuencia a una estación espacial del servicio deseado que está incluida en el Plan de su Región cuya anchura de banda pueda ser interferida por la asignación propuesta; o
  - Que tengan una asignación de frecuencia incluida en la Lista;
  - Que tengan una asignación de frecuencia a una estación espacial del servicio a operar conforme al Plan de su Región o cuya anchura de banda pueda verse afectada por la asignación propuesta;
  - Que no tengan ninguna asignación de frecuencia en el servicio en cuestión con la anchura de banda necesaria, pero en cuyo territorio (parcial o total) el valor de la densidad de flujo de potencia exceda del límite estipulado como consecuencia de la asignación propuesta;
  - Que tengan una asignación de frecuencia en la banda correspondiente a la Región registrada en el Registro Internacional de Frecuencias de acuerdo al servicio propuesto.
- Así mismo, el RR-UIT establece que para aquellas administraciones que deseen incluir una nueva asignación o modificar una existente, deben enviar a la Oficina la información establecida en el Apéndice 4 (Vol. II RR-UIT) no antes de ocho años pero preferiblemente al menos dos años antes de la fecha de puesta en servicio. Toda asignación de la Lista caducará si no se pone en servicio en el plazo de ocho años a partir de la fecha de recepción por la Oficina de la información mencionada.
- Posteriormente, la Oficina determinará, cuáles son las administraciones cuyas asignaciones de frecuencia se consideran afectadas y dará aviso mediante una Sección Especial de su Circular Internacional de Información sobre Frecuencias (BR IFIC). La información completa recibida junto con los nombres de las administraciones afectadas, las redes del servicio en cuestión, las asignaciones del servicio correspondientes y las estaciones terrenales, según el caso. La Oficina enviará inmediatamente un telegrama/fax a la administración que propone la asignación para señalar a su atención la información contenida en la BR IFIC pertinente.

A partir de este momento, las administraciones de cada país deben de dar inicio a un proceso llamado “De Coordinación” mediante el cual, se establecen acuerdo que les confieren derechos y obligaciones asegurando la correcta operación de sus sistemas. Este tema está descrito con más detalle en los próximos subtemas. En estos planes de frecuencias a priori, las bandas de frecuencias específicas y las zonas de servicio asociadas son reservadas para ciertas aplicaciones que se llevarán a cabo en un futuro. Esta distribución se realiza basándose en las necesidades que las partes interesadas declaren.

Sin embargo, a pesar del objetivo de la planificación a priori, se tiene la contraparte de los beneficios, si bien con esta planificación se pretende garantizar un acceso equitativo también es cierto que los progresos tecnológicos pueden llegar a paralizarse y desembocar en un “almacenamiento” de los recursos, es decir, que los recursos no se utilicen sino que se mantengan en reserva sin rendir beneficios. Pero, cabe mencionar que la reservación de dichas frecuencias se realiza, no en las bandas estándares sino en determinados rangos denominados bandas extendidas.

## **7.2 Etapas de la coordinación de frecuencia-órbita**

En los numerales posteriores se describirá cada una de las etapas del proceso coordinación, enlistadas a continuación:

1. Información de publicación anticipada.
2. Presentación de la información de coordinación.
3. Pago de diligencia financiera.
4. Coordinación.
5. Presentación de la debida diligencia administrativa.
6. Información de notificación.
7. Inscripción en el registro internacional de frecuencias.
8. Coordinación terrestre de estaciones terrenas.

## **7.3 Información de publicación anticipada**

Los procesos de coordinación como se planteó anteriormente fueron establecidos en los **artículos 9 y 11 del RR-UIT**, así como diversas disposiciones contenidas en los apéndices y resoluciones del RR-UIT, los cuales han evolucionado desde los años 70's. En la actualidad el proceso de obtención de posiciones orbitales de manera simplificada consta de ciertas etapas y dos disposiciones de “debida diligencia”, que se describen a continuación.

La etapa de información de publicación anticipada, es obligatoria antes de las etapas de coordinación o notificación. La publicación Anticipada es un escrito de intención que presenta un país que pretende utilizar una posición orbital con determinada banda y cobertura. Consiste en una explicación por adelantado de las características generales de un sistema satelital:

- La banda de frecuencia,
- El tipo de órbita,
- El área de servicio,
- La administración responsable.

De conformidad con el Artículo 9, sección IA “Publicación anticipada de información relativa a las redes o sistemas de satélites que no están sujetos a coordinación con arreglo al

procedimiento de la Sección II”, si al recibir una BR IFIC que contiene información publicada , una administración estima que puede causarse una interferencia inaceptable a sus redes o sistemas de satélites existentes o proyectados, debe comunicar sus comentarios en un plazo de cuatro meses a partir de la fecha de publicación de la BR IFIC a la administración que haya publicado la información sobre los detalles de la interferencia prevista a sus sistemas existentes o planificados. Si no se reciben esos comentarios de una administración dentro del plazo mencionado, puede suponerse que dicha administración no tiene objeciones con relación a la red o redes de satélites proyectadas del sistema del que se han publicado los detalles.

Y de conformidad con la sección IB del mismo artículo “Publicación anticipada de la información relativa a las redes o sistemas de satélites que están sujetos a coordinación con arreglo al procedimiento de la Sección II” , si al recibir una BR IFIC que contiene información publicada una administración considera que sus sistemas o redes de satélites o estaciones terrenales existentes o planificados se verán afectados, podrá comunicar sus comentarios a la administración que haya publicado la información, con el fin de que esta última pueda tomar dichos comentarios en consideración al iniciar el procedimiento de coordinación. Podrá enviarse también a la Oficina copia de dichos comentarios. A continuación, ambas administraciones intentarán cooperar conjuntamente para resolver cualquier dificultad que se suscite, con la asistencia de la Oficina, si lo solicita cualquiera de las partes, e intercambiarán la información adicional pertinente de que pueda disponerse

La fecha de recepción de la información por parte de la UIT establece la fecha de inicio del proceso de coordinación. Una vez que la UIT analiza la información, la publica en su circular semanal haciéndola del conocimiento de la comunidad internacional para recibir comentarios por parte de los miembros de las UIT que podrían ser afectos. El proceso debe cumplirse y la red satelital deberá entrar en servicio dentro de un período de siete años a partir de esa fecha (5 años más un plazo de extensión de 2 años si fuera necesario). Si el satélite no entra en servicio dentro de dicho período, la UIT cancelará los registros de esta red y el proceso de coordinación se da por finalizado.

De acuerdo al **Apéndice 4 del RR-UIT 9.30** se encuentran cuadros sobre las características que han de someterse para los servicios espaciales y de radioastronomía, siguiendo las instrucciones de lectura de dichas tablas según el reglamento, se enlistan los puntos aplicables a la publicación anticipada de una constelación de Nano Satélites en órbita baja.



**Tabla 4 Puntos aplicables a la publicación anticipada de una constelación de nano satélites en LEO de acuerdo al apéndice 4 del RR-UIT (Fuente: Autor).**

<b>A. Características generales de la constelación de nano satélites y la estación terrena.</b>
A.1 Identidad de la Constelación de Nano satélites y de la estación terrena.
A.1.a Identidad de la Constelación de Nano satélites.
A.1.f.1 Símbolo de la Administración Notificante.
<b>A.2 Fecha de puesta en servicio.</b>
A.2.a Fecha (Efectiva o prevista) de puesta en servicio de la asignación de frecuencia.
A.2.b Para una estación espacial, periodo de validez de las asignaciones de frecuencia.
A.4 Información relativa a la órbita
A.4.a.1 Longitud geográfica nominal en órbita baja.
<b>B. Características para cada haz de antena del satélite y estación terrena.</b>
B.2 Identificador de transmisión/recepción del haz de la estación espacial.
<b>C. Características para cada grupo de frecuencias, n haz de antena de satélite o estación terrena.</b>
C.1 Gama de frecuencias
C.1.a Para cada zona de servicio T-E o E-T o cada retransmisión T-E, la frecuencia menor de la gama será para las portadoras y ancho de banda de emisión.
<b>C.4 Clase de estación y naturaleza del servicio</b>
C.4.a.Clase de la estación
C.4.b Naturaleza del servicio prestado
<b>C.11 Zona(s) de servicio</b>
C.11.a Zonas de servicio donde las estaciones transmisión o recepción asociadas son estaciones terrenas o zonas de servicio del haz del satélite.

#### **7.4 Presentación de la información de coordinación**

En la UIT al momento de formular las reglas relativas a los servicios espaciales, se insistió en la utilización eficaz y racional. Este procedimiento (“coordinación antes de la utilización”) se basa en el principio de que el derecho a utilizar una posición de satélite se adquiere a través de negociaciones con las administraciones interesadas, gracias a la utilización real de la misma porción del segmento orbital. Por lo tanto la presentación de información de coordinación es obligatoria tanto para la administración que pretende acceder a una posición orbital como para las administraciones que tienen sistemas satelitales existentes o planeados que pudieran ser afectados por las asignaciones de frecuencias solicitadas.

Las administraciones involucradas en el proceso de coordinación establecen acuerdos que les conferirán derechos y obligaciones que aseguren la operación de sus sistemas satelitales en niveles de interferencias acordados por las Partes. La información de la etapa de coordinación debe ser presentada a la UIT antes de que se cumplan 24 meses (dos años) de la fecha de la API.

#### **7.5 Pago de diligencia financiera**

La diligencia Financiera corresponde a los pagos por la tramitación de redes satelitales. Las administraciones tienen la obligación de efectuar el pago de las facturas que envíe la UIT, con motivo de los cargos de recuperación de costos que el Consejo de la UIT ha establecido, en los acuerdos y resoluciones adoptados en las Conferencias de Plenipotenciarios y las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones. El incumplimiento del pago deriva en la eliminación de la API correspondiente, con lo cual se pierde todo trabajo ya realizado por la administración en la obtención de la posición orbital de que se trate.

El consejo de la UIT determina los principios de recuperación de costos y tarifas de solicitudes para una red satelital a través del Acuerdo número 4822. En el cual se establece que se aplique la recuperación de costos a todas las notificaciones de redes de satélites para:

- Publicación anticipada y solicitudes asociadas de coordinación o acuerdo (Artículo 9 de RR-UIT, Artículo 7 de los Apéndices 30 y 30A al RR-UIT).
- La utilización de bandas de guarda (Artículo 2A de los Apéndices 30 y 30A al RR-UIT).
- Las solicitudes de modificación de los Planes y Listas de servicios espaciales (Artículo 4 de los Apéndices 30 y 30A al RR-UIT).
- Las solicitudes de aplicación del Plan del servicio fijo por satélite y las solicitudes de conversión de una adjudicación en asignación.

Todas las notificaciones de redes de satélites relacionadas con la notificación para el registro de asignaciones de frecuencias en el Registro Internacional (Artículo 11 del RR-UIT, Artículo 5 de los Apéndices 30/30A al RR\_UIT y Artículo 8 del Apéndice 30B al RR\_UIT) recibidas por la Oficina de Radiocomunicaciones estén sujetas a tasas de recuperación de costos únicamente si éstas se refieren a la publicación anticipada o modificación de los Planes o Listas de los servicios espaciales.

