

Tecnologías de Posicionamiento Espacial: del GPS a Galileo

Posicionamiento por satélite: El futuro de los GNSS

Jorge Gárate Pasquín

Real Instituto y Observatorio de la Armada

San Fernando. Cádiz

UIMP. Sevilla, 23 Octubre 2012



Sumario

- **Introducción**
- **Constelaciones**
 - Globales
 - Regionales
 - SBAS
- **Tecnología**
 - Comunicaciones
 - Velocidad de cálculo
 - Capacidad de almacenamiento (La nube?)
- **Aplicaciones**
 - Evolución de las prestaciones.
 - Nuevas aplicaciones

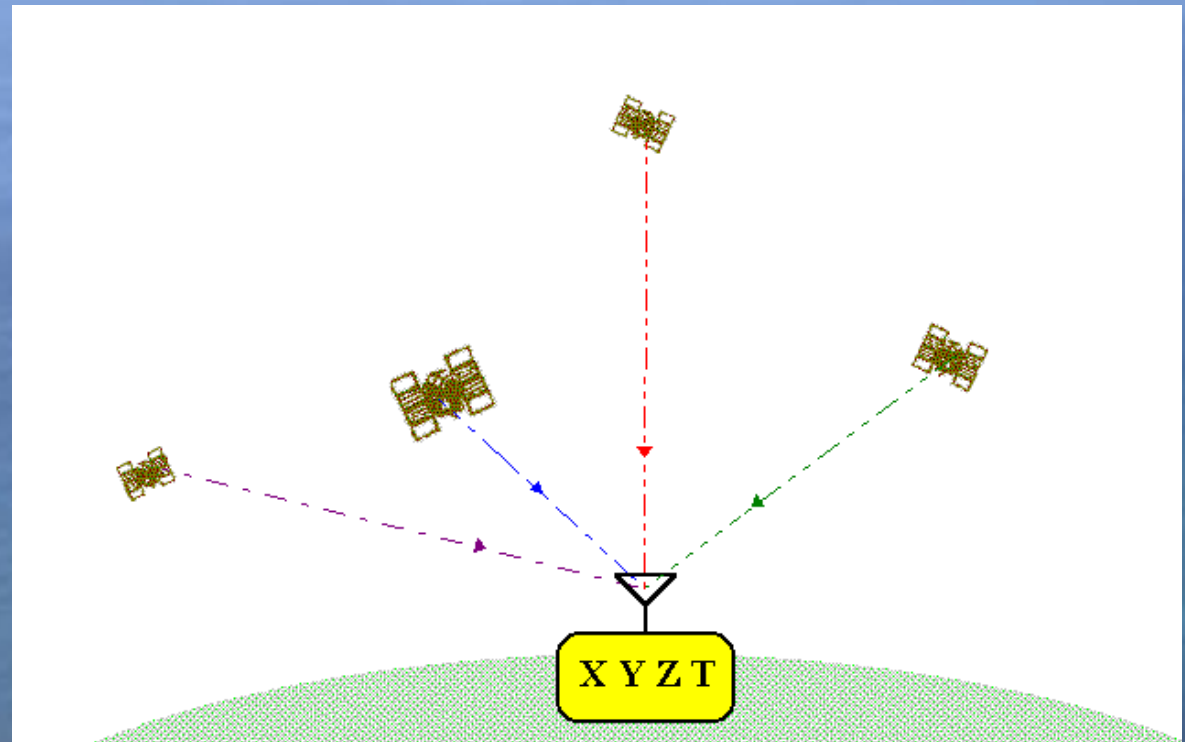
Revolución: GPS (-- Transit)

Posicionamiento tiempo real

Independiente condiciones meteorológica

Cualquier lugar del mundo

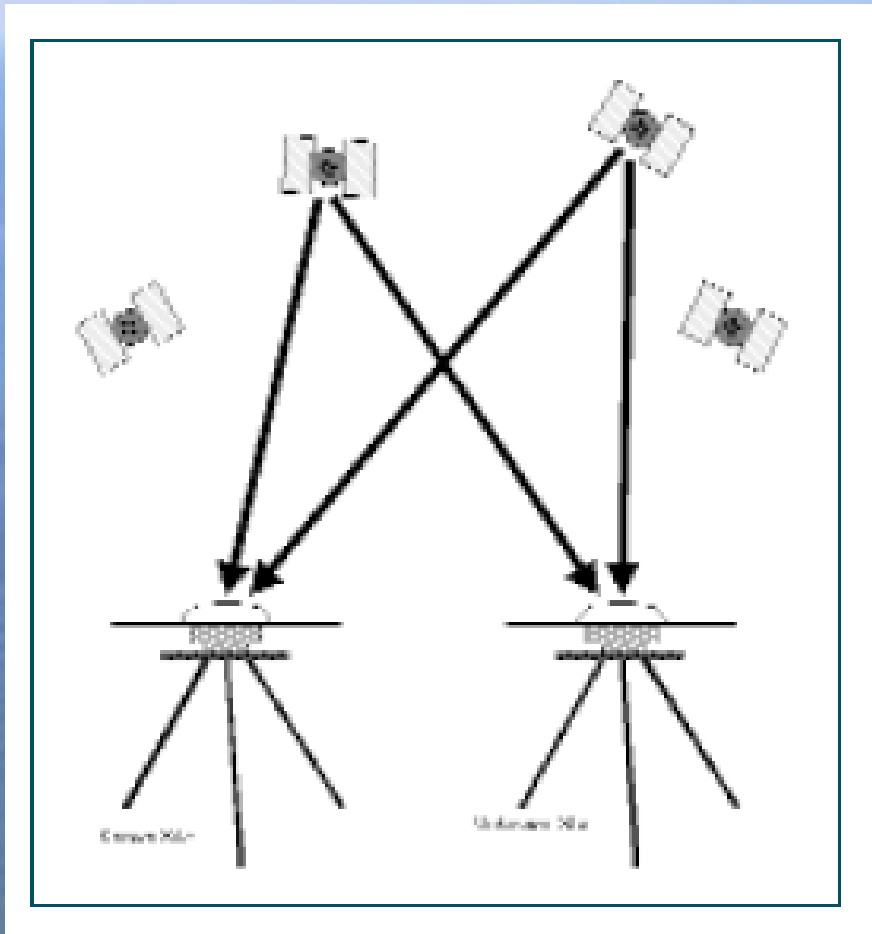
Precisión



Evolución

Fases vs Códigos

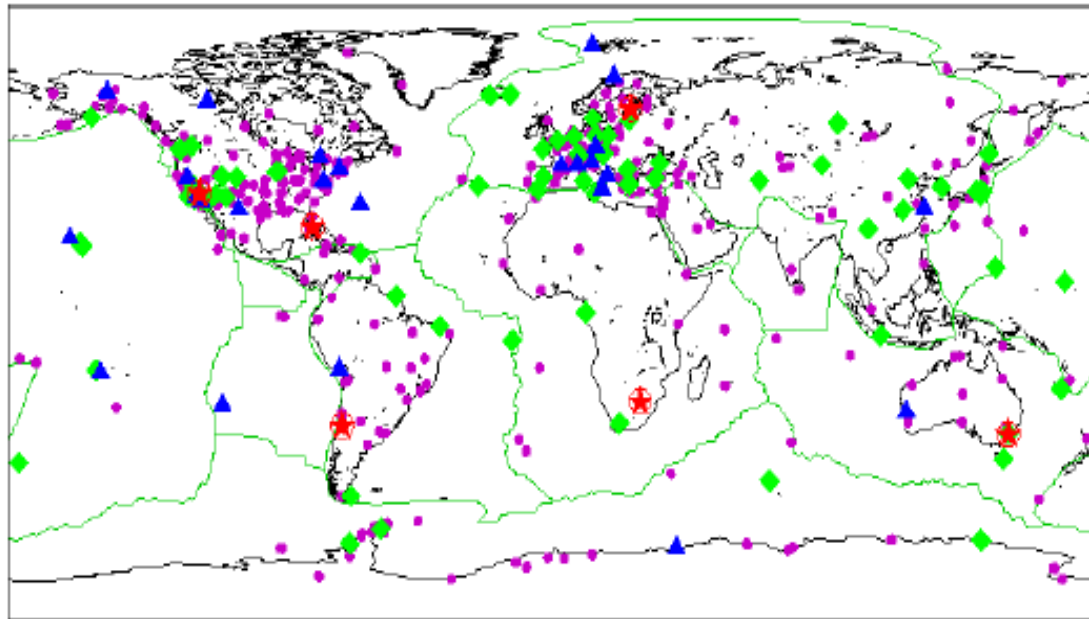
Posicionamiento relativo



Evolución

Fases vs Códigos

Posicionamiento relativo



• 1

◆ 2

▲ 3

★ 4

Collocated techniques > 70

25

6

2

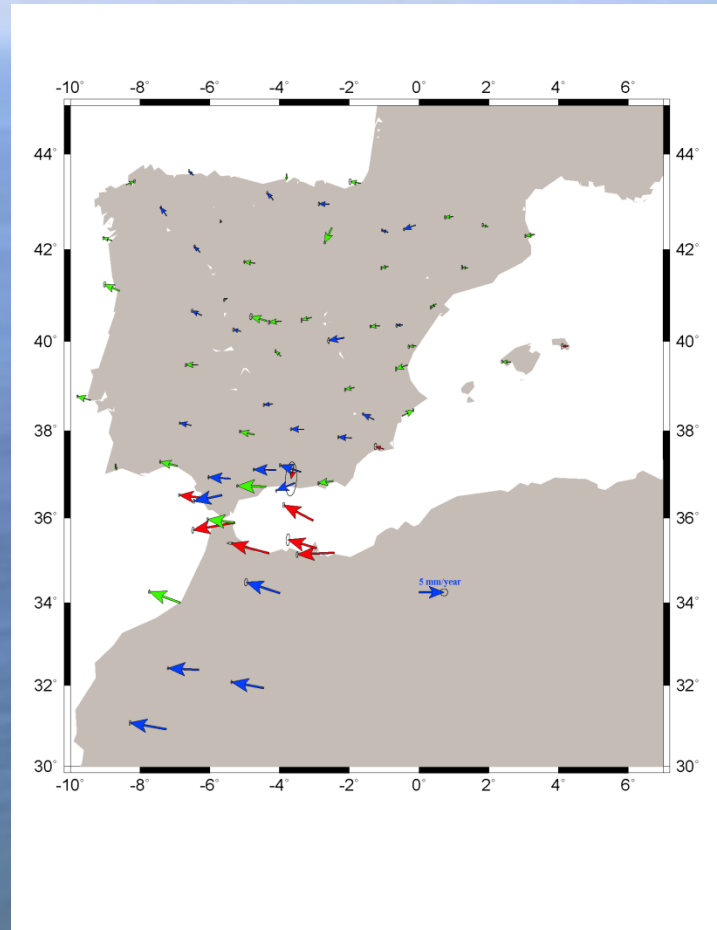
(current ITRF2000 map was obtained courtesy of Zuheir Altamimi -IGN/France, <http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF>)

² International Terrestrial Reference Frame (ITRF) network showing collocations of VLBI, SLR, GPS, DORIS techniques

