

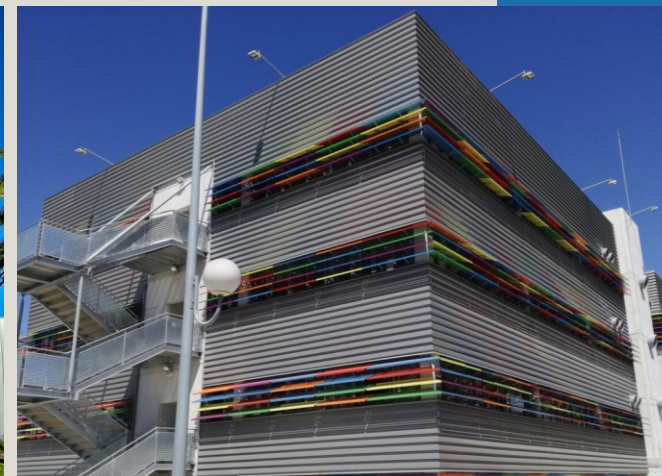


# CICYTEX

CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y  
TECNOLÓGICAS DE EXTREMADURA



Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La  
Orden - Valdesequera (Guadajira)



Instituto Tecnológico Agroalimentario de  
Extremadura (INTAEX) (Badajoz)



Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón  
Vegetal (ICMC) (Mérida)



Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña  
(CAEM) (Plasencia)



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA

JUNTA DE EXTREMADURA

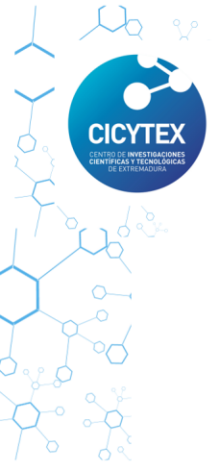
Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional



# CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE DISPOSITIVOS GNSS

Tipos de receptores GNSS  
Redes de correcciones GNSS











Al fin y al cabo, todos los dispositivos conllevan sus peligros. El descubrimiento del habla introdujo la comunicación... y la mentira.

- Isaac Asimov



# SIEMPRE GEOLOCALIZADOS

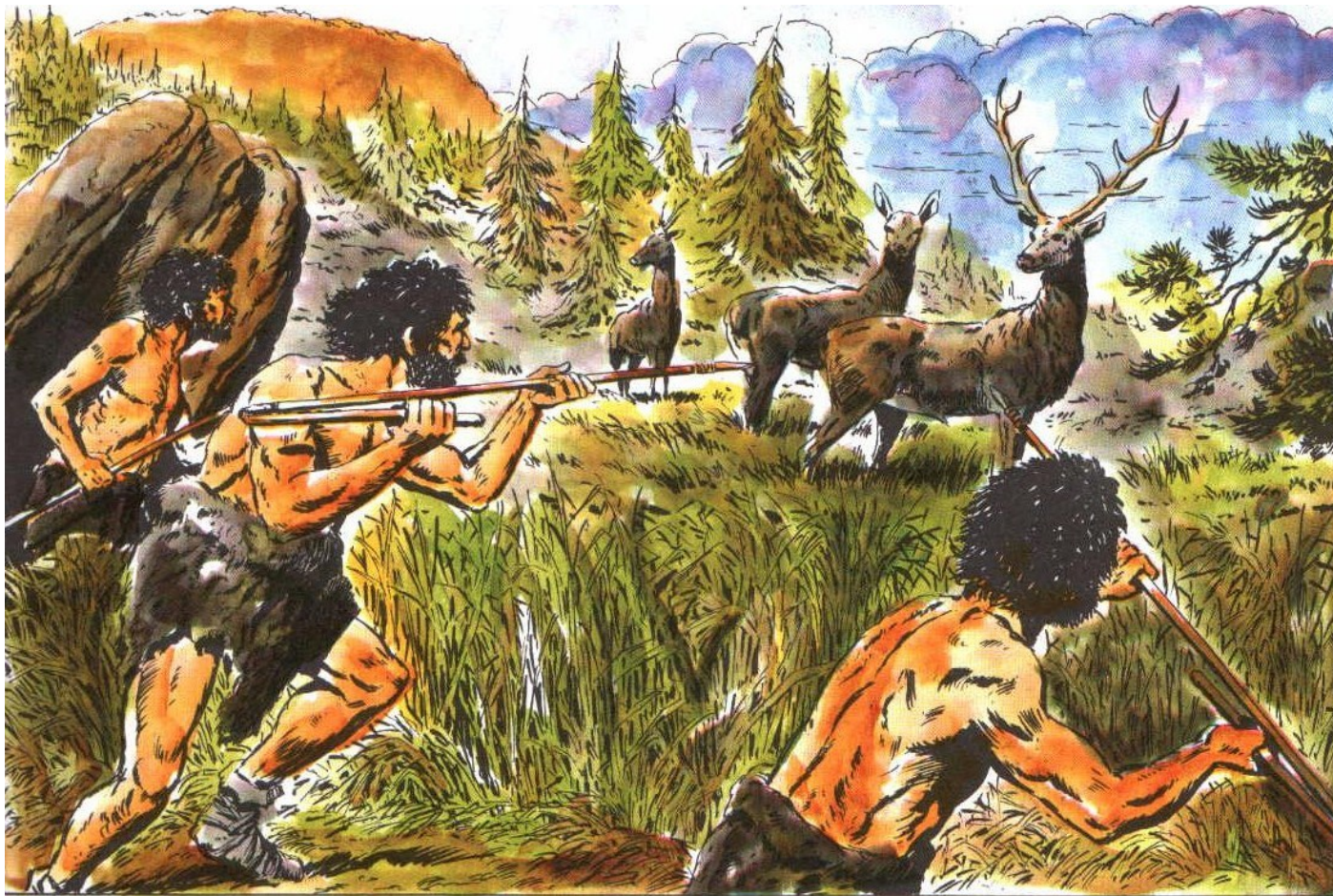
## ¿Dónde estoy? - ¿Adónde voy?

-  REFERENCIAS TERRESTRES
-  REFERENCIAS ASTRALES
-  INSTRUMENTOS
-  COORDENADAS GEOGRÁFICAS: longitud y latitud
-  GPS: Sistema Global de Posicionamiento
-  GNSS: Sistemas Globales de Navegación por Satélite

