

Fonti di dati e posizionamento GPS

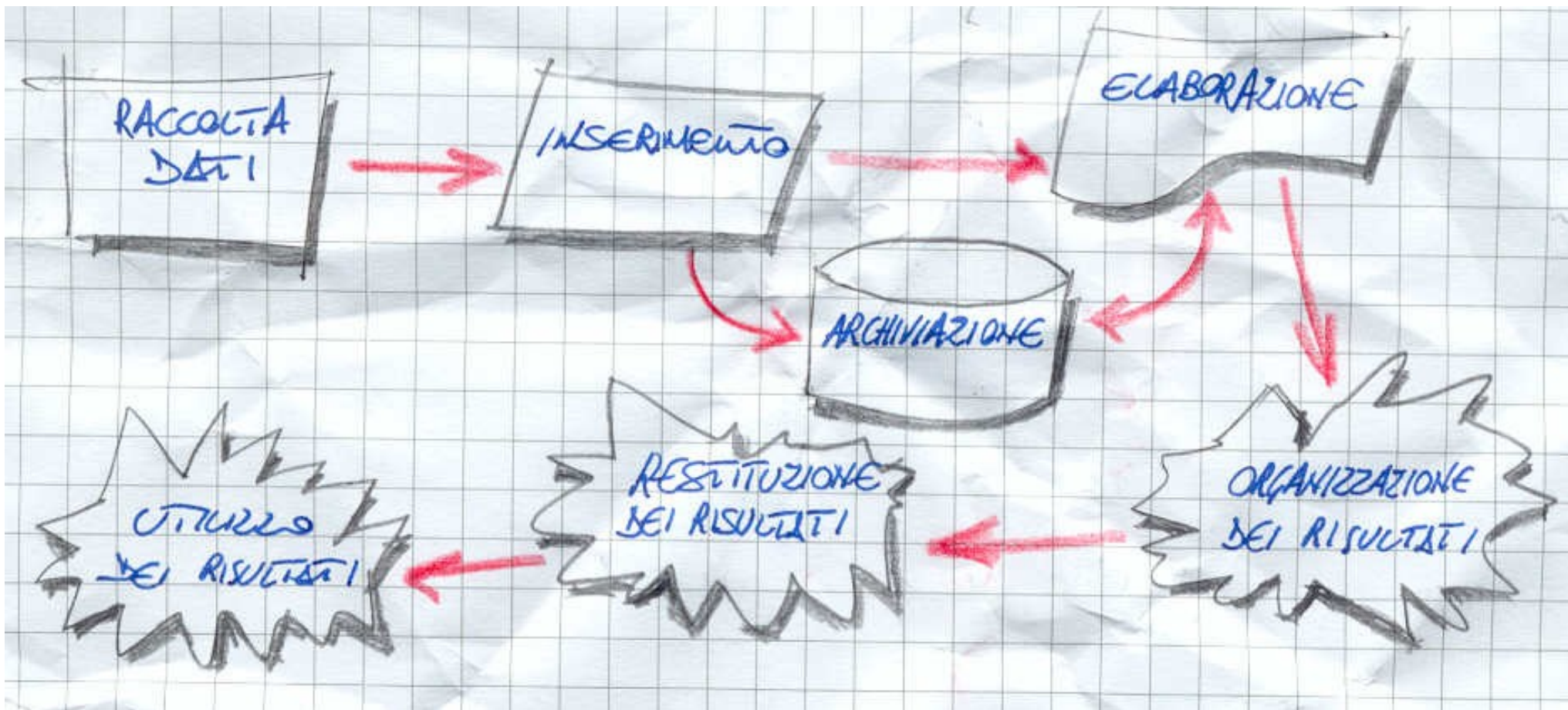


Damiano G. Preatoni (prea@uninsubria.it)
Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate
Università degli Studi dell'Insubria



- GIS: strumento per l'**integrazione**
- Fonti di dati eterogenee:
 - Multisorgenza
 - Interoperabilità
- Il costo delle operazioni di raccolta ed integrazione dei dati di base è solitamente molto maggiore del costo di *hardware* e *software*

Dove (e come) reperire i "dati di base"?



Approccio “democratico”

- Il contribuente *ha già pagato* i dati. Devono essere pertanto distribuiti a costi contenuti (spese di riproduzione), in analogia con la cartografia cartacea.

Libera circolazione dei dati, miglioramento di un'unica base cartografica comune.

Approccio “burocratico”

- L'utente finale sostiene il costo dell'intero ciclo produttivo. I costi (elevatissimi) limitano fortemente il numero degli utenti finali.

Copyright, classificazione militare, *royalties*, produzione di “cartografie parallele” (e discordanti), stagnazione.

- Direttiva 2003/4 CE
 - Definizione di “dato ambientale”
 - L'accesso ai dati ambientali è un **diritto**
- Direttiva 2007/2 “INSPIRE” (Infrastructure for Spatial InfoRmation in Europe)
 - Creazione di una struttura comune per l'informazione territoriale
 - <http://inspire.jrc.it/>
 - <http://www.amfm.it/doc/INSPIRE.pdf>
- Legge 135 17/08/2012: libera distribuzione di dati “geografici”

Nuove tecnologie, migliore accessibilità

<http://gfoss.it/index.php/open-data-geografici>

GfOSS.it
Associazione Italiana per l'Informazione Geografica Libera

Donazione



Software Geografico Libero

Favoriamo lo sviluppo, la diffusione e la tutela del software esclusivamente libero ed open source per l'informazione geografica



Open Geodata

Sosteniamo la libera circolazione dei dati geografici, considerandoli un potente fattore di democrazia e di sviluppo del mercato geospaziale



OSGeo Local Chapter

Siamo sezione locale ufficiale della Open Source Geospatial Foundation, supportando lo sviluppo di tecnologie e dati geospaziali aperti

Dati cartografici “self service”

Repository cartografici

- I dati sono immagazzinati su un server e sono scaricabili
- Sistemi per la ricerca e il reperimento dei dati (metadati sensu INSPIRE)
- Utilizzo “offline”
- Problema dell'aggiornamento

Servizi di mappa

- I dati sono immagazzinati su un server che li trasmette in modo dinamico
- Dati e metadati sempre aggiornati
- Proliferazione dei protocolli di trasmissione
- “Mutevolezza” delle fonti

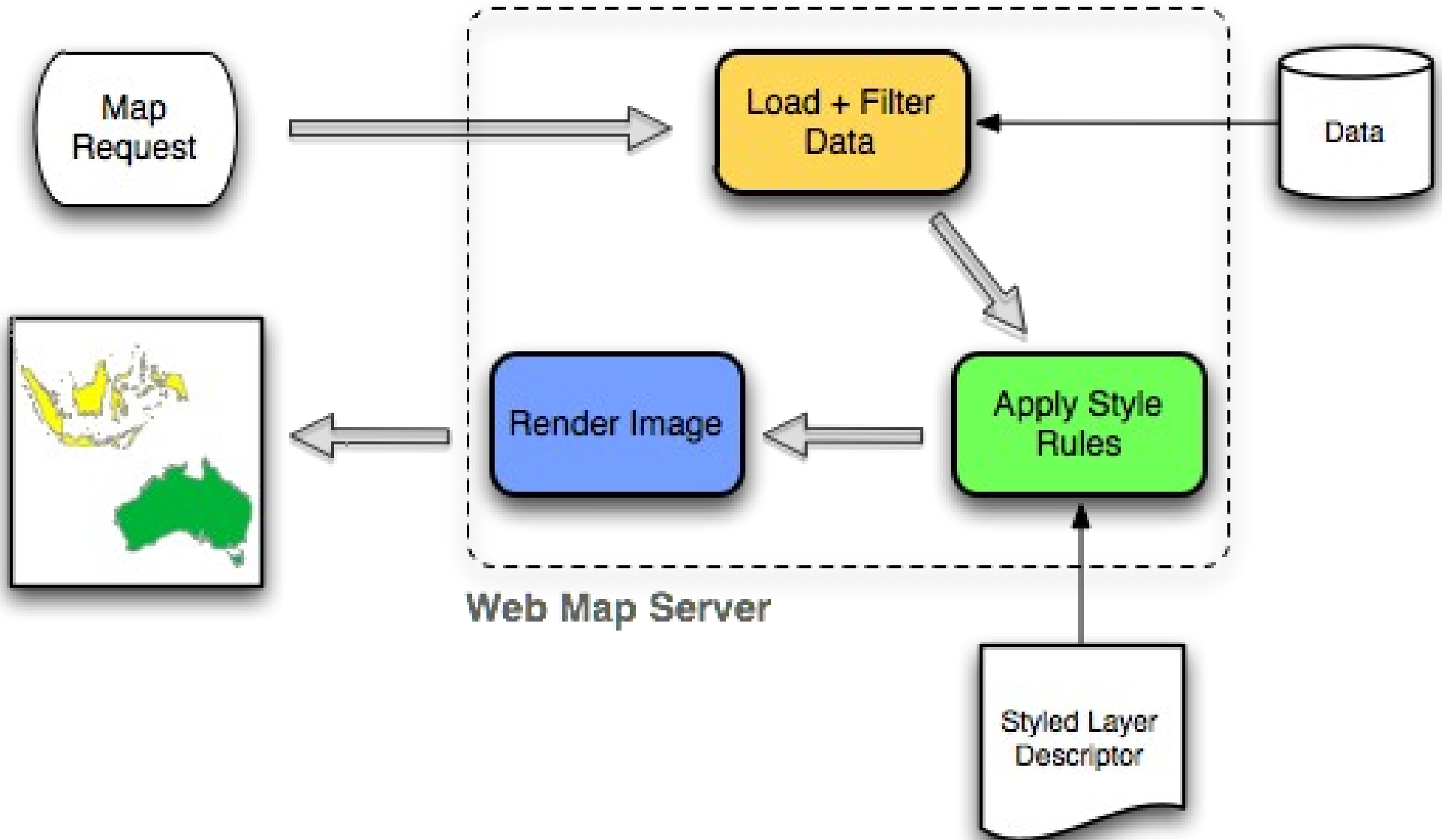
● Web mapping (webGIS)

- Uso non professionale. Utile per disseminazione, **non è un GIS**

● Download dati

● Servizi di mappa

WMS/WMTS: come funziona



“Cartografia Ufficiale dello Stato”: servizi a livello regionale



HOME CHI SIAMO DOCUMENTI NEWS SERVIZI FORMAZIONE CATEGORIE CANALI TEMATICI LINK Geoportale



S.P.IN. GNSS

Servizio di posizionamento interregionale GNSS
Piemonte - Lombardia

Apri

cerca

I più cercati

WMS catasto ortofoto ctr mappe
direttiva alluvioni carg geologia comuni
strade

Scarica catalogo



Canali tematici

Agricoltura, foreste e uso del suolo.

Ambiente, aree protette e difesa del
suolo

Cartografia di base e ortofoto

Cultura e tempo libero

Mappe e foto aeree storiche

Pianificazione

Reti per la mobilità

Servizi di interesse pubblico e
commerciale

PRIMO PIANO

CARTA BASE DA DBT

Publicata la rappresentazione cartografica in scala 1:10.000, in formato raster in bianco e nero, derivata dal Database Topografico Regionale (DBT), utilizzabile come cartografia di base per operazioni di pianificazione e gestione del ...

Maggiori dettagli »

News

16/10/2020

GEOPORTALE - indagine di Customer Satisfaction 2020

21/09/2020

Data Base Topografico (DBTR)

18/09/2020

Ortofoto Agea 2018

15/07/2020

2019

27/04/2020

Piezometrie 2014 degli acquiferi superficiali e profondi



RICERCA DATI



SCARICA DATI



SERVIZI WEB
OPEN GESPATIAL CONSORTIUM



TRASFORMAZIONE
DI COORDINATE



SIGMATER
MAPPE CATASTALI



DATABASE TOPOGRAFICO
REGIONALE

<http://www.cartografia.regione.lombardia.it>

WebGIS

Download

Servizi di mappa

Iscriviti alla Newsletter

1780777 accessi da giugno 2015
Tutte le statistiche

Infrastruttura nazionale: PCN



GEOPORTALE NAZIONALE

Punto di accesso nazionale all'informazione ambientale e territoriale

LEGGI TUTTO

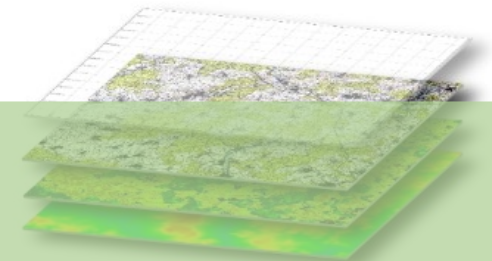
Venezia - Ortofoto 2012 - Scala 1:10.000



<http://www.pcn.minambiente.it>

WebGIS

Servizi di mappa



Standard? Quali standard?

Cartografia provinciale


- [Solar Tiroi](#)
- [Carta tecnica](#)
- [Ortofoto](#)
- [Modello digitale del terreno](#)
- [STVirtualExperience](#)
- [Carta dell'uso reale del suolo](#)
- **Download cartografia provinciale**
 - [Dati attuali](#)
- [Sistema di coordinate provinciale](#)
- [Tools](#)


■ [Home](#) » [Cartografia provinciale](#) » [Download cartografia provinciale](#)

Download cartografia provinciale

In quest'area è possibile scaricare **gratuitamente** la cartografia ufficiale della Provincia Autonoma di Bolzano.


