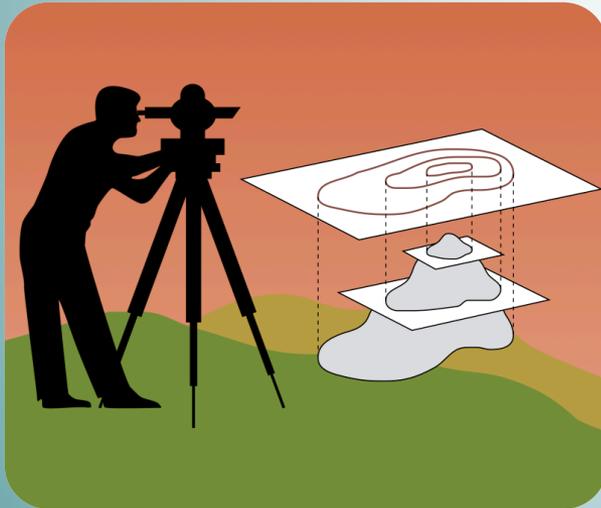


# Topografía y Geodesia-G337

## Bloque II. Tema 1. Geodesia Espacial



**Javier Sánchez Espeso**

**Raúl Pereda García**

DPTO. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA  
Y TÉCNICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



# Índice

---

- A. Conceptos de Geodesia Espacial.
- B. Metodologías de posicionamiento GPS.
- C. Redes GNSS de referencia
- D. Transformaciones de las posiciones obtenidas con GPS.



# A.- Conceptos de Geodesia Espacial.

---

## A. Conceptos de Geodesia Espacial.

1. Objetivo planteado.
2. ¿Cómo se ha hecho antes?
3. Componentes del sistema.
4. Observables del sistema GPS.
5. Determinación de la posición.
6. Condiciones de observación.
7. Errores en las observaciones
8. Anulación error intencionado SA.

B. Metodologías de posicionamiento GPS.

C. Transformaciones de las posiciones obtenidas con GPS.

D. Redes GNSS de referencia



# A.1.- Objetivo planteado

---

- ▶ Entre los objetivos de la **Geodesia Espacial** está la determinación de posiciones a partir de la observación y recepción de señales formadas por radiaciones del espectro electromagnético procedentes de objetos no ligados al suelo terrestre.
- ▶ Actualmente, se ha popularizado el uso de los **sistemas satelitarios de navegación** (GNSS), con usos muy diversos:
  - ▶ **Topográfico – geodésicos**: establecimiento redes, apoyos topográficos, levantamientos, obtención de cartografía,...
  - ▶ **Ingeniería Civil**: proyectos y construcción de infraestructuras, gestión, explotación,...
  - ▶ **Medio ambiente**: mapas usos de suelo, mapas geotécnicos, estudios de riesgos, zonas de inundabilidad,...
  - ▶ **Navegadores**: apoyo a la conducción, control de flotas, logística de transporte,...
  - ▶ **Ocio y tiempo libre**: excursionismo, senderismo,...



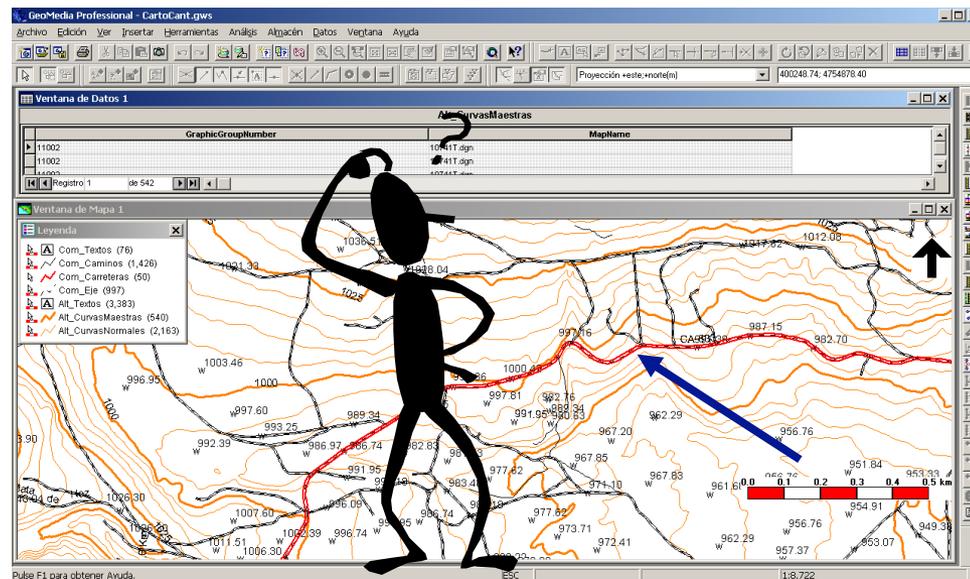
# A.1. Objetivo planteado

Todos estos usos tienen en común la necesidad de **obtener la posición de forma absoluta** en un cierto sistema de referencia:

1004	4639231.2380	-325619.3724	4350611.2740
	5580	21/01/2007 09:05:41	Coment. 1=0

1004	43° 16' 58.56142" N	4° 00' 53.65548" W	254.0020
	5580	21/01/2007 09:05:41	Coment. 1=0

1004	417727.5002	4792924.2650	199.8458
	5580	21/01/2007 09:05:41	Coment. 1=0



## A.3. Componentes del sistema.

---

- ▶ Geodesia Espacial: determinación posiciones en la tierra a partir de observaciones a satélites / astros.
- ▶ Constelaciones satélites:
  - ▶ **GPS**: DoD EEUU. Operativo, el más usado.
  - ▶ **GLONASS**: URSS. Operativo.
  - ▶ **GALILEO**. UE. En desarrollo.
  - ▶ COMPASS (BEIDOU). China. En desarrollo.
- ▶ Se diseñan como **sistemas de navegación capaz de proporcionar información tridimensional y de tiempo continua**, 24 horas al día, para “cualquier posición” sobre la superficie de la tierra, y en cualquier condición meteorológica.
- ▶ Soportan un **número ilimitado de usuarios**.
- ▶ **Precisión** en tiempo real: desde <1 m. hasta 2-5 m (planimetría, 95% tiempo).
- ▶ Los usuarios civiles tenemos **“libertad” de uso**, pero son constelaciones diseñadas con fines militares: el propietario se reserva la máxima precisión y control.



# A.3. Componentes del sistema.

---

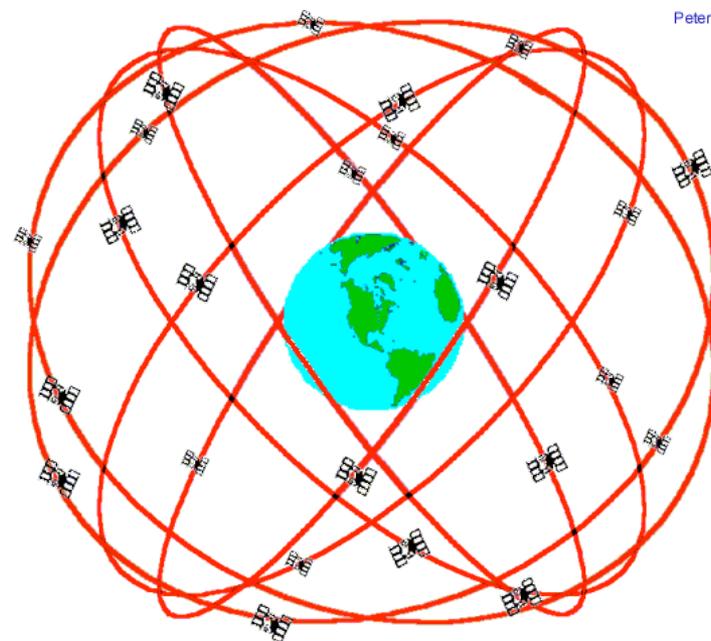
Sector espacial

## CONSTELACIÓN NAVSTAR

(NAVigation System with Time And Ranging)

- 24 sv, 3 sv de reserva
- 6 planos orbitales (A;B;C;D;E;F), 55° inclinación
- altura orbital: 20180 km
- periodo: 12 horas sidéreos, se desplaza 4 min. al día.
- cobertura asegurada de 6 a 11 sv

Constelación operativa: a partir de julio 1995

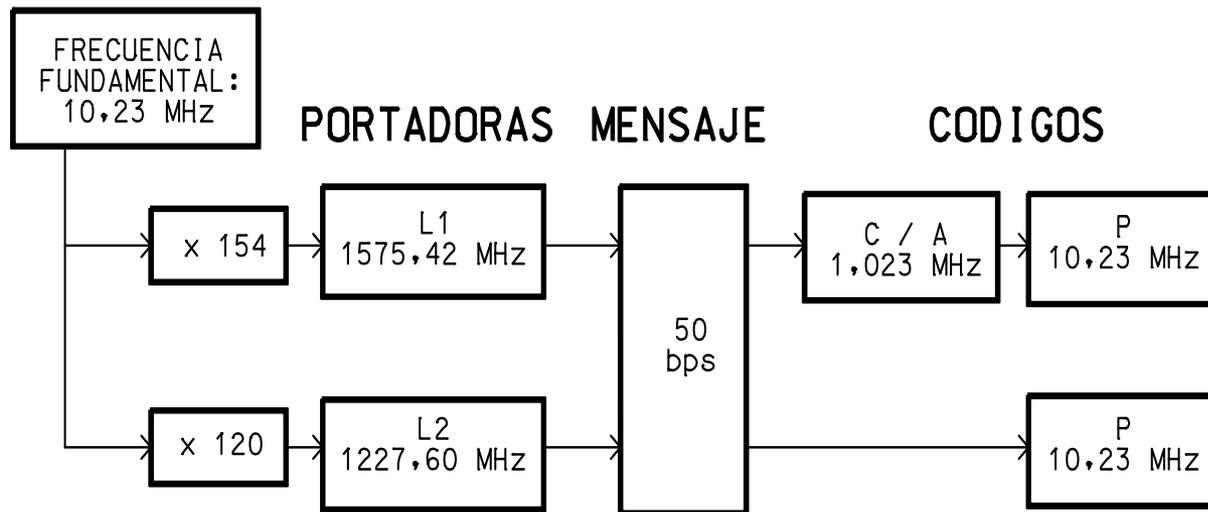


**GPS Nominal Constellation**  
24 Satellites in 6 Orbital Planes  
4 Satellites in each Plane  
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination



# A.3. Componentes del sistema.

Información emitida por los sv, actualmente, para GPS, sin considerar GALILEO ni las nuevas señales GPS (L2C y L5):



Frecuencia fundamental del sistema, a partir de osciladores atómicos de a bordo: 10,23 Mhz.

Dos **portadoras básicas**: L1 y L2.

Sobre ellas, se modulan: **2 códigos** y **1 mensaje**.

- C/A: coarse/acquisition o Estándar. Acceso libre
- P : Precise. Acceso restringido.



## A.3. Componentes del sistema.

---

¿ Para qué se emite un código? Permite posicionamiento absoluto en tiempo real.

Código C/A: Coarse-Adquisition. Libre, de uso civil.

Código P: Precisión o protegido. Acceso restringido, está codificado.

¿ Para que un mensaje de navegación? Para transmitir la información necesaria del sistema al usuario

Mensaje: se repite cada 30 sg, duración total 12,5 min.

Es propio de cada sv, en la constelación GPS.

Se transmite:

- estado de reloj del sv, estado del sv
- efemérides precisas
- modelo ionosférico usuarios monofrecuencia
- tiempo UTC, almanaque para toda la constelación, Z count.
- ...



# A.3. Componentes del sistema.

---

¿Qué empleamos los usuarios de los sistemas GNSS?. Gama de receptores (receiver; rv):



100 – 300 €

**Navegadores**



3000 / 9000 €

**Rv Código**



9000 / 20000 €

**Rv Fase**



## A.3. Componentes del sistema.

---

Concepto previo adicional: la **medida del tiempo precisa** es básica en las técnicas GPS.

Algunas ideas:

Los **sv GPS** embarcan osciladores varios **osciladores atómicos**, los **rv** que usan los usuarios utilizan **osciladores de cuarzo**.

¿Cuánto tiempo se necesita para perder 1 ns ( $10^{-9}$ sg)?:

- Oscilador de cuarzo: 3 horas.
- Oscilador atómico: 3000 a 100000 horas.

Algunas cifras:

- 20180 km, la distancia mínima sv-rv, a la velocidad de la luz, se recorre en 67 milisegundos.
- Cada km adicional, supone 3 microsegundos ( $10^{-6}$  sg).
- Cada metro adicional, supone 3 nanosegundos ( $10^{-9}$  sg)



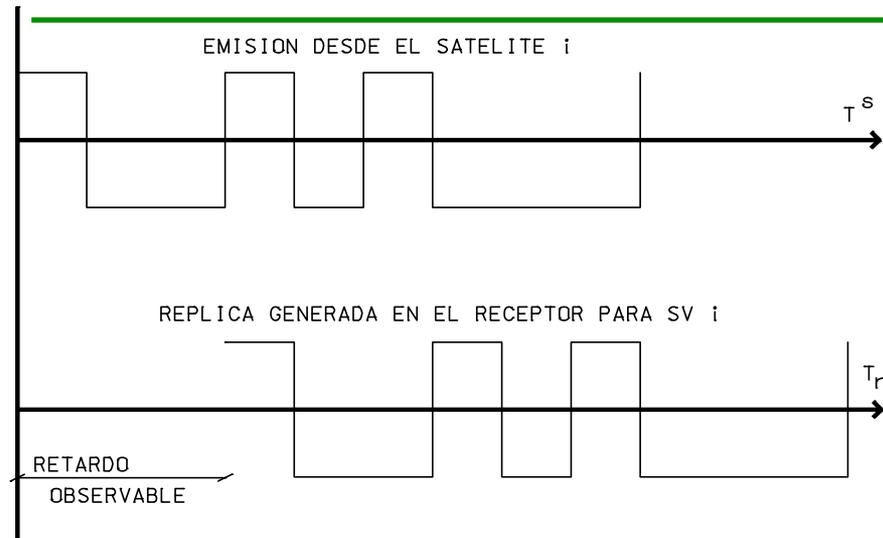
## A.4.- Observables del sistema GPS.

