



OGS

Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale

CORSO GNSS

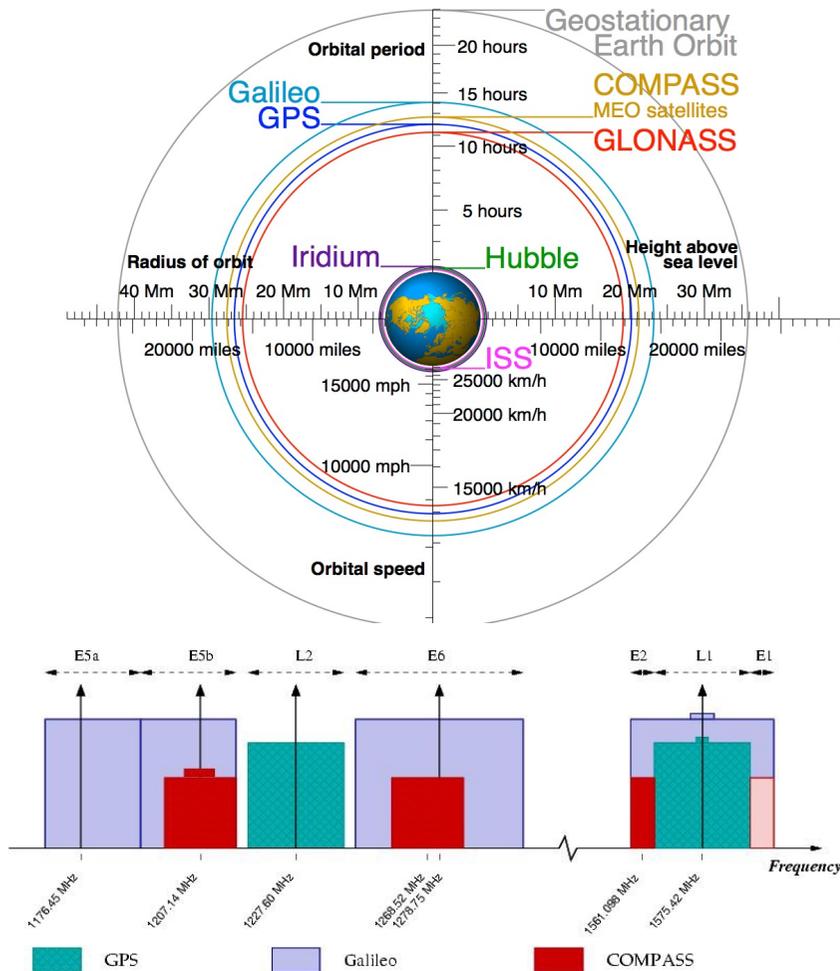
Corso GNSS: teoria e pratica

Autori: D. Zuliani

Via Natisone 43 - 33057 PALMANOVA (UD), 17 ottobre 2024

I SISTEMI GNSS E LA LORO STRUTTURA

I sistemi di posizionamento GNSS

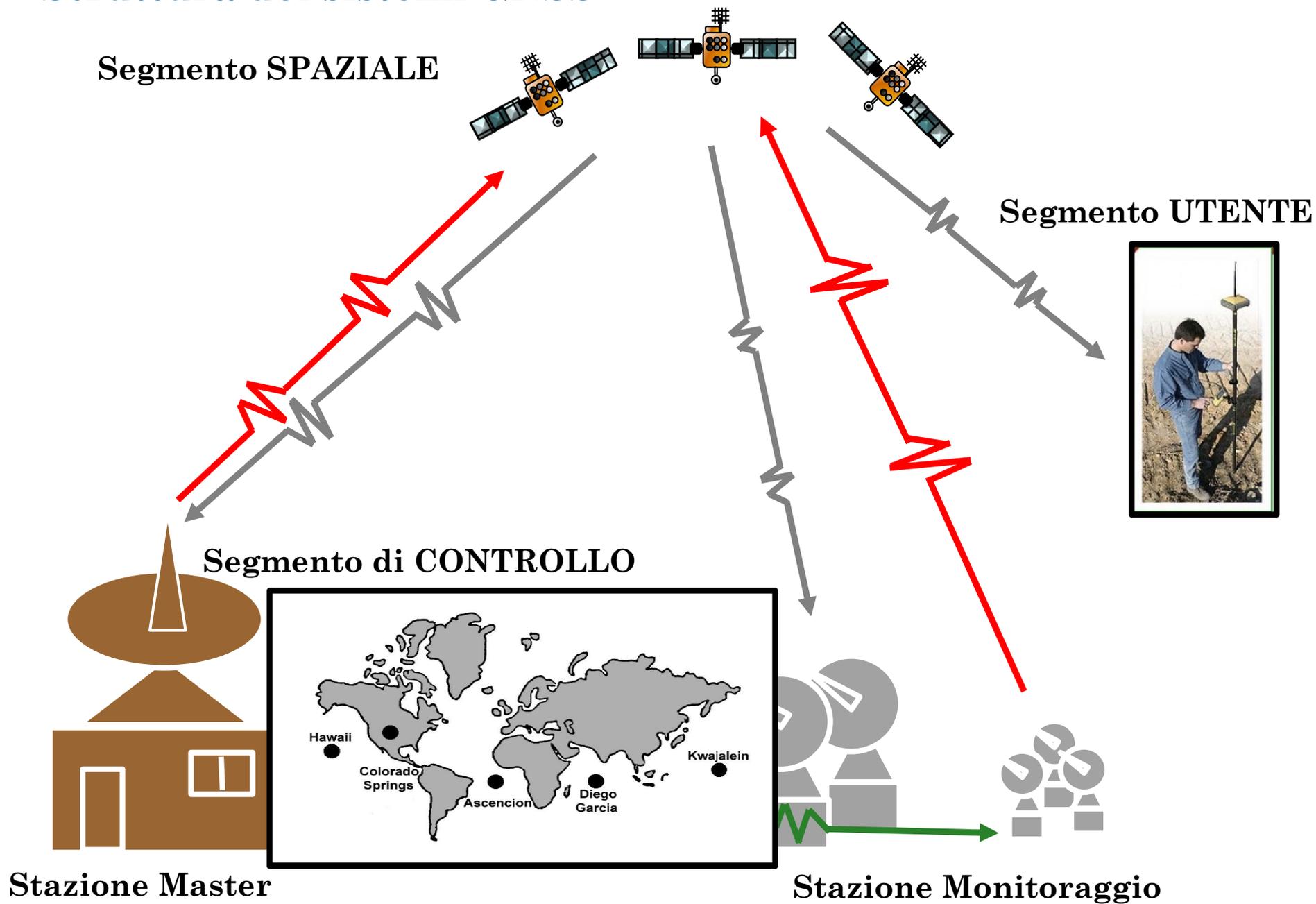


- **GNSS: Global Navigation Satellite Systems**
 - GPS → Stati Uniti
 - GLONASS → Russia
 - GALILEO → Europa
 - COMPASS/BEIDOU2 → Cina
- **SBAS: Sat. based augmentation system**
 - WAAS → Stati Uniti
 - EGNOS → Europa

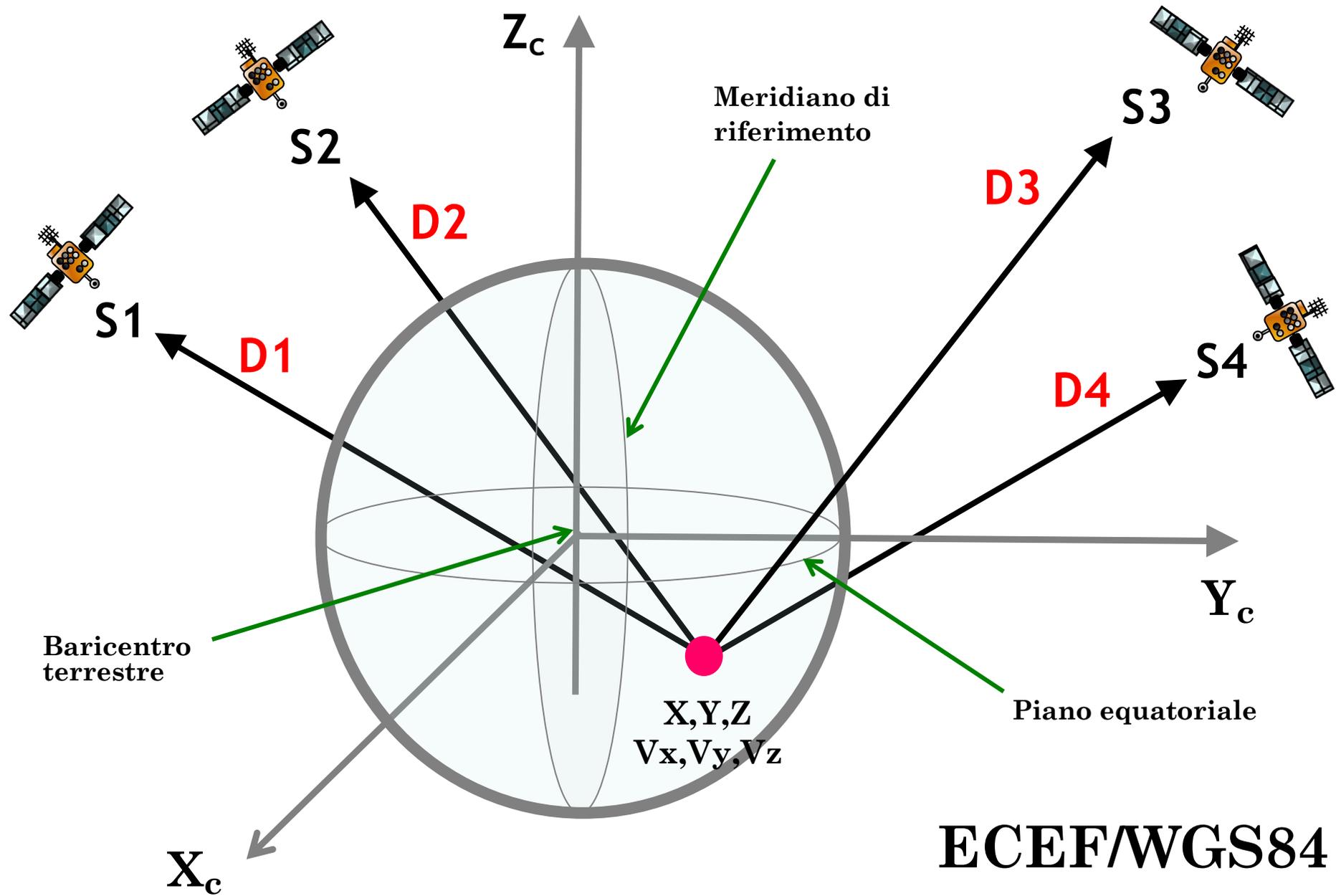
A COSA SERVONO

- **Conoscere la POSIZIONE** in cui ci si trova.
- **Conoscere la VELOCITA'** con la quale ci si muove.