Il presente servizio utilizza il [Geocatalogo](#), che permette lo scaricamento di tutti geodati disponibili nella Provincia Autonoma di Bolzano e non solo di quelli prodotti dal servizio Cartografia provinciale e coordinamento geodati.


 Per l'utilizzo del Geocatalogo si consiglia la lettura del breve [manuale](#). [203 kb]

 L'utilizzo dei geodati di proprietà della Ripartizione Natura, paesaggio e sviluppo del territorio è ammesso ed auspicato, tuttavia l'utilizzo di essi è vincolato dal rispetto delle condizioni di cui al [modello di licenza Creative Commons BY 3.0](#). [50 kb]
Si invita, prima di scaricare ed utilizzare i dati, a voler prendere atto della licenza, sia nella forma riassuntiva in linguaggio corrente che in quella integrale e legale.


Siccome alcuni dati (specialmente di tipo raster) dell'intera Provincia non sono per motivi tecnici scaricabili in unico file dal Geocatalogo, sono reperibili ai seguenti link:


 [Shapefile Carta tecnica](#) [836 mb]

 [Shapefile Curve di livello \(10m\)](#) [497 mb]

 [DWG Carta tecnica](#) [652 mb]


 [DWG Curve di livello \(10m\)](#) [956 mb]

 [TIFF Carta tecnica \(1:5.000\) parte A](#) [584 mb]

 [TIFF Carta tecnica \(1:5.000\) parte B](#) [609 mb]

 [TIFF Carta tecnica \(1:10.000\)](#) [346 mb]

 [DTM a 5 metri formato testo ASCII](#) [912 mb]

 [DTM a 10 metri formato testo ASCII](#) [210 mb]

- [DTM a 2,5 metri](#): per richiedere il DVD con le mattonelle dell'intera Provincia scrivere a: cartografia@provincia.bz.it

Standard? Quali standard?



Regione Molise - Direzione Area Quarta
Servizio Pianificazione e Gestione Territoriale e Paesaggistica
PORTALE CARTOGRAFICO



- **CARTA TECNICA REGIONALE**
- **USO DEL SUOLO IV LIVELLO CORINE LAND COVER**
- **S.I.C. - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO**
- **PIANO DI VOLO DELLE RIPRESE AEREE DEL 1992**
- **CARTA DEI TIPI FORESTALI della Comunita' Montana "Alto Molise"**
- **PROGETTO IFFI - INVENTARIO FENOMENI FRANOSI IN ITALIA**
- **ACCORDO DI PROGRAMMA QUADRO DIFESA DEL SUOLO**
- **LEGGE N.183 DIFESA DEL SUOLO - Provincia di Campobasso**
- **LEGGE N.183 DIFESA DEL SUOLO - Provincia di Isernia**

Il **PORTALE CARTOGRAFICO** si propone come strumento per la consultazione on-line del patrimonio cartografico della Regione Molise. La pubblicazione della cartografia in rete necessita di software specifico che sia in grado di visualizzare tramite l'utilizzo del solo browser le informazioni grafiche e i dati ad esse correlati. Per realizzare applicazioni di questo tipo e' possibile utilizzare sia software commerciali, a pagamento, che software "open source", messi a disposizione in modo gratuito da varie istituzioni sparse nel mondo. La nostra scelta e' stata quella di utilizzare software "libero" sia per ovvi motivi economici, ma anche per avere il totale controllo delle applicazioni sviluppate, potendone gestire in autonomia le personalizzazioni e le modifiche.

Abbiamo quindi utilizzato **MAPSERVER** su sistema operativo LINUX. MapServer e' un ambiente di sviluppo "open source" per la pubblicazione di mappe su Internet (WebMapping), originariamente sviluppato dall'Universita' del Minnesota in cooperazione con la NASA. Consente di pubblicare in rete dati cartografici di molteplici formati sia raster che vettoriali senza utilizzare alcuna applicazione o plug-in specifico, e di rendere disponibili all'utente le tipiche funzionalita' di navigazione su tali dati quali "zoom in", "zoom out", "pan", "info" (accesso alle informazioni testuali relative all'oggetto selezionato, contenute nel database), georeferenziazione.

La realizzazione e' stata curata dalla Dott.ssa Lucia Di Nucci nell'ambito del Progetto Operativo Difesa Suolo (**PODIS**) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Il sito e' in fase sperimentale: per segnalazioni di errore, informazioni e suggerimenti inviare un messaggio di posta a cartografico@gmail.com

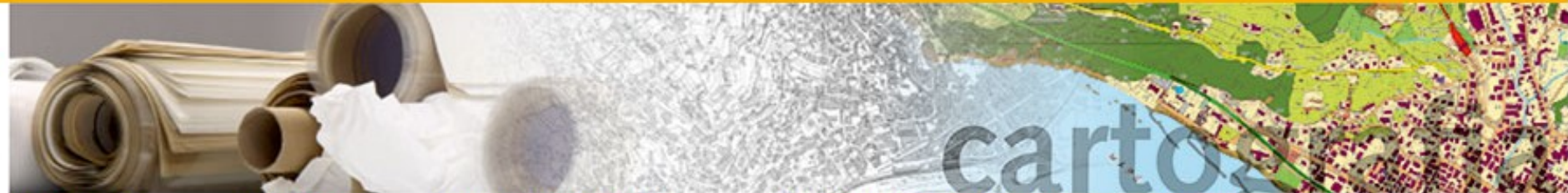
Standard? Quali standard?

[\[DOWNLOAD\]](#) [\[FAQ\]](#) [\[GLOSSARIO\]](#) [\[MAPPA\]](#) [\[HELP\]](#) [\[CONTATTI\]](#)

CERCA



REGIONE LIGURIA



[GEOPORTALE](#)

[FOTOTECA](#)

[PROGETTI E ATTIVITA'](#)

[REPERTORIO CARTOGRAFICO](#)

[SERVIZI](#)

[ENTI PUBBLICI](#)

- ▶ [carte di base](#)
- ▶ [carte tematiche](#)
- ▶ [immagini satellitari e aeree](#)
- ▶ [pubblicazioni](#)

- ▶ [acquisto on line](#)
- ▶ [acquisti sportello](#)

[home](#) / [repertorio cartografico](#)



Il **repertorio cartografico regionale** è il catalogo aggiornato e strutturato della produzione cartografica e di informazione territoriale cartacea e digitale prodotta dalla Regione Liguria e resa disponibile agli utenti.

Accesso diretto ai dati cartografici georiferiti

Attraverso il repertorio cartografico puoi avere accesso diretto ai dati cartografici georiferiti, interrogare gli elementi territoriali, avere informazioni sulle loro caratteristiche particolari, effettuare sovrapposizioni di diverse cartografie digitali, navigare nel sistema informativo territoriale nel suo complesso.

I **prodotti** cartografici descritti nel repertorio sono suddivisi in cinque classi:

- carte di base
- carte tematiche
- immagini satellitari e aeree
- modelli di simulazione
- pubblicazioni

Nel repertorio cartografico regionale ogni prodotto è classificato per tipologia e viene descritto in termini tecnici (denominatori di scala, natura del tema rappresentato, aggiornamento, eccetera) e di estensione territoriale disponibile. Il repertorio fornisce i riferimenti normativi e di deliberazione regionali che regolano la cessione a terzi dei prodotti cartografici regionali e descrive le modalità di acquisizione e i relativi costi.

Acquisto online

Puoi acquistare prodotti cartografici direttamente da queste pagine. Seleziona la carta che ti interessa: una scheda ti illustra il formato nel quale è disponibile, il tipo di supporto e il relativo costo. Quando hai deciso le carte da comprare riempiendo il tuo "carrello" puoi procedere all'acquisto online: è previsto il pagamento con carta di credito.

Servizi di mappa "internazionali"



Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

+ View the NASA Portal

JPL HOME

EARTH

SOLAR SYSTEM

STARS & GALAXIES

TECHNOLOGY

OnEarth

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

[Back to main page.](#)

[OnEarth KML layers The Ti](#)

The following links use a serv

<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
pseudocolor style, pansharpe

<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
the visual style, which uses c

<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
collected yesterday around 1
<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
vegetation index

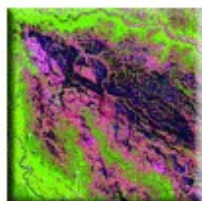
<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
collected yesterday around 2
<http://OnEarth.jpl.nasa.gov>
vegetation index



Earth Resources Observation and Science (EROS)

[USGS Home](#)
[Contact USGS](#)
[Search USGS](#)

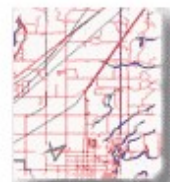
Image Gallery



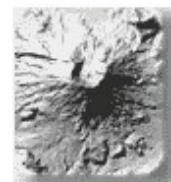
A leading source of land information for exploring our changing planet.



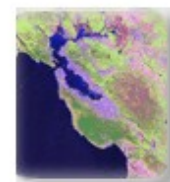
Aerial



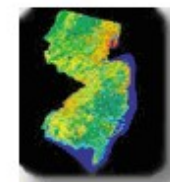
Map



Elevation



Satellite



Land Cover

Come sopravvivere alla multisorgenza

- Conoscenza dei cataloghi dei dati disponibili
 - Esistono spesso *mailing list* che annunciano l'uscita di nuovi prodotti cartografici
 - Mantenimento di un “catalogo locale” (che va tenuto aggiornato...)
- Usare i servizi di mappa
 - Verificare periodicamente la validità degli URL dei servizi...
- Conoscere formati e proiezioni (CRS) utilizzate da ciascun Ente

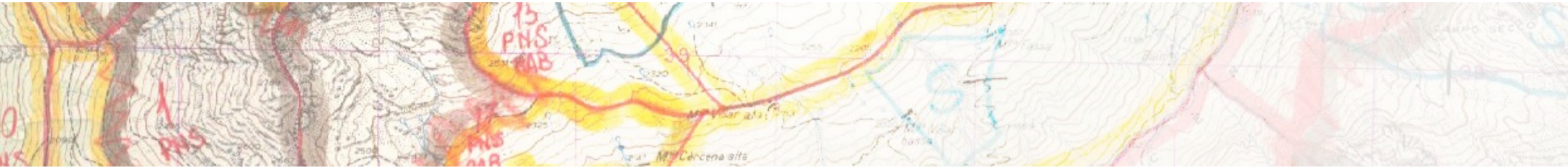


...e se i dati “li produco io”?

- Rilievo diretto in campo
 - Rilievi topografici
 - Rilievi posizionali (GPS)
- Telerilevamento
 - Foto aeree (es. da drone)
 - Satelliti
- Dati aspaziali (campagne di rilevamento specifiche)

- Quantum GIS: <http://qgis.org/>
- GRASS GIS: <http://grass.osgeo.org/>
- OSGeo for Windows: <http://trac.osgeo.org/osgeo4w/>
- “Live” CD/DVD: http://en.wikipedia.org/wiki/GIS_Live_DVD
- http://www.ing.unitn.it/~grass/software/GRASS_DVDit.html
- FreeGIS: <http://freegis.org>
- GFOSS Italia <http://gfoss.it/>

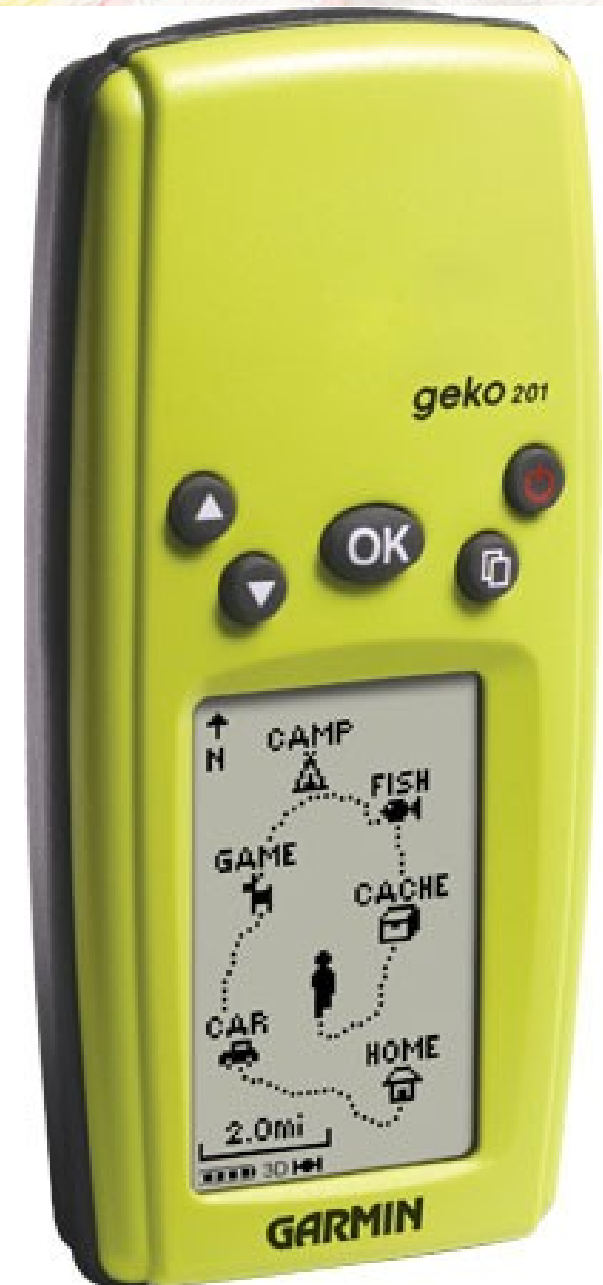
- Altre dispense:
 - Laboratorio di Geomatica – Politecnico di Milano
<http://geolab.polimi.it>
 - GRASS tutorial Università di Trento:
<http://www.ing.unitn.it/~grass/>