---

- ▶ El observable básico es la distancia entre cada sv y el rv.
- ▶ Gps emplea 2 “reglas de medir”, **2 observables básicos**:
  - ▶ **Código**:
    - ▶ Se busca un código que se modula sobre la portadora de la información, que identifica a cada sv.
    - ▶ A partir de tiempo de tránsito del código se obtiene una medida de distancia, denominada **seudo-distancia**. GPS actualmente emplea dos códigos:
      - C/A: libre acceso. Longitud de 300 m.
      - P: Encriptado, libre acceso solo propietario sistema. Longitud de 30 m.
  - ▶ **Fase**:
    - ▶ Es realmente la portadora de la información, con una longitud de onda de 20 cm, aproximadamente. De hecho se mide la **variación en el número de ciclos observados**.
- ▶ Cada observable de los anteriores, además, se mide en 2 “cintas distintas”, que son cada una de las **frecuencias de GPS: L1 y L2**



# A.4.- Observables del sistema GPS.



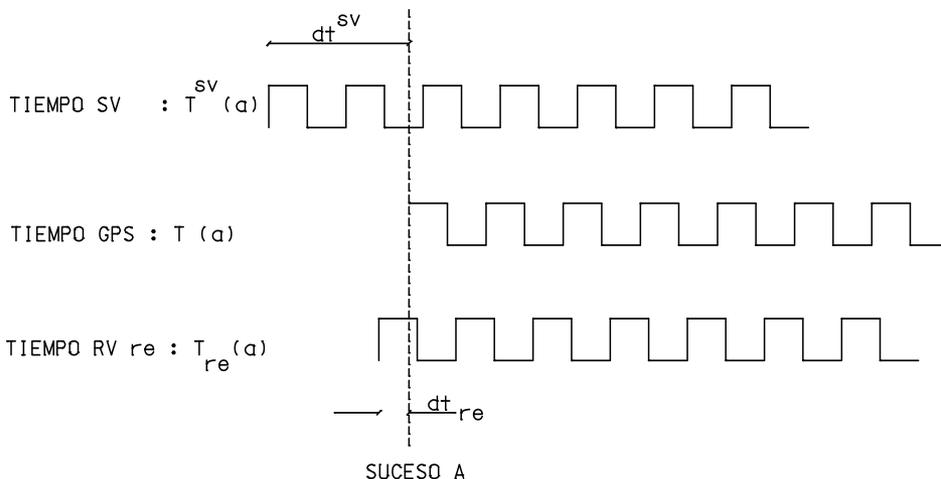
## Seudodistancia:

Es el resultado de multiplicar la velocidad de la luz por el tiempo necesario para alinear (correlar) el código GPS generado en el rv con el procedente del sv.

$$pd_{re}^{sv} = c * (t_{re} - t^{sv})$$

Observar que existen, para cualquier suceso GPS, tres escalas de tiempo relacionadas:

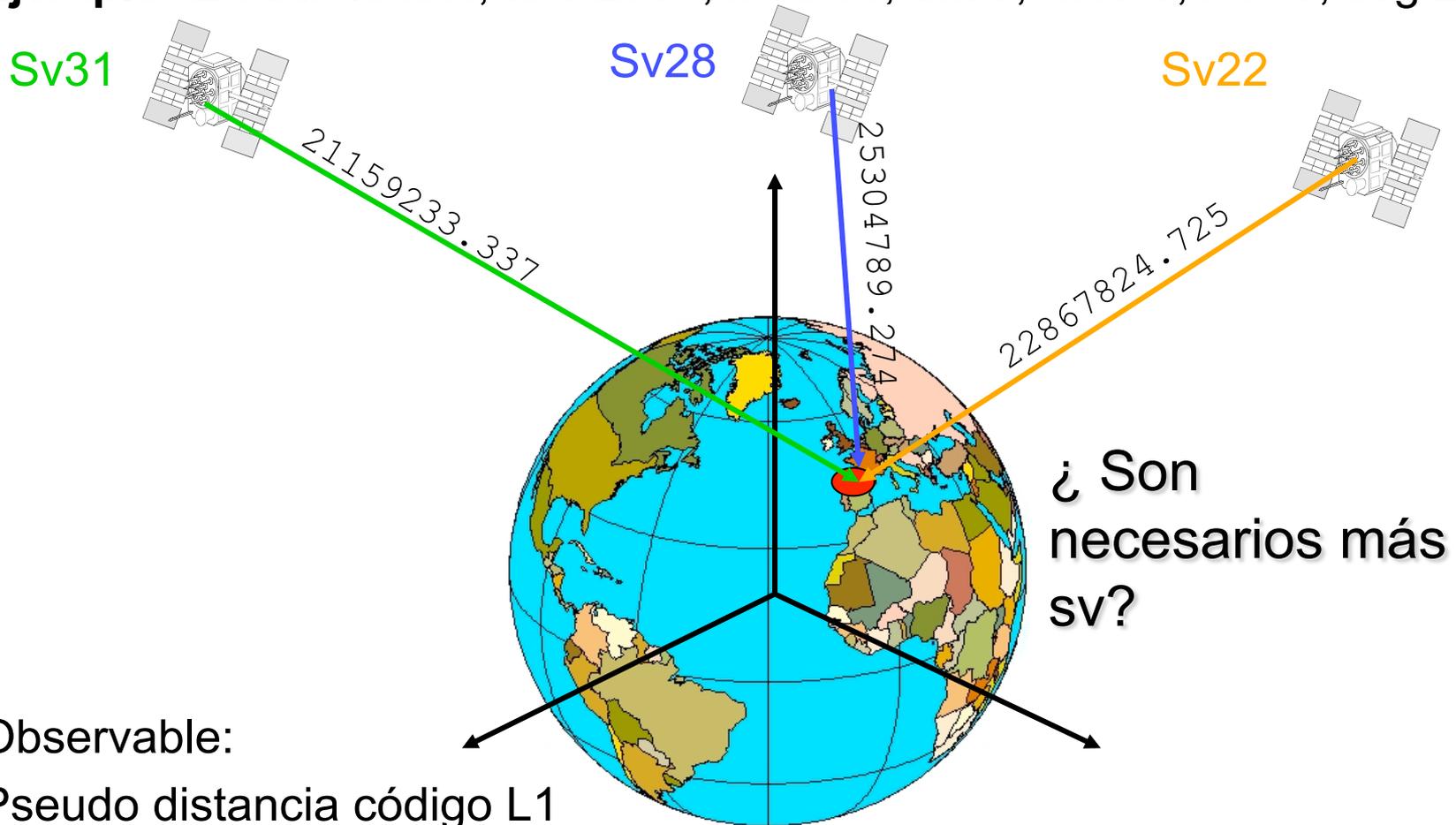
- tiempo sv:  $dt^{sv}$
- tiempo gps
- tiempo rv:  $dt_{rv}$



# A.5.- Determinación de la posición.

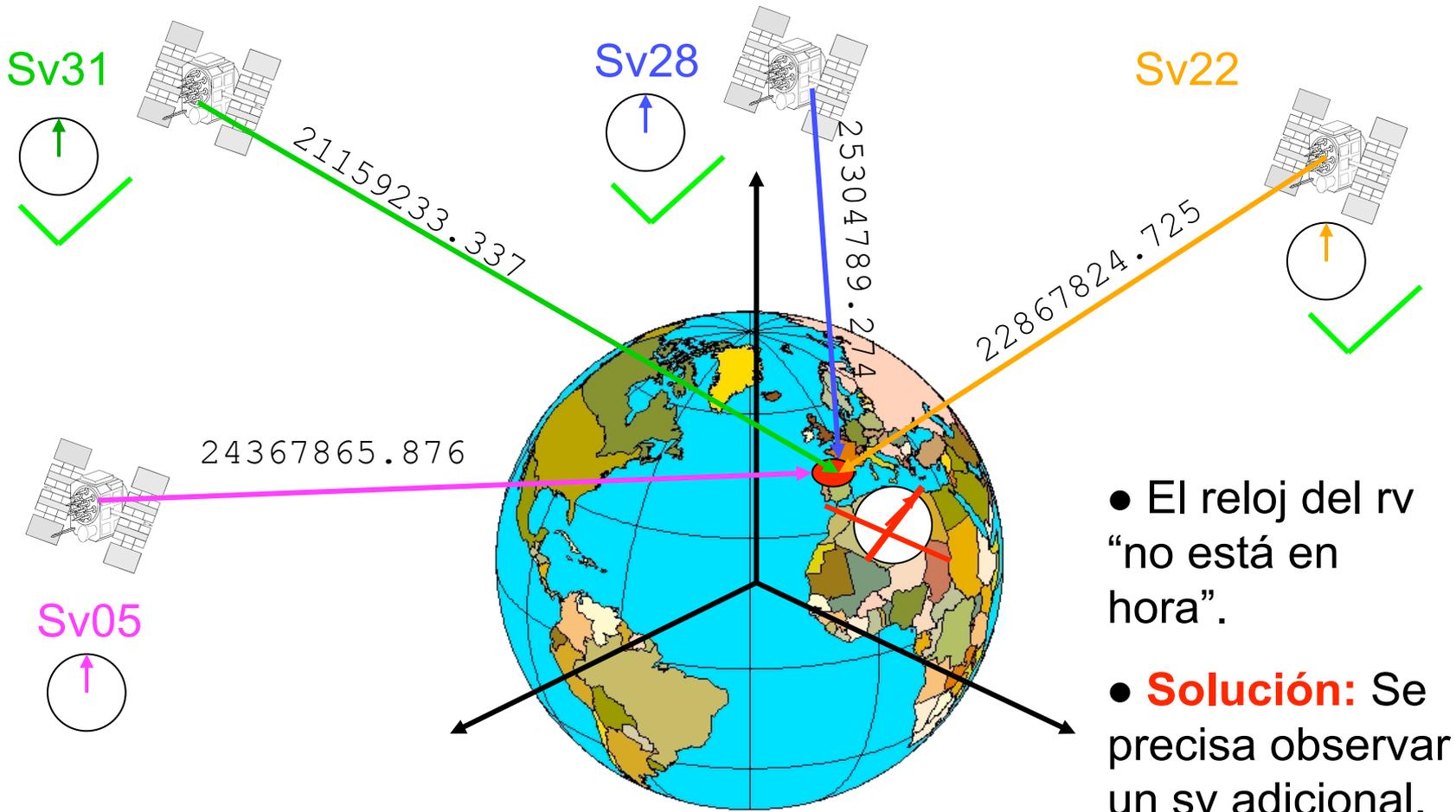
La gran idea de GPS: obtención de la posición (y velocidad) en navegación