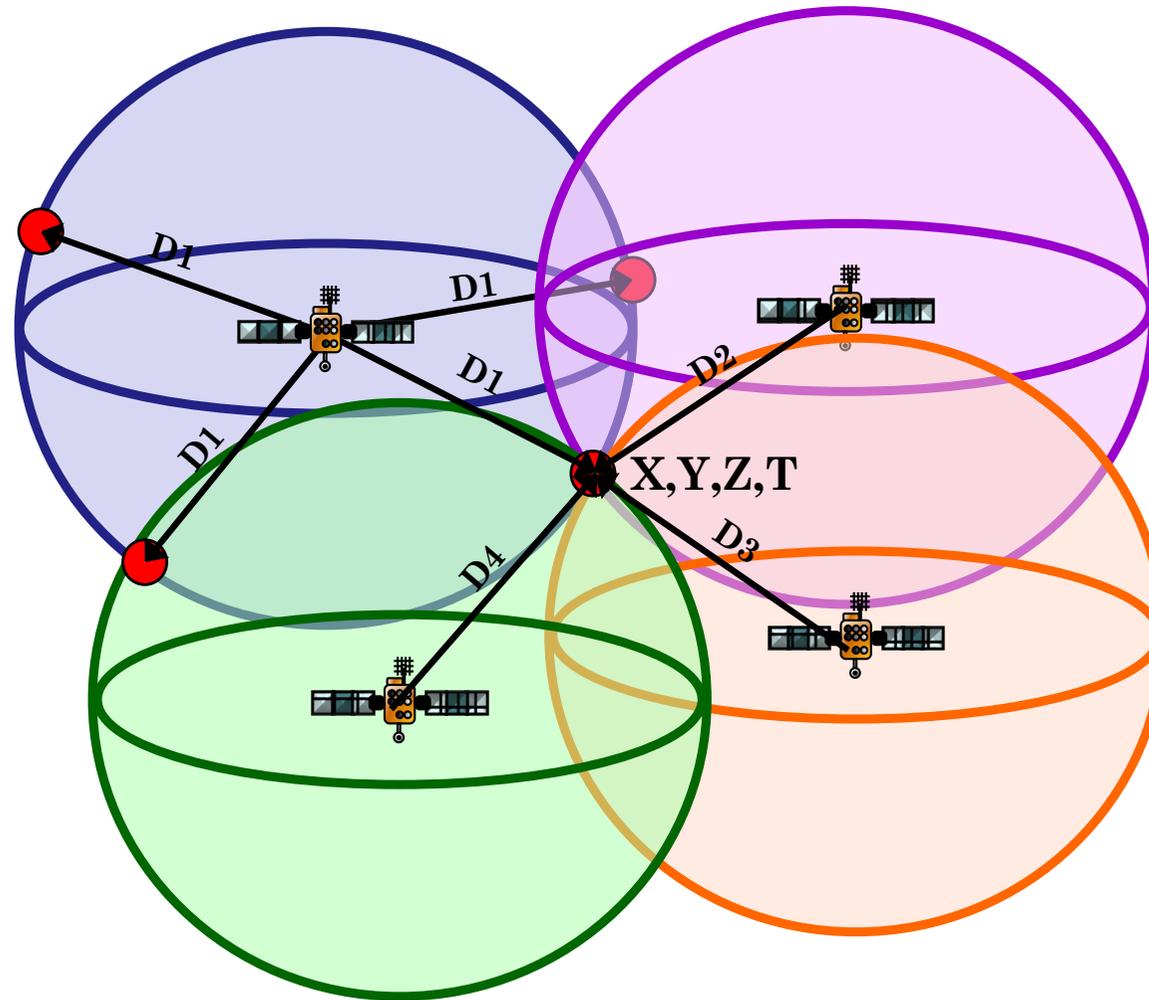
Struttura dei sistemi GNSS



Localizzazione di un punto nei sistemi GNSS: il segmento UTENTE

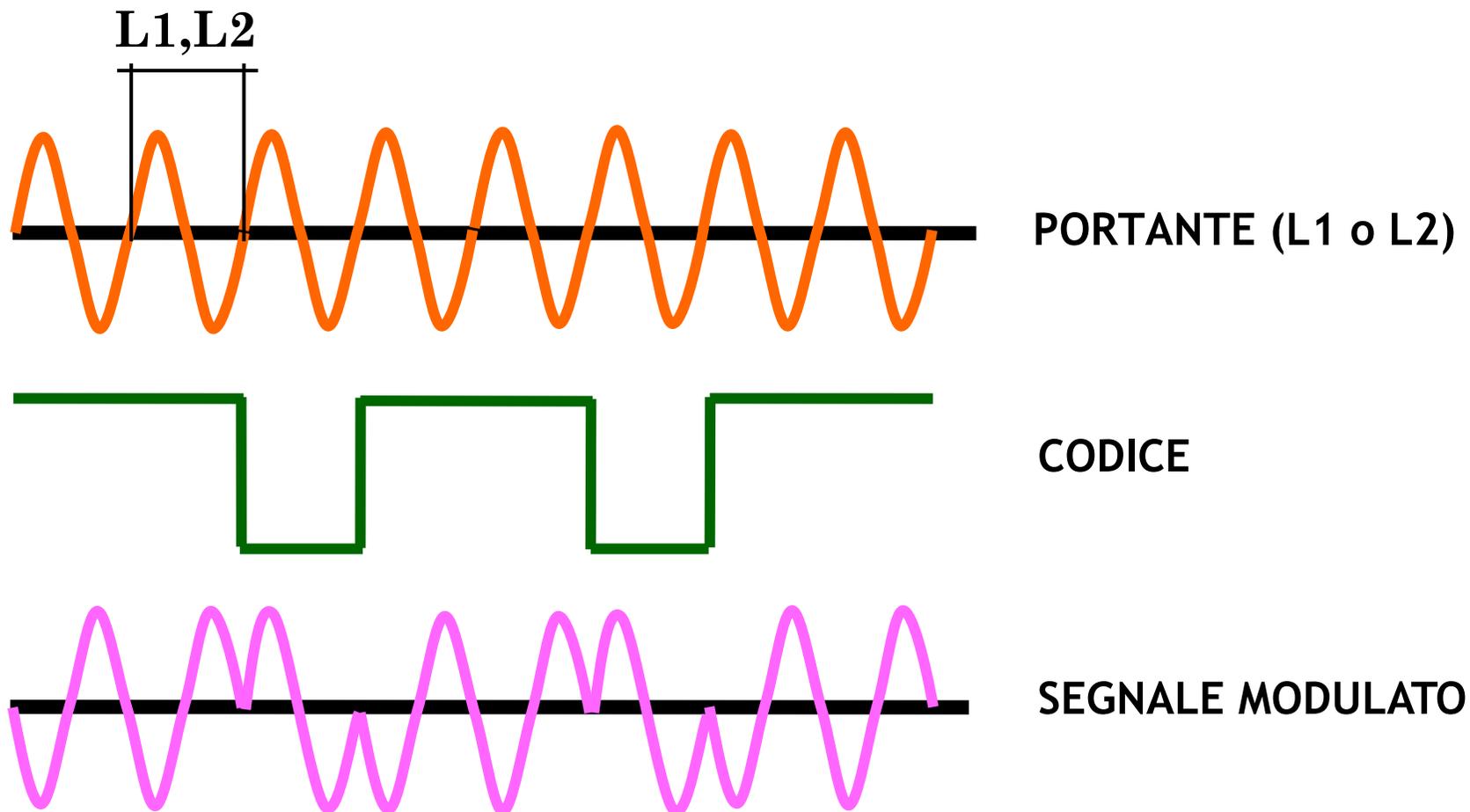


Intersezione spaziale distanziometrica: trilaterazione



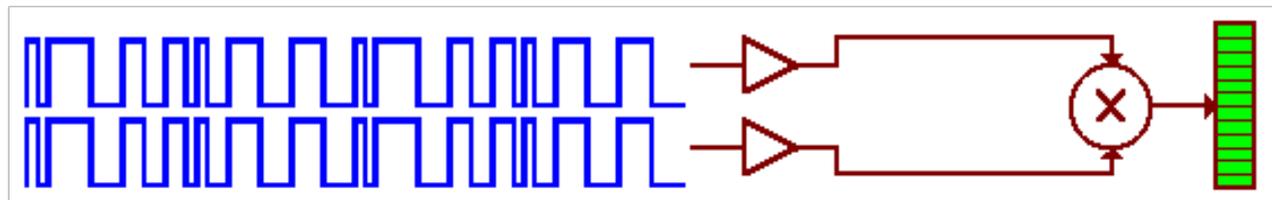
Il segnale GPS: portanti e modulazione

- Le portanti (o **FASI**) sono onde sinusoidali generate a partire da un segnale con frequenza $f_0 = 10,23$ MHz ($\lambda = 30$ m)
- - L1: frequenza $154 f_0 = 1575,42$ MHz ($\lambda = 19$ cm)
- - L2: frequenza $120 f_0 = 1227,60$ MHz ($\lambda = 24$ cm)