GPS: una “fonte di dati” sempre più comune

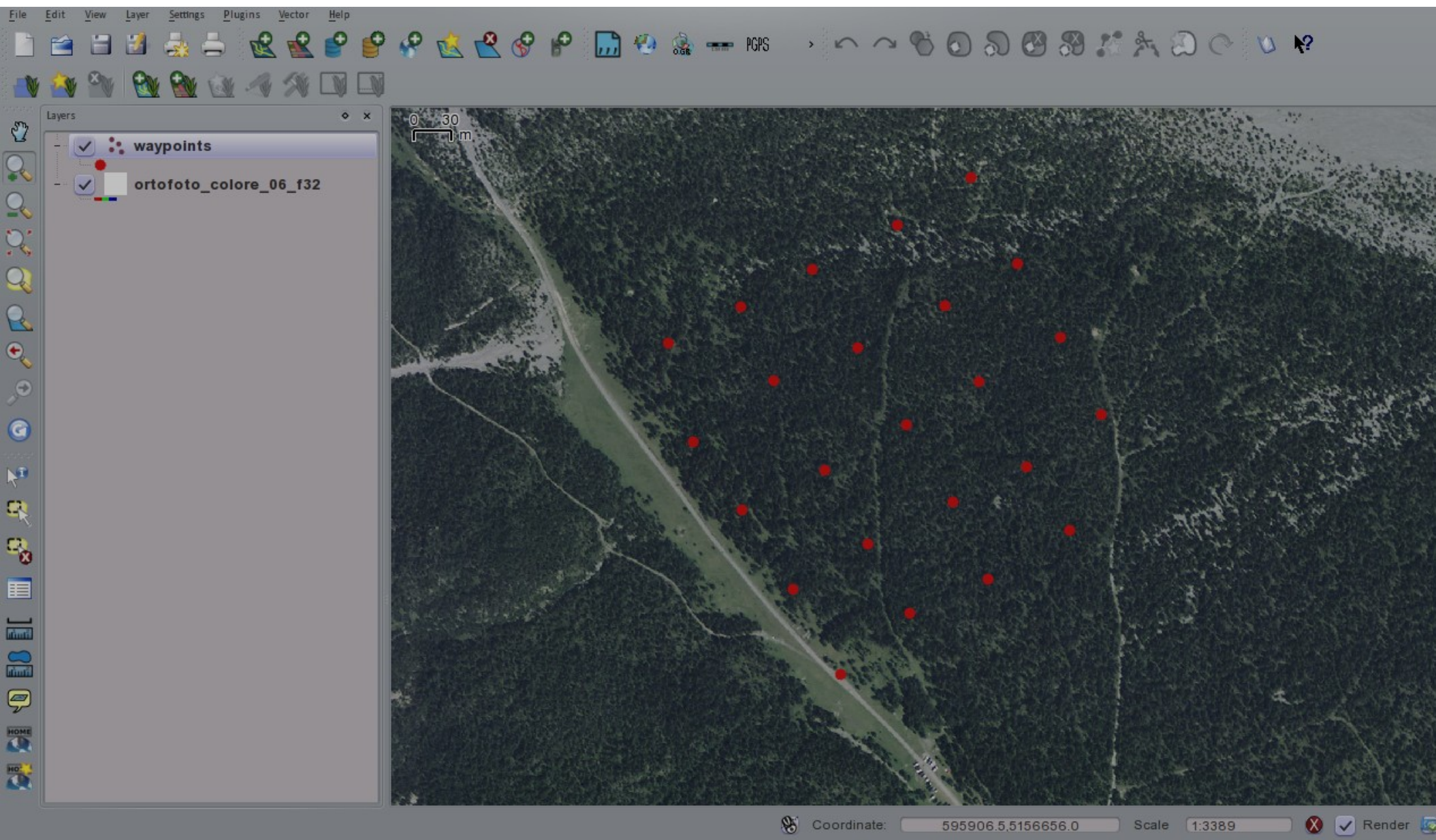


- I dati possono essere visualizzati secondo diversi CRS (e annessi *datum*)
- I dati vengono sempre esportati in coordinata *geografica* (EPSG:4326)
- Anche su dispositivi mobili: OruxMaps, Geopaparazzi, Mobile Topographer...
- **Quantum GIS** (qgis.org): modulo per gestione GPS (dati in formato GPX, standard)
- **GPS Babel**
- **DNR GPS**: da GPS a *shapefile*, proiezione compresa
<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRGPS/DNRGPS.html>

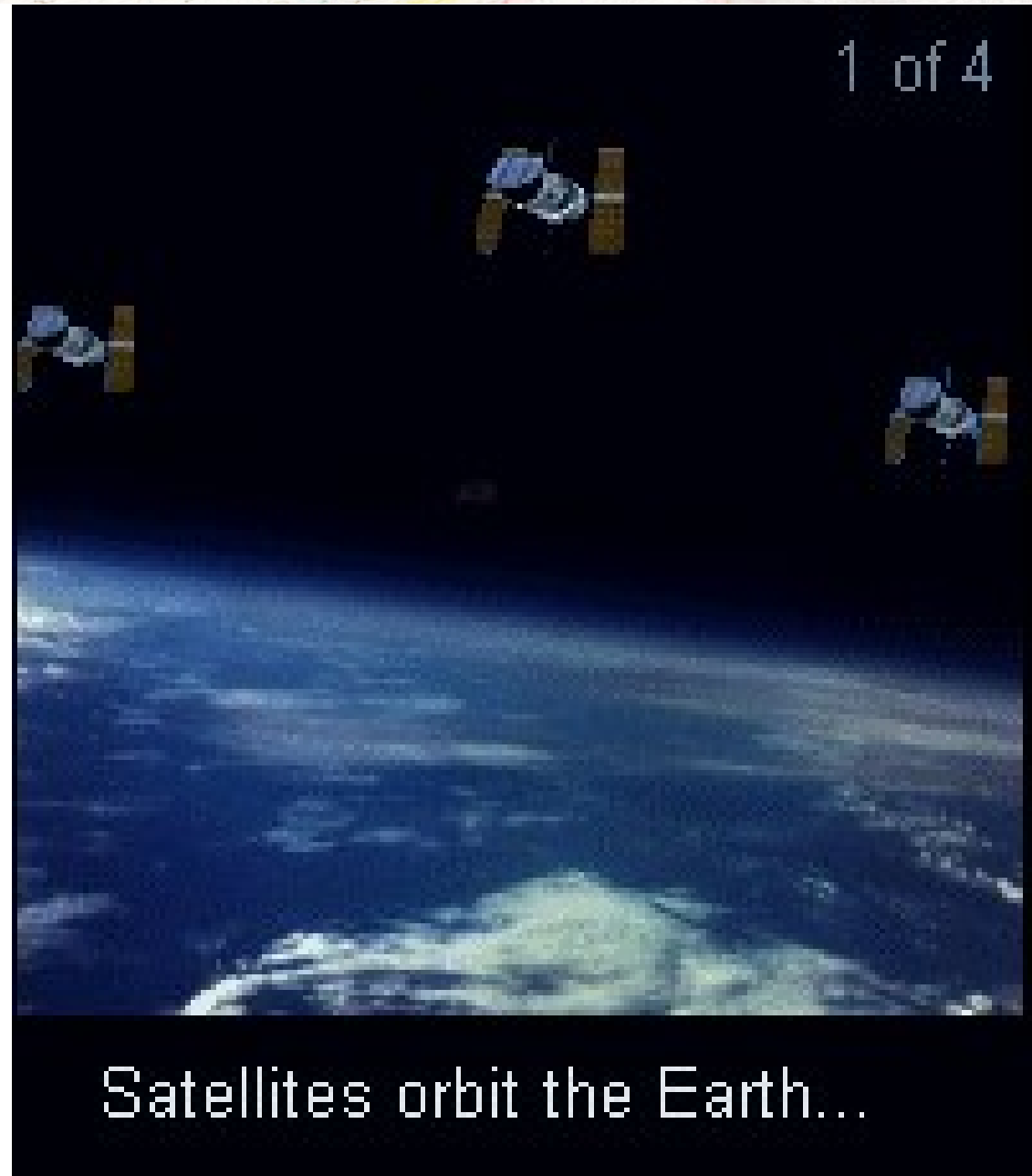


- Caricamento e scaricamento dati da GPS
- Immagazzinamento dati grezzi in formato GPX (lat/lon, WGS84)
- Possibilità di utilizzo diretto dei file GPX
- Possibilità di proiezione, riproiezione e retroproiezione
- Possibilità di utilizzo di servizi di mappa WMS (es. ortofoto IT2000 e IT2006 dal Portale Cartografico Nazionale)

Sovrapposizione waypoints-ortofoto



GPS: Global Positioning System



GPS e metodi di rilievo tradizionali

- I metodi tradizionali richiedono la condizione di intervisibilità tra strumento e target (es. prisma).
- se troviamo un ostacolo dobbiamo aggirarlo!
- La distanza minima per i metodi tradizionali è di pochi km.
- Le condizioni atmosferiche condizionano le misure.

Vantaggi del rilievo GPS

- Indipendente dalle condizioni atmosferiche
- Non è richiesta l'intervisibilità
- Alte precisioni geodetiche
- Può operare giorno e notte
- Veloce e alla portata di tutti
- Sistema di Coordinate universale
- Per tutte le applicazioni
- Economico: minor costo uomo, minor costo di manutenzione e minor costo del rilievo

Il sistema NAVSTAR

NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging)

- 21 satelliti operativi
- 3 “*backup*”
- Orbitano a 20200 km
- Ciascun satellite trasmette un segnale di identificazione caratteristico



Caratteristiche generali

- Nasce dal Dipartimento della Difesa USA
- navigazione accurata 10 - 20 m
- copertura mondiale
- disponibile 24 ore su 24
- sistema di Coordinate universale
- Creato per sostituire il sistema di navigazione esistente
- Accessibile per Militari e Civili
- Si basa sull'emissione, da parte di satelliti artificiali, di segnali radio che contengono informazioni per poter posizionare un oggetto





I tre “segmenti”

- Space segment

Rete di satelliti in orbita
NAVSTAR (USA)
GLONASS (RUS)
GALILEO (EU)

