



GNSS



Conceptos de corrección diferencial

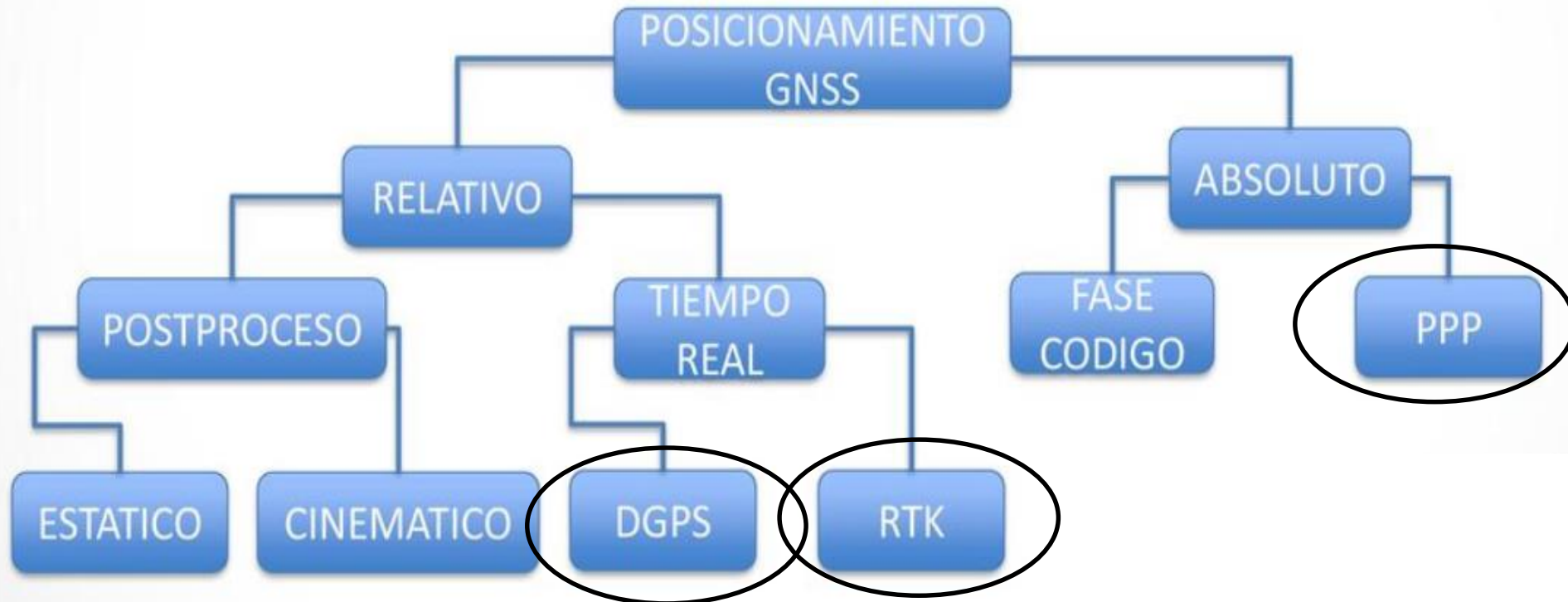


CAUSA	GPS autónomo (m)	Diferencial (m)
Reloj de satélite	1,5	0
Error orbital	2,5	0
Ionosfera	5	0,4
Troposfera	0,5	0,2
Receptor	0,3	0,3
Multisenda	0,6	0,6
Interferencias	0,3	0,3
*SA	>100	0

**Cuando aún estaba activa.*



Diferentes métodos de posicionamiento





¿Qué es?

El **PPP** es un método que mejora el posicionamiento con un único receptor GNSS mediante correcciones de órbita y reloj precisas para logra precisiones < 40 cm) .





¿Cómo funciona?

- Requiere el uso de observables de fase y código en doble frecuencia.
- Corrección de **Errores sistemáticos** (ionosfera, troposfera, reloj, geometría) utilizando **modelos matemáticos**.
- Utiliza **tablas de correcciones orbitales y de reloj** que se obtienen de fuentes precisas, como los **centros de control GNSS** vía Internet o satelital (RTX, HAS).
- **Sin estación Base.**
- Dependiendo de las condiciones, se puede necesitar un tiempo considerable (> 15min) para obtener la corrección y determinar la posición exacta.



DGPS – Differential Global Positioning System (código ; decimétrica)

RTK – Real-Time Kinematic (fase de portadora , centimétrica)

1. Postproceso a partir de ficheros RINEX

- Código.
- Fase.

2. Tiempo real

- DGPS por satélite (EGNOS, Omnistar, SF1).
- DGPS o RTK con estación cercana por radio o telefonía.
- DGPS o RTK desde redes de estaciones (Red GNSS de CyL).



¿Qué es?

- Es un método para mejorar la precisión de las mediciones GNSS utilizando estaciones de referencia fijas y conocidas.
- Se basa en el principio de que los errores en las señales GNSS son similares en una zona geográfica pequeña (o una región).



