

# EL PROBLEMA DE LOS TRES CUERPOS Y LA COMUNICACIÓN GLOBAL. PARTE 2

*Posted on 5 febrero, 2016 by Rosa María Herrera*



El buen funcionamiento del "cable invisible" que une mi receptor de televisión y el satélite artificial del que recibiré la señal depende del buen acoplamiento entre el movimiento orbital del primero y la rotación de la Tierra.

Category: [Ciencia](#)

Tag: [Ciencias Exactas](#)



**[Viene de la parte 1](#)**

**El equipo del que soy seguidora, al momento de escribir estas líneas, juega la final**

## **de la Champions League. Sin embargo, el estadio en el que se celebra tan emocionante evento no tiene lugar en la localidad en la cual resido.**

Esto no es un inconveniente y por ello pienso asistir al partido desde mi sofá. La tecnología de telecomunicaciones está de mi parte y se encarga de hacer el trabajo necesario. Las antenas parabólicas domésticas se usan para recoger directamente la señal de televisión vía satélite. El buen funcionamiento del "cable invisible" que une mi receptor de televisión y el satélite artificial del que recibiré la señal depende del buen acoplamiento entre el movimiento orbital del primero y la rotación de la Tierra. En otras palabras, para recibir una señal con calidad se debe ajustar el tiempo que el satélite permanece a la "vista" de la estación receptora.

La ciencia sobre la que se apoya esta realización científico-técnica tiene ya un cierto recorrido, se basa en la física de Newton del siglo XVII, que visionarios de la astronáutica del siglo XX como K. Tsiolkovski (1857-1935), H. Potocnik (1892-1929), H. Oberth (1894-1989) retomaron y desarrollaron.

## **Radars, ciencia ficción y órbitas de satélites**

Antes de ser un celebrado narrador de ciencia ficción, Arthur C. Clark (1917-2008) era experto en radares, tarea que desarrolló durante la Segunda Guerra Mundial. Entonces era conocido en la comunidad científica porque sostenía que era posible encontrar un método para poner un satélite artificial en órbita estacionaria (es decir, cuyo periodo de revolución fuese de 24 horas) lo que significa que podría mantenerse siempre en la vertical de una cierta posición sobre la superficie terrestre. En 1945 publicó una propuesta tecnológica en este sentido. Veinte años más tarde, en 1965, se lanzó el primer satélite de comunicaciones a la "órbita de Clarke" (en la actualidad hay más de 300 dispositivos en esta órbita).

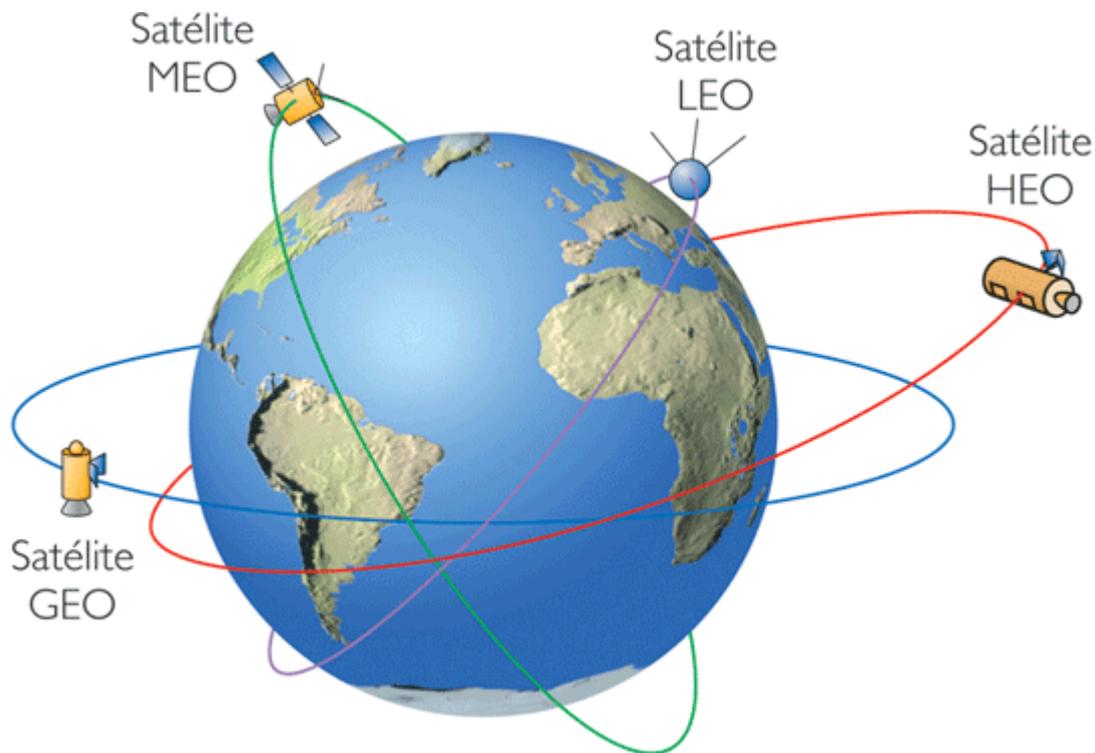
*Un enorme ejército de pequeños ingenios girando alrededor de la Tierra*