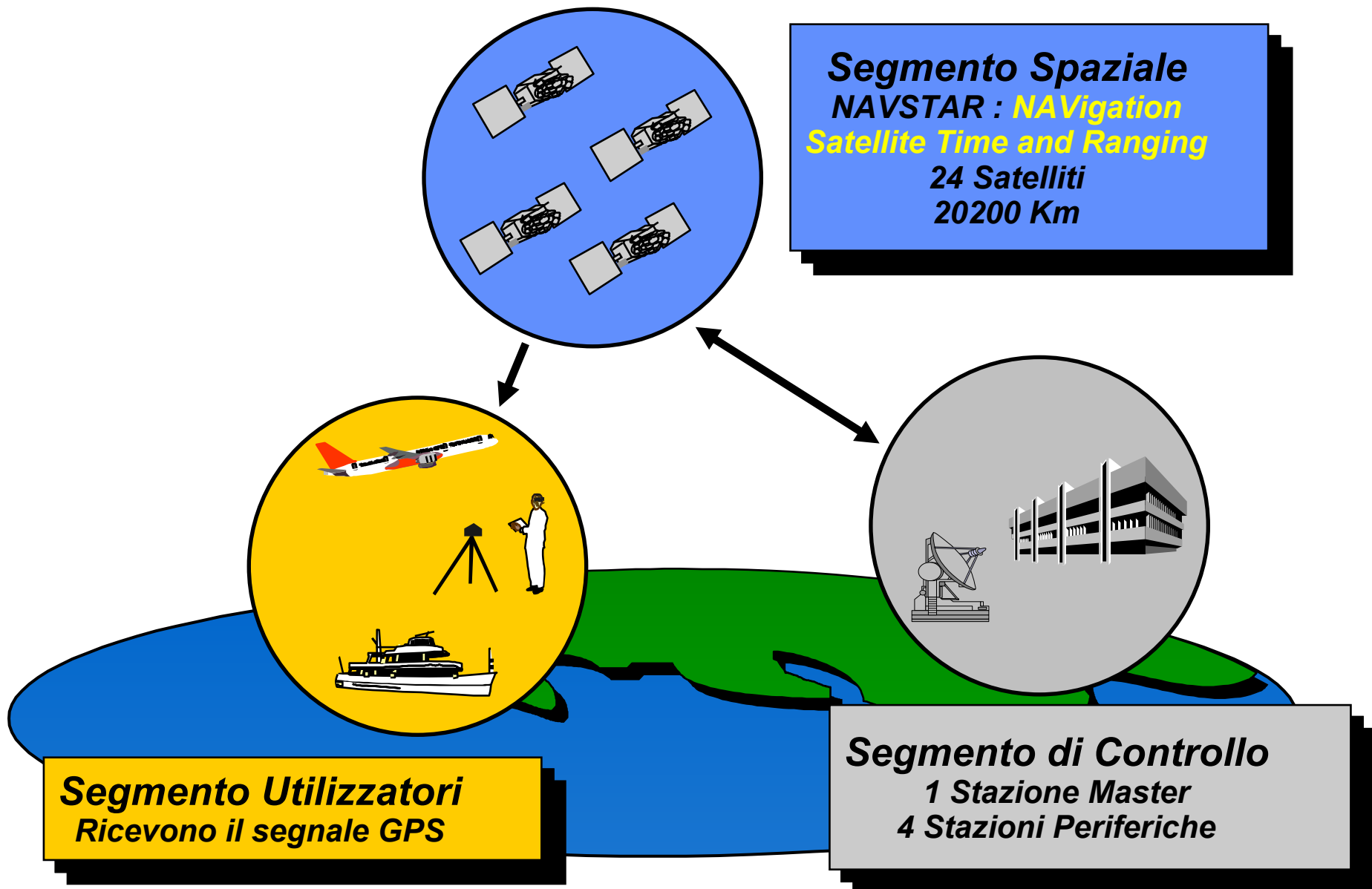
- Ground segment

Stazioni di controllo a terra dei satelliti

- User segment

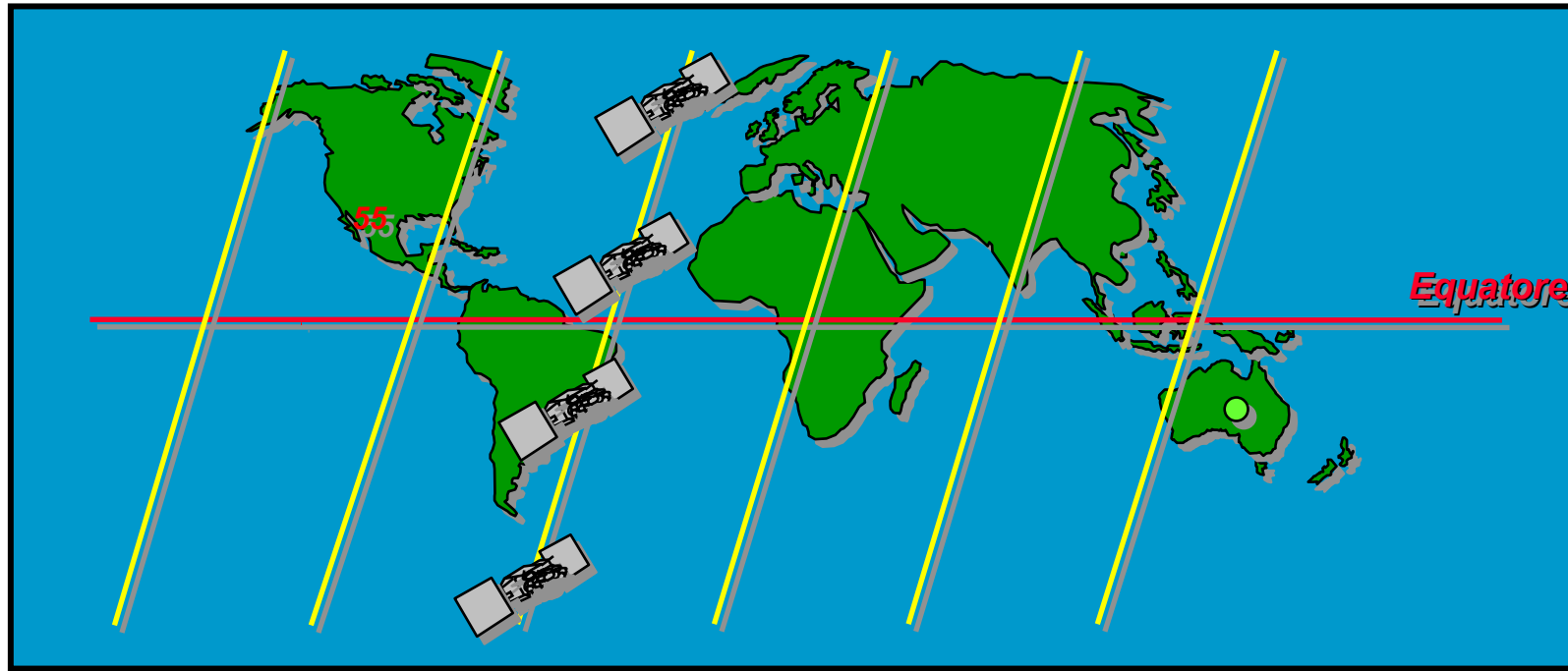
Ricevitore GPS

I tre segmenti NAVSTAR



Segmento spaziale

- 24 Satelliti
- 4 satelliti su 6 Piani Orbitali inclinati a 55°
- 20200 Km dalla Terra
- Orbite di 12 ore siderali
- Creati per durare circa 7 anni
- Blocco 1, 2, 2A, 2R, 2F



Segmento di controllo

- 5 stazioni equispaziate lungo l'equatore:
- Stazione MASTER
 - raccoglie i dati provenienti dalle Stazioni Periferiche
 - calcola costantemente l'orbita dei Satelliti e i parametri dell'orologio GPS
- Stazioni PERIFERICHE (controllo a Terra)
 - Gestiscono la misura del dato di pseudo-distanza. Usate per determinare le effemeridi *broadcast* e il modello dell'orologio
 - Trasmettono il segnale dei Satelliti alla Stazione Master e successivamente trasmettono gli aggiornamenti ai Satelliti

Segmento di controllo

Peter H. Dana 5/27/95



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

- Il “nostro” segmento
- È costituito da ricevitori e antenne GPS
- È passivo poiché può solo ricevere il segnale dai satelliti
- L’antenna amplifica il segnale GPS e lo trasmette (via cavo) al ricevitore
- Il ricevitore riproduce al suo interno il segnale GPS al fine di effettuare le misure
- I ricevitori GPS possono essere utilizzati in ogni momento e per tutte le applicazioni di rilievo



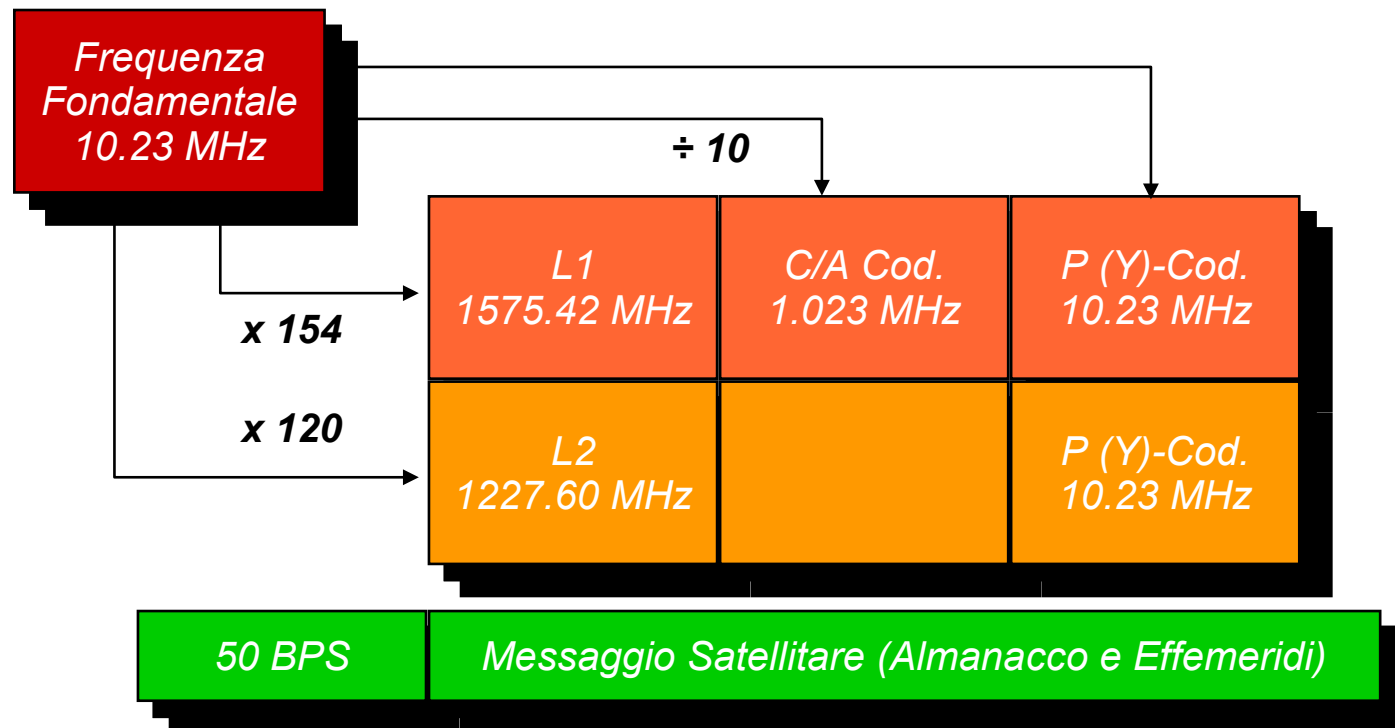
Diversi tipi di ricevitori

- Geodesia
- Topografia
- Monitoraggi
- Cantiere
- Catasto
- Mapping e GIS
- Navigazione
- Gestione flotte
- Meteorologia
- Archeologia
- Geologia
- Telefonia
-



Il segnale GPS

- Due onde portanti (L1 e L2) con due codici (C/A su L1, P o Y in entrambe L1 e L2), ed messaggi di servizio (*file* Almanacco e *file* Effemeridi)
 - L1: 19 cm
 - L2: 24 cm



Classi di ricevitori



- Doppia frequenza
 - In grado di ricevere tutto il segnale GPS (L1, L2 e codici)
- Singola frequenza
 - In grado di ricevere solo la frequenza GPS L1 e i codici
- Solo codice
 - In grado di ricevere solo i codici

Tipi di ricevitori



1. Doppia frequenza

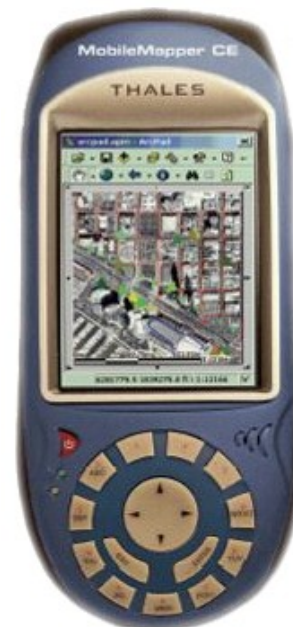
In grado di tracciare tutto il segnale GPS (L1, L2 e codici)

2. Singola frequenza

In grado di tracciare solo una frequenza GPS (L1) e i codici

3. Solo codice

In grado di tracciare solo i codici



Ricevitori a doppia frequenza (L1+L2)

- ◆ Livello più alto della tecnologia GPS
- ◆ Precisione delle Baseline: 5mm + 1ppm
- ◆ Usato per ogni tipo di applicazione :
Reti Geodetiche, Monitoraggi, Fotogrammetria, ..



Ricevitori a singola frequenza (L1)

- ◆ Precisione delle Baseline: $10\text{mm} + 2\text{ppm}$
- ◆ Usato per ogni tipo di applicazione, ma con Baseline più corte di 15 Km.



◆ Precisione delle Baseline:

1. Comprese tra 1 e 5 m (GS5).

Baseline lunghe anche 200 Km (no limiti)

Tempi di occupazione brevi (pochi secondi)

2. Comprese tra 30 ÷ 50 cm (GS50).

Tempi e Baseline come per Ricevitori L1

◆ Usati per applicazioni GIS



Singola Frequenza

Limitazione nella lunghezza della
Linea di base (15Km).

Tempi di occupazione più lunghi.

Real Time

- No OTF (STS Init)

Limitazione nelle applicazioni.

Doppia Frequenza

Linee di base illimitate.

Tempi di occupazione
brevi.

Real Time

- OTF

Nessuna limitazione.

