



# Global Navigation Satellite System (GNSS)

---

Taller Práctico  
Docente Gr. 1 (interina) Paula Caram

An abstract geometric pattern consisting of a network of interconnected nodes and lines, forming various polygonal shapes. The nodes are represented by small dark circles, and the lines are thin, light gray. The pattern is dense and complex, with many overlapping connections. It is positioned in the upper right and lower right areas of the page, partially overlapping the white background.

# INTRODUCCIÓN

---

Principios básicos de la tecnología GNSS




---

# ¿Qué es el GNSS?

Es un Sistema Global porque está compuesto por diferentes constelaciones de satélites, que transmiten distintos rangos de señales que luego son utilizadas para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre; ya sea en tierra, mar o aire.

Permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado, como resultado de la recepción de estas señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra, con fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades.

---





## **SISTEMAS ACTIVOS**

**NAVSTAR-GPS (EEUU)**

**GLONASS (Rusia)**

**SISTEMAS EN DESARROLLO: GALILEO (Europa)**

---

---


## **SISTEMAS NO RECONOCIDOS:**

Beidou, Compass o BNTS (China)

QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) (Japón)

IRNSS (India)





# Sistema de Posicionamiento Global (GPS )

---

Principios básicos de la constelación GPS



---

# ¿Qué es el GPS?

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un servicio propiedad de EE.UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría.

Se compone de tres segmentos: el **Segmento Espacial**, el **Segmento de Control** y el **Segmento del Usuario**.

La Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrolla, mantiene y opera los segmentos espacial y de control.

Fuente: <http://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>

---



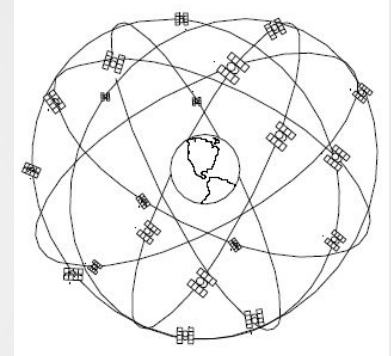
# SEGMENTO ESPACIAL

Es la constelación de satélites.

Está compuesto por 31 satélites que orbitan la Tierra distribuidos en 6 planos orbitales, con una inclinación de  $55^\circ$ , separados  $60^\circ$  entre ellos.

Esto permite que en cualquier punto de la Tierra, en cualquier momento del día, se tienen entre 5 y 11 satélites visibles con geometría favorable.

Son satélites de Órbita Media (MEO), que orbitan a una altura promedio de 20.000 km de la Tierra. Dan una vuelta alrededor de la tierra en aproximadamente 12 horas.





## Los satélites se componen de:

**Paneles solares** que proporcionan energía durante toda su vida útil y son los principales indicadores de la vida útil.

Diferentes **antenas** que emiten y reciben señales en diferentes bandas.