Las cotizaciones de cobro se basan en la categorización de las solicitudes por el tipo de documento:

- Publicaciones (A1)
- Solicitudes de coordinación (C1-C3)
- Notificaciones (N1-N4)
- Modificaciones a los planes y a las correspondientes notificaciones (P1-P5). No todas las APIs están sujetas a una tasa por recuperación de costos, sin embargo la que se requiere para los enlaces entre satélites de órbita Geoestacionaria y no Geoestacionaria debe bajar una tarifa plana de 570 CHF<sup>3</sup>, de acuerdo con la Lista de precios de tramitación aplicable a las notificaciones de redes de satélites recibidas por la Oficina de Radiocomunicaciones.

Las categorías de coordinación (C1, C2, C3) y notificación (N1, N2, N3) están relacionadas con el número de formularios de coordinación aplicables a cada presentación de notificación o petición de coordinación de una red de satélites, de la siguiente manera:

- C1 y N1 se refiere a una notificación de red de satélites referente a sólo un formulario de coordinación sujeta a recuperación de costos según el tipo de coordinación a realizarse. Ambas categorías incluyen también los casos en que no se aplica ningún formulario de coordinación al haberse dado una conclusión desfavorable, o los casos en que las asignaciones de frecuencias se publican únicamente para información.
- C2 y N2 corresponden a una notificación de red de satélites referente a dos o más formularios de coordinación sujeta a recuperación de costes según el tipo de coordinación a realizarse.
- C3 y N3 corresponden a una notificación de red de satélites referente a cuatro o más formularios de coordinación sujeta a recuperación de costos según el tipo de coordinación a realizarse.

Para los procesos únicamente de Coordinación (C1-C3) y Notificación (N1-N3), la forma de evaluar el costo a cobrar, se realiza mediante el cálculo de unidades, que se refieren a la suma de los productos del número de asignaciones de frecuencias, número de clases de estación y número de emisiones obtenidos para todos los grupos de asignación de frecuencias. De esta manera, se tendría la siguiente relación de cobros para más de 100 unidades. Ver tabla 5.

**Tabla 5 Forma de cobro de acuerdo al número de unidades y la categoría del trámite (Fuente: Autor).**

Categoría	Concepto	Procedimiento
C1	Una forma de coordinación	5,560 CHF + 150 x Unidad
C2	Dos o Tres formas de coordinación	9,620 CHF + 150 x Unidad
C3	Cuatro o más formas de coordinación	18,467 CHF + 150 x Unidad
N1	Una forma de coordinación	15,910 CHF + 150 x Unidad
N2	Dos o Tres formas de coordinación	42,920 CHF + 150 x Unidad
N3	Cuatro o más formas de coordinación	42,920 CHF + 150 x Unidad
N4	No sujetas a coordinación	7,030 CHF

El procedimiento comienza con la recepción de la solicitud por parte de la Oficina, la cual realiza una evaluación de la categoría y las unidades de la presentación. Si el pago no es recibido en la fecha de vencimiento (que es de 6 meses a partir de la fecha de la factura), la Oficina procederá a la cancelación de la publicación. Tras la presentación de una solicitud la administración puede retirar la presentación en un plazo de 15 días sin cargo, después de los 15 días, el pago es obligatorio incluso si la presentación fue retirada antes de su publicación ver tabla 6.

**Tabla 6 Lista de precios de tramitación aplicable a las notificaciones de redes de satélites recibidas por la Oficina de Radiocomunicaciones (Fuente: Autor).**

Tipo	Categoría	Canon fijo por notificación (en CHF ≥ 100 unidades)	Canon fijo por notificación (en CHF < 100 unidades)	Canon fijo por unidad (en CHF < 100 unidades)	Unidad de recuperación de costos
<b>Publicación anticipada (A)</b>	A1 Para una red de satélites no GEO no sujeta a coordinación conforme a la Subsección A del Artículo 9; publicación anticipada de enlaces entre satélites de una estación espacial de satélite geo que comunica con una estación espacial no geo provisionalmente no sujeta a coordinación de conformidad con la Regla de Procedimiento relativa al número 11.32, punto 6. NOTA. La publicación anticipada incluye la aplicación del número 9.5 y no se le impondrá tasa alguna separadamente.	570		No aplicable	
<b>Coordinación (C)</b>	C1 Solicitud de coordinación para una red de satélites de conformidad con el número 9.6 y números 9.7, 9.7A, 9.7B, 9.11, 9.11A, 9.12, 9.12A, 9.13, 9.14 y 9.21 de la Sección II del Artículo 9, el número 7.1 del Artículo 7 del Apéndice 30, el número 7.1 del Artículo 7 del Apéndice 30A, Resolución 33 (Rev.CMR-03) y la Resolución 539 (Rev.CMR-03).NOTA – La coordinación también incluye la aplicación de la Subsección IB del Artículo 9, los números 9.5D, 9.53A (Sección Especial CR/D) y 9.41/9.42 y no se le impondrá tasa alguna separadamente.	20 560	5 560	150	Suma de los productos del número de asignaciones de frecuencias, número de clases de estación y número de emisiones obtenidos para todos los grupos de asignación de frecuencias
	C2	24 620	9 620		
	C3	33 467	18 467		
<b>Notificación (N)</b>	N1 Notificación e inscripción en el MIFR de asignaciones de frecuencias a una red de satélites sujeta a coordinación en virtud de la Sección II del Artículo 9 (a excepción de una red de satélites no geo sujeta únicamente al número 9.21).NOTA – La notificación también incluye la aplicación de las Resoluciones 4 y 49, los números 11.32A (véase la nota a), 11.41, 11.47, 11.49, la Subsección IID del Artículo 9, las Secciones 1 y 2 del Artículo 13 y el Artículo 14 y no se le impondrá tasa alguna separadamente.	30 910	15 910	150	Suma de los productos del número de asignaciones de frecuencias, número de clases de estación y número de emisiones obtenidos para todos los grupos de asignación de frecuencias
	N2	57 920	42 920		
	N3	57 920	42 920		
	N4 Notificación e inscripción en el MIFR de asignaciones de frecuencias de una red de satélites no geo no sujeta a coordinación conforme a Sección II del Artículo 9, o sujeta únicamente al número 9.21	7 030		No aplicable	

## 7.6 La coordinación

La siguiente fase es la Coordinación, en este paso, la administración de un país envía a la UIT información más detallada acerca de la frecuencia particular que será utilizada en la constelación satelital propuesta. Si alguna información referente a preocupaciones de algún país se da a conocer, entonces, el órgano regulador de cada administración intentará encaminar dichos asuntos emitiendo análisis para demostrar que las potenciales interferencias pueden ser resueltas con ningún o mínimos cambios en el diseño del sistema propuesto. Generalmente, es el operador satelital quien presenta el análisis y los órganos reguladores quienes evaluarán la propuesta para asegurar que se realiza de conformidad con las reglamentaciones, regulaciones y políticas de cada país.

Todos los procedimientos de coordinación se encuentran en un solo artículo del Reglamento de Radiocomunicaciones, el Artículo 9 "Procedimiento para efectuar la coordinación u obtener el acuerdo de otras administraciones" donde se especifican los casos en los que se debe realizar la coordinación de los servicios terrestre en las bandas de frecuencias compartidas con otras administraciones. También se tiene asociado al Artículo 9, el Apéndice 4, que especifica los distintos datos que deben suministrarse en toda petición de publicación anticipada o de coordinación, y el apéndice 5, en el que aparecen los criterios para identificar las administraciones con las que debe efectuarse la coordinación o cuyo acuerdo se solicita. El Artículo 9 del Reglamento de Radiocomunicaciones se encuentra en vigor desde el 1 de enero de 1999.

De acuerdo al RR-UIT en su Artículo 9, existen diversos tipos de coordinación, los enlistados a continuación son los de interés para esta tesis, debido a que involucran satélites de órbita no geoestacionaria.

- **9.11A** “e) para una estación con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia a esta disposición, se aplican las disposiciones de los números 9.12 a 9.16”;
- **9.12** “Para una estación de una red de satélites que utilice la órbita de satélites no geoestacionarios con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia a esta disposición o al número **9.11A**, con respecto a cualquier otra red de satélites que utilice la órbita de satélites no geoestacionarios, excepto la coordinación entre estaciones terrenas que funcionan en el sentido opuesto de la transmisión”;
- **9.12A** “Para una estación de una red de satélites que utilice la órbita de satélites no geoestacionarios con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia a esta disposición o al número **9.11A**, con respecto a cualquier otra red de satélites que utilice la órbita de satélites geoestacionarios, excepto la coordinación entre estaciones terrenas que funcionan en el sentido opuesto de la transmisión”;

- **9.15** “Para una estación terrena específica o una estación terrena típica de una red de satélites no geoestacionarios con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia al número **9.11A**, con respecto a las estaciones terrenales en bandas de frecuencias atribuidas con igualdad de derechos a servicios espaciales y terrenales y cuando la zona de coordinación de la estación terrena incluye el territorio de cualquier otro país”;
- **9.16** “Para una estación transmisora de un servicio terrenal con respecto a la cual se estipula el requisito de efectuar coordinación en una nota del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias que haga referencia al número **9.11A** y que está situada dentro de la zona de coordinación de una estación terrena en una red de satélites no geoestacionarios”;

Cabe mencionar que las asignaciones de frecuencia que deben tenerse en cuenta al momento de realizar la coordinación se identifican utilizando el Apéndice 5 del RR-UIT. Por lo que se refiere a la publicación de las Secciones Especiales relativas a las peticiones de coordinación presentadas después del 1 de enero de 1999, todas las peticiones de coordinación con arreglo al Artículo 9 recibidas se publican en un sólo tipo de Sección Especial, la Sección Especial CR/C/--.

Las primeras páginas de la Sección Especial CR/C proporcionan información general sobre la red de satélites en coordinación indicando los formularios de coordinación aplicables, un resumen de los requisitos de coordinación, las posibles administraciones afectadas y una descripción de los diversos códigos utilizados en la publicación. La parte central de la publicación contiene los datos de la red de satélites y los gráficos asociados de acuerdo al Apéndice 4 Sección II. . En la última parte aparecen las notas y comentarios realizados por la administración responsable, las conclusiones y comentarios de la Oficina de Radiocomunicaciones si es aplicable:

- i) Una lista detallada de requisitos de coordinación a nivel de grupo seguida por las listas de redes y
- ii) La lista de posibles administraciones afectadas a nivel de grupo.

Una vez que el pedido de coordinación es recibido por la UIT, la Oficina revisa la solicitud de coordinación (Artículo 9, 9.35) e identifica cualquier Administración con la cual debe hacerse coordinación (Artículo 9, 9.36 de acuerdo con el 9.27), donde el Apéndice 5. Contiene todo los criterios necesarios para las asignaciones de frecuencia que han de tenerse en cuenta al efectuar la Coordinación.