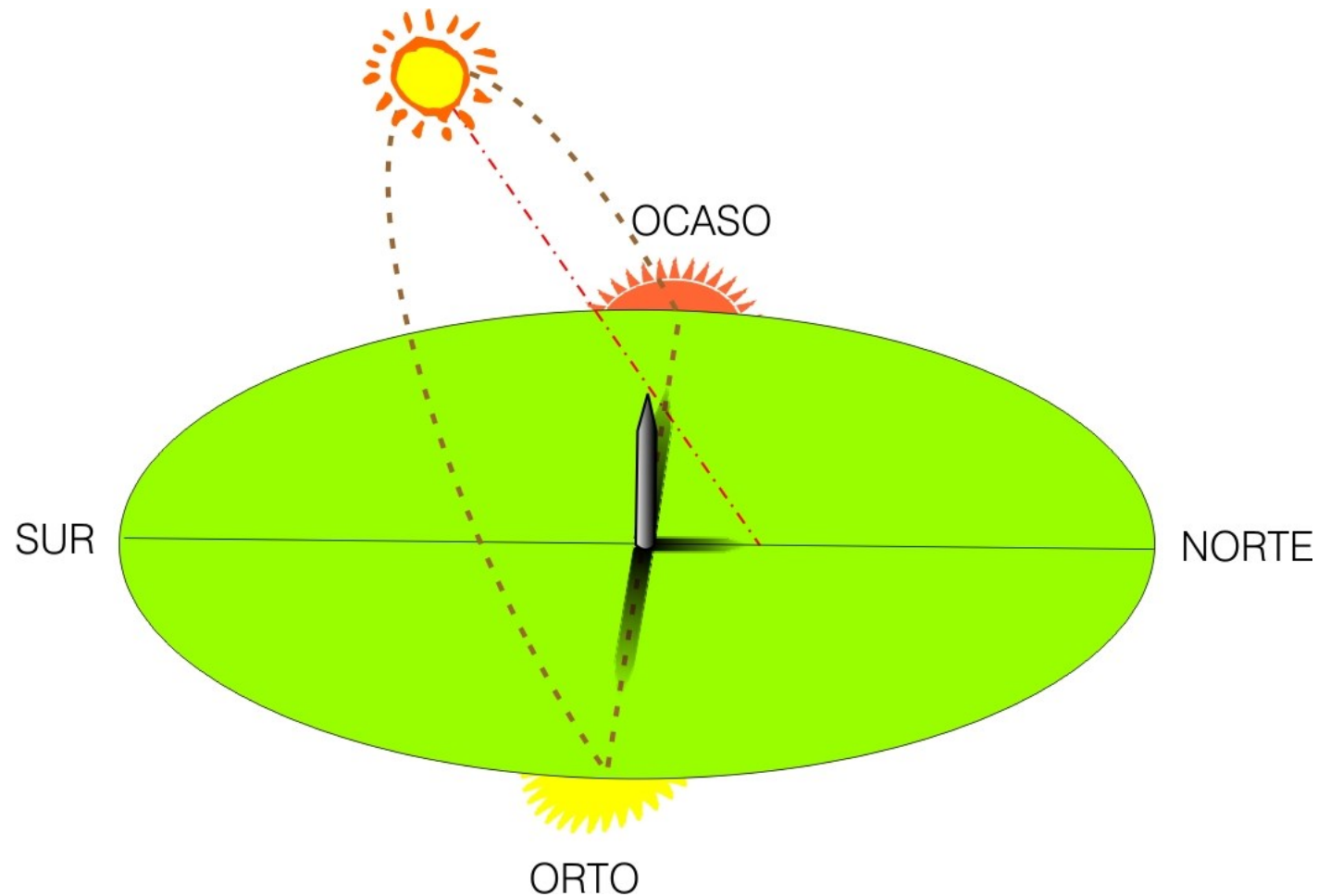




## REFERENCIAS TERRESTRES



# Referencias astrales



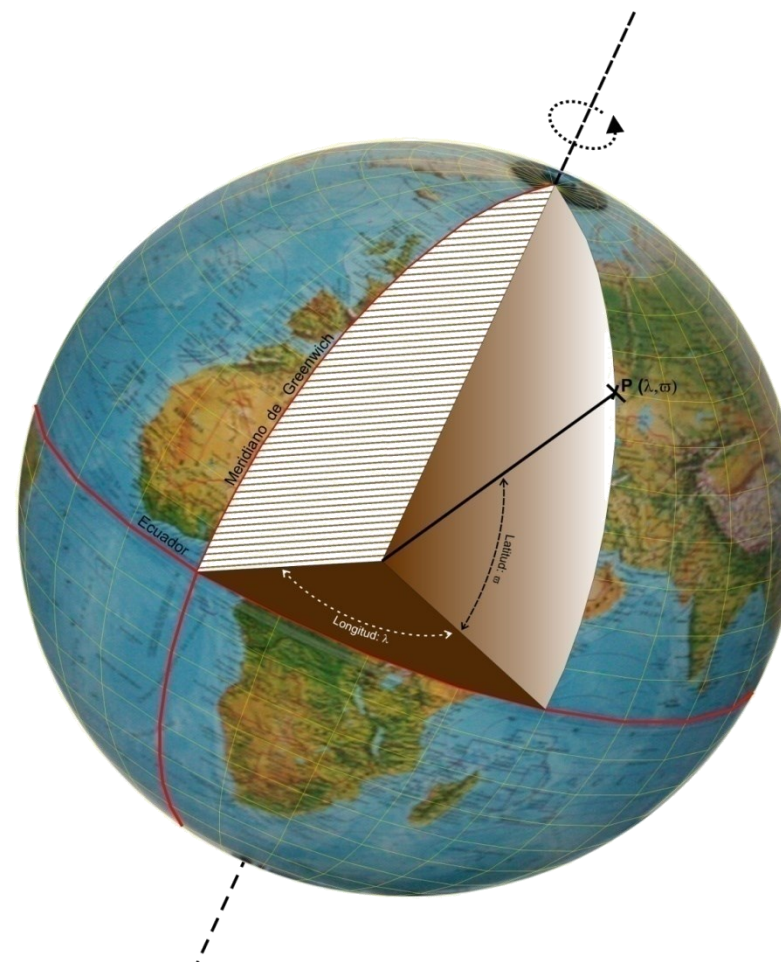
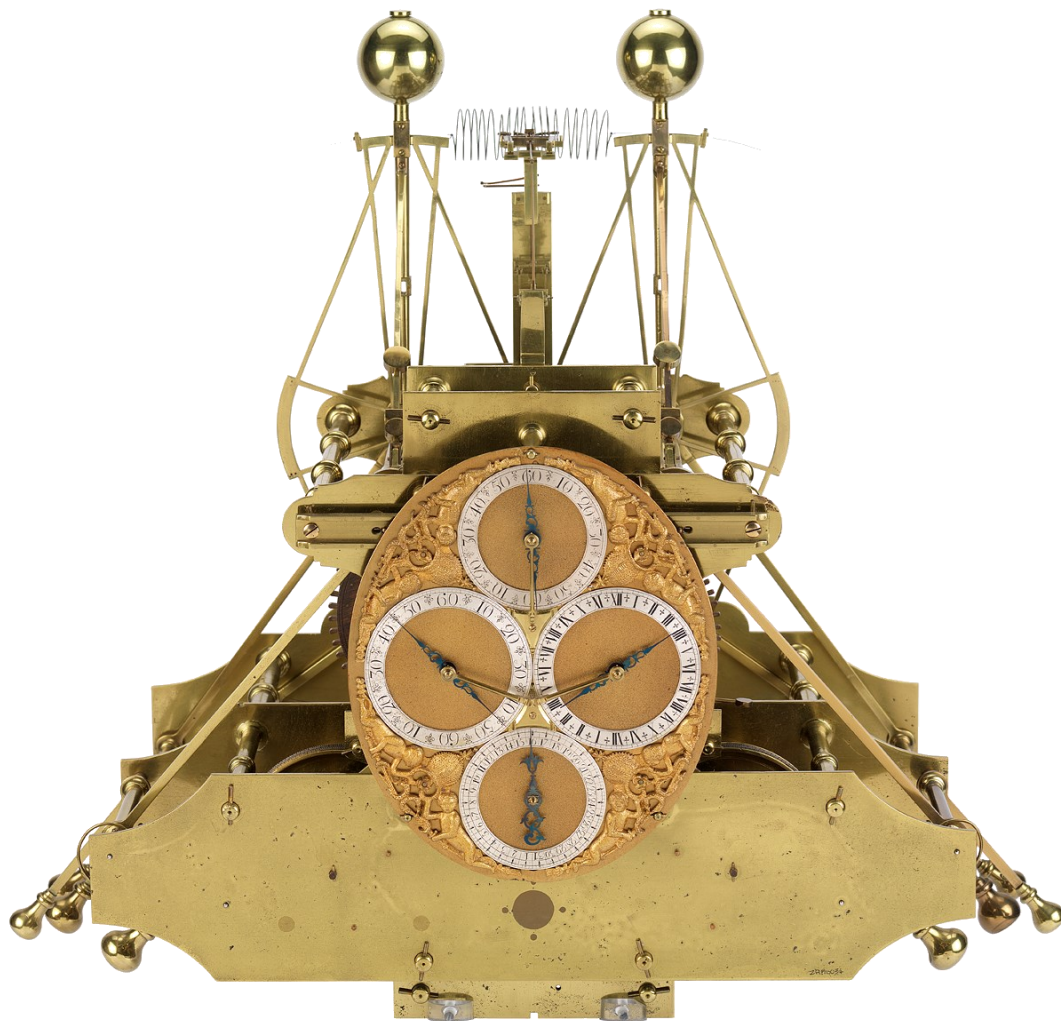


# Instrumentos de navegación





# Cálculo de la longitud





# De GPS a GNSS

**1978: Lanzamiento del primer satélite GPS  
(USA) Department of Defense (DoD)**



**1984: Primeros sistema civiles  
GPS Wild Magnavox WM 101**



GPS  
USA



GLONASS  
RUSIA



BeiDou  
CHINA



GALILEO  
EUROPA

# Hitos necesarios para GPS

Teoría de la  
relatividad:  
1915

Desarrollo  
relojes  
atómicos: 1960

Carrera espacial:  
Spuknic 1957

Desarrollo de las  
comunicaciones:  
internet

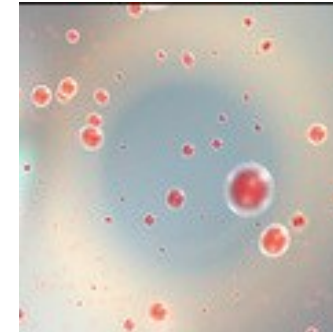




# La medida del tiempo

Tipo de reloj	Tiempo que tarda en desviarse un segundo
Rubidio	30 000 años
Hidrógeno	3 000 000 años

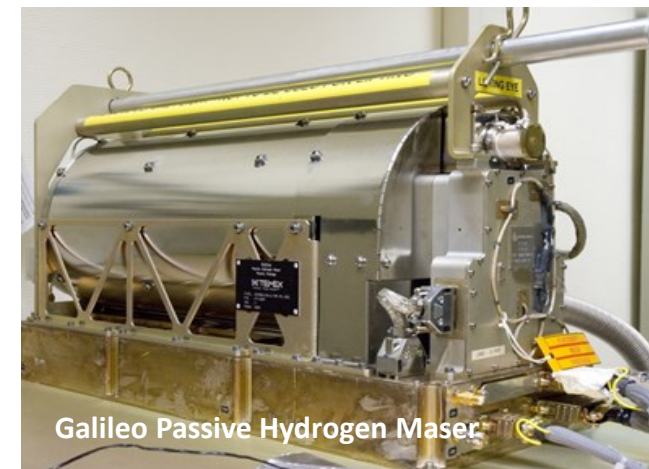
Estabilidad de los relojes (fuente: A.Leick, pp.28)



