

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1003*

PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LA ÓRBITA DE LOS SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

(Cuestión UIT-R 34/4 (1986)**

(1993)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los satélites son estructuras frágiles que tienen pocas posibilidades de seguir funcionando en caso de colisión en órbita;
- b) que las funciones de telecomunicaciones de un satélite se perderían o al menos se degradarían notablemente si se produce una colisión en órbita;
- c) que la desintegración de un satélite debido a una colisión o a una explosión provocaría una nube de fragmentos orbitales que se dispersarían alrededor de la órbita aumentando la probabilidad de colisión en dicha órbita;
- d) que la deriva de un satélite en la órbita una vez finalizada su vida útil puede provocar un bloqueo en los enlaces de radiofrecuencia de los satélites activos,

recomienda

- 1. que durante el emplazamiento de un satélite en órbita se introduzcan en la misma el menor número posible de residuos;
- 2. que se hagan todos los esfuerzos posibles para acortar el tiempo de permanencia de los residuos en la órbita de transferencia;
- 3. que un satélite geoestacionario al final de su vida útil se transfiera, antes de que se agote completamente su combustible, a una órbita de desecho supersíncrona que no intersecte con la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) (véase el anexo 1);
- 4. que la transferencia a la órbita de desecho se realice teniendo un cuidado especial para evitar la interferencia de radiofrecuencia con los satélites activos;
- 5. que la siguiente nota se considere parte integrante de la presente Recomendación.

Nota 1 – Deben realizarse estudios ulteriores para definir la constitución exacta de una órbita de desecho eficaz.

ANEXO 1

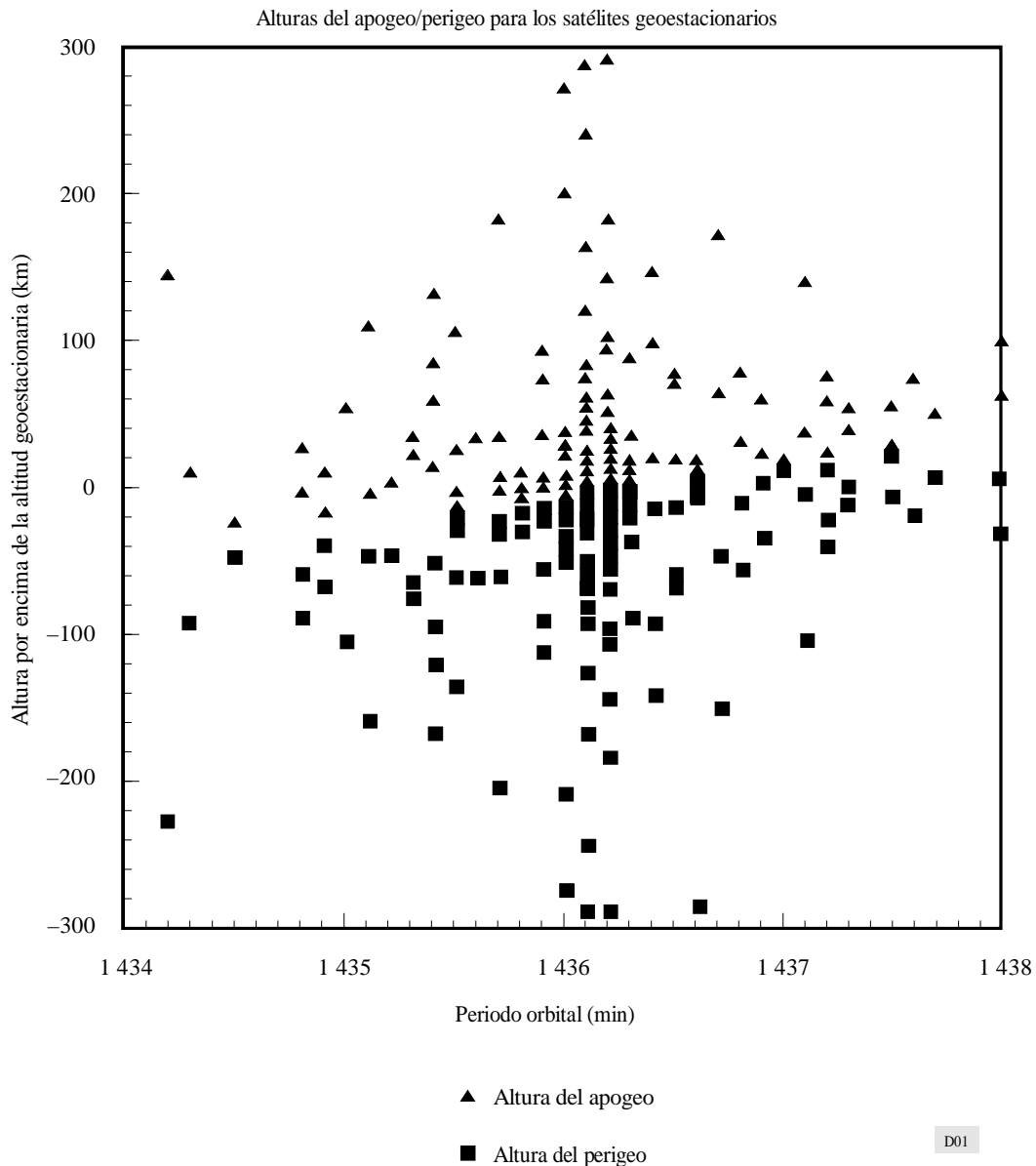
Protección medioambiental de la órbita de los satélites geoestacionarios