Evolución

Fases vs Códigos

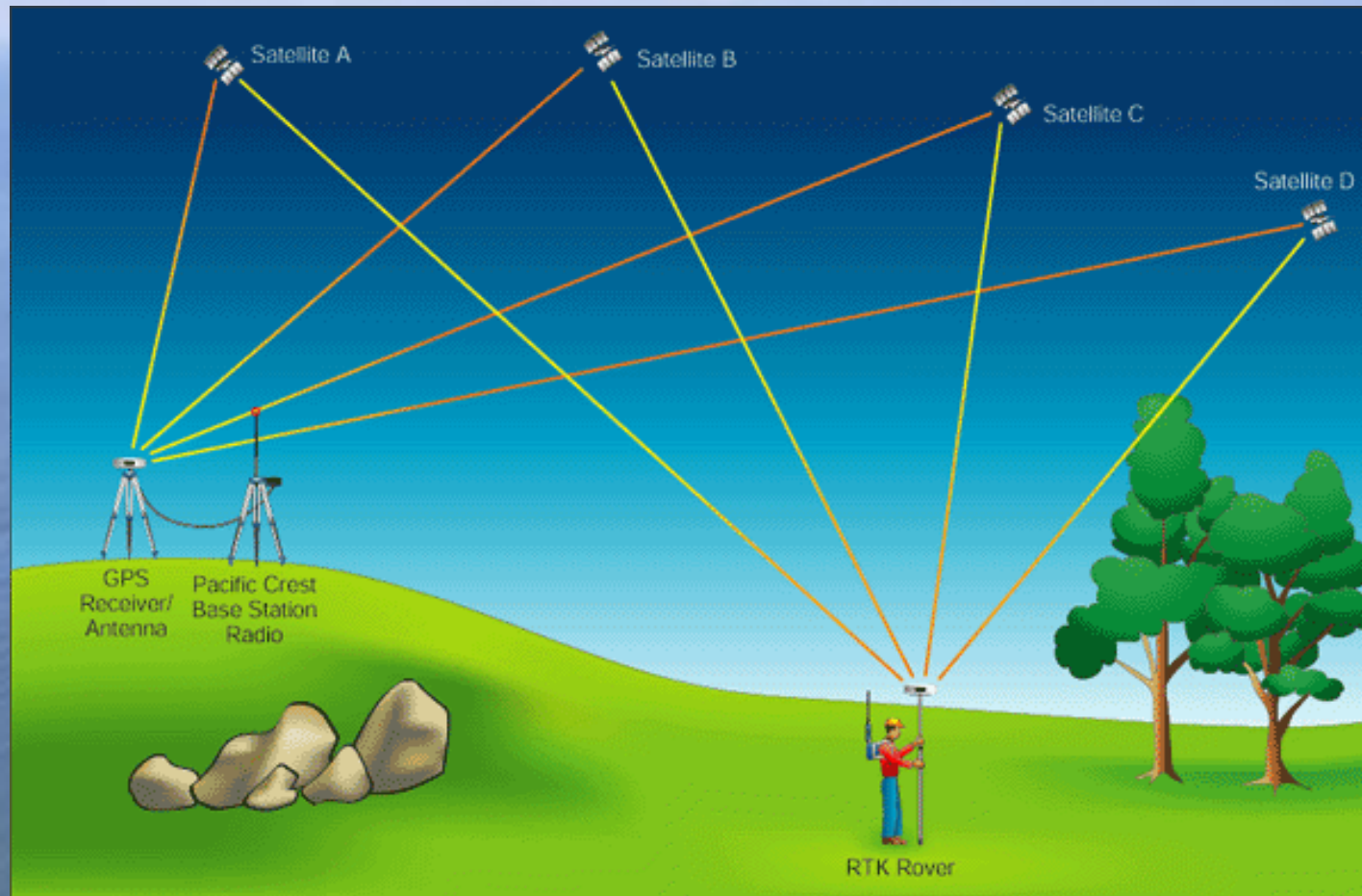
Posicionamiento relativo: aplicaciones



Evolución

Fases vs Códigos

Posicionamiento relativo: aplicaciones



Evolución

Fases vs Códigos

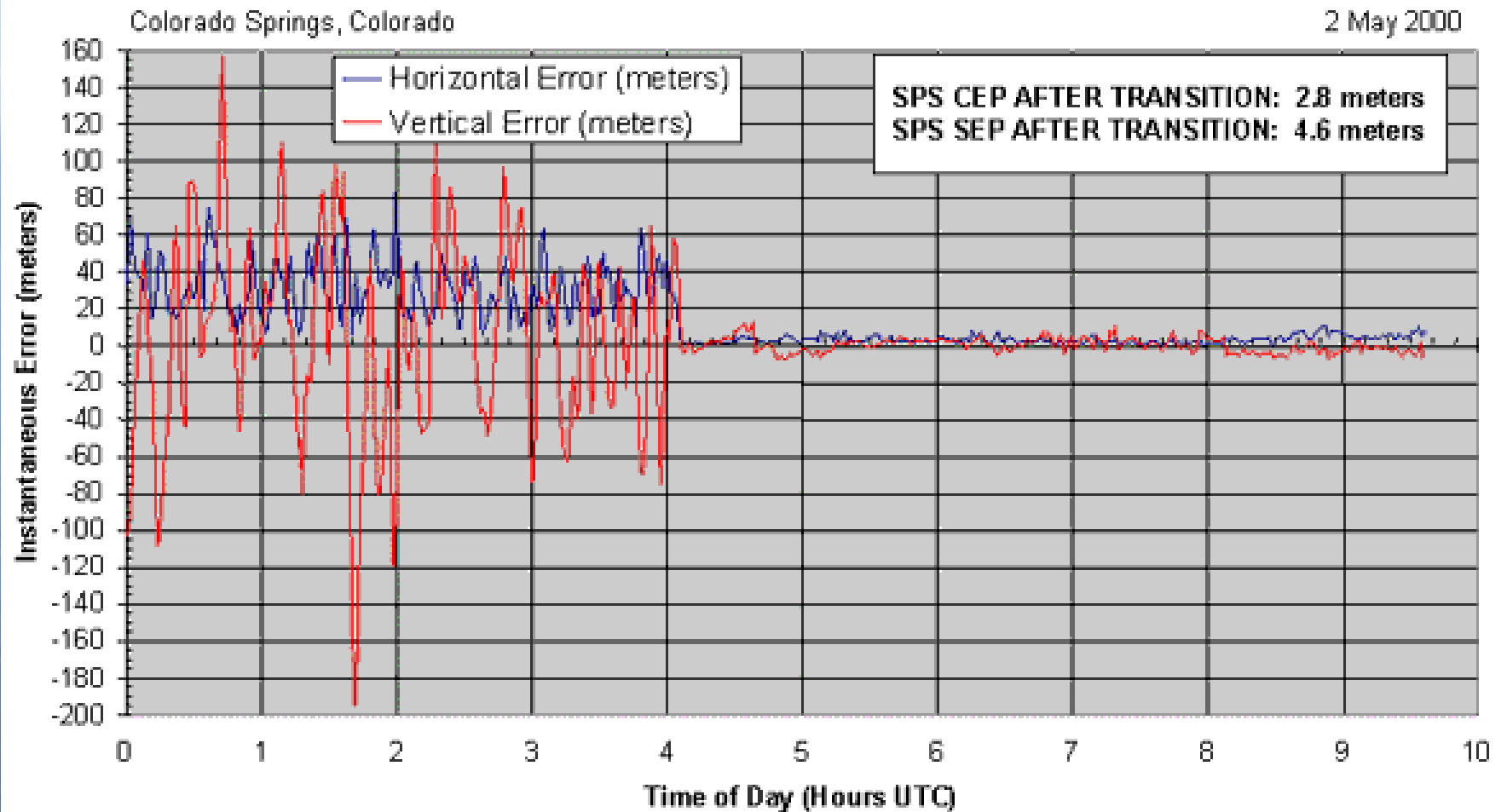
Posicionamiento diferencial: aplicaciones



Desarrollo: GNSS

- Posicionamiento diferencial de área (SBAS)
 - WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDCM, MASS
- Desarrollo y Operatividad GLONASS
- “Carrera por el posicionamiento espacial”
 - Eliminación SA (*Select Availability*)
 - Nuevas constelaciones:
 - Regionales: Beidou, QZSS, IRNSS
 - Globales: Compass, Galileo, GINS
 - Modernización GPS

Select Availability



Desarrollo: GNSS

- Posicionamiento diferencial de área (SBAS)
 - WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDCM, MASS
- Desarrollo y Operatividad GLONASS
- “Carrera por el posicionamiento espacial”
 - Eliminación SA (*Select Availability*)
 - Nuevas constelaciones:
 - Regionales: Beidou, QZSS, IRNSS
 - Globales: Compass, Galileo, GINS
 - Modernización GPS

Beneficios globales: Ejemplo Galileo

- **Aspectos Tecnológicos:**

Independencia tecnológica de EU frente a USA

- **Aspectos Económicos:**

Se estima que el mercado de equipos y servicios para GALILEO estará en torno a los 10.000 Millones de Euros al año, con una creación en Europa de más de 100.000 puestos de trabajo para personal altamente cualificado.

- **Aspectos Estratégicos y Políticos:**

El sector del transporte:

- facilitará la gestión de aeronaves, barcos, trenes y demás vehículos terrestres.
- GALILEO formará parte de infraestructuras inteligentes ayudando a garantizar la seguridad, racionalizando la gestión del tráfico, reduciendo la congestión y el impacto medioambiental y favoreciendo el desarrollo multimodal.