**Relojes atómicos** con precisiones de hasta nanosegundos.

**Estabilizadores**

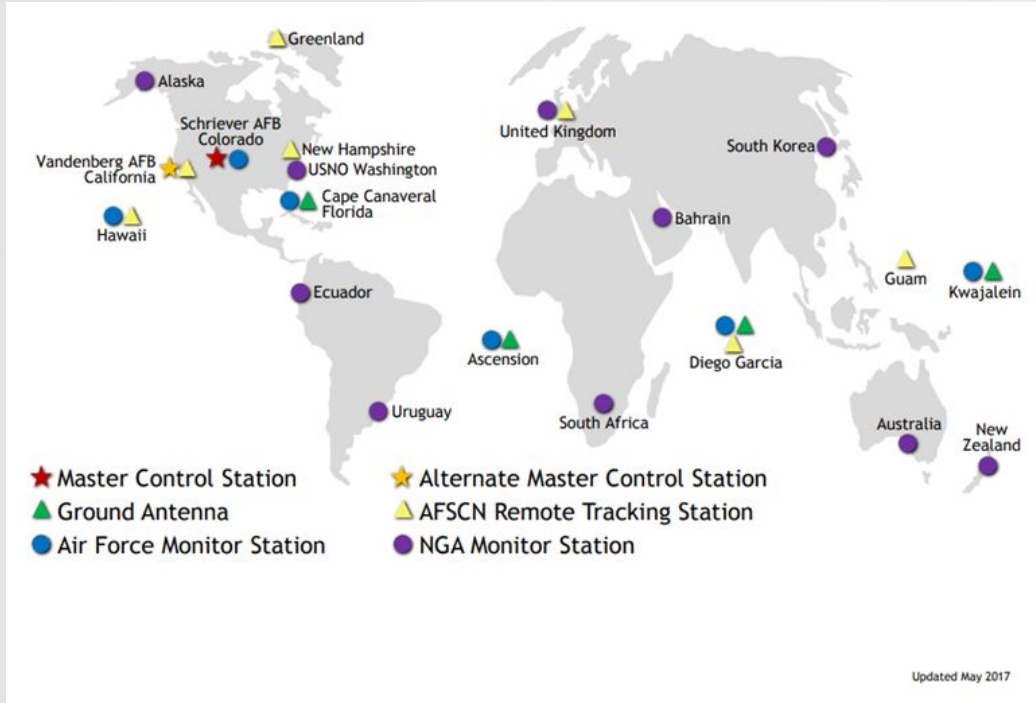
**Reflectores láser para seguimiento** (algunos)

---





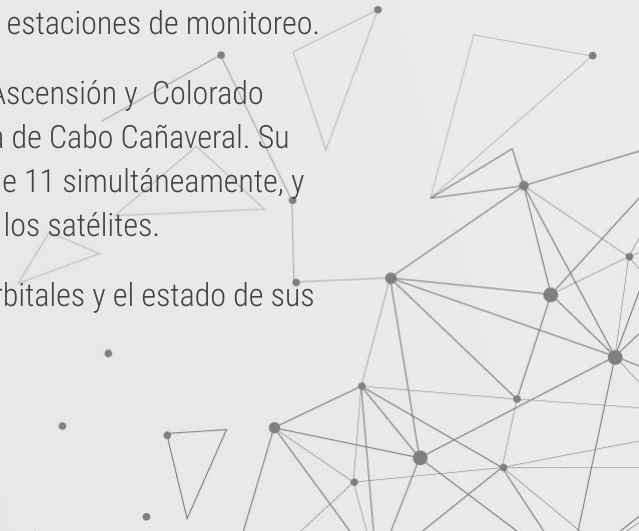
# SEGMENTO DE CONTROL



# SEGMENTO DE CONTROL

El segmento de control está compuesto por instalaciones en Tierra que son necesarias para dar soporte a la constelación de satélites:

1. Una **Estación Maestra de Control** (MCS) situada en la base aérea Falcon en Colorado Spring: es la central de procesamiento del GPS y funciona 24/7. Sus principales funciones son generar y distribuir los parámetros de ubicación de los satélites (mensaje de navegación), monitorear el estado de salud, controlar el tiempo GPS, entre otras. Recibe información de las antenas y de las estaciones de monitoreo.
2. **Cinco Estaciones Monitoras** (MS) situadas en Hawaii, Kwajalein, Diego Garcia, Ascensión y Colorado Spring. Se está considerando poner otra estación monitora en la estación aérea de Cabo Cañaveral. Su función es el seguimiento pasivo de los satélites GPS que tiene a la vista, más de 11 simultáneamente, y obtiene la información necesaria para calcular con gran precisión las órbitas de los satélites.
3. **Antenas en tierra** que envían información a los satélites, con sus parámetros orbitales y el estado de sus relojes.



# SEGMENTO USUARIO

Se compone de todos los receptores GPS, desde el más complejo utilizado con fines geodésicos, hasta los GPS de los celulares.

El receptor recibe la señal directamente de los satélites, la procesa y obtiene las coordenadas del punto en un sistema de referencia mundial.


La diferencia entre los tipos de receptores es la precisión que tienen las coordenadas calculadas.