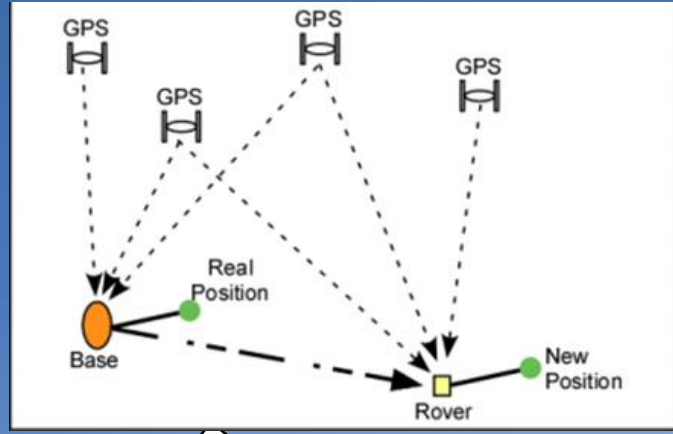
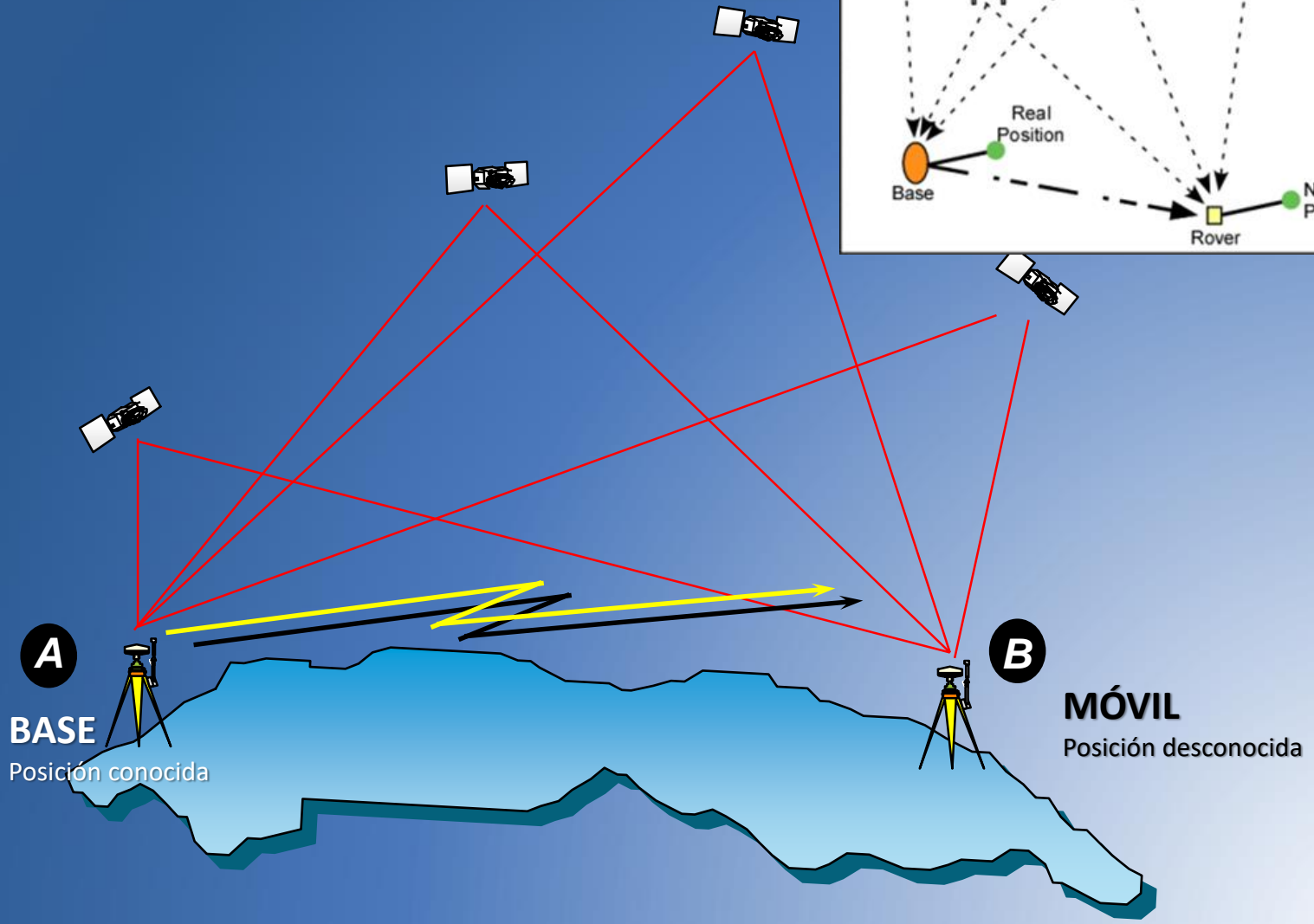
¿Cómo funciona?

- Una estación de referencia fija (con coordenadas conocidas) recibe señales de los mismos satélites que el receptor móvil.
- La estación de referencia calcula las correcciones necesarias para compensar los errores de la señal.
- Estas correcciones son enviadas a los receptores móviles para mejorar la precisión de su posicionamiento.

Corrección diferencial (DGPS y RTK)

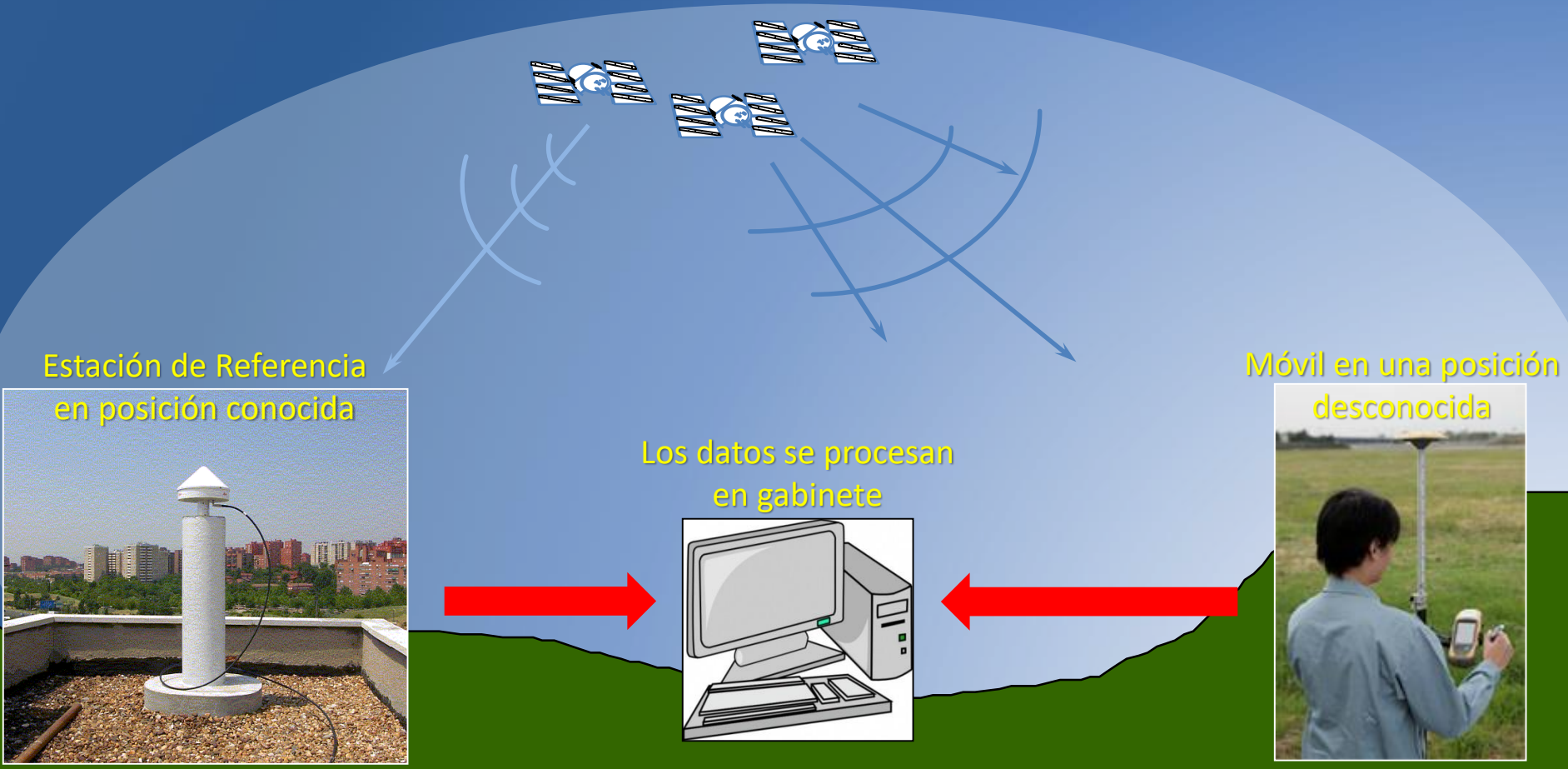


DGPS - TIEMPO REAL





DGPS - POST-PROCESO (gabinete)