A partir de ese momento, se establece la fecha prioritaria para la constelación de satélites. La fecha es importante dado que define el orden prioritario que tendrá dicha solicitud relativa a

otros sistemas satelitales que están planificados para operar en la misma banda de frecuencias, pues el proceso de coordinación se basa en el orden de llegada.

Las administraciones involucradas en la coordinación reciben aviso de la información adicional. Luego de esto, y si los existe, intentarán resolver potenciales dificultades de interferencia a través de correspondencia. Se abre entonces un canal de comunicación entre la administración del país que iniciará el servicio y las administraciones de aquellos que podrían verse afectados. Las entidades privadas no tienen contacto directo con los gobiernos o administraciones afectadas, excepto a través de sus administraciones coordinadoras. En este punto del proceso, se realiza un intercambio de datos específicos del sistema que sea suficiente para que las otras administraciones puedan evaluar la inaceptable interferencia mutua. Los operadores satelitales únicamente brindan apoyo técnico a las administraciones coordinadoras en el desarrollo de cualquier propuesta compartida con otros sistemas satelitales.

Las indicaciones a seguir cuando se presentan determinados incumplimientos del procedimiento de coordinación se localizan de igual forma en el Artículo 9 del RR-UIT (subsecciones IIB, IIC y IID).

### **7.7 Presentación de la debida diligencia administrativa**

Para administrar mejor la órbita baja y debido a que las dificultades para negociar la coordinación se acrecentaban considerablemente y esto planteaba problemas al momento de gestionar y atribuir el recurso órbita/espectro, la UIT tomó medidas con la finalidad de evitar un congestionamiento de la órbita a partir de su uso ineficiente y así en la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT (Kyoto, 1994) se dictó una resolución (Resolución 18) en la que se solicitó una revisión de los procedimientos de coordinación y del marco general de la planificación de frecuencias aplicables a las redes de satélite de la UIT.

De acuerdo a lo solicitado por dicha Resolución, en la CMR-97 se dictó un conjunto de procedimientos denominados de “debida diligencia administrativa”, con los que se trata de exigir exactamente la información necesaria para demostrar la seria intención de proceder a la puesta en servicio de la constelación de satélites y así remediar el problema de la reserva de recursos órbita y espectro sin utilización efectiva. Estos procedimientos son de aplicación obligatoria desde el 22 de noviembre de 1997 para cualquier red de satélites de los servicios SFS, SMS y SRS que se encuentran sujetos a los procedimientos de coordinación.

Los procedimientos de debida “diligencia administrativa” se encuentran descritos en la Resolución 49, donde se establece un listado de aquellas redes, situaciones y modificaciones a los Apéndices 30, 30A y 30B del RR-UIT, que se encuentran sometidas a dichos procedimientos.

La Oficina de Radiocomunicaciones ha elaborado el formulario RS49 de conformidad con las decisiones de la CMR-97 el cual se refiere a la información que se deberá comunicar a la Oficina de Radiocomunicaciones sobre debida diligencia administrativa. Consta de 3 partes que se presentan en tres páginas:

- Formulario RS49/1 Identidad de la red de satélite
  - Fabricante del vehículo espacial
  - Proveedor de servicios de lanzamiento
- Formulario RS49/2 Características de la red de satélite
- Formulario RS49/3 Características de la red de satélite (Apéndices 30, 30A y 30B)

En las cuales se debe especificar lo siguiente:

**A. Identidad de la red de satélite**

- a) Identidad de la red de satélite
- b) Nombre de la administración
- c) Símbolo de país
- d) Referencia a la información necesaria para la publicación anticipada o a la solicitud de modificación de los Planes de los apéndices 30 y 30A
- e) Referencia a la solicitud de coordinación (no aplicable a los apéndices 30 y 30A)
- f) Banda(s) de frecuencias
  - g) Nombre del operador
- h) Nombre de los satélites
- i) Características orbitales

**B. Fabricante del vehículo espacial**

- a) Nombre del fabricante del vehículo espacial
- b) Fecha de ejecución del contrato
- c) Programa contractual de entrega
- d) Número de satélites adquiridos

**C. Proveedor de servicio de lanzamiento**

- a) Nombre del proveedor del vehículo de lanzamiento
- b) Fecha de ejecución del contrato
- c) Fecha prevista de lanzamiento o de entrega en órbita
- d) Nombre del vehículo de lanzamiento
- e) Nombre y ubicación de la plataforma de lanzamiento



Por ello ahora, las administraciones tienen la obligación de enviar a la UIT la información de Debida Diligencia Administrativa relacionada con la identidad de la constelación de satélite, del fabricante de los satélites y del proveedor del servicio de lanzamiento, antes del término del periodo establecido para la entrada en servicio de la constelación satelital. Si la UIT no recibe completa la información de Debida Diligencia Administrativa dentro de los plazos especificados, se suprimirá toda información y procesos de coordinación de la constelación satelital, perdiendo todos sus derechos.

## **7.8 Información de notificación**

Una vez concluido el proceso de Coordinación y de entrega de información de Debida Diligencia Administrativa, se realiza la notificación de la posición de la constelación satelital y sus bandas de frecuencias asociadas. Si antes de que termine el periodo de 7 años, a partir de la presentación de la API, la UIT no ha recibido la notificación para la inscripción de la posición satelital o la información de Debida Diligencia Administrativa, el proceso se cancela, perdiendo todos los derechos de prelación que tenga la red satelital.

El procedimiento para notificación e inscripción de las asignaciones de frecuencias de la red espacial en el Registro Internacional de Frecuencias se describe en el Artículo 11 del Reglamento en el cual se establecen los casos en que debe notificarse. Entre ellos se tienen los casos para aquellas estaciones terrenas que:

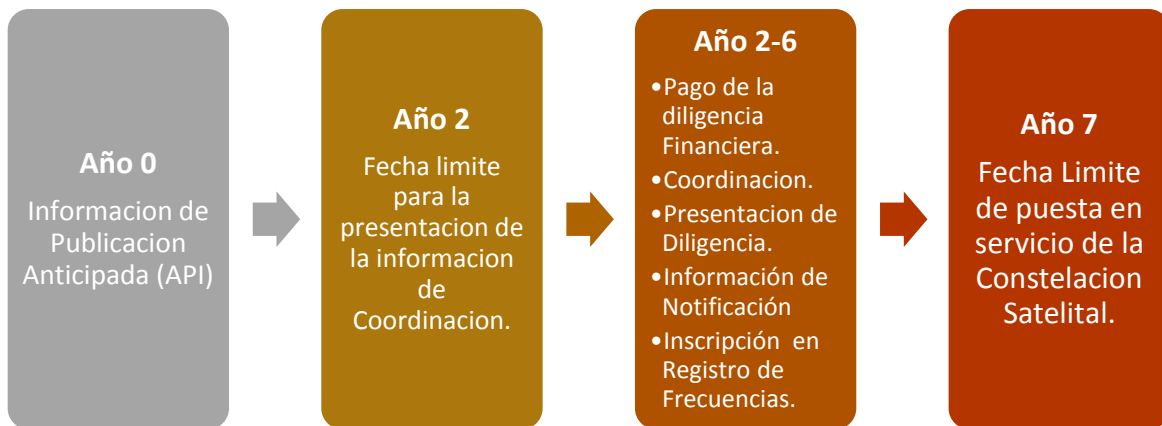
- Sean capaces de ocasionar interferencia perjudicial (estación transmisora) a otros sistemas de radiocomunicaciones;
- Sean susceptibles de recibir interferencia perjudicial (estación receptora) de otros sistemas de radiocomunicaciones;
- Sean utilizadas para las radiocomunicaciones internacionales;
- De las cuales se desee obtener el reconocimiento internacional;
- Que forma parte de un procedimiento de coordinación del RR de la UIT.

## **7.9 Inscripción en el registro internacional de frecuencias**

La notificación es la fase final de la reglamentación necesaria para inscribir las asignaciones de frecuencia en el Registro Internacional de Frecuencias. El Artículo 6 de la Constitución de la UIT, dispone, entre otras cosas, que “todos los miembros estarán obligados a atenerse a las disposiciones de la presente Constitución, del Convenio y de los Reglamentos Administrativos en todas las oficinas y estaciones de telecomunicaciones instaladas o explotadas por ellos y que presten servicios internacionales o puedan causar interferencia perjudicial a los servicios de radiocomunicación de otros países”.

Estos derechos y obligaciones internacionales de las administraciones en lo que concierne a sus propias asignaciones de frecuencia o a las de otras administraciones dimanar de la inscripción de las asignaciones de frecuencia en el Registro Internacional de Frecuencias (el Registro) o, en su caso, de conformidad con el correspondiente Plan.

Una vez habiendo notificado las características de la constelación satelital que será puesta en operación, ésta no deberá interferir con los sistemas ya registrados en el Registro Público de la UIT, y al nuevo sistema de satélites se le provee de reconocimiento internacional y protección de su frecuencia asignada ante los subsiguientes sistemas coordinados. A partir del procedimiento establecido por el Reglamento de Radiocomunicaciones para la obtención de posiciones orbitales, se presenta un resumen reflexivo considerando un reloj virtual en el que es más fácil identificar tiempos para las etapas de coordinación.



**Figura 21** Reloj Virtual del procedimiento establecido por el RR-UIT para la obtención de posiciones orbitales (Fuente: Autor).

### 7.10 Coordinación terrestre de estaciones terrenas

Un aspecto importante a cuidar previo a la operación de una constelación satelital, es la posible interferencia entre las estaciones terrenas (transmisoras y/o receptoras). Las posibles interferencias entre las estaciones deben atenderse de forma precisa, para evitar funcionamientos no previstos que degraden la calidad de la operación del sistema. Para ello, debe realizarse una coordinación especial entre las estaciones terrenas al margen de la UIT.

De acuerdo con el RR-UIT “La zona de coordinación representa la zona que rodea a una estación terrena que comparte la misma banda de frecuencias con estaciones terrenas, o la zona que rodea a una estación terrena transmisora que comparte la misma banda de frecuencias atribuida bidireccionalmente con estaciones terrenas receptoras, dentro de la cual el nivel de interferencia admisible puede ser rebasado y, por tanto, se requiere la coordinación.” (Apéndice 7 Volumen II, RR-UIT).

Fue hasta el año 2000 que se propuso un procedimiento para realizar la coordinación entre estaciones terrenas. Dicha iniciativa, surgió por parte del Grupo de Tareas Especiales 1/66, quien solicitó a la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT establecer el procedimiento.

Antes de que una administración notifique a la Oficina o ponga en servicio cualquier asignación de frecuencia a una estación terrena transmisora, la administración debe utilizar las disposiciones del Apéndice 5, Volumen II del RR-UIT para identificar las administraciones con las que ha de efectuarse la coordinación, cuyo territorio esté

comprendido total o parcialmente en la zona de coordinación de la estación terrena planificada.