# ¿CÓMO CALCULA LAS COORDENADAS?

Principios básicos del GPS





---

## ¿CÓMO CALCULA LAS COORDENADAS?

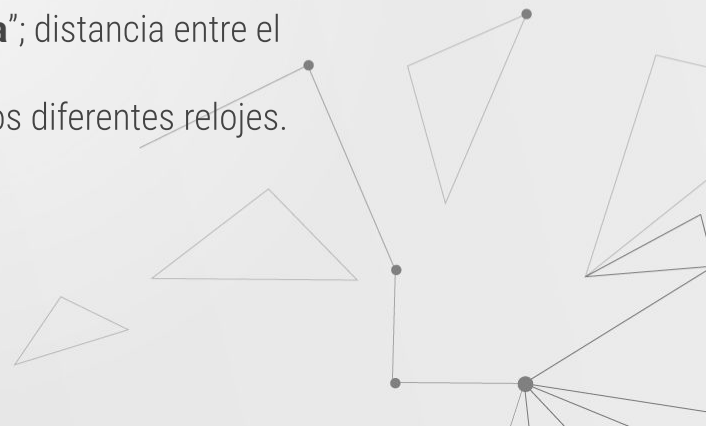
En términos muy simplificados, se trata de medir el **tiempo de propagación de la señal**, entre el satélite y el receptor.

Para esto, la señal que emite el satélite, se replica, idéntica, en el receptor, pero con un desfase de tiempo, que es el que tardó en viajar desde el satélite y ser recibida en el receptor.

Con este tiempo, se puede hallar una "**pseudodistancia**"; distancia entre el satélite y el receptor.

Este proceso tiene errores por la sincronización entre los diferentes relojes.

---





---

## ¿CÓMO MIDE LA DISTANCIA?

Los satélites transmiten constantemente en **dos ondas portadoras** que viajan a la velocidad de la luz.

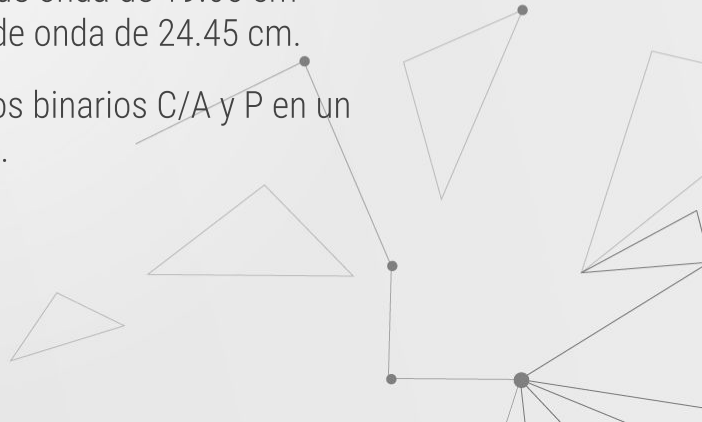
Dichas ondas portadoras se derivan de la frecuencia fundamental (10.23 MHz), generada por un reloj atómico muy preciso.

La **portadora L1**: frecuencia de 1575.42 MHz y longitud de onda de 19.05 cm

La **portadora L2**: frecuencia de 1227.60 MHz y longitud de onda de 24.45 cm.

Las ondas portadoras están diseñadas para llevar los códigos binarios C/A y P en un proceso conocido como modulación.

---





---

# NAVEGADORES GPS

Equipos muy portátiles que permiten determinar la posición, velocidad y el tiempo en forma rápida y con fines de navegación, no geodésicos.


El desarrollo comenzó aproximadamente en 1989. Inicialmente trabajaban solo con código C/A luego incorporan portadora L1.

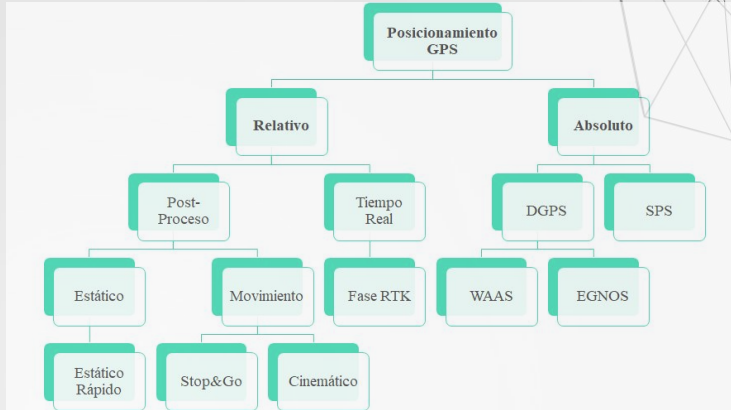
Actualmente reciben hasta 12 satélites simultáneamente.