Ricevitori Doppia frequenza (L1+L2)

<i>Baseline</i>	<i>Numero di Satelliti</i>	<i>GDOP</i>	<i>Tempi di osservazione</i>	<i>Precisione</i>
<i>0 - 5 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>5 min</i>	<i>5-10 mm + 1ppm</i>
<i>5 - 10 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>10 min</i>	<i>5-10 mm + 1ppm</i>
<i>10 - 15 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>20 min</i>	<i>5-10 mm + 1ppm</i>

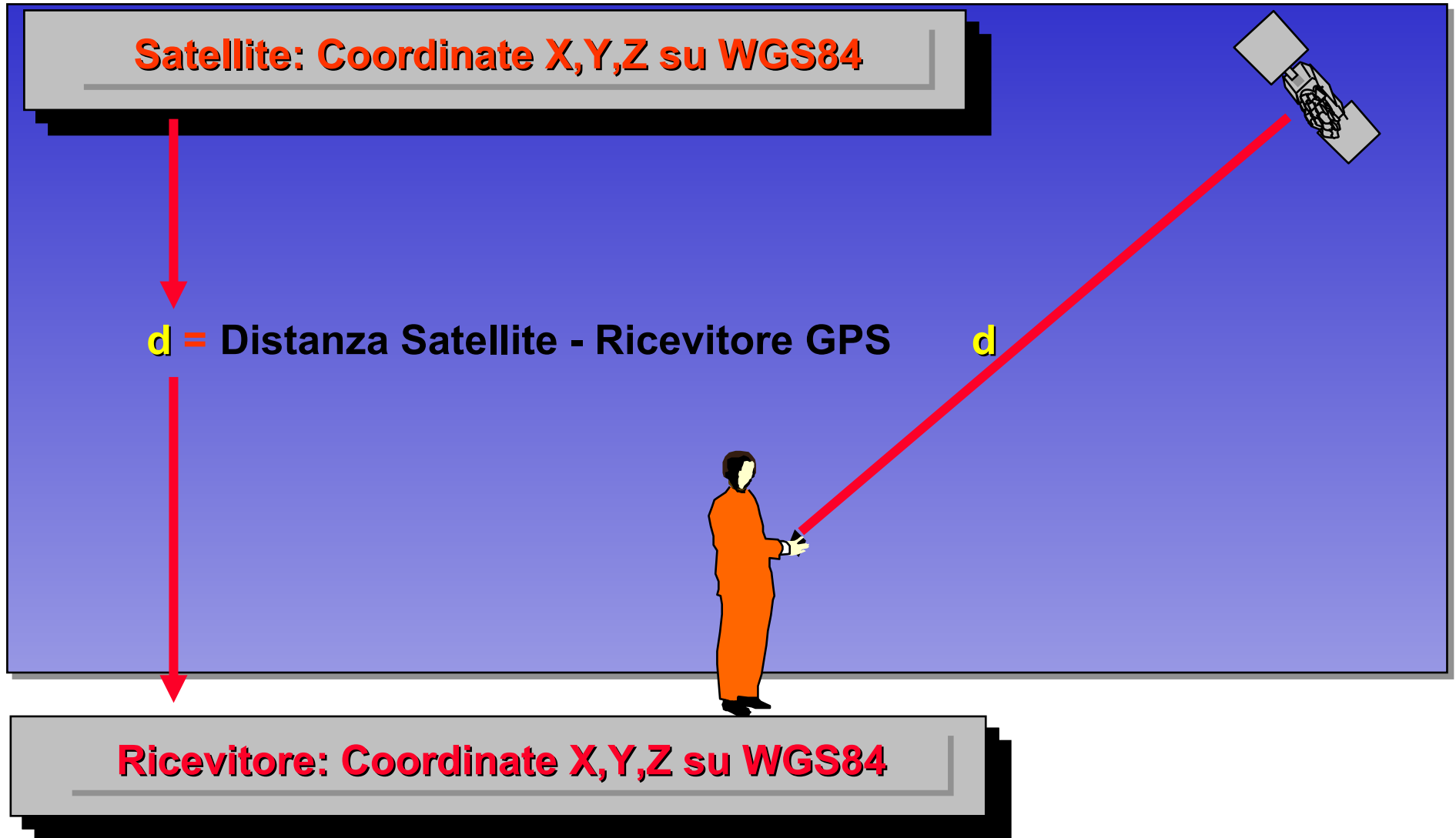
Ricevitori Singola frequenza (L1)

<i>Baseline</i>	<i>Numero di Satelliti</i>	<i>GDOP</i>	<i>Tempi di osservazione</i>	<i>Precisione</i>
<i>0 - 3 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>15 min</i>	<i>10 mm + 2ppm</i>
<i>4 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>20 min</i>	<i>10 mm + 2ppm</i>
<i>10 Km</i>	<i>5</i>	<i>≤ 8</i>	<i>50 min</i>	<i>10 mm + 2ppm</i>

Calcolo della distanza

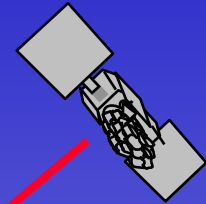
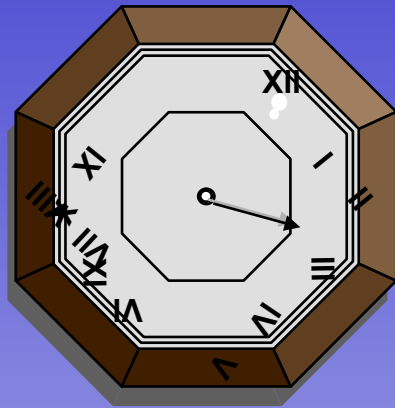
- I Satelliti sono i “punti trigonometrici” dei quali si conoscono le coordinate nel Sistema WGS84 (X,Y,Z)
- Nota la distanza d , si può calcolare la posizione del ricevitore: $d = \Delta t c$ ($c=300000 \text{ km s}^{-1}$)
- Le distanze sono misurate rispetto a ognuno dei satelliti, che inseriscono nel proprio segnale l’informazione del tempo di partenza dello stesso
- l’orologio del ricevitore calcola la differenza (Δt) tra il tempo di partenza (t_s) e il tempo di arrivo (t_r)

Calcolo della distanza



Calcolo della distanza

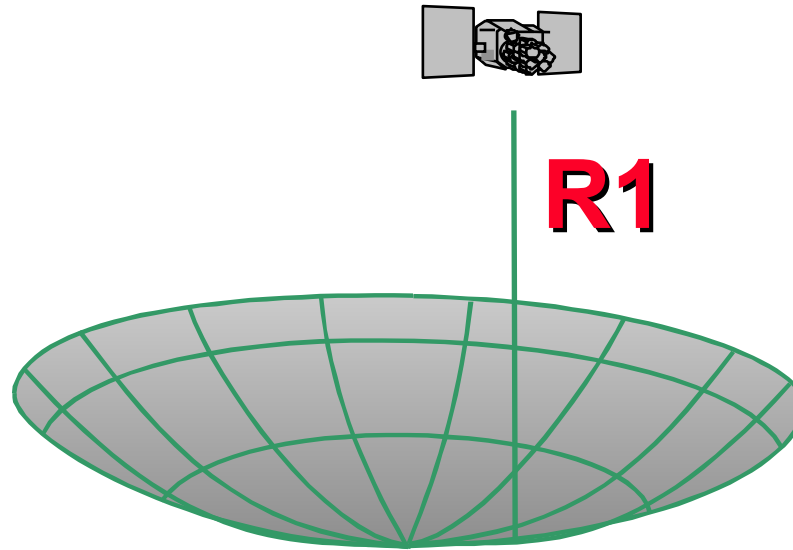
$$\text{Tempo } (\Delta T) = T_r - T_s$$



T_s

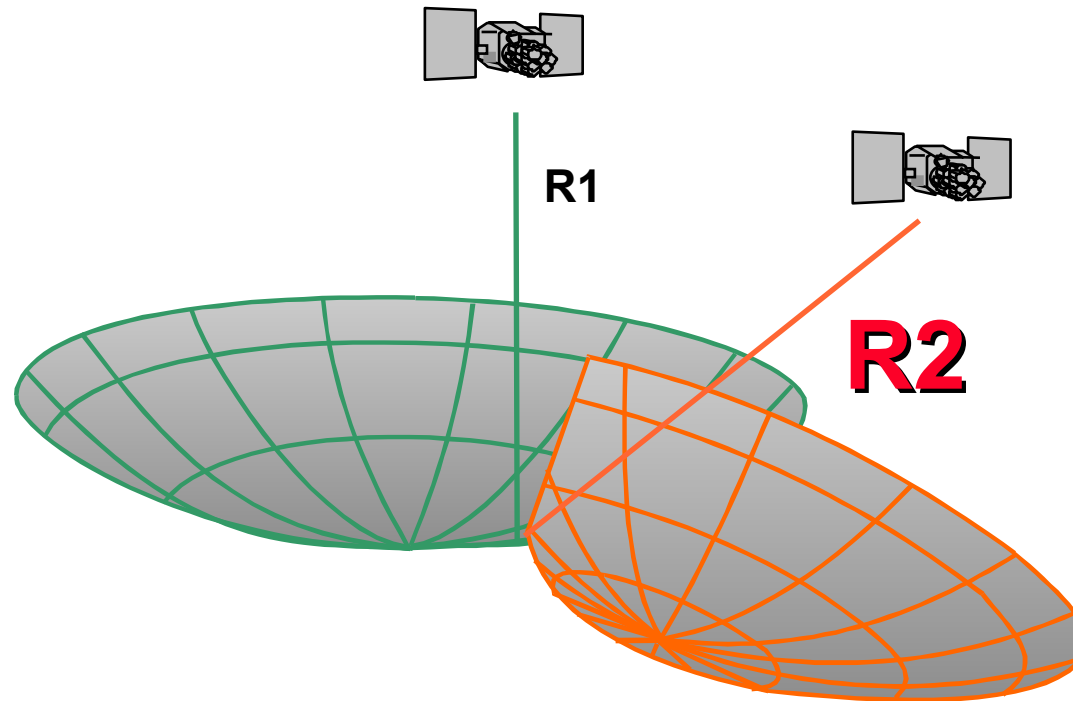
T_r

La posizione = X, Y, Z



Ci troviamo in un qualsiasi punto su una sfera di raggio **R1**

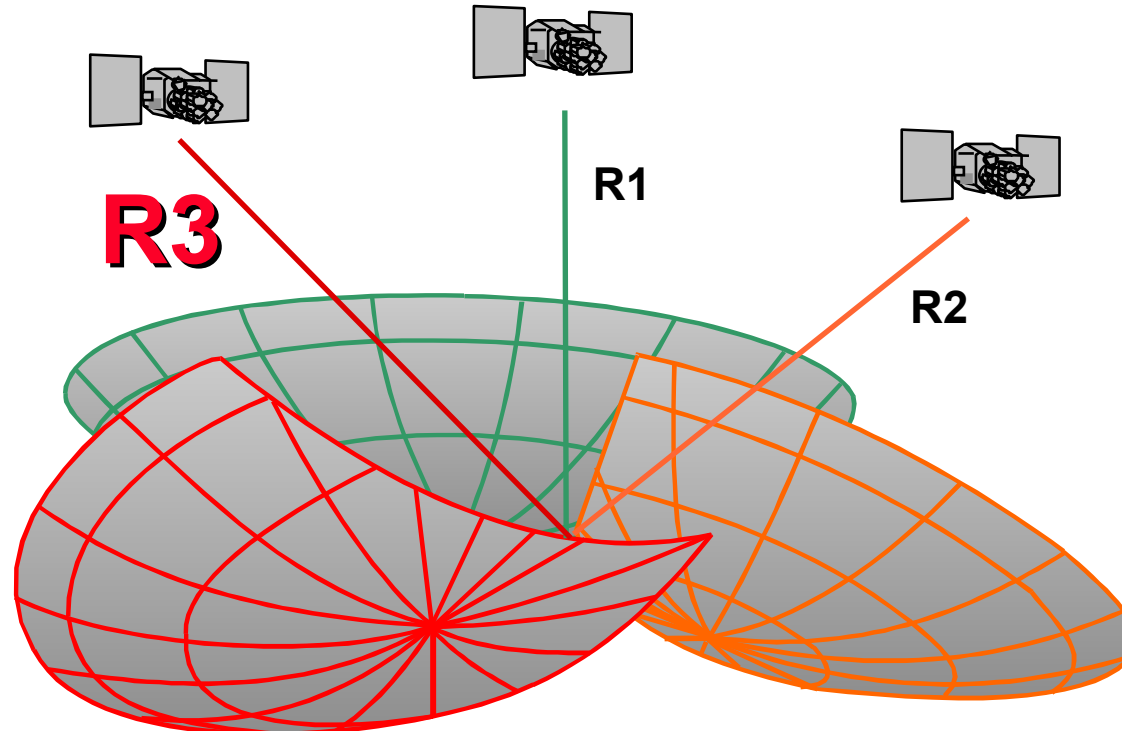
La posizione = X, Y, Z



2 sfere si intersecano formando una superficie circolare

Tre satelliti: punto 3D?