Así mismo, el Apéndice 7, Volumen II del RR-UIT en la definición y cálculo de las zonas de coordinación para aquellas estaciones terrenas cuya frecuencia asignada esté comprendida entre los 100 MHz y 105 GHz. En este apéndice, se detalla la determinación de la distancia para el modo de propagación, la ganancia de las antenas para una estación terrena que opere con estaciones espaciales no geoestacionarias, así como la determinación de la zona de coordinación para una estación terrena transmisora con respecto a las estaciones terrenas receptoras que funcionan con estaciones espaciales geoestacionarias en bandas de frecuencias atribuidas bidireccionalmente. Así, aquellas estaciones terrenas que deseen operar con una frecuencia asignada, a partir del 1 de enero de 2002, deben seguir el procedimiento establecido en el Apéndice 7.

Los procedimientos permiten determinar una distancia, en todas las direcciones acimutales, desde una estación terrena transmisora o receptora, más allá de la cual cabría esperar que la pérdida de trayecto prevista exceda de un valor indicado para todo el tiempo, salvo un porcentaje de tiempo específico. Esta distancia se denomina distancia de coordinación. Cuando la distancia de coordinación es determinada para cada acimut alrededor de la estación terrena coordinadora, define un contorno de distancia, denominado el contorno de coordinación, que delimita la zona de coordinación. Su finalidad es identificar la zona dentro de la cual hay que efectuar evaluaciones detalladas del riesgo de interferencia para determinar si la estación terrena coordinadora o cualquiera de las estaciones terrenales, o, en el caso de una asignación bidireccional, cualquiera de las estaciones terrenas receptoras que comparten la misma banda de frecuencias, experimentarían niveles de interferencia inadmisibles.

En consecuencia, la zona de coordinación no es una zona de exclusión dentro de la cual se prohíbe la compartición de frecuencias entre la estación terrena y estaciones terrenales u otras estaciones terrenas, sino la zona dentro de la cual hay que realizar cálculos más detallados. Aunque la determinación de la zona de coordinación se basa en criterios técnicos, representa un concepto reglamentario. Su finalidad es identificar la zona dentro de la cual hay que efectuar evaluaciones detalladas del riesgo de interferencia para determinar si la estación terrena coordinadora que comparte la misma banda de frecuencias, experimentaría niveles de interferencia inadmisibles.

Para determinar la zona de coordinación, deben considerarse dos casos distintos:

1. El caso de la estación terrena, cuando es transmisora y, por tanto, puede causar interferencia a las estaciones receptoras terrenas;
2. El caso de la estación terrena cuando es receptora y, por tanto, puede recibir interferencia de estaciones terrenas transmisoras.

Para aquellas estaciones transmisoras cuyas frecuencias estén ya inscritas en el Registro Internacional, se convino establecer los contornos de coordinación, notificándolos a las administraciones. De esta forma, aquellas administraciones que deseen notificar a UIT o

poner en operación un nuevo servicio espacial de radiocomunicación, pueden utilizar los datos sobre la zona de coordinación de aquellas estaciones ya existentes.

En el caso de estaciones terrenas receptoras, la administración debe utilizar los datos de zona de coordinación de las estaciones terrenas existentes, así como cualquier dato adicional de zona de coordinación que se reciban de otras administraciones para las estaciones terrenas transmisoras y en su caso, aplicar el proceso de coordinación necesario.

Tras concluir el proceso de coordinación pertinente, cuando una administración notifique a la Oficina una asignación de frecuencia a una estación terrena transmisora o receptora, la Oficina examinará su conformidad con los procedimientos relativos a la coordinación.

Tratándose de una estación terrena transmisora, la Oficina calculará la zona de coordinación y comprobará si la administración notificante ha concluido o no con éxito la coordinación con las administraciones cuyos territorios estén total o parcialmente en la zona de coordinación de la estación terrena planificada. En el caso de una estación terrena receptora, la Oficina comprobará si la estación terrena está situada en la zona de coordinación de cualesquiera de las estaciones terrenas transmisoras existentes de ser así, si la administración notificante ha concluido o no satisfactoriamente la coordinación con dicha administración.

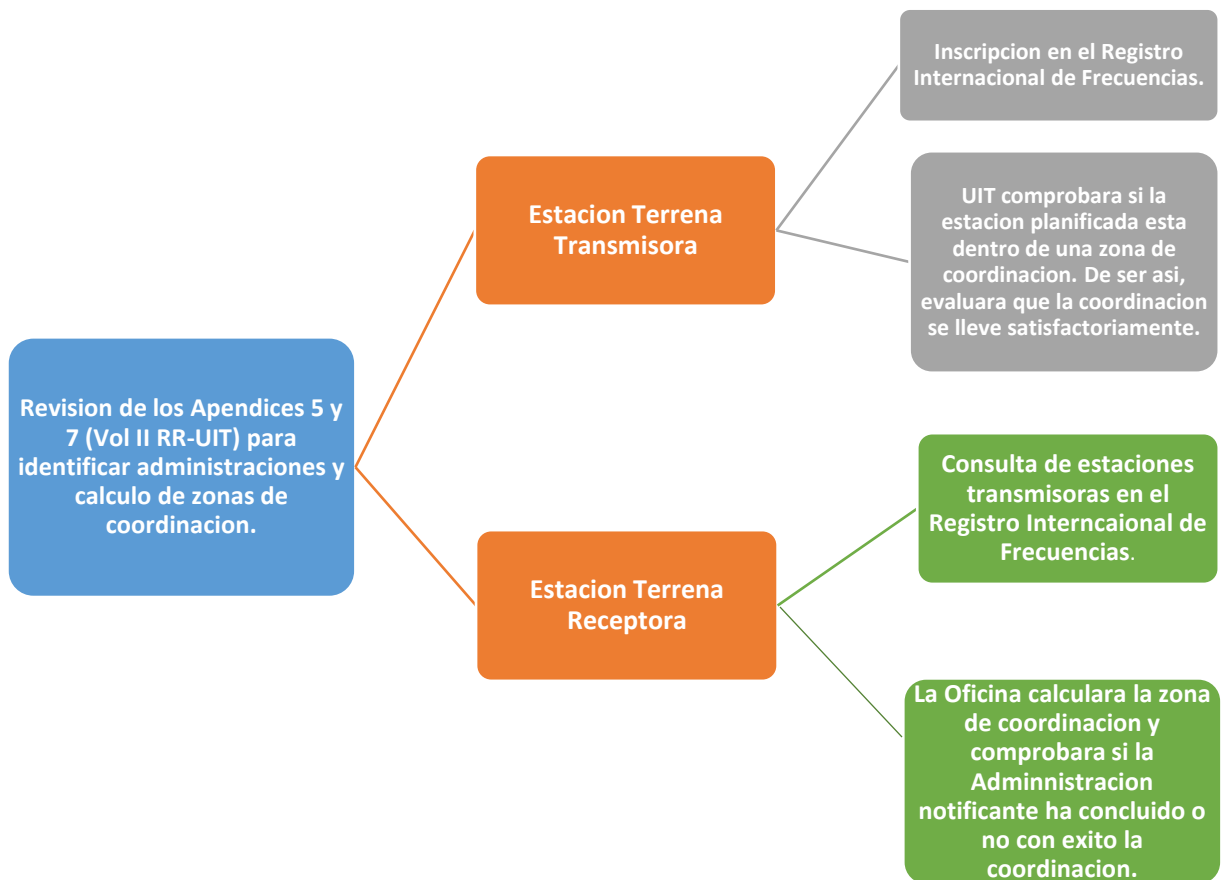


Figura 22 Resumen procedimiento para la coordinación terrestre de Estaciones Terrenas (Fuente: Autor).

## **CAPÍTULO 8**

# **PROCEDIMIENTOS REGULATORIOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CONCESIÓN PARA LA OCUPACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS ORBITALES EN MÉXICO.**

### **8.1 Obtención del recurso orbital**

Como se presentó en el capítulo anterior, existen dos formas en las que México puede obtener un recurso orbital: mediante la solicitud expresa a la UIT para realizar el procedimiento de coordinación y mediante la planificación a priori en donde las posiciones son atribuidas a un país por el simple hecho de ser un estado miembro de la UIT como parte de su derecho a utilizar parte del espectro radioeléctrico.

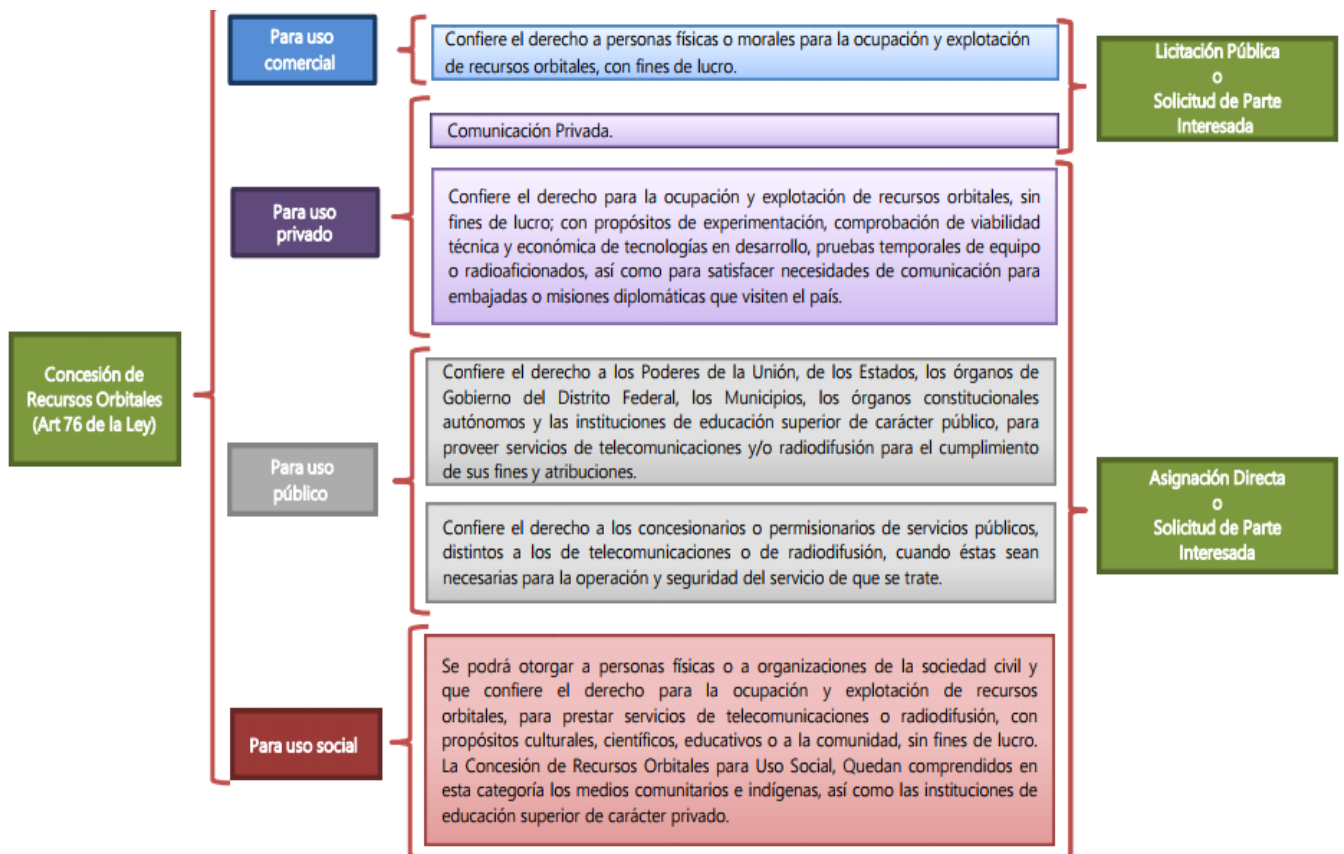
Una vez que a México se le han adjudicado bandas de frecuencia y una posición orbital, la administración será libre de otorgarlas a los operadores en su territorio para la explotación de servicios de acuerdo a la legislación vigente dentro del país. En México, la legislación vigente y aplicable es la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en la que se establecen las bases necesarias y los lineamientos específicos para asignar los recursos a los operadores. De acuerdo al tipo de frecuencias y su uso deseado, la administración procede a otorgar dos tipos de “autorizaciones” para operar un servicio satelital: las concesiones y los permisos.