Ejemplo: MAGELLAN, GARMIN, TOM TOM, etc.

Sus ventajas son la versatilidad, potencialidad de los equipos, rapidez en las operaciones, tamaño y peso.

---





# DIFERENTES MÉTODOS DE MEDICIÓN CON GPS

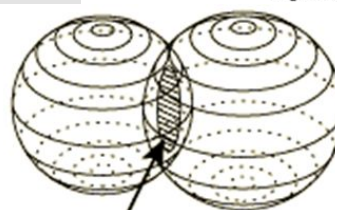
Absoluto y Relativo



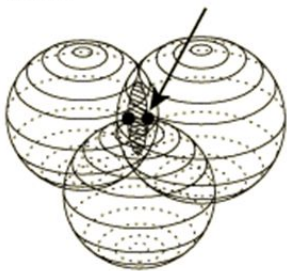
# POSICIONAMIENTO ABSOLUTO



El observador se encuentra en algún punto sobre la superficie de la esfera

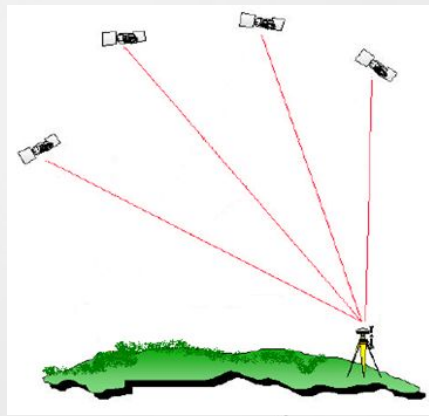


Dos medidas ponen al observador en algún punto sobre el círculo



Tres medidas ponen al observador en alguno de los dos puntos.

Se calcula la posición a partir de la triangulación de un mínimo de 4 satélites. Los tres primeros resuelven la posición y el cuarto resuelve una incógnita de tiempo.





---

# POSICIONAMIENTO ABSOLUTO

Las características son las siguientes:

Con **un único receptor**.

Observables: suelen ser los códigos, pero también se podrían utilizar las diferencias de fase o ambas.

Los receptores utilizados son pequeños, portátiles

Consiste en la solución de una intersección de todas las distancias satélite-receptor sobre la estación en un período de observación.

Precisión: de 15 a 100 metros.

Aplicaciones: Excursionismo, navegación marítima.

---



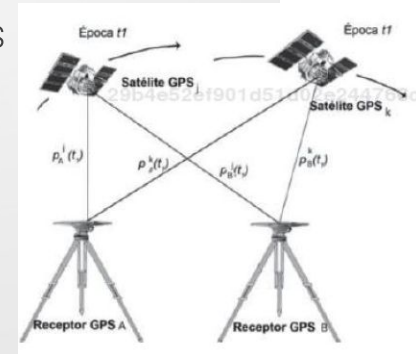
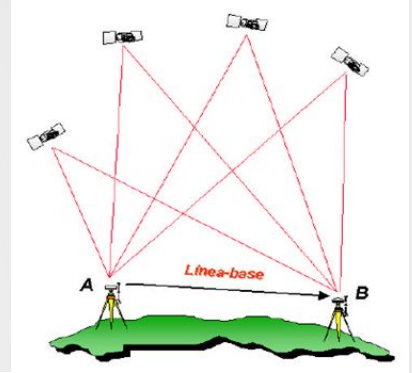
# POSICIONAMIENTO RELATIVO O DIFERENCIAL

Se calcula la posición de un receptor móvil a partir de la posición de un fijo de coordenadas ya conocidas.

Se necesitan al menos dos receptores.