**Ejemplo:** En Santander, año 2004, mes 04, día 5, hora 8, min 0, seg 2

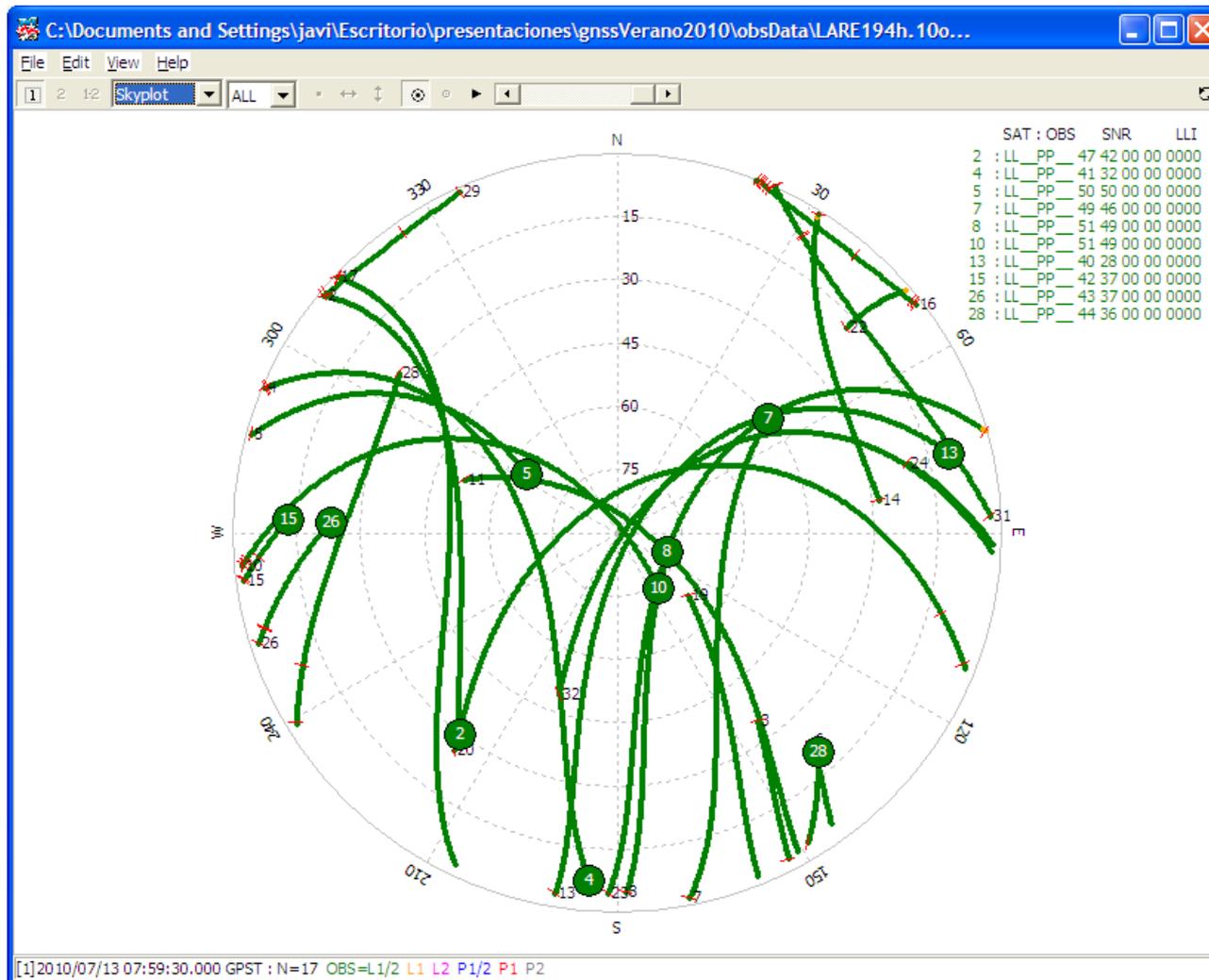


# A.5.- Determinación de la posición.

Ejemplo: En Santander, año 2004, mes 04, día 5, hora 8, min 0, seg 2



# A.5.- Determinación de la posición.



# A.6.- Condiciones de observación

---

- ▶ Para obtener posición mediante GPS, el usuario debe garantizar que en el **lugar y momento de la observación se cumplan**, de **forma simultánea** las siguientes condiciones:
  - ▶ **Número mínimo de sv**: **>4**. Si existen más, mejor.
  - ▶ **Geometría de la constelación**: **Gdop <8**.
  - ▶ **Relación señal / ruido buena**.
- ▶ Cuando se **cumplen las condiciones anteriores**:
  - ▶ El rv del usuario obtiene “automáticamente, sin intervención alguna del usuario”, la posición del mismo en el sistema de referencia de la constelación.
- ▶ En determinados entornos, es complicado / imposible cumplir los requisitos:
  - ▶ Próximo a edificios, “cañones” urbanos.
  - ▶ Entorno naturales adversos: desfiladeros, gargantas,...
  - ▶ En presencia de vegetación: bosques,
  - ▶ ...



# A.6.- Condiciones de observación



Instrument ID:	REIN	Uptime:	46 days 12:41 h	Sat.visible GPS:	11	Sat.visible GLONASS:	8	Logging:	
Sensor type:	GRX1200 GG Pro	Memory:	9% (95 MB)	Sat.tracked L1 GPS:	10	Sat.tracked L1 GLONASS:	6	RTK:	
IP address:	192.168.1.253	Power:	69%	Sat.tracked L2 GPS:	10	Sat.tracked L2 GLONASS:	6	Ring buffer:	

[Home](#) | [Status](#) | [Configuration](#) | [Help](#) | [Support](#)

GRX1200 GG Pro Stop Start RB

- Status**
- ↓ System Information
  - ↓ Power & Memory
  - ↓ Position
  - ↓ Satellites
  - ↓ Logging
  - ↓ Antenna
  - ↓ Message Log
  - ↓ Interfaces
  - ↓ Ethernet
  - ↓ CF Card (via FTP)

## Position ?

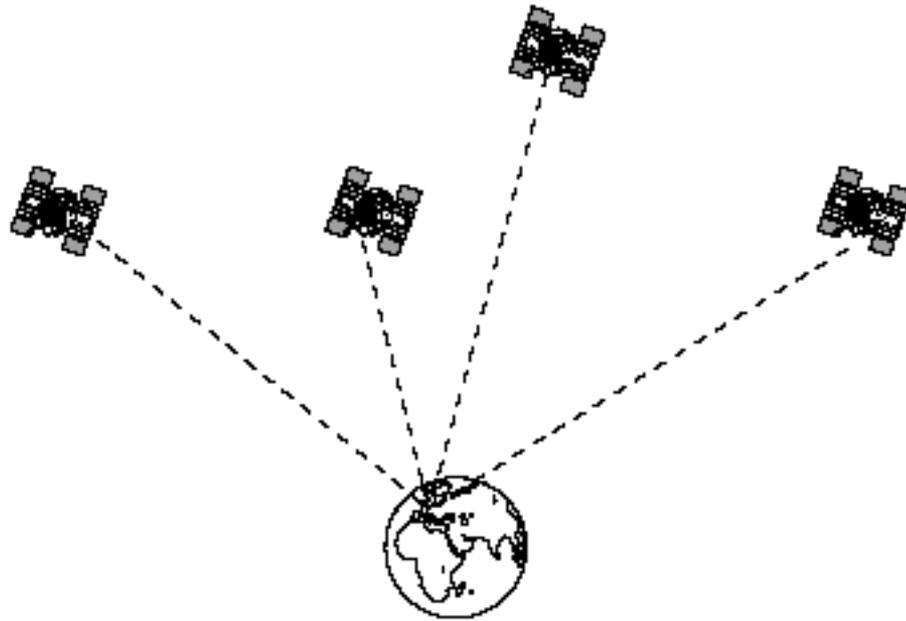
Navigated Position	
<b>Local time:</b>	23:51:33.0
<b>Position latency:</b>	0.03 s
<b>Latitude:</b>	42° 59' 48.18134" North
<b>Longitude:</b>	4° 07' 54.18317" West
<b>Ellipsoidal height:</b>	905.493 m
<b>X:</b>	4660719.770 m
<b>Y:</b>	-336677.968 m
<b>Z:</b>	4327852.525 m
<b>HDOP:</b>	0.8
<b>VDOP:</b>	0.9
<b>GDOP:</b>	1.4
<b>PDOP:</b>	1.2
<b>Position quality:</b>	0.598 m
<b>Height quality:</b>	0.801 m

## Reference Position

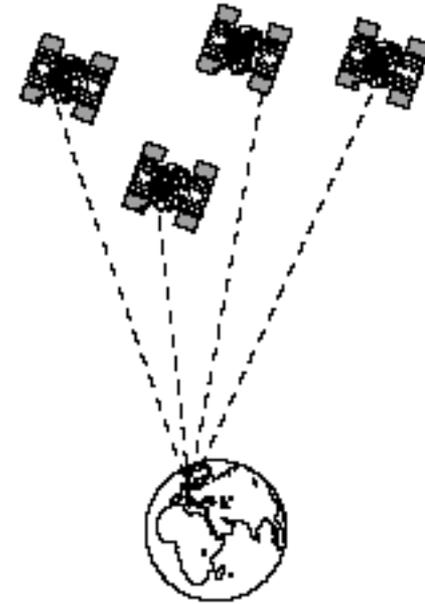


# A.6.- Condiciones de observación

---



PDOP: low (1,5)



PDOP: high (5,7)

**DOP**: Dilution of Precision. Se tiene: **Vdop**, vertical ; **Hdop**, horizontal ; **Pdop**, posición, **Tdop**, tiempo y **Gdop**, general de posición y tiempo. ¡Cuanto más pequeño mejor!. Límites habituales: **GDOP < 8**



# A.7.- Errores en las observaciones

---

Los distintos errores existentes en las observaciones repercuten en la posición calculada. Resumen de los principales:

**Debido al tránsito de la señal:** atmósfera

Estado de reloj del **rv** / Estado del reloj de los **sv's**.

**Efemérides** de los satélites.

Relatividad.

**Intencionadas** por el propietario: SA. Ha estado activa hasta 1-05-2000.

**Multicamino** (multipath).

Otros...

En función de los **datos disponibles / estrategia de cálculo**, se **asumen / cancelan** gran parte de los errores, obteniéndose precisiones desde pocos mm a varios metros: importancia de la elección de la metodología aplicada.

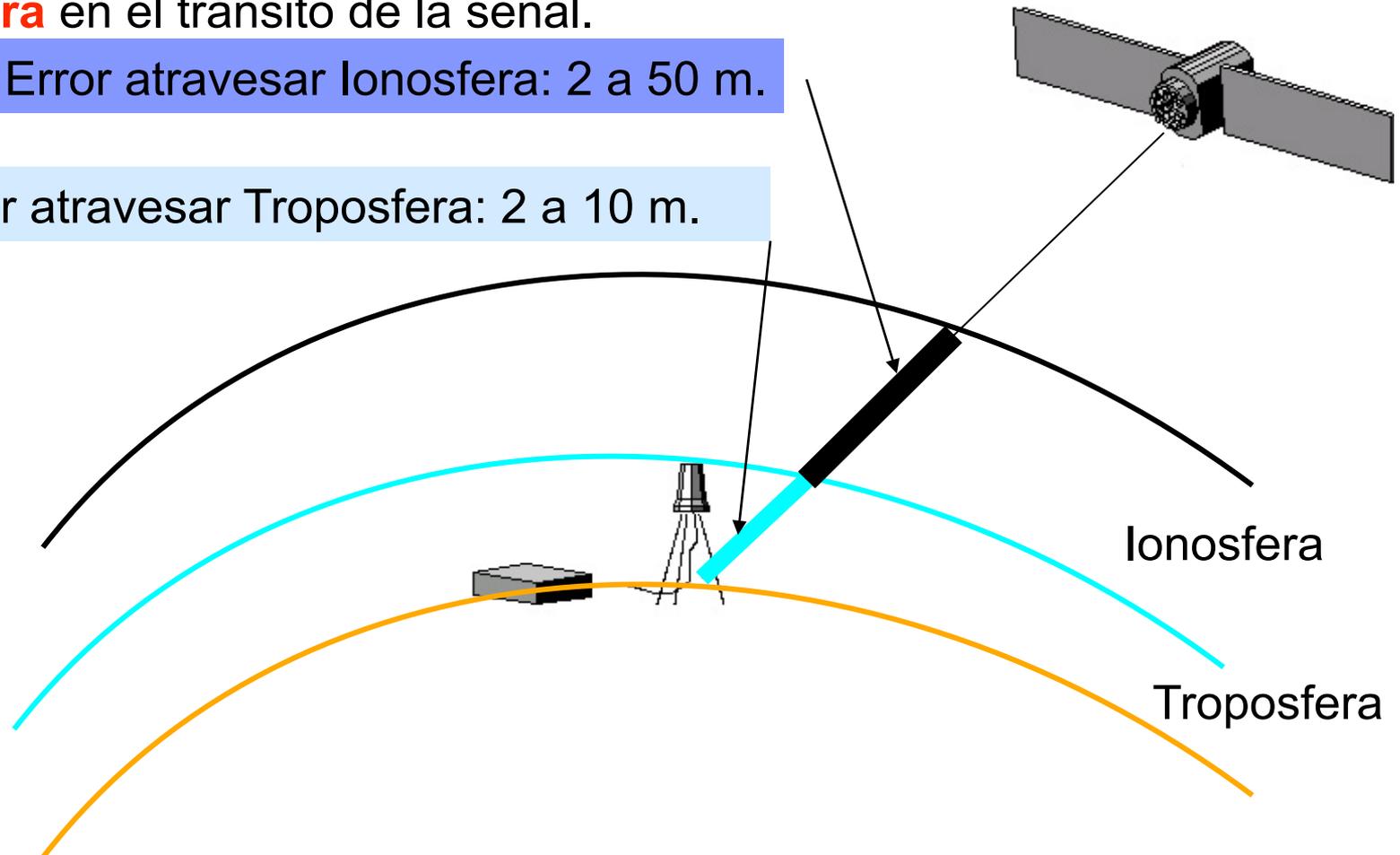


# A.7.- Errores en las observaciones

Una de las fuentes de error “más molesta”: error **causado por la atmósfera** en el tránsito de la señal.

Error atravesar Ionosfera: 2 a 50 m.

Error atravesar Troposfera: 2 a 10 m.