Sin embargo, es necesario considerar que las concesiones sobre los bienes del dominio público de la federación no crean derechos reales, y únicamente otorgan frente a la Administración, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos y explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes del título de la concesión.

Así según el Artículo 76 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, “las concesiones para ocupar y explotar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país, con sus respectivas bandas de frecuencias y derechos de emisión y recepción de señales, se otorgarán mediante el procedimiento de licitación pública \*...+ Tratándose de dependencias y entidades de la administración pública federal, la Secretaría otorgará mediante asignación directa dichas posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales.”. Es decir, aquellas bandas de frecuencias y posiciones orbitales cuyo fin sea el lucro, deberán ser asignadas por medio de licitaciones llevadas a cabo por el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) en donde se subastan los recursos y el ganador recibe la concesión para su explotación. En la figura 23 se muestra un panorama general de las diferentes concesiones que pueden otorgarse según su uso.

Es relevante en este punto abordar la definición de tres términos fundamentales para este capítulo que serán tomados de la LFTyR, capítulo 1, artículo 3, los cuales son:

- **Concesión única:** Acto administrativo mediante el cual el Instituto confiere el derecho para prestar de manera convergente, todo tipo de servicios públicos de telecomunicaciones o radiodifusión. En caso de que el concesionario requiera utilizar bandas del espectro radioeléctrico o recursos orbitales, deberá obtenerlos conforme a los términos y modalidades establecidas en esta Ley;
- **Concesión de espectro radioeléctrico o de recursos orbitales:** Acto administrativo mediante el cual el Instituto confiere el derecho para usar, aprovechar o explotar bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico o recursos orbitales, en los términos y modalidades establecidas en esta Ley;
- **Concesionario:** Persona física o moral, titular de una concesión de las previstas en esta Ley;



**Figura 23 Concesiones para la Ocupación y Explotación de Recursos Orbitales (Fuente: Regulación para Satélites Pequeños IFT, 2017).**

## **8.2 Requisitos para la obtención de una concesión en México a solicitud de parte interesada**

De manera general, la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión en su artículo 96, menciona:

*“Cualquier persona podrá manifestar al Instituto su interés para que el Gobierno Federal obtenga recursos orbitales a favor del Estado Mexicano, para lo cual deberá:*

*I. Presentar solicitud en la que manifieste su interés, respaldada con un proyecto de inversión;*

*II. Proporcionar la siguiente información técnica:*

*a) La banda o bandas de frecuencias;*

*b) La cobertura geográfica;*

*c) La posición orbital geostacionaria que se pretende ocupar o, en su caso, la descripción detallada de la órbita u órbitas satelitales, así como la del sistema satelital correspondiente;*

*d) Las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo la descripción del o los satélites que pretenden hacer uso de los recursos orbitales, y*

*e) Toda la información técnica adicional que el solicitante considere relevante;*

*III. Los servicios de radiocomunicaciones que se pretenden ofrecer en cada una de las bandas a coordinar;*

*IV. La documentación que acredite la capacidad técnica, financiera, jurídica y administrativa del solicitante, y*

*V. Carta compromiso de participar y coadyuvar con el Gobierno Federal en todas las gestiones, requisitos y coordinación necesarios para la obtención o registro de recursos orbitales a favor del país.”*

Así mismo en los Lineamientos Generales para el otorgamiento de las Concesiones a que se refiere el Título Cuarto de la LFTyR (artículo 12), enlista otros requisitos necesarios a cumplir como Concesionario presentando información en formato libre que contenga lo siguiente:

***I. Datos generales del interesado:***

*a) Identidad (nombre o razón o denominación social).*

*b) En su caso, nombre comercial o marca del servicio a prestar.*

*c) Domicilio en el territorio nacional.*

*d) En su caso, correo electrónico y teléfono, del interesado o de su representante legal.*

*e) Clave de inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes.*

***II. Modalidad de uso.***

***III. Características generales del proyecto.***

*a) Descripción del proyecto.*

*b) Justificación del proyecto.*

***IV. Capacidad Técnica, Económica, Jurídica y Administrativa.***

*a) Capacidad Técnica.*

*b) Capacidad Económica.*

*c) Capacidad Jurídica.*

*d) Capacidad Administrativa.*

*V. Programa inicial de cobertura.*

*VI. Pago por el análisis de la solicitud.*

*VII. Artículo 11 fracciones II y III de los Lineamientos, estas fracciones contienen los formatos de solicitud de para una concesión.*

Como se observó en la figura 8.1, existen dos formas de obtener una concesión; Licitación Pública y Asignación Directa, se iniciara explicando, el proceso de licitación pública es aplicable para cualquiera que se sostenga entre el representante del Estado y un interesado. En materia de Telecomunicaciones, el Instituto Federal de Telecomunicaciones IFT, en su posición de órgano regulador, es el encargado de gestionar y controlar de manera transparente y eficaz las licitaciones públicas.

Una licitación pública está compuesta principalmente por ocho etapas, donde cada una establece requisitos específicos que permiten considerarla válida. Estas ocho etapas son:

- Convocatoria Pública
- Bases de la Licitación
- Junta de Aclaraciones
- Presentación de Propuestas Técnicas y Económicas
- Apertura de Propuestas Técnicas
- Dictamen Técnico
- Apertura de Propuestas Económicas
- Dictamen Económico, y
- Adjudicación del Contrato.

A continuación se describirá de forma general cada etapa:

### **Convocatoria Pública**

Se trata de una invitación por parte de la Administración Pública al público en general. En la que se establece el lugar, fecha y horarios donde se pueden consultar las bases de licitación. Así mismo, se indica por adelantado el costo de las bases de la licitación. La Administración Pública Federal debe señalar si dicha licitación se realiza bajo algún tratado internacional.

### **Bases de la Licitación**

Las bases de la licitación plantean toda la información que los interesados deben conocer antes de comenzar la subasta. En ella, se explica a detalle cuál es el objetivo de la Licitación, así como los recursos que se desean concesionar y las expectativas de la administración.



## **Junta de Aclaraciones**

Se trata de una o varias reuniones llevadas a cabo para aclarar y explicar a detalle todas y cada una de las bases de licitación que los licitantes no comprendan. Todo lo que llegara a modificarse a las bases de licitación en dichas juntas, formara parte de la versión final de las bases de licitación.

## **Presentación de las propuestas técnicas y económicas**

Acto mediante el cual los participantes, entregan a la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal convocante, las propuestas tanto técnicas como económicas con las que suponen satisfacer los requisitos publicados en las bases de la licitación. Dichas propuestas involucran los procedimientos, tecnologías y tiempos en los que cada licitante cumplirá con dichos requisitos o, en el caso del espectro radioeléctrico, se indica la manera en la que éste se explotará eficientemente. Así mismo, se propone la cantidad que los participantes están dispuestos a ofrecer para obtener el recurso. La administración deberá tomar en cuenta ambas propuestas y no solamente la económica, de modo que la relación costo-beneficio sea la mejor posible. Así mismo, los criterios no económicos de decisión, incluirán principalmente el desarrollo eficiente de telecomunicaciones, el fortalecimiento de la soberanía nacional, el fomento de la sana competencia entre prestadores de servicios y la adecuada cobertura social.

## **Apertura de las propuestas técnicas**

En esta etapa, la Administración deberá revisar de forma conjunta y frente a los licitantes las propuestas técnicas entregadas por ellos, revisando que cumplan estrictamente con los requisitos formales y rechazando aquellas que hayan omitido cualquiera de los requisitos solicitados en las bases de la licitación. Una vez calificados los participantes de manera formal se continúa con la siguiente etapa del proceso.

## **Dictamen técnico**

En esta etapa, la entidad reguladora deberá emitir el dictamen formal correspondiente, en el cual mencionará quiénes son solventes técnicamente o quiénes no cumplen con las bases de la licitación, ya que el incumplimiento a cualquier requisito produce la descalificación del participante en la licitación. El dictamen técnico deberá darse a conocer como acto previo al acto de apertura de propuestas económicas. Esto, con el fin de que la decisión tomada por la Administración sea lo más objetiva posible sin la influencia de la propuesta económica.

## **Apertura de propuestas económicas**

Esta etapa es quizá la más controversial de las ocho etapas de una licitación pública. Debido a que en ella, la administración procede a la apertura del sobre de cada licitante cuya propuesta técnica haya sido aceptada, y contiene el monto total ofertado para la obtención del recurso. Durante la sesión, será levantada un acta en la que se establecerán los montos totales ofertados por cada participante y se dará la fecha en la que la Administración presentará el fallo que decidirá al ganador.

## **Fallo licitatorio o adjudicatorio del contrato**

En esta etapa final, se elaborará el dictamen económico y fallo licitatorio o adjudicatario del contrato, debiéndose firmar por los asistentes y cuando menos dos servidores públicos de la dependencia o entidad convocante. En dicha acta se deberán de dar las razones a los licitantes no ganadores, del por qué no resultaron ganadores, debiéndose entregar copia de la misma a los asistentes y poniéndose a disposición de los que no asistieron ante la dependencia.