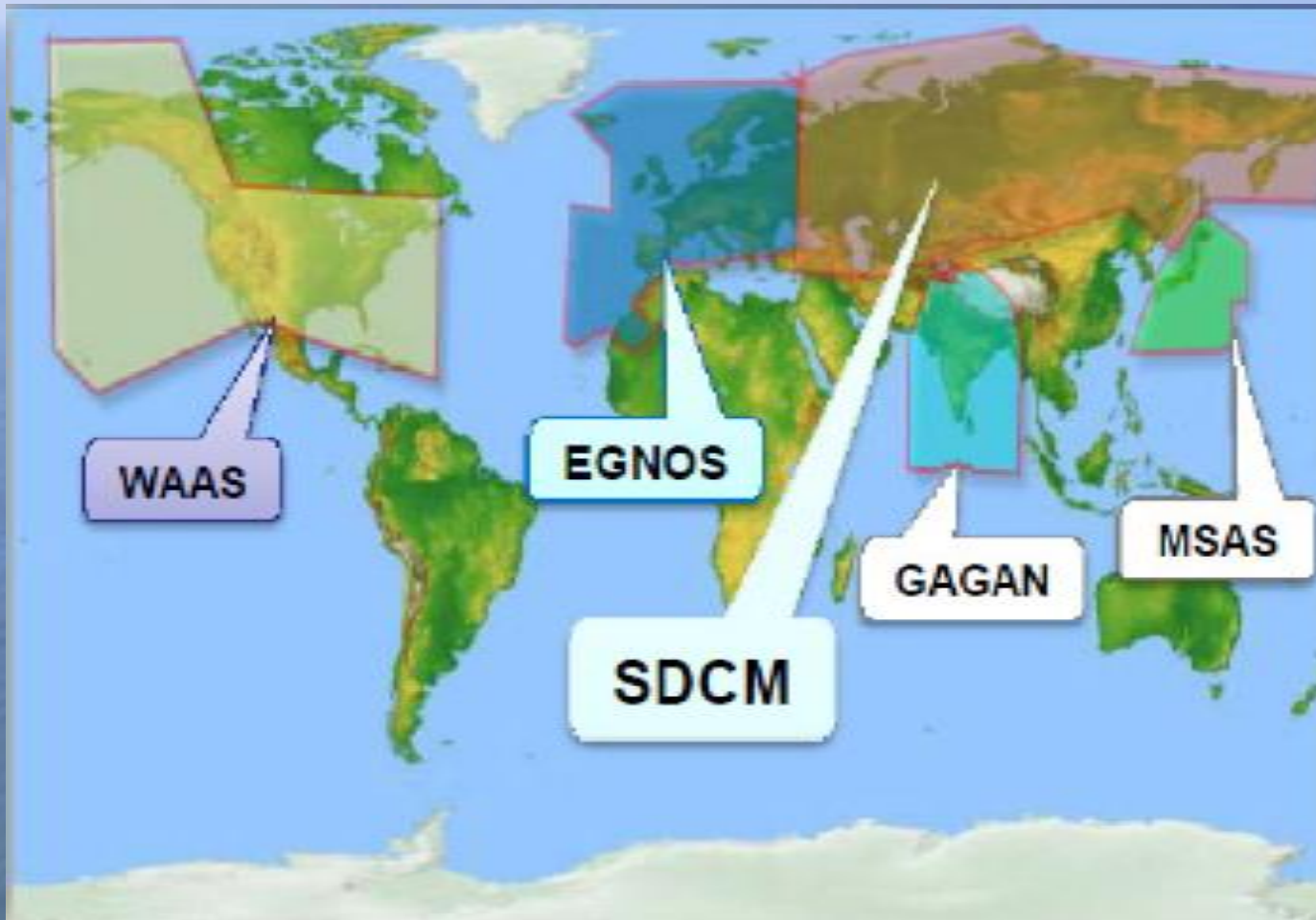
SBAS

Posicionamiento crítico

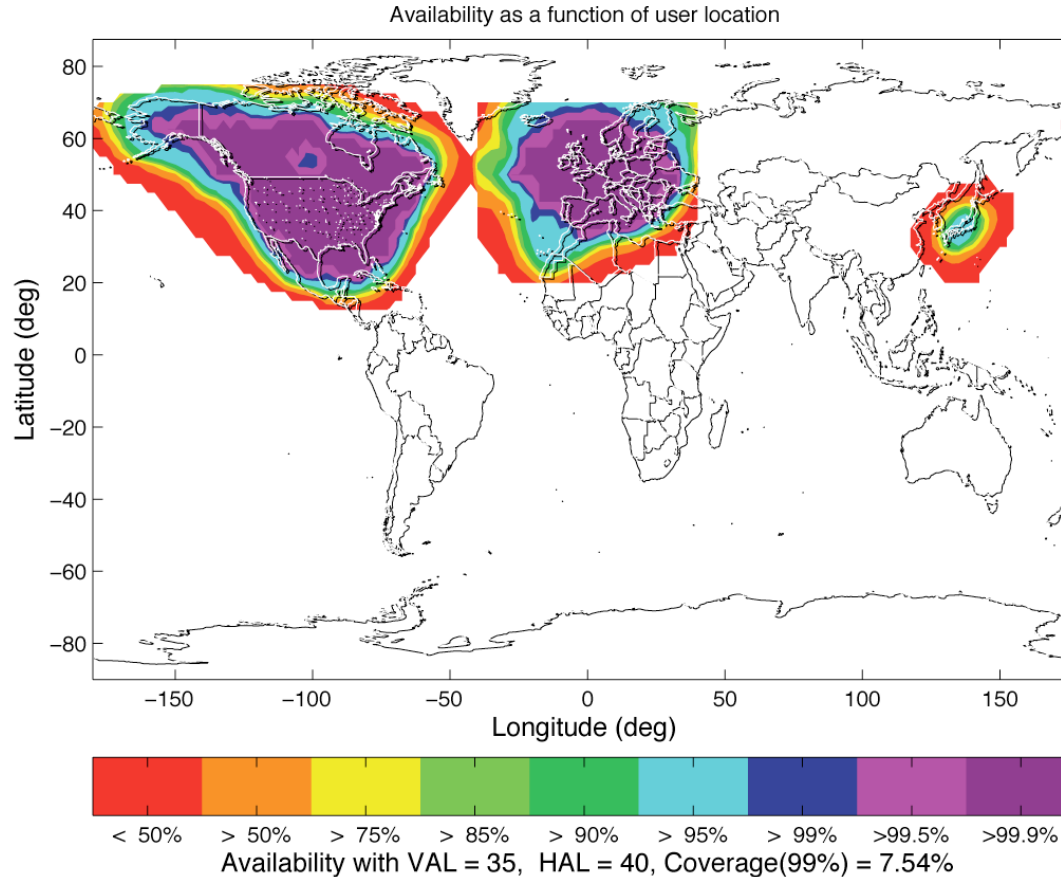


Nuevas señales

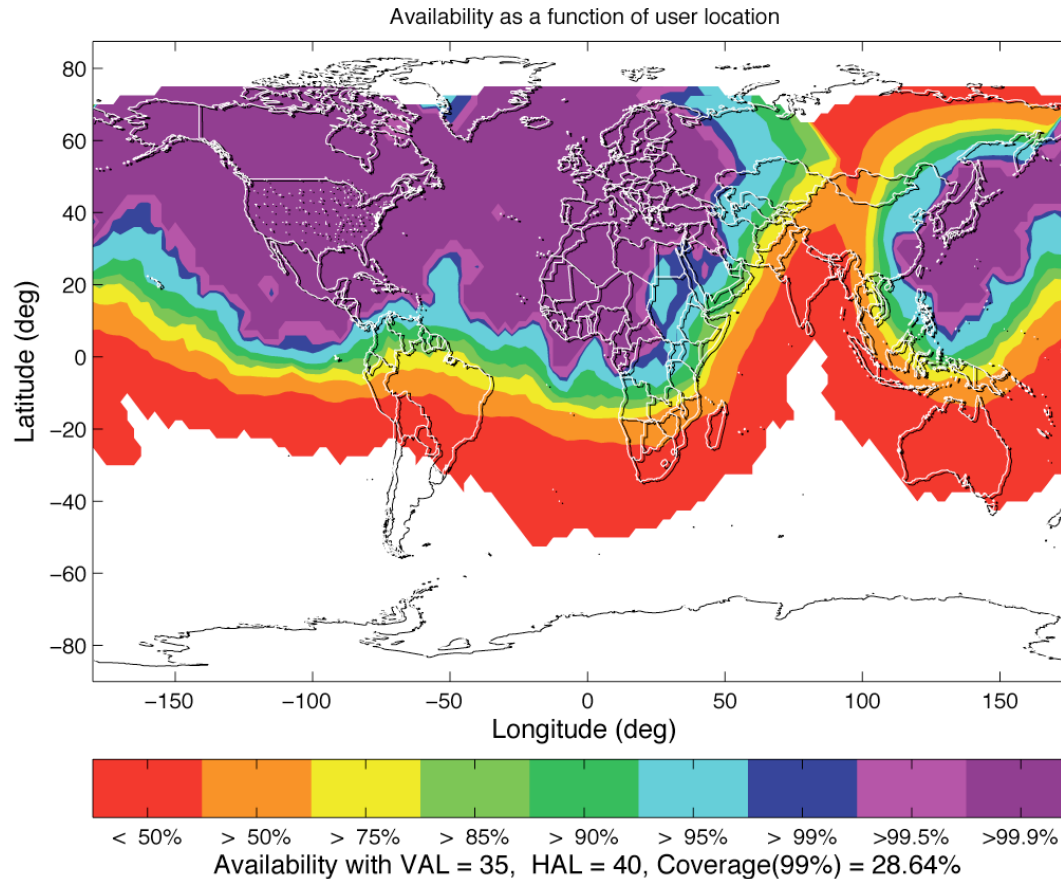
- Posicionamiento diferencial de área (SBAS)
 - WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDCM, MASS



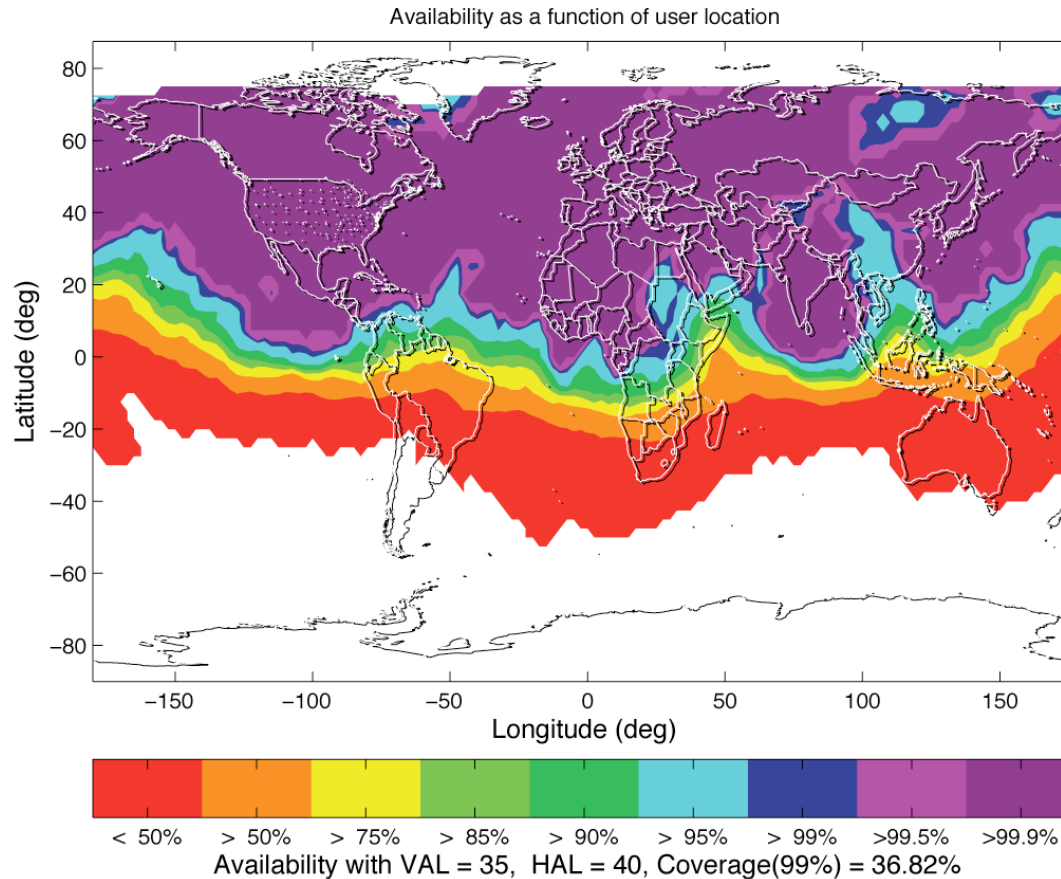
SBAS (GPS L1 only)



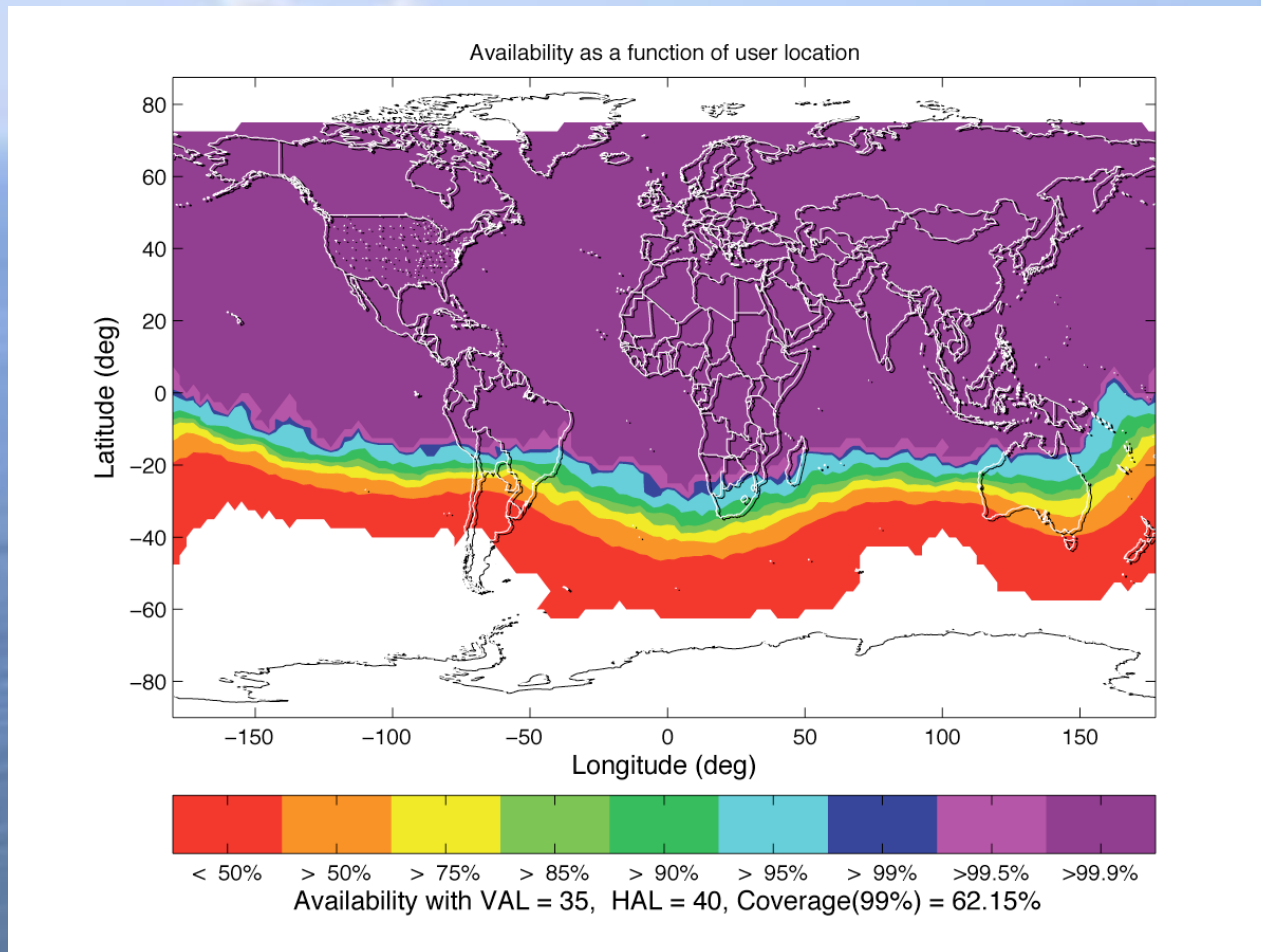
SBAS (GPS L1 + GPS L5)



EGNOS + WAAS + MSAS + GAGAN + SDCM (GPS Dual Frequency)