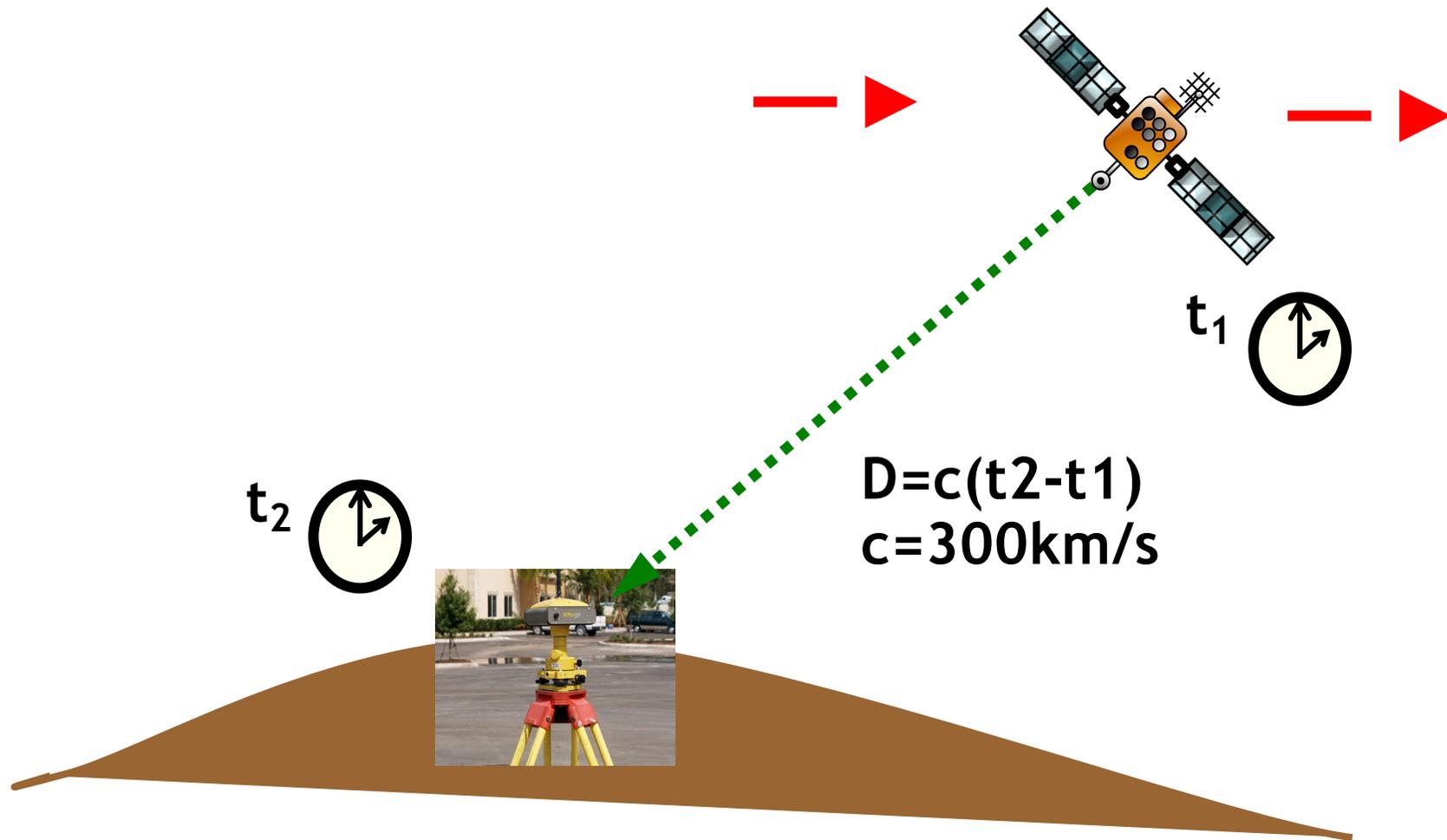
Il segnale GPS: la codifica

- Le portanti sono modulate da codici:
 - C/A: frequenza $1/10 f_0$ ($l = 300$ m)
 - P: frequenza f_0 ($l = 30$ m)
 - D: messaggio: contiene informazioni:
 - posizione dei satelliti,
 - lo stato di funzionamento,
 - correzioni varie (ionosfera, stabilità del clock)



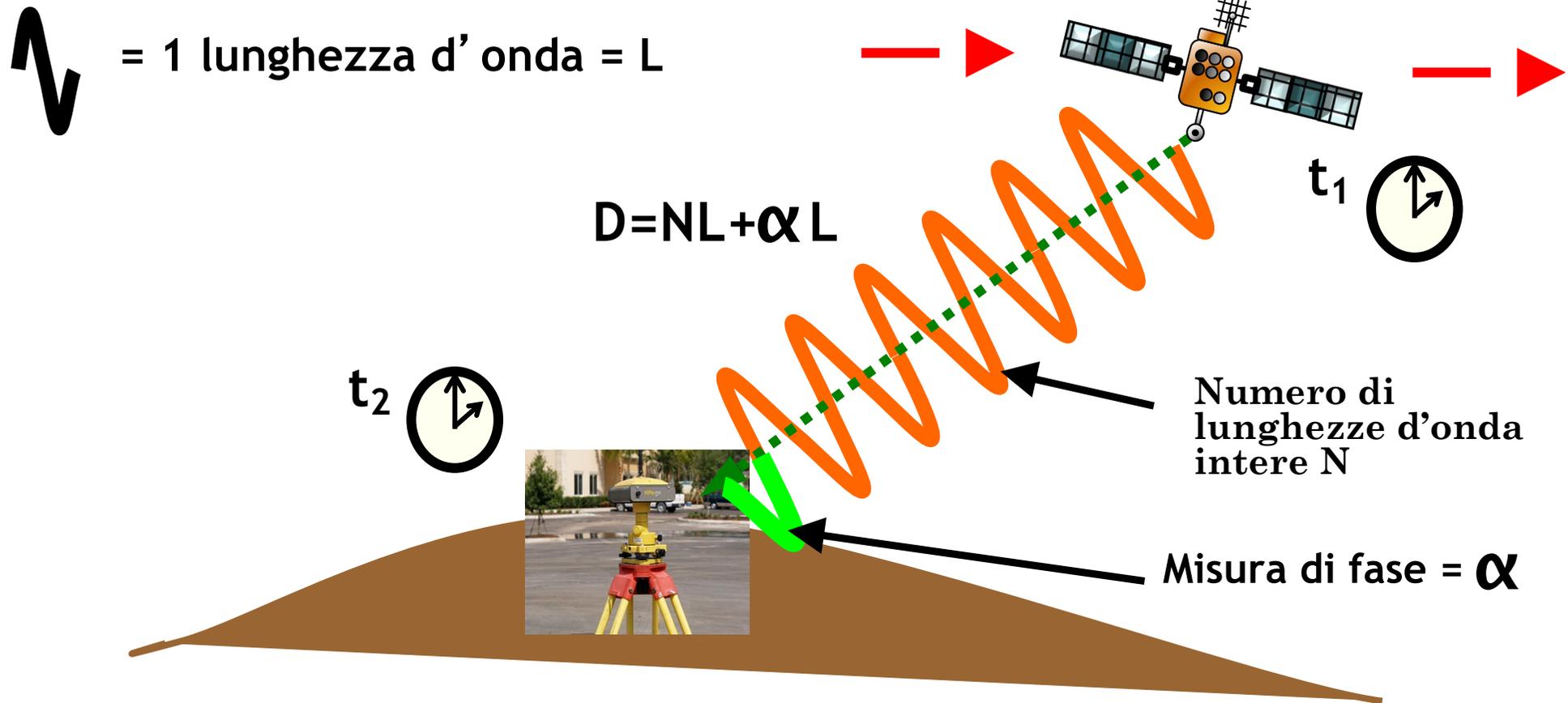
La misure con il codice: il pseudorange

- Sono misure di distanza (D) tra il satellite e antenna
- **PSEUDO** perché il satellite e ricevitore non hanno gli orologi sincronizzati



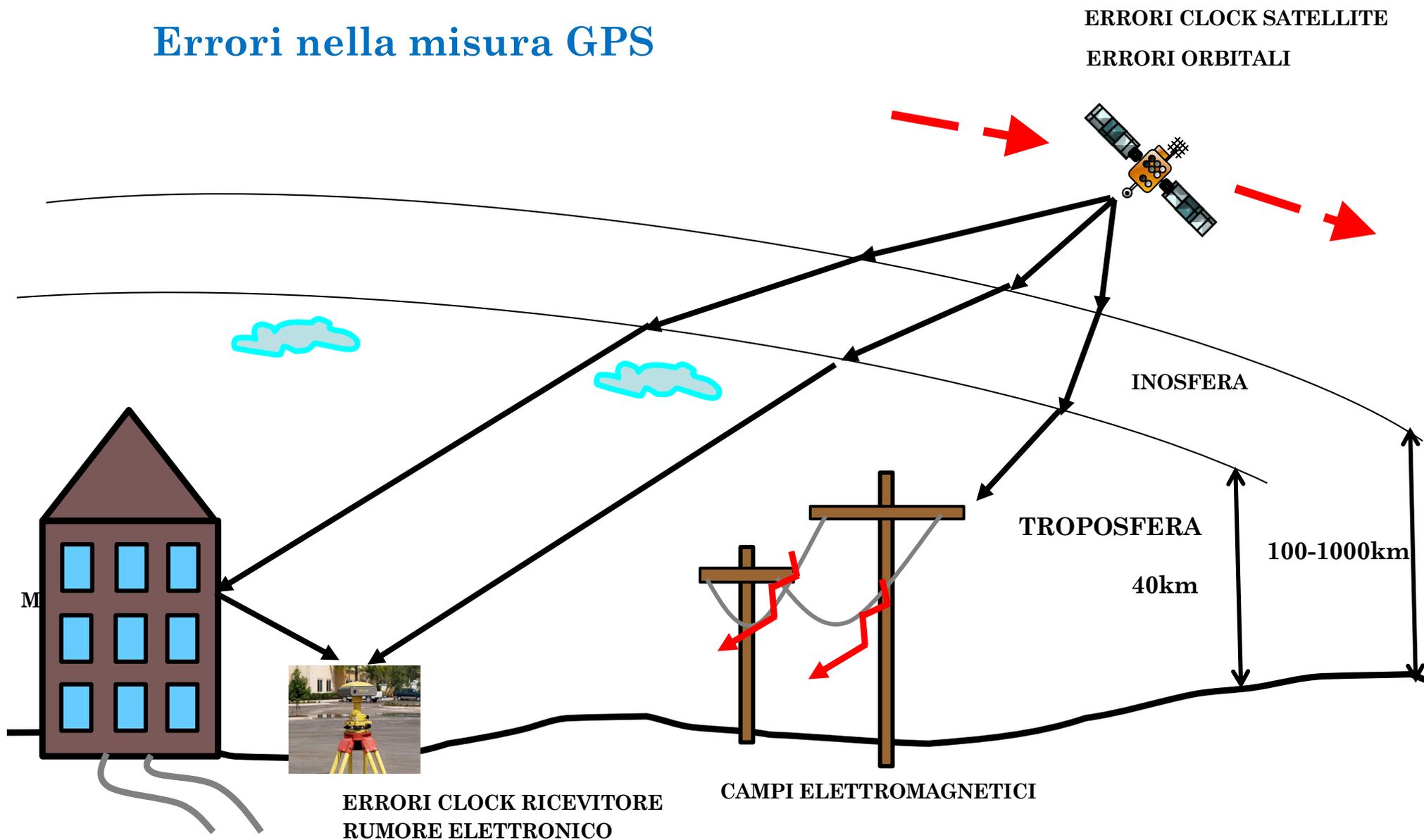
Le misure di fase: l'ambiguità intera

- La distanza è quindi formata da due contributi:
 1. la misura di fase α
 2. N (incognito) numero di lunghezze d'onda intere = **AMBIGUITA'**
- la fase viene misurata dallo strumento, N viene stimata dai programmi di elaborazione dei dati.