Además de dichos requisitos, deberá cumplir con los requisitos del Artículo 39 de la Ley de Obras Públicas, que a la letra dice:

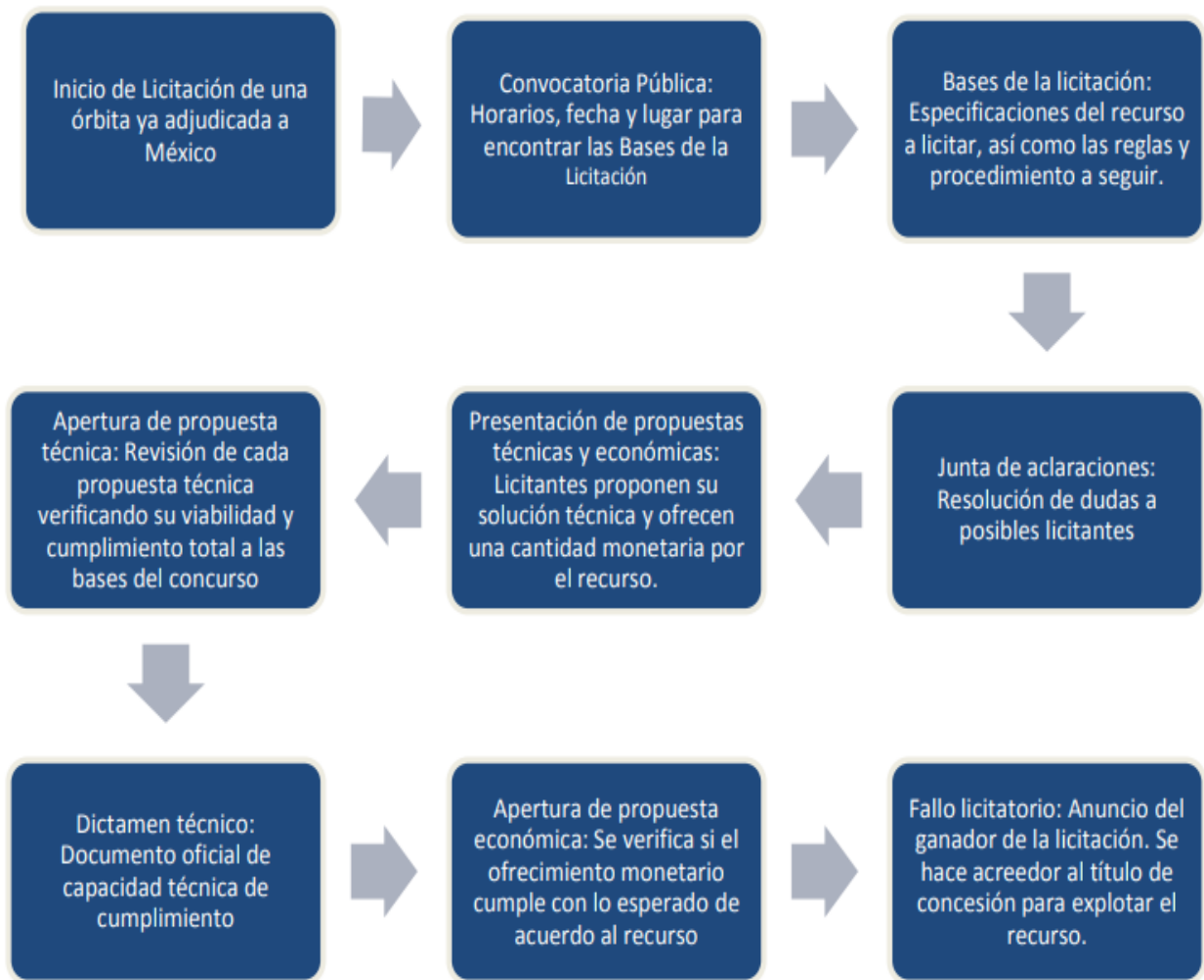
Artículo 39. “La convocante emitirá un fallo, el cual deberá contener lo siguiente:

- I.** La relación de licitantes cuyas proposiciones se desecharon, expresando todas las razones legales, técnicas o económicas que sustentan tal determinación e indicando los puntos de la convocatoria que en cada caso se incumpla;
- II.** La relación de licitantes cuyas proposiciones resultaron solventes, describiendo en lo general dichas proposiciones. Se presumirá la solvencia de las proposiciones, cuando no se señale expresamente incumplimiento alguno. En el caso de haberse utilizado el mecanismo de puntos y porcentajes para evaluar las proposiciones, se incluirá un listado de los componentes del puntaje de cada licitante, de acuerdo a los rubros calificados que se establecieron en la convocatoria;
- III.** Nombre del licitante a quien se adjudica el contrato, indicando las razones que motivaron la adjudicación, de acuerdo a los criterios previstos en la convocatoria, así como el monto total de la proposición;
- IV.** IV. Fecha, lugar y hora para la firma del contrato, la presentación de garantías y, en su caso, la entrega de anticipos, y 92
- V.** V. Nombre, cargo y firma del servidor público que lo emite, señalando sus facultades de acuerdo con los ordenamientos jurídicos que rijan a la convocante. Indicará también el nombre y cargo de los responsables de la evaluación de las proposiciones.”

En caso de que se declare desierta la licitación, se señalarán en el fallo las razones que lo motivaron. En el fallo no se deberá incluir información reservada o confidencial, en los términos de las disposiciones aplicables. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren presentado proposiciones, entregándoseles copia del mismo y levantándose el acta respectiva.

Asimismo, el contenido del fallo se difundirá a través de CompraNet el mismo día en que se emita. A los licitantes que no hayan asistido a la junta pública, se les enviará por correo electrónico un aviso informándoles que el acta de fallo se encuentra a su disposición en CompraNet. Con la notificación del fallo por el que se adjudica el contrato, las obligaciones derivadas de éste serán exigibles, sin perjuicio de la obligación de las partes de firmarlo en la fecha y términos señalados en el fallo. Cuando se advierta en el fallo la existencia de un error aritmético, mecanográfico o de cualquier otra naturaleza, que no afecte el resultado de

la evaluación realizada por la convocante, dentro de los cinco días hábiles siguientes a su notificación y siempre que no se haya firmado el contrato, el titular del área responsable del procedimiento de contratación procederá a su corrección, con la intervención de su superior jerárquico, aclarando o rectificando el mismo, mediante el acta administrativa correspondiente, en la que se harán constar los motivos que lo originaron y las razones que sustentan su enmienda, hecho que se notificará a los licitantes que hubieran participado en el procedimiento de contratación, remitiendo copia de la misma al órgano interno de control dentro de los cinco días hábiles posteriores a la fecha de su firma. Si el error cometido en el fallo no fuera susceptible de corrección conforme a lo dispuesto en el párrafo anterior, el servidor público responsable dará vista de inmediato al órgano interno de control, a efecto de que, previa intervención de oficio, se emitan las directrices para su reposición.



**Figura 24** Proceso de licitación en México (Fuente: Dimitri Flores, 2016).

### 8.3 Costos asociados a las concesiones para el uso del recurso orbital

Conforme al artículo 173 del decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos los costos son los siguientes:

*Tabla 7 Costos Asociados a una concesión (Fuente: Autor).*

USO		Costo por estudio de la solicitud, y en su caso la expedición del título de concesión (M.N.)	Costo por prórroga (M.N.)
<b>A. Comercial</b>		29,582.17	12,520.82
<b>B. Privado</b>	I. Con propósitos de comunicación privada:	29,582.17	12,520.82
	II. Con propósitos de experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo o pruebas temporales de equipos.	13,513.03	-----
	III. Con propósitos de radioaficionados:	1,425.58	729.76
<b>C. Público y social</b>		29,582.17	12,520.82

Es importante resaltar que el mismo artículo 173 menciona que respecto al uso B. Privado sección II no pagarán derechos las instituciones de enseñanza educativa sin fines de lucro cuando utilicen las bandas de frecuencia para experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo o pruebas temporales de equipo.

En el caso del uso de bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite e indicadas en la nota 5.282 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, los costos son los siguientes:

**Tabla 8 Costos Asociados a una concesión en bandas atribuidas al servicio de aficionados (Fuente: Autor).**

Banda de frecuencia (MHz)	Costos			
	UIT (CHF)	Por tramite	Fianza	Contraprestación
<b>7.0 – 7.1</b>	Sin costo	\$ 1,425.58	Sera fijada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes	Sera fijada por el Instituto Federal de Telecomunicaciones
<b>14.000 – 14.250</b>				
<b>18.068 – 18.168</b>				
<b>21.0 – 21.450</b>				
<b>24.890 – 24.990</b>				
<b>28 – 29.7</b>				
<b>144 – 146</b>				
<b>435 - 438</b>				
<b>1260 - 1270</b>				
<b>2400 - 2450</b>				
<b>3400 - 3410</b>				
<b>5650 – 5670</b>				
<b>5830 - 5850</b>				
<b>10450 - 10500</b>				
<b>24000 - 24050</b>				
<b>47000 – 47200</b>				
<b>76000 – 81000</b>				
<b>134000 – 141000</b>				
<b>241000 – 250000</b>				

Para concluir este capítulo se presenta un diagrama de flujo que presenta de forma simplificada el proceso de adjudicación del recurso orbital con sus bandas de frecuencia asociadas.

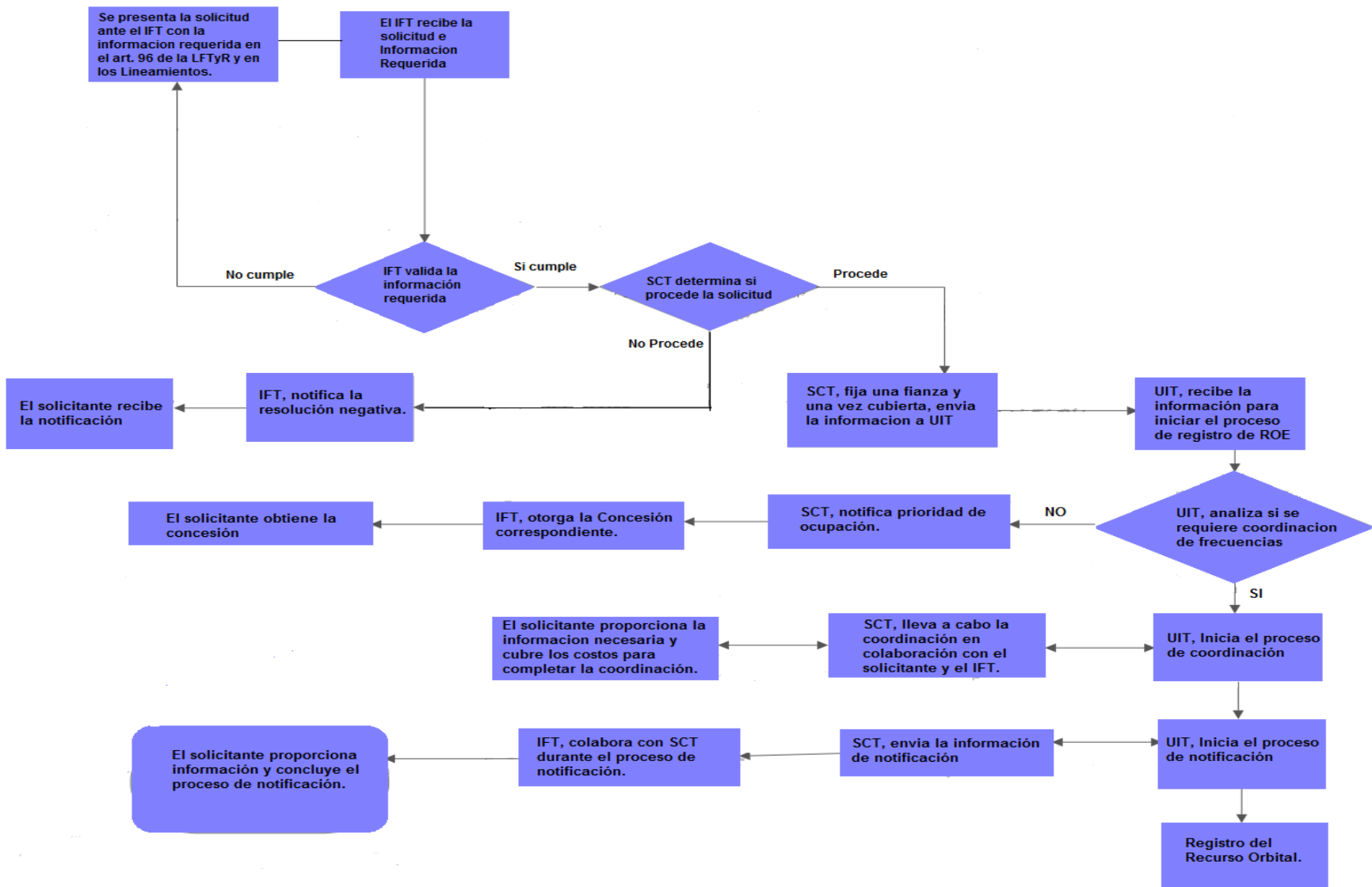


Figura 25 Proceso de adjudicación del recurso orbital (Fuente: Autor).

