



Asamblea General

Distr. general
17 de diciembre de 1999
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Eliminación de satélites en órbita geosincrónica

Informe de la Secretaría

Índice

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
I. Introducción	1-2	2
II. Normas y recomendaciones sobre la eliminación de satélites geosincrónicos	3-8	2
III. Ejemplos de la política de eliminación en la GSO	9-15	3
A. Intelsat	10	3
B. Agencia Espacial del Canadá	11-12	4
C. Centro Nacional de Estudios Espaciales	13	4
D. Agencia Espacial Europea	14	4
E. EUMETSAT	15	5
IV. Situación cerca de la órbita geoestacionaria	16-20	5
V. Conclusiones	21	6
Anexo Datos estadísticos		7

I. Introducción

1. En su 42º período de sesiones, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos acordó¹ que la Subcomisión Científica y Técnica, en su 37º período de sesiones, examinara la aplicación internacional de las normas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y las recomendaciones del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales (IADC) relativas a la eliminación de satélites en órbita geosincrónica al término de su vida útil. También recomendó que, para facilitar el examen por parte de la Subcomisión, la Secretaría recopilara los datos pertinentes sobre objetos espaciales en órbita geosincrónica.

2. El presente informe fue preparado por la Secretaría en respuesta a la petición de la Comisión. Incluye información recibida de la Agencia Espacial del Canadá (CSA), del Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, de la Organización Europea de Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) y de Intelsat. La Secretaría desea expresar sus agradecimientos al Instituto Astronómico de la Academia Checa de Ciencias (República Checa), al Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) de la Agencia Espacial Europea (ESA) con sede en Darmstadt (Alemania) y a la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) con sede en Houston (Estados Unidos de América) la valiosa asistencia que le prestaron en la preparación del presente informe.

II. Normas y recomendaciones sobre la eliminación de satélites geosincrónicos

3. En el decenio de 1980, la UIT comenzó a ocuparse de la cuestión de las eliminaciones al término de la misión y de las órbitas supersincrónicas de eliminación. En 1986, el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) de la UIT asignó la cuestión 34.4 al Grupo de estudio 4 para que examinara seis cuestiones relativas al potencial de interferencia física en la órbita terrestre geosincrónica (GEO) y al retiro de naves espaciales de la GEO. Después de muchos años de debates científicos e investigaciones, la UIT llegó a la conclusión de que era prudente adoptar algunas medidas para limitar el crecimiento de la población de satélites geosincrónicos.

4. Concretamente se recomendó²:

a) Que liberara la menor cantidad posible de desechos en la órbita de los satélites geoestacionarios (GSO) durante la colocación de un satélite en órbita;

b) Que se hicieran todos los esfuerzos razonables para acortar la vida de los desechos en la órbita de transferencia;

c) Que un satélite geoestacionario al término de su vida debería transferirse, antes del agotamiento completo de su propulsante, a una órbita supersincrónica de eliminación que no intercectara la GSO;

d) Que la transferencia a la órbita de eliminación se efectuase con especial cuidado para evitar la interferencia de las frecuencias radiales con los satélites activos;

e) Que la siguiente nota de pie de página se considerara parte de su recomendación: “Se requieren nuevos estudios para definir lo que constituye una órbita de eliminación efectiva”.

5. En el momento en que se publicaron las recomendaciones de la UIT, más de 90 naves espaciales habían sido maniobradas para sacarlas de la GEO hacia órbitas de eliminación muy diversas, de acuerdo con el precedente establecido por Intelsat en 1977. A comienzos del decenio de 1980, la política de Intelsat fijada por escrito consistía en desincronizar las naves espaciales inutilizables elevándolas entre 40 y 50 km, pero un decenio más tarde aumentó la altitud mínima a 150 km (véase el capítulo III).

6. Aunque la UIT no recomendó explícitamente una órbita de eliminación supersincrónica específica (órbita de eliminación), su definición de la GSO como un radio medio de 42.164 ± 300 km y que se extiende a 15° de latitud norte y sur impuso a la órbita de evacuación un perigeo mínimo de 300 km sobre la GSO³.

7. En la duodécima reunión del IADC, celebrada en Houston en marzo de 1995, el tema de acción 12.6 fue asignado al Grupo de trabajo 4 (Mitigación) para que examinara la recomendación de la UIT de 1993 acerca de las órbitas de evacuación de naves espaciales en la GSO. Después de un amplio debate científico, el IADC, representando a las principales agencias espaciales del mundo, llegó a un consenso sobre una nueva formulación para determinar la altitud mínima de las órbitas de evacuación, basada en factores claramente definidos⁴.

8. La recomendación del IADC reconoció que la gran mayoría (más de 97%) de las naves espaciales operacionales en la GSO mantenían perigeos y apogeos a menos de 75 km de la GSO. Además, las regiones que se extendían 125 km a ambos lados de esta zona operacional se necesitaban como corredores de translación para permitir la primera adquisición de posición y las reubicaciones posteriores. Para garantizar que la zona operacional superior y el corredor de translación no intersecara las órbitas de eliminación, se establecieron zonas separadoras de 35 km y 10-200 km para tener en cuenta las perturbaciones orbitales debidas a fuerzas de gravitación y a fuerzas de radiación solar, respectivamente. La fórmula simplificada se presenta así:

$$\Delta H = 235 + 1000 \times C_R \times A/m,$$

en la que ΔH es la altitud mínima del perigeo de la órbita de evacuación sobre la GSO medida en kilómetros, C_R es el coeficiente de presión de la radiación solar (generalmente con un valor entre 1 y 2), A es la superficie media transversal y m es la masa del satélite. Esto significa que para una nave espacial con A/m de 0,01 m²/kg, el perigeo mínimo de la órbita de eliminación debería ser de 245 km sobre la altitud de la GSO y para una nave espacial con 0,10 m²/kg y $C_R = 2$, debería ser de 435 km.