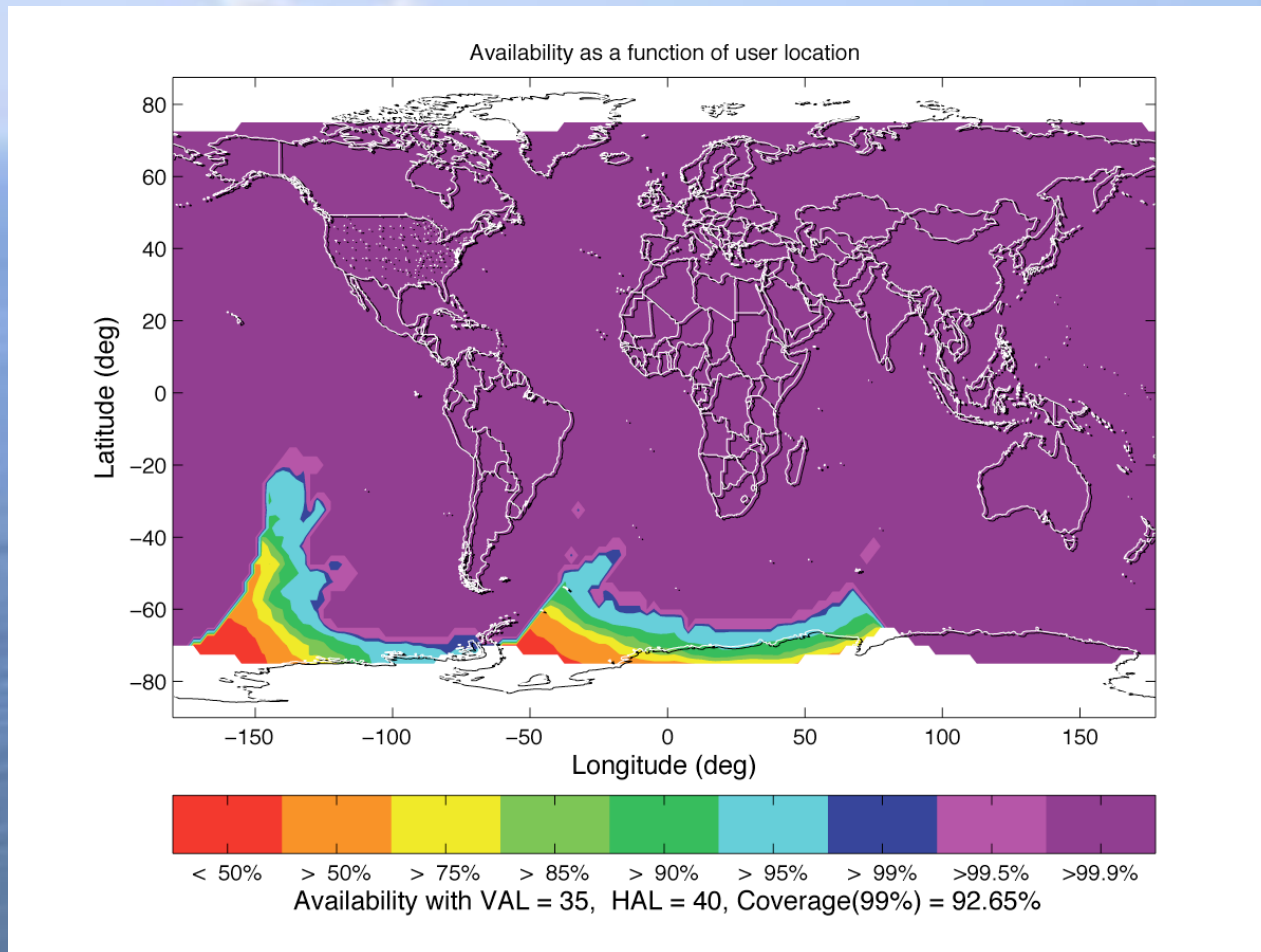


5 SBAS (GPS Dual Frequency) + 10 RIMS/SBAS in Southern Hemisphere



RIMS: Ranging and Integrity Monitoring Systems

5 SBAS (GPS + Galileo Dual Frequency) + RIMS in Southern Hemisphere



RIMS: Ranging and Integrity Monitoring Systems

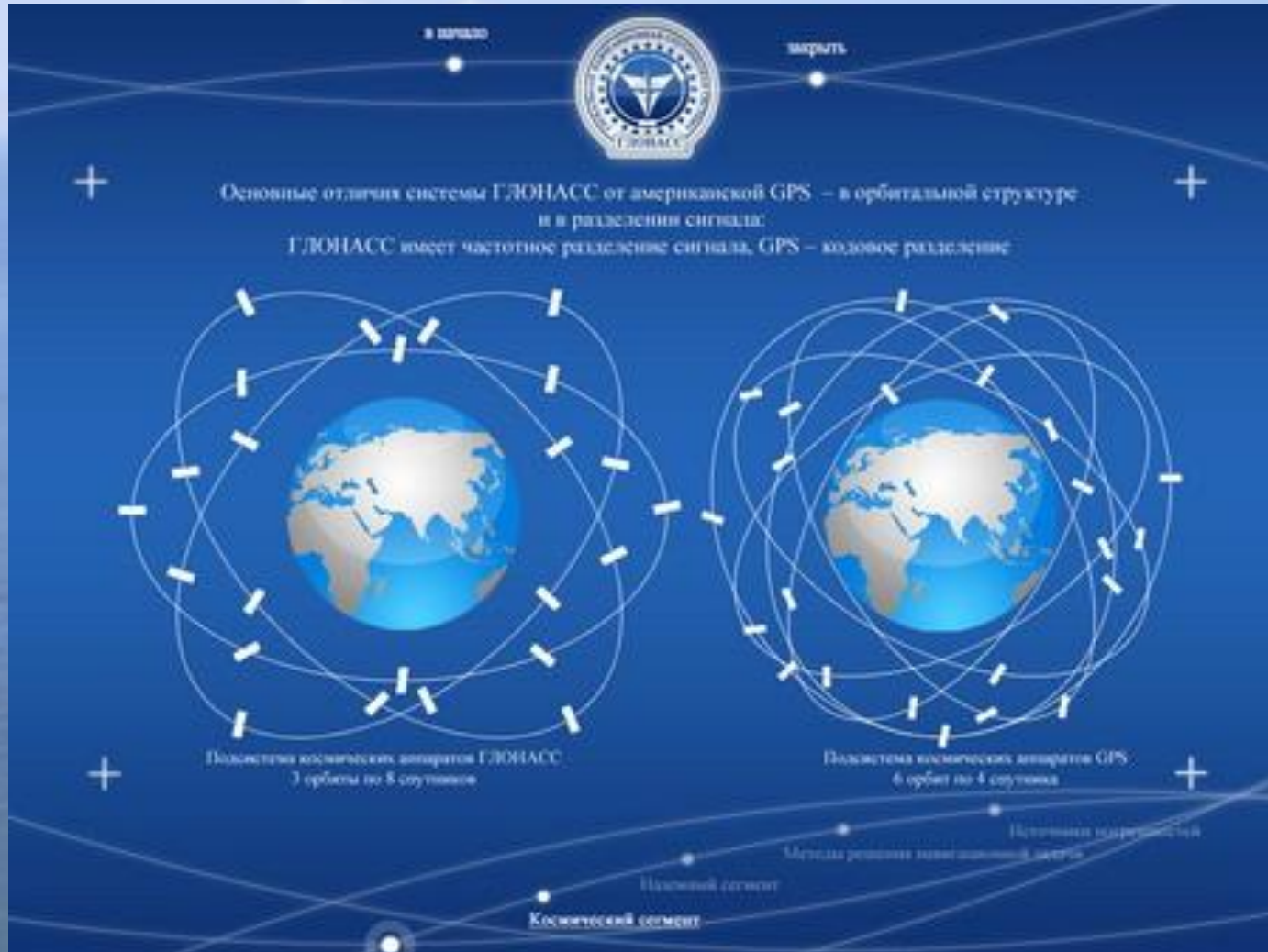
Características de cada sistema GNSS

- **Precisión** diferencia entre los valores medidos y los reales, ya sea en posición, tiempo o velocidad.
- **Integridad** capacidad de un sistema para no disminuir la confianza en sus medidas, incluso cuando ocurren anomalías en el propio sistema.
- **Continuidad** capacidad del sistema para trabajar sin interrupciones.
- **Disponibilidad** tanto por ciento del tiempo en el que el sistema cumple con los tres criterios anteriores.

Características diferentes sistemas GNSS

- **Compatibilidad**: capacidad de los diferentes sistemas para ser usados juntos o por separado sin interferir con cada servicio individual y sin afectar a la seguridad nacional correspondiente.
- **Interoperabilidad**: capacidad de los diferentes sistemas civiles para ser usados juntos de modo que las prestaciones para el usuario final sean mejores que las que obtendría si utilizase solo uno de los servicios o de las señales.

GLONASS



GLONASS constellation status, 22.10.2012

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/en/GLONASS/>

Total satellites in constellation	31 SC
Operational	23 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	4 SC
Spares	3 SC
In flight tests phase	1 SC

GLONASS constellation status, 18.10.2012

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/en/GLONASS/>

Orb. slot	Orb. pl.	RF chnl	# GC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	Satellite health status		Comments
								In almanac	In ephemeris (UTC)	
19	3	05	720	26.10.07	25.11.07		59.8	+	22.10.12	In operation
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		59.9	+	+ 17:31 22.10.12	In operation
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		48.8	+	+ 17:38 22.10.12	In operation
21	3	-5	701	26.02.11			19.9			Flight Tests
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	58.0			Spares
2	1		743	04.11.11	20.09.12	17.10.12	11.6			Spares
17	3		714	25.12.05	31.08.06	19.12.11	82.0			Spares
3	1		727	25.12.08	17.01.09	08.09.10	45.9			Maintenance
22	3		726	25.09.08	13.11.08	31.08.09	48.9			Maintenance
8	1		729	25.12.08	12.02.09	10.09.12	45.9			Maintenance

GLONASS sistema control en Rusia

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/en/GLONASS/>



SCC:System Control Center

TT&C:Telemetry, Tracking and Control

ULS:Uplink station

MS:Monitoring station

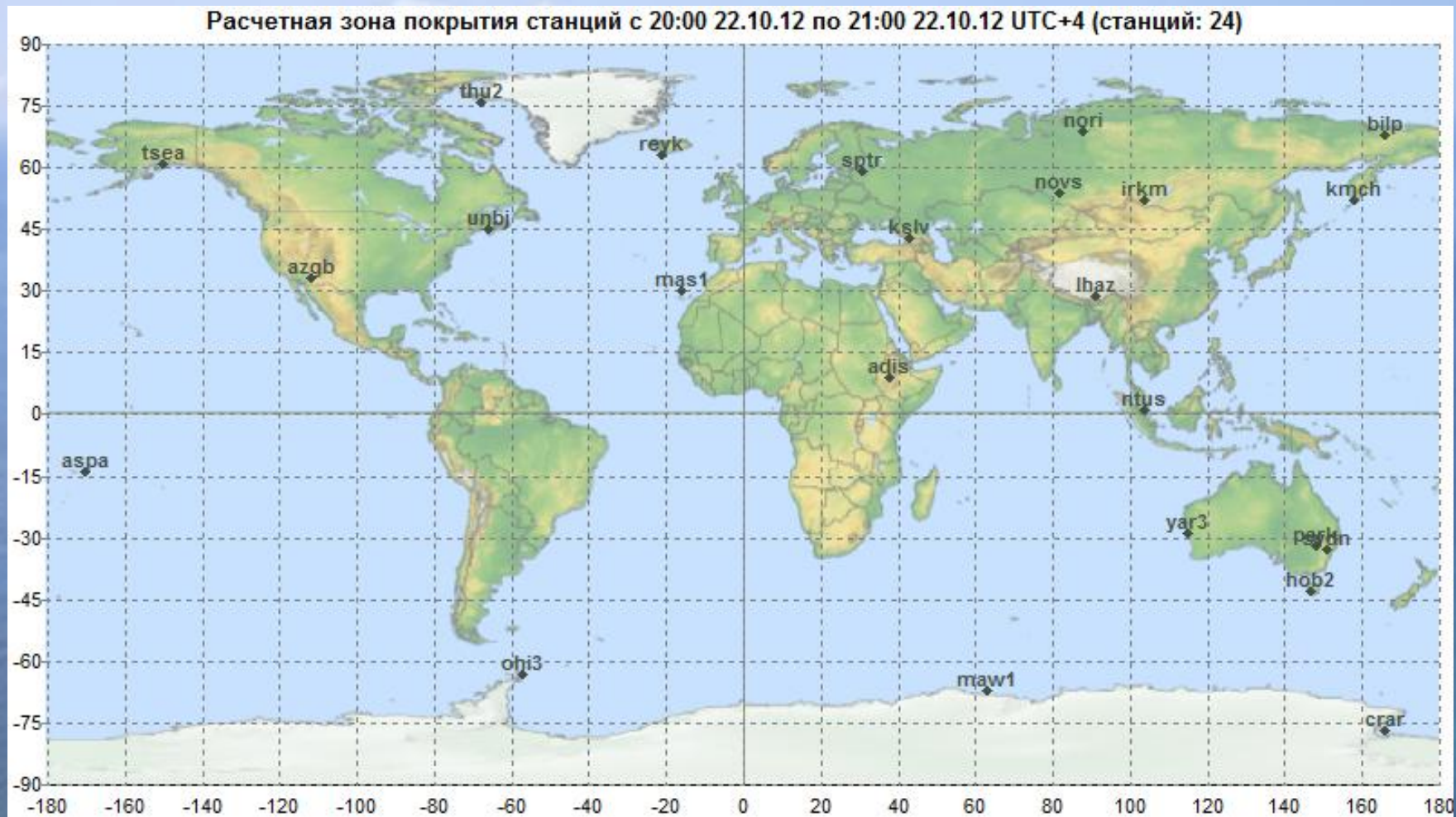
CC:Central clock

SLR:Laser tracking station

<http://www.glonass.it/eng/glonass-story.aspx>

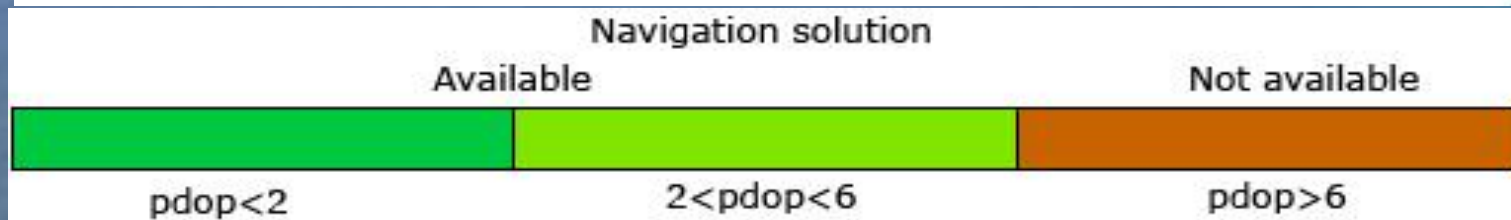
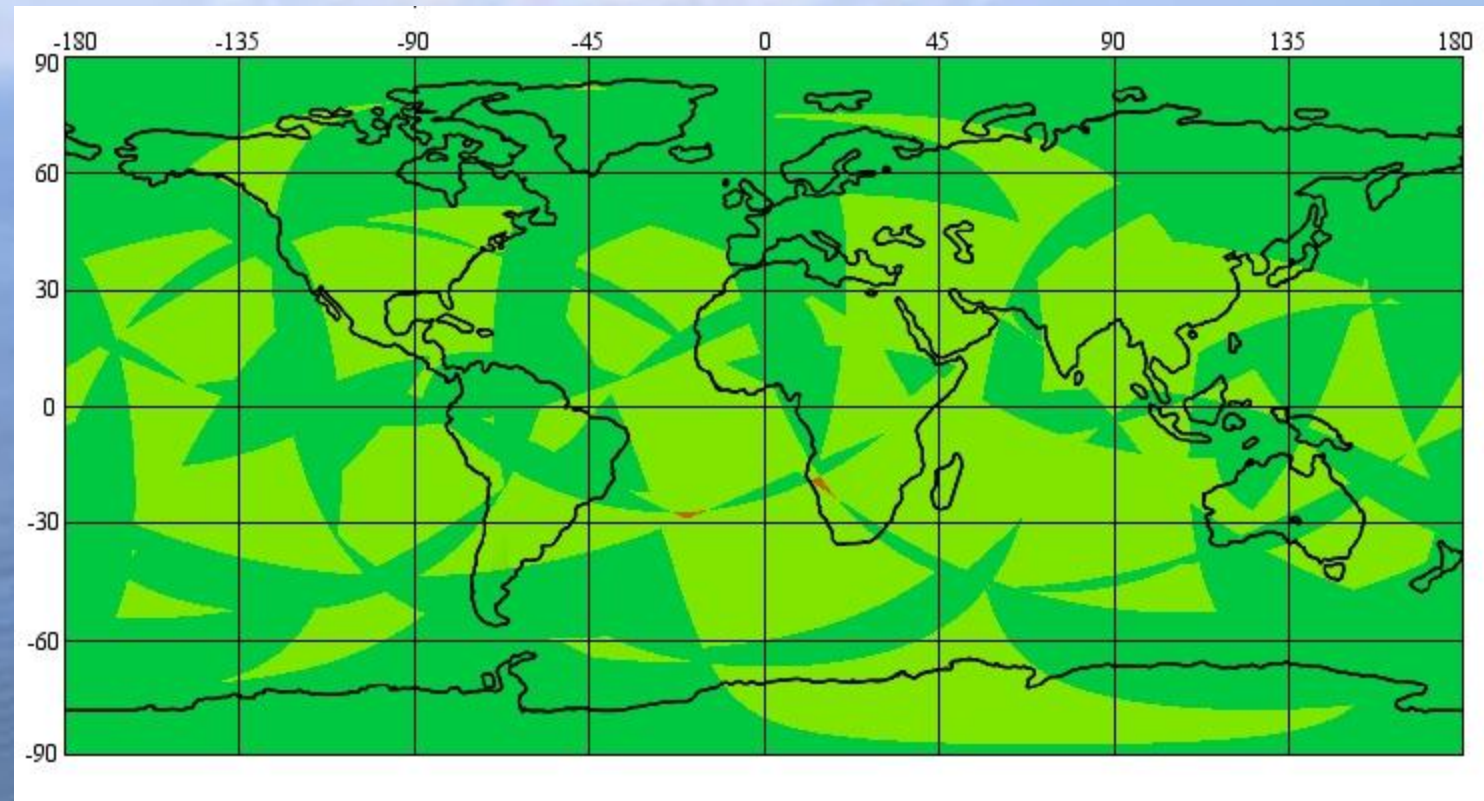
GLONASS status del sistema de control, 22.10.2012