## **CAPÍTULO 9**

### **CONCLUSIONES**

#### **9.1 Reflexiones finales**

El objetivo de esta sección consiste en plantear una serie de argumentos en torno a la órbita baja, acceso a esta, explotación, mecanismos jurídicos y técnicos existentes para su aprovechamiento, con el propósito de construir la propuesta de un Marco Jurídico Especial de la órbita baja para México.

Tras haber realizado el respectivo análisis a través de un recorrido histórico pertinente en relación a la normatividad aplicable a la órbita baja en nuestro país, es claro que el proceso es nulo, el estancamiento es evidente. Podría pensarse que el vacío normativo inicial aceleró la génesis de disposiciones jurídicas que consideraran la materia, y que, posteriormente, por alguna razón, esa agilidad legislativa disminuyó hasta el punto actual. Lo que es claro es que a pesar de la falta de disposiciones dedicadas exclusivamente a la órbita baja, los principios y reglas del Derecho Internacional así como los ya instituidos en el marco del Derecho Espacial, son materia prima insuficiente para dar respuesta a los interrogantes y debates que han surgido en torno a la órbita.

México se encuentra rezagado en la industria espacial incluso en comparación con países de tercer mundo, se debe considerar que el porvenir a corto y mediano plazo tendrá énfasis en el desarrollo del espacio razón por la cual México debe ingresar a la carrera espacial y producir beneficios a nuestro país y que mejor que sea a través de un proyecto como el planteado en este trabajo.

Es el momento crucial para dejar atrás la industria de satélites geoestacionarios con costos superiores a los 100 millones de dólares y que generan desecho espacial y comenzar a trabajar de forma horizontal la parte técnica, jurídica y económica del país.

#### **9.2 Dificultades de los actuales procedimientos de adjudicación del ROE**

Se ha hecho mención en diversos capítulos de esta tesis del principio de “primer llegado, primer atendido” desde un particular punto de vista considero que este principio no es equitativo, pues genera posibilidades de acceso únicamente a los países con mayor cantidad de recursos destinados a la ciencia, la tecnología, la investigación y la innovación, y que por ende más desarrollada tienen su actividad espacial. Así las cosas, se evidencia una gran desventaja por parte de los países en vía de desarrollo frente a las potencias espaciales. Son varios los tratadistas que han criticado el mencionado principio, señalando que el mismo es inadecuado pues pasará mucho tiempo antes de que los países menos desarrollados posean los medios para colocar sus propios satélites en la órbita baja, hecho que se agrava dado lo limitado de este recurso natural.

En adición a lo anterior, la Resolución 80 de la CMR del año 2000 referenció un Informe que la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones le hizo llegar, donde se señalaban algunas

dificultades que podrían tener las administraciones, en particular las de los países en desarrollo, en el establecimiento de una red de satélites, a saber:

(i) el principio “primer llegado, primer atendido” restringe, y a veces impide el acceso y la utilización de ciertas bandas de frecuencias y posiciones orbitales;

(ii) los países en desarrollo tienen una desventaja relativa en las negociaciones de coordinación debido a diversas razones, como la falta de recursos y conocimientos;

(iii) la notificación de satélites “ficticios” restringe las opciones de acceso;

(iv) la creciente utilización de las bandas de los Planes de los Apéndices 30 y 30A por sistemas regionales multicanal, que puede modificar el objetivo principal de esos Planes de proporcionar acceso equitativo a todos los países;

(v) los considerables retrasos de los trámites en la Oficina de Radiocomunicaciones se deben a los procedimientos complicados que se exigen y la gran cantidad de notificaciones presentadas. Estos retrasos contribuyen a un atraso de coordinación de 18 meses, que se podría ampliar a tres años, y genera incertidumbres respecto de la reglamentación, más retrasos en el proceso de coordinación que las administraciones no pueden solucionar y la posible pérdida de asignaciones porque no se respetan los plazos estipulados;

(vi) no hay disposiciones sobre un control internacional para confirmar la fecha de puesta en servicio de las redes de satélites (asignaciones y órbitas). (Grupo Asesor de Radiocomunicaciones, 2003, p.3)

Posteriormente, el Grupo preparatorio de la CMR del año 2003, identificó además una serie de problemas prácticos que normalmente se presentan a las administraciones:

(i) Debido al retraso acumulado actual de la UIT, la publicación de la Sección Especial de Petición de Coordinación de una red de satélite puede durar hasta tres años. Esto significa que puede pasar un total de tres años y medio, teniendo en cuenta el periodo de gracia de seis meses, sin que se puedan adoptar las medidas adecuadas de coordinación, al no disponer de la lista de administraciones afectadas y de las redes de satélite con la que se requiere la coordinación. Ello deja a una administración sólo un año y medio para concluir la coordinación de su notificación de satélite, lo que es imposible de lograr.

(ii) No hay garantía de que se llegue, para cualquier notificación, a un resultado satisfactorio de la coordinación y la notificación.

(iii) La experiencia demuestra que pueden pasar hasta tres años antes de que una administración acepte una petición de coordinación de la administración solicitante.

(iv) Es habitual que para lograr un acuerdo completo de coordinación de una administración, sea necesaria más de una reunión. Esto prolonga aún más el tiempo necesario para concluir la coordinación.



(v) En el caso especial de un país en desarrollo, se plantean también dificultades en la planificación y en la financiación de una red de satélites. Ello puede por sí sólo llevar entre tres y cinco años. Sin la financiación, no será posible firmar un contrato de fabricación y lanzamiento de una red de satélites. Al mismo tiempo, a fin de asegurar la financiación adecuada, es necesario demostrar que se ha logrado en cierta medida un acuerdo de coordinación.

(vi) Dependiendo de la complejidad de la red, también habrá que tener en cuenta el periodo de construcción de los satélites. (Grupo Asesor de Radiocomunicaciones, 2003, p.7)

El anterior listado de problemas y dificultades a la hora de iniciar y ejecutar el proceso de coordinación de un servicio no planificado refleja la crisis administrativa que existe actualmente en la UIT en relación a la adjudicación de posiciones orbitales. La sola presencia de estas dificultades, para nada desdeñables, perjudica aún más a los países en vía de desarrollo y a aquellos que hasta la fecha no han accedido a la órbita baja. Si la UIT no renueva su metodología de trabajo para hacer más eficientes los mecanismos utilizados en la adjudicación del ROE, la problemática del acceso equitativo se agravará aún más.

### **9.3 Propuesta de un marco jurídico especial para el manejo del ROE.**

Es evidente la necesidad de modificar el sistema de gestión del ROE que opera hoy en día en el escenario internacional. Éste no ha funcionado de forma eficiente. O, dicho en otros términos, ha funcionado a medias para quienes tienen una vasta capacidad económica y un gran peso político. En el caso de no buscar una nueva aproximación a la actividad espacial, ni actualizar la normatividad existente de conformidad con los adelantos tecnológicos que nos están acercando cada día más al espacio, podríamos encontrarnos, en un futuro, con un régimen jurídico totalmente obsoleto.

El nuevo marco jurídico aplicable a la órbita baja debería cimentarse sobre la equidad, la igualdad soberana, la interdependencia, el interés común y la cooperación internacional. Deben establecerse relaciones económicas internacionales más racionales y equitativas que contribuyan a la disminución de la brecha entre países en desarrollo y países desarrollados. Asimismo, ha de buscarse el robustecimiento económico y la independencia tecnológica de los países en vía de desarrollo.

Para tal efecto, son necesarios una serie de principios que rijan las relaciones entre los Estados en su acceso al ROE:

- Igualdad soberana de todos los Estados.
- Beneficio mutuo y equitativo.
- Cumplimiento de buena fe de las obligaciones internacionales.
- Abstención de todo intento de apropiación del ROE.
- Abstención de obstaculizar o saturar el sistema de adjudicación de la UIT.

- Cooperación internacional para el desarrollo.
- Aprovechamiento de los avances de la ciencia y la tecnología para acelerar el desarrollo económico y social.

Es fundamental tener presente que en la explotación de los recursos naturales compartidos entre dos o más países, cada Estado debe cooperar para obtener una óptima utilización de los mismos que no cause daños a los legítimos intereses de los otros. Por ejemplo, la transmisión de tecnología esto sin perjuicio de los derechos de sus creadores o propietarios, es una de las medidas más importantes que se pueden tomar.

Debería buscarse el cumplimiento de los siguientes propósitos:

- Aumentar la transparencia de las operaciones espaciales en general;
- Aumentar el alcance de la información sobre satélites en órbita; y
- Promover la transferencia internacional de tecnología espacial.

#### **9.4 Cuestiones sobre los procedimientos**

En lo referente al procedimiento de adjudicación del ROE, son varias las sugerencias que se formulan a continuación:

- Proceso prioritario: debería garantizársele prioridad en el proceso de coordinación a las administraciones que no tienen sistemas satelitales inscritos en el Registro Internacional de Frecuencias, bajo el entendido que la prioridad debería reclamarse por una única vez, sin posibilidad de cederse a otra administración.
- Sanción por transgresión de las normas de procedimiento: a las administraciones que han permitido la operación de sistemas satelitales en contravención de las regulaciones de la UIT, así como a las administraciones que han incurrido en la práctica de los “satélites de papel”, debería sancionárseles por un periodo de tiempo determinado con la imposibilidad de formular nuevas peticiones ante la UIT.
- Cancelación de solicitudes: cuando una solicitud exceda los límites temporales establecidos por la UIT, por razones ajenas a los trámites internos de la organización, incluyendo descuido o retraso intencional de la administración respectiva, la organización deberá proceder a su cancelación. Ante la cancelación de la solicitud y si la administración gozaba de proceso prioritario, no podrá presentar solicitud nuevamente bajo dicha prerrogativa.
- Renovación de la solicitud: siempre y cuando un sistema satelital esté en cumplimiento de las regulaciones de la UIT y haga uso de tecnología que satisface los principios de equidad, racionalidad y eficiencia, la renovación de la posición orbital debería surtirse automáticamente sin dificultad alguna. La administración deberá informar de la intención de renovación en observancia de los tiempos establecidos para tal fin.

