

Comunicaciones con satélites del SIE y del SETS

Bradford A. Kaufman (EE.UU.)

Subdirector de Política y Planificaciones
del Espectro de la NASA

Presidente del GT 7B del UIT-R

Definiciones



1.51 servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS): Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas y una o varias estaciones espaciales que puede incluir enlaces entre estaciones espaciales y en el que:

- se obtiene información sobre **las características de la Tierra y sus fenómenos naturales**, incluidos datos relativos al estado del medio ambiente, por medio de *sensores activos* o de *sensores pasivos* a bordo de *satélites* de la Tierra;
- se reúne información análoga por medio de plataformas situadas en el aire o sobre la superficie de la Tierra;
- dichas informaciones pueden ser distribuidas a estaciones terrenas dentro de un mismo sistema;
- puede incluirse asimismo la interrogación a las plataformas.

Este servicio puede incluir también los *enlaces de conexión* necesarios para su explotación.

1.55 servicio de investigación espacial (SIE): Servicio de radiocomunicación que utiliza vehículos espaciales u otros objetos espaciales **para fines de investigación científica o tecnológica**.

1.177 espacio lejano: Región del espacio situada a una distancia de la Tierra **igual o superior a 2×10^6 km**.

1.184 órbita: Trayectoria que describe, con relación a un sistema de referencia especificado, el centro de gravedad de un *satélite* o de otro objeto espacial, por la acción principal de fuerzas naturales, fundamentalmente las de gravitación.

Publicaciones del UIT-R

- **Manual sobre Comunicaciones para la investigación espacial**
- **Manual sobre el Servicio de exploración de la Tierra por satélite**
- **Serie SA: 54 Recomendaciones y 15 Informes**

Algunas Recomendaciones UIT-R SA seleccionadas:

Relativas al SIE:

SA.364 – Anchuras de banda y frecuencias preferidas para satélites de investigación espacial próximos a la Tierra, tripulados o no tripulados

SA.609 – Criterios de protección para los enlaces de radiocomunicación con satélites de investigación espacial, tripulados o no tripulados, próximos a la Tierra

SA.1019 – Bandas de frecuencias preferidas y sentidos de transmisión para los sistemas de satélites de retransmisión de datos

SA.1154 – Disposiciones para proteger los servicios de investigación espacial (IE), operaciones espaciales (OE) y exploración de la Tierra por satélite (ETS) y facilitar la compartición con el servicio móvil en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz

SA.1155 – Criterios de protección relativos a la explotación de los sistemas de satélites de retransmisión de datos

SA.1414 – Características de los sistemas de satélites de retransmisión de datos

Relativas al SETS:

SA.514 – Criterios de interferencia para los sistemas de telemando y transmisión de datos que funcionan en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

SA.1024 – Anchuras de banda necesarias y bandas de frecuencias preferidas para la transmisión de datos desde satélites de exploración de la Tierra (excluyendo satélites meteorológicos)

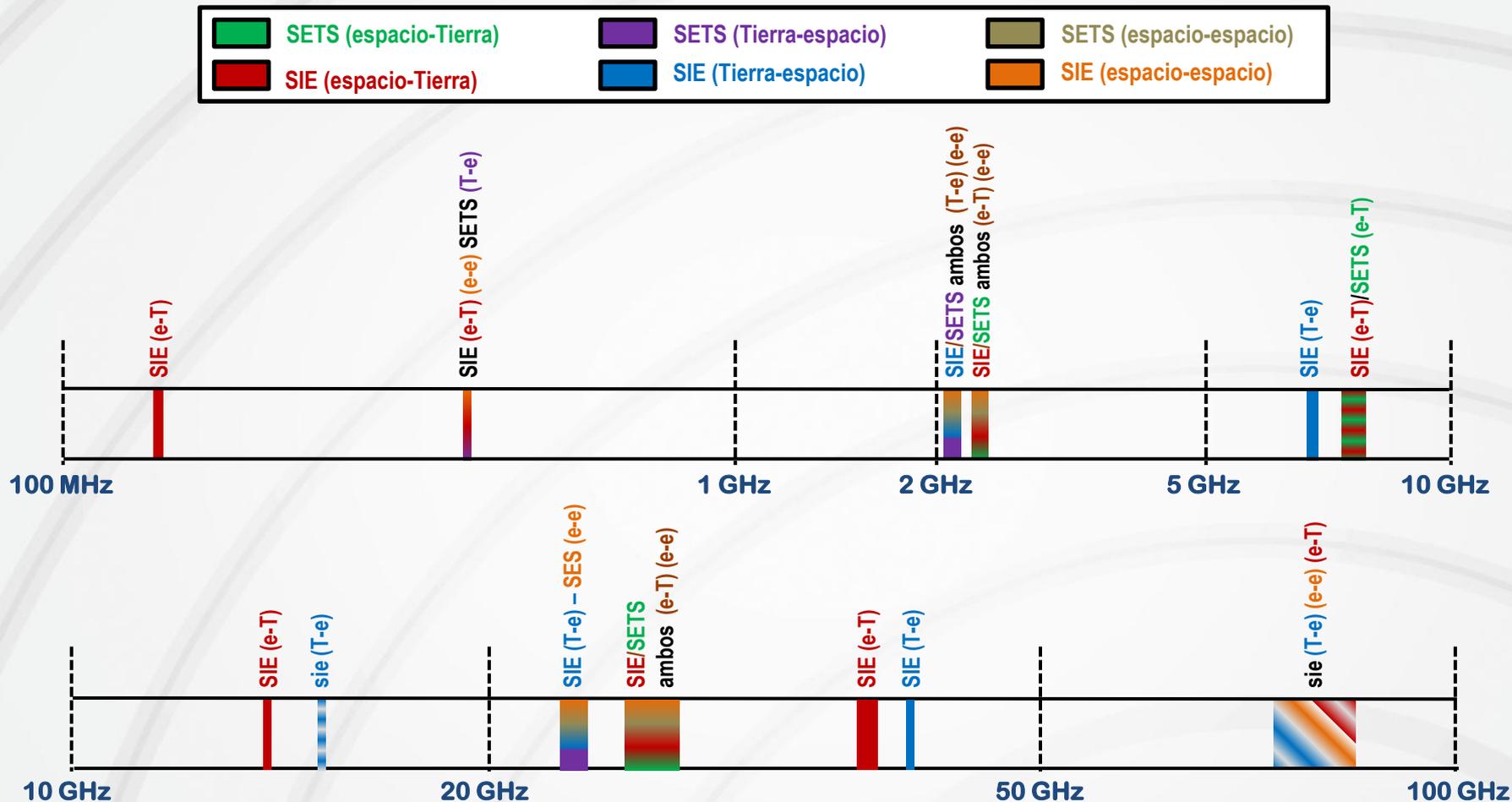
SA.1162 – Criterios de calidad de los enlaces de servicio de los sistemas de recogida de datos y localización de plataformas de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