Los átomos emitiendo una frecuencia de microondas

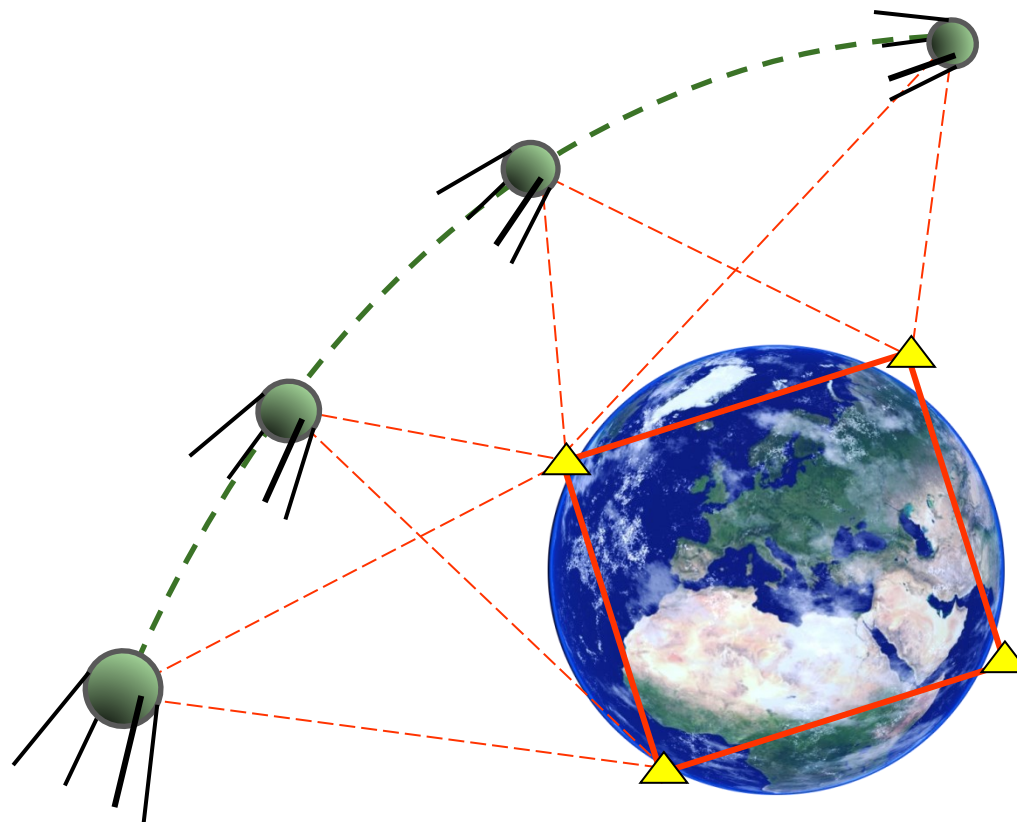


Galileo rubidium clock



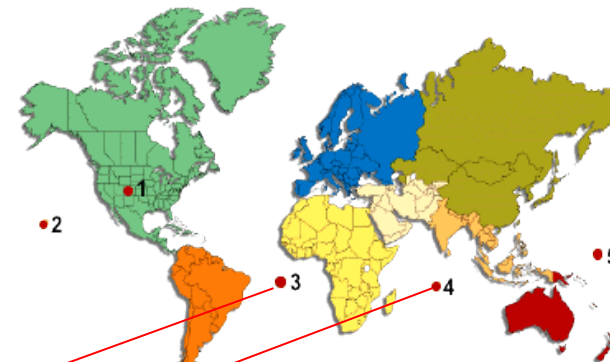
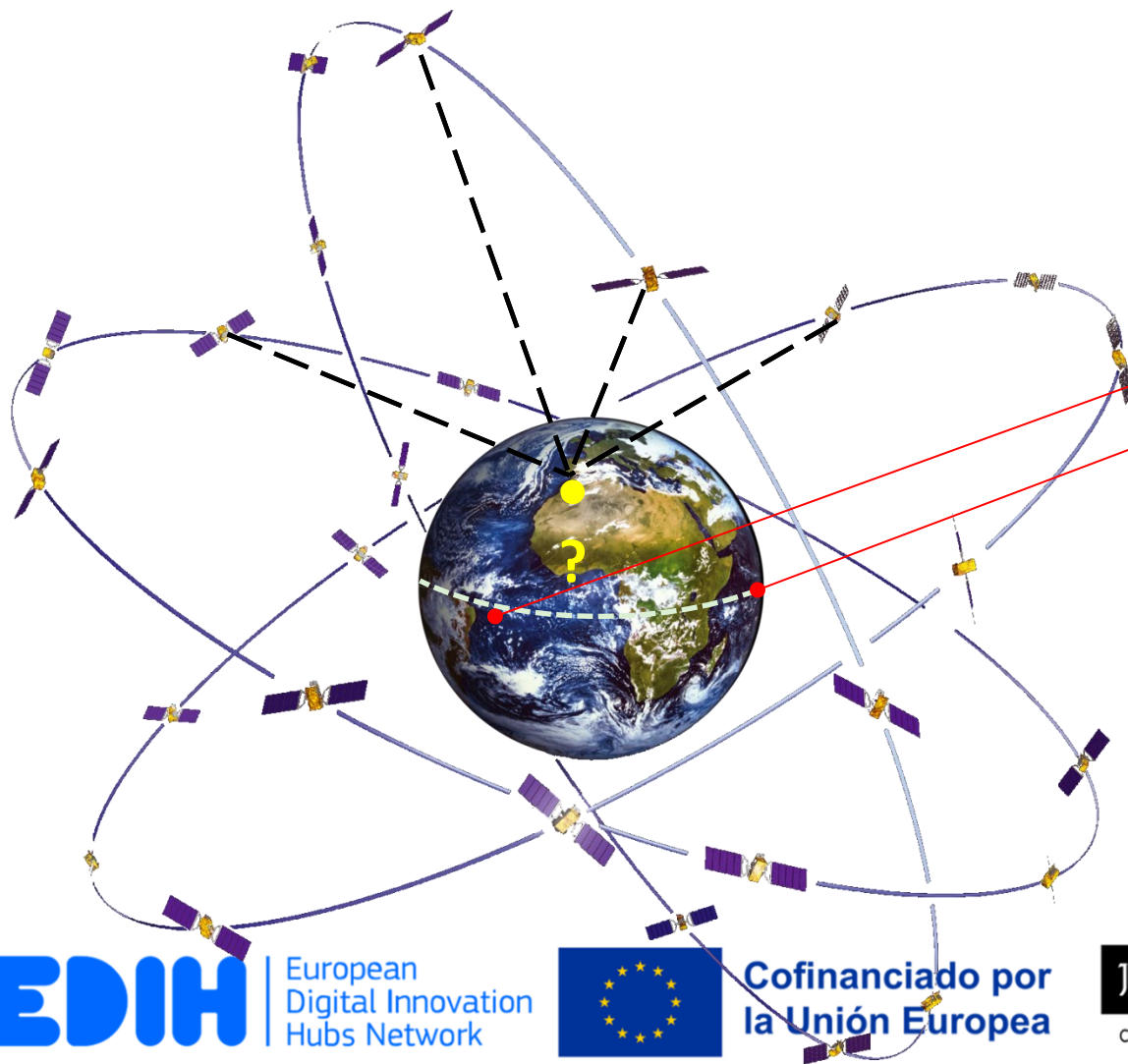
Galileo Passive Hydrogen Maser