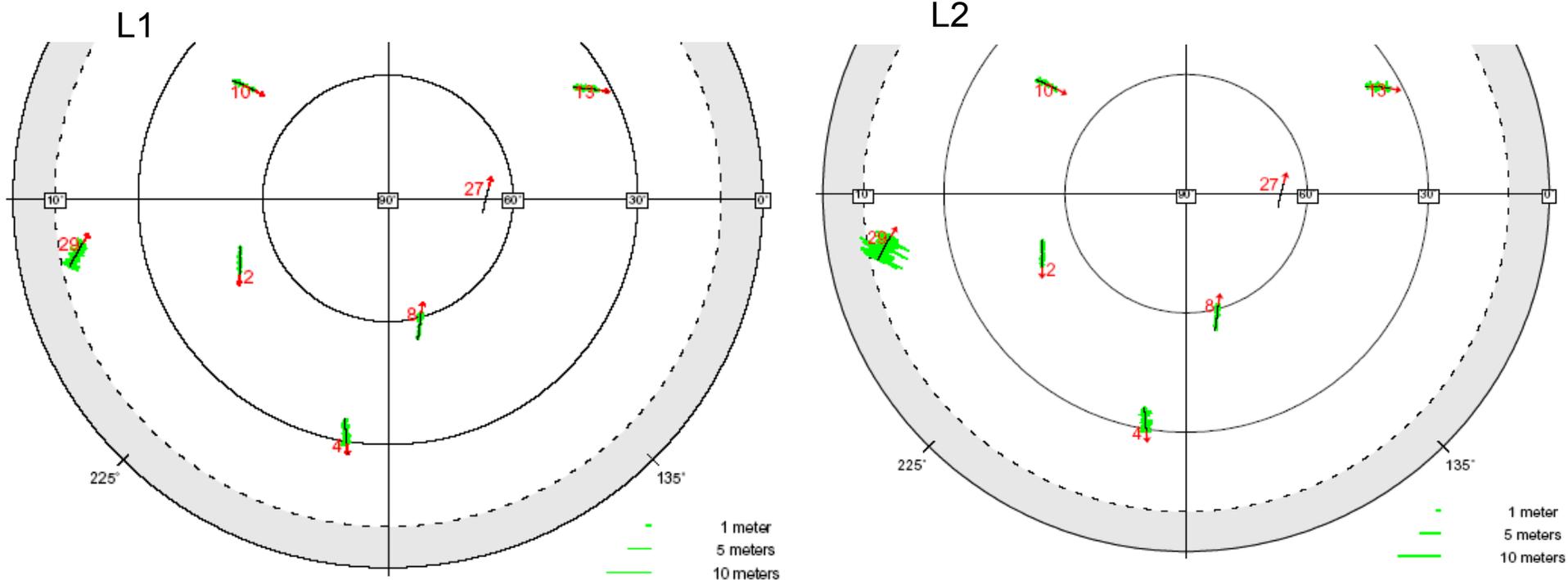


Ionosfera. Real time maps: [http://iono.jpl.nasa.gov/latest\\_rti\\_global.html](http://iono.jpl.nasa.gov/latest_rti_global.html)

# A.7.- Errores en las observaciones

**Multipath o multicamino:** los rv`s registran señales “rebotadas” en el entorno de la estación.

Posición: ETSI Caminos, Santander. Horizonte “despejado”. Estimación del multipath para datos del 2005/05/20, de las 15:27 a las 15:40.



# B. Metodologías de posicionamiento GPS.

---

A. Conceptos de Geodesia Espacial.

B. Metodologías de posicionamiento GPS.

1. Metodologías de posicionamiento.
2. Posicionamiento absoluto.
3. Posicionamiento diferencial.
4. Principales metodologías GPS.

C. Redes GNSS de referencia

D. Transformaciones de las posiciones obtenidas con GPS.

E. Ejemplos de aplicación.



# B.1.- Metodologías de posicionamiento

---

Existen numerosas metodologías de obtención de posiciones, con rangos de precisiones diferentes:

- Función del **número de rv** observando simultáneamente: métodos absolutos (1rv) o diferenciales ( $\geq 2$  rv).
- Función del **observable empleado**: código (C/A) o fase de la portadora (L1; L1 y L2).
- Función del **momento de obtención de la posición**: gabinete, (en postproceso) o tiempo real (en el momento de la observación).
- Función de la **situación** del móvil: estático (quieto) o cinemático (en movimiento).

Uso básico del sistema GPS: encender un GPS, y obtener una posición: **método estático, observable código, tiempo real, estático o movimiento**. ¿Qué precisión se tiene?

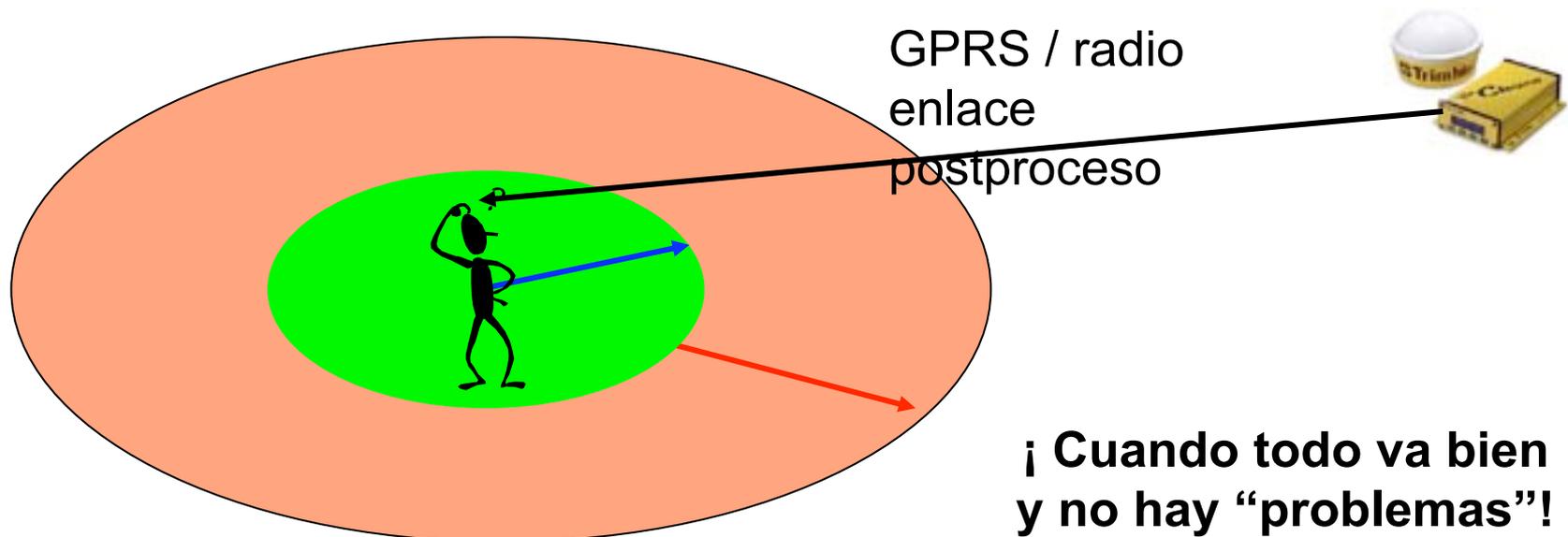


# B.1.- Metodologías de posicionamiento

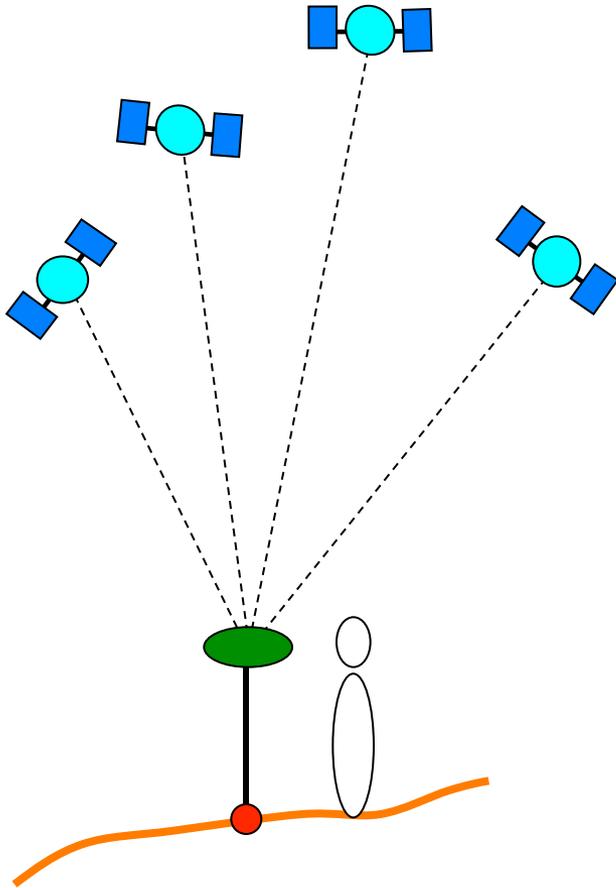
Ordenes de magnitud de las precisiones estándar GPS:

**Métodos absolutos:** 2 a 5 m. en planimetría, 95% tiempo. En altimetría, el error es el doble. Permite navegación autónoma.

**Métodos diferenciales:** 0,5 m, en planimetría, usando código; cm - mm con fase de la portadora.



## B.2.- Posicionamiento absoluto



### En la obtención de la posición:

- ▶ Es el método “por defecto”, la posición que obtiene cualquier rv.
- ▶ Se usa únicamente 1 rv.
- ▶ Se obtiene la solución a partir de la observación básicamente del código.
- ▶ Se corrigen algunos errores (aquellos cuyos datos se envían en el mensaje navegación).
- ▶ Esta metodología está afectado por los errores más importantes.
- ▶ Precisión: **5 m, 95%, planimetría.**  
**Altimetría, 2x.**

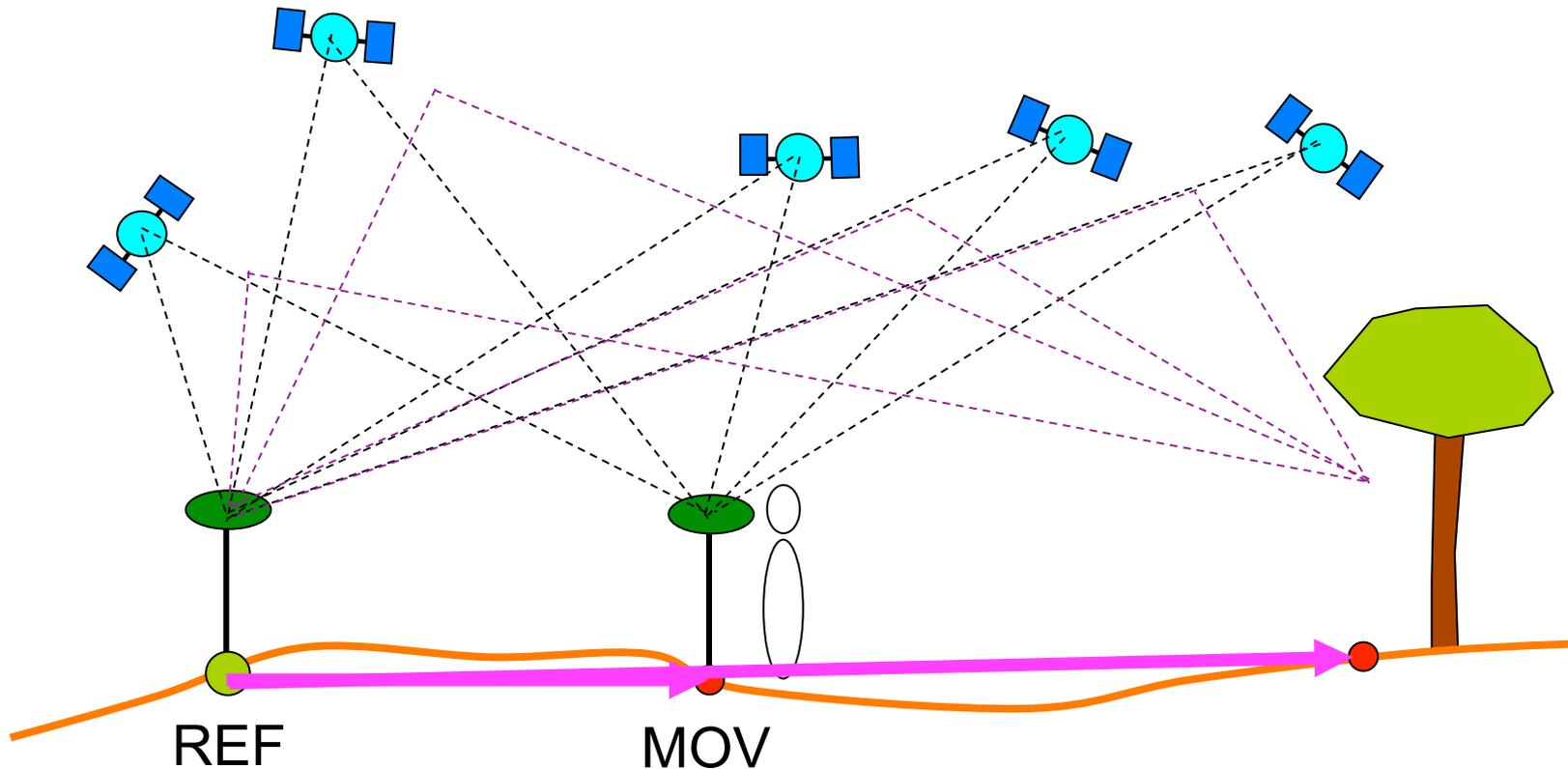


# B.3.- Posicionamiento diferencial

¿Y si se precisa mayor exactitud?

Se deben emplear métodos diferenciales:

Idea básica: para 2 rv “**próximos**”, los errores del sistema son “iguales”, de modo que se calculan en uno de los rv (ref) y se corrigen en el otro rv (móvil), o se consideran observaciones diferenciales, de modo que la posición relativa es muy buena



## B.3.- Posicionamiento diferencial

<i>Observable</i>	<i>Código</i>	<i>Fase</i>
Método	Diferenciales	Relativos
Separación máxima	200 - 300 km	10 km (*)
Precisión	0,5 – 1 m	1- 2 cm (xy)

***Instante efectuar corrección***

Tiempo real (enlace radio, fase RTK)  
Postproceso

(\*) En Postproceso, se debe observar un intervalo común, según la separación fijo-móvil. Ordenes de magnitud: 10 km pueden ser 15 min. Separaciones entre 10 a 30 km, 1 hora; separaciones de 1000 km, varios días.



## B.4. Principales metodologías GPS

---

Principales metodologías actualmente utilizadas en el ámbito de la Ingeniería:

1. **Posicionamiento absoluto.**
2. **Métodos diferenciales** (código). Habitual: equipos L1 (GPS & GLONASS). Precisión: submétrica (0.5 m).

Solución en postproceso.

Solución en tiempo real

3. **Métodos relativos** (fase). Habitual: equipos L1 y L2, GPS & GLONASS. Precisión: cm.