La posizione = X, Y, Z

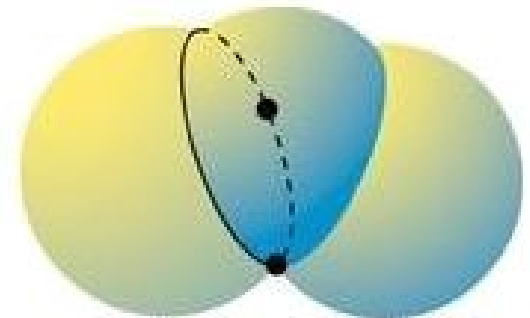
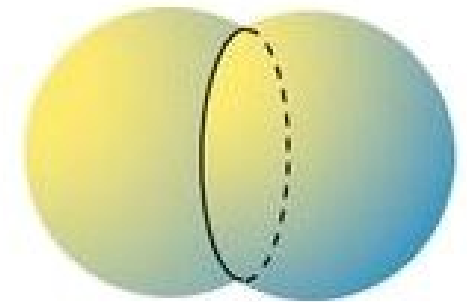
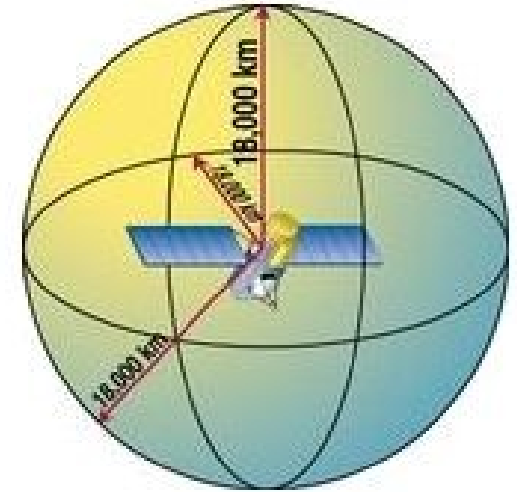


3 sfere si intersecano in un punto

3 Distanze per risolvere: **Latitudine, Longitudine e Quota**

Determinazione della posizione

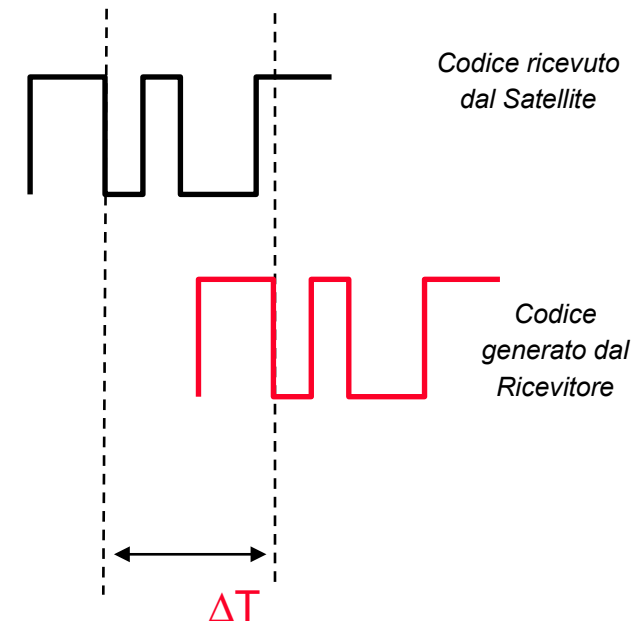
- Il ricevitore aggiorna continuamente le efemeridi di ciascun satellite (posizione approssimativa dei satelliti)
- Il ricevitore determina la distanza da ciascun satellite in base al tempo di ricezione del segnale
- Con almeno 3 localizzazioni è possibile determinare la posizione del ricevitore
- Problema: il fattore **tempo**...



Misura della distanza ricevitore-satellite

Determinazione della Distanza con i Codici

- Ogni Satellite invia un Segnale che si ripete ogni msec.
- Il Ricevitore genera un Segnale e lo compara con quello ricevuto
- Dalla differenza di tempo (ΔT) la distanza può essere determinata
- Ma l'orologio del Ricevitore deve sincronizzarsi con l'orologio del Satellite.....
 - ...Se consideriamo l'errore di sincronismo:
1/10 di secondo = 30,000 Km di errore
Il **Sincronismo (S_0)** diventa una incognita da risolvere

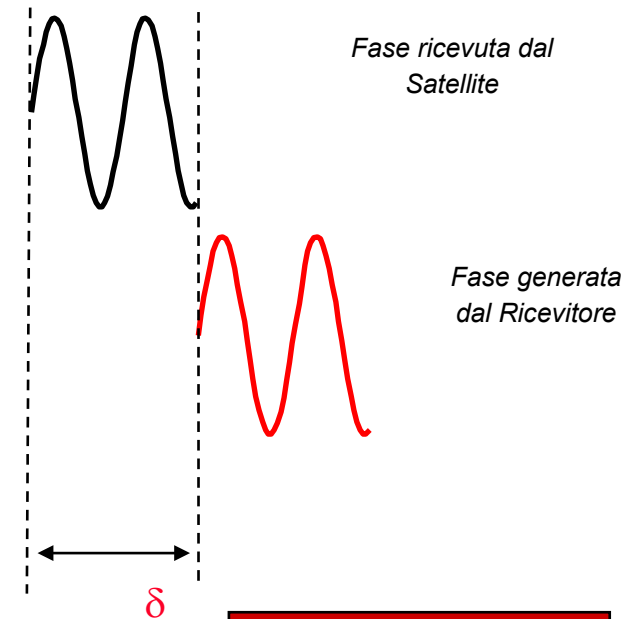


$$D = c (\Delta T) \dots \pm S_0$$

Misura della distanza ricevitore-satellite

Determinazione della Distanza con le Fasi

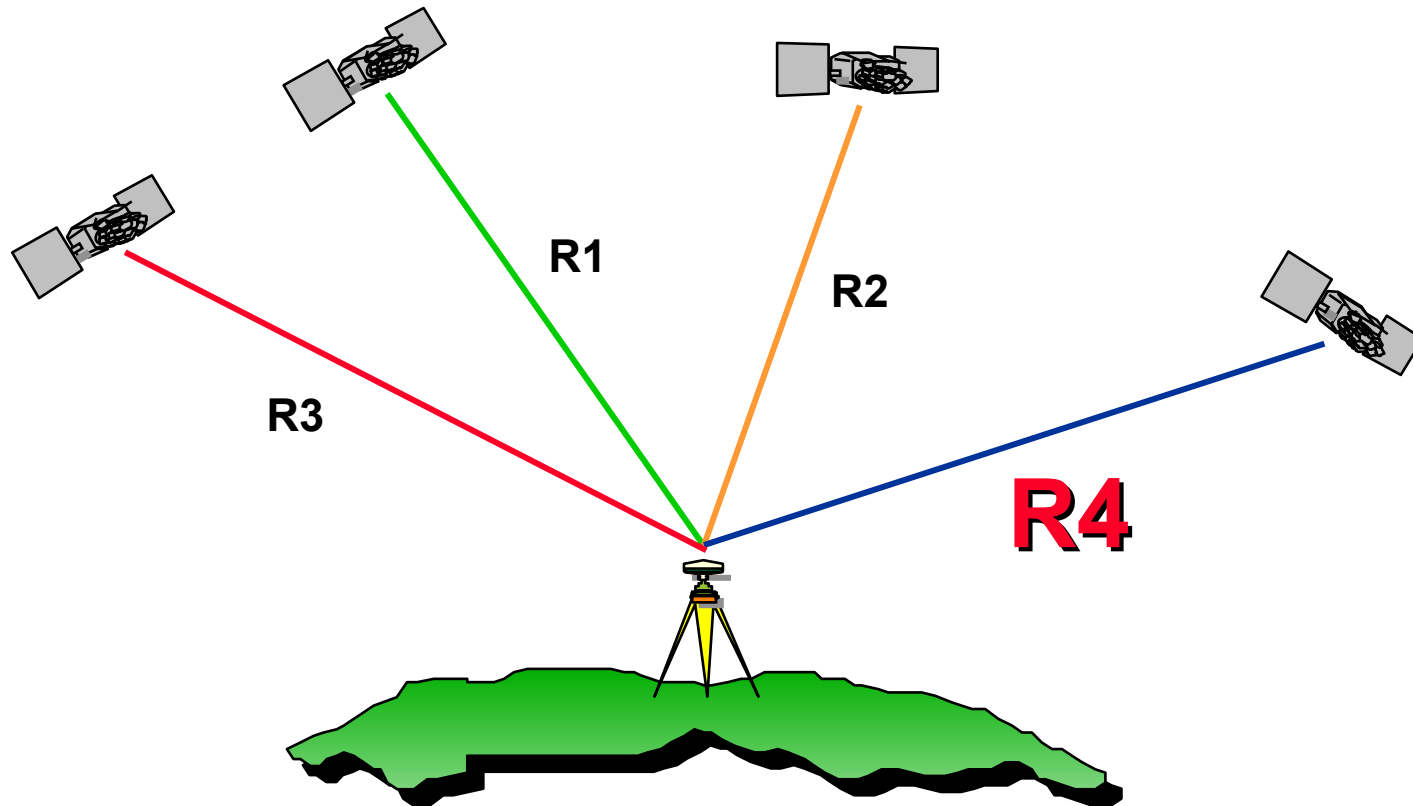
- La lunghezza d'onda della Fase è di circa 19 cm su L1 e circa 24 cm su L2
- Il Ricevitore genera la Fase e la compara con quella ricevuta (d)
- Il numero delle lunghezze d'onda non è conosciuto dal Ricevitore (**ambiguità della fase portante**) e diventa una incognita da risolvere.....
- Tracciando il Satellite, i cambiamenti in distanza possono essere osservati (le ambiguità della fase portante rimangono costanti)



$$D = d + \lambda N$$

Tre satelliti + base dei tempi: punto 3D!

La posizione = $X, Y, Z, \dots So / \lambda N$



4 Distanze per ottenere: Lat, Long, Quota e $So / \lambda N$

Ma quanto è preciso il GPS?