ERRORI NELLE MISURE

Errori nella misura GPS



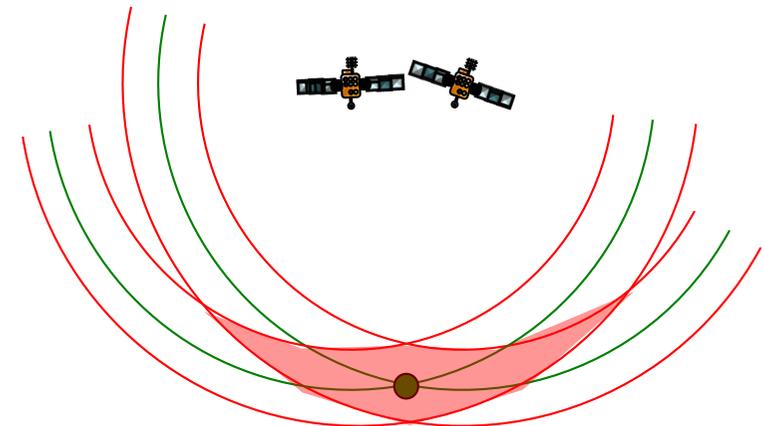
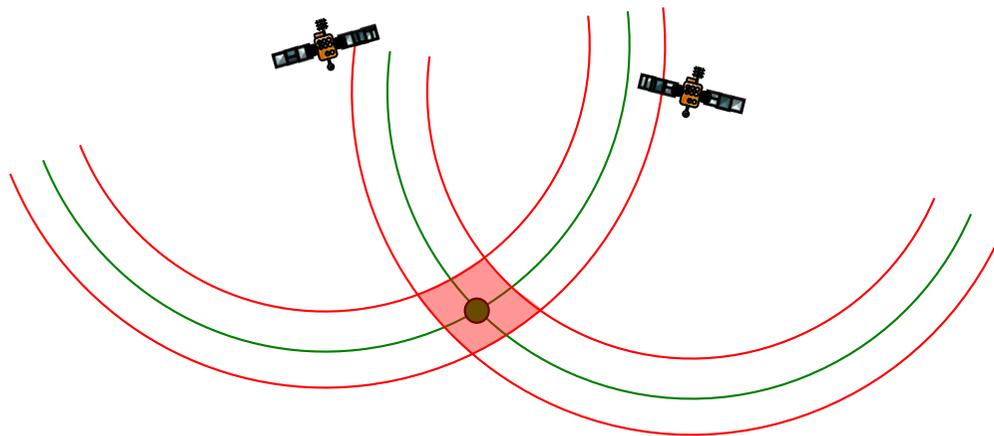
DOP=Dilution of Precision

GDOP = Geometric Dilution of Precision

- Misura la bontà geometrica della configurazione satellitare o **SKY PLOT**
- Si può scomporre in:
 - PDOP Positioning Dilution of Precision
 - HDOP Horizontal Dilution of Precision
 - VDOP Vertical Dilution of Precision
 - TDOP Time Dilution of Precision

DOP	VALUTAZIONE
<1	ideale
1-2	ottima
2-5	buona
5-10	moderata
10-20	scarsa
>20	insufficiente

$$\text{ERRORE DI POSIZIONE} = \text{HDOP} * \text{UERE}$$



User equivalent range error

Precise error model, dual-frequency, P(Y) code

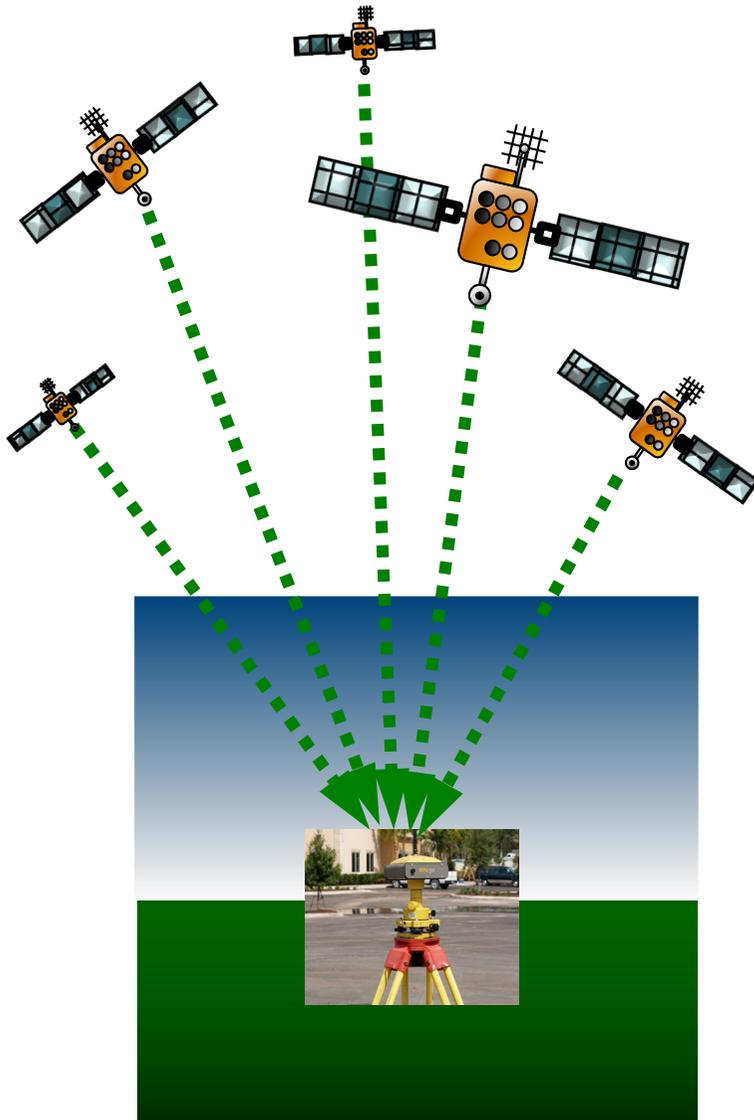
Error source	One-sigma error, m			DGPS
	Bias	Random	Total	
Ephemeris data	2.1	0.0	2.1	0.0
Satellite clock	2.0	0.7	2.1	0.0
Ionosphere	1.0	0.5	1.2	0.1
Troposphere	0.5	0.5	0.7	0.1
Multipath	1.0	1.0	1.4	1.4
Receiver measurement	0.5	0.2	0.5	0.5
<hr/>				
User equivalent range error (UERE), rms*	2.6	1.5	3.0	1.5
Filtered UERE, rms	2.6	0.4	2.6	1.4
<hr/>				
Vertical one-sigma errors--VDOP= 2.5			6.5	3.7
Horizontal one-sigma errors--HDOP= 2.0			5.2	3.0

TIPI DI POSIZIONAMENTO

Modalità di posizionamento GPS

- **Statici:**
 - **Posizionamento assoluto**
 - **Posizionamento relativo**
- **In tempo reale:**
 - **RT-PPP**
 - **RTK**

Posizionamento assoluto (ricevitore Stand-alone o autonomo)

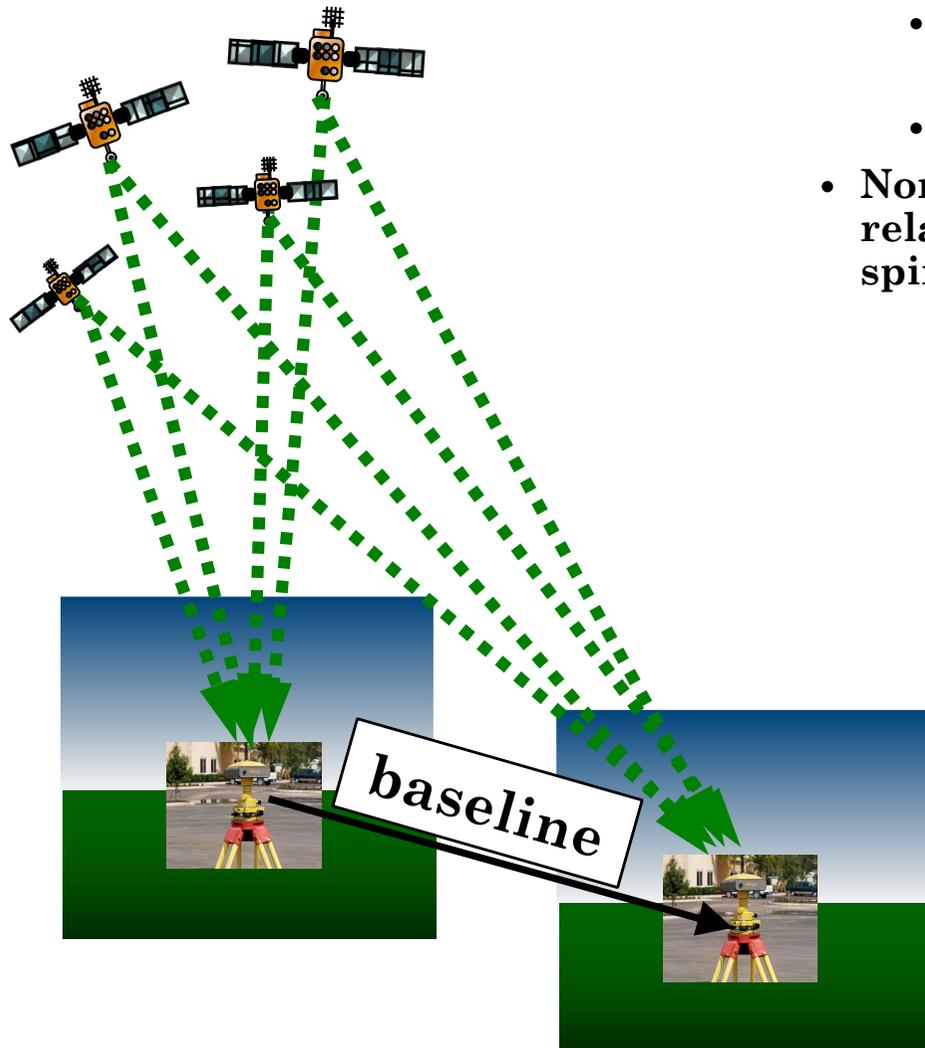


- Solo le misure di codice possono essere utilizzate per determinare la posizione assoluta in tempo reale.
- Le misure di fase richiedono il calcolo dell'ambiguità intera di fase, per la quale sono necessarie più acquisizioni e quindi non è possibile eseguire misure in tempo reale.
- Precisioni tipiche del posizionamento assoluto in tempo reale:
 - con codice **C/A** l'incertezza è di circa ± 30 m
 - con codice **P** l'incertezza è circa $\pm 3-5$ m

precisione metrica

Posizionamento relativo (due ricevitori)

- Combinando le misure di fase acquisite contemporaneamente da 2 ricevitori, si possono:
 - Eliminare gli errori di orologio
 - Ridurre l'effetto degli errori spazialmente correlati (ionosfera e troposfera)
 - Risolvere le ambiguità intere di fase
- Non si ottengono più le coord. assolute bensì quelle relative di un punto rispetto all'altro con precisioni spinte e bassi tempi di stazionamento.