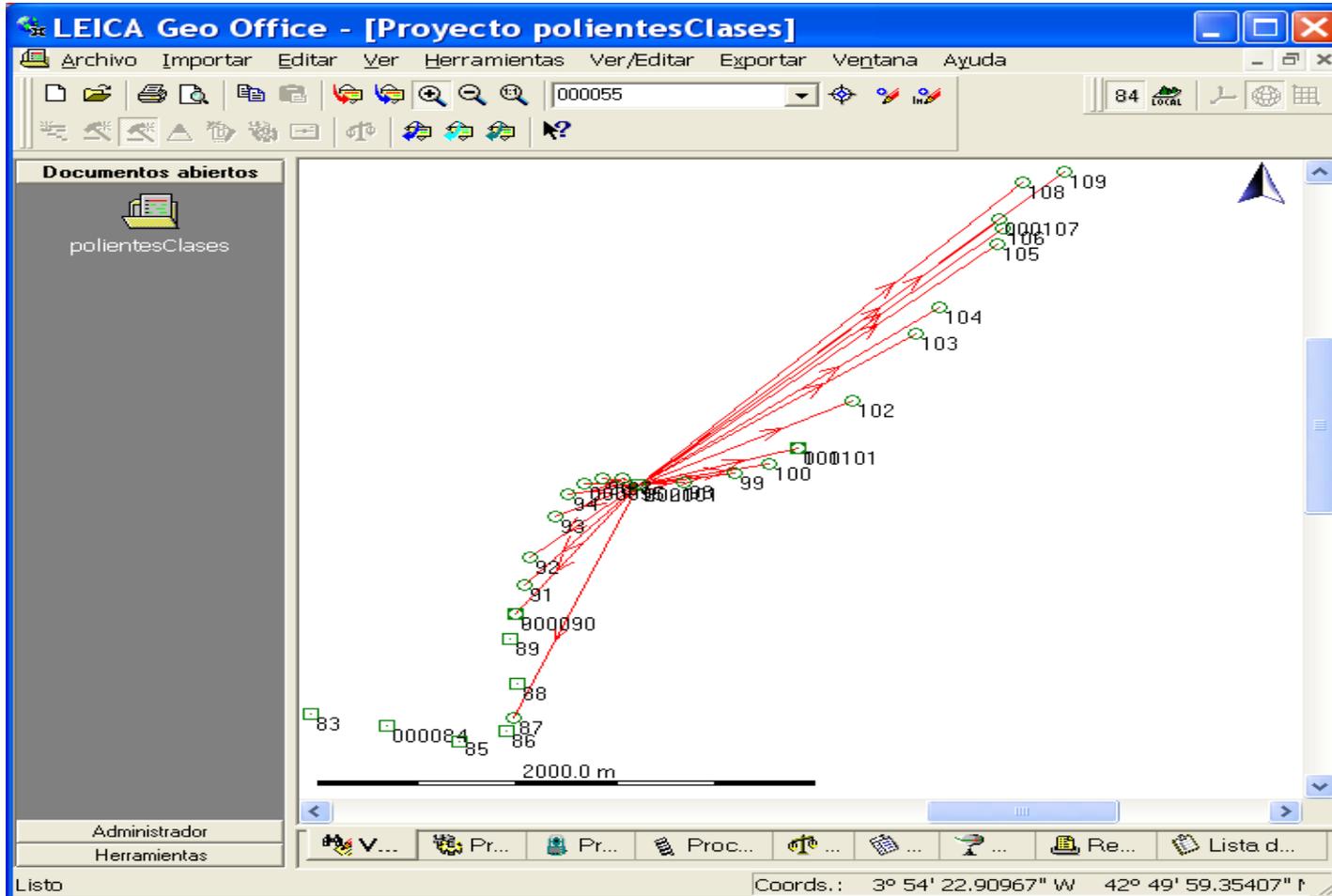
Si el móvil está quieto y se resuelve en postproceso, **estático rápido**.

Si el móvil está quieto / en movimiento, y se resuelve la posición en el momento de la observación, porque se envían los datos del fijo al móvil, se denomina **RTK** (Real Time Kinematic).



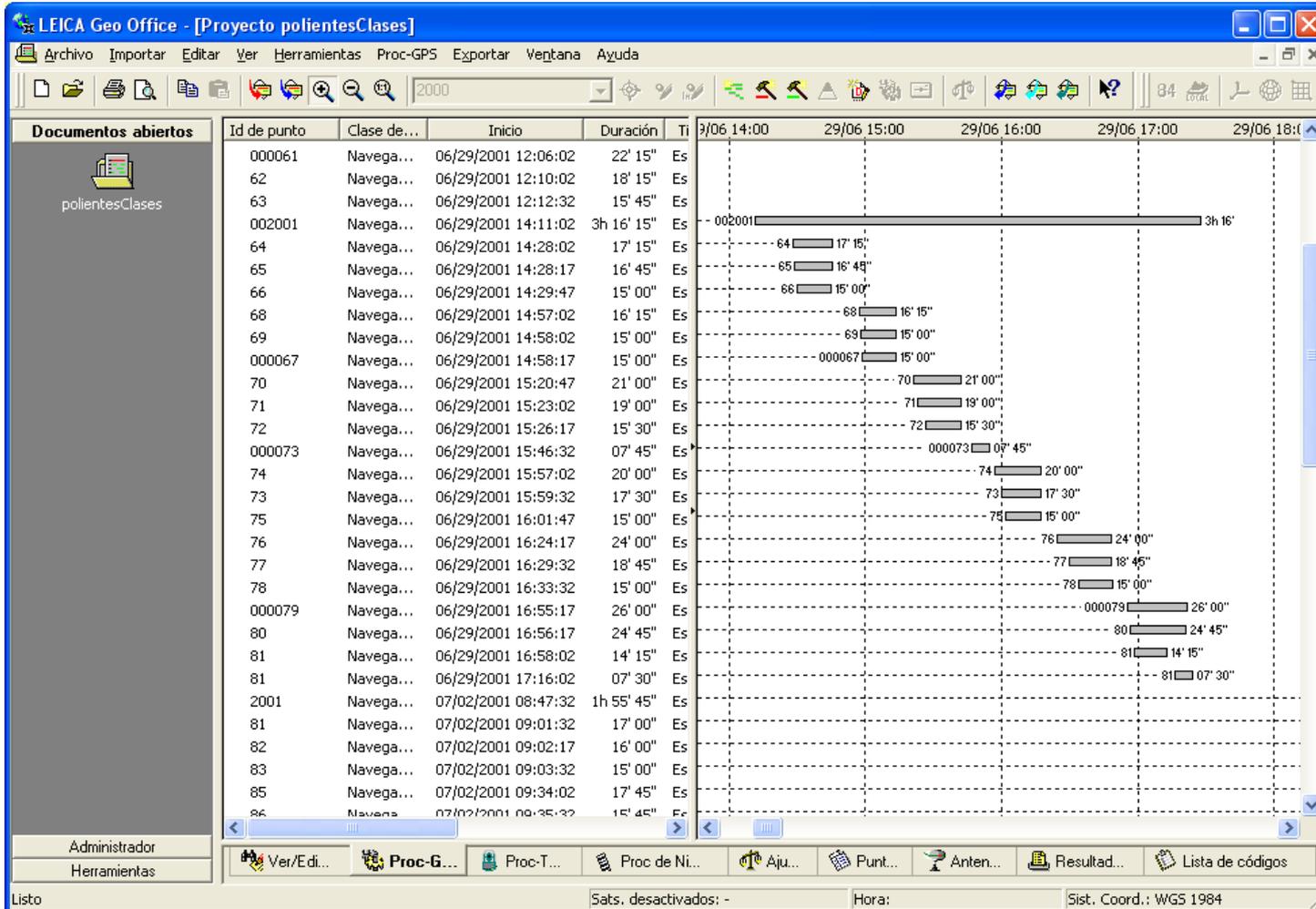
# B.4. Principales metodologías GPS

Ejemplo posicionamiento: estático rápido. Polientes, cantabria



# B.4. Principales metodologías GPS

Ejemplo posicionamiento: estático rápido. Polientes, cantabria



# B.4. Principales metodologías GPS

Ejemplo posicionamiento: estático rápido. Polientes, cantabria

The screenshot displays a GPS software interface with three main components:

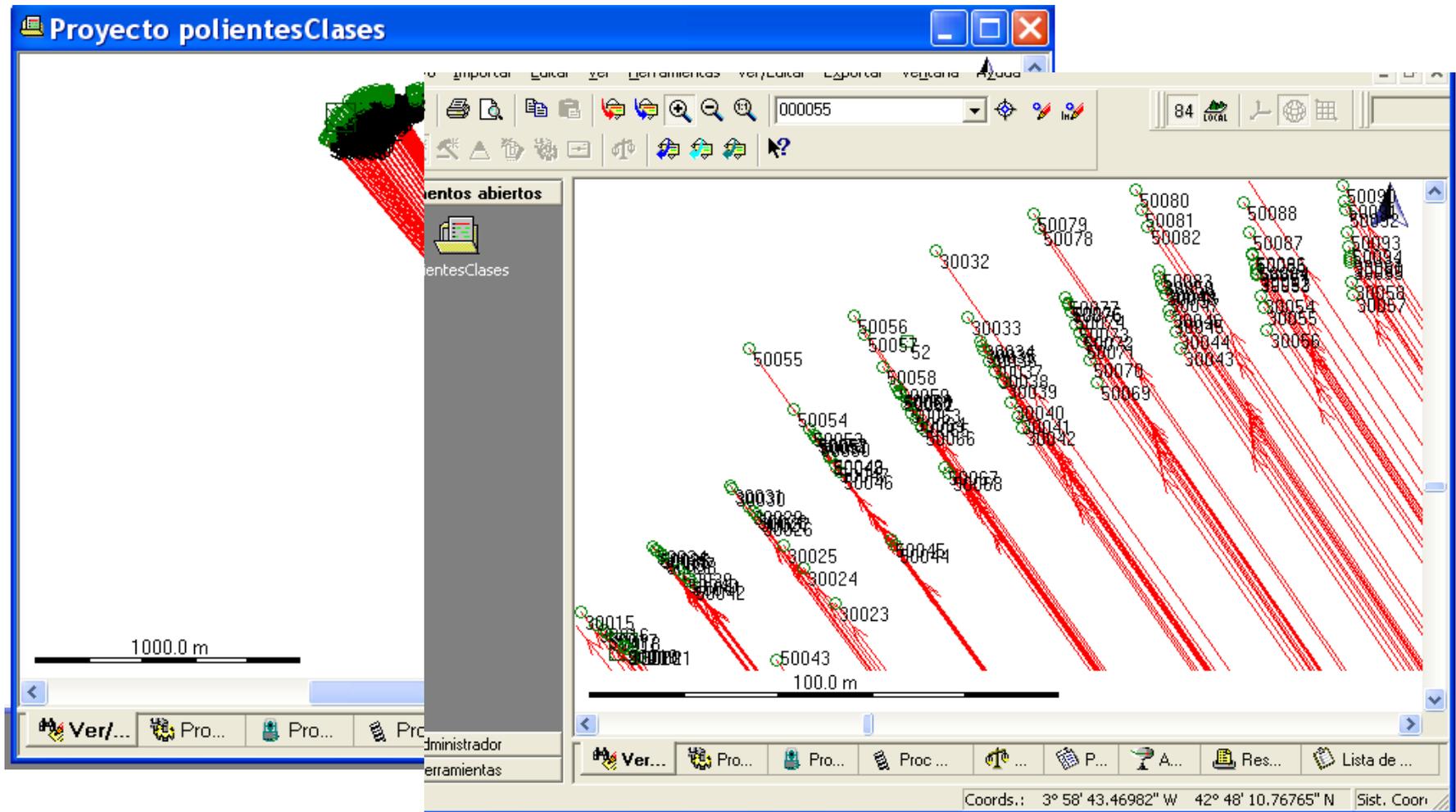
- Data Table:** A table with columns for 'Id de punto', 'Clase', and time intervals from 14:00 to 18:00 on 29/06. A red horizontal bar highlights the '002001' solution row, which is labeled '3h 16''.
- Documentos abiertos:** A sidebar showing a folder named 'polientesClases'.
- Resultados:** A tree view showing a folder structure for 'Resultados' with sub-folders for 'Lineas base', 'Puntos', 'Parámetros', and 'Informe' for three different timestamps: 11:54:15, 11:53:57, and 11:53:40. The file '002001 - 64' is selected under the first timestamp.
- Propiedad:** A properties window for the selected file, listing various parameters and their values.