En octubre de 1991 había en la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) 322 vehículos espaciales en activo y abandonados así como 111 cohetes de propulsión y otros dispositivos utilizados para situar en la órbita a esos satélites. La mayoría de estos objetos ya no están sometidos a un control activo por parte de los organismos que los lanzaron. Además de la población de objetos en la región geoestacionaria, existen otros que atraviesan dicha región periódicamente. Algunos se encuentran en la etapa de órbita de transferencia geosíncrona con su perigeo en órbita terrestre baja, pero otros son cuerpos que han sido desplazados a órbitas de almacenamiento situadas por encima o por debajo de la región geoestacionaria (véase la fig. 1).

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 7, 8, 10 y 11 de Radiocomunicaciones. Se solicita que la Comisión de Estudio 7 de Radiocomunicaciones considere el tema relativo a la no utilización del arco geoestacionario para depositar los vehículos espaciales o las componentes de la etapa de transferencia que representan un peligro para el funcionamiento de otros vehículos espaciales.

** Antiguamente Cuestión 34/4 del CCIR.

FIGURA 1
Objetos en la OSG o próximos a la misma



Los organismos propietarios de estos dispositivos geoestacionarios han utilizado diferentes estrategias de control orbital que se han ido modificando a lo largo del tiempo. Muchas órbitas tienen grados de elipticidad muy significativos y una modificación reciente en las reglas de procedimiento correspondientes de la ex-IFRB (actualmente Oficina de Radiocomunicaciones) permite un grado importante de variación de la inclinación. Se trata de estrategias permisibles, pero su efecto ha sido ampliar las dimensiones efectivas de la región caracterizada como geoestacionaria. A efectos de tomar medidas medioambientales, la OSG puede definirse como la zona situada a una distancia media del centro de la Tierra de $42\,164 \pm 300$ km y que se extiende unos 15° de latitud N/S o una distancia de aproximadamente 10 000 km. Las dimensiones de la región vienen determinadas por las condiciones iniciales de pérdida de control del vehículo espacial o de otros satélites y por la influencia de las perturbaciones lunares y solares, la presión solar y los efectos de la forma achatada de la Tierra.

El conocimiento del entorno geoestacionario está limitado por la resolución de las observaciones efectuados desde la Tierra. Actualmente, la dimensión más pequeña de un objeto detectable y del que es posible hacer un seguimiento (en las mejores condiciones) en la OSG es de 1 m. A efectos comparativos, puede señalarse que en la órbita terrestre baja puede determinarse y clasificarse el número de objetos con dimensiones superiores a 30 cm e incluso caracterizarse estadísticamente en cuanto a altitud e inclinación, el número de objetos con dimensiones superiores

a 5 mm. El conocimiento de la posición de los vehículos espaciales u objetos no sometidos a control de radiofrecuencia no es tan bueno como el conocimiento que tienen los operadores sobre la ubicación de los vehículos espaciales activos.

El riesgo que corren los vehículos espaciales en estado operacional se debe fundamentalmente a la explosión de fragmentos de desecho causada por los combustibles y gases residuales de los dispositivos de propulsión y, con menos frecuencia, por la energía almacenada en las baterías. Más de la mitad de los objetos que figuran en el catálogo de vigilancia espacial (Space Surveillance Catalogue) son residuos procedentes de fragmentación. En la órbita terrestre baja se sospecha que se han producido entre dos y cuatro casos de colisiones, pero ninguno ha podido ser verificado. En la OSG se han producido dos casos que se han caracterizado como explosiones. Es muy probable que se hayan producido otros fenómenos similares que no se han detectado debido a las limitaciones de los métodos de observación.