Así, contamos con un enorme ejército de pequeños ingenios girando alrededor de la Tierra, que no sólo sirven como satélites de comunicaciones, sino que también nos proporcionan información valiosa sobre el estado de conservación de nuestro planeta, meteorología, el estado del Sol, y otros muchos asuntos de interés científico, tecnológico y práctico.

Para ello hemos superado el problema inicial de conseguir la suficiente velocidad de lanzamiento, que para poner en órbita una nave es muy elevada.

## ¿Dónde está la ISS?

Una pequeña clasificación de los satélites según la altura a la que realizan su órbita parece una idea útil para que el lector pueda ubicar los distintos anillos de satélites que nos rodean.



Los que operan a una altura comprendida entre 200 km y 800 km se encuentran en una región de órbitas bajas llamada LEO (Low Earth Orbit). Debido al rozamiento atmosférico, a menos de 200 kilómetros no está garantizada la estabilidad.

Las órbitas LEO suponen un costo en términos económicos bastante razonable y son relativamente seguras; sin embargo, no están totalmente exentas de problemas. Por ejemplo, el rozamiento con la ionosfera que obliga a los satélites a realizar un consumo de combustible importante. En estas órbitas se suelen efectuar de 14 a 16 vueltas diarias. La ISS (International Space Station) se halla a unos 350 km de altitud en una órbita circular inclinada 51°.

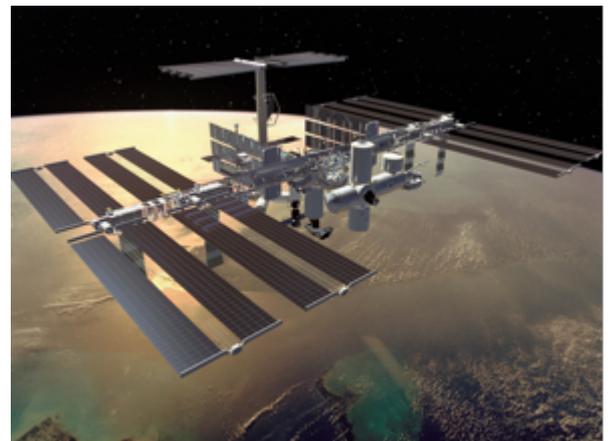


Figura 2. La ISS

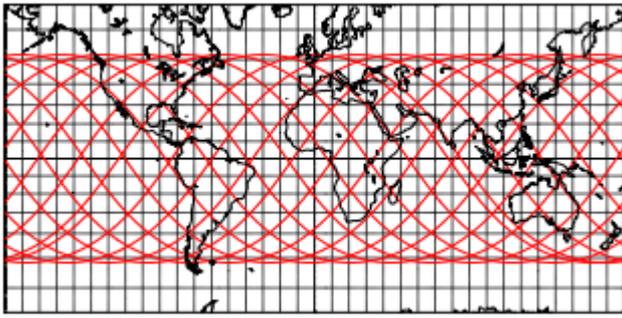


Figura 3. La "traza" de la ISS

Las órbitas heliosíncronas constituyen un caso particular de órbitas bajas, pues aprovechan la precesión del nodo de los satélites para conseguir que en cada punto de la órbita, las condiciones de iluminación del Sol sobre el punto de la superficie terrestre sobre el que el satélite sobrevuela sean idénticas en cada giro. En otras palabras, el ángulo horario del Sol en un punto determinado siempre es el mismo; este procedimiento resulta útil para los trabajos de observación terrestre.

## Una franja vacía entre regiones pobladas

Entre 800 km y 6,000 km de altura, rodeando al ecuador terrestre, se hallan los cinturones de radiación de Van Allen. Estas franjas de radiación están caracterizadas por su forma toroidal. En la parte interior están cargados positivamente, y en la parte más externa con electrones. En esta región no se suele ubicar ningún satélite, la razón es que los componentes electrónicos sufrirían daños irreparables causados por la energía de las radiaciones, resultando en una zona prohibida para la navegación aérea.