III. Ejemplos de la política de eliminación en la GSO

9. Para preparar el presente informe, la Secretaría solicitó a los operadores de satélites que le facilitaran información sobre su política general relativa a la eliminación de satélites en la GSO y sobre la situación de las naves espaciales que tenían en operación cerca de la GSO. Las respuestas de fondo se resumen a continuación.

A. Intelsat

10. Intelsat cuenta con políticas y procedimientos que se ha autoimpuesto para poner fuera de servicio satélites "consumidos" y evitar la generación de desechos espaciales. Las actuales políticas y procedimientos sobre diseño general de satélites, operaciones de lanzamiento, operaciones de satélites, anomalías de satélites y puesta fuera de servicio de satélite son las siguientes:

1. Diseño general de satélites

La documentación de adquisición de satélites de Intelsat especifica diseños que reducen al mínimo la desgasificación y la generación de desechos espaciales durante los despliegues de transferencia de órbitas y las operaciones en órbita.

Intelsat utiliza diseños de satélites que autónomos y que no generan desechos orbitales.

Los satélites están equipados, cuando es posible, con dispositivos de medición para ayudar a determinar las condiciones de agotamiento del propulsante.

2. Operaciones de lanzamiento

Se mantiene el diálogo con el Comando Espacial de los Estados Unidos. Intelsat proporciona la información sobre los lanzamientos y parámetros orbitales que se le solicita.

3. Operaciones de satélites

Se mantienen presupuestos detallados del propulsante de los satélites, incluido un registro de todas las maniobras. Para calcular la utilización del propulsante y predecir las reservas existentes se emplean modelos matemáticos. Estos modelos se actualizan constantemente con datos de vuelo.

Para conservar reservas de propulsante a bordo y garantizar que los satélites no queden abandonados en órbita se utiliza un margen de incertidumbre del propulsante.

Se utilizan múltiples estaciones terrestres para rastrear y dirigir los satélites con el fin de tener redundancia plena durante las operaciones en órbita o las condiciones de emergencia.

Se controla constantemente la telemetría de satélite y se la compara con los límites prefijados. Para alertar a los equipos de tierra sobre cualquier anomalía se utilizan alarmas.

En todos los satélites se controlan constantemente la capacidad de las baterías y el comportamiento de los subsistemas de energía eléctrica. Existen procedimientos de emergencia para "recarga en el hangar" cuando se observan condiciones de baterías o energía eléctrica bajas.

Existen planes y procedimientos para situaciones imprevistas con el fin de responder a las emergencias: personal de ingenieros telefónicamente disponibles para consultas inmediatas las 24 horas del día.

Durante las reubicaciones orbitales Intelsat se rige por protocolos estándar y coordina todas sus actividades con los otros propietarios/operadores de satélites.

4. Anomalías de los satélites

Los planes para situaciones imprevistas exigen la inmediata elevación de la órbita y la puesta fuera de servicio de cualquier satélite que tenga probabilidades de quedar abandonado en el arco orbital geosincrónico. El Director de Apoyo y Procesos de Ingeniería de Satélites tiene facultades para adoptar decisiones, sin necesidad de aprobación o autorización de otras personas.

5. Puesta fuera de servicio de satélites

En el momento de su puesta fuera de servicio todos los satélites se dejan en un modo seguro y pasivo. Ello incluye la despresurización y el vaciado de todos los sistemas de propulsante como parte de la elevación de la órbita, la descarga de baterías y la desconexión de todas las unidades de frecuencia de radio para evitar interferencias con los demás propietarios/operadores de satélites.

Con respecto a los satélites más antiguos, se mantiene suficiente propulsante para elevar la órbita a una altitud mínima de 150 km sobre la órbita geosincrónica en el momento de la puesta fuera de servicio. Esta maniobra se efectúa normalmente por partes múltiples a lo largo de varios días con el fin de garantizar una buena órbita de estacionamiento. Con respecto a los satélites nuevos, comenzando por el Intelsat VI, se ha adoptado una altitud mínima de puesta fuera de servicio de 300 km. Debido a una presupuestación prudente del propulsante, normalmente Intelsat supera la altitud de puesta fuera de servicio perseguida.

B. Agencia Espacial del Canadá

11. El Canadá no tiene una política oficial de eliminación en la GSO. Sin embargo a este respecto se estima prudente

proteger las naves espaciales actuales y futuras y las respectivas posiciones orbitales, sacando para ello del camino los objetos retirados. El operador espacial canadiense, Telesat, persigue nominalmente una órbita de eliminación situada a 300 kilómetros, pero existen factores técnicos que afectan a la cantidad de los desplazamientos logrados.

12. El valor de los desplazamientos resultantes con respecto a los satélites retirados es generalmente positivo, pero en varios casos es inferior a los 300 kilómetros (véanse los cuadros en el anexo). El satélite estatal canadiense CTS/Hermes (1976-004A) no se hallaba bajo el control de Telesat. Fue estacionado inicialmente en 116 grados de longitud oeste, pero luego se le trasladó a 142 grados para efectuar algunos experimentos con Australia. El control del satélite se perdió el 24 de noviembre de 1979 mientras estaba en posición. Como resultado de ello, no fue posible desplazarlo a una órbita de eliminación adecuada.