El resultado es un incremento de coordenadas  $\Delta X$  y  $\Delta Y$ .

Esta modalidad permite eliminar la mayoría de los errores especialmente atmosféricos y del estado de los relojes.



# MÉTODO ESTÁTICO: POST PROCESO

Consiste en el estacionamiento de receptores que no varían su posición durante la etapa de observación.

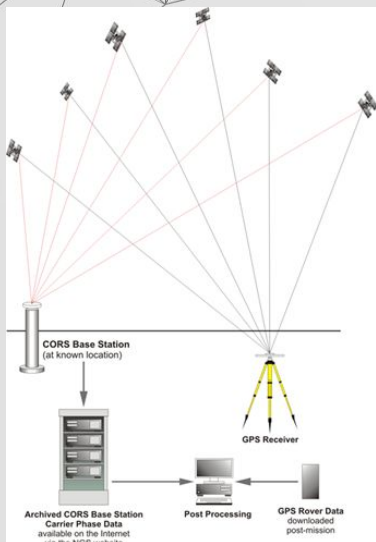
Método clásico para grandes distancias.

Gran precisión:  $5\text{mm} \pm 1\text{ppm}$ .

Precisión de milímetro en líneas cortas.

Tiempo de observación largos (proporcional a la longitud de la línea).

Aplicaciones: Control geodésico, Redes nacionales y continentales, Control de movimientos tectónicos, Control de deformación en estructuras.





---

# MÉTODO RTK: REAL TIME KINEMATIC

Una estación de referencia fija que rastrea los satélites de modo continuo con capacidad de resolver las ambigüedades en tiempo real. El otro receptor en una plataforma móvil, obtiene su posición en tiempo real: mediante un archivo en formato RTCM, la estación fija (base) envía las correcciones a los receptores por diversos métodos y protocolos de transferencia, en este caso un radio módem.

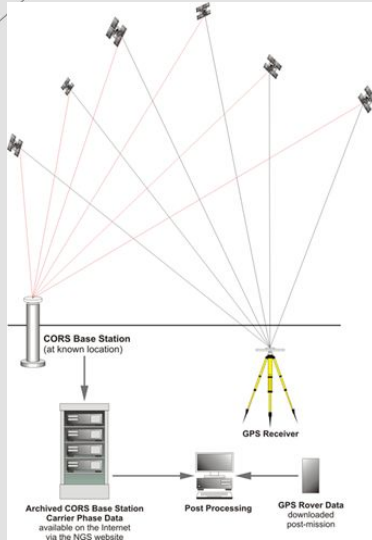
Gran precisión:  $1-2 \text{ cm} \pm 1 \text{ ppm}$ .

Aplicaciones: Replanteos, levantamiento de perfiles, carreteras, fronteras, MDTs.

---



# PROTOCOLO N-TRIP

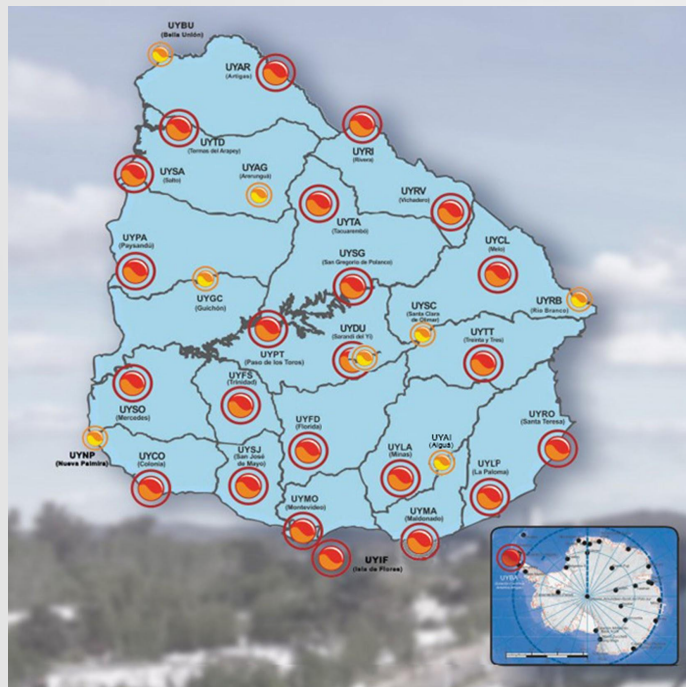


El protocolo **NTRIP** (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), permite transmitir cualquier flujo de datos GNSS desde una fuente de receptores fijos o móviles que se encuentren conectados a internet.