# El concepto del sistema de posicionamiento global

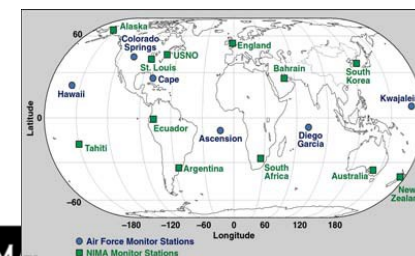




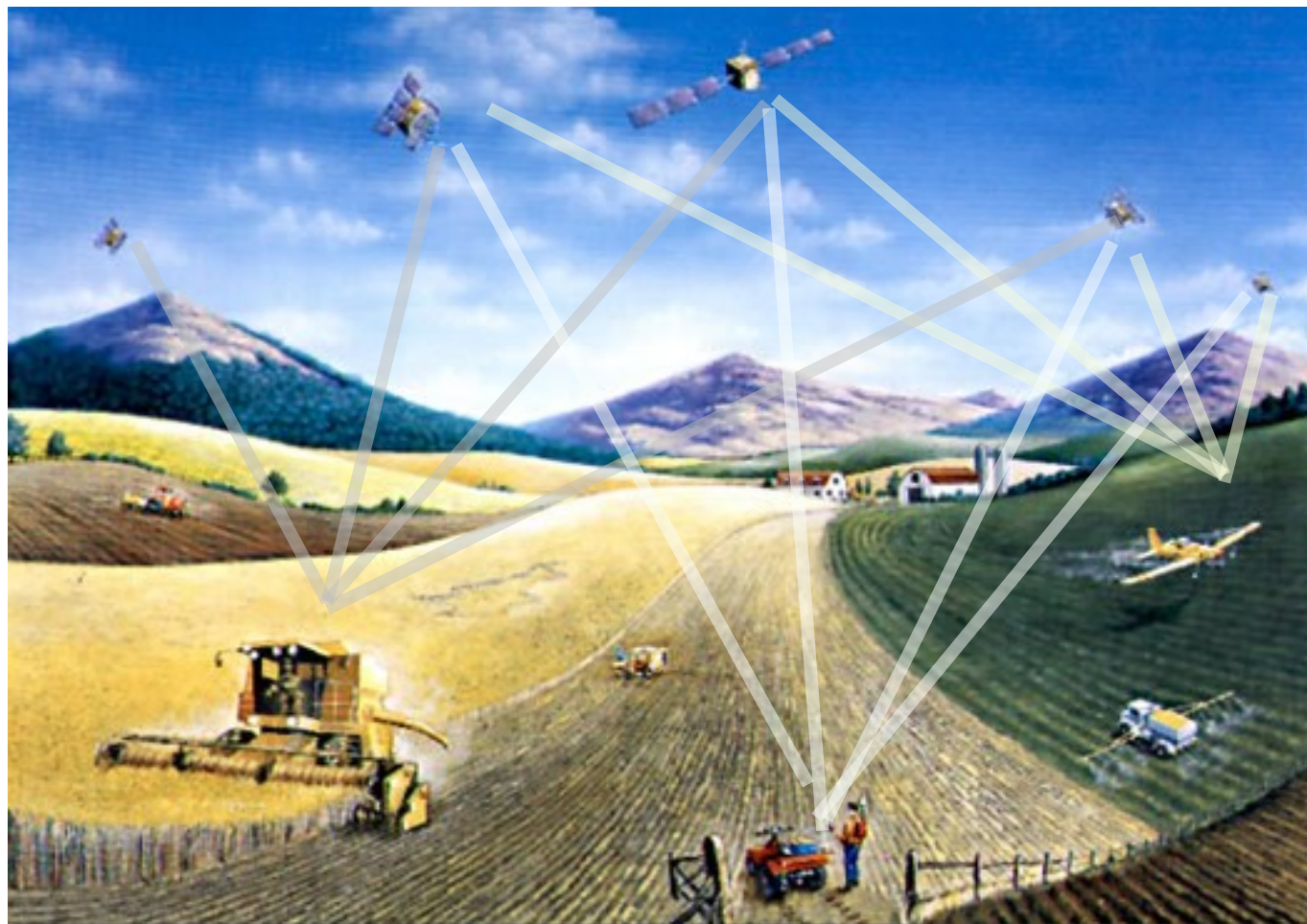
# Sectores GNSS



- 1 SECTOR ESPACIAL
- 2 SECTOR CONTROL
- 3 SECTOR USUARIOS



# Sector usuario





# Servicios de localización

Navegación

Mapeo y GIS

Geo marketing y publicidad

Seguridad y emergencia

Aplicaciones empresariales

Deportes

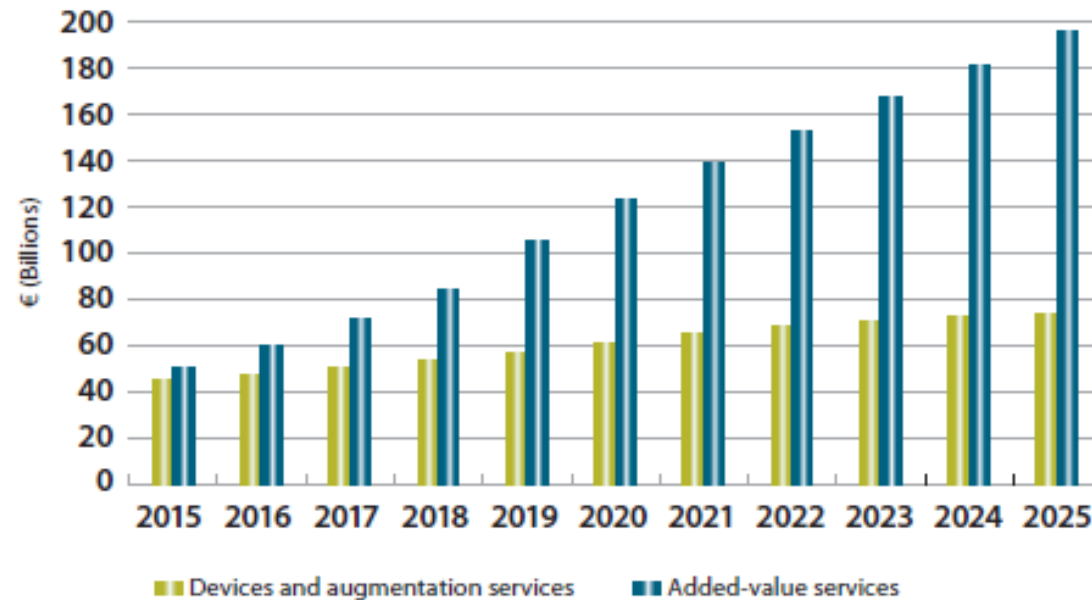
Juegos / Realidad aumentada

Salud

Seguimiento personal

Redes sociales

## Ingresos GNSS por tipo

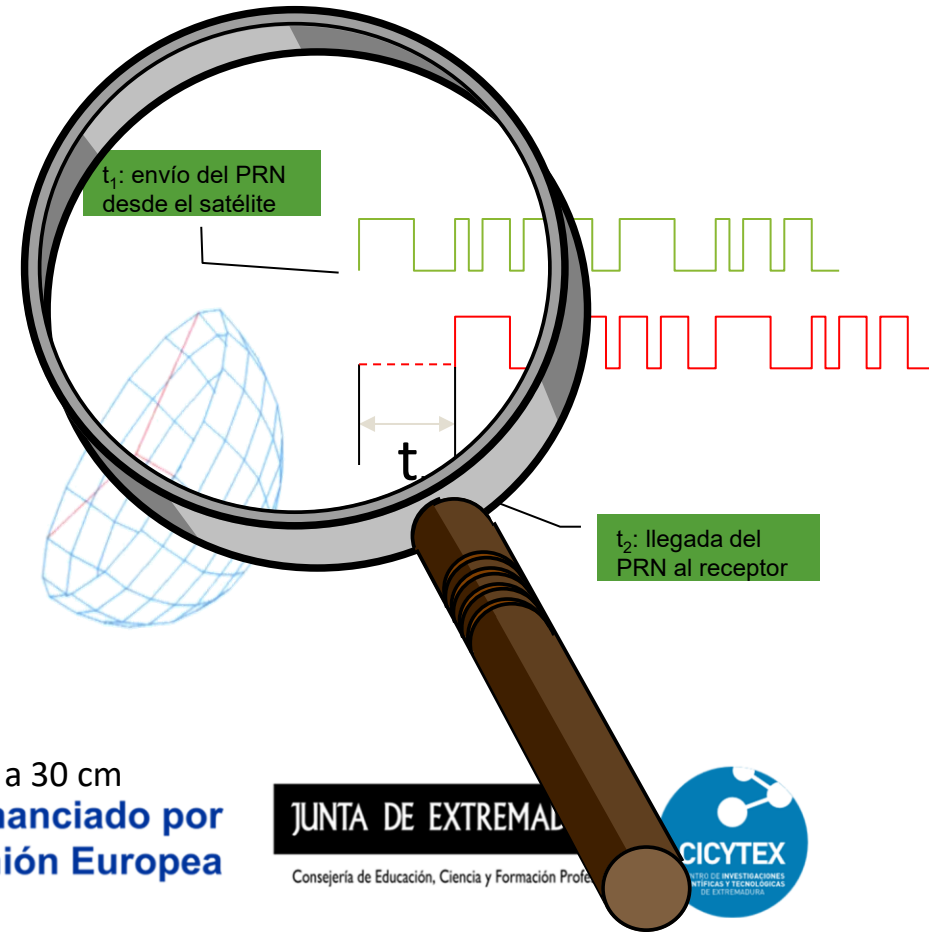
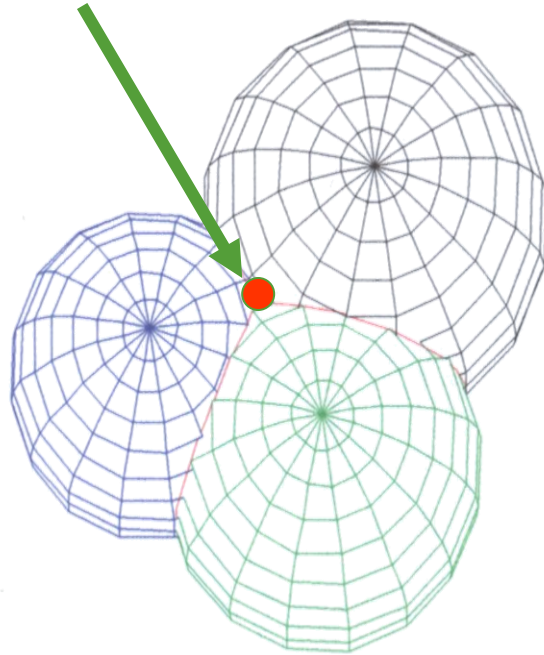


# Determinación de la posición

Tiempo de propagación ( $t_p$ ) =  $t_2 - t_1$

$d = t_p \times c$  (299 792 458 m/s)