*Las órbitas MEO ocupan una franja comprendida a partir del cinturón externo de Van Allen.*

Las órbitas MEO (Medium Earth Orbits) ocupan una franja comprendida a partir del cinturón externo de Van Allen y alcanzan los 35,000 km de altitud. En esta región, a una altitud de 20,000 km y con un periodo orbital de 12 horas, se sitúan los satélites utilizados para auxiliar a la navegación y la localización de posiciones en la superficie terrestre como GPS, GLONNAS.

Las órbitas geoestacionarias (GEO) y las geosíncronas (que no son exactamente idénticas) son aquellas cuyo periodo orbital está sincronizado con el periodo de rotación de la Tierra. Las geoestacionarias son ecuatoriales, es decir, tienen inclinación cero. Las geosíncronas tienen algún grado de inclinación o pendiente. Todas las órbitas geoestacionarias son geosíncronas, pero no siempre lo inverso.

Las órbitas geoestacionarias son muy útiles al ocupar un punto fijo del ecuador terrestre; esto es, una antena apunta al satélite de modo constante. Así, su deriva se puede corregir cada cierto tiempo, por lo que se usan para las comunicaciones y las señales de televisión. Los satélites meteorológicos Meteosat (europeo), GOES (norteamericano) y GMS (japonés), por ejemplo, se ubican también en estas órbitas. La zona de visibilidad de estos satélites abarca el 43% de la superficie del hemisferio que definen. Las regiones por encima y por debajo de 70° de latitud (norte

y sur) quedan fuera de su cobertura (la precisión de estos datos también está sujeta a la inclinación de la órbita).

Los satélites HEO describen órbitas elípticas y en general tienen poca utilidad para observar la superficie terrestre.

Los satélites HEO (High Elliptical Orbit) describen órbitas elípticas y en general tienen poca utilidad para observar la superficie terrestre. Su mayor efectividad se da cuando están situados en el apogeo. Un aspecto interesante es que dan cobertura a las zonas polares.

## **Perturbaciones de las órbitas de los satélites**

Para los satélites circumterrestres humanos las perturbaciones más importantes a sus órbitas son el potencial de la Tierra, la fricción con la atmósfera, la presión de la radiación solar y el efecto de la Luna.

*A una altura aproximada de 800 km la presión de la radiación solar produce variaciones periódicas.*

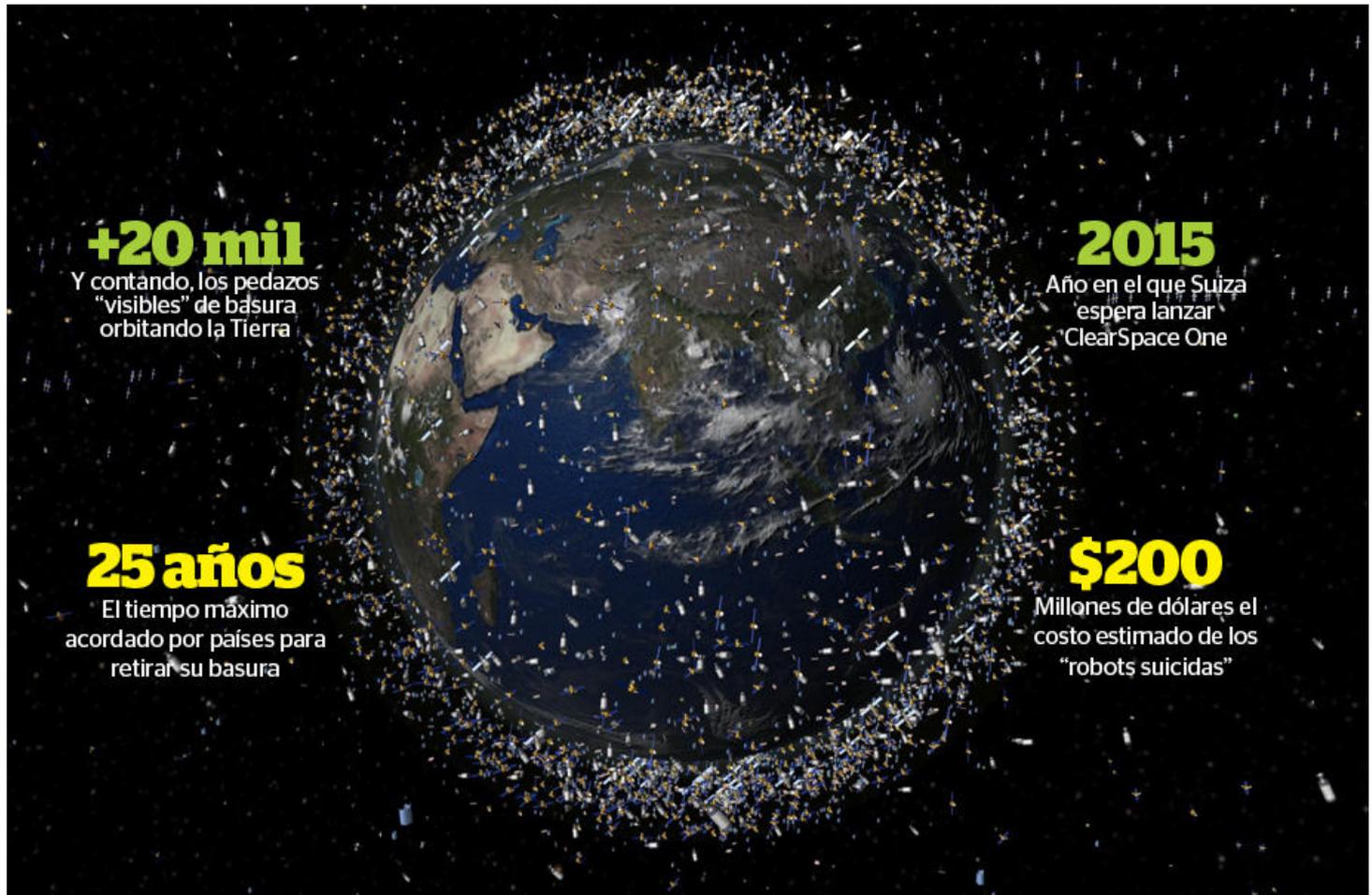
En órbitas bajas hay que cuidar el potencial terrestre y el rozamiento atmosférico (otras perturbaciones tienen menor repercusión). Sin embargo, para los satélites más elevados como los geostacionarios lo más importante a tener en cuenta es la presión de la radiación solar y la perturbación de la Luna. A una altura aproximada de 800 km la presión de la radiación solar produce variaciones periódicas de los elementos orbitales y pasa a tener tanta importancia como el rozamiento atmosférico.