Si bien las colisiones en la órbita geosíncrona no tienen las graves consecuencias de las que se producen en la órbita terrestre baja, pueden ser bastante significativas. Las velocidades tienen magnitud suficiente como para que se causen daños importantes si la eficacia del acoplamiento rebasa unas pocas decenas por ciento. A la velocidad de colisión características a largo plazo (500 m/s) las consecuencias serían comparables a los daños producidos por una colisión con una aeronave a reacción.

Debido a las prácticas de los operadores en el pasado, existe actualmente una elevada densidad de objetos espaciales en la OSG. Sin embargo, como dichos objetos se desplazan normalmente en un solo sentido y sus velocidades son relativamente bajas, la probabilidad de colisión es bastante reducida, no debido a la naturaleza del fenómeno, que puede ser muy espectacular cuando ocurre, sino porque las ocasiones de posible intersección no son frecuentes. Como puede verse en la fig. 1 hay una importante concentración de objetos en la región más estable y un número muy significativo en las regiones adyacentes.

Existe la opinión de que el desplazamiento en órbita de un satélite próximo a finalizar su vida útil funcional presenta la ventaja de reducir en cierto grado la probabilidad de colisión a corto plazo; es importante señalar, no obstante, que las mismas fuerzas que provocan el desplazamiento del vehículo espacial abandonado fuera de la OSG perturbarán a dicho vehículo espacial en la órbita de desecho. En la fig. 2 se ilustra el efecto de una explosión importante o de una colisión. Cada punto en la figura representa un fragmento. Los que adquieren energía retrógrada tienen un perigeo menor y un apogeo a la altitud original; los que adquieren una energía de expansión tienen un perigeo a la altitud original y un apogeo a una nueva altitud más elevada. Este es el efecto que provoca que los residuos se desplacen de la órbita de desecho y vuelvan al arco geosíncrono.

Los requisitos para el desplazamiento en órbita son de 3,64 m/s/100 km o 1,69 kg de combustible/1 000 kg de masa del vehículo espacial. Se produce un gradiente de deriva hacia el oeste de 1,28° por día por cada 100 km de elevación por encima de la altitud geoestacionaria.

Es importante señalar que existen muchos objetos distintos de vehículos espaciales en el arco geoestacionario; por ejemplo, los motores de apogeo que se separan normalmente del vehículo espacial una vez puesto en órbita circular para reducir la masa del mismo a fin de minimizar el gasto de combustible del mantenimiento en posición de la estación. No son evidentes las ventajas de desplazar de la órbita los vehículos espaciales al final de su vida útil si tales objetos continúan añadiéndose a la población.