Estación de Referencia en posición conocida



Móvil en una posición desconocida



Los datos se procesan en gabinete



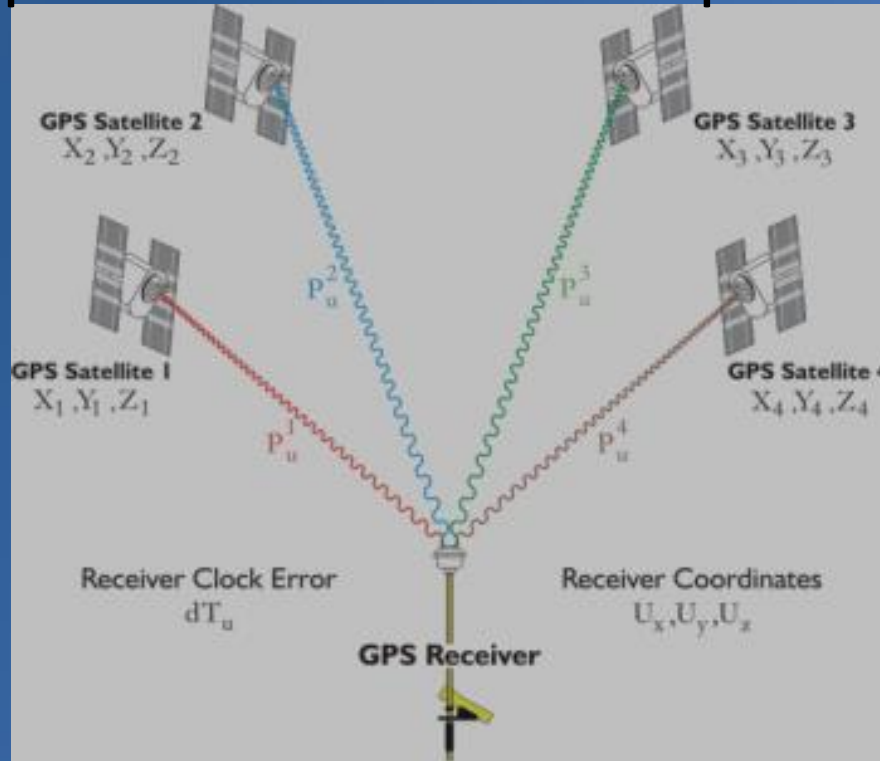


DGPS: CORRECCIÓN DE CÓDIGO

1. En un receptor ubicado en coordenadas conocidas (Estación de referencia) se compara la pseudodistancia observada a cada satélite con la que realmente debería haber al ser conocida la posición del satélite y el receptor.
2. La diferencia entre ambos datos resume en un único número el conjunto de errores que se están cometiendo (posición del satélite, retardo del reloj del satélite)
3. Ese error se suma a cada pseudodistancia observada en el equipo móvil. Con las nuevas pseudodistancias se recalcula de nuevo la posición.



Cálculo del posicionamiento con pseudodistancias



$$p_u^1 = \sqrt{(X_1 - U_x)^2 + (Y_1 - U_y)^2 + (Z_1 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

$$p_u^2 = \sqrt{(X_2 - U_x)^2 + (Y_2 - U_y)^2 + (Z_2 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

$$p_u^3 = \sqrt{(X_3 - U_x)^2 + (Y_3 - U_y)^2 + (Z_3 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

$$p_u^4 = \sqrt{(X_4 - U_x)^2 + (Y_4 - U_y)^2 + (Z_4 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

Courtesy of:
Jan Van Sickle, Ph.D.
GPS, GNSS and GIS



Real Time Kinematic: CORRECCIÓN DE FASE

1. Esta técnica hace uso de la observación de la onda portadora con mucha precisión (mm). Implica el uso de equipos mucho más sofisticados y costosos.
2. La técnica busca encontrar el número entero de ciclos que separan al receptor móvil del satélite. Se trata de un proceso iterativo que utiliza datos de fase portadora de una estación de referencia. Requiere tiempo (Especialmente si solo hay datos de una frecuencia).
3. Conocida la fase y el número entero de ciclos, es posible conocer la distancia a cada satélite de forma muy precisa y calcular la posición del móvil.
4. <50 km desde la estación.

Corrección diferencial (DGPS y RTK)