Sorgenti di errore

Errore del Satellite

- Incertezza Orbita
- Modello di orologio

Errore del Ricevitore

- Modello di orologio

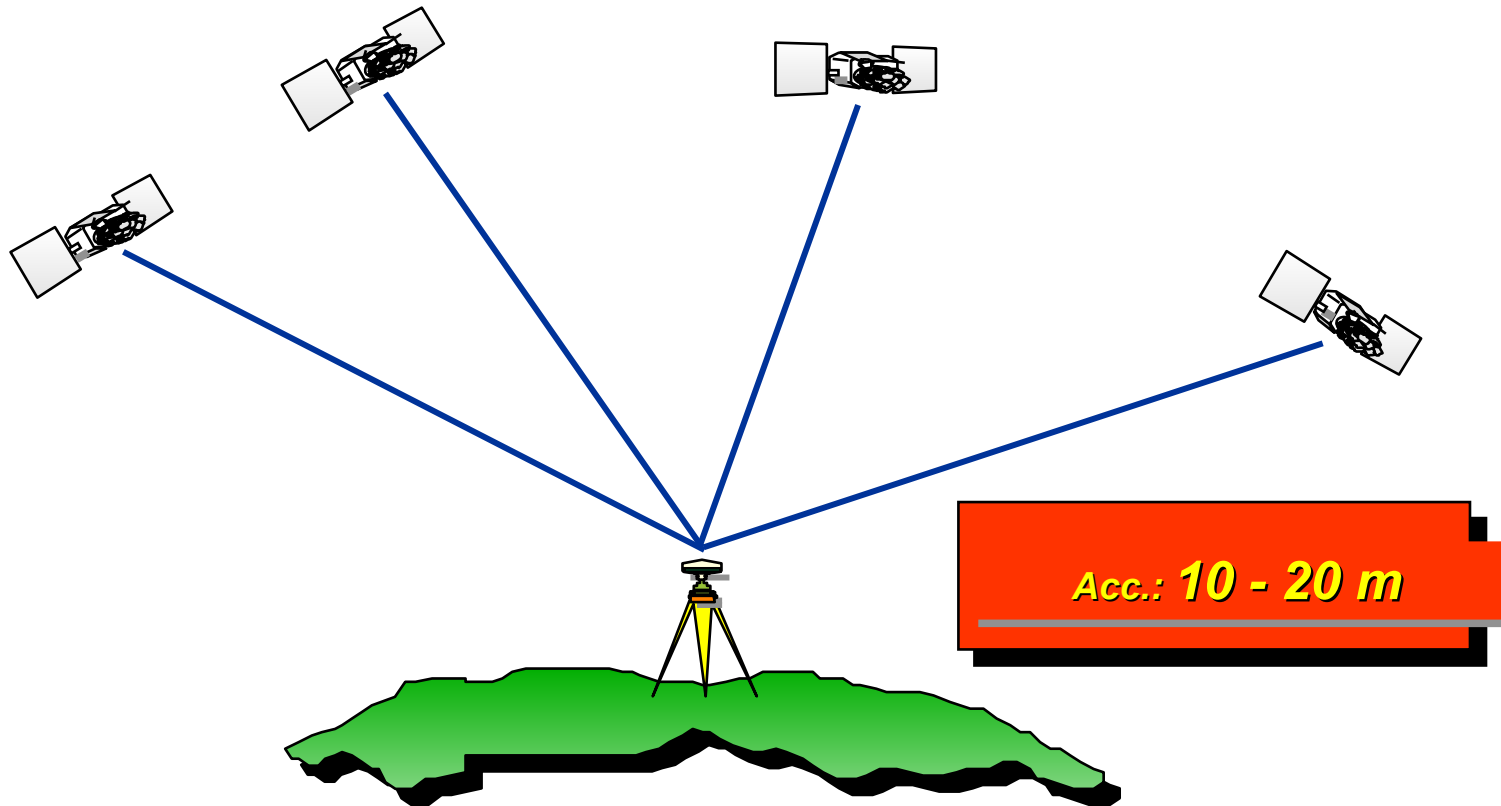
Errori sul Segnale

- Ionosfera
- Troposfera



Accuratezza del posizionamento

Posizionamento



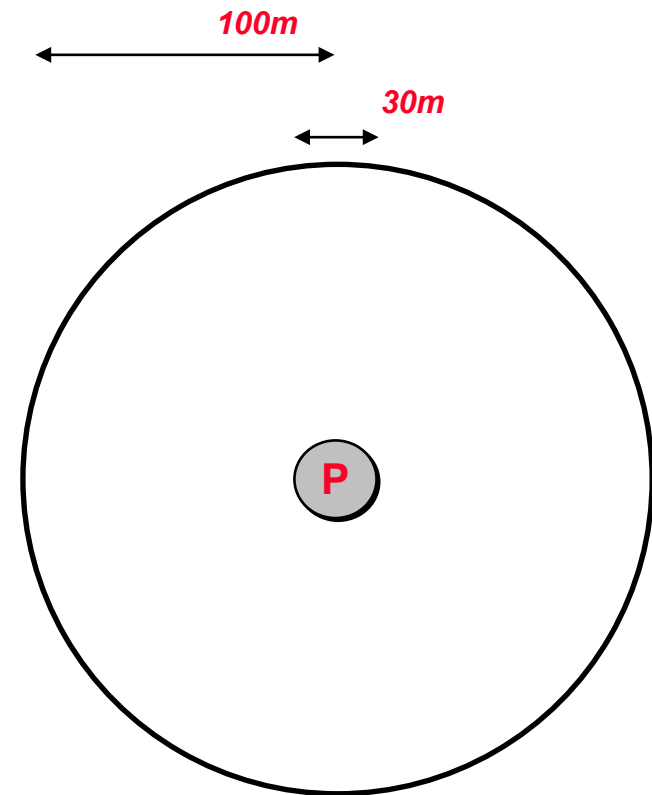
Il singolo Ricevitore (C/A) provvede a posizionarsi con una accuratezza di circa **10-20m**

La Disponibilità Selettiva (SA)

Il singolo Ricevitore potrebbe avere una precisione di 10 - 20m utilizzando l'informazione di Codice (C/A)

Fino al 01 Maggio 2000 il DoD degradava il Segnale GPS:

- intervenendo sull'orologio del Satellite
 - con un errore casuale

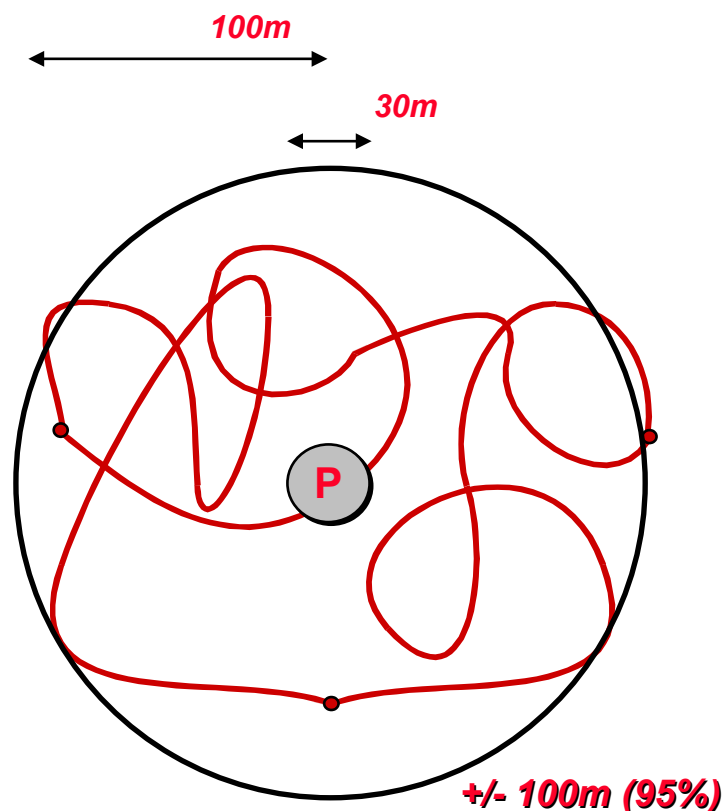


La Disponibilità Selettiva (SA)

Il singolo Ricevitore potrebbe avere una precisione di 10 - 20m utilizzando l'informazione di Codice (C/A)

Fino al 01 Maggio 2000 il DoD degradava il Segnale GPS:

- intervenendo sull'orologio del Satellite
 - con un errore casuale



Questo intervento era chiamato Disponibilità Selettiva (SA)

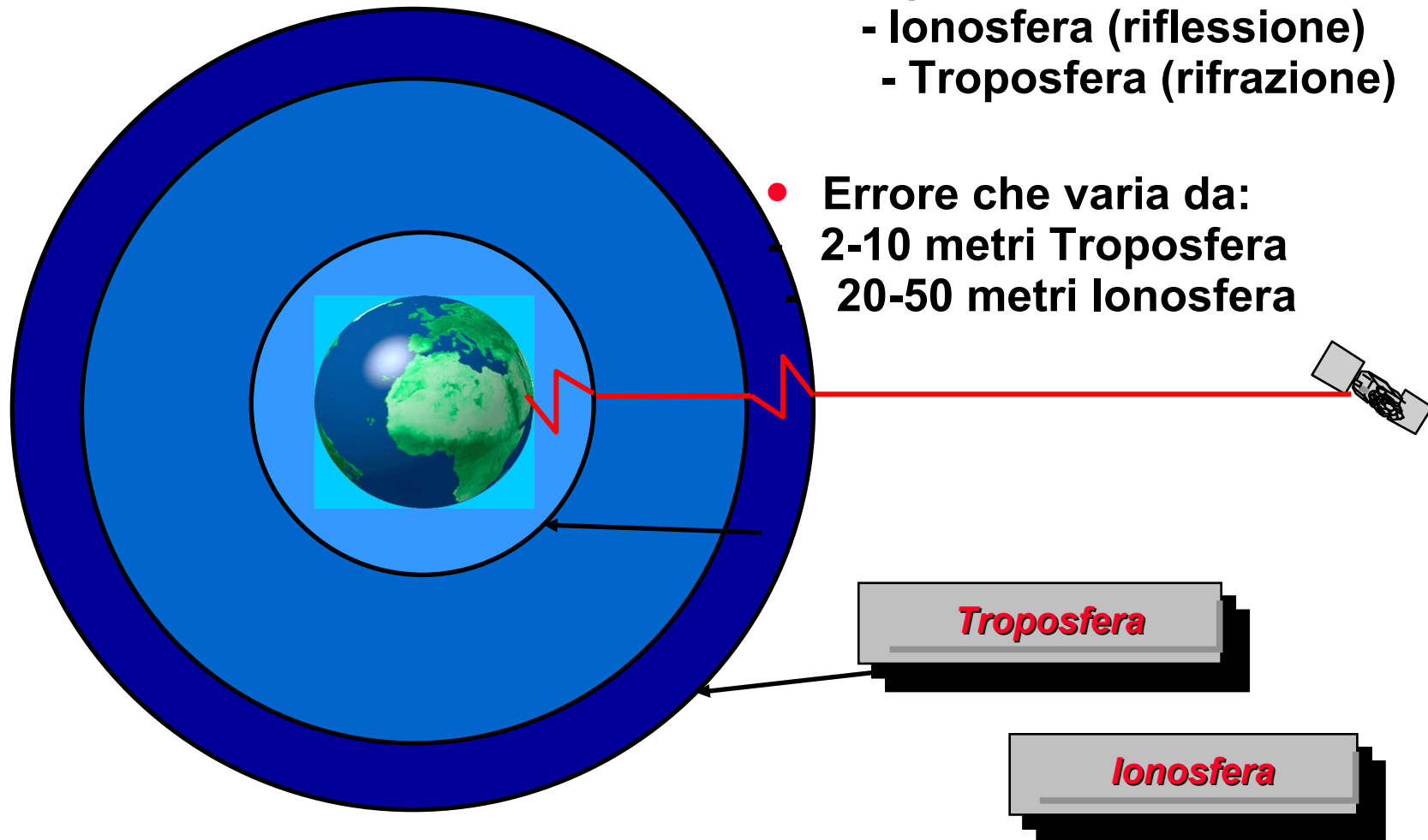
- Accuratezza di circa 100m (95%)

L'errore dell'orbita e degli orologi

- L'orbita del satellite GPS è conosciuta in modo impreciso di circa 10-20 metri:
 - Le effemeridi **BROADCAST** sono le orbite trasmesse mentre si misura (imprecise)
 - Le effemeridi **PRECISE** sono le orbite calcolate e disponibili solo a posteriori (circa 1 settimana)
- L'instabilità dell'orologio ospitato sul satellite e di quello ospitato sul ricevitore GPS può generare un errore che può variare da 10 (sat.) a 100 metri (ric.).

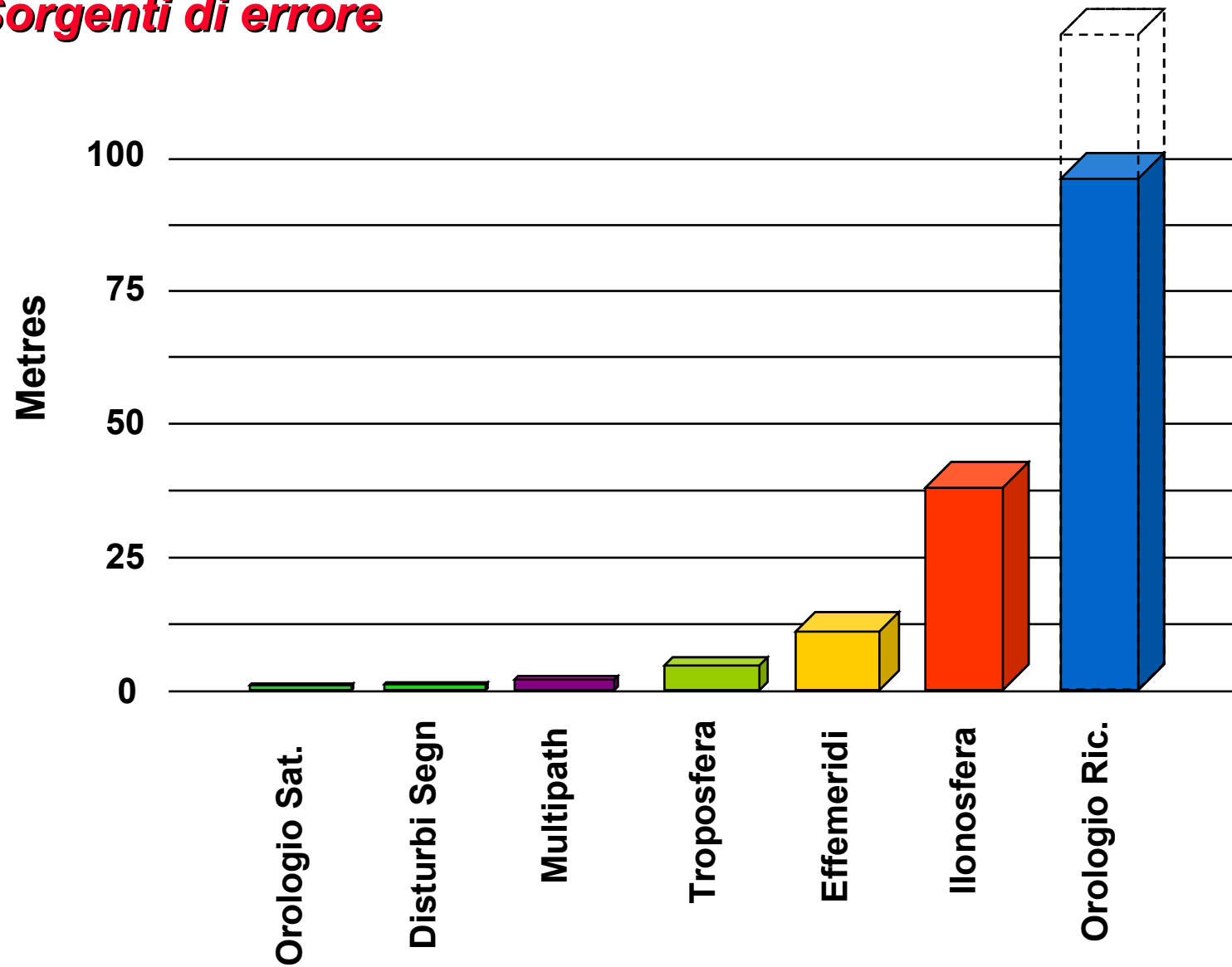
Gli Errori Atmosferici

- Il Segnale subisce delle deviazioni nel suo percorso dovuto alla:
 - Ionosfera (riflessione)
 - Troposfera (rifrazione)