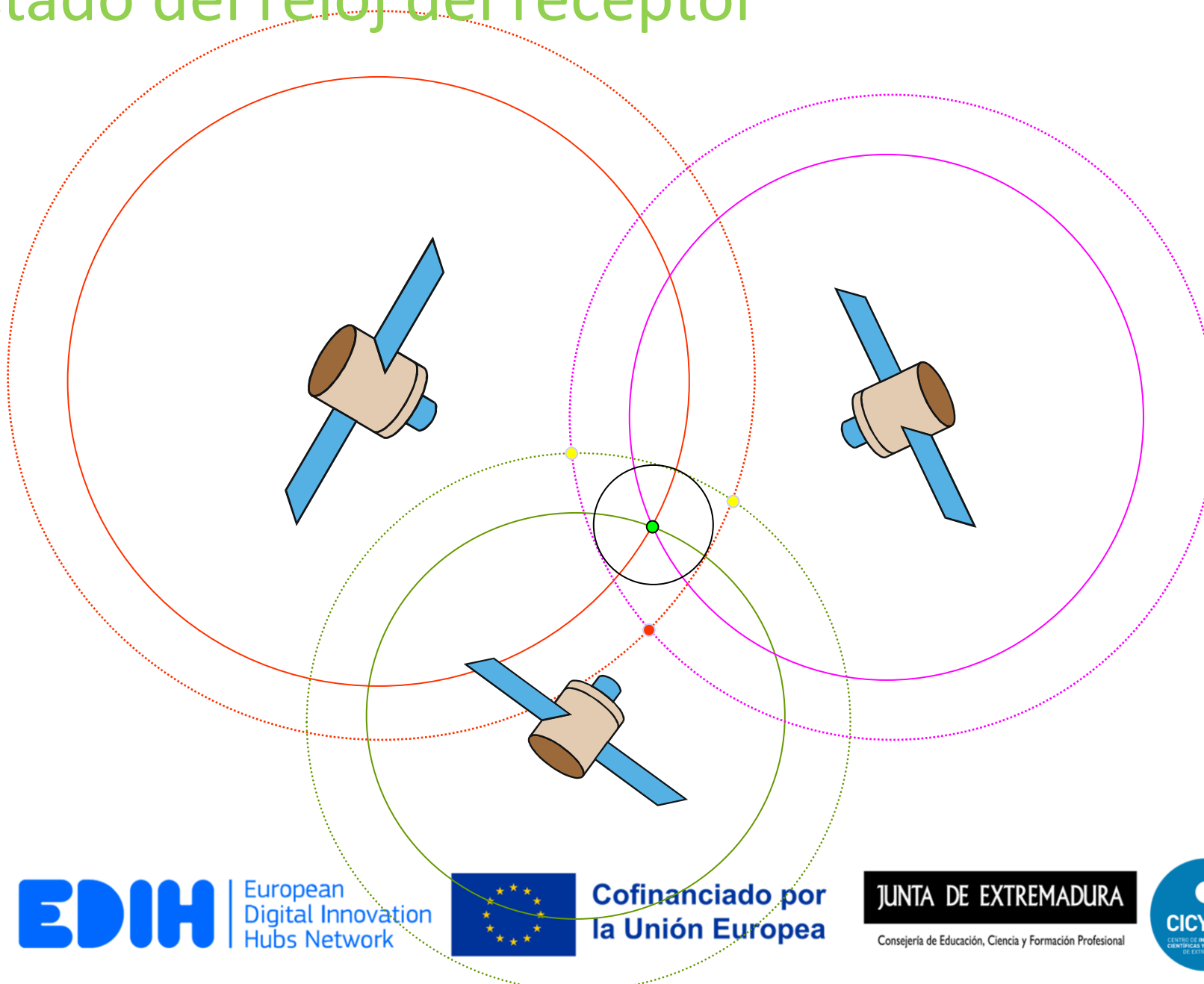
Intersección de  
3 esferas



1 microsegundo ( $10^{-6}$  s), equivale a 300 m    1 nanosegundo ( $10^{-9}$  s), equivale a 30 cm