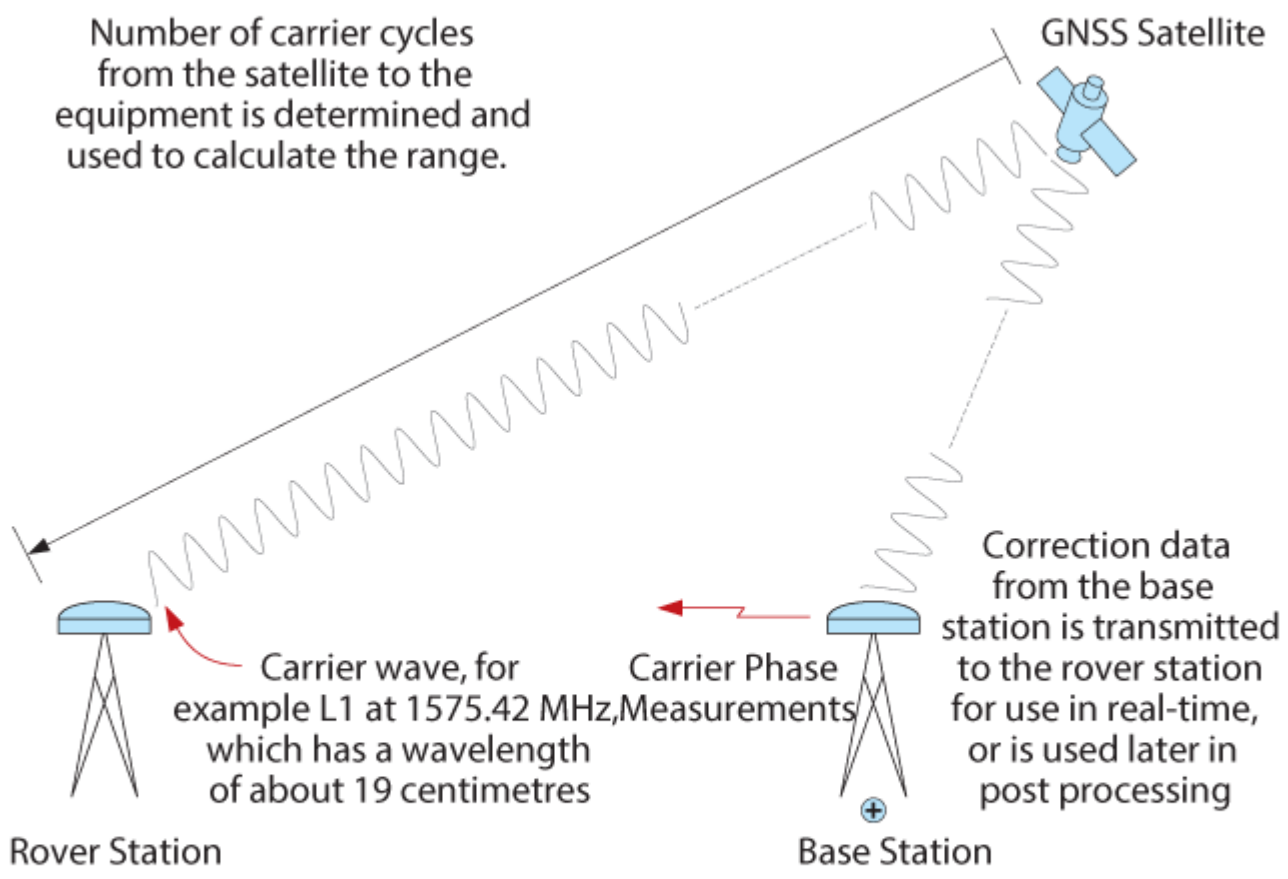


Figure 42 Real-Time Kinematic



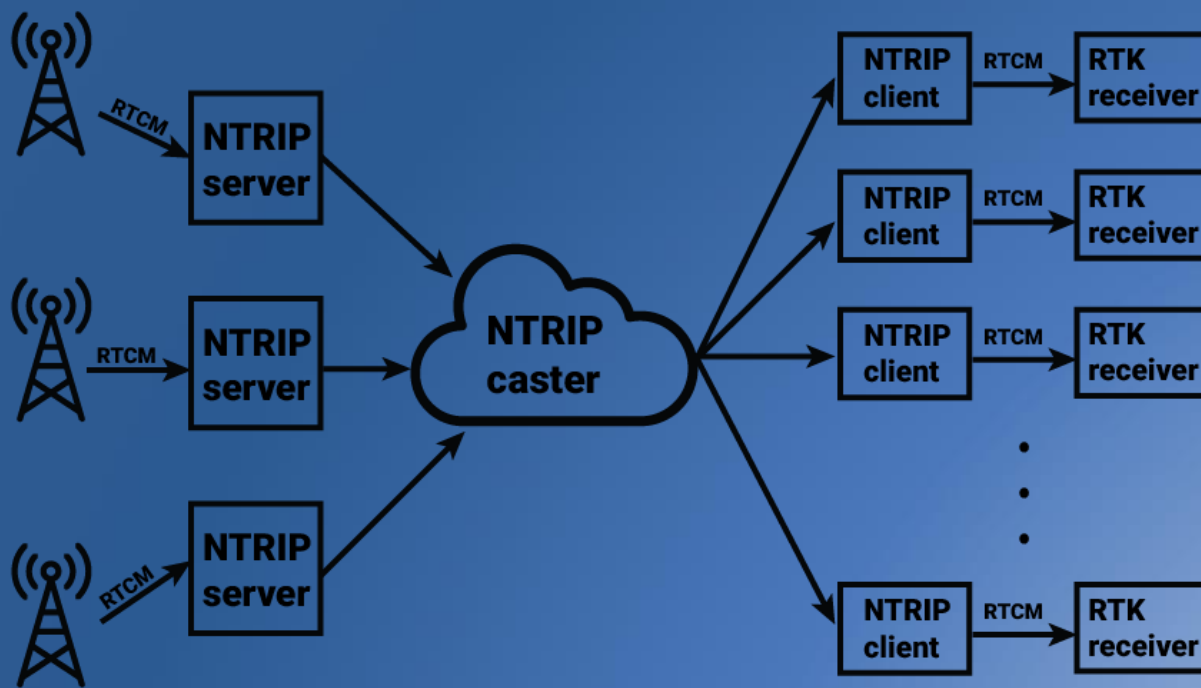
RTK

A través de una red IP (WiFi, Ethernet, 4G). Para estos casos se ha desarrollado un protocolo de distribución de correcciones RTK, denominado NTRIP (Transporte en Red de RTCM vía Protocolo de Internet).

NTRIP es un lenguaje/protocolo para distribuir correcciones RTK sobre paquetes IP de datos de red (Internet).

Hay 3 elementos posibles en una NTRIP red:

- **NTRIP caster.** Es un servidor que recoge correcciones RTK de una o varias estaciones base y las distribuye entre Rovers.
- **NTRIP servidor.** Es una única estación base RTK física. Su función es enviar correcciones RTK a un NTRIP Caster, Por lo que el Caster puede distribuirlos a otros clientes.
- **NTRIP cliente.** Un receptor RTK que quiere recibir correcciones RTK. RTK Rovers son NTRIP clientes.



<https://gnss.itacyl.es/inicio>
[VISORGNSS](#)

NTRIP server:

Envía datos.

Estación Base.

Calcula y transmite RTCM

Publica en Caster

NTRIP client:

Recibe datos.

Receptor móvil.

Consume correcciones RTCM

Solicita datos del Caster



VRS – (Virtual Reference Station)

El **RTK con VRS** es una técnica de posicionamiento GNSS de alta precisión que combina el método clásico **RTK (Real Time Kinematic)** con una red de estaciones de referencia fijas (**CORD**) que genera una base virtual cercana al usuario y permite precisiones centimétricas en tiempo real.

- ✓ Tu receptor (rover) envía su posición aproximada vía internet.
- ✓ La red calcula errores (atmósfera, órbita, etc.)
- ✓ Se genera una base virtual muy cercana a tu ubicación
- ✓ Recibes correcciones RTK como si tuvieras una base a pocos metros



Corrección diferencial (DGPS y RTK)