Propiedad	Valor
Id Referencia	002001
Id Móvil	64
Guardado	No
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS
Inicio	06/29/2001 14:28:17
Fin	06/29/2001 14:45:17
Duración	17' 00"
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	L1 + L2
dX	1347.8413
dY	-3714.5573
dZ	-1708.0468
Q Posic.	0.0010
Q Alt.	0.0020
Pos. + Q Alt.	0.0023
Distancia geométrica	4304.8851
Desv. Est. dist. geométrica	0.0006
Alt. Ant. Ref.	1.5280
Alt. Ant. Móvil	1.2800
Desv. Est. X	0.0015
Desv. Est. Y	0.0006
Desv. Est. Z	0.0015



# B.4. Principales metodologías GPS

Ejemplo posicionamiento: tiempo real, uso radio Polientes, cantabria



# B.4. Principales metodologías GPS

Ejemplo posicionamiento: tiempo real, uso radio Polientes, cantabria

<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50051</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:14:46 - 09/27/2001 15:14:46	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50052</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:14:59 - 09/27/2001 15:14:59	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50053</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:15:19 - 09/27/2001 15:15:19	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50054</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:15:41 - 09/27/2001 15:15:41	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50055</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:16:24 - 09/27/2001 15:16:24	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50056</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:19:05 - 09/27/2001 15:19:05	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50057</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:19:46 - 09/27/2001 15:19:46	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50058</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:20:28 - 09/27/2001 15:20:28	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50059</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:20:41 - 09/27/2001 15:20:41	
Duración:	0"	
<b>Línea base</b>	<b>Referencia: 2005</b>	<b>Móvil: 50060</b>
Intervalo de observación:	09/27/2001 15:20:50 - 09/27/2001 15:20:50	
Duración:	0"	



# C.- Redes GNSS activas de referencia.

---

A. Conceptos de Geodesia Espacial.

B. Metodologías de posicionamiento GPS.

## C. Redes GNSS activas de referencia.

1. Planteamiento red GNSS.

2. Diseño de la red GNSS de Cantabria.

3. Servicios generados por la red.

4. Resumen de características.

D. Transformaciones de las posiciones GPS

E. Ejemplos de aplicación.



# C.1.- Planteamiento

Conceptualmente: Acceso a datos de estaciones de referencia GPS+GLONASS disponibles a través de Internet, tanto en tiempo real (RTK) como en postproceso (estático relativo)

Marco de  
Referencia Activo  
GNSS

Vértices  
geodésicos “on  
line” en todo el  
territorio

Monitoriza-  
dos en  
tiempo real

Producción  
cartográfica

Obra Civil

ETRS89

Navegación  
de precisión

Trabajos  
investigación

Trabajos  
topográficos

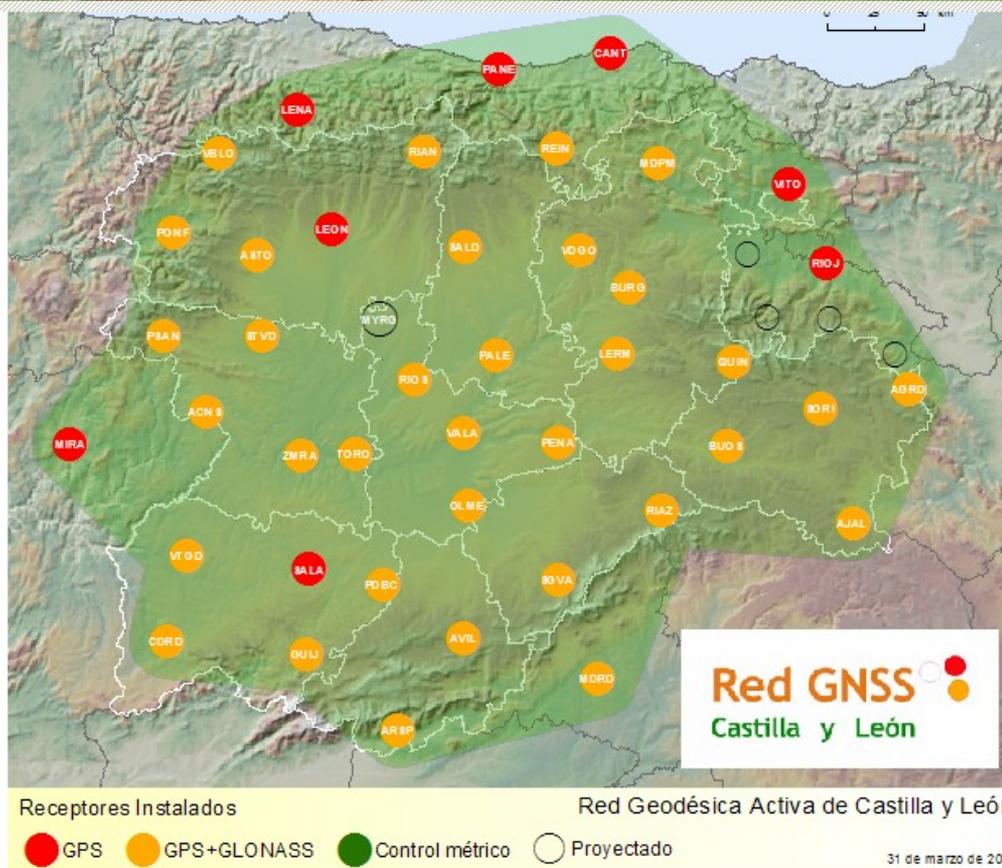
Infraestructura  
tecnológica



# C.1.- Planteamiento



- ▶ Inicio
- ▶ **Mapa de la red**
- ▶ Lista de estaciones
- ▶ Servicios de la red
- ▶ Servicio de descarga RINEX
- ▶ Novedades
- ▶ Documentos y Enlaces
- ▶ Informes de estado
- ▶ Contactar
- ▶ Colaboradores
- ▶ Inscripción



<http://gnss.itacyl.es/>



# C.1.- Planteamiento

geo uskadi

euskadi net

Inicio

eu | es | en

**Menú principal**

- » Inicio
- » Descarga Directa de Datos
- » Aplicaciones en tiempo real
  - » Conexión INTERNET
  - » Conexión RADIO-MODEM
- » Aplicaciones post-proceso
- » Solicitud de Información
- » Mapa de la red
- » Rastreo de Satélites
- » Informes
- » Tienda RINEX

WSC WAI-A WCAG 1.0

**Mapa de la Red**

The map shows a network of stations in the Basque Country region of Spain. The stations are connected by dashed lines, indicating a network structure. The stations are labeled: Laredo, Sopuerta, Gernika-Lumo, Igeldo, Elgeta, Amurrio, Lazkao, Medina de Pomar, Vitoria - Gasteiz, Alda, Lantaron, Elciego, and La Rioja.



# C.1.- Planteamiento

**RAP** Red Andaluza de Posicionamiento

Inicio ▶ Estaciones

- Estaciones
- Descarga de datos RINEX
- Correcciones diferenciales
- Noticias
- Incidencias
- Enlaces
- Documentación y utilidades
- Control Geodésico

Registro / Entrada

Usuario

Clave

Recordarme

[¿Recuperar clave?](#)  
¿Quiere registrarse? [Regístrate aquí](#)

## ESTACIONES

A través del siguiente mapa podrá acceder la información general de las **estaciones** que conforman la red del RAP, así como a las descripciones de las instalaciones.

Equipamiento:	Estado:
Tipo 1	Operativa
Tipo 2	No Operativa
	Fuera de Servicio

Las estaciones de la RAP se dividen en dos grupos dependiendo de su ubicación y equipamiento.

- Tipo 1 se sitúan en las capitales de provincia más Algeciras y cuentan con un mayor número de accesorios.
- Tipo 2 están localizadas en núcleos urbanos más pequeños y cuentan con menos accesorios en su instalación.

[http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/redandaluzadeposicionamiento/rap/index.php?option=com\\_content&Itemid=19](http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/redandaluzadeposicionamiento/rap/index.php?option=com_content&Itemid=19)

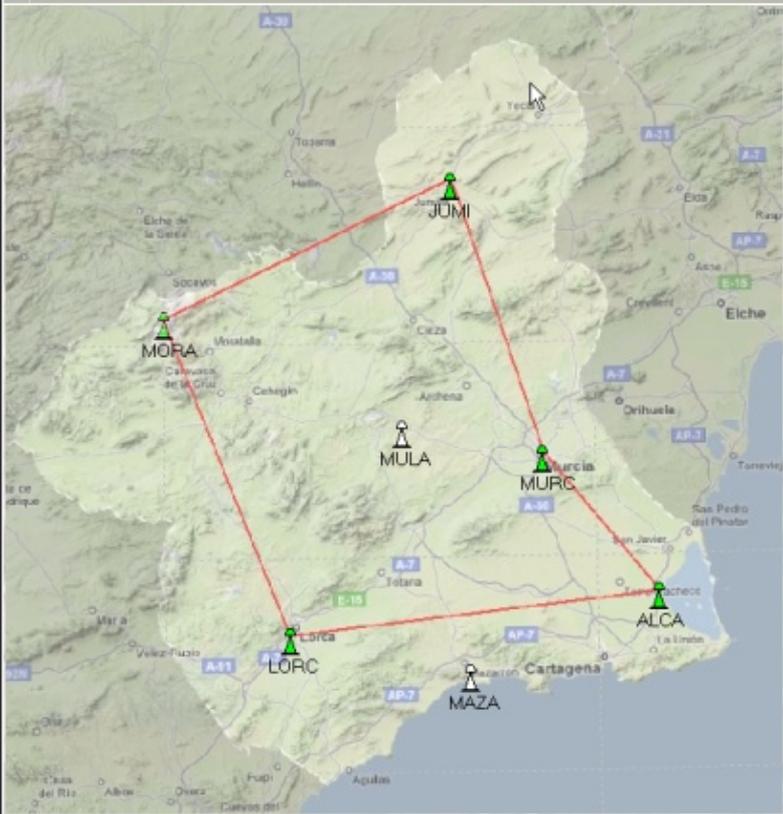


# C.1.- Planteamiento

**regam**

REGION DE MURCIA  
Consejería Desarrollo Sostenible  
y Ordenación del Territorio

Ubicación de las estaciones GNSS



Para acceder a la información de cada Estación de Referencia Permanente de la Red de Murcia, pulse encima de cada una de las antenas del gráfico o pulse en los enlaces que se adjuntan:

- Murcia
- Los Alcázares (Mar Menor)
- Jumilla
- Lorca
- Moratalla
- Mula (próxima instalación)
- Mazarrón (próxima instalación)

introduccion

catalogo de productos

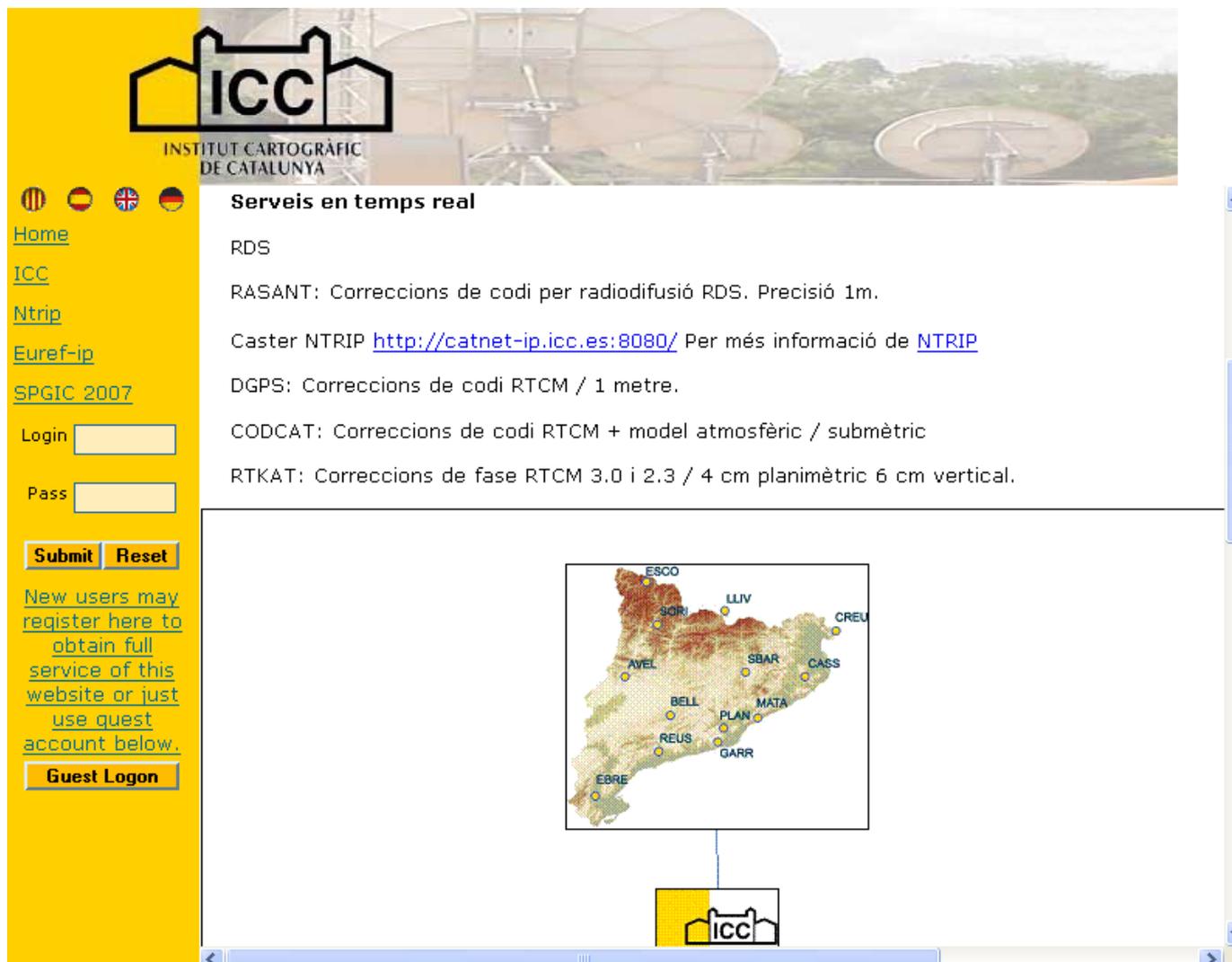
mapa de ubicaciones

© 2008 - Dirección General de Ordenación del Territorio. Servicio de Cartografía. Región de Murcia

<http://www.carm.es/cartografia/gps/Ubicaciones.htm>



# C.1.- Planteamiento



The screenshot shows the ICC website interface. At the top left is the ICC logo (Institut Cartogràfic de Catalunya) with the text 'INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA'. Below the logo are flags for Spain, France, and the UK. The main content area is titled 'Serveis en temps real' and lists several services: RDS, RASANT (1m precision), NTRIP (with URL <http://catnet-ip.icc.es:8080/>), DGPS (1m precision), CODCAT, and RTKAT (4cm planimetric, 6cm vertical). On the left sidebar, there are navigation links for Home, ICC, Ntrip, Euref-ip, and SPGIC 2007, along with a login form and a 'Guest Logon' button. A map of Catalonia is displayed in the center, with various locations marked: ESCO, SORI, LLIV, CREU, AVEL, SBAR, CASS, BELL, MATA, REUS, PLAN, GARR, and EBRE. The ICC logo is also visible at the bottom center of the map area.