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/en/GLONASS/>



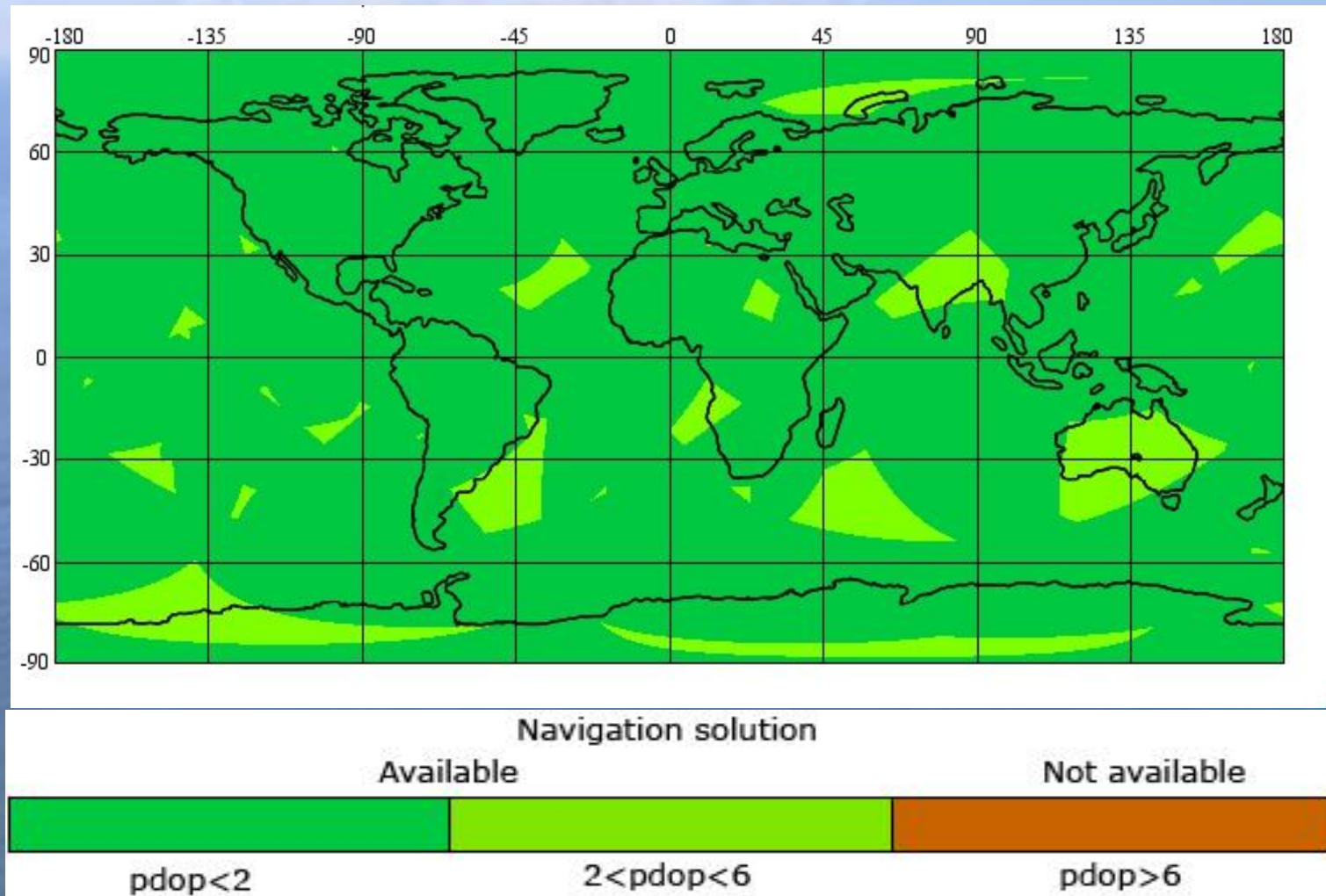
Navegación: GLONASS availability (2012.10.21 13:00 T GLONASS)

<http://www.sdcm.ru>



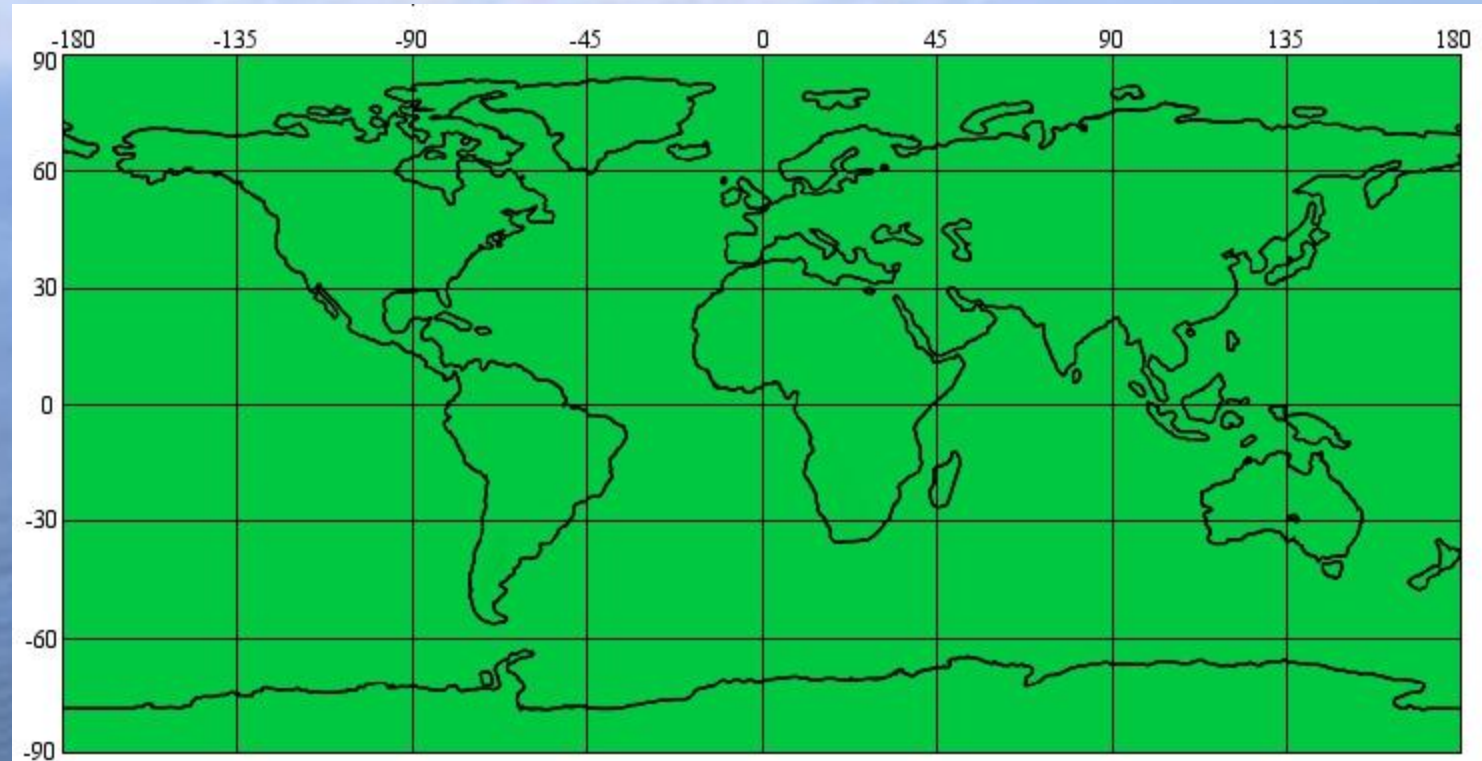
Navegación: GPS availability (2012.10.21 13:00 T GLONASS)

<http://www.sdcm.ru>



Navegación: GLONASS+GPS availability (2012.10.21 13:00 T GLONASS)