TECNICHE DI DIFFERENZIAZIONE:

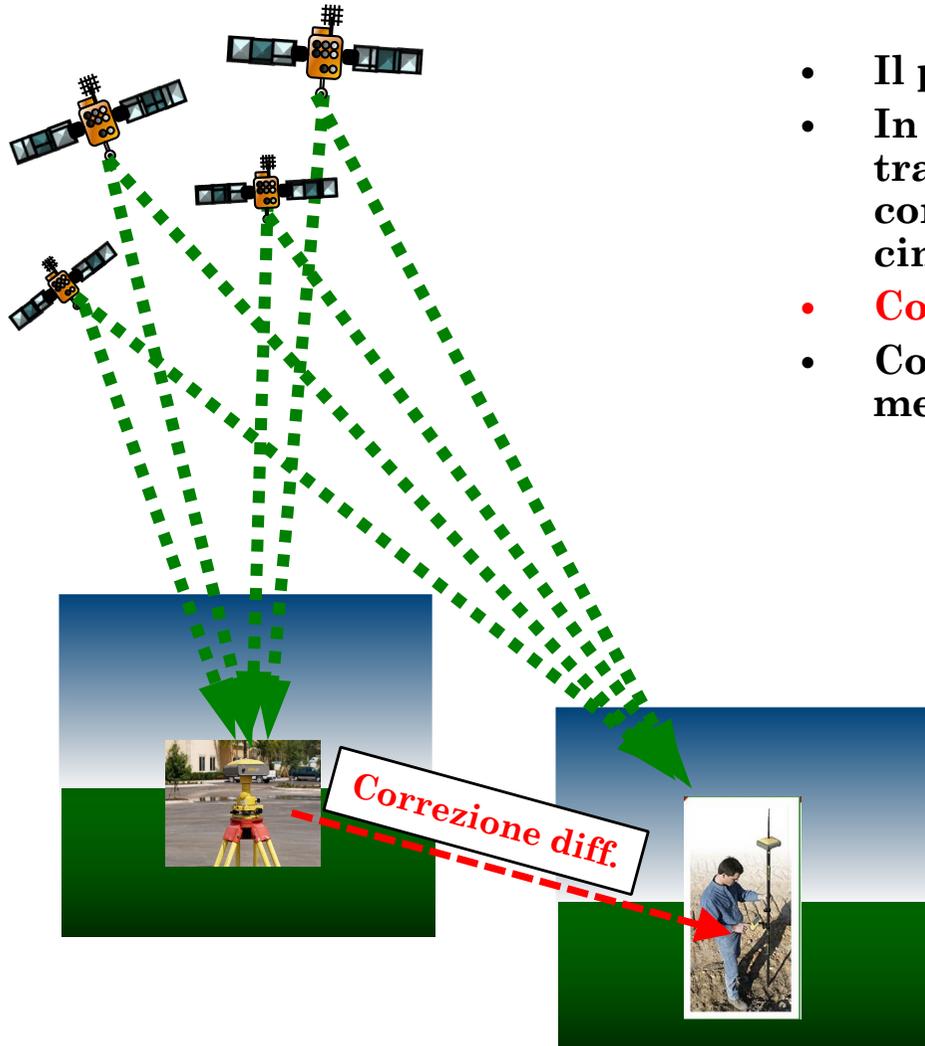
- **Doppie differenze** per eliminare gli offset degli orologi dei satelliti e dei ricevitori.
- **Triple differenze**, per la stima delle ambiguità.
- Combinazioni **LC** di L1 ed L2, riducono l'effetto della ionosfera.
- Combinazioni **Wide-lane** e **Narrow-lane** per la stima delle ambiguità intere.

**precisione centimetrica e
sub-centimetrica**

Caratteristiche e precisioni del Posizionamento relativo con misure di fase

Metodo	Tempo di misura	Lunghezza Basi	Precisione	Rate [s]	Applicazione	Note
Statico	>30 min 1 ora 3-4 ore variabile	10km 20-30min > 100km	10^{-6} - 10^{-8}	15-60	Reti inquadramento alta precisione	Doppia frequenza se con basi maggiori di 15-20km
Statico-rapido	20-30min (L1) 6-8min (L1+L2)	<10-15km	10^{-6}	5-15	Reti inquadramento e raffittimento	Necessitano di buona configurazione satellitare
Cinematico Stop and go	< 1min (almeno 2 epoche)	Qualche km (<10)	Cm	1-5	Punti fiduciali, rilievo di dettaglio	Richiede contatto continuo con satelliti. Inizializzazione: - Fino a 30min L1 - 5-6min L1+L2 - Al volo (OTF) L1+L2
Cinematico continuo	Continuo	Qualche km	Cm	1-5 20Hz	Traiettorie, monitoraggi continui	Come stop and go

Posizionamento differenziale in tempo reale (due ricevitori)



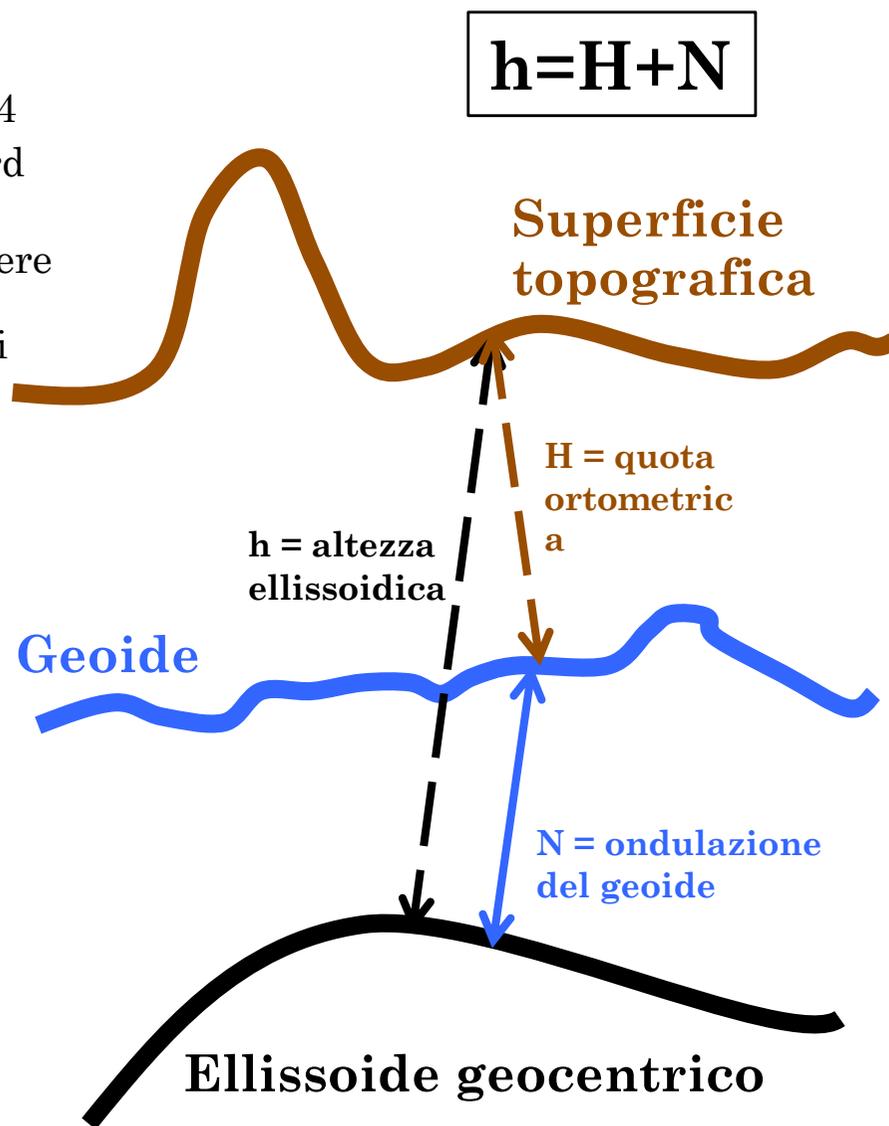
- Il principio è lo stesso del posizionamento relativo
- In questo caso un ricevitore fisso (master) trasmette via radio (o modem GSM o Internet) le correzioni per un ricevitore mobile (modalità cinematica)
- **Con misure di fase: RTK (precisione 3-4 cm)**
- Con misure di codice: DGPS (precisione sub-metrica)

precisione centimetrica

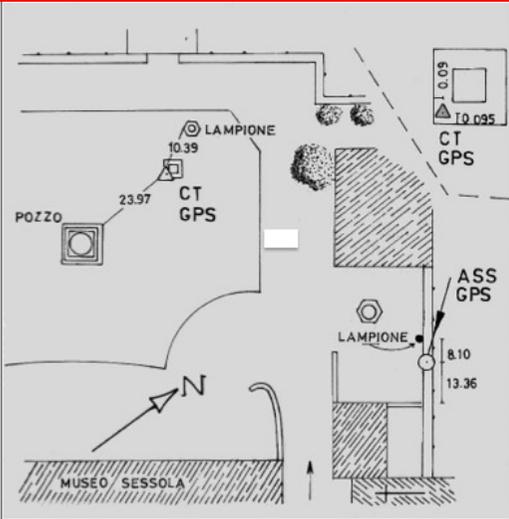
I SISTEMI DI RIFERIMENTO E LA QUOTA (ACCENNI)

Inquadramento plano-altimetrico

- Il rilievo GPS è riferito all'ellissoide geocentrico WGS84
- La cartografia italiana è riferita all'ellissoide di Hayford orientato a Roma Monte Mario (Roma40)
- Per inquadrare un rilievo in modo rigoroso devo includere nella rete almeno 3 punti misurati nei due sistemi e calcolare una roto-traslazione 3D (7 parametri), che poi posso applicare agli altri punti
- Il rilievo GPS fornisce le altezze ellissoidiche
- In cartografia vengono usate le quote ortometriche
- Per il passaggio dalle prime alle seconde è necessario conoscere il valore dell'ondulazione del geoide
- Modello nazionale del geoide (ITALGEO99)
- Calcolo dell'ondulazione in punti di cui si conosce sia la quota ortometrica che quella ellissoidica, quindi interpolazione dell'ondulazione per i punti restanti