VRS – Virtual Reference Station

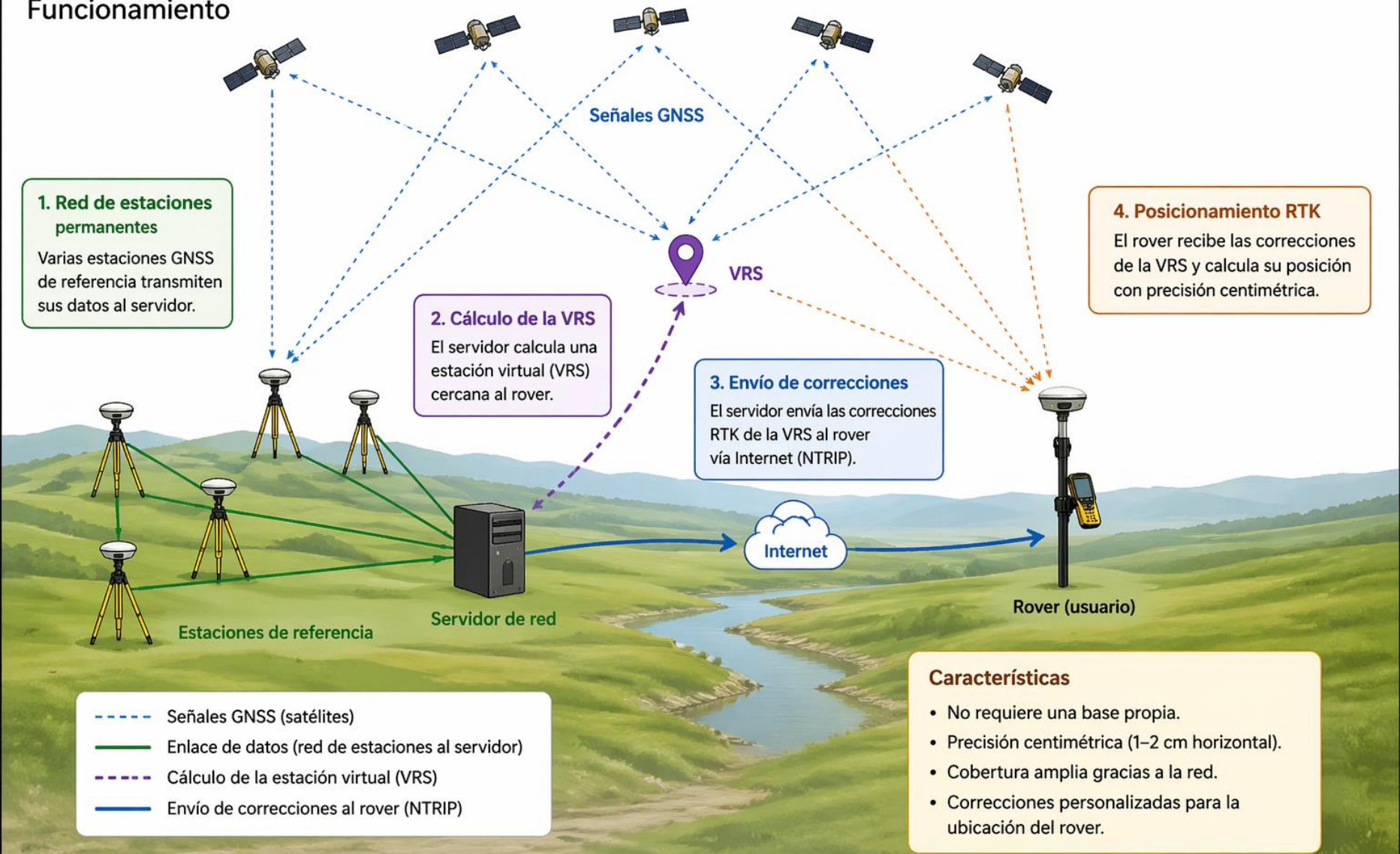
Funcionamiento

1. Red de estaciones permanentes
Varias estaciones GNSS de referencia transmiten sus datos al servidor.

2. Cálculo de la VRS
El servidor calcula una estación virtual (VRS) cercana al rover.

3. Envío de correcciones
El servidor envía las correcciones RTK de la VRS al rover vía Internet (NTRIP).

4. Posicionamiento RTK
El rover recibe las correcciones de la VRS y calcula su posición con precisión centimétrica.



- Señales GNSS (satélites)
- Enlace de datos (red de estaciones al servidor)
- Cálculo de la estación virtual (VRS)
- Envío de correcciones al rover (NTRIP)

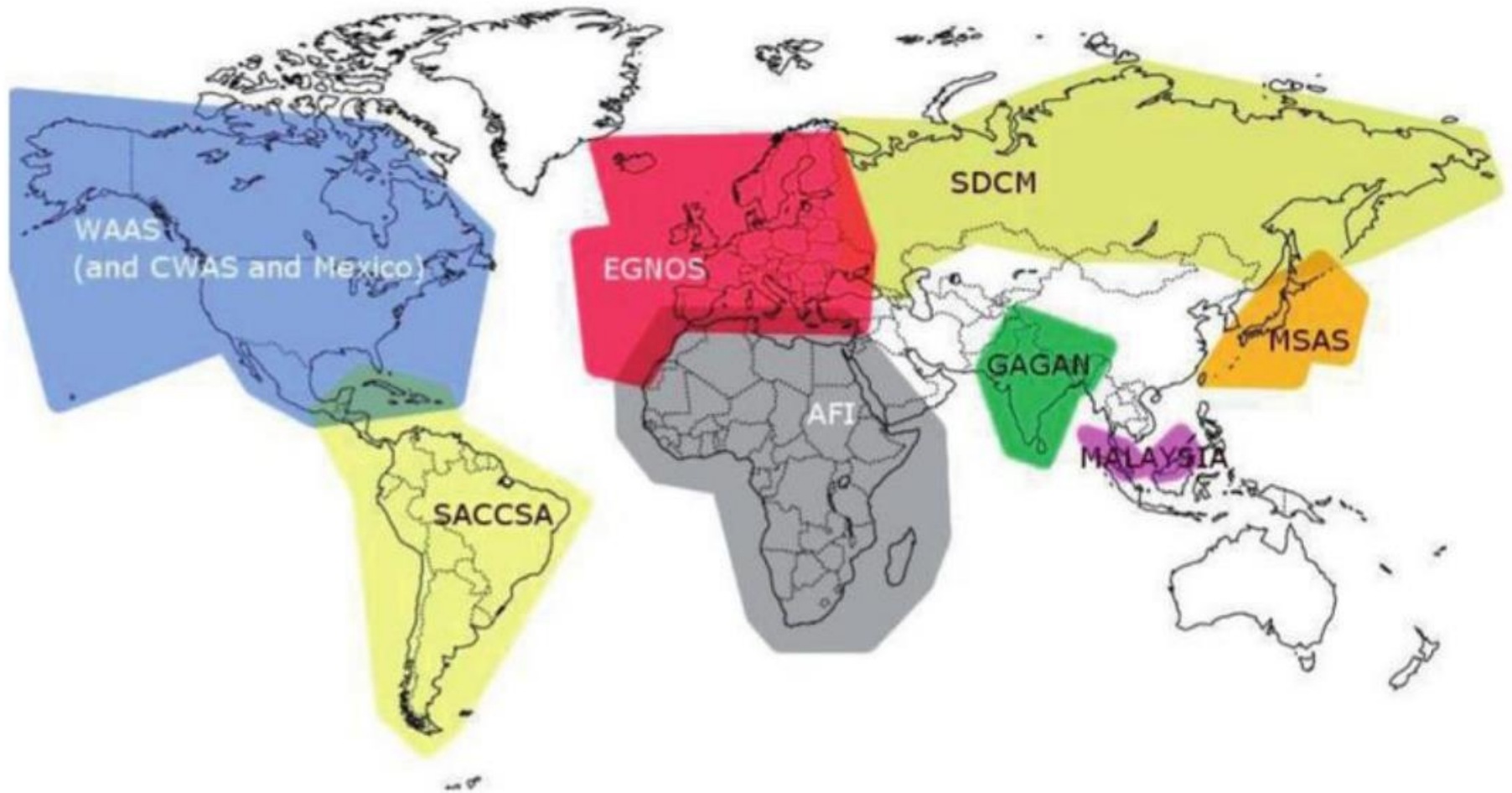
- Características**
- No requiere una base propia.
 - Precisión centimétrica (1–2 cm horizontal).
 - Cobertura amplia gracias a la red.
 - Correcciones personalizadas para la ubicación del rover.