C. Centro Nacional de Estudios Espaciales

13. La agencia espacial francesa CNES centra actualmente su atención en un esfuerzo por mejorar la comprensión del actual entorno en materia de desechos y en el establecimiento de una norma francesa para dar a los administradores de proyectos directrices sobre la forma de reducir el grado de riesgo. Con respecto a los satélites en órbita geosincrónica, el CNES viene aplicando desde 1983 medidas de desorbitación para los satélites bajo su control, excepto con respecto a los satélites que han fallado durante su misión operacional (por ejemplo, Telecom IB, 1985-035B). El CNES ha adoptado ya las recomendaciones del IADC con respecto a la altitud mínima de la órbita de eliminación para los satélites geoestacionarios. En los cuadros del anexo se presenta una lista de satélites eliminados.

D. Agencia Espacial Europea

14. En 1979 la Agencia Espacial Europea (ESA) ya había estudiado los peligros de colisión en el anillo geoestacionario y propuso la utilización de una órbita de eliminación con el fin de proteger los satélites geoestacionarios operacionales. El primer satélite de la ESA retirado de la órbita geoestacionaria fue el ESA-GEOS 2 (1978-071A) en enero de 1984. En 1989 se formularon los objetivos de la ESA en el campo de los

desechos espaciales, siendo aprobados por su Consejo. Esos objetivos incluyeron una política de reorbitación de sus satélites geoestacionarios al término de su vida operacional en una órbita de eliminación situada como mínimo a 300 km por encima de la órbita geoestacionaria. El documento de la ESA titulado “Space debris mitigation handbook” contiene la recomendación del IADC sobre la reorbitación de satélites geoestacionarios al término de su vida operacional. En los cuadros del anexo figura una lista de satélites eliminados. Como consecuencia de una anomalía de la nave espacial, el satélite Olympus 1 (1989-053A) sólo pudo ser transferido a una órbita de eliminación situada debajo de la órbita geoestacionaria.

E. EUMETSAT

15. Como práctica general la EUMETSAT retira dentro de lo posible del arco geoestacionario las naves espaciales que no funcionen. La actividad de la EUMETSAT en este campo no está regida por una política oficial, pero generalmente tiene por objeto ceñirse a la mejor práctica de otros operadores de satélites. En los cuadros del anexo figura una lista de satélites eliminados.

IV. Situación cerca de la órbita geoestacionaria

16. La situación en la región de la órbita geoestacionaria, aproximadamente al 1° de julio de 1999, se presenta en las figuras y cuadros del anexo. En las figuras 1 y 2 y en el cuadro 1 se dan las cifras respecto de las naves espaciales y las etapas superiores y las maniobras de fin de vida útil (FVU) facilitadas por el Centro Espacial Johnson de la NASA. De 1963 a 1999 se lanzaron cerca de la GSO un total de 573 naves espaciales y cerca de 200 etapas superiores. A mediados de 1999 el número de naves espaciales operacionales en la GSO se estimaba en 270 y se habían retirado de la GSO más de 160 naves espaciales. En los cuadros 2 a 5 se presentan las fechas de las maniobras de FVU en los casos en que están disponibles.

17. Los cuadros 2 a 5 se basan en el documento “Classification of geostationary objects, issue 1”, publicado por el ESOC en agosto de 1999, información que ha sido comprobada y modificada de acuerdo con los datos provenientes de otras fuentes (véase el párrafo 2). La exhaustividad de las listas de objetos situados cerca de la GSO se ve limitada por diversos factores. En primer

lugar, la información sobre los elementos orbitales de algunos objetos no es pública. En segundo lugar, los objetos de tamaño inferior a un metro, aproximadamente, no se pueden detectar ni catalogar de manera ordinaria. Los elementos orbitales aparecen en “Two-Line Elements” (TLE) de la NASA y el ESOC los procesa en el sistema de información para la caracterización de objetos en el espacio (DISCOS). El mencionado documento del ESOC contiene un análisis detallado de los elementos orbitales disponibles con respecto a los objetos en órbita geoestacionaria y cercana a dicha órbita.

18. Los cuadros del presente informe incluyen únicamente las naves espaciales, y no las etapas y otros desechos. Las naves espaciales se dividen en diferentes categorías de acuerdo con su distancia mínima con respecto a la órbita geosíncronica. Los objetos enumerados en el cuadro 2 se ajustan plenamente a la norma de la UIT de una distancia de eliminación mínima de 300 km respecto de la GSO. Los objetos enumerados en los cuadros 3 y 4 no cruzan la altitud de la GSO, pero no se encuentran a una distancia segura de ésta y las perturbaciones orbitales podrían causar cambios de sus órbitas que modificasen en el futuro su categoría. Algunos objetos han sido eliminados por debajo de la altitud de la GSO (cuadro 4). Por último, los objetos enumerados en el cuadro 5 cruzan actualmente la órbita geoestacionaria y son potencialmente peligrosos para los satélites activos que se encuentran allí.

19. En la columna de los cuadros 2 a 5 titulada “Situación”, se dan la categoría general y el número correspondiente del documento del ESOC “Classification of geostationary objects” para facilitar la identificación. Los satélites activos de la categoría C que se encuentran bajo el régimen de control total de longitud e inclinación (C1) o únicamente de control de longitud (C2) no se han tenido en cuenta. El hecho de que un satélite haya terminado su vida útil está determinado en principio por una decisión de su propietario u operador. A falta de declaraciones publicadas, una indicación de la inactividad de los satélites es la discontinuación de las maniobras de mantenimiento en posición y la deriva de los satélites desde sus posiciones nominales originarias. Sin embargo, puede suceder que un satélite sea objeto de reposicionamiento desde una posición nominal a otra mediante su colocación en una órbita de deriva.