MONOGRAFIE IGM

		ÚDINE (Castello)		025801	066 sez II	025 IISO																				
Nazione: ITALIA Provincia: UDINE Comune: UDINE Carabinieri: UDINE		Proprietà: Comune di Udine Indirizzo: Via Lionello, 1 Comune: UDINE Cap: 33100 Tel: 04322711 Fax: Provincia: UDINE																								
Materializzazione: Centrino di tipo "GPS C" infisso sul cordolo in pietra del tombino di ispezione al sottostante serbatoio dell'acquedotto (non visibile), nel giardino del castello di Udine.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Geografiche (Roma40)</th> <th>Plane (Gauss-Boaga)</th> <th>Geograf. (ETRF2000)</th> <th>Plane (UTM-ETRF2000)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>φ: 46°03'51" N</td> <td>φ: 46°03'53" N</td> <td>φ: 46°03'53" N</td> <td>φ: 46°03'53" N</td> </tr> <tr> <td>λ: 00°46'59" E</td> <td>λ: 13°14'07" E</td> <td>λ: 13°14'07" E</td> <td>λ: 13°14'07" E</td> </tr> <tr> <td>Quota s.l.m.: 14</td> <td>Quota ell.: 18</td> <td>Quota ell.: 18</td> <td>Quota ell.: 18</td> </tr> <tr> <td>N: 5.102.79</td> <td>E: 2.383.53</td> <td>N: 5.102.77</td> <td>E: 363.52</td> </tr> </tbody> </table>					Geografiche (Roma40)	Plane (Gauss-Boaga)	Geograf. (ETRF2000)	Plane (UTM-ETRF2000)	φ: 46°03'51" N	φ: 46°03'53" N	φ: 46°03'53" N	φ: 46°03'53" N	λ: 00°46'59" E	λ: 13°14'07" E	λ: 13°14'07" E	λ: 13°14'07" E	Quota s.l.m.: 14	Quota ell.: 18	Quota ell.: 18	Quota ell.: 18	N: 5.102.79	E: 2.383.53	N: 5.102.77	E: 363.52
Geografiche (Roma40)	Plane (Gauss-Boaga)	Geograf. (ETRF2000)	Plane (UTM-ETRF2000)																							
φ: 46°03'51" N	φ: 46°03'53" N	φ: 46°03'53" N	φ: 46°03'53" N																							
λ: 00°46'59" E	λ: 13°14'07" E	λ: 13°14'07" E	λ: 13°14'07" E																							
Quota s.l.m.: 14	Quota ell.: 18	Quota ell.: 18	Quota ell.: 18																							
N: 5.102.79	E: 2.383.53	N: 5.102.77	E: 363.52																							
Accesso:																										
Informazioni ausiliarie: La piazza è aperta dalle 8.00 alle 19.00. Per ulteriori informazioni rivolgersi al Direttore del Museo Sessola.		Istituzione: Istituto Geografico Militare - Servizio Geodetico - via di Novoli, 93 - 50127 FIRENZE Servizio Geografico Militare - Servizio Geodetico - via di Novoli, 93 - 50127 FIRENZE IGM 95 ETRF2000																								
Vertici collegati: R 0036# ## 040P Circolo inciso DH = <input type="text"/> I025245 (FE DN = <input type="text"/> DE = <input type="text"/>)		Punto di integrazione (geotrav, etc.) Con quota derivata da caposaldo di livellazione (Rate Fond) Produttore: IGM Stazioni astronomiche:																								
Segnalizzato: 29/04/1993 G1B-1993 Cart. Bartolini Simone Ultimo intervento: 16/05/2000 CF1-2000 Cart. Bartolini Simone		A ssociati (vedi schede) (2002-2009) musolinoandrea@hotmail.com																								
Questa scheda è di proprietà dell'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE. È vietata la copia e la divulgazione non autorizzata. Stampata il 20/08/2009																										

- COORDINATE:**
- GEOGRAFICHE WGS84
 - PIANE UTM
 - QUOTA ELLISSOIDICA
 - GEOGRAFICHE ROMA40
 - PIANE GAUSS-BOAGA
 - QUOTA S.L.M

Software per la conversione tra sistemi di coordinate e sistemi di riferimento

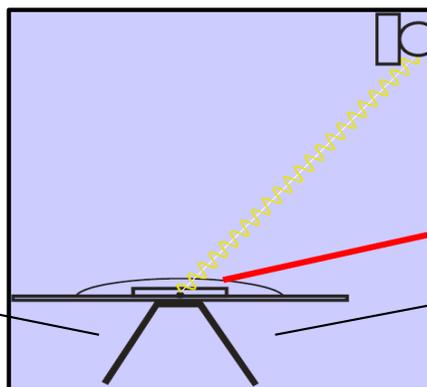
- **Cartlab1:** <https://www.professionearchitetto.it/wiki/programmi-di-topografia/>
 - Trasformazioni di coordinate: geografiche, piane, cartesiane.
 - Trasformazioni tra sistemi di riferimento WGS84/ETRS, ED50, ROMA40.
 - Limitato a 1 punto.
 - Conversione altezza ellissoidica, quota ortometrica non supportata.
- **ConveRgo:** https://www.cisis.it/?page_id=3214
 - Trasformazioni di coordinate: geografiche, piane.
 - Trasformazioni tra sistemi di riferimento WGS84/ETRS, ED50, ROMA40.
 - Nessuna limitazione sul numero dei punti
 - Conversione altezza ellissoidica, quota ortometrica supportata con grigliati di Verto.
- **Verto On Line:** <https://www.igmi.org/it/descrizione-prodotti/elementi-geodetici-1/verto-on-line>
 - Trasformazioni di coordinate: geografiche, piane.
 - Trasformazioni tra sistemi di riferimento WGS84/ETRS, ED50, ROMA40.
 - Nessuna limitazione sul numero dei punti
 - A pagamento e protetto con chiave hardware (più versioni disponibili 1, 2k e 3k).
 - Conversione altezza ellissoidica, quota ortometrica supportata con grigliati di Verto.

LA STRUMENTAZIONE GNSS

Strumentazione



Antenna geodetica



Centro di fase



Antenna Choke Ring



Ricevitore palmare per applicazioni Rover



Ricevitore da stazione permanente o Master



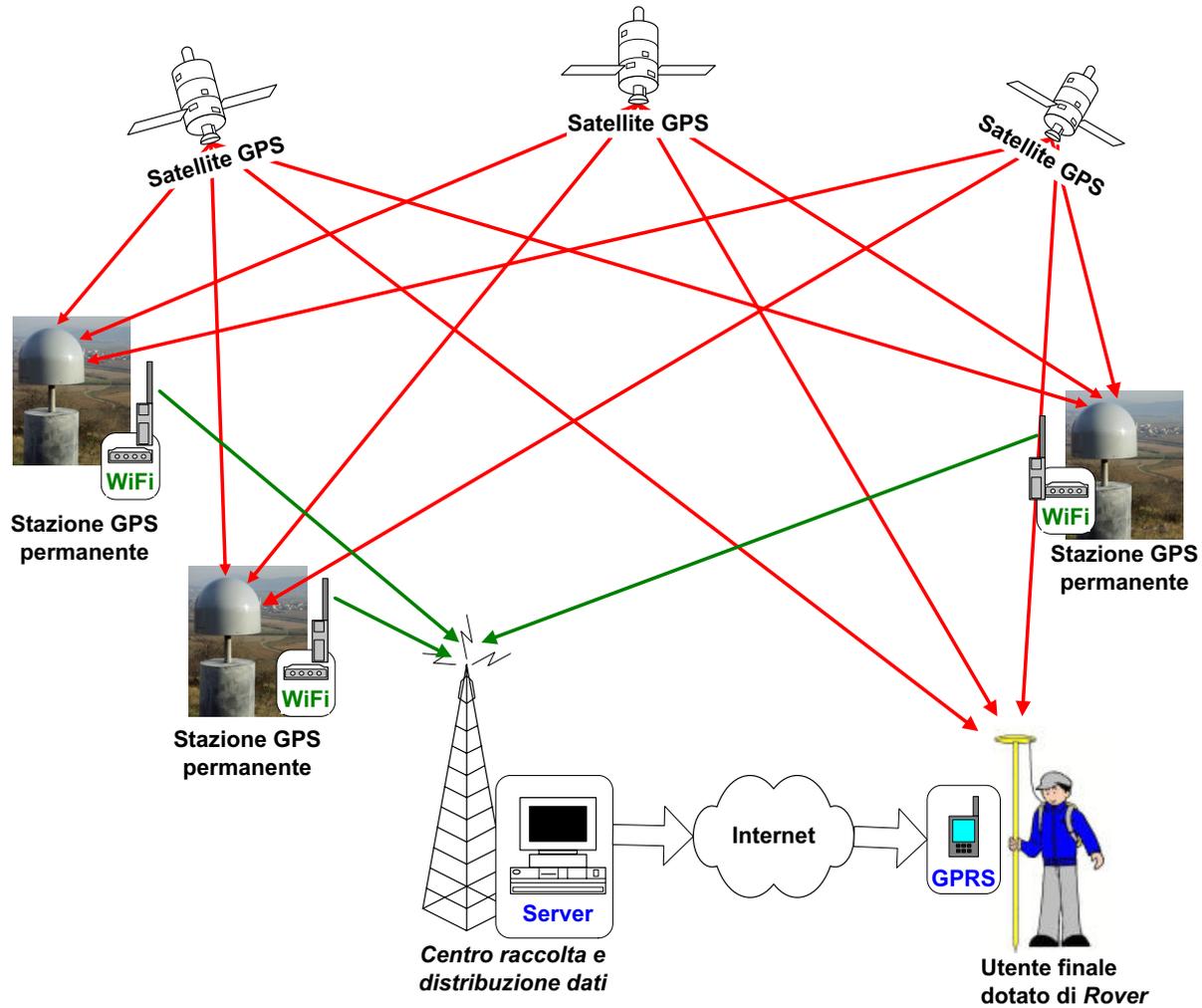
Ricevitore ibrido

RIFERIMENTI

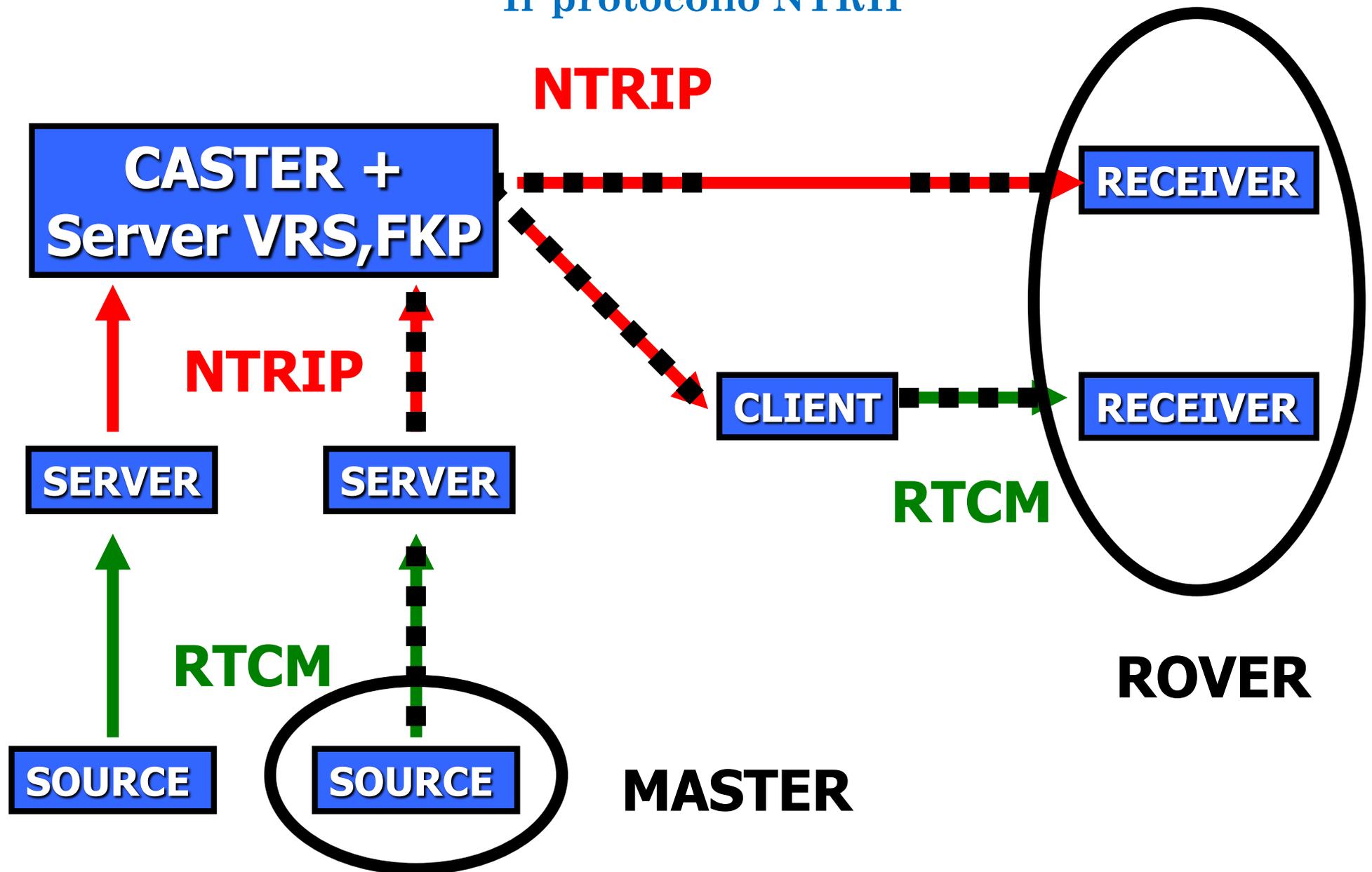
- **Alberto Cina, GPS Principi, modalità e tecniche di posizionamento, Celid, maggio 2000**
- **Alberto Cina, Trattamento delle misure topografiche, Teoria ed esercizi, Celid, ottobre 2002**
- **Ludovico Biagi, I fondamenti del GPS, Geomatics Workbooks, Vol. 8, 2009 ISSN 1591-092X**
- **Laura Baratin, Vittorio Grassi, TOPOGRAFIA TEORIA APPLICAZIONI ESERCIZI, Pitagora Editrice 2010**
- **<http://www.navipedia.net>**