<http://www.sdcm.ru>



Navigation solution

Available

Not available



$pdop < 2$

$2 < pdop < 6$

$pdop > 6$

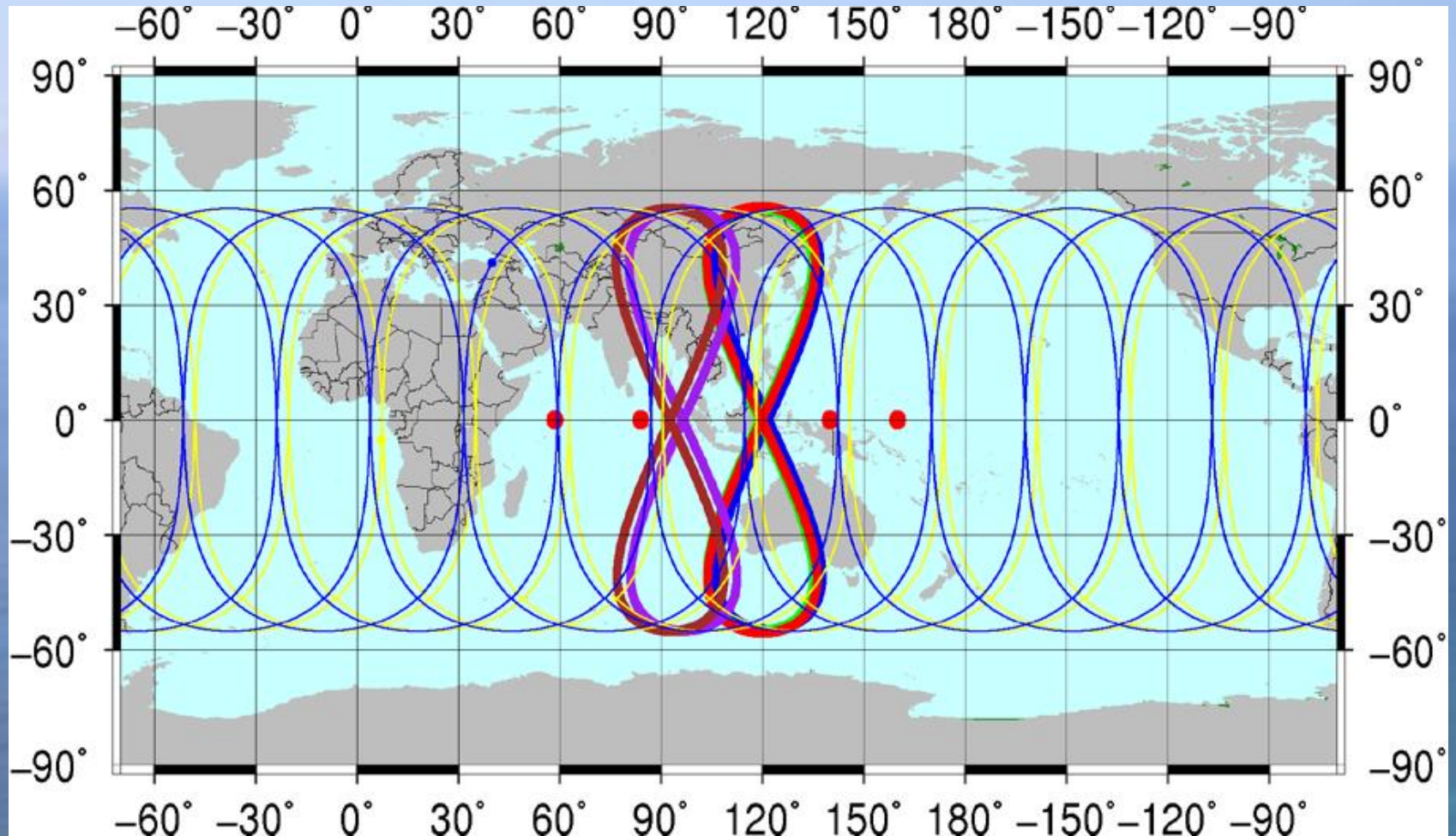


Beidou-Compass

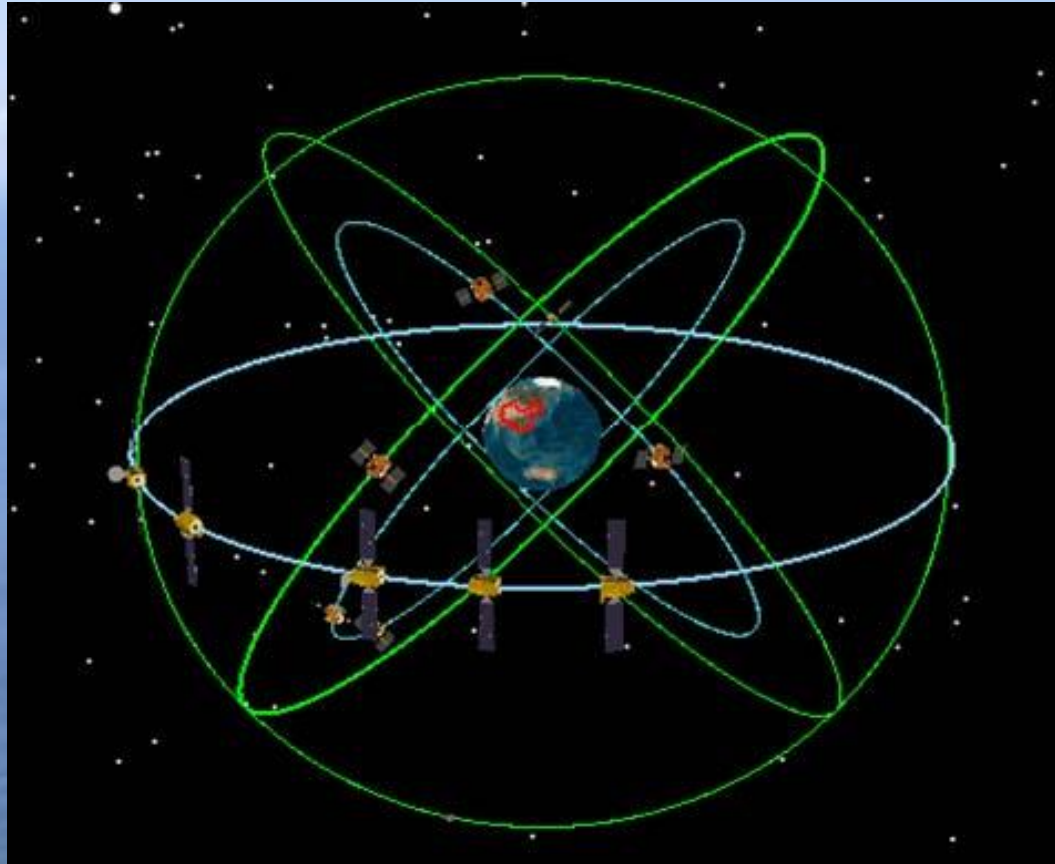
- La idea inicial es de 1983: Dos satélites geoestacionarios que cubrieran China.
- Desarrollo posterior en tres fases
 - 1)Fase-I: Demostración, (2000-2003). Tres satélites
 - 2)Fase-II: Sistema Regional (BeiDou), cubre la región China y alrededores en 2012. En 2014, ofrecerá posicionamiento de alta precisión y servicios de navegación en la región Asia-Pacífico.
 - 3)Fase-III: Desarrollo del sistema a nivel global (Compass). Previsto hacia 2020.

<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cnss>

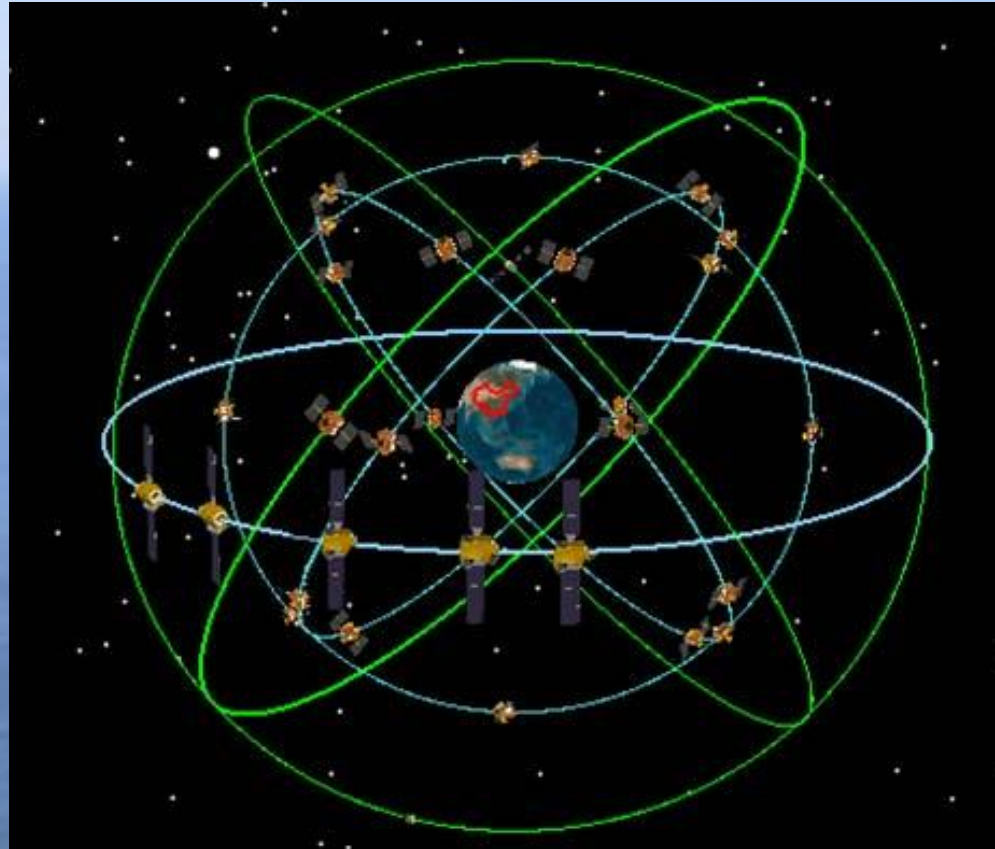
BeiDou-2: Sistema regional



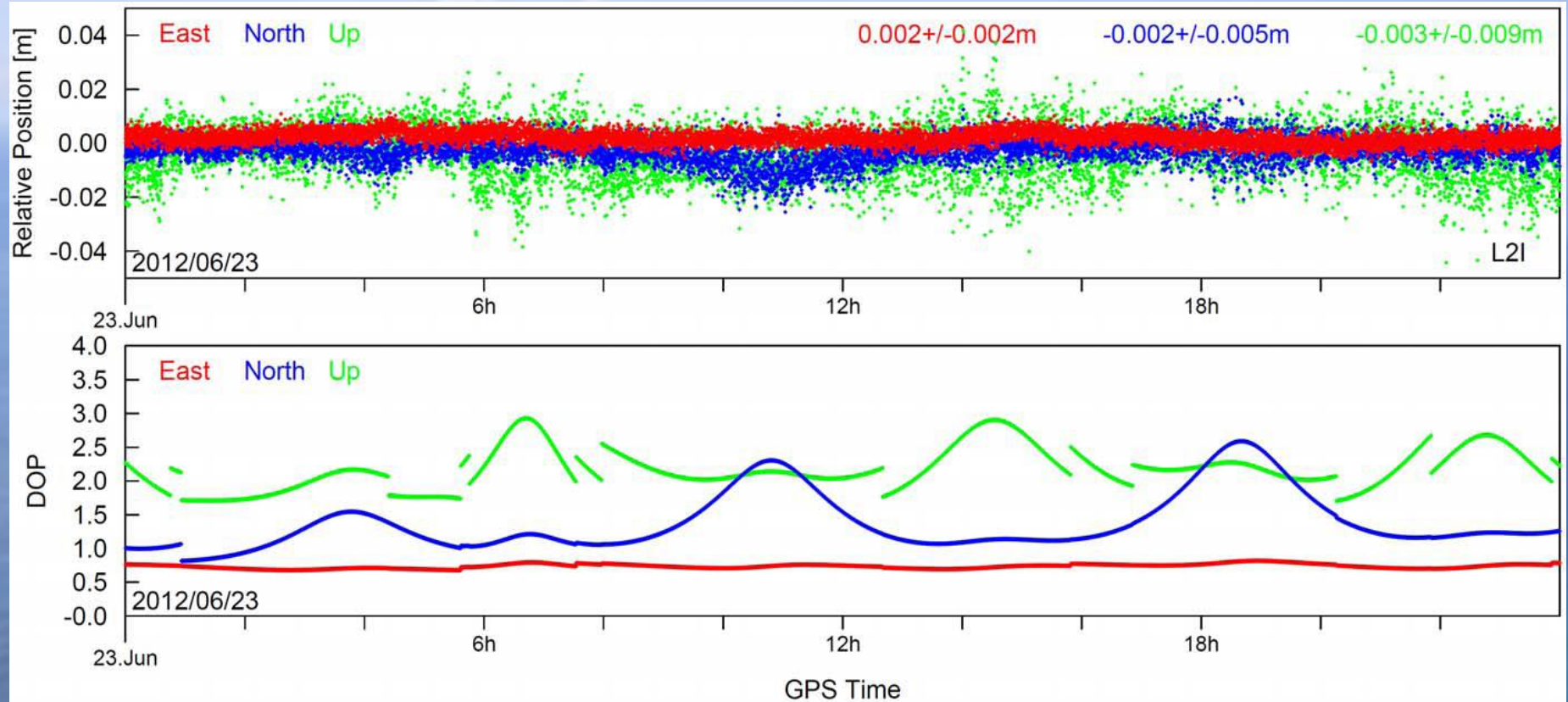
BeiDou-2: Sistema regional (2012)



BeiDou-2: Sistema global (2020)

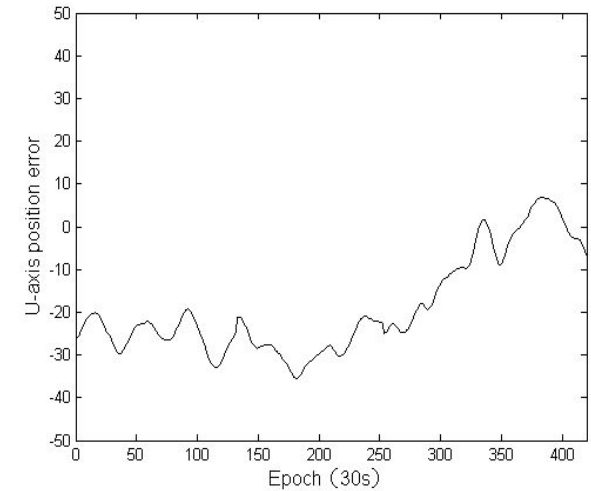
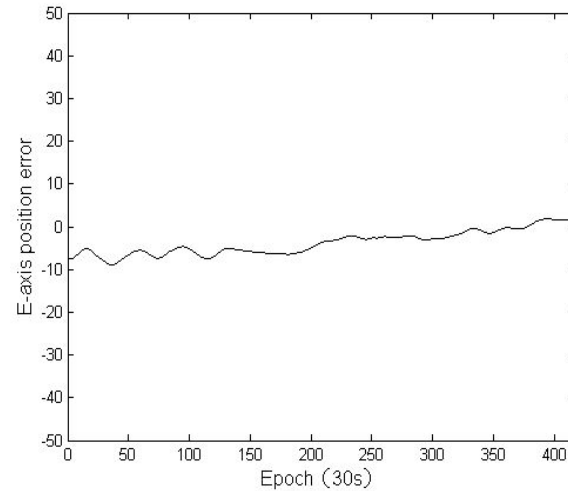
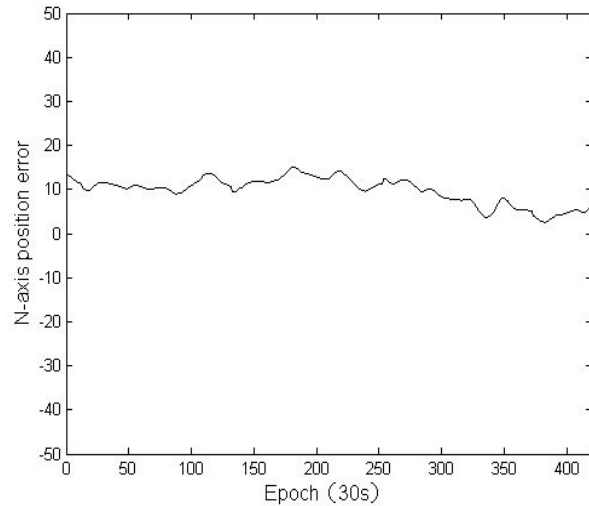