DGPS por Satélite

- **WAAS (Wide Area Augmentation System): USA**
Ofrece cobertura en todo el territorio de los Estados Unidos y partes de América del Norte.
WAAS puede mejorar la precisión del GPS de unos 10 metros a aproximadamente 1-3 metros.
- **EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service): UE**
Proporciona cobertura sobre Europa y parte del norte de África.
EGNOS mejora la precisión del GPS, similar a WAAS, alcanzando una precisión de entre 1 y 3 metros.

Corrección diferencial (DGPS y RTK)





GPS Diferencial: RTK, VRS/MAC, SBAS (Aumentaciones)

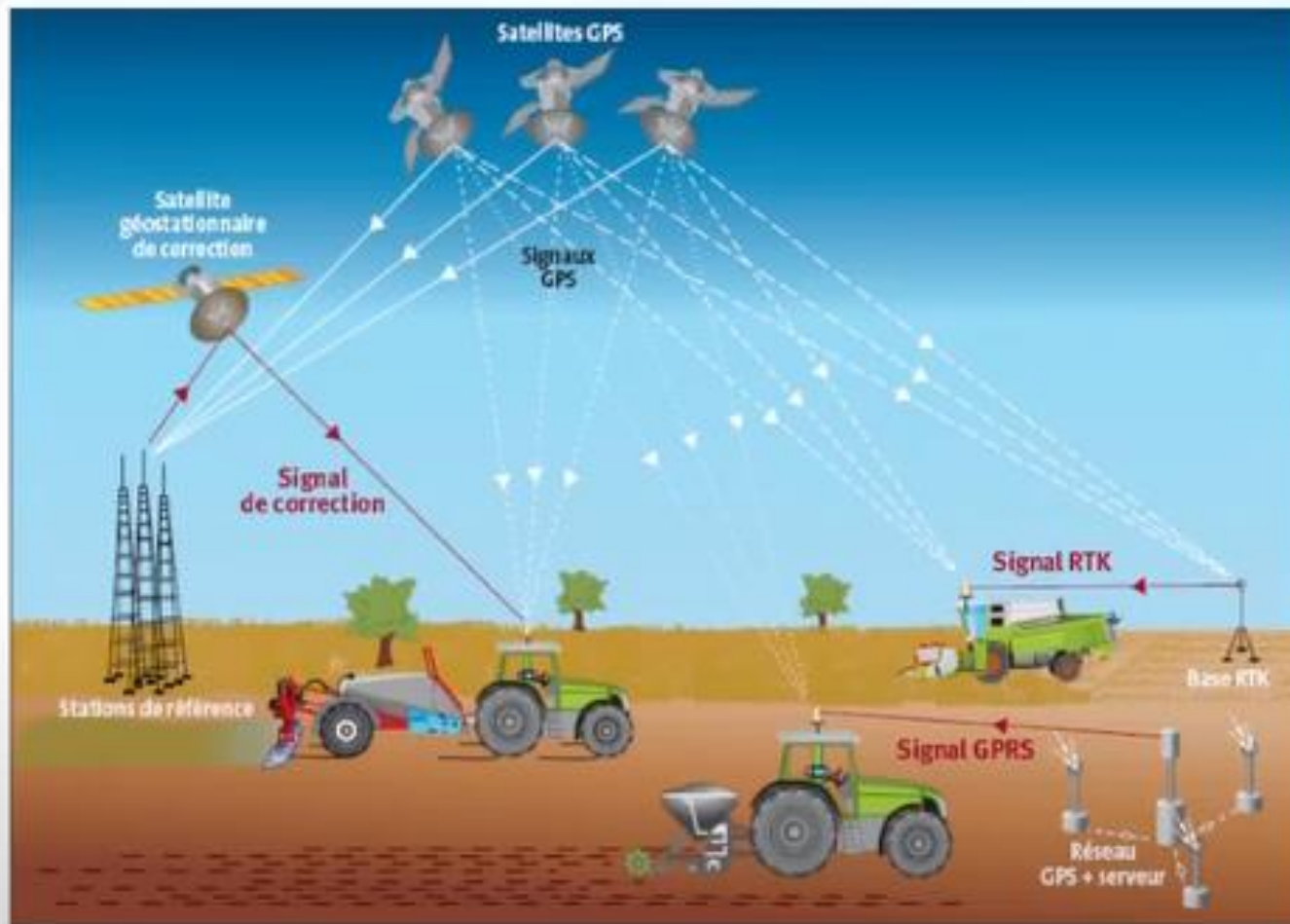
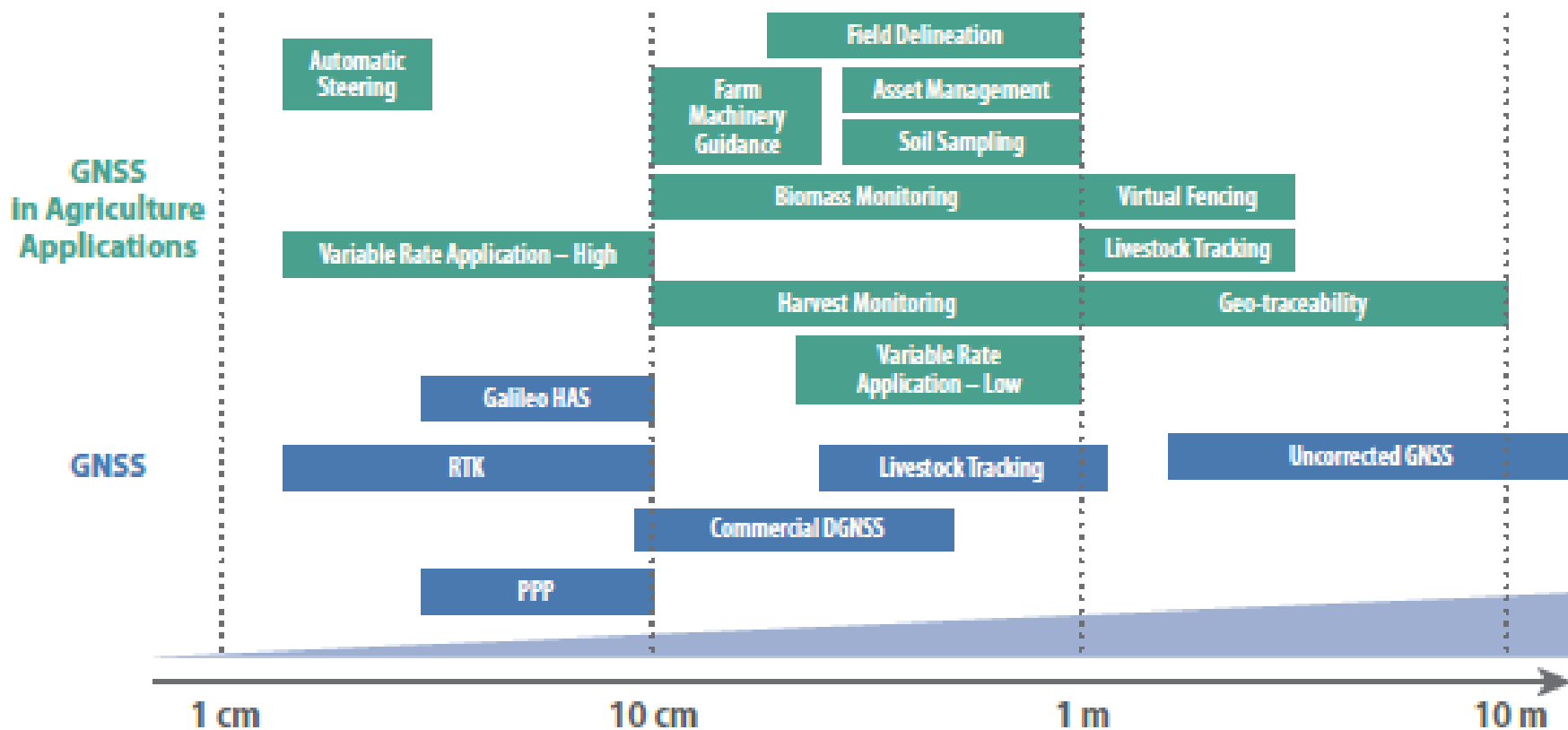