20. La mayoría de los objetos en estudio se encuentran en órbitas de deriva, categoría D, y aparentemente no están sometidos a mantenimiento en posición. Se han consignado

las desviaciones medias de sus perigeos y apogeos con respecto al radio geostacionario de 42.164 km así como sus inclinaciones. Los restantes objetos se enumeran en la categoría L, lo que significa que están en libración (oscilación) en torno al llamado punto estable oriental a 75 grados de longitud este (categoría L1), punto estable occidental a 107 grados de longitud oeste (categoría L2) o incluso alrededor de ambos puntos (categoría L3). Las órbitas de libración son más bien complicadas. Están muy cerca de la altitud nominal de la GSO y algunas cruzan diariamente dos veces la GSO, mientras que otras sólo la cruzan en algunas fases de su período de libración. Por lo tanto sus altitudes de perigeo y apogeo no se han consignado. Los objetos de situación indeterminada, categoría Ind, no se han incluido. Algunos de los objetos de esa categoría pueden estar activos; con respecto a otros, para determinar su situación se necesitaría más información, posiblemente proporcionada por sus propietarios u operadores.

V. Conclusiones

21. Las normas de la UIT y las recomendaciones del IADC se han elaborado muy recientemente y no tienen

carácter obligatorio. Por lo tanto es muy difícil evaluar su aplicación internacional. La mayoría de los operadores de satélites están conscientes de la gravedad de la situación cerca de la GSO y han reconocido que sería sabio adoptar algunas medidas de mitigación. Sin embargo, debido a problemas técnicos y de administración, en muchos casos ni siquiera se cumplen las directrices autoimpuestas. Para que las medidas de protección de la órbita geostacionaria adquieran eficacia parece conveniente alcanzar un amplio consenso internacional sobre las directrices y una vigilancia sistemática.

Notas

- ¹ Documentos Oficiales de la Asamblea General, 54º período de sesiones, Suplemento No. 20 (A/54/20), párr. 44.
- ² "Environmental protection of the geostationary-satellite orbit", en *1993-ITU-R recommendations, ITU-R S Series, ITU-RS.1003*, (Servicio fijo por satélite, Ginebra, 1993).
- ³ *Ibíd.*
- ⁴ *Fifteenth Inter-Agency Space Debris Coordination Committee Meeting Proceedings*, 9 a 12 de diciembre de 1997 (Houston, NASA Johnson Space Center, 1998).

Anexo

Datos estadísticos

Figura 1

Naves espaciales y etapas superiores colocadas cerca de la órbita de satélites geostacionarios (GSO)

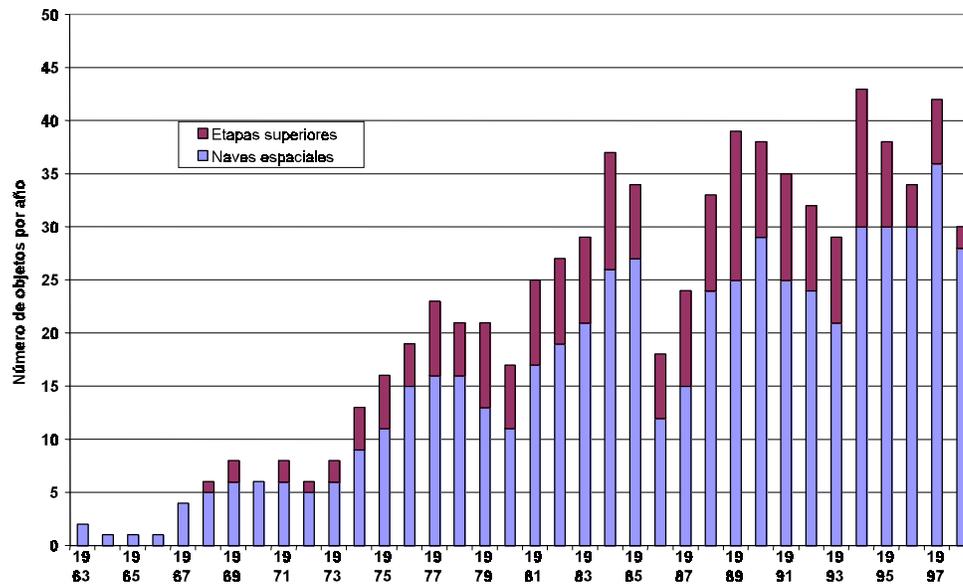
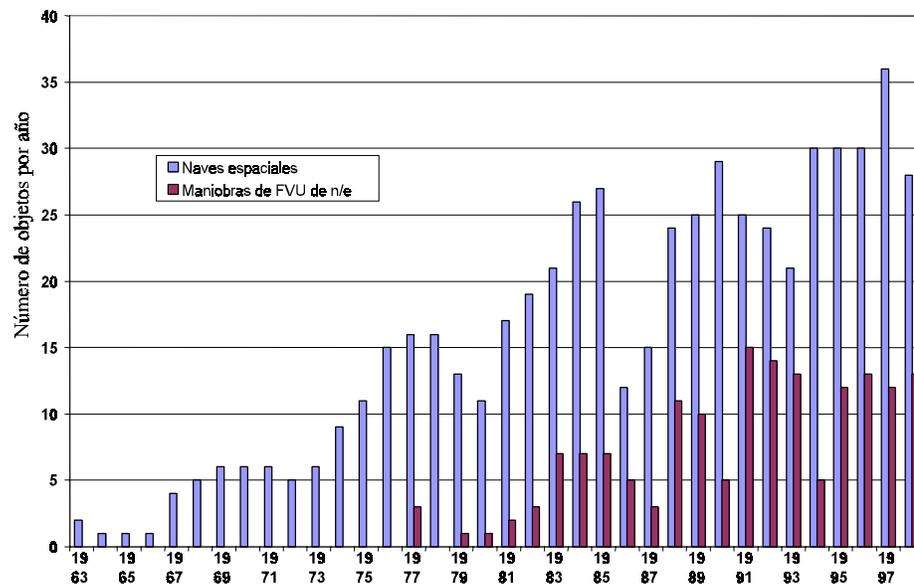