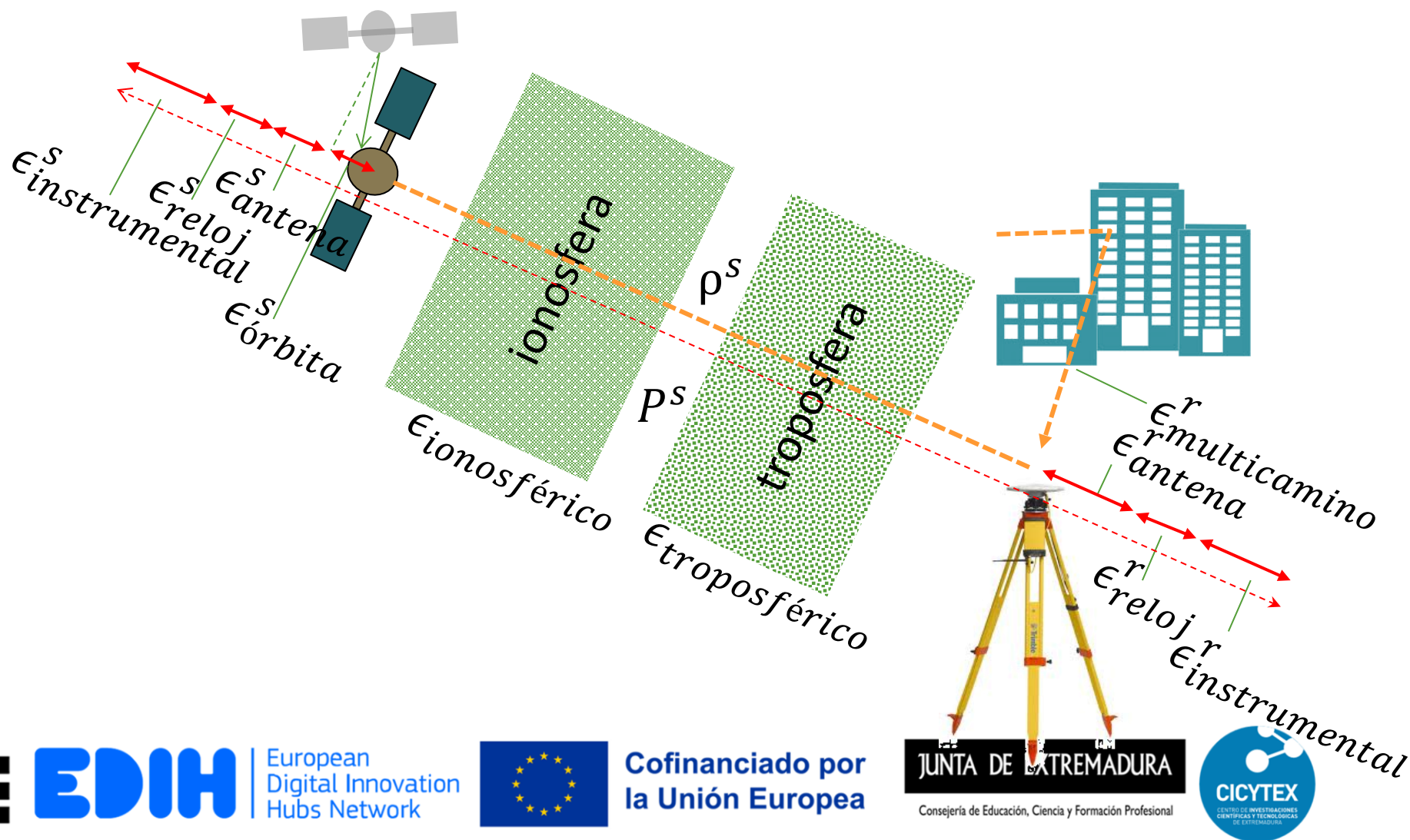


# Estado del reloj del receptor





# Fuentes de error en los GNSS



# Señales GNSS

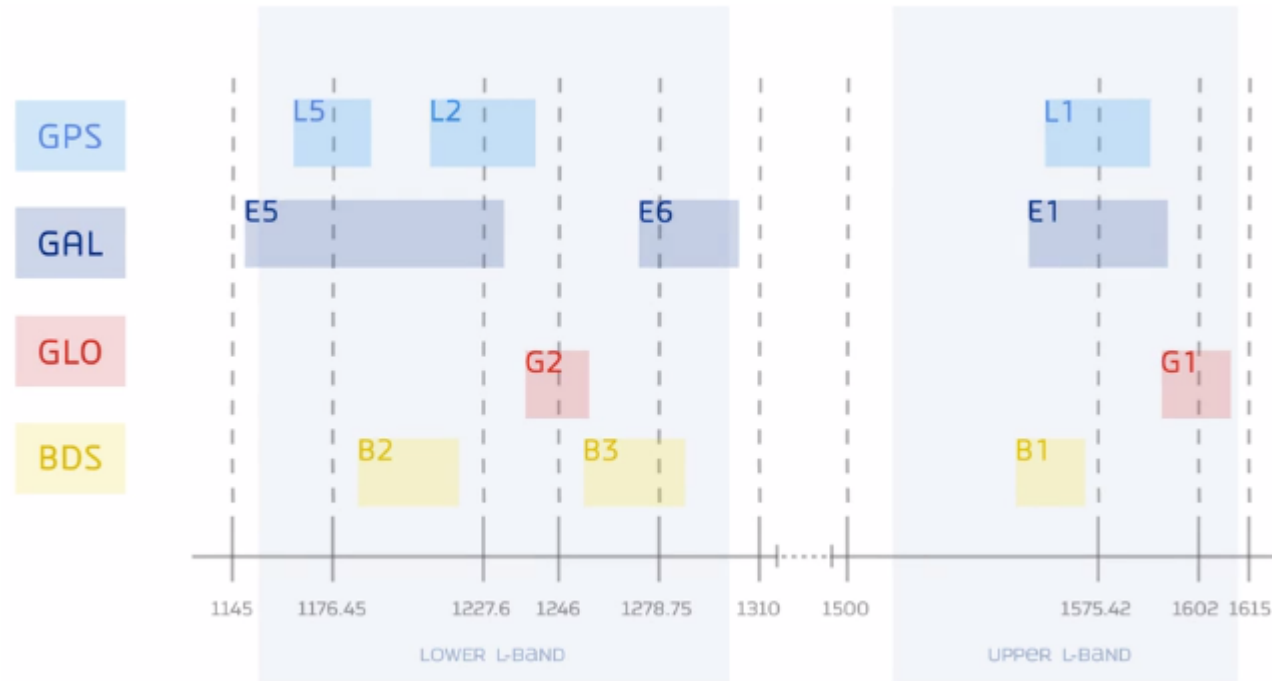
GPS: L1 / L2 / L5

GLONASS: L1 / L2 / L3

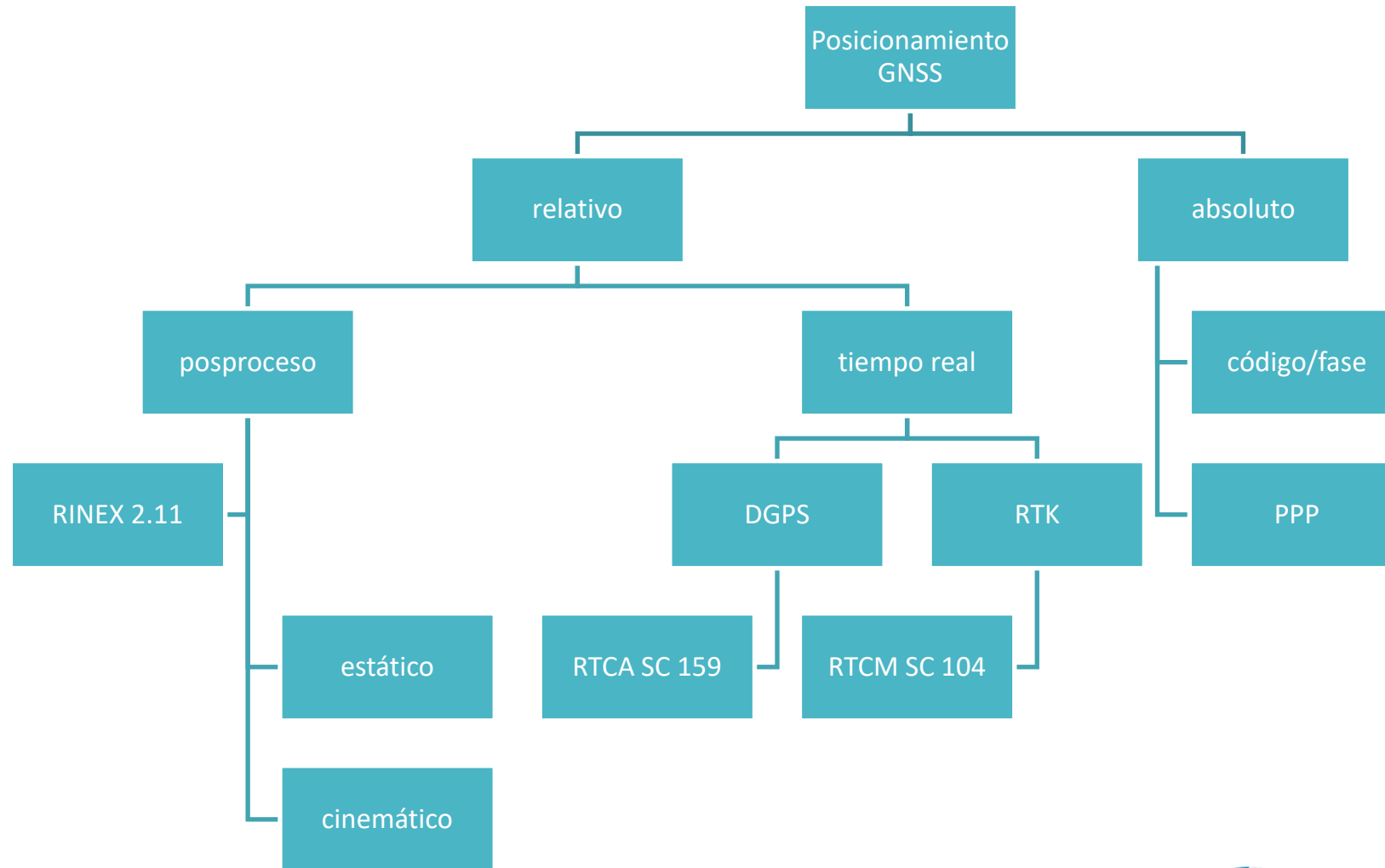
BeiDou: B1 / B2 / B3

QZSS: L1 / L2 / L5

Galileo: E1 / E1a / E5a / E5b / E6

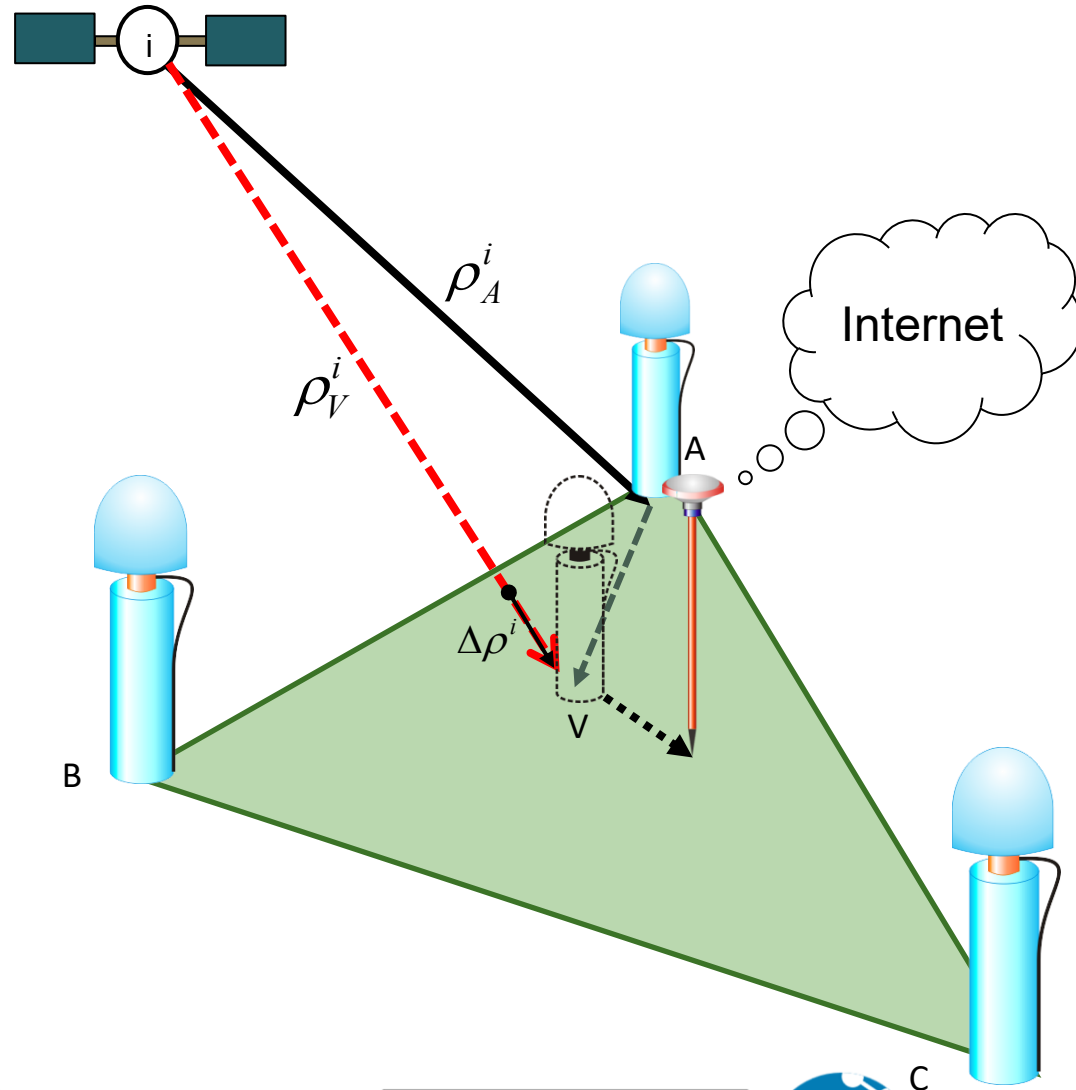


# Tipos posicionamiento





# CORRECCIONES DE RED RTK: VRS3M



# PPP - RTK

## RTK

- Posicionamiento precisión (< 2 cm) instantáneo
- Exige comunicaciones IP/radio bidireccionales
- Válido hasta 30 km estación referencia

## PPP

- Posicionamiento precisión (< 10 cm) varios minutos ( 3 a 30 minutos)
- Comunicaciones unidireccionales (banda L)
- Válido en amplias zonas geográficas