BeiDou-2: Precision, en Baseline corta



Error topocéntrico en metros

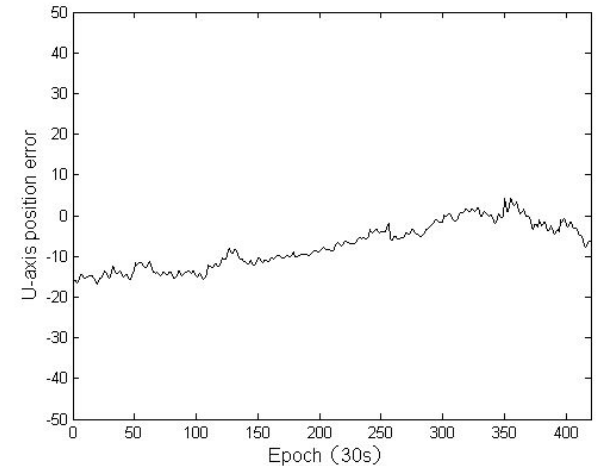
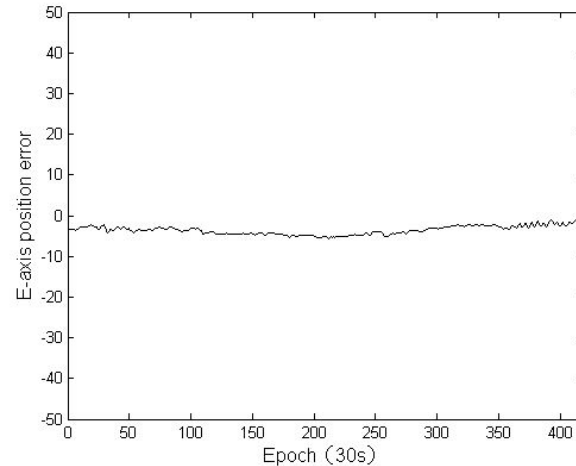
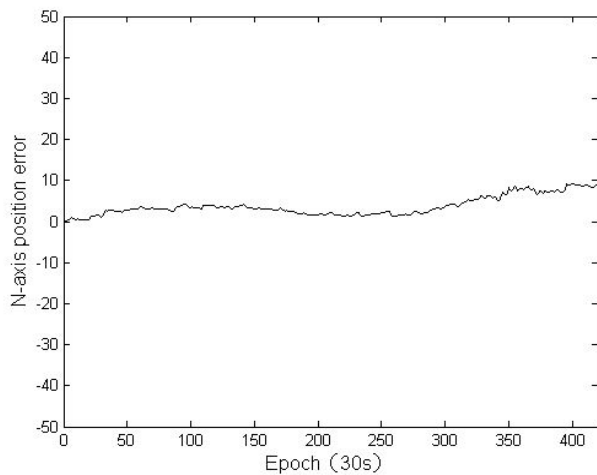
Posicionamiento absoluto Beidou 2



	Max.	Min.	Mean	RMSE
N	15.007 m	2.596 m	3.591 m	10.229 m
E	1.937 m	-8.924 m	-3.310 m	4.674 m
U	6.853 m	-35.536 m	-18.810m	22.059 m

Error topocéntrico en metros

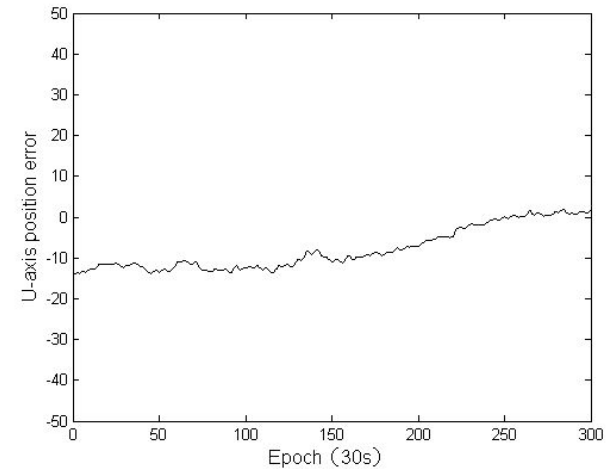
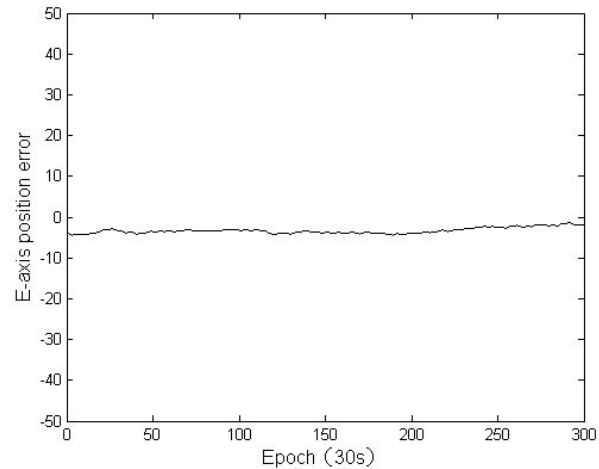
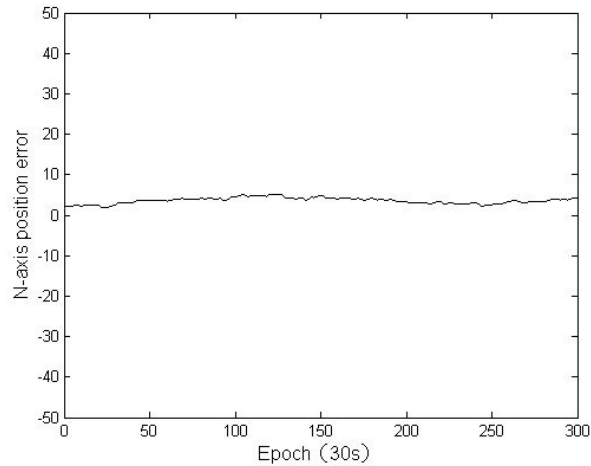
Posicionamiento absoluto GPS



	Max.	Min.	Mean	RMSE
N	9.304 m	0.147 m	3.760 m	4.433 m
E	-1.002 m	-5.574 m	-3.555 m	3.713 m
U	4.315 m	-16.772m	-7.396 m	9.234 m

Error topocéntrico en metros

Posicionamiento absoluto GPS+Beidou2



	Max.	Min.	Mean	RMSE
N	5.199 m	1.815 m	3.591 m	3.671 m
E	-1.457 m	-4.538 m	-3.310 m	3.389 m
U	1.783 m	-14.032 m	-7.902 m	9.445 m

Modernización GPS: Nuevas señales

Segunda señal civil “L2C”

- Para responder a necesidades comerciales
- Disponible desde 2005 sin mensaje de datos
- Disponibilidad total: 24 satélites ~2016*

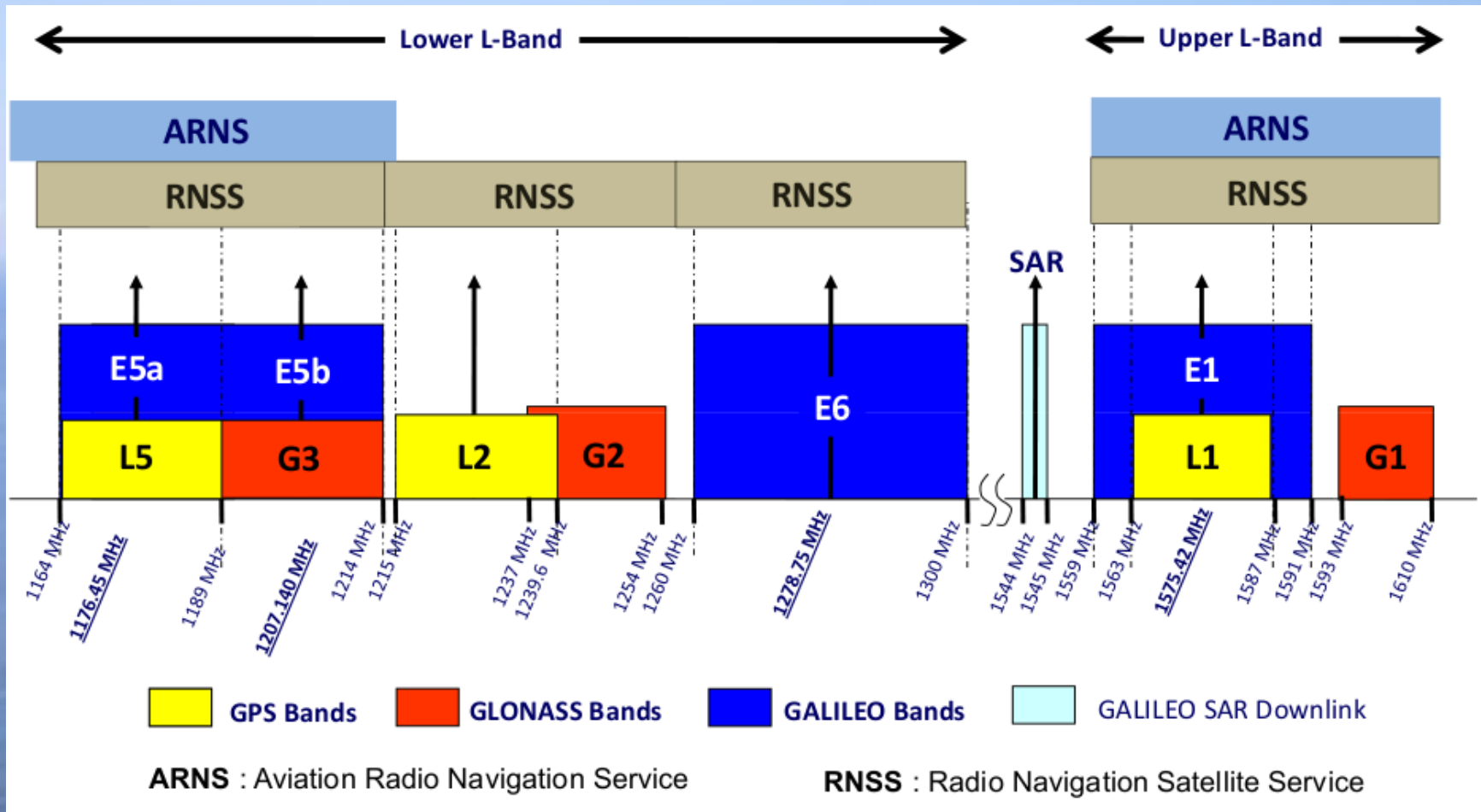
Tercera señal civil “L5”

- Para necesidades de seguridad en el transporte
- Usa la banda de servicio de radionavegación aeronáutica
- Disponibilidad total: 24 satélites ~ 2020*

Cuarta señal civil “L1C”

- Para facilitar la interoperatividad GNSS
- Especificaciones desarrolladas en cooperación con la industria
- Primera emisión prevista en 2014 (GPS III)
- Disponibilidad total: 24 satélites ~ 2026*

Frecuencias



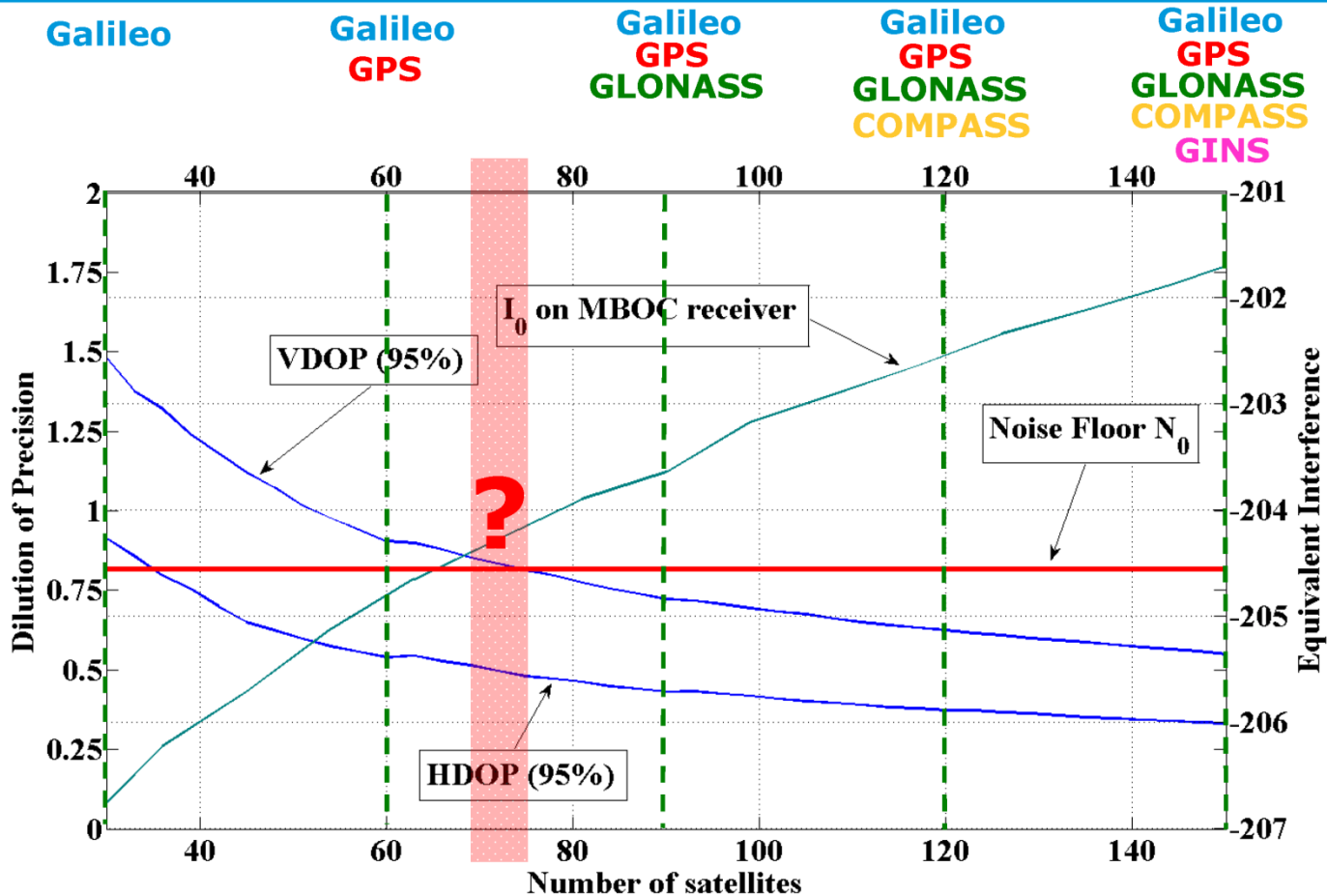
http://www.navipedia.net/index.php/GNSS_signal

Beidou:

1195,14-1219,14MHz, 1256,52-1280,52MHz, 1559,05-1563,15MHz y 1587,69-1591,79MHz.