Figura 2

Naves espaciales nuevas y maniobras de fin de vida útil (FVU)



Cuadro 1
Estadística de operaciones en la GSO

<i>Año</i>	<i>Naves espaciales</i>	<i>Maniobras de FVU de n/e</i>	<i>Etapas superiores</i>
1963	2	0	0
1964	1	0	0
1965	1	0	0
1966	1	0	0
1967	4	0	0
1968	5	0	1
1969	6	0	2
1970	6	0	0
1971	6	0	2
1972	5	0	1
1973	6	0	2
1974	9	0	4
1975	11	0	5
1976	15	0	4
1977	16	3	7
1978	16	0	5
1979	13	1	8
1980	11	1	6
1981	17	2	8
1982	19	3	8
1983	21	7	8
1984	26	7	11
1985	27	7	7
1986	12	5	6
1987	15	3	9
1988	24	11	9
1989	25	10	14
1990	29	5	9
1991	25	15	10
1992	24	14	8
1993	21	13	8
1994	30	5	13
1995	30	12	8
1996	30	13	4
1997	36	12	6
1998	28	13	2
Total	573	162	195

Cuadro 2

Naves espaciales con perigeos superiores a 300 km sobre la GSO

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.-	1969-045A	Intelsat 3 F-4 (34)	3699 km	3965 km	6.1	1977
D.401	1970-003A	Intelsat 3 F-6 (36)	398 km	755 km	5.18	1977
D.111	1971-006A	Intelsat 4 F-2 (42)	344 km	470 km	15.29	1983
D.110	1972-090A	Telesat 1 (Anik 1)	352 km	468 km	13.89	1982
D.39	1973-100A	DSCS 3	629 km	872 km	16.04	1990
D.31	1973-100B	DSCS 4	491 km	1089 km	15.52	1993
D.94	1974-033A	SMS 1	411 km	533 km	17.33	1981
D.15	1976-053A	Marisat 2	720 km	1824 km	14.36	1996
D.9	1977-005A	NATO 3B	1272 km	1656 km	13.22	1993
D.22	1977-034A	DSCS 7	957 km	1123 km	15.20	1981
D.11	1977-034B	DSCS 8	1266 km	1566 km	14.87	1990
D.117	1977-118A	Sakura 1 (CS-1)	366 km	405 km	13.37	1985
D.87	1978-106A	NATO 3C	482 km	535 km	10.78	1992
D.2	1978-113A	DSCS 11	1741 km	1950 km	14.94	1993
D.84	1978-113B	DSCS 12	502 km	541 km	12.78	1992
D.89	1979-038A	Fleetsatcom 2	421 km	564 km	12.81	1992
D.13	1979-098A	DSCS 13	1327 km	1400 km	12.59	1993
D.82	1979-098B	DSCS 14	525 km	570 km	12.43	1995
D.98	1980-049A	Gorizont 4	443 km	492 km	13.73	1988
D.114	1980-098A	Intelsat 5 F-2 (502)	320 km	467 km	8.19	1998
D.112	1981-050A	Intelsat 5 F-1 (501)	383 km	421 km	8.70	1997
D.103	1981-057A	Meteosat 2	318 km	562 km	9.84	1991
D.93	1981-073A	Fleetsatcom 5	435 km	513 km	12.97	1986
D.6	1981-122A	Marecs 1	1012 km	2056 km	9.59	1996
D.88	1982-020A	Gorizont 5	358 km	634 km	13.03	1989
D.7	1982-106A	DSCS 15	1509 km	1528 km	9.99	1997
D.47	1982-113A	Raduga 11	554 km	916 km	11.84	1989
D.5	1983-016A	Ekran 10	1375 km	1700 km	13.35	1985
D.113	1983-058A	ECS 1	371 km	425 km	7.57	1996
D.81	1983-066A	Gorizont 7	494 km	603 km	11.30	1989
D.108	1983-081A	Sakura 2B (CS-2B)	390 km	439 km	8.74	1990
D.75	1983-088A	Raduga 13	527 km	671 km	11.36	1987
D.80	1983-118A	Gorizont 8	468 km	675 km	10.97	1988
D.28	1984-023A	Intelsat 5 F-8 (508)	858 km	772 km	6.38	1994
D.18	1984-028A	Ekran 12	1182 km	1266 km	12.40	1988
D.108	1984-081A	ECS 2	390 km	448 km	6.87	1993
D.83	1984-081B	Telecom 1A	379 km	686 km	6.79	1992
D.17	1984-090A	Ekran 13	1176 km	1295 km	11.65	1989
D.29	1984-093C	Leasat 2	681 km	936 km	11.82	1996
D.90	1984-113C	Leasat 1	354 km	629 km	6.23	1992
D.3	1985-024A	Ekran 14	1532 km	1685 km	11.38	1988
D.25	1985-028C	Leasat 3	618 km	1290 km	13.15	1996
D.50	1985-076D	Leasat 4	677 km	739 km	8.41	1988
D.120	1985-087A	Intelsat 5A F-12 (512)	305 km	350 km	4.12	1998