SA.1163 – Criterios de interferencia para los enlaces de servicio en los sistemas de recogida de datos de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

SA.1627 – Requisitos de telecomunicación y características de los sistemas de satélites de recogida de datos y localización de plataformas del SETS y del servicio MetSat

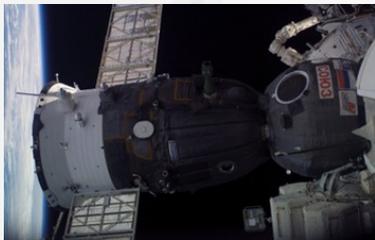
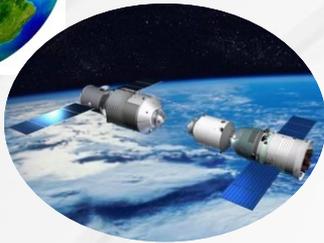
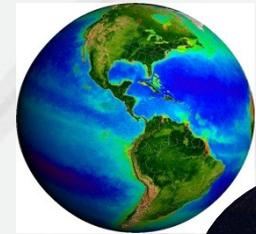


Utilización del espectro para las comunicaciones del SIE y el SETS



Utilización representativa del espectro de comunicaciones del SIE y el SETS (100 MHz – 100 GHz)

Objeto de las comunicaciones del SIE y el SETS



- **Transferencia de datos científicos** del vehículo espacial a la estación terrena.
- Operaciones de encuentros o acomplamiento con vehículos espaciales en la misma órbita para transferencia de carga o de personal.
- **Datos de seguimiento, telemetría y telemando (TT&C)**
 - Datos dirigidos al vehículo espacial o procedentes del mismo y dirigidos al sistema en tierra de la misión.
 - Ubicación del vehículo espacial, sus movimientos y dirección.
 - Normalmente transmitidos por los enlaces de comunicaciones del SIE/SETS (la utilización de un solo enlace de radiocomunicaciones ahorra peso y potencia)
- **Actividad extravehicular (EVA)** – paseos espaciales fuera del hábitat, en órbita o en la superficie de un planeta.
- **Comunicaciones de emergencia** – seres humanos/vehículo espacial
- **Utilización científica del sistema de comunicaciones**
- **Los vehículos tripulados** tienen requisitos adicionales de audio y vídeo

Minimizando los recursos de las comunicaciones del vehículo espacial se maximiza el flujo de información