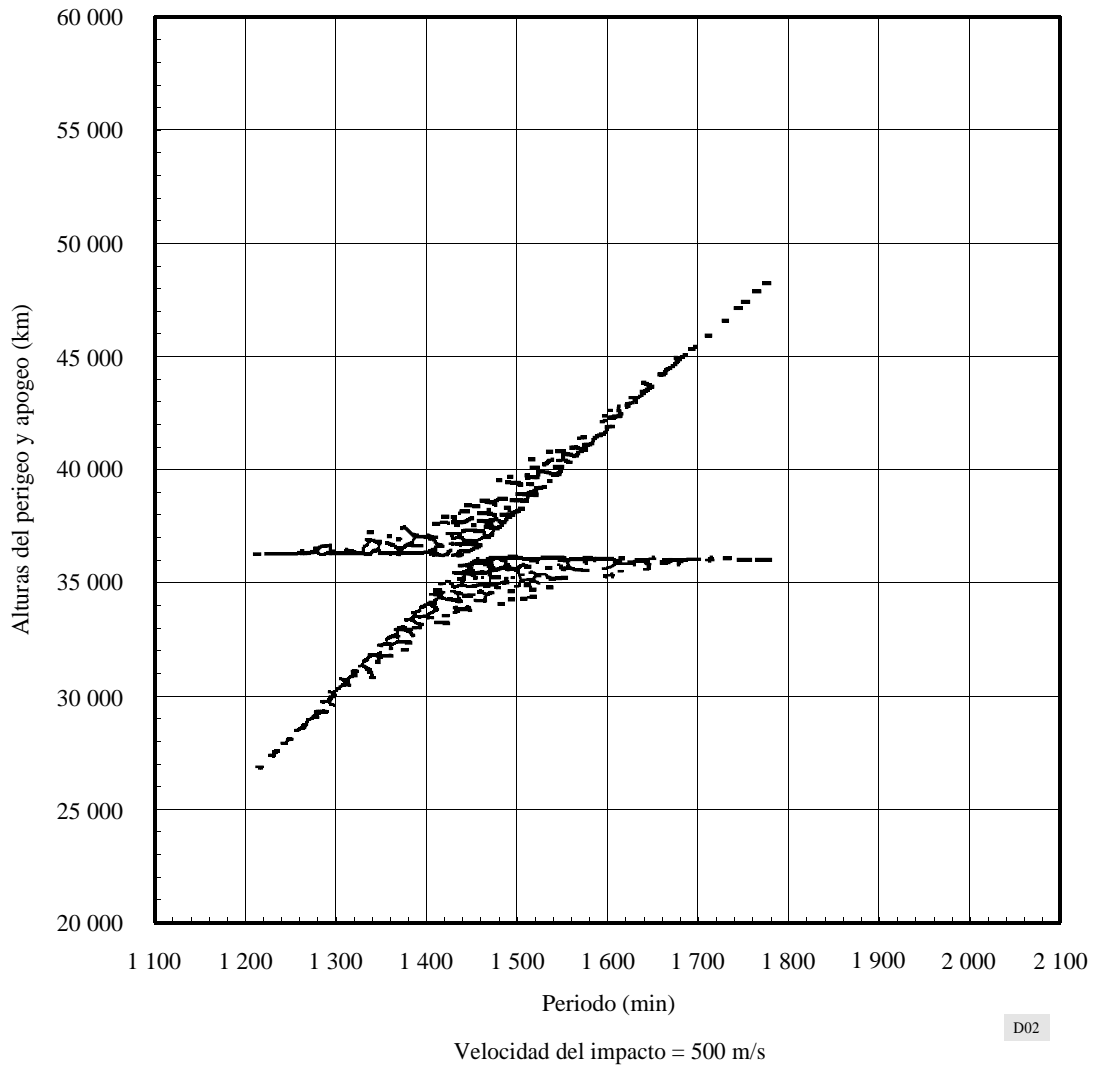
Debido a las características orbitales de la población actual en el arco geosíncrono, si va a desplazarse de la órbita un vehículo espacial debe aumentarse, por ejemplo, la altitud del perigeo 300 km o más y debe hacerse lo propio con el apogeo. Cabe señalar que en los objetos desplazados de la órbita hasta la fecha el incremento medio del perigeo es superior a 250 km. Deben realizarse estudios para definir una altitud mínima efectiva.

Para que el emplazamiento de los vehículos espaciales en una nueva órbita tenga efectos beneficiosos a largo plazo deben tomarse medidas para evitar las explosiones. Estos procedimientos de reducción de los fragmentos se han adoptado en todas las etapas superiores abandonadas en la órbita terrestre baja. Los combustibles y presurantes residuales son expulsados o consumidos. Deben efectuarse acciones similares en los objetos abandonados en la órbita de desecho, en la órbita de los satélites geoestacionarios o en la órbita geosíncrona de transferencia.

Existe una órbita de 7,3° de inclinación con un ángulo de cero grados de ascensión recta que es estable desde el punto de vista inercial debido a la actuación de las fuerzas lunar y solar. Los vehículos espaciales en esta órbita no necesitan un mantenimiento en posición N/S puesto que estas fuerzas están en equilibrio. El desplazamiento desde esta órbita también es estable, el riesgo de colisión en altitud más elevada es muy pequeño y las velocidades de contacto son muy bajas (5 m/s).

FIGURA 2

Diagrama de Gabbard sobre la desintegración por colisión de un satélite geostacionario de 1 000 kg; 423 partículas de más de 10 cm



Los residuos de vehículos espaciales y las etapas de los cohetes impulsores abandonados en la órbita de transferencia tienen un perigeo bajo y un apogeo en altitud geosíncrona. Estos residuos atraviesan la OSG al menos dos veces al día. La vida útil del objeto en órbita de transferencia depende de la altura del perigeo inicial, de la longitud inicial del nodo ascendente y de la estación del año. Es posible seleccionar estos parámetros de tal forma que la altura del apogeo se reduzca rápidamente y la etapa de transferencia no constituya un peligro potencial para los objetos que se encuentran en la OSG. Esta limitación impuesta a la ventana del lanzamiento a menudo no es compatible con otras limitaciones.