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.20	1986-038A	Ekran 15	1011 km	1145 km	10.27	1988
D.86	1986-082A	Raduga 19	474 km	558 km	8.74	1993
D.23	1986-090A	Gorizont 13	954 km	1096 km	8.78	1991
D.16	1987-028A	Raduga 20	1136 km	1370 km	9.23	1991
D.40	1987-040A	Gorizont 14	635 km	864 km	10.27	1992
D.19	1987-073A	Ekran 16	1082 km	1111 km	9.10	1989
D.14	1987-109A	Ekran 17	1100 km	1455 km	7.71	1993
D.74	1988-012A	Sakura 3A	570 km	650 km	2.52	1996
D.54	1988-028A	Gorizont 15	564 km	836 km	7.72	1992
D.8	1988-036A	Ekran 18	1447 km	1554 km	8.61	1990
D.24	1988-051A	Meteosat 3	933 km	985 km	5.49	1995
D.21	1988-108A	Ekran 19	936 km	1154 km	6.97	1997
D.26	1989-020B	Meteosat 4	911 km	834 km	4.30	1995
D.102	1989-048A	Raduga 1-01	371 km	518 km	6.39	1996
D.107	1990-077A	Yuri 3A (BS-3A)	375 km	456 km	1.07	1998
D.116	1991-046A	Gorizont 23	354 km	420 km	4.77	1992
D.105	1991-060A	Yuri 3B (BS-3B)	406 km	436 km	1.85	1999
D.85	1991-074A	Gorizont 24	447 km	595 km	4.47	1998

Cuadro 3

Naves espaciales con perigeos entre 0 y 300 km sobre la GSO

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.37	1968-116A	Intelsat 3 F-2 (32)	195 km	1326 km	15.45	1977
D.152	1969-069A	ATS 5	195 km	247 km	15.19	1984
D.161	1971-116A	Intelsat 4 F-3 (43)	130 km	237 km	13.74	1983
D.180	1972-003A	Intelsat 4 F-4 (44)	106 km	143 km	13.23	1983
D.220	1972-041A	Intelsat 4 F-5 (45)	26 km	65 km	13.91	1983
D.175	1973-023A	Telesat 2 (Anik 2)	66 km	201 km	13.07	1982
D.124	1973-058A	Intelsat 4 F-7 (47)	296 km	343 km	13.28	1983
D.190	1974-022A	Westar 1	72 km	139 km	12.76	1983
D.184	1974-075A	Westar 2	97 km	139 km	12.56	1986
D.173	1974-093A	Intelsat 4 F-8 (48)	116 km	158 km	11.89	1985
D.198	1974-101A	Symphonie	68 km	107 km	14.74	1983
D.153	1975-011A	SMS 2	166 km	265 km	14.52	1982
D.213	1975-038A	Telesat 3 (Anik 3)	39 km	87 km	12.03	1984
D.136	1975-042A	Intelsat 4 F-1 (41)	235 km	338 km	11.91	1987
D.200	1975-077A	Symphonie 2	57 km	113 km	14.84	1985
D.194	1975-091A	Intelsat 4A F-1 (411)	74 km	119 km	11.87	1986
D.160	1975-117A	RCA Satcom 1	80 km	303 km	11.99	1984
D.164	1976-010A	Intelsat 4A F-2 (412)	139 km	191 km	12.04	1985
D.129	1976-017A	Marisat 1	265 km	338 km	13.50	1997
D.96	1976-029A	Satcom 2	229 km	708 km	11.77	1985
D.183	1976-035A	NATO 3A	13 km	229 km	12.97	1992
D.179	1976-042A	Comstar 1A	104 km	150 km	11.86	1987
D.217	1976-066A	Palapa 1	38 km	63 km	11.65	1988
D.202	1976-073A	Comstar 1B	66 km	100 km	11.72	1994
D.205	1977-014A	KIKU 2	54 km	95 km	14.26	1991
D.209	1977-018A	Palapa 2	42 km	88 km	10.85	1991
D.148	1977-041A	Intelsat 4A F-4 (413)	179 km	290 km	11.00	1989
D.135	1977-065A	Himawari 1	230 km	349 km	13.74	1989
D.192	1978-002A	Intelsat 4A F-3 (414)	84 km	121 km	10.52	1988
D.123	1978-044A	OTS 2	283 km	358 km	12.30	1991
D.128	1978-068A	Comstar 1C	214 km	395 km	10.41	1986
D.140	1978-071A	ESA-GEOS 2	220 km	286 km	14.27	1984
D.177	1978-116A	Telesat 4 (Anik)	106 km	151 km	9.95	1986
D.197	1979-072A	Westar 3	69 km	114 km	8.91	1990
D.133	1980-074A	GOES 4	140 km	450 km	12.40	1988
D.178	1980-091A	SBS 1	103 km	150 km	9.60	1991
D.156	1981-076A	Himawari 2	152 km	254 km	12.07	1989
D.228	1981-096A	SBS 2	23 km	55 km	8.73	1996
D.221	1981-114A	Satcom 3R	22 km	66 km	6.50	1991
D.151	1981-119A	Intelsat 5 F-3 (503)	140 km	313 km	7.89	1998
D.159	1982-004A	Satcom 4	172 km	214 km	5.87	1991
D.171	1982-014A	Westar 4	121 km	162 km	5.94	1991
D.132	1982-017A	Intelsat 5 F-4 (504)	177 km	414 km	7.90	1995
D.130	1982-058A	Westar 5	228 km	370 km	5.65	1992