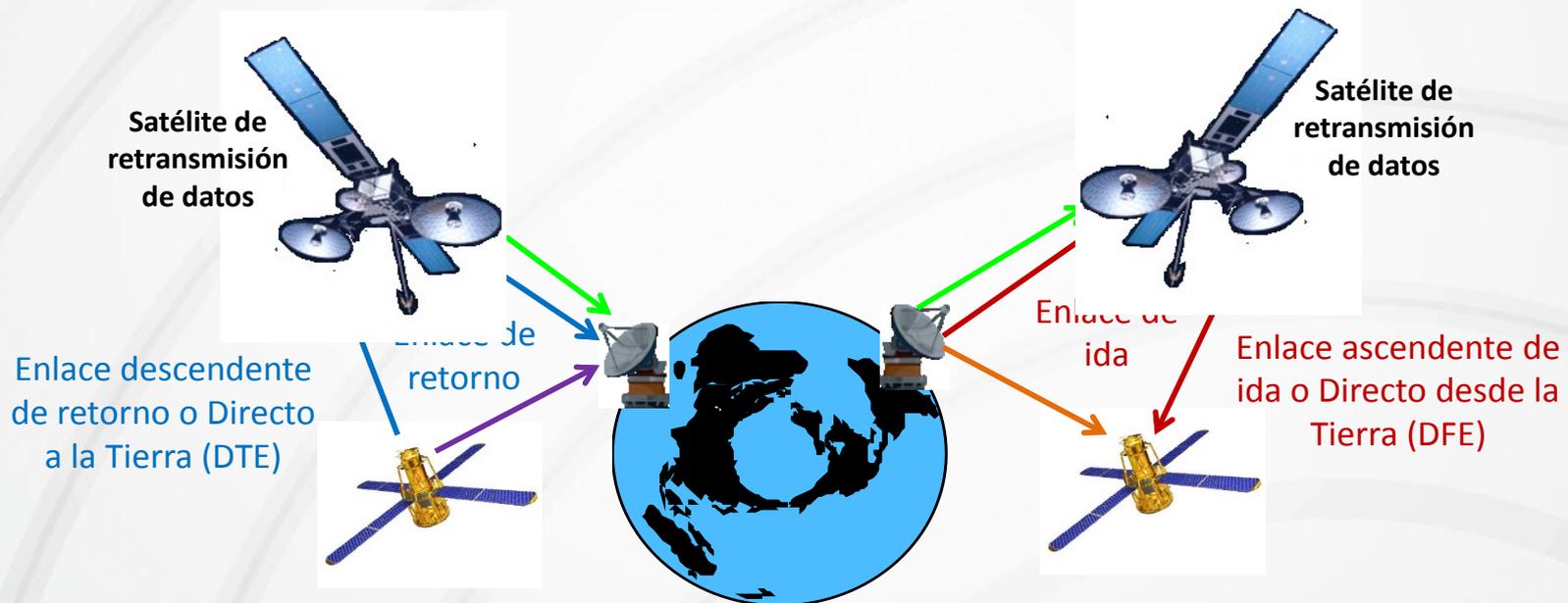
Enlaces de comunicaciones

- **Telemedida y datos científicos**

- **Enlace de retorno** – Vehículo espacial a tierra (puede realizarse mediante retransmisiones)
- **Enlace descendente o Directo a la Tierra (DTE)** – Conexión directa del vehículo espacial a tierra

- **Instrucciones y descargas de software**

- **Enlace de ida** – Envía información al vehículo espacial desde tierra (puede realizarse mediante retransmisiones)
- **Enlace ascendente o Directo desde la Tierra (DFE)** – Conexión directa tierra-vehículo espacial



Telemedida – ‘Medición a distancia’ – Normalmente se refiere a datos no científicos.

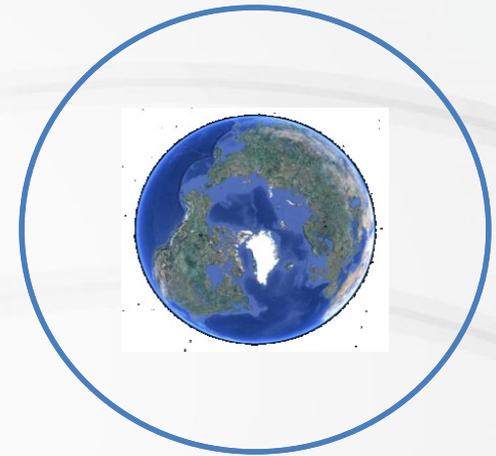
Control – Instrucciones enviadas al vehículo espacial (instrucciones al DRS en el enlace ascendente).

Secuencia – Conjunto de instrucciones con información sobre el instante y la forma en que deben ejecutarse.

Órbitas circulares del SIE y el SETS

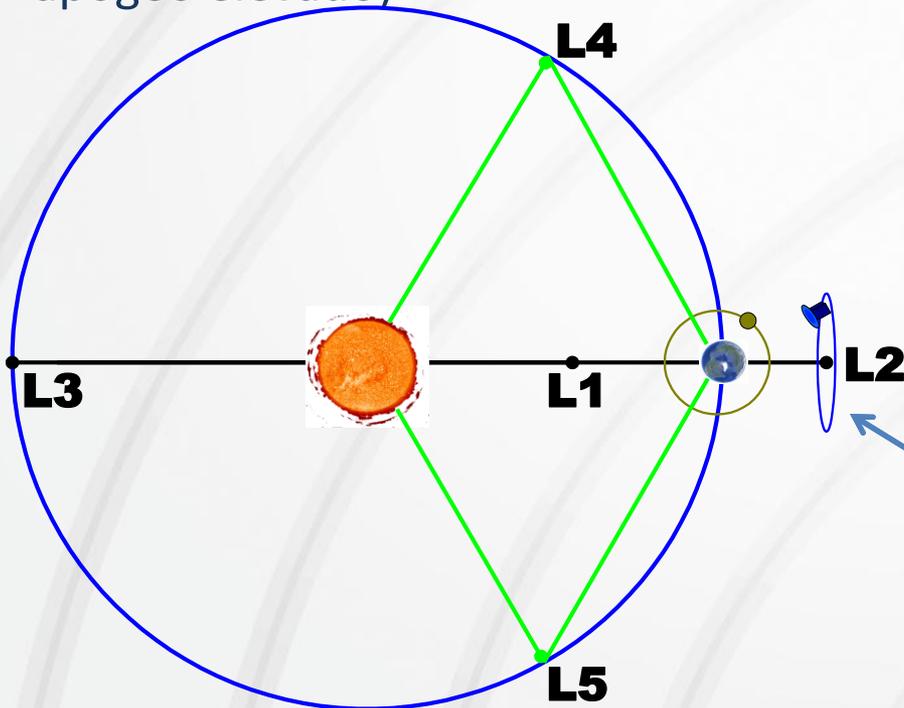
Tipos de órbitas más frecuentes utilizadas por las misiones del SIE y el SETS