Figure 11: Positioning accuracy requirements per GNSS application and technology



Adapted from UNIFARM

Corrección diferencial (DGPS y RTK)

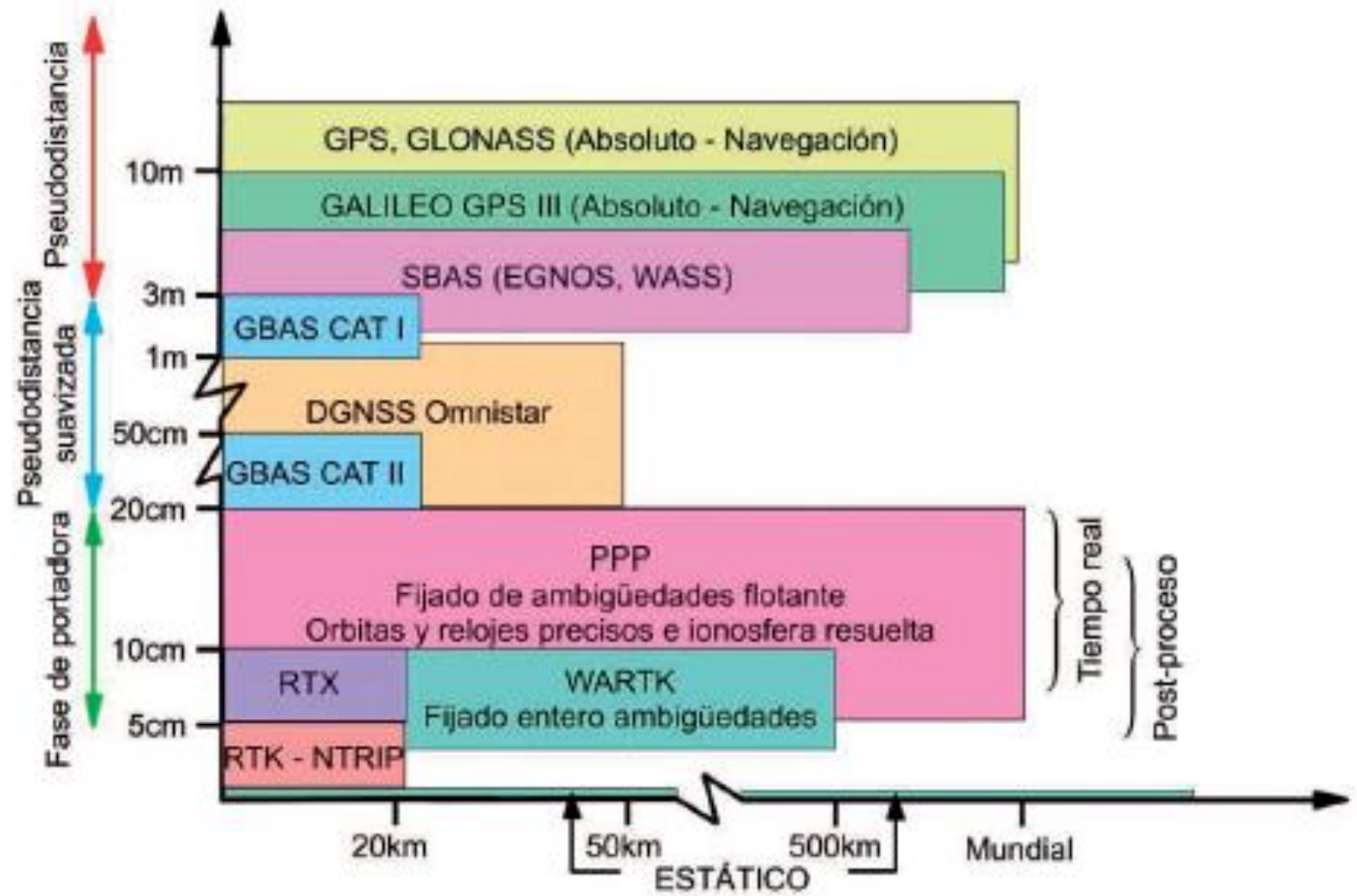


Figura 15.1 métodos de posicionamiento GNSS

Corrección diferencial (DGPS y RTK)



Exhibit 5: Summary of Available Signal Augmentation Technologies [RD.09]

	RTK	Network RTK			Phase based PPP	Code based PPP	PPP-RTK
	RS	FKP	MAC	VRS/PRS			
Errors corrected	Orbit error, Clock error, Bias, Ionospheric delay, Tropospheric delay				Orbit error, Clock error, Bias, Iono/Tropospheric delay (PPP-RTK)		
Approach	OSR (Observation State Representation)				SSR (State Space Representation)		
Accuracy	cm				< dm	~3dm	< dm
Mean convergence time	< 5s				20 min	< 1s	< 5s – 1 min
Largest service area	Local	Regional			Global	Global	Global
Double frequency	Yes				Yes	No	Yes
Required bandwidth	Medium	Medium	High	Medium	Low	Low	Low -Medium

CORS network density requirement (km)	20 - 50	70 – 100	70 – 100	70 – 100	1000's	1000's	100's
----------------------------------------------	---------	----------	----------	----------	--------	--------	-------

Corrección diferencial (DGPS y RTK)