**RETI DI STAZIONI
PERMANENTI E RELATIVI
SERVIZI**

Reti permanenti GNSS



Il protocollo NTRIP



ACCESSO AI SERVIZI

- **GNCASTER: servizio di correzioni differenziali**
 - **Indirizzo IP: 158.110.30.81**
 - **Porta: 2110**
 - **Utente: ????**
 - **Passwd: ????**
- **GNTracking: servizio web per il monitoraggio real time di rete e servizio**
 - **Indirizzo IP: 158.110.30.81**
 - **Porta: 8080**
 - **Utente: ????**
 - **Passwd: ????**
- **GNWEB: servizio web per la distribuzione dei file RINEX e VIRTUAL RINEX**
 - **Indirizzo IP: 158.110.30.81**
 - **Porta: 8080**
 - **Utente: ????**
 - **Passwd: ????**

Mountpoints: <http://158.110.30.81:2110>

Caster	Mountpoint	Identifier / Description	Format	Format Details (Rate)	Carrier Phase	GNSS	Network	Country Code	Position	NMEA	Solution
2110	AUS_GUMM	AUS_GUMM	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	AUS	AUS	46.66°N 13.77°E	N	Single base
2110	AUS_KLAG	AUS_KLAG	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	AUS	AUS	46.62°N 14.31°E	N	Single base
2110	AUS_OCHS	AUS_OCHS	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	AUS	AUS	46.94°N 13.21°E	N	Single base
2110	AUS_SILL	AUS_SILL	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	AUS	AUS	46.75°N 12.43°E	N	Single base
2110	OGS_ACOM	OGS_ACOM	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.55°N 12.51°E	N	Single base
2110	OGS_AFAL	OGS_AFAL	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.55°N 12.51°E	N	Single base
2110	OGS_CANV	OGS_CANV	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.55°N 12.51°E	N	Single base
2110	OGS_CODR	OGS_CODR	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.96°N 12.98°E	N	Single base
2110	OGS_FUSE	OGS_FUSE	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.41°N 13.00°E	N	Single base
2110	OGS_GRDO	OGS_GRDO	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.68°N 13.38°E	N	Single base
2110	OGS_JOAN	OGS_JOAN	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.18°N 13.42°E	N	Single base
2110	OGS_LOGA	OGS_LOGA	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.28°N 12.30°E	N	Single base
2110	OGS_MDEA	OGS_MDEA	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.92°N 13.44°E	N	Single base
2110	OGS_MGBU	OGS_MGBU	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.90°N 11.78°E	N	Single base
2110	OGS_MPRA	OGS_MPRA	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.24°N 12.99°E	N	Single base
2110	OGS_NOVE	OGS_NOVE	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.67°N 12.59°E	N	Single base
2110	OGS_PAZO	OGS_PAZO	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.81°N 13.05°E	N	Single base
2110	OGS_PMNT	OGS_PMNT	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.41°N 13.44°E	N	Single base
2110	OGS_SUSE	OGS_SUSE	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.86°N 12.21°E	N	Single base
2110	OGS_TOLS	OGS_TOLS	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.40°N 13.01°E	N	Single base
2110	OGS_TRIE	OGS_TRIE	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	45.71°N 13.77°E	N	Single base
2110	OGS_UDI1	OGS_UDI1	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.04°N 13.25°E	N	Single base
2110	OGS_UDI2	OGS_UDI2	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.53°N 12.17°E	N	Single base
2110	OGS_VALS	OGS_VALS	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.23°N 12.81°E	N	Single base
2110	OGS_VARM	OGS_VARM	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.46°N 12.56°E	N	Single base
2110	OGS_VRS	OGS_VRS	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.00°N 13.00°E	Y	Network
2110	OGS_VRS_GG	OGS_VRS_GG	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.00°N 13.00°E	Y	Network
2110	OGS_ZOU3	OGS_ZOU3	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.56°N 12.97°E	N	Single base
2110	OGS_ZOUF	OGS_ZOUF	RTCM 3.x		L1 L2	GNSS	FReDNet	ITA	46.56°N 12.97°E	N	Single base

SOLUZIONI DA SINGOLA STAZIONE

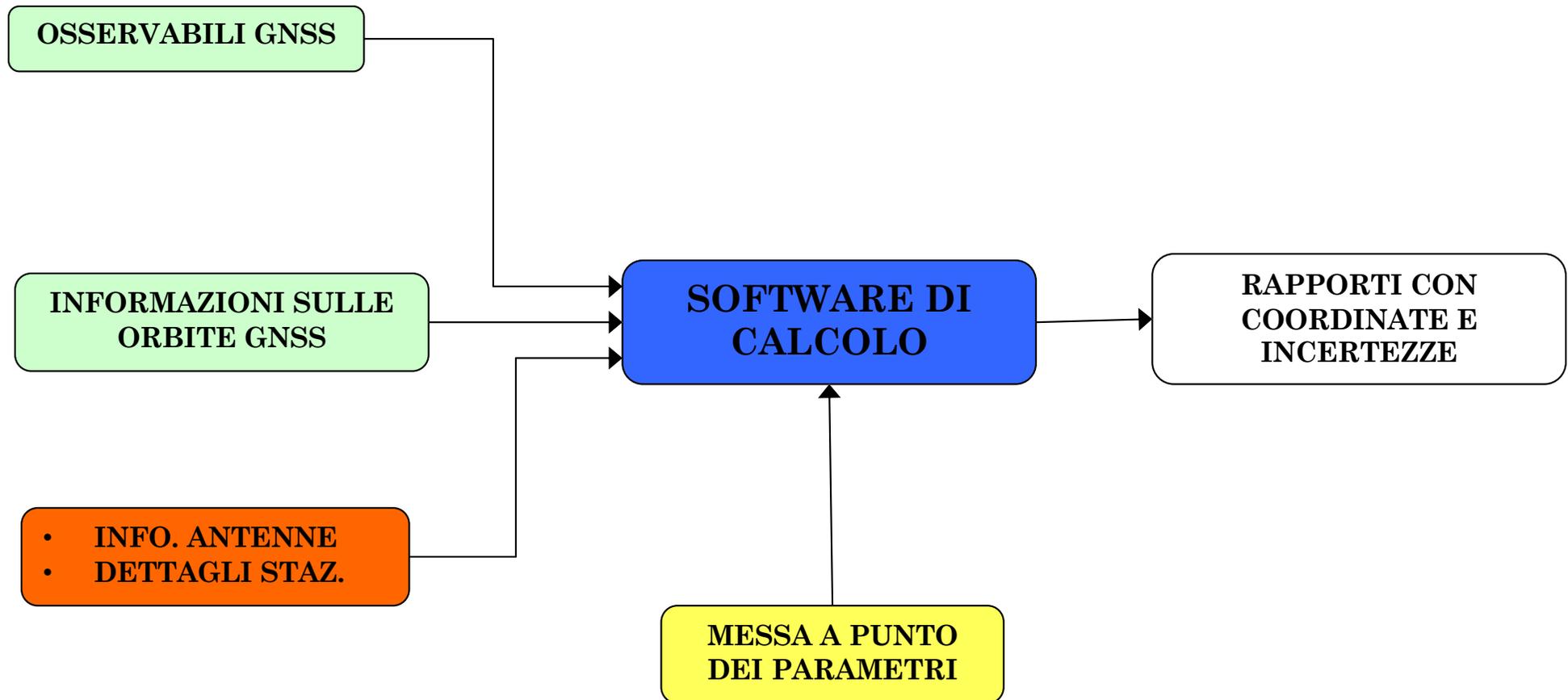
SOLUZIONI DI RETE

POST-PROCESSING: CARATTERISTICHE E FUNZIONALIA'

CARATTERISTICHE E METODO

1. Il post processo si applica a rilievi acquisiti in posizionamento relativo.
2. Sono necessarie, per ogni punto del rilievo, le registrazioni (dette anche **osservabili** o **osservazioni**) di **fase** e consigliate anche quelle di codice.
3. Sono necessarie le informazioni relative alle orbite dei satelliti
 - a. navigazionali (file brdc) che contengono i parametri delle orbite
 - b. traiettorie delle orbite (file sp3)
4. le registrazioni devono essere eseguite **in contemporanea** su uno o più punti di coordinate note e sui punti ignoti sede del rilievo.
5. Sono consigliate più misurazioni (almeno un paio) in periodi di tempo diversi e, se possibile, con strumenti diversi (**ripetibilità**).
6. E' necessario un software per l'elaborazione del dato che possibilmente sia dotato di un motore per la **compensazione** dei risultati.
7. Oltre alle registrazioni del rilievo sono necessari uno o più insiemi di dati e informazioni per **migliorare la qualità** del risultato:
 - a. Fogli di campagna e/o log sheet per la descrizione degli stazionamenti (ad esempio in formato **EARTHSCOPE ex. UNAVCO**)
 - b. Descrizione dei centri di fase delle antenne (file in formato ANTEX ANTenna EXchange format di **IGS**)
 - c. Monografie dei punti di coordinate note (ad esempio quelle **IGM**).