- **Órbita terrestre baja (LEO)** – órbita con una altitud entre 200 y 2 000 km aproximadamente
- **Órbita terrestre media (MEO)** – órbita con una altitud comprendida aproximadamente entre 1 000 km y la OSG (GEO)
 - La MEO suele conocerse con el nombre de órbita circular intermedia
- **Órbita de los satélites geoestacionarios (OSG o GEO)** = 35 786 km
- **Órbita terrestre alta (HEO)** > GEO

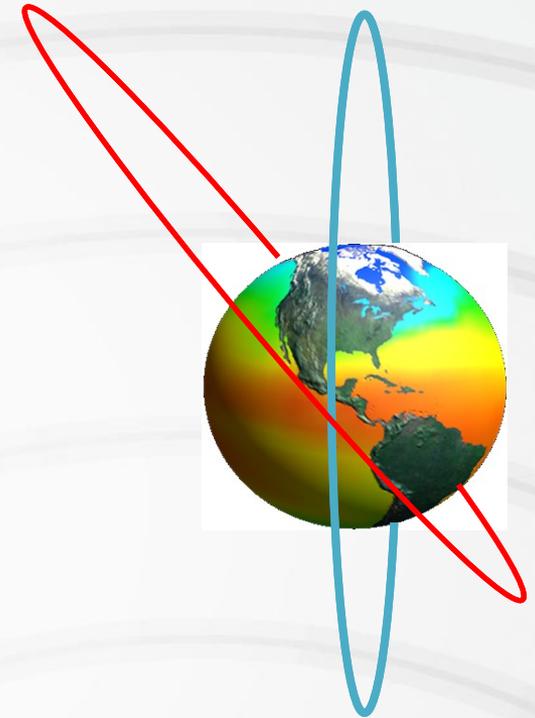


Otros tipos de órbitas del SIE y el SETS

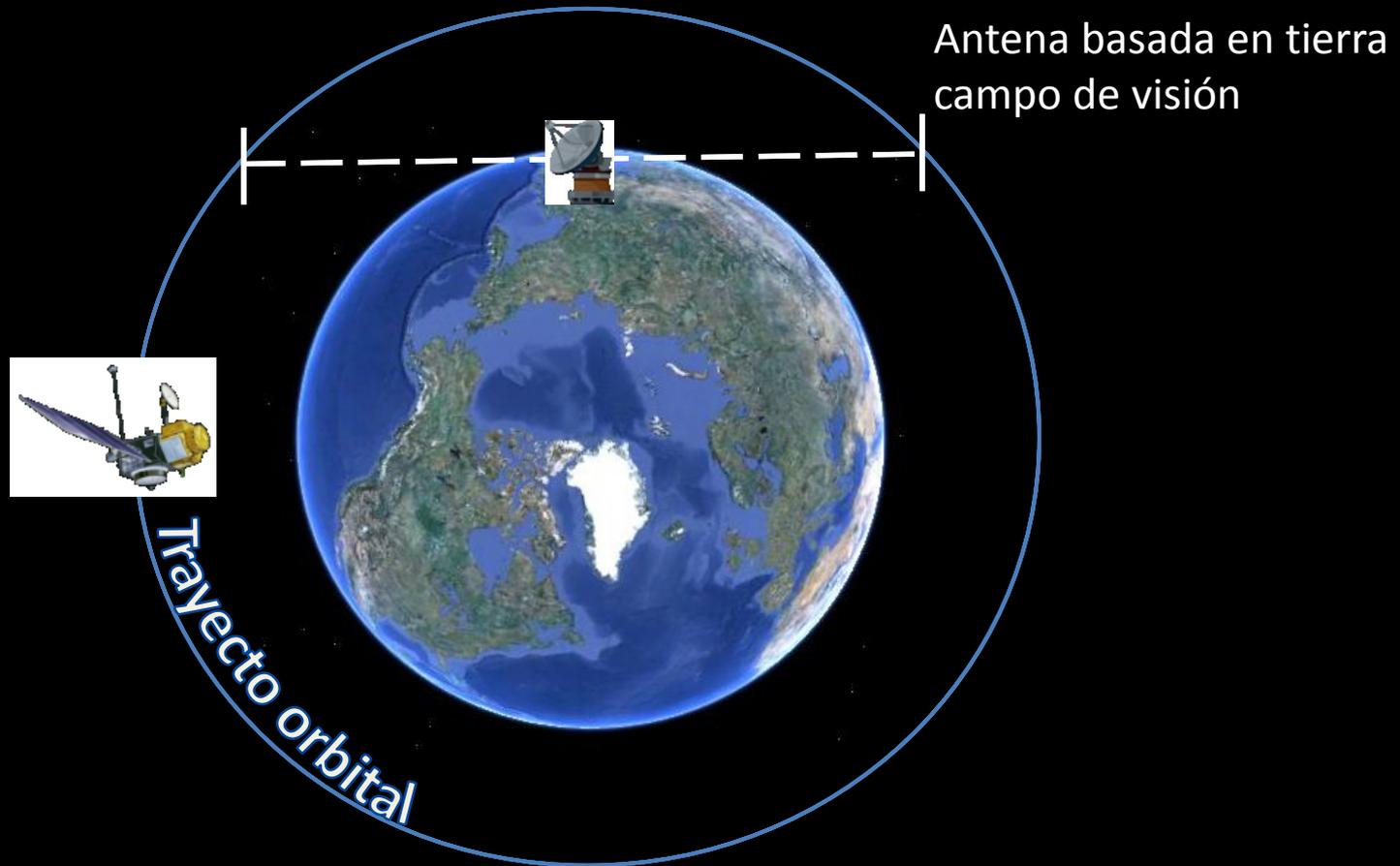
- Las **órbitas polares** son órbitas circulares con inclinaciones próximas a los 90°
 - **Órbitas heliosíncronas:** el satélite asciende o desciende a través de un punto fijo con respecto al Sol
- Las **órbitas elípticas** se caracterizan por tener una parte de la órbita próxima a la Tierra (perigeo pequeño y apogeo elevado)