¿Todas las señales?

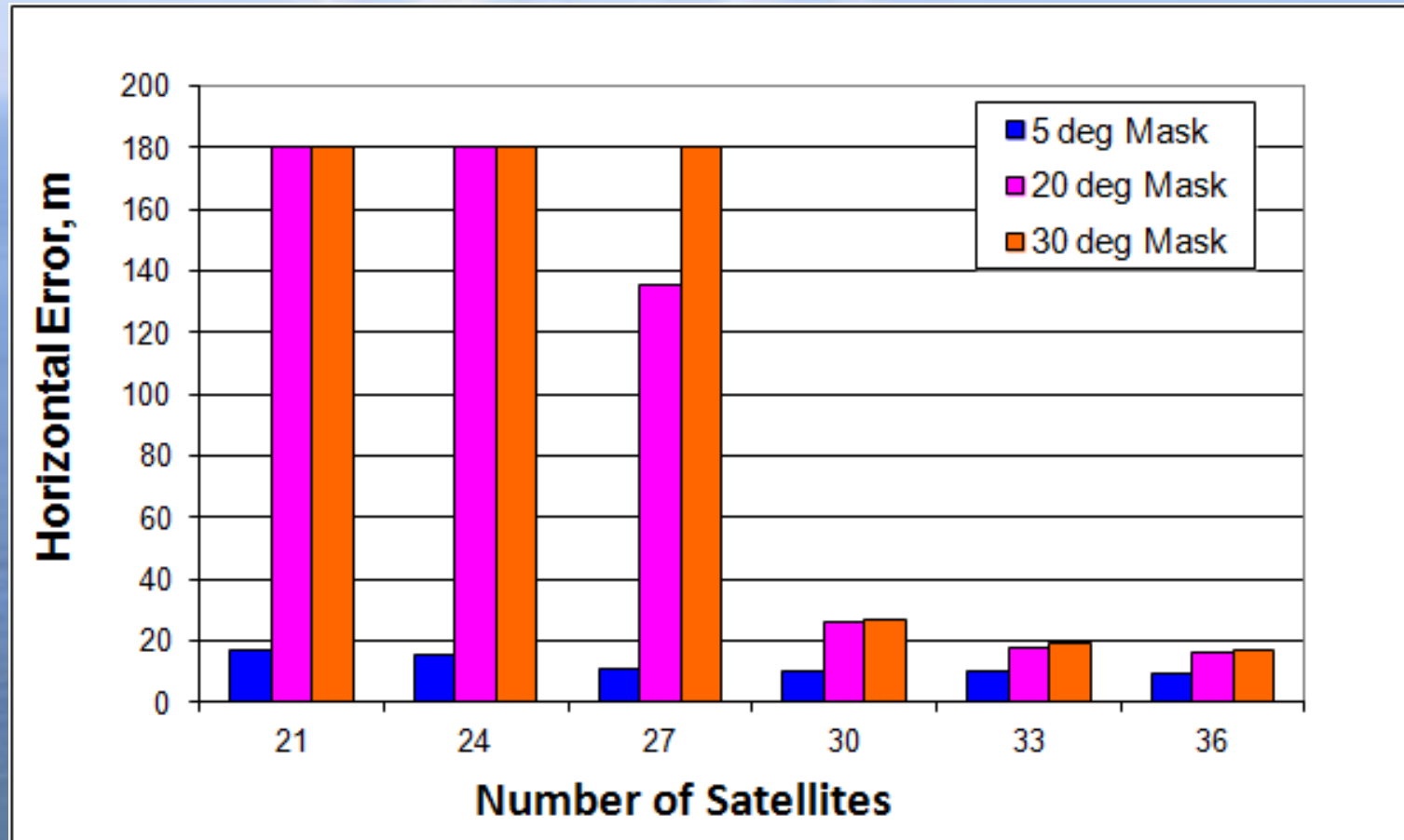
THE MORE SATELLITES THE BETTER? 



Capacidad de elección

- **Los usuarios podrán elegir entre las señales GNSS, en función de:**
 - Nivel de señal
 - Facilidad de adquisición
 - Máscaras de elevación elegidas
 - Compatibilidad con los estándares (interoperabilidad)

Mejora prevista de la precisión según la cantidad de satélites disponibles



Ventajas para el usuario

- **La capacidad de elección de señales por el receptor, ya mencionada:**
 - Optimización de la geometría de la constelación (DOP)
 - Minimización del multipath
- **Eliminación del error por propagación ionosférica (L2C)**
- **Mejora en la precisión entornos urbanos**

Tecnología: Receptores y antenas

- Mejora en las prestaciones de los receptores, en especial en presencia de interferencias o multicamino
- Nuevas antenas que permitan seguimiento de satélites con lóbulos de radiación estrechos, eliminando: mejora en la determinación de las órbitas.

Riesgos tecnología: Interferencias provocadas



[Entrar o Crear Cuenta](#) | [Mi Cuenta](#) | [Visto elementos](#) | [Lista](#) | [Comparar](#)



Moneda: USD

[Ver Cesta](#)

0 artículos en una bolsa

BÚSQUEDA Introduzca la palabra clave(s)



[SHARE](#) [f](#) [t](#) [e](#) ...

[Bloqueador de teléfonos móviles](#)

[Bloqueador de GPS](#)

[Bloqueador multifuncional](#)

[Bloqueador dispositivos espía](#)

[Todas Las Categorías](#)



El bloqueador de GPS es el único del mundo que puede desactivar

todas las bandas GPS < GPS L1, L2, L3, L4, L5 >

Categorías

[Catálogo](#) » [Bloqueador de GPS](#) » [Dispositivo bloqueador de GPS GJ4000](#)

[Bloqueador de teléfonos móviles](#)

[Bloqueador de GPS](#)

[Bloqueador multifuncional](#)

[Bloqueador dispositivos espía](#)

[Detector de señales inalámbricas](#)

[Accesorios](#)

[Ver todos los artículos](#)

[Ofertas Especiales](#)



[Ampliar](#)

Pase el cursor sobre las imágenes para ver



Dispositivo bloqueador de GPS GJ4000

Precio de mercado: \$379.00

Precio \$189.00

Usted ahorra: \$190.00

Cantidad:

[AGREGAR AL CARRITO](#)

[Tiendas](#) [+ Agregar a lista de preferencias](#)

Entrega: [Estimación de Costos de envío](#)

[Me gusta](#)

0

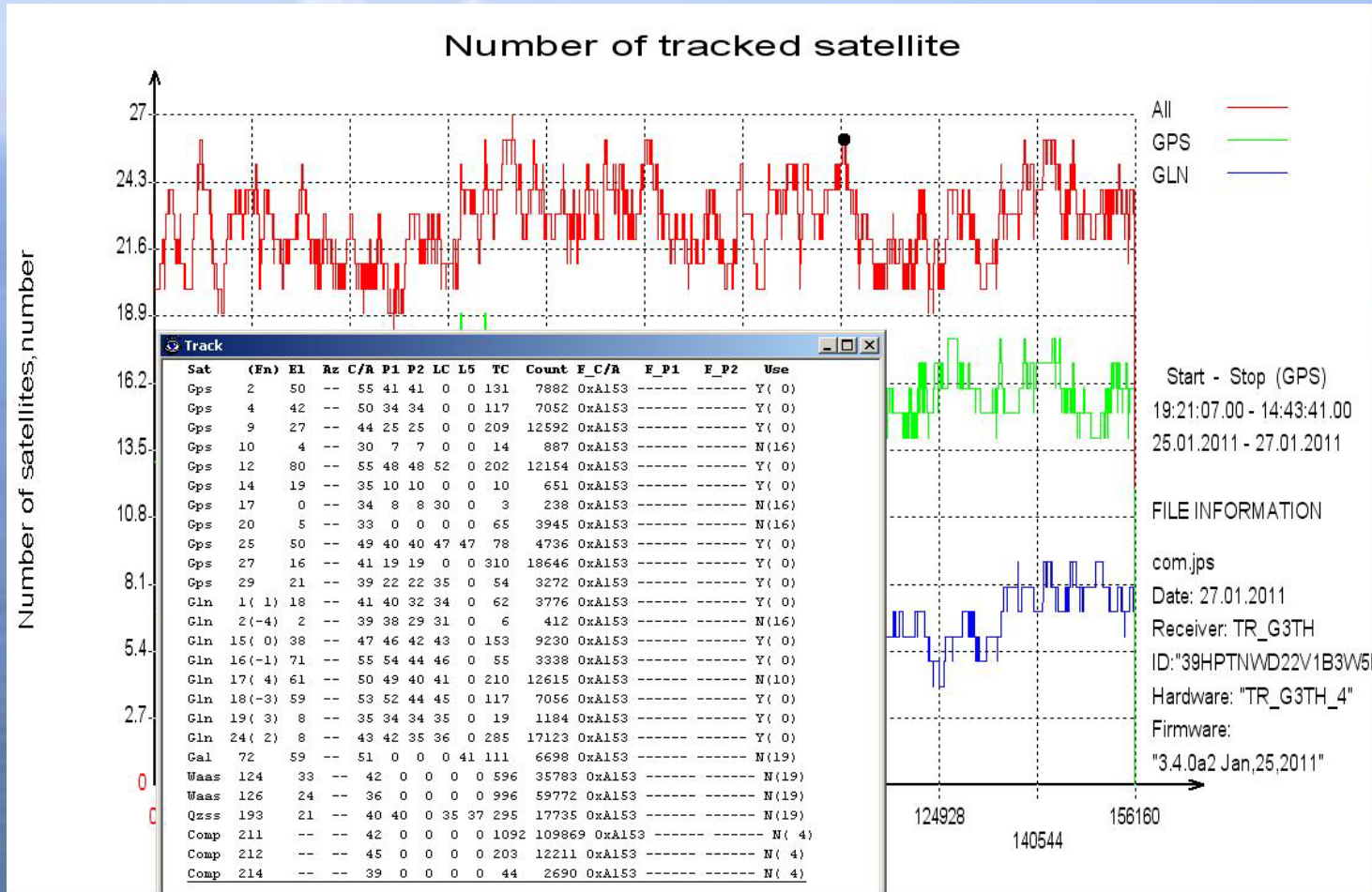
[Twttear](#)

0

0

[Diselo a un Amigo](#) [Imprimir esta página](#)

JAVAD GNSS receivers can track Chinese Compass (Beidou-2)



<http://javad.com/jgnss/javad/news/pr20110402.html>

Receptores Novatel MultiGNSS

NovAtel GNSS Receivers

OEM6™ Series

Powerful, next generation receiver family tracks existing and upcoming GPS, GLONASS, Galileo and Compass signals, making this series future proof. Incorporating NovAtel's industry standard common platform, the OEM6 Series is designed for product quality and ease of integration. Available in two configurations:

OEM615™

Smaller than the size of a business card, the OEM615 features high performance GNSS positioning with low power consumption.



OEM615 Size: 46 x 71 x 11 mm Weight: 24 g

GPS L1/L2 + GLONASS L1/L2 + Galileo + Compass + SBAS

OEM628™

Features 100 Hz data rate for high dynamic positioning applications. Form factor and interface compatible replacement for NovAtel's OEMV-2 GNSS receiver.



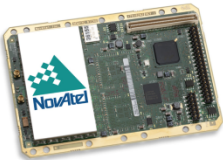
OEM628 Size: 60 x 100 x 9.1 mm Weight: 37 g

GPS L1/L2/L5 + GLONASS L1/L2 + Galileo + Compass SBAS + L-Band

OEMV-3™

Multi frequency receiver with integrated L-Band and enhanced power management features.

The OEMV-3 GNSS offers scalable, field upgradable firmware options, including NovAtel's AdvAntec® RTK for centimetre level positioning accuracy.



Size: 85 x 125 x 13 mm Weight: 75 g

GPS L1/L2/L5 + GLONASS L1/L2 + SBAS + L-Band

OEMStar™

NovAtel's lowest cost, high performance L1 GNSS receiver. Easy to integrate, the OEMStar offers superior carrier phase tracking and positioning performance and is our lowest power consumption precision receiver.



Size: 46 x 71 x 13 mm Weight: 18 g

GPS L1 + GLONASS L1 + SBAS

	Positioning Accuracy				Options				Signal Tracking				Interfaces											
	Metre Level		Sub Metre Level		Decimetre Level	Centimetre Level			GPS	GLONASS	Galileo	Compass	SBAS	L-Band	QZSS	Number of Channels	Serial Ports	USB Ports	CAN Ports	Ethernet	Maximum Data Rate	Input Voltage	Power Consumption	Enclosure Option
	Single Point L1	Single Point L1/L2	L-Band (VBS)	SBAS	DGPS	L-Band (XP/HP)	RT-2™	ALIGN® Heading and Relative Positioning																
OEM615™	•	•	•	•		•	•	•	•	L1, L2, L2C	L1, L2	E1	B1	•	•	120	3	1	2		50 Hz	+3.3 VDC [±5%]	<1.0 W	
OEM628™	•	•	•	•	•	•	•	•	•	L1, L2, L2C, L5	L1, L2	E1, E5a, E5b, A4-BOC	B1, B2	•	•	120	3	1	2	1	100 Hz	+3.3 VDC [±5%]	1.3 W	FlexPak™
OEMV-3™	•	•	•	•	•	•	•	•	•	L1, L2, L2C, L5	L1, L2			•	•	72	3	1	2		50 Hz	+4.5 to +18.0 VDC	2.1 W	PropPak-V3™ & DL-V3™ & SE™
OEMStar™	•		•	•						L1	L1			•		14	2	1			10 Hz	+3.3 to +5.0 VDC [±5%]	0.55 W	FlexPak-Q2™

- Muchas gracias por su atencion