- **FKP** - Una solución basada en la red con de código y portadora que utiliza un sistema de mensajes de gradiente para describir el entorno general de las correcciones (en lugar de que las correcciones se desarrollen y se adapten a una posición única). Está en contraste con el enfoque MAC y tiene sus propios tipos de mensajes definidos en RTCM.
- **iMAX** (Individualized Master Auxiliary Correction): una característica de la red Leica que utiliza una estación de referencia real como fuente de las correcciones de la red, por lo que hay coherencia y trazabilidad de las correcciones recibidas por el móvil GNSS.
- **MAC** - Una solución basada en la red con de código y portadora que utiliza métodos (y mensajes) "Master – Auxiliary" como se define en RTCM.
- **NEAREST** - Detección automática de la estación base más cercana y conexión a la misma. Trabaja desde una estación base.
- **NET** - Promedia la posición de las 3 estaciones base más cercanas.
- **NRTK** - Network RTK, un término general que puede aplicarse a cualquiera de los términos / métodos que se encuentran aquí. Como las metodologías MAC y FKP han caído en desgracia, cada vez más soluciones utilizan simplemente enfoques de línea de base única o crean observaciones sintéticas (utilizando mensajes heredados o mensajes MSM). NRTK es ahora el término preferido para todo esto.
- **VRS** - Estación de Referencia Virtual. Promedia la posición de las 3 estaciones base más cercanas y crea una base virtual en algún lugar del sitio.
- **PPP** es un método de mejora de señal que elimina los errores de GNSS para garantizar una alta precisión en el posicionamiento utilizando solo un receptor. Las soluciones PPP se basan en correcciones del reloj y la órbita de los satélites GNSS, que se transmiten en frecuencias separadas desde los satélites, permitiendo un posicionamiento en tiempo real a nivel decimétrico o mejor sin necesidad de infraestructura terrestre. Las soluciones PPP generalmente requieren un período de convergencia de 5 a 30 minutos para corregir cualquier distorsión local, como condiciones atmosféricas, multipath y geometría de los satélites.
- **RTCM** (Radio Technical Commission for Maritime Services) - un formato de fuente de corrección abierta para enviar información de ubicación precisa.
- **RTCM 2.3** - Solo GPS.
- **RTCM 3.1** - GPS + GLONASS.
- **RTCM 3.2** - GPS (L1, L2, L5) + GLONASS + Galileo + BDS.
- **MSM** (Multiple Signal Messages) - Más mensajes enviados con el formato de corrección RTCM 3.2.
- **CMR** - Un formato de corrección específico de Trimble. CMR y CMR+ están abiertos al uso público. CMR solo admite GPS. CMR+ admite GPS + GLONASS.

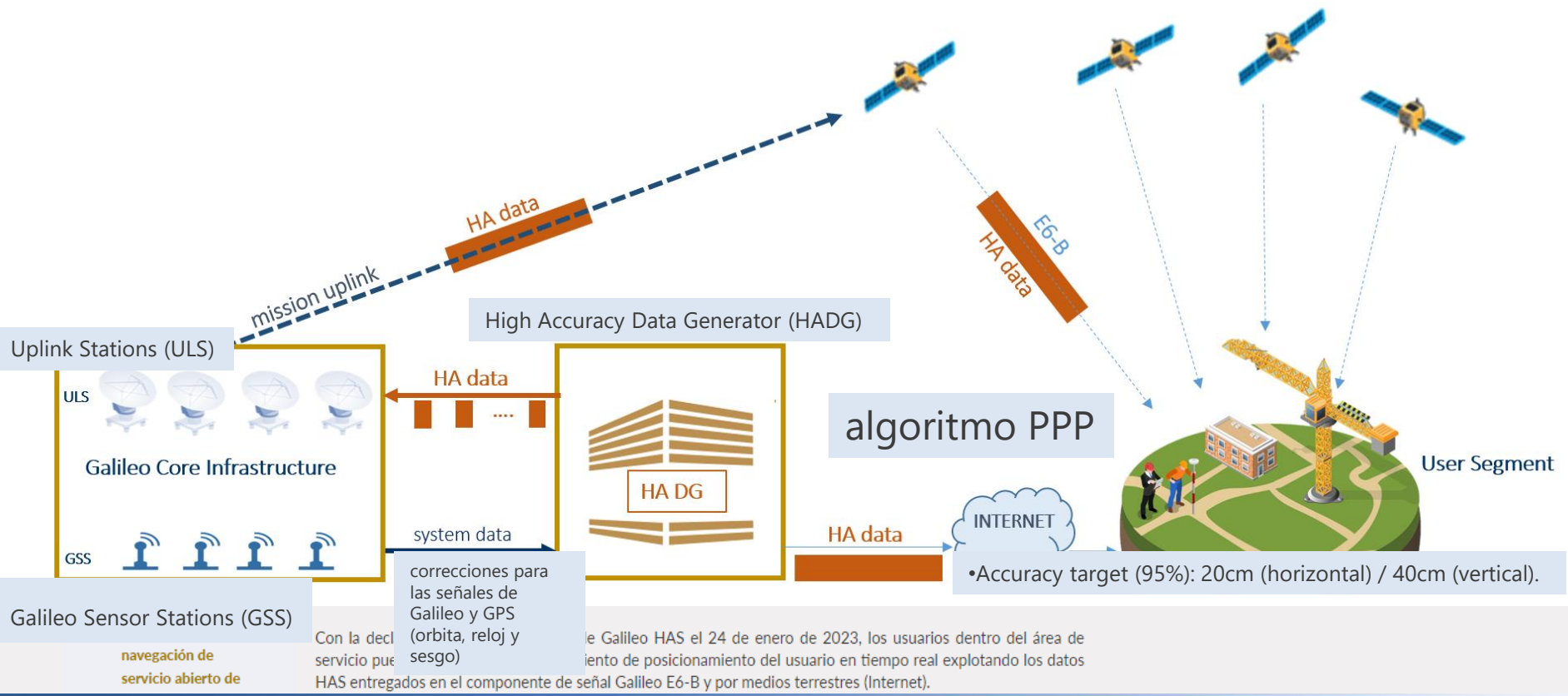
Corrección diferencial (DGPS y RTK)



HOGAR PREGUNTAS MAS FRECUENTES INICIAR SESIÓN REGISTRO

Centro Europeo de Servicios GNSS

GALILEO | MERCADO Y APLICACIONES GNSS | BIBLIOTECA ELECTRÓNICA | ESTADO DEL SISTEMA Y DEL SERVICIO





- The High Accuracy Data Generator (HADG) module receives data from the Galileo Sensor Stations (GSS) and generates corrections for Galileo and GPS signals. The High Accuracy (HA) corrections are relayed in real-time to the Galileo core infrastructure.
- The Galileo core infrastructure receives the HA data and compiles the information into one single message at 448 bits per second and per connected satellite.
- The Galileo core infrastructure, through the Uplink Stations (ULS), uploads the HA data to the satellites.
- Galileo satellites broadcast HA data through the Galileo E6-B signal component. Please refer to the [Galileo HAS SIS ICD](#) for further details on reception of Galileo HAS corrections through the Galileo E6 signals.
- HA data is also provided through the terrestrial link, accessible to the users through the Internet. Please visit the [Galileo HAS Internet Data Distribution](#) information website for additional information about how to register to the Galileo HAS Internet Data Distribution interface.
- User receivers apply the HA corrections to the supported Galileo and GPS signals and compute a precise positioning solution through the implementation of a PPP algorithm. Please refer to the list of [receivers supporting Galileo HAS](#).