Las **órbitas Halo** son órbitas alrededor de un punto de equilibrio (punto de Lagrange) entre dos cuerpos celestes



Estación terrena única – Límites de soporte



Sólo puede soportar una pequeña fracción de la órbita del vehículo espacial

- Muchas órbitas no tienen soporte o éste es muy limitado
- Opciones: pérdida de datos, almacenamiento y retransmisión, apoyo mutuo o DSR

Principales emplazamientos de estaciones terrenas para misiones en las proximidades de la Tierra

Alaska Satellite Facility
Fairbanks, Alaska



**Partner Station:
NOAA CDA Station**
Gilmore Creek, Alaska



USN Alaska (1)
Poker Flat, Alaska



USN Alaska (2)
North Pole, Alaska



Kongsberg Satellite Services
Svalbard, Noruega



Swedish Space Corp. (SSC)
Kiruna, Suecia



White Sands Complex
White Sands, Nuevo México



USN Hawaii Station
South Point, Hawaii



**Merritt Island
Launch Annex**
Merritt Island, Florida



Wallops Ground Station
Wallops, Virginia



Universidad de Chile
Santiago, Chile



McMurdo Ground Station
McMurdo Base, Antártida

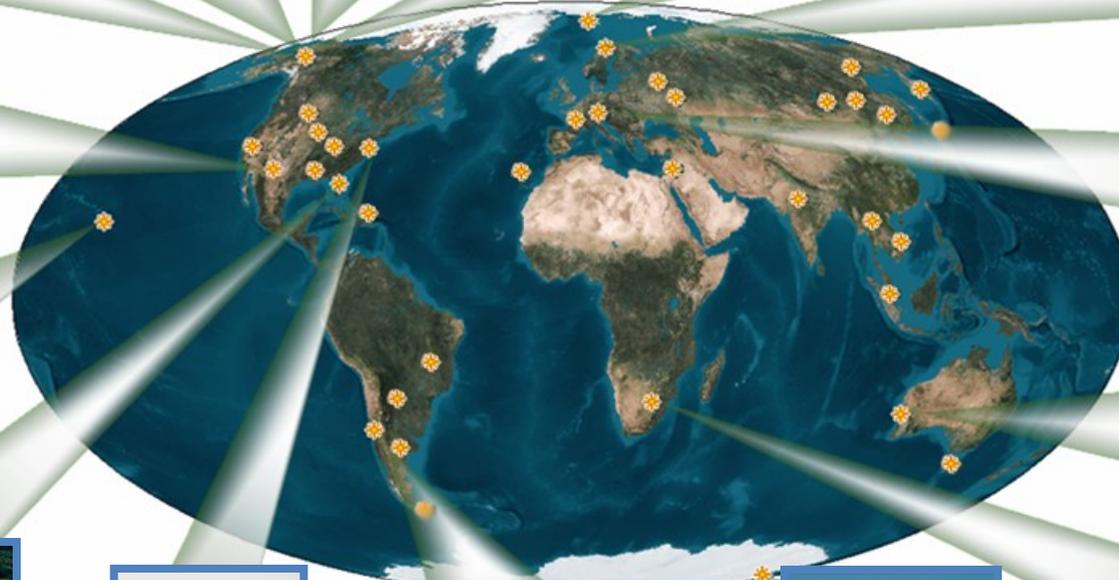


Satellite Applications Center
Hartebeesthoek, África

German Space Agency (DLR)
Weilheim, Alemania

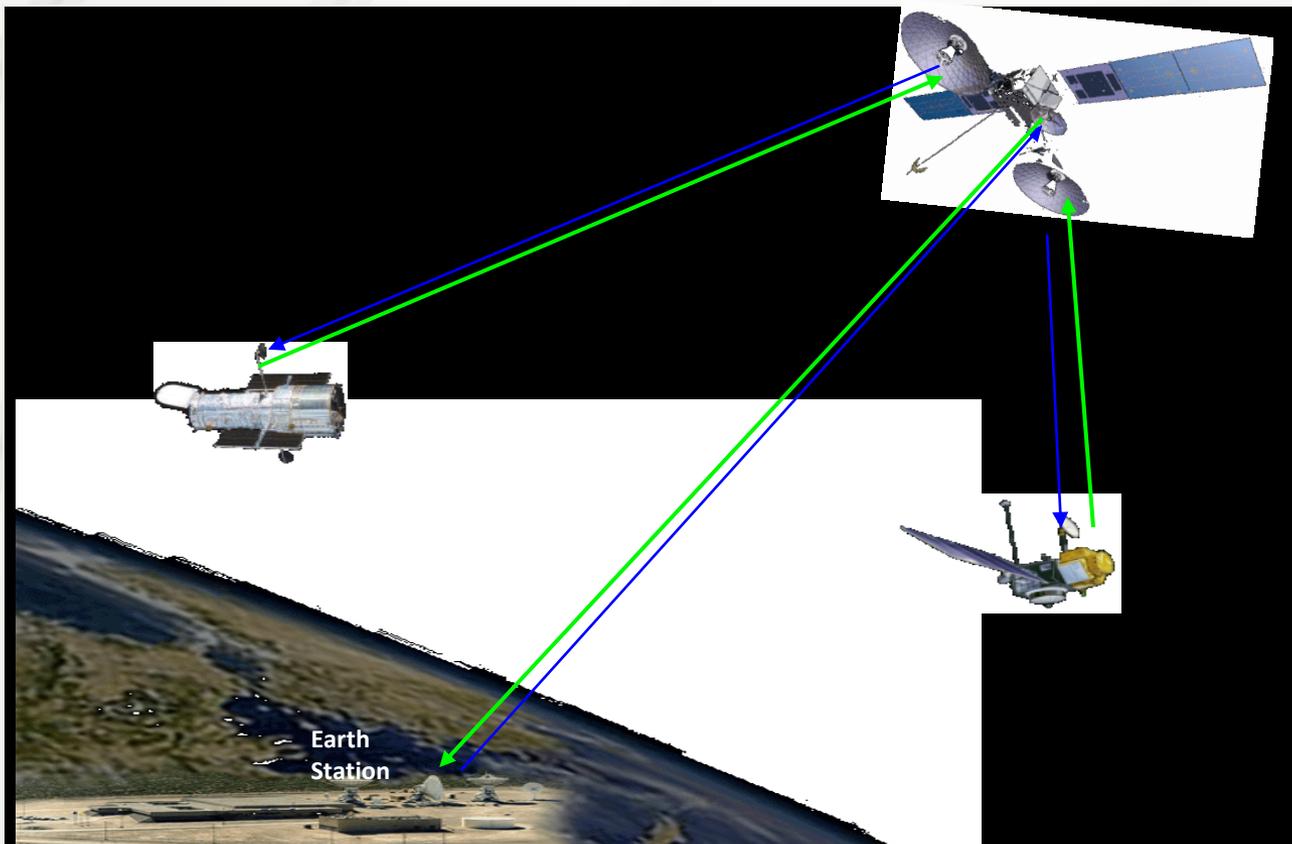


USN Australia
Dongara, Australia



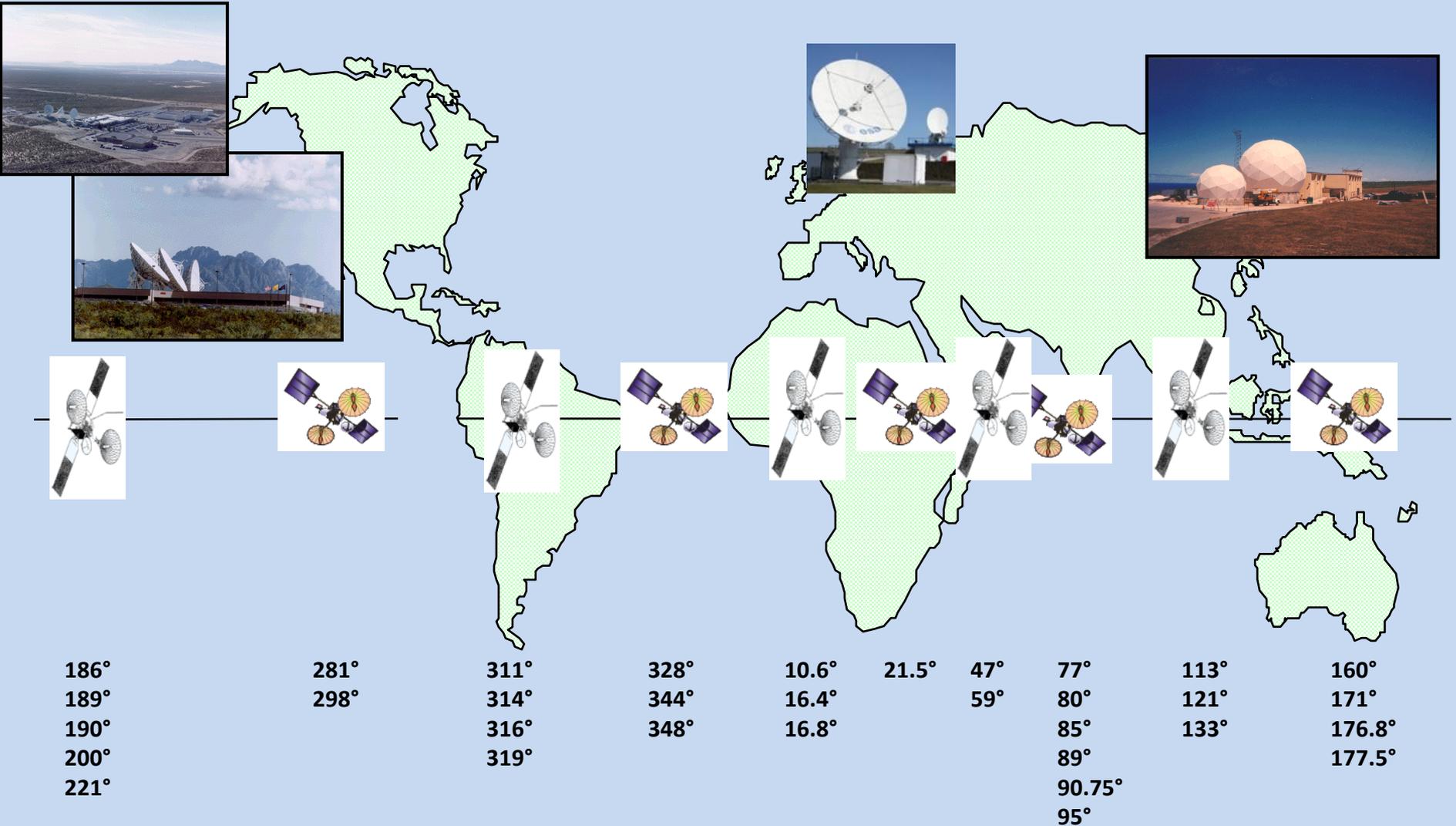
Satélite de retransmisión de datos

Proporciona servicios de comunicaciones, retransmisión de datos y seguimiento para satélites en órbita terrestre baja (LEO), vuelos espaciales de seres humanos, lanzadera espacial, SES, vehículos de lanzamiento no recuperables y clientes científicos.



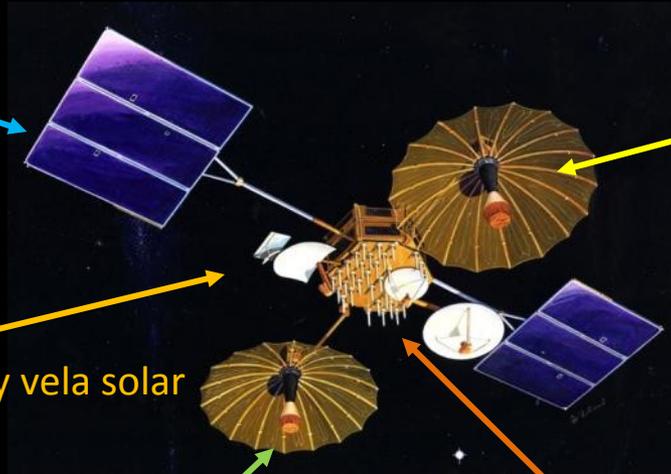
Los satélites de retransmisión de datos (DRS) proporciona una plataforma de retransmisión ubicada en el espacio

Sistemas de satélites de retransmisión de datos



Anatomía de un satélite imaginario de retransmisión de datos (caso ficticio)

Sistema de paneles solares para obtener energía



Antena omnidireccional y vela solar

2025-2110 MHz FWD
2200-2290 MHz RTN

Antena del enlace espacio-Tierra

Enlace descendente del satélite de retransmisión de datos (DRS)
Reflector parabólico de 2,0 m
Soporte de pivote biaxial

Antena de acceso espacio-espacio
Comunicaciones y funciones de seguimiento:

- 2025-2110 MHz FWD
- 2200-2290 MHz RTN
- 22,55-23,55 GHz FWD
- 25,5-27 GHz RTN

Conjunto de reflector conformado de 4,9 m
Soporte de pivote biaxial

Antena de acceso múltiple

30 hélices:

- 12 diplexores para transmisión
- 30 receptores montados en el chasis principal

Un solo haz orientable transmite 20 haces adaptados para el receptor

Función de recepción implementada en tierra

De ida (FWD): enlace entre la estación en tierra del DRS y el vehículo espacial, a través del DRS

De retorno (RTN): enlace entre el vehículo espacial y la estación en tierra del DRS, a través del DRS

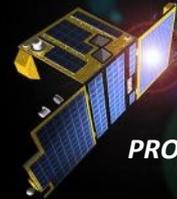
Los satélites del SIE próximos a la Tierra tienen múltiples misiones



RHESI



SAMPEX



PROBA

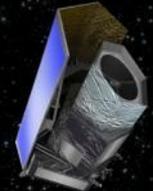


HST

Estación Espacial Internacional



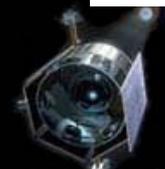
Suzaku



EUCLID



GRAIL

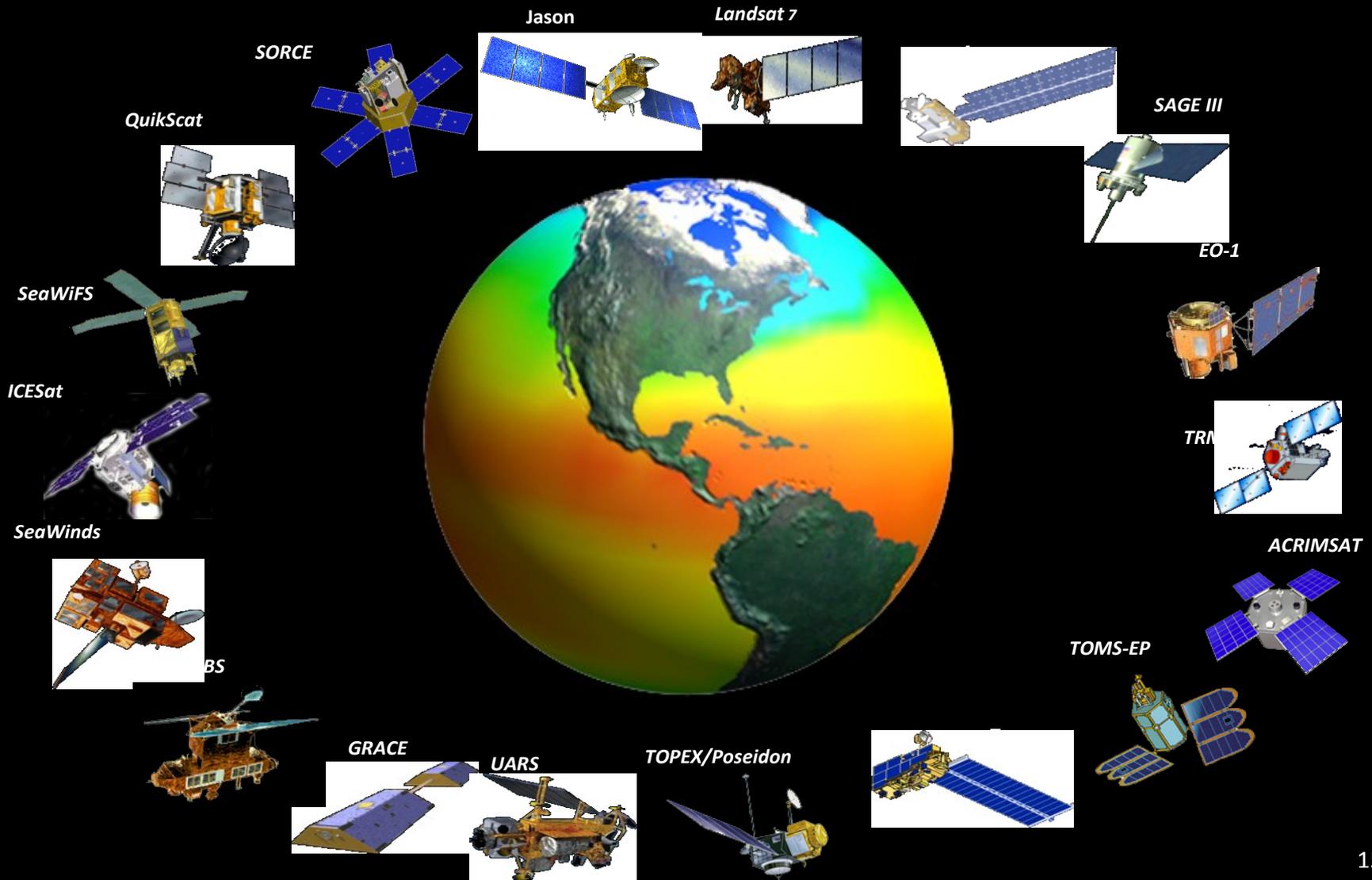


LCROSS: Luna



INTEGRAL

Satélites para teledetección



Importancia de los datos científicos obtenidos a través de los satélites



El mundo tiene actualmente la capacidad de estudiar la Tierra como un sistema, con la ayuda de los satélites

¿Alguna pregunta?