<http://catnet-ip.icc.es/>



# C.1.- Planteamiento



[ICV](#)

[Map:](#)

[Real Time status of the network](#)

[Download Documents](#)

[GNSS Data Download](#)

[- Multiple RINEX](#)

[- RINEX 24 hours](#)

[Stations Descriptions](#)

[RTK Network Corrections](#)

[Logout](#)



[en](#)

[es](#)

<http://icverva.cetesi.gva.es:8080/>

Copyright © 2008. All rights reserved. ICV [www.icv.gva.es](http://www.icv.gva.es)



# C.1.- Planteamiento



- Principal
- Mapa de estado
- Estaciones
- Descarga de datos RINEX
- Servicios Generados por la Red
- Noticias y avisos
- Documentación, enlaces y preguntas frecuentes
- Socios y Colaboradores
- Inscripción al Servicio de Noticias

## Mapa de estado

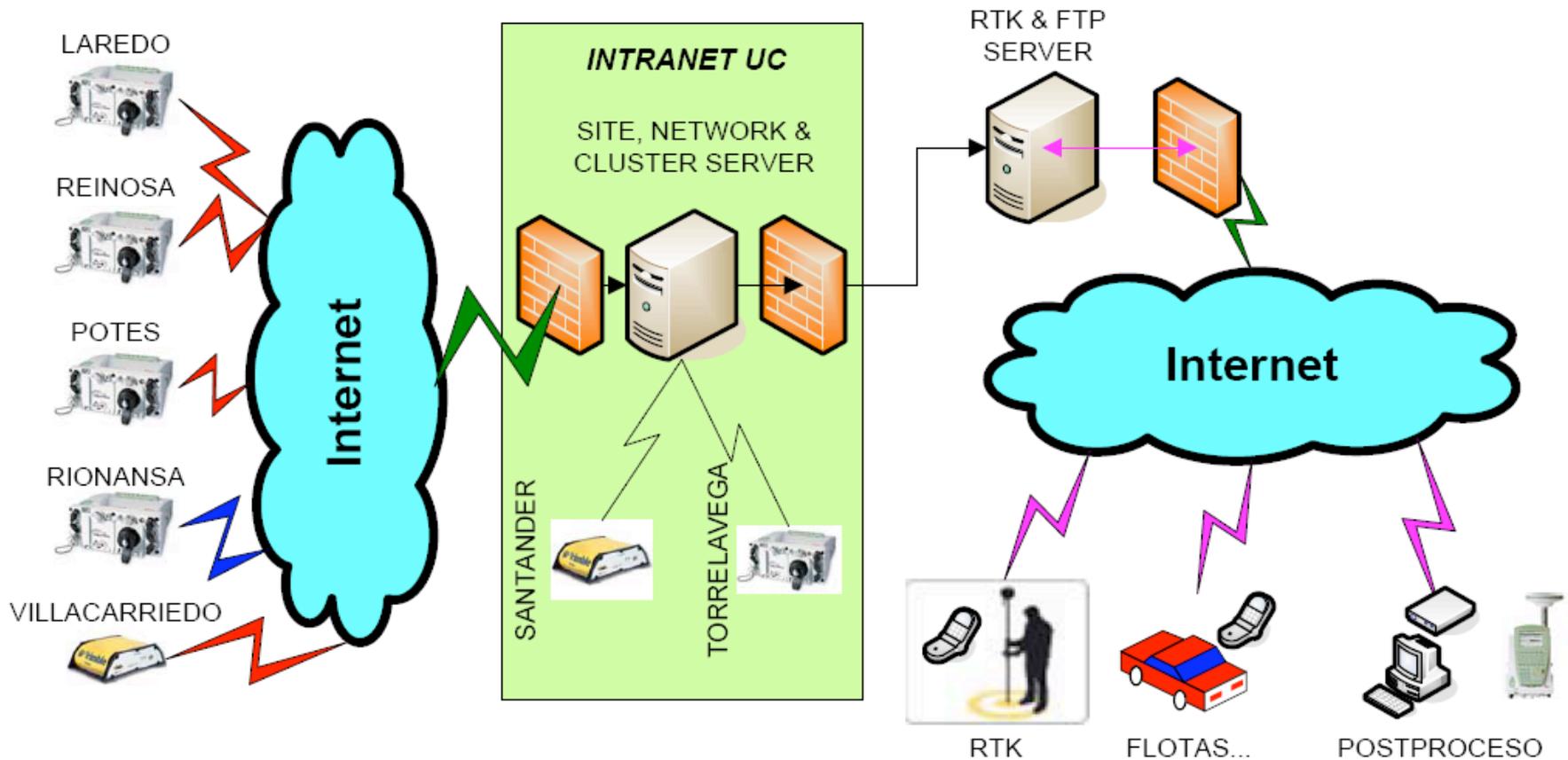
La Red Geodésica Activa de Cantabria está compuesta de 8 estaciones distribuidas por el territorio de la Comunidad Autónoma, de manera que cualquier posible usuario se encuentre en un radio inferior a 30 km. de alguna de las estaciones.



<http://www.gnss.unican.es/>



# C.2.- Diseño de la red de Cantabria



## C.3.- Servicios generados por la red.

---

- ▶ Una **red de estaciones de referencia GNSS**:
  - ▶ Recibe, en tiempo real, las **observaciones GPS y GLONASS** de equipos distribuidos en un territorio.
  - ▶ Un servidor procesa la información y **genera datos que posibilitan efectuar correcciones diferenciales** en el ámbito de trabajo, que se distribuyen sin restricción de uso a través de Internet, sin coste (generalmente, en la actualidad).
  - ▶ Se generan datos que permiten 2 tipos de correcciones:
    - ▶ **Correcciones en tiempo real**. El usuario, usando rv adecuados, obtiene en campo directamente posiciones, con la precisión del tipo de corrección empleado, en el mismo instante en que efectúa la observación.
    - ▶ **Correcciones en postproceso**. El usuario en campo almacena las observaciones para las posiciones de interés, correspondientes al móvil. De vuelta a gabinete, recupera de la red los ficheros correspondientes a la referencia, empleando para su tratamiento software adecuado (*No se estudian en el curso*)



## C.3.- Servicios generados por la red.

---

### A.- Correcciones en tiempo real.

Usa la metodología GPS **RTK** (Real Time Kinematic, o diferencial de fase) ó **DGPS** (GPS diferencial de código).

El usuario debe disponer de un equipo:

- ▶ Código, fase (monofrecuencia o bifrecuencia, Gps, Gps & Glonass).
- ▶ Admita correcciones según el **estándar RTCM** (v2.x ó 3.x).
- ▶ Permita **conectarse a Internet** durante la observación, habitualmente con telefonía móvil (GPRS o UMTS).
- ▶ Admitir un protocolo especial para difundir correcciones diferenciales por Internet, denominado **NTRIP**.

Las redes GNSS proporcionan habitualmente 2 tipos de correcciones:

- ▶ **Correcciones directas** de estaciones GNSS. Se accede directamente a las correcciones generadas por una estación base.
- ▶ **Corrección de red**: Se integran todos los datos de los equipos GNSS fijos, y se genera una corrección más robusta.



## C.3.- Servicios generados por la red.

### A.- Correcciones en tiempo real.

Corrección de red:

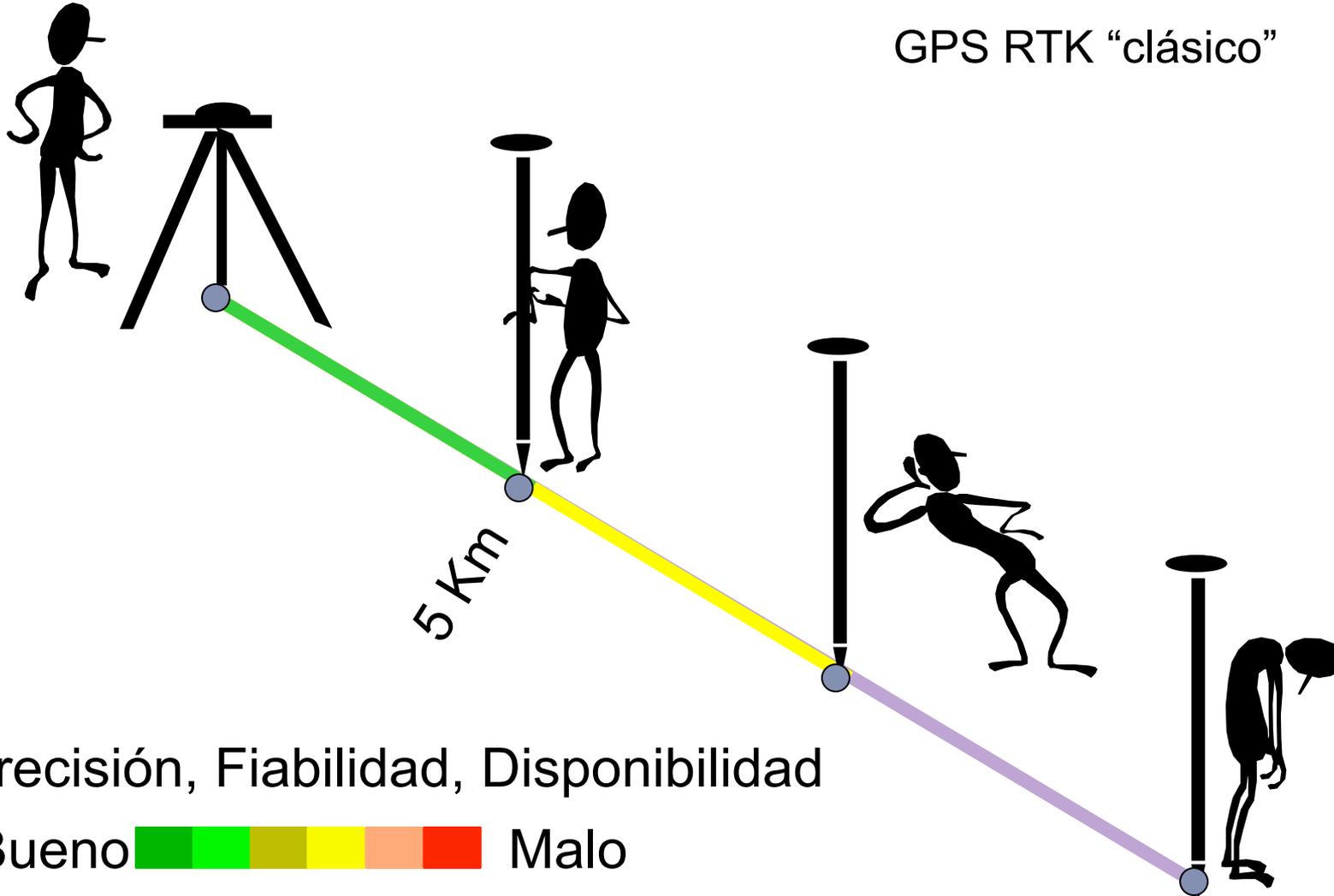
- Se modelizan los principales errores de tipo atmosférico y se proporciona una corrección diferencial válida a distancias mayores de las estaciones fijas de la red, interpolando los errores obtenidos en las estaciones fijas.
- El estándar RTCM 3.1 se denomina MAC. Otros enfoques comerciales son VRS(Trimble) e I-Max(Leica)

RTK / DGps clásico	RTK / DGps red GNSS
Equipo trabajo: 2 mv	Equipo trabajo: 1 mv
Necesidad de ubicar y configurar la referencia	La referencia está permanentemente hábil.
Comunicación: radio enlace	Comunicación: internet, GPRS
Alcance: 10-12 km	Alcance: 25 km estación base aislada; todo el territorio solución de red (estaciones a 70 km).