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.222	1982-082A	Telesat 5 (Anik D1)	13 km	74 km	6.26	1991
D.195	1982-110B	SBS 3	61 km	129 km	6.01	1995
D.191	1982-110C	Telesat 6 (Anik C3)	83 km	123 km	6.07	1997
D.144	1983-006A	Sakura 2A	198 km	292 km	9.29	1991
D.185	1983-030A	Satcom 1R	79 km	152 km	5.06	1992
D.125	1983-047A	Intelsat 5 F-6 (506)	288 km	339 km	6.53	1998
D.121	1983-059B	Telesat 7 (Anik C2)	154 km	498 km	5.94	1998
D.226	1983-065A	Galaxy 1	23 km	57 km	4.20	1994
D.154	1983-077A	Telstar 3A	112 km	310 km	4.37	1996
D.145	1983-094A	Satcom 2R	178 km	307 km	3.48	1995
D.165	1983-105A	Intelsat 5 F-7 (507)	129 km	197 km	6.86	1996
D.118	1984-005A	Yuri 2A	294 km	396 km	8.60	1989
D.181	1984-080A	Himawari 3	95 km	153 km	8.45	1995
D.172	1984-093D	Telstar 3C	121 km	157 km	3.46	1997
D.182	1984-101A	Galaxy 3	88 km	156 km	3.50	1995
D.115	1984-113B	Telesat 8 (Anik D2)	265 km	509 km	4.74	1995
D.169	1984-114A	Spacenet 2	96 km	195 km	1.85	1998
D.149	1985-048B	Morelos 1	214 km	241 km	4.16	1994
D.188	1985-048D	Telstar 3D	105 km	118 km	3.20	1999
D.170	1985-076B	Aussat-1	122 km	166 km	5.02	1993
D.157	1986-003B	Satcom K1	186 km	220 km	2.15	1997
D.109	1986-007A	Raduga 18	127 km	702 km	9.43	1991
D.137	1986-016A	Yuri 2B	205 km	351 km	6.78	1992
D.174	1986-026A	Gstar 2	115 km	155 km	3.34	1997
D.193	1987-029A	Palapa 5	76 km	127 km	2.73	1998
D.138	1987-070A	KIKU 5	216 km	315 km	6.05	1997
D.122	1987-095A	TV-Sat 1	265 km	376 km	8.07	1989
D.63	1988-018B	Telecom 1C	251 km	1081 km	3.21	1996
D.201	1988-071A	Gorizont 16	25 km	143 km	7.06	1991
D.131	1988-086A	Sakura 3B	270 km	323 km	1.63	1997
D.127	1988-098A	TDF 1	291 km	320 km	2.47	1996
D.163	1988-109A	Skynet 4B	153 km	178 km	5.53	1998
D.119	1989-004A	Gorizont 17	261 km	423 km	6.68	1997
D.155	1989-020A	JCSAT 1	188 km	229 km	1.67	1998
D.126	1989-027A	TELE-X	287 km	330 km	1.98	1998
D.167	1989-041A	Superbird A	125 km	171 km	6.57	1991
D.142	1989-052A	Gorizont 18	100 km	393 km	6.26	1996
D.92	1990-063A	TDF 2	267 km	681 km	0.66	1999
D.-	1993-015A	UFO 1	253 km	322 km	22.90	1993
D.158	1993-039A	Galaxy 4	121 km	1274 km	0.93	1998

Cuadro 4

Naves espaciales con apogeos entre 0 y -400 km debajo de la GSO

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.290	1968-081A	OV 2-5	-709 km	- 3 km	13.12	
D.294	1974-039A	ATS 6	-599 km	-346 km	14.74	1980
D.240	1985-015A	Arabsat 1A	- 73 km	-10 km	6.53	1992
D.258	1988-034A	Kosmos 1940	-207 km	-14 km	7.45	1988
D.256	1989-041B	DFS 1 Kopernikus 1	-168 km	-49 km	2.82	1995
D.283	1989-053A	Olympus 1	-381 km	-228 km	5.47	1993

Cuadro 5

Naves espaciales que cruzan la GSO

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
D.402	1964-047A	Syncom 3	- 43 km	72 km	8.55	
L2.21	1965-028A	Intelsat 1 F-1 Early Bird			13.41	
D.236	1966-110A	ATS 1	-59 km	25 km	13.91	
D.235	1967-001A	Intelsat 2 F-2 (22)	-46 km	98 km	14.42	
L3.5	1967-026A	Intelsat 2 F-3 (23)			13.79	
L2.24	1967-094A	Intelsat 2 F-4 (24)			14.25	
L41.3	1968-081C	ERS-21 (OV 5-4)			13.58	
L2.19	1968-081D	LES 6			13.57	
L1.3	1968-081C	OV 5-4			13.58	
L1.1	1969-011A	Intelsat 3 F-3 (33)			6.09	1979
D.403	1969-013A	Tactical Comsat 1	- 38 km	15 km	14.52	
L2.6	1969-101A	Skynet 1A			14.65	
L2.9	1970-021A	NATO 1			14.38	
L42.1	1970-032A	Intelsat 3 F-7 (37)			0.85	
D.295	1970-055A	Intelsat 3 F-8 (38)	-1960 km	863 km	13.48	Falló para la GEO
L2.8	1971-009A	NATO 2			15.18	
L2.10	1971-095A	DSCS 1			15.15	
L3.1	1971-095B	DSCS 2			15.05	1993
D.259	1974-017A	Kosmos 637	- 314 km	31 km	14.77	
L1.42	1974-060A	Molniya S1			15.17	
L1.68	1974-094A	Skynet 2B			14.25	
L1.47	1975-097A	Kosmos 775			15.15	
L2.15	1975-100A	GOES 1			14.60	
L1.13	1975-123A	Raduga 1			15.04	
L2.18	1976-004A	CTS 1 (Hermes)			14.89	Falló en 1979
L2.11	1976-023A	LES 8			13.00	
L2.2	1976-023B	LES 9			12.99	
L1.15	1976-092A	Raduga 2			15.01	
L1.26	1976-107A	Ekran 1			14.98	
L1.48	1977-071A	Raduga 3			14.84	
L1.54	1977-080A	Sirio 1			12.54	
L1.31	1977-092A	Ekran 2			14.79	
L1.65	1977-108A	Meteosat 1			14.32	
L1.69	1978-035A	Intelsat 4A F-6 (416)			10.51	
L1.43	1978-039A	Yuri 1 (BSE 1)			14.14	
L2.7	1978-062A	GOES 3			12.65	1995
L1.46	1978-073A	Raduga 4			14.55	
D.-	1978-118A	Gorizont 1	-13938 km	13946 km	25.10	Falló para la GEO
L1.33	1979-015A	Ekran 3			14.33	
L1.12	1979-035A	Raduga 5			14.29	
L1.17	1979-062A	Gorizont 2			13.99	
L1.25	1979-087A	Ekran 4			14.08	
L1.44	1979-105A	Gorizont 3			13.79	
L2.33	1980-004A	Fleetsatcom 3			11.66	