Es el protocolo más utilizado hoy en día en Uruguay, dada la gran cobertura de Estaciones Permanentes que tenemos en el país, desde las que se reciben las correcciones.

# RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA (REGNA-ROU)

El Servicio Geográfico  
Militar ofrece  
Correcciones  
Diferenciales en Tiempo  
Real (DGNSS/RTK) y Post  
Proceso (DGNSS/PP) de  
uso libre y gratuito para  
los usuarios, lo que  
permite mejorar  
sensiblemente la  
precisión de posiciones  
obtenidas en forma  
absoluta





# FUENTES DE ERROR

Error de los relojes atómicos y de la posición de los satélites en el espacio.

## **SATÉLITES**

La señal de radio reduce su velocidad al atravesar partículas cargadas que se encuentran en la ionósfera y al entrar en contacto con el vapor de agua de la tropósfera.

## **ATMÓSFERA**







# FUENTES DE ERROR

Este efecto es típico en ambientes forestales o en áreas urbanas. La señal se refleja en diferentes objetos y produc

## **MULTICAMINO**

Equipados con relojes de cuarzo, menos precisos que los atómicos y también depende de la calidad del receptor. .

## **RECEPTORES**





# FUENTES DE ERROR

Una degradación inducida en la señal deliberadamente por el departamento de defensa de EEUU. Se deshabilitó en el año 2000.

## **DISPONIBILIDAD SELECTIVA**

Errores diversos en el procesamiento de los datos obtenidos en campo.

## **PROCESAMIENTO DE DATOS**





**TRABAJOS  
CARTOGRÁFICOS**

**01**

**CREACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE  
UN SIG.**

**02**

**TRABAJOS  
HIDROGRÁFICOS Y  
BATIMÉTRICOS**

**03**

**APLICACIONES**

**04**

**LEVANTAMIENTO DE  
CAMINOS Y VÍAS  
SUBTERRÁNEAS**


**05**

**CÁLCULO DE ÁREAS Y  
VOLÚMENES**

**06**

**GEOFÍSICA, ESTUDIOS  
PETROLEROS**




An abstract geometric network of nodes and lines, resembling a complex graph or a stylized map, occupies the right side of the page. It consists of numerous black dots (nodes) connected by thin, light gray lines, forming a dense, interconnected web of triangles and polygons. The nodes are distributed across the right half of the image, with some clusters and some isolated points.

La tecnología GNSS es la herramienta más poderosa con la cual contamos los especialistas, técnicos y profesionales, de las ciencias e ingeniería que se ocupan de las mediciones terrestres y de la cartografía.

En pocos años esta utilización se verá reafirmada y repotenciada con la implementación del programa de modernización del GPS ya que la señal de los nuevos satélites ofrecerá más posibilidades y ventajas.

# CONCLUSIONES

---




Los avances tecnológicos en las telecomunicaciones y la electrónica seguirán incidiendo en la fabricación de instrumentos aún más versátiles y por lo tanto en el desarrollo de nuevos procedimientos de medición.

De igual forma la consolidación de un GNSS (Sistema Satelital de Navegación Global) conformado por GPS, GLONASS, GALILEO y los sistemas complementarios de mejoras a estos, tales como WAAS, LAAS y EGNOS, en el caso de GPS, permitirá medir prácticamente en cualquier lugar y con garantía de un servicio íntegro y eficiente.

# CONCLUSIONES

---



Berné Valero, José Luis, Anquela Julián, Ana Belén, and Garrido Villén, Natalia. GNSS: GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática. España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2014. ProQuest ebrary. Web. 21 April 2016.

Material anterior elaborado por el docente Gr. 2 Geog. Eduardo Vázquez

## **BIBLIOGRAFÍA**

---