## 9.5 Recomendaciones de la autora

Es evidente que con la llegada de la Era Espacial se ha producido un cambio tecnológico que ha alterado radical e irreversiblemente todas las relaciones de los procedimientos constitutivos del Derecho Internacional. El Derecho del espacio ultraterrestre está aún en construcción, especialmente si se tiene en cuenta que es fundamental evitar que el desarrollo técnico científico termine por desbordar los marcos jurídicos. En esta medida, se debe esperar que prontamente en el foro internacional se reactive el interés por reglamentar la órbita baja.

Este ámbito espacial, de características peculiares, reviste una gran importancia para la humanidad. Allí radica la explicación de por qué, aun mediando toda clase de intereses económicos y políticos de los Estados y los particulares, la comunidad internacional se vio en la obligación de proceder a reglamentarla. Se puede concluir, además, que es evidente que en la ONU y en la UIT las reclamaciones de soberanía absoluta dentro de la concepción clásica, no tienen ninguna posibilidad de lograr reconocimiento. No olvidemos que las soberanías se reconocen bilateral o multilateralmente y no se proclaman unilateralmente.

Se puede asegurar que la prosperidad de la comunidad internacional en su conjunto depende de la prosperidad de sus partes constitutivas. Es por esto que la comunidad internacional debe percatarse de la importancia de incluir a los países en vía de desarrollo en el ejercicio y disfrute directo de la órbita baja. En este sentido, el Marco Jurídico Especial planteado con anterioridad satisface los presupuestos de equidad, eficacia, economía y eficiencia que deben garantizarse en el acceso a la órbita baja.

Por último, para garantizar la sostenibilidad de la órbita baja es necesario mantener esa cuestión en el programa de la Subcomisión de Asuntos Jurídicos y estudiarla más a fondo, creando los correspondientes grupos de trabajo y paneles intergubernamentales de carácter jurídico y técnico para promover el acceso equitativo a la órbita. Es imperativo, además, exhortar a la UIT a que participe más en la labor de la Subcomisión relativa a esos asuntos. Recordando que dicha organización, a través de la Resolución 80 de la CMR del año 2000, se abocó conocimiento del mandato originado en el documento A/AC.105/738, anexo III, le corresponde generar espacios de debate suficientes que permitan llegar a nuevos consensos en la materia.

El desarrollo de ciencia y tecnología espacial en particular de los nano satélites, es una actividad que ha facilitado la comunicación intercontinental del ser humano y una mayor comprensión de su entorno, gracias a las aplicaciones científicas que de esta derivan. La rapidez con la que actualmente se mueven las telecomunicaciones para transmitir entre continentes, una gran variedad de contenido digital, televisión y redes de telefonía, se debe en gran medida a los satélites. Además, entre las tantas aplicaciones que puede brindar la tecnología satelital, se provoca un impacto positivo en diversas áreas sociales y en sectores importantes de la economía de un país, tales como educación, medicina, agricultura, comercio, seguridad nacional, etc.

Es muy necesario que México se incorpore al desarrollo de ciencia y tecnología espacial, ahora se dispone de un mayor número de facilidades para incursionar en este ramo, como lo son los satélites pequeños. A pesar de que existieron diversos esfuerzos desde 1962 con la creación de la Comisión Nacional del Espacio Exterior CONAEE (Mendes et al., 1994) para generar este tipo de tecnologías, por diversas circunstancias originadas por el paso de distintas administraciones gubernamentales, no se consolida un esfuerzo formal por impulsar la industria satelital mexicana. Es de importancia observar que desde 1957 que se inicia la carrera espacial mundial, al 2017; existe una brecha de 60 años donde México apenas ha podido lograr algunos desarrollos propios parcialmente exitosos como el caso del UNAMSAT-1 cuyo lanzamiento falló y el UNAMSAT-B. Sin embargo, es importante reconocer ampliamente el desarrollo científico-tecnológico que han mantenido de manera independiente algunas instituciones de educación superior e investigación con el desarrollo de proyectos orientados a la ingeniería espacial; tales como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) que realizan investigaciones en electrónica, comunicaciones, estructuras, materiales, propulsión y otras disciplinas que integran a la ingeniería espacial.

Se debe aprovechar el crecimiento que México ha presentado desde el 2004 en la industria aeroespacial, que aparece como cercana a la industria espacial. Como lo reporta la OCDE (2014) con 65 plantas de manufactura y en 2010 con 240, se han logrado inversiones por encima de 1 billón de dólares anuales por empresas como Cessna, Bell, Hawker, Eurocopter, por mencionar algunas. Con las observaciones realizadas previamente, se asume que México es un país capaz de desarrollar tecnología satelital propia y que si se enfocan los objetivos adecuados; el país podría posicionarse como actor importante de las principales cadenas de suministro internacional de tecnología satelital para inyectar inversión al país proveniente del sector espacial, además de generar un nuevo nicho laboral atractivo para los profesionales del futuro y que se puedan ofrecer los beneficios de la tecnología satelital a la sociedad.

Esta investigación permite profundizar en la situación actual y manifestaciones futuras de algunas de las muchas potenciales aplicaciones de los satélites pequeños, lo realice con la finalidad no solo de cumplir con los objetivos de trabajo sino también de plantear una base sólida que permita a nuestro país comprender y aprovechar la revolución de satélites pequeños, tal como se desarrolló a lo largo de la investigación, que además ilustró la importancia de la tecnología de los satélites pequeños. En la actualidad, México carece de datos adecuados que proporcionen información de alta resolución espacial, espectral y temporal. La tecnología de los satélites pequeños es un mercado amplio, aunque se presentaron algunas de varias aplicaciones relevantes aún existe una gran parte de aplicaciones de los satélites pequeños con un gran potencial y sin explotar, que pueden servir como una herramienta prometedora para abordar los problemas que se plantearon de nuestro país a lo largo de la investigación de manera eficaz. La tendencia actual en los satélites pequeños es proporcionar más por menos, lo que, a su vez, ha llevado al modelo "más pequeño, más barato, más rápido, mejor".

Esta investigación destacó que los nichos de oportunidad existen, y contrario a lo que se pensaba son fácilmente alcanzables. Normalmente pensábamos que la exploración del espacio y su aprovechamiento eran exclusivos para naciones poderosas o avanzadas. Esta investigación demostró que eso no es del todo cierto, México puede subirse a la carrera espacial utilizando satélites pequeños, la oportunidad de México está en el espacio. El sector gubernamental es el motor clave para aprovechar la revolución de los satélites pequeños, a través de su capacidad de implementar políticas. Además de las consideraciones generales presentadas a lo largo de esta investigación que se centraron en mejorar las asociaciones entre el gobierno, la academia y el sector privado.

Más allá del logro técnico en la construcción y operación de nano satélites mexicanos en el espacio terrestre este asunto se trata de una cuestión social, pues el mayor éxito es demostrarnos a nosotros mismos que somos capaces y competitivos en este campo. Pero, además, se trata de una oportunidad de desarrollo para los jóvenes del país.

El espacio juega un papel importante para muchos países para hacer frente a diversos retos del siglo XXI como: seguridad, comunicaciones rurales, reducción de la brecha digital, medio ambiente, atención a desastres causados por fenómenos naturales o por actividades humanas, cambio climático, el estudio de los recursos naturales, tele medicina, tele educación, aprovechamiento de la energía solar, entre otros. En todos estos temas los resultados de la ciencia y tecnología espacial son directamente aplicables.

Las cuestiones y aplicaciones consideradas en esta investigación constituyen la base para que México aproveche la revolución satelital para realizar cambios efectivos. El mayor uso de satélites pequeños puede llevar a la era de la desventaja geográfica y la desigualdad tecnológica de México a su fin. El momento de la transformación social y económica es ahora.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abascal Sherwell, M. (s.f.). La concesión en la Ley Federal de Telecomunicaciones. Obtenido de: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/jurid/cont/30/cnt/cnt18.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre.
- Reglamento de Comunicaciones Vía Satélite. (1 de Agosto de 1997). Obtenido de:

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4889484&fecha=01/08/1997](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4889484&fecha=01/08/1997)

- Roldán Acosta, J. (s.f.). Desarrollo y tendencias de las telecomunicaciones mexicanas vía satélite. Obtenido de <http://www.razonypalabra.org.mx/libros/libros/crontelecom.pdf>
- Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas. México: Pearson Education.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2012). Reglamento de Radiocomunicaciones. Ginebra, Suiza: UIT.
- Vela, R. N. (2003). Comunicaciones por satélite. México: Thomson Learning.

## MESOGRAFÍA

- Antecedentes de la comunicación satelital en México [http://academiadeingenieriademexico.mx/archivos/mexsat/rit\\_081pr\\_v1.pdf](http://academiadeingenieriademexico.mx/archivos/mexsat/rit_081pr_v1.pdf)
- Antecedentes históricos de las comunicaciones espaciales [http://conapptel.org.mx/esp\\_comsespaciales.php](http://conapptel.org.mx/esp_comsespaciales.php)
- Asignación de posiciones orbitales a priori <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2009&issue=02&ipage=26&ext=html>
- Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) <http://www.ift.org.mx/espectro-radioelectrico/cuadro-nacional-de-atribucion-de-frecuencias-cnaf>
- Derecho del espacio ultraterrestre [http://www.cft.gob.mx/es\\_mx/Cofetel\\_2008/Cofe\\_reglamento\\_de\\_comunicacion\\_via\\_a\\_satelite](http://www.cft.gob.mx/es_mx/Cofetel_2008/Cofe_reglamento_de_comunicacion_via_a_satelite)  
<http://ribei.org/904/1/DT-018-2005.pdf>  
<http://www.robertexto.com/archivo7/derechespacio.htm>  
<http://www.cinu.org.mx/temas/derint.htm#espacio>  
<http://www.cinu.org.mx/temas/derechointernacional/espacio-ultraterrestre/>
- Etapas de una licitación <http://www.mailxmail.com/curso-nociones-fundamentales-administracionpublicamexico/etapas-licitacion-publica-1>
- Ley de adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público <http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/14.pdf>

- Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (2014)  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014)
- Marco de trabajo para las licitaciones de espectro en Canadá  
<http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01626.html#section2>
- Marco de trabajo para las licitaciones de espectro en Estados Unidos  
<http://www.fcc.gov/topic/auctions>