LO SCHEMA DI LAVORO



SOFTWARE DI CALCOLO

- GAMIT/GLOBK gratuito per enti pubblici e ricerca
<http://www-gpsg.mit.edu/gg/>
- GipsyX gratuito per enti pubblici e ricerca
<https://gipsyx.jpl.nasa.gov/>
- Bernese: a pagamento
<https://www.bernese.unibe.ch/>
- LGO: Leica Geo Office a pagamento
<https://leica-geosystems.com/it-it/rugbycl/archive-data/software/leica-geo-office>
- TGO: Trimble Geomatics Office a pagamento
<https://forms.trimble.com/>
- Carlson SurveyGNSS a pagamento
<https://www.carlsonsw.com/product/carlson-surveygnss>
- EZSURV GNSS POST-PROCESSING a pagamento
<https://pentaxsurveying.eu.com/en/index.php/products/post-processing-software/ezsurv/>
- **TTOOLS: Topcon Tools a pagamento (demo 5 punti) ora MAGNET Office Tools**
<http://www.topconsupport.com/>
- **RTKLIB gratuito e multiplatforma**
<http://www.rtklib.com/>

SERVIZI DI CALCOLO SUL WEB

- OPUS: <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/#>
solo con stazioni permanenti NGS a meno di 250/400Km
- SCOUT: <http://sopac-old.ucsd.edu/scout.shtml>
ATTIVO
- AUSPOS: <https://gnss.ga.gov.au/auspos>
ATTIVO
- APPS: <https://pppx.gdgps.net/>
ATTIVO
- GAPS: <http://gaps.gge.unb.ca/>
ATTIVO
- CRS-PPP: <http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php>
ATTIVO
- magic-GNSS: <http://magicgnss.gmv.com/ppp/>
ATTIVO
- TrimbleRTX: <http://www.trimblertx.com/UploadForm.aspx>
ATTIVO
Supporta ETRF2000 e ETRS89

OSSERVABILI GNSS

- Sono file con le registrazioni dei dati GNSS
 - L1, L2, C/A, P, DOPPLER, S/N
 - NAVIGAZIONALI
- Sono in formato proprietario e possono essere convertiti nel formato universale RINEX con gli appositi tool:
 - **teqc** (a linea di comando, quasi universale, **DISMESSO**)
 - **Winteqc** (front-end grafico di teqc, **DISMESSO**)
 - **tps2rin** (Topcon)
 - **static2rinex** (Stonex)
 - ...

RINEX (Receiver INdependent EXchange Format)

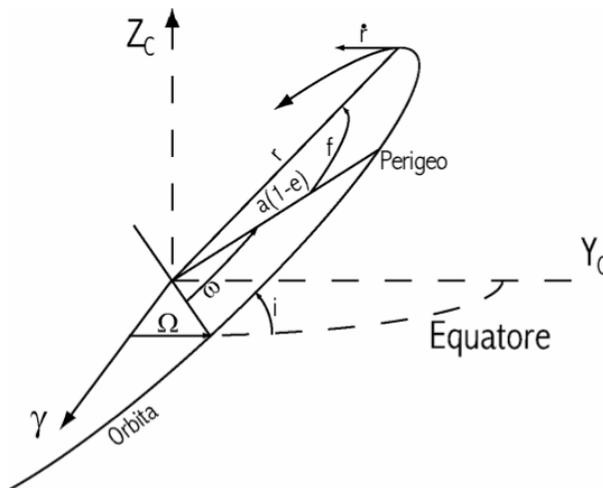
<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/rinex210.txt>

HEADER

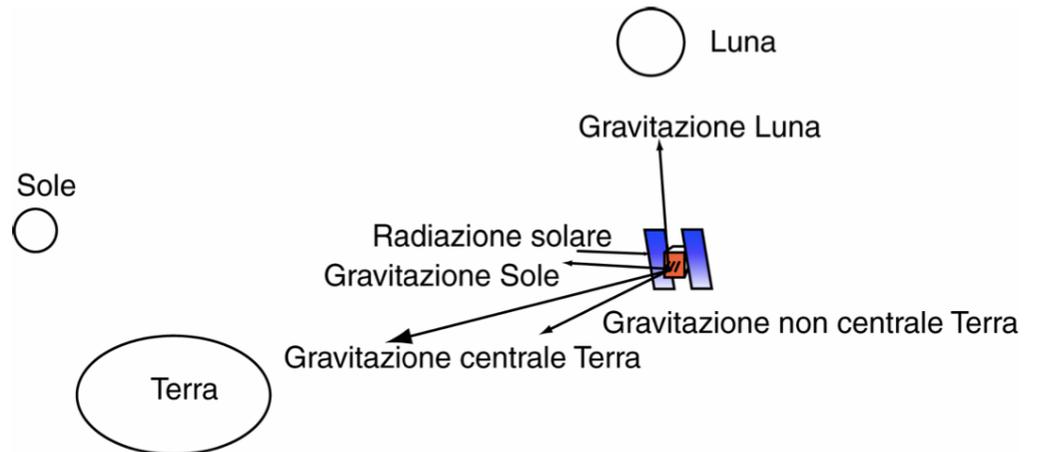
2.10	OBSERVATION DATA	M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
Assistant 1.0		08-04-15 13:54	PGM / RUN BY / DATE
G = GPS R = GLONASS C = BEIDOU S = SBAS			COMMENT
Signal Strength values S1,S2 are in dBHz			COMMENT
codr100			MARKER NAME
			MARKER NUMBER
			OBSERVER / AGENCY
STNS84322014	Stonex S9	S8-140716V1.14	REC # / TYPE / VERS
0	STXS8PX003		ANT # / TYPE
4327654.7329	996754.7113	4562815.9343	APPROX POSITION XYZ
1.0898	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
8 C1 L1 D1 S1 P2 L2 D2 S2			# / TYPES OF OBSERV
1 1			WAVELENGTH FACT L1/2
1.000			INTERVAL
2015 04 08 10 27 57.0000000		GPS	TIME OF FIRST OBS
2015 04 08 11 27 57.0000000		GPS	TIME OF LAST OBS
16			LEAP SECONDS
*** Above antenna height is from mark to PHASE CENTER.			COMMENT
			END OF HEADER
15 4 8 10 27 57.0000000	0 13605607610613620628630R02R03R04R12R13	0.00000000	
	R14	0.00000000	
20951210.518 8 110099352.049 8		-30.357 8	51.330 20951209.464 8
85791699.874 8		-23.654 8	49.228

- OSSERVABILI (file *.[YY]o)
- NAVIGAZIONALI (file *.[YY]n, *.[YY]g)

LE ORBITE DEI SATELLITI, I FILE NAVIGAZIONALI E I FILE DELLE ORBITE



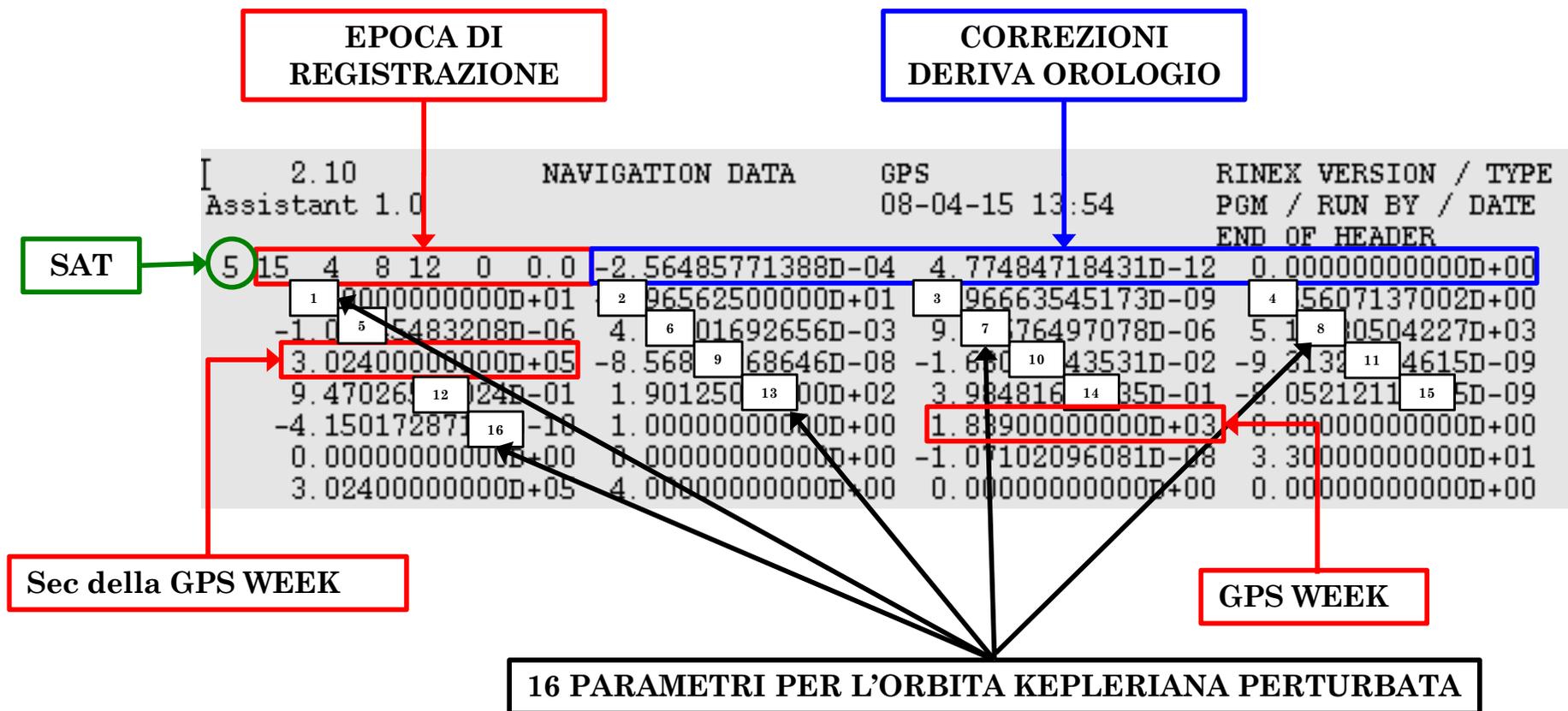
ORBITA KEPLERIANA = 6 PARAMETRI:
i : inclinazione dell'orbita
 Ω : ascensione retta del nodo ascendente
 ω : argomento del perigeo,
T0 : epoca di passaggio per il perigeo;
a : semiasse maggiore dell'orbita.
e : eccentricità dell'orbita.



ORBITA KEPLERIANA + PERTURBAZIONI
16 PARAMETRI

- FILE RINEX NAVIGAZIONALI (BRDC)
- FILE DELLE ORBITE (SP3)

I FILE RINEX NAVIGAZIONALI



I rimanenti parametri sono relativi a:

- Stato di salute del satellite
- Accuratezza del satellite
- Parametri ionosferici
- Almanacco (info orbitali approx. di altri satelliti GPS **12.5min**)
- FLAG varie

LE ORBITE PRECALCOLATE

SONO TRAIETTORIE PRECALCOLATE A
INTERVALLI REGOLARI (15min)

- GNSS: <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/>
 - Orbite ultrarapide ogni 6 ore (igu)
 - Orbite rapide con ritardo di 17 ore (**igr**)
 - Orbite finali con ritardo di 12 giorni (**igs**)
- GLONASS: <https://cddis.nasa.gov/archive/glonass/products/>
 - Orbite per l'RTK
 - Orbite finali con ritardo di 12-18 giorni (**igs**)