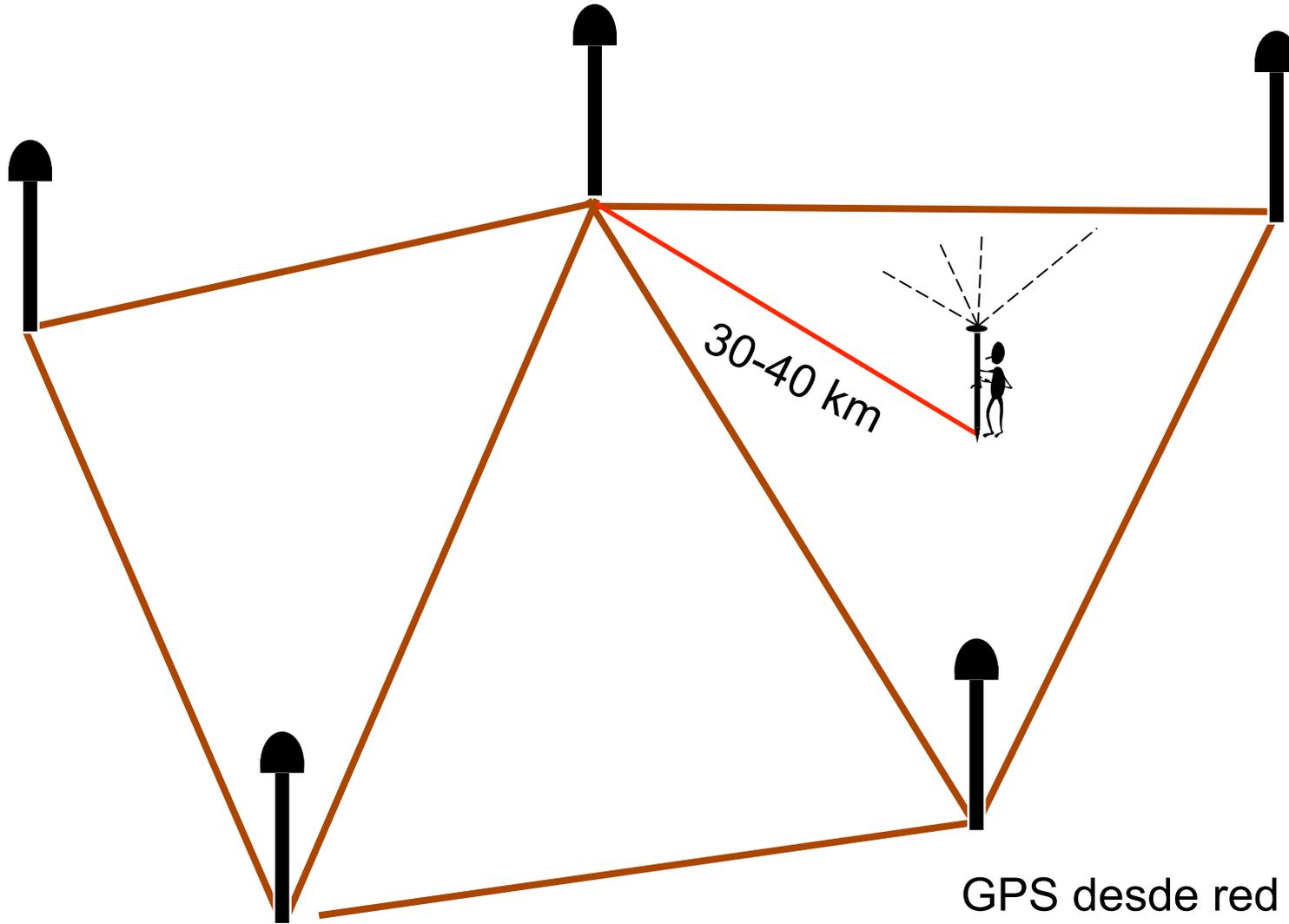
# C.3.- Servicios generados por la red.

GPS RTK "clásico"



## C.3.- Servicios generados por la red.

---



## C.3.- Servicios generados por la red.

---

Respecto al [formato de las correcciones enviadas](#):

- ▶ **Propietarios**: optimizado para móviles de fabricantes concretos: CMR(+) (Trimble), VRS (trimble), LEICA.
- ▶ **Estándar SC-104** (The Radio Technical Commission for Maritime Services, 1947)
  - ▶ Formato público, de libre uso.
  - ▶ RTK clásico ha usado 2.3.
  - ▶ Versión más reciente es la 3.1.
  - ▶ Para correcciones de red, es obligado el uso de la 3.x.
  - ▶ Principales diferencias entre 2.x y 3.x:
    - Formato optimizado, más compacto.
    - Admite el uso de GLONASS.



## C.3.- Servicios generados por la red.

---

Por tanto: se pueden proporcionar desde las redes de referencia distintos tipos de correcciones en tiempo real:

- Solución de **estación base aislada**.  
Elección por el usuario de la estación.  
Elección por la red de la estación más cercana (\*)
  - **Solución de red**. Hay distintos productos:  
MAC: Solución de red RTCM 3.1 Network, estándar libre (\*)  
i-MAX: Es una solución “mixta”, pensado para usuarios que disponen de equipos que no pueden procesar correcciones de red: se envían datos de la red en formatos de estación base (semejante sistema VRS) (\*)
  - **Solución de DGPS**, para equipos de código
- (\*) se precisa que el usuario envíe su posición a la red.



# C.3.- Servicios generados por la red.

**Ntrip Source Table Browser** Red GNSS Cantabria

File Edit View Help

193.144.202.127:2101 STR CAS NET SRC

Mountpoint	ID	Format	Format-Details	Carri	Nav-System	Network	Coun	Lat
NET_MAC	NET_MAC	RTCM 3	MAX 3.x (1015,1016)	2	GPS	GNSS Cantabria	ESP	43
NET_IMAX_0	NET_IMAX_0	RTCM 2	i-MAX 2.x (18,19)	2	GPS	GNSS Cantabria	ES	43
NET_IMAX_1	NET_IMAX_1	RTCM 3	i-MAX 3.x (1004,1005)	2	GPS	GNSS Cantabria	ES	43
SANT_0	SANT_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS	GNSS Cantabria	ES	43
SANT_1	SANT_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS	GNSS Cantabria	ES	43
LARE_0	LARE_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
LARE_1	LARE_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
REIN_0	REIN_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
REIN_1	REIN_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
TRVG_0	TRVG_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
TRVG_1	TRVG_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
RNAN_0	RNAN_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
RNAN_1	RNAN_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
NEAREST_0	NEAREST_0	RTCM 2	RTCM 2.x (18,19)	2	GPS	GNSS Cantabria	ESP	43
NEAREST_1	NEAREST_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS	GNSS Cantabria	ESP	43
DGPS	DGPS	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2)	2	GPS	GNSS Cantabria	ESP	43
NEAREST_0_CORR	NEAREST_0_C	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,20,21)	2	GPS	GNSS Cantabria		43
LARE_1bis	LARE_1bis	RTCM 3		2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
VCRD_0	VCRD_0	RTCM 2	RTCM 2.x (1,2,18,19)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43
VCRD_1	VCRD_1	RTCM 3	RTCM 3.x (1004,1005,1007)	2	GPS & GLONASS	GNSS Cantabria	ES	43

## C.3.- Servicios generados por la red.

En principio, los distintos formatos existentes para solución de estación aislada / solución de red **proporcionan precisiones semejantes**. Se debe elegir en función de la disponibilidad, tanto de la red como del equipo del usuario.

Existe diferencias notables en el tamaño de información transmitido en los distintos formatos de correcciones. A continuación se muestra el tamaño para una jornada de trabajo de 3 horas.

<b>Tipo de corrección (GPS, no GLONASS)</b>	<b>Tamaño correc. (3 h)</b>
Estación aislada, RTCM2.X, Gps	6200 KB
Estación aislada, RTCM3.X, Gps	1600 KB
Estación aislada, RTCM3.X, Gps - Glonass	2500 KB
Red, RTCM 3.X, MAC	3000 KB
Red, RTCM 3.X, iMax	1600 KB
Red, RTCM 3.X, VRS	1600 KB



## C.4.- Resumen de características

### **Ventajas red GNSS:**

- ▶ Posibilita doble tipo de correcciones: desde estación aislada y solución de red.
- ▶ La solución de red proporciona mayor homogeneidad de las correcciones.
- ▶ La solución de estación base aislada resuelve a mayor distancia que en un RTK convencional.
- ▶ El usuario solo precisa un receptor: menor inversión.
- ▶ Rendimiento máximo
- ▶ Calidad máxima de las observaciones de referencia

### **Inconvenientes red GNSS:**

Dependencia fuerte de la existencia de comunicaciones en la zona de trabajo.

Coste de las comunicaciones.

Los propios de los sistemas GNSS: necesidad de que el entorno de observación sea adecuado.



# D.- Transformaciones de las posiciones GPS.

---

A Conceptos de Geodesia Espacial

B Metodologías de posicionamiento GPS.

C Redes GNSS de referencia

D. Transformaciones de las posiciones obtenidas con GPS.

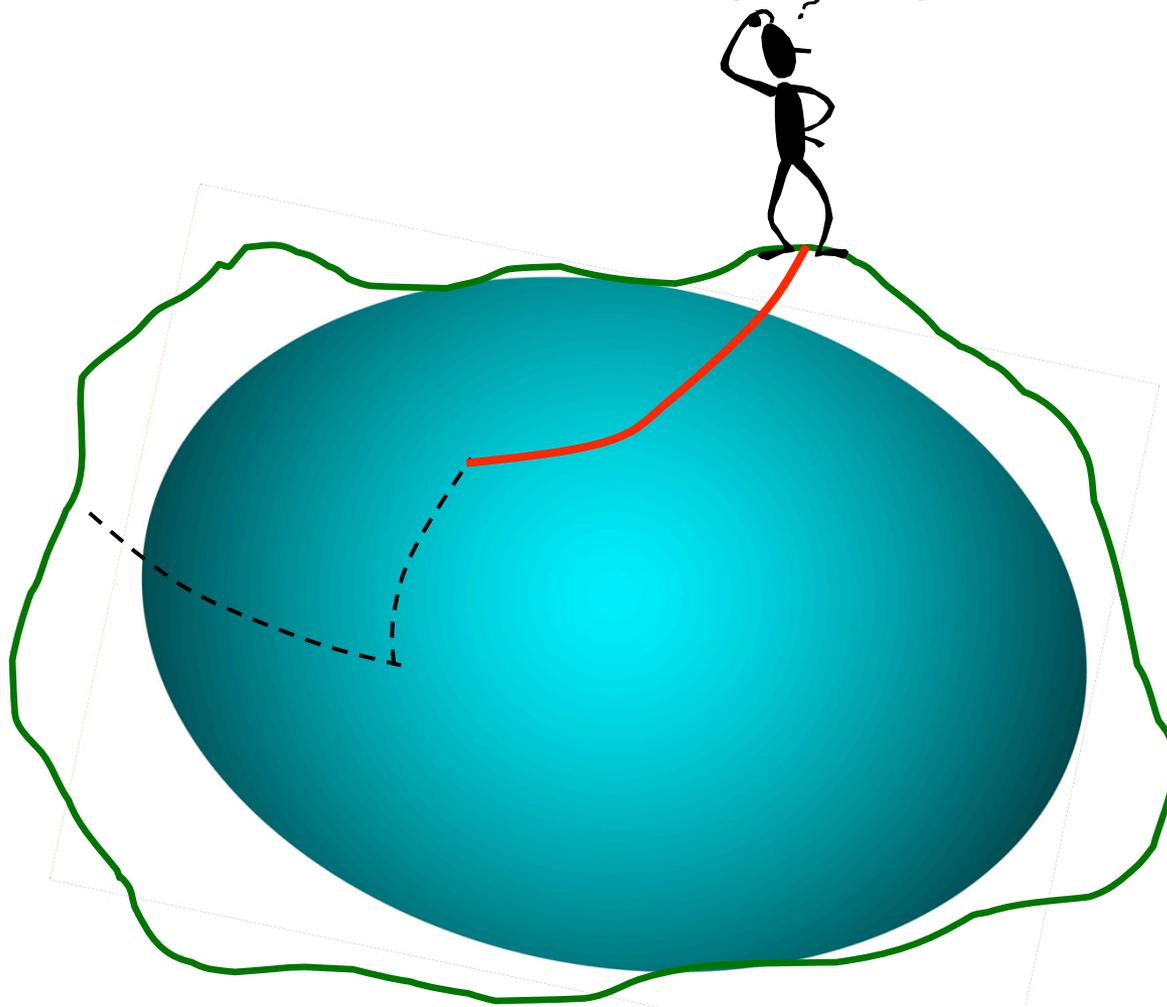
1. Sistemas de referencia.

E Ejemplos de aplicación.



# D.1.- Sistemas de referencia.

El sistema de referencia empleado por los sistemas GNSS:



**WGS84**

**Lat, Lon, Alt**

Lat 43° 16' 58.92279" N

Lon 4° 00' 53.84321" W

Alt\_elipsoidal 253.0575

**Equivalente a  
Coordenadas  
Geocéntricas  
Cartesianas**

X\_geo 4639222.6284

Y\_geo -325623.0114

Z\_geo 4350618.7453

# D.1.- Sistemas de referencia.

---

## REAL DECRETO 1091/2007, de 27 de Julio, regula el sistema geodésico de referencia oficial en España

- Establece como sistema de referencia geodésico global ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), compatible con los sistemas de navegación por satélite.
- Sustituye al sistema de referencia regional ED50, actualmente vigente.
- Establece un periodo de transición entre ambos sistemas: hasta el 2015.
- Es de obligado uso para toda la cartografía oficial en el ámbito de la península Ibérica (en las islas canarias, se establece REGCAN95).
- Se sigue manteniendo como sistema de representación cartográfico la proyección UTM (Decreto 2303/1970, de 16 de Julio), en cartografía terrestre mayor de 1/500.000.
- Afecta únicamente a la obtención de posiciones planimétricas:  $(\varphi, \lambda)$ , o las coordenadas equivalentes  $(X, Y)$ .



# D.1.- Sistemas de referencia.

---

Por lo tanto:

**Planimétricamente**, el sistema de referencia empleado por los sistemas GNSS coincide con el oficial vigente (ETRS89), a efectos prácticos en Ingeniería.

**Altimétricamente**, se mantiene (y se mantendrá) las altitudes referidas al NMMA, y no las alturas elipsoidales en ETRS89.

Por tanto,

Planimétricamente: Las posiciones obtenidas directamente están en el sistema referencial vigente. No se precisa transformación alguna (hasta “ahora”, era obligado transformar de ED50 a ETRS89).

Se precisa transformar las altitudes. Estrategias a adoptar:

- Uso de modelos de transformación de coordenadas locales, en base a la observación de puntos comunes, para los que se conozcan tanto altitudes ortométricas como elipsoidales.
- Uso de un modelo de geoide, que proporciona la diferencia de altitud entre  $H$  y  $h$ , para posiciones en ETRS89.