	Error horizontal 95 % (mm)	Error vertical 95 % (mm)
RTK	12	18
PPP-RTK	41	74

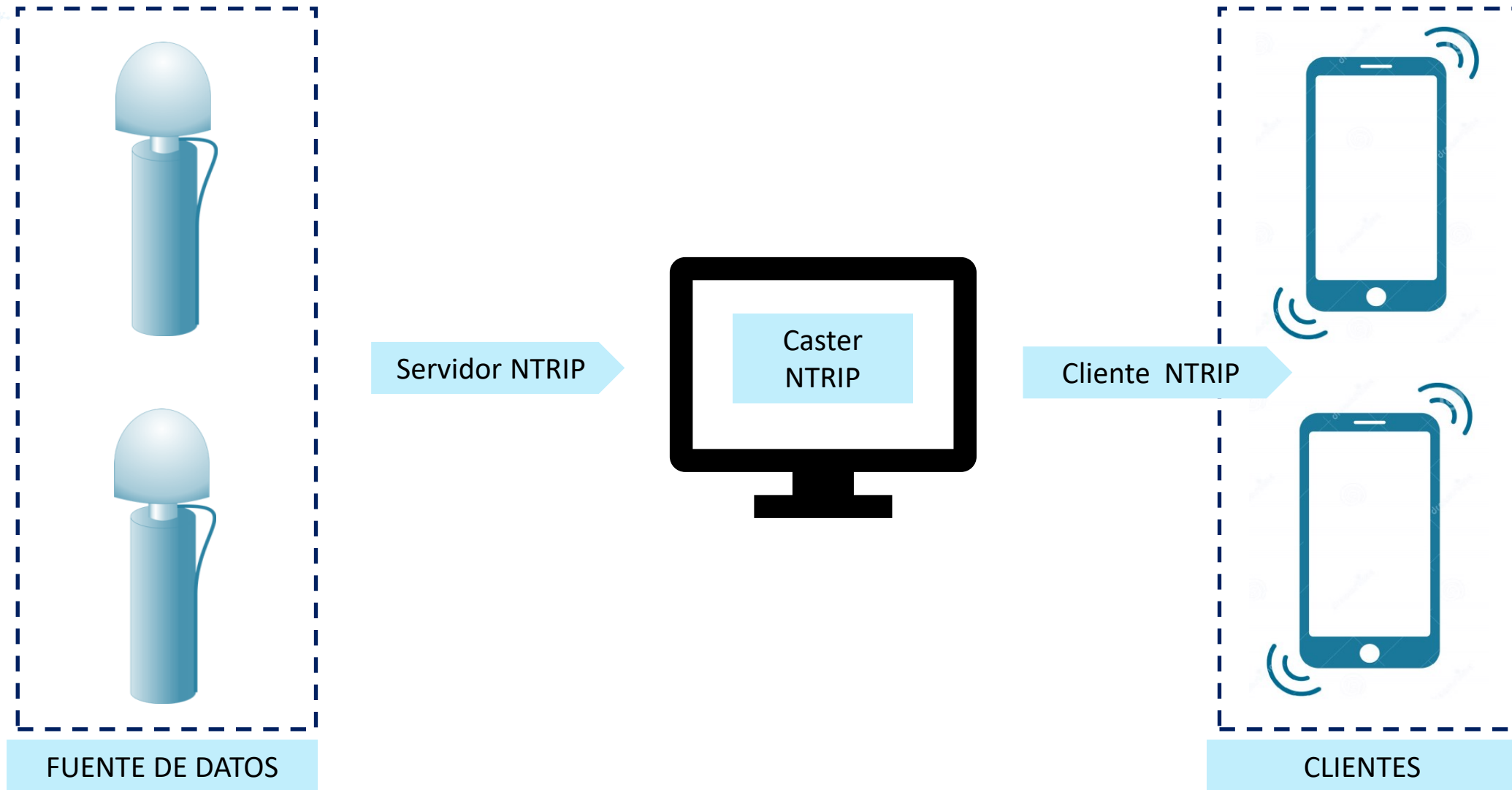


# PROTOCOLO NTRIP

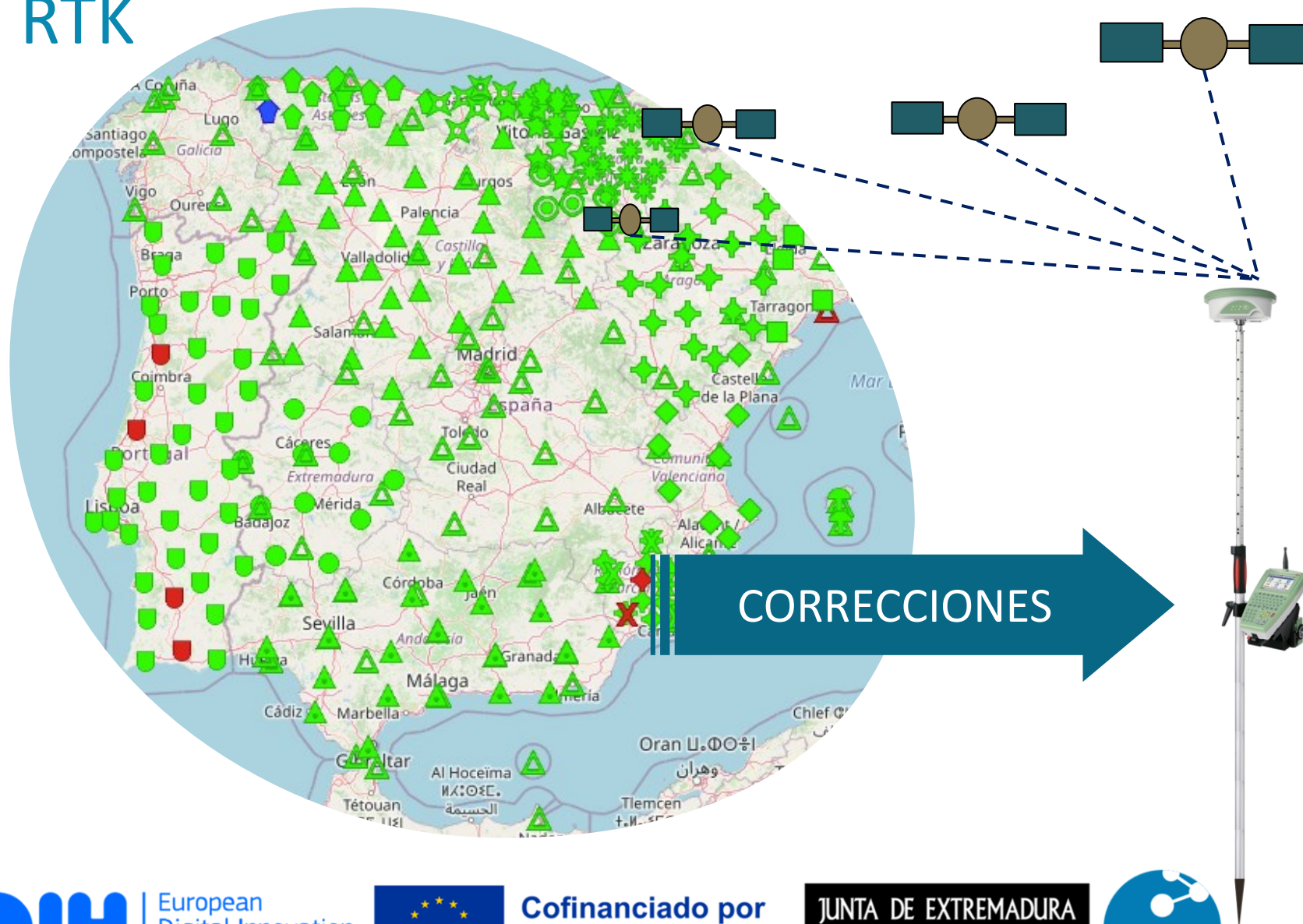




# PROTOCOLO NTRIP



# Equipos RTK



# Precisiones

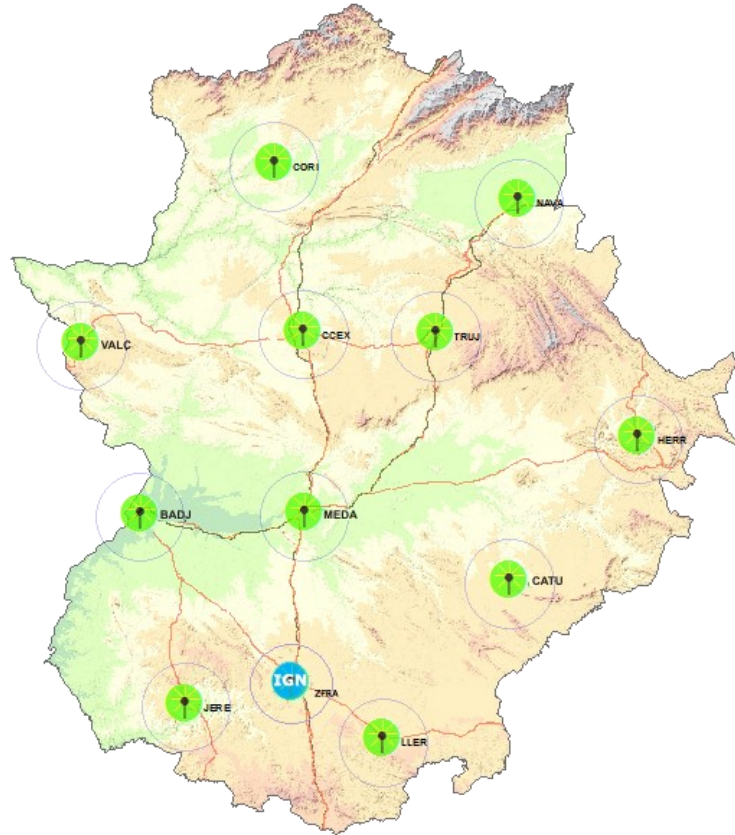


## DataSheet

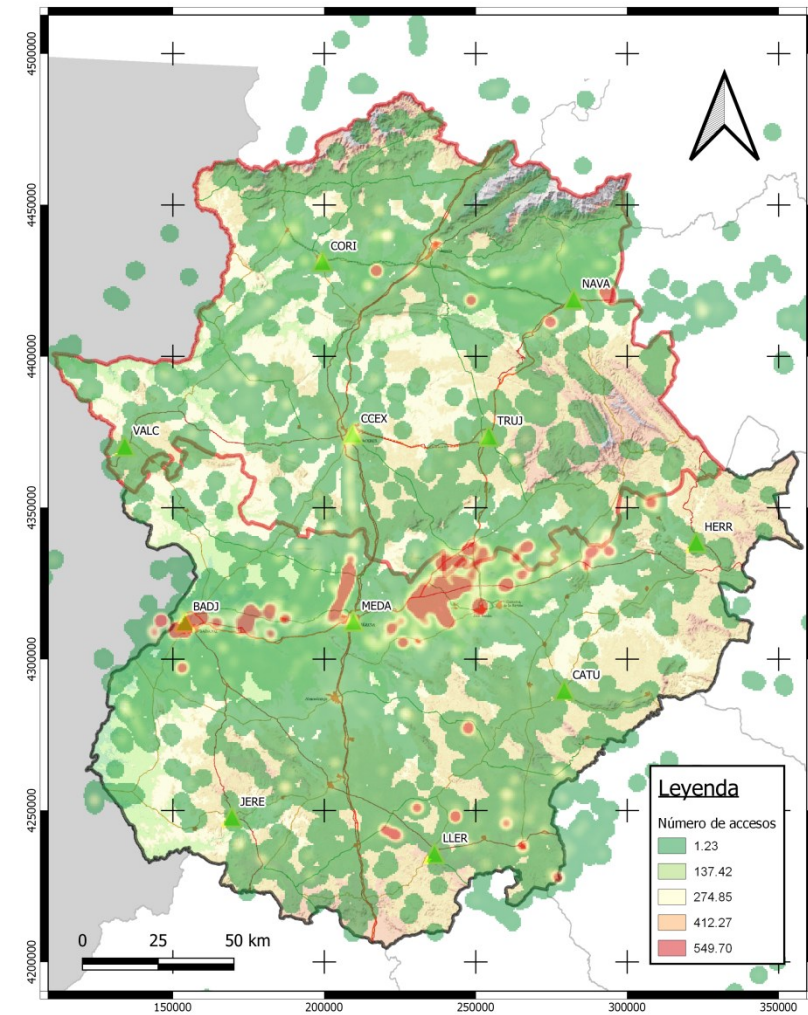
- Horizontal:  $\pm (0,01 \text{ m} + 1 \text{ ppm})$  CEP
- Vertical:  $\pm (0,01 \text{ m} + 1 \text{ ppm})$  R50



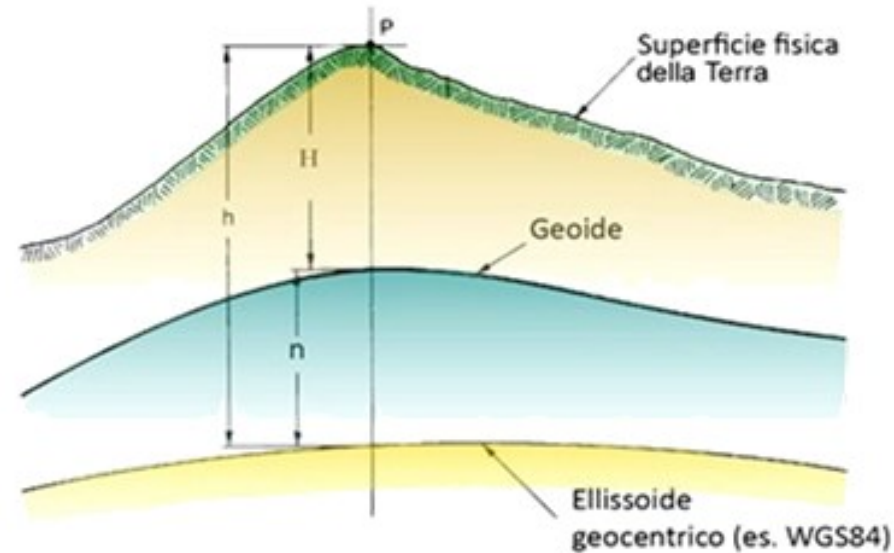
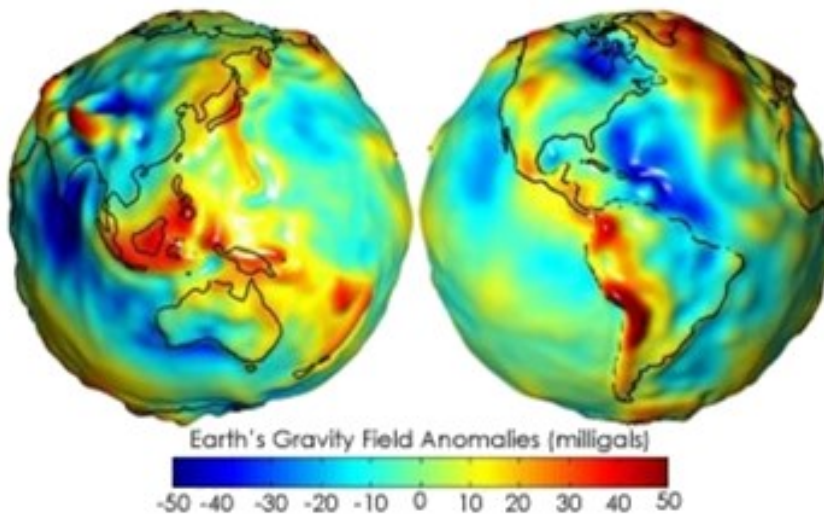
# Uso de la REP



MAPA DE USO DE SOLUCIONES DE TIEMPO REAL EN LA RED  