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>	
L1.41	1980-016A	Raduga 6			13.90		
D.405	1980-018A	Ayame 2	-3002 km	1053 km	1.39	Falló para la GEO	
L41.2	1980-060A	Ekran 5			11.33		
L2.27	1980-081A	Raduga 7			13.57		
L1.30	1980-104A	Ekran 6			13.50		
D.238	1981-027A	Raduga 8	-375 km	315 km	13.51		
L2.17	1981-049A	GOES 5			9.83		
D.208	1981-057B	APPLE	-25 km	158 km	12.83	1984	
L1.34	1981-061A	Ekran 7			13.24		
L1.49	1981-069A	Raduga 9			13.16		
L1.11	1981-102A	Raduga 10			13.04		
D.196	1982-009A	Ekran 8	-30 km	217 km	12.93	1984	
D.404	1982-031A	Insat 1A	- 225 km	149 km	0.07	1984	
L1.9	1982-044A	Kosmos 1366			12.80		
L1.38	1982-093A	Ekran 9			12.43		
L2.25	1982-103A	Gorizont 6			12.04		
L2.3	1982-105A	RCA Satcom 5			6.35		
L1.10	1983-028A	Raduga 12			11.46		
L2.16	1983-041A	GOES 6			8.78		
D.232	1983-059C	Palapa 3	5 km	50 km	7.01	Falló en 1995	
		(incluidas aquí por tener una órbita muy cercana a la GSO)					
L1.61	1983-089B	Insat 1B			7.54	1993	
D.233	1983-098A	Galaxy 2	- 3 km	45 km	4.09	1994	
L1.36	1983-100A	Ekran 11			11.73		
L1.14	1984-016A	Raduga 14			10.77		
L1.5	1984-022A	Kosmos 1540			11.76		
L1.7	1984-031A	Kosmos 1546			10.66		
L1.66	1984-035A	China 15			9.43		
L1.24	1984-041A	Gorizont 9			10.50		
L1.59	1984-063A	Raduga 15			10.55		
L2.22	1984-078A	Gorizont 10			10.24		
L3.7	1985-007A	Gorizont 11			9.84		
L2.30	1985-016A	Kosmos 1629			10.02		
L1.71	1985-035B	Telecom 1B			8.78	Falló en 1988	
D.239	1985-048C	Arabsat 1B	- 83 km	5 km	5.84		
L2.26	1985-070A	Raduga 16			9.60		
L2.14	1985-076C	ASC-1			3.79		
L1.20	1985-102A	Kosmos 1700			9.32		
D.229	1985-107A	Raduga 17	-11 km	75 km	9.37	1992	
L1.37	1986-010A	China 18			8.32		
L2.36	1986-027A	Kosmos 1738			9.34		
L1.45	1986-044A	Gorizont 12			8.84		
L3.9	1987-084A	Kosmos 1888			7.74		
L2.31	1987-091A	Kosmos 1894			7.85		
L1.22	1987-096A	Kosmos 1897			7.64		
L2.20	1987-100A	Raduga 21			7.86		

<i>Situación</i>	<i>ID COSPAR</i>	<i>Nombre</i>	<i>Perigeo</i>	<i>Apogeo</i>	<i>Inclinación</i>	<i>Maniobras de FVU</i>
L1.16	1988-014A	China 22 (STTW-1 2)			4.70	
L1.19	1988-063A	INSAT 1C			7.43	
L1.3	1988-066A	Kosmos 1961			7.04	
L1.62	1988-095A	Raduga 22			6.86	
L1.53	1989-030A	Raduga 23			6.49	
L1.50	1989-081A	Gorizont 19			6.14	
L1.39	1989-098A	Raduga 24			6.06	
L2.35	1989-101A	Kosmos 2054			5.90	
L1.29	1990-011A	China 26 (STTW-2A)			3.09	
L2.23	1990-016A	Raduga 25			5.80	
L1.23	1990-054A	Gorizont 20			5.55	
L1.4	1990-061A	Kosmos 2085			5.47	
L1.27	1990-112A	Raduga 26			5.12	
L1.35	1990-116A	Raduga 1-02			5.12	
L1.6	1991-010A	Kosmos 2133			4.00	
L1.58	1991-014A	Raduga 27			5.29	
L3.3	1991-064A	Kosmos 2155			4.70	
L3.8	1991-079A	Kosmos 2172			4.45	
L2.29	1992-059A	Kosmos 2209			3.91	
L1.64	1992-088A	Kosmos 2224			2.66	
L2.13	1993-077A	Telstar 401			1.99	Falló
L1.40	1994-012A	Raduga 31			2.63	
L2.28	1994-038A	Kosmos 2282			1.53	
L1.2	1994-069A	Elektro			2.42	
D.264	1994-080A	DFH 3 (China 44)	- 572 km	185 km	3.18	Falló para la GEO
L2.34	1994-082A	LUCH			1.07	
L2.4	1995-057A	UFO 6 (USA 114)			3.68	
D.305	1997-027B	INSAT 2D	-2620 km	179 km	1.46	Falló en 1997
L2.32	1997-041A	Cosmos 2345			0.22	
L1.21	1997-070A	Kupon 1			1.09	Falló en 1997
L1.8	1998-025A	Cosmos 2350			1.34	