En las órbitas muy excéntricas el rozamiento atmosférico reduce la excentricidad, pero no la distancia de máxima aproximación en el perigeo. Sin embargo, en las órbitas muy bajas, menos excéntricas, el rozamiento atmosférico aproxima el perigeo (es decir, convierte el máximo acercamiento, cada vez en más peligrosamente cercano) y hace que el satélite acabe colisionando con la Tierra. Finalmente, es interesante señalar que en el movimiento de cualquier satélite la influencia de la Luna es mucho más determinante que la del Sol (aproximadamente el doble).

## **Un apunte sobre la basura espacial**

La ingeniería aeronáutica genera sus propios desechos, bien por el deterioro natural de las cosas, bien accidentalmente, o por otras causas que no son siempre fáciles de eliminar. Y este problema

requiere la búsqueda de soluciones. Desde que en 1957 comenzó la "era espacial" con el Sputnik (el primer satélite artificial), el número de objetos inservibles orbitando el planeta se ha incrementado enormemente. Por encima de 700 km es difícil considerar que los cuerpos se puedan desintegrar por el rozamiento con la atmósfera, así es que los materiales inservibles en estas altitudes pueden irse acumulándose. Todos estos desechos conforman el conjunto de la basura espacial. En particular la zona geostacionaria está superpoblada y ya desde la década de los ochenta del siglo pasado los especialistas están trabajando en la solución de estos problemas, para lo cual se desarrollan distintos programas de trabajo.



E  
L  
p  
r  
i  
n  
c  
i  
p  
a  
l  
p  
e  
l  
i  
g  
r  
o  
e  
s  
t  
r  
i

ba en la combinación de varios factores. La alta velocidad de estos restos, combinada con el gran número de satélites operativos, podría ser el origen de una colisión entre un objeto de desecho y un satélite que está trabajando. Este suceso podría traer consecuencias no deseadas y quizá desastrosas.

Esperemos que esto no suceda durante la celebración de la final de la Champions League. C<sup>2</sup>

## Bibliografía

- [HERRERA, R.M.: \*El piano y la Luna\*, Ciencia y Cultura C2, Monterrey, 2015](#)
- HERRERA, R.M.: *Resonancias en el Sistema Solar*, Neomenia, Madrid, 2012
- [HERRERA, R.M.: \*Urania y los caminos del cielo\*, Ciencia y Cultura C2, Monterrey, 2015](#)
- MILANI, A. & GRONCHI, C.: *Theory of the orbit determination*, Cambridge University Press, 2010
- MOSER, J.K.: *Is the Solar System Stable?*, The Mathematical Intelligencer. pp. 65-71 (1978)
- MOSER, J.K.: *Stable and Random Motions in Dynamical Systems*, Princenton Landarmarks in Mathematics
- POINCARÉ, H.: *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, Gauthier-Villars et fils, 1899 (reprint Dover 1957)
- SIEGEL, C.L. & MOSER, J.K. & KALME, Ch.I.: *Lectures on Celestial Mechanic*, Springer.