EXTREMEÑA DE POSICIONAMIENTO DURING 2020



# El geoide: problema de la altura



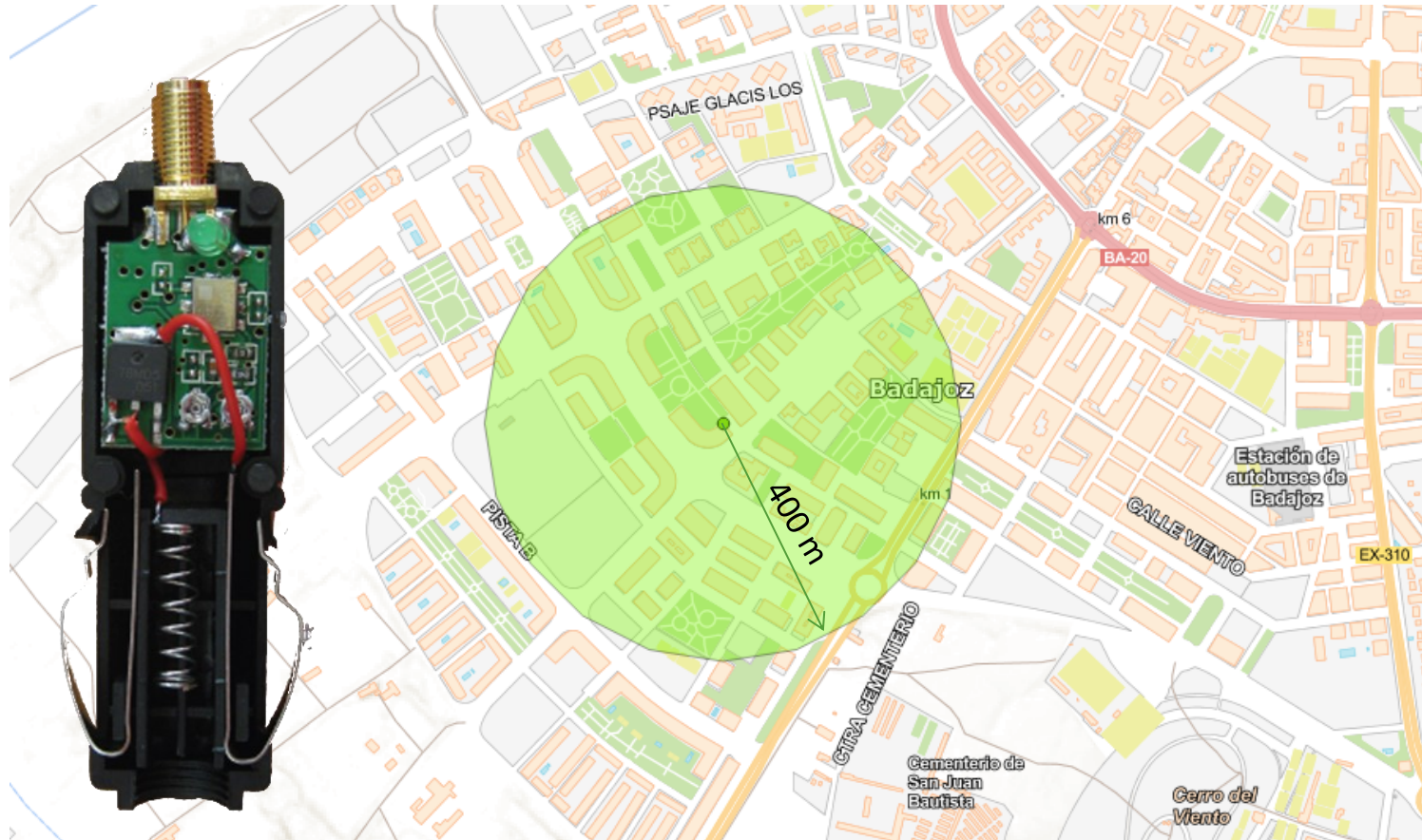
**Altura elipsoidal (h) = Altura ortométrica (H) + Ondulación geoidal (N)**

Clavo geopunto

$$h = H + N = 172,20 + 54,45 = 226,65 \text{ m}$$



# Interferencias: Jamming





# Falsificación o suplantación: Spoofing

servicio  
OSNMA



# Muchas gracias

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)

Para más información



A-5, km 372 Guadajira  
C.P. 06187 (Badajoz)

Teléfono  
+34 924 014 000

Email  
cicytex@juntaex.es

Website  
<https://cicytex.juntaex.es>