Interazione tra fonti di errore

Sorgenti di errore



Effetti delle diverse fonti di errore

Sorgenti di errore

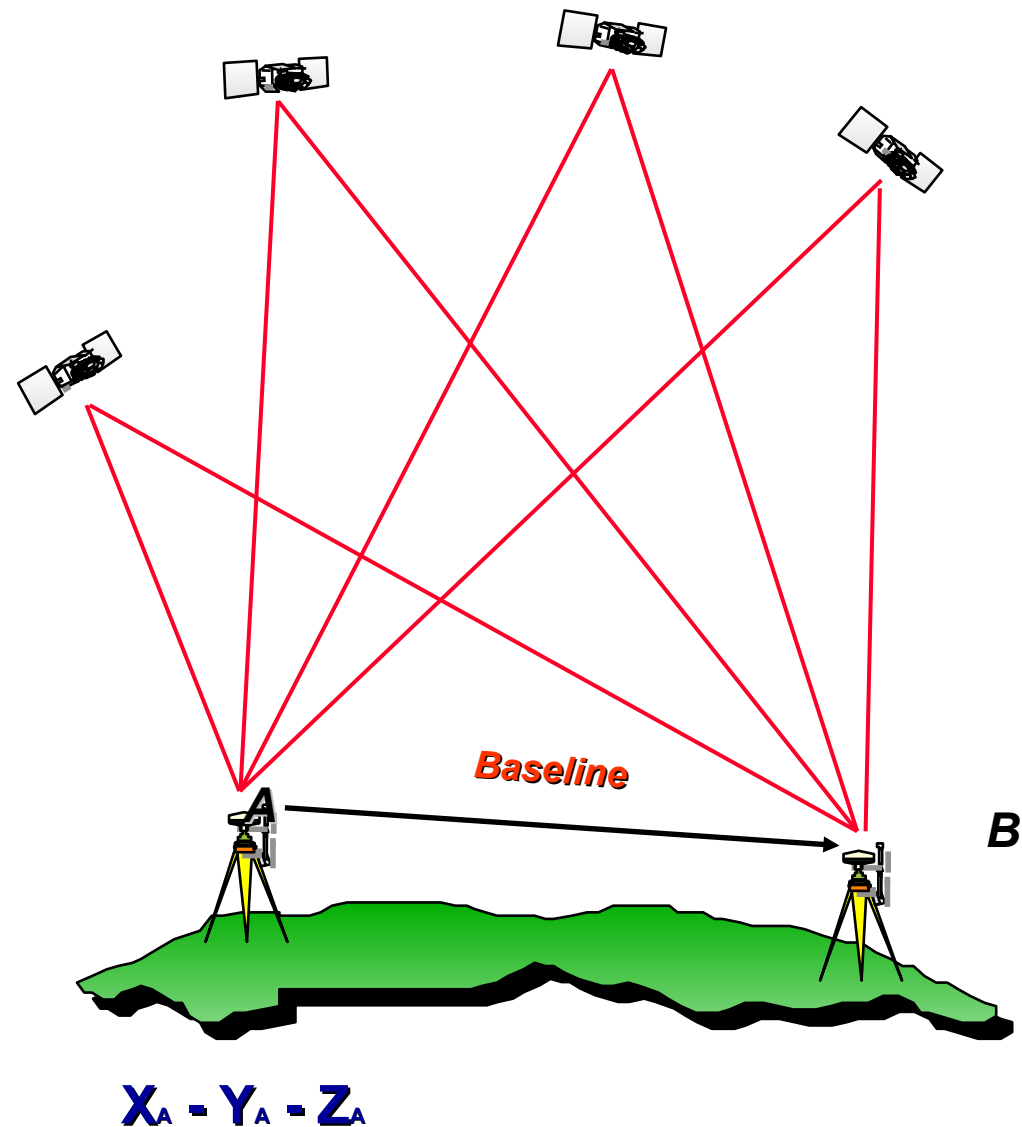
Causa	Entità [m]
indeterminazione dell'orbita	
- con Broadcast Ephemerides	5÷25
- con Precise Ephemerides	< 5
- con Selective Availability	100
orologio del ricevitore	10÷100
orologio del satellite	1÷3
perturbazioni ionosferiche	20÷50
perturbazioni troposferiche	2÷10
disturbo del segnale	variabile

Correzione differenziale

- Due ricevitori (user segment): uno fisso (*reference*) ed uno mobile (*roaming*), esposti alla stessa costellazione di satelliti
- Il ricevitore fisso effettua continuamente la media dei rilevamenti
 - La posizione è nota con un errore minimo
 - È possibile calcolare lo scarto tra posizione vera (media) e posizione stimata (istantanea)
- Il ricevitore fisso trasmette i dati relativi allo scarto al ricevitore *roaming*
 - Il ricevitore *roaming* corregge la propria posizione

Ci permette di ottenere maggiore precisione avendo:

- 2 Ricevitori GPS
- Il tracciamento **contemporaneo** di almeno 4 satelliti da entrambi i Ricevitori GPS
- Le coordinate assolute del Ricevitore Reference (A)
- Un software per la gestione del calcolo differenziale



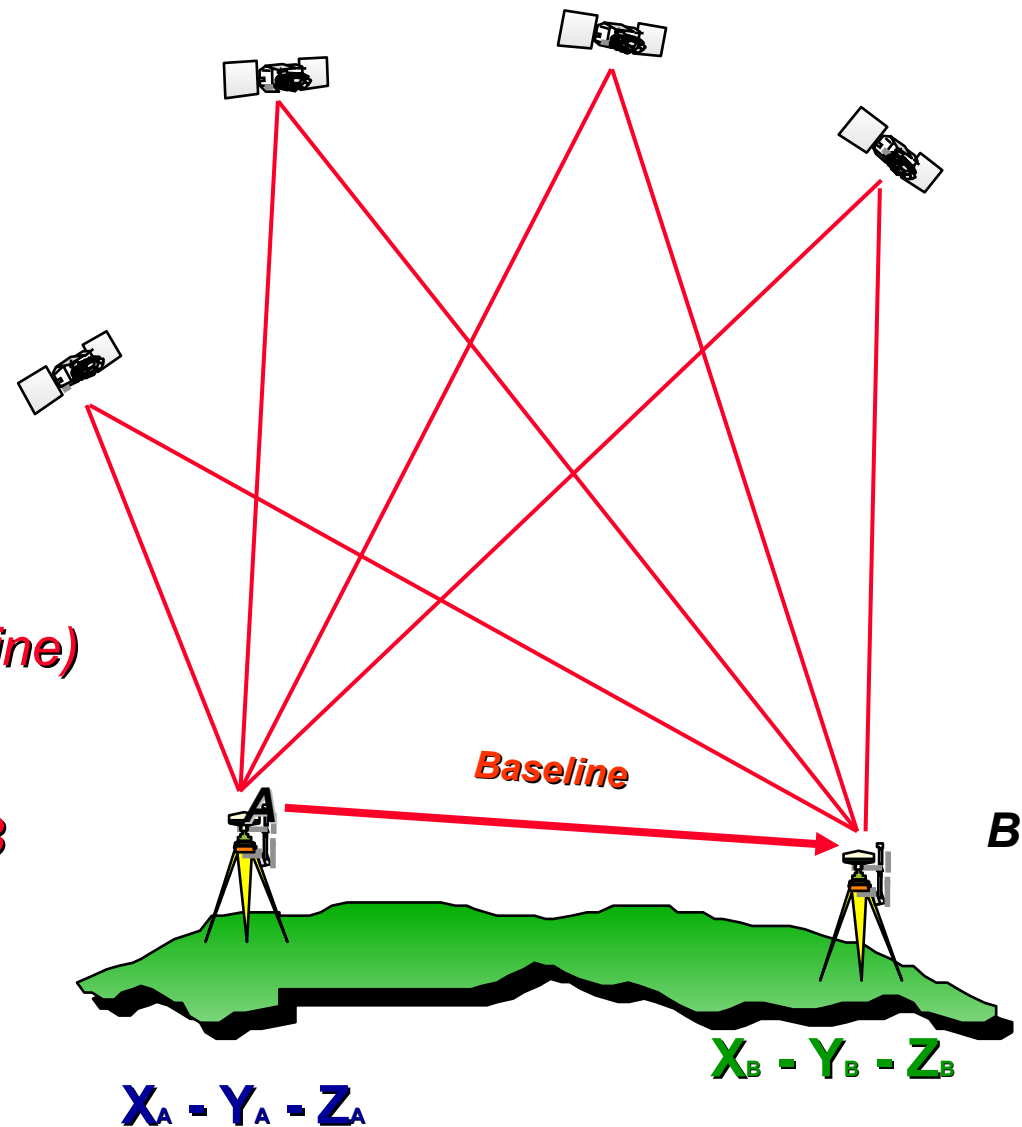
Quali errori si eliminano?

- Otteniamo dal calcolo:
- Eliminazione degli errori dell'orologio
 - Minimizzazione degli errori atmosferici (iono-tropo)

E come risultato finale:

La distanza inclinata AB (baseline)

***Accuratezza 0.5 cm – 5m
delle coordinate relative di B***



Il calcolo consiste in una differenza di osservazioni tra A e B.

Il calcolo viene effettuato per tutti i satelliti tracciati:

$$\begin{array}{cccccc}
 & & \text{A: } 01 & - & 31 & - & 05 & - & 12 & - & 31 & - & 22 \\
 & \updownarrow & \updownarrow & & \updownarrow & & \updownarrow & & \updownarrow & & \updownarrow & & \updownarrow \\
 \text{B: } & 01 & - & 31 & - & 05 & - & 12 & - & 31 & - & 22
 \end{array}$$

La presenza di altri satelliti garantisce la disponibilità minima per tutto il periodo di registrazione (vedi tabelle di stazionamento)

...in conclusione si ha:

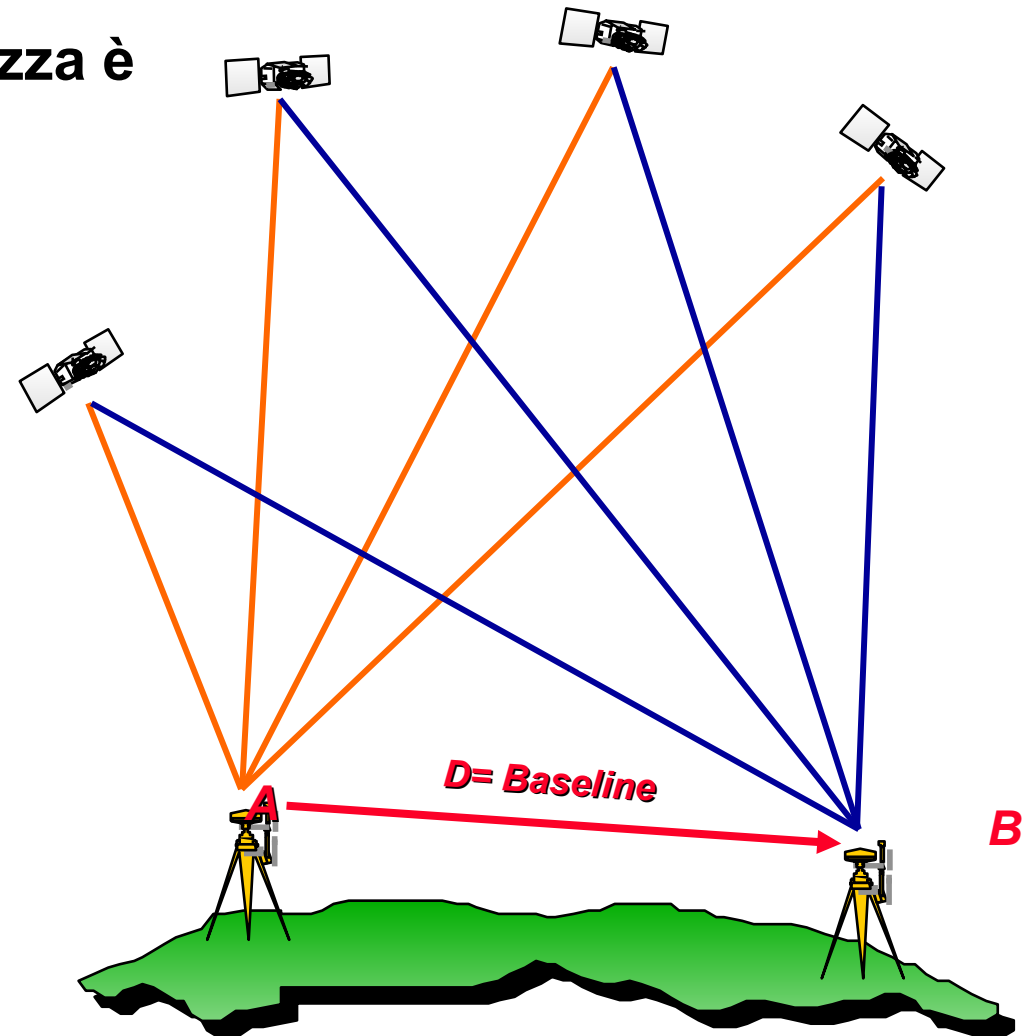
$$\text{A: } x + y + z + E_i + E_t + E_s + E_o -$$

$$\text{B: } x + y + z + E_i + E_t + E_s + E_o =$$

Risultato: Δ_{xyz} (dist) + res. Errori (0.5cm – 5m)
 e quindi: Coordinate X,Y,Z di B depurate dagli errori

Usando *il Codice* l'accuratezza è compresa
Tra 0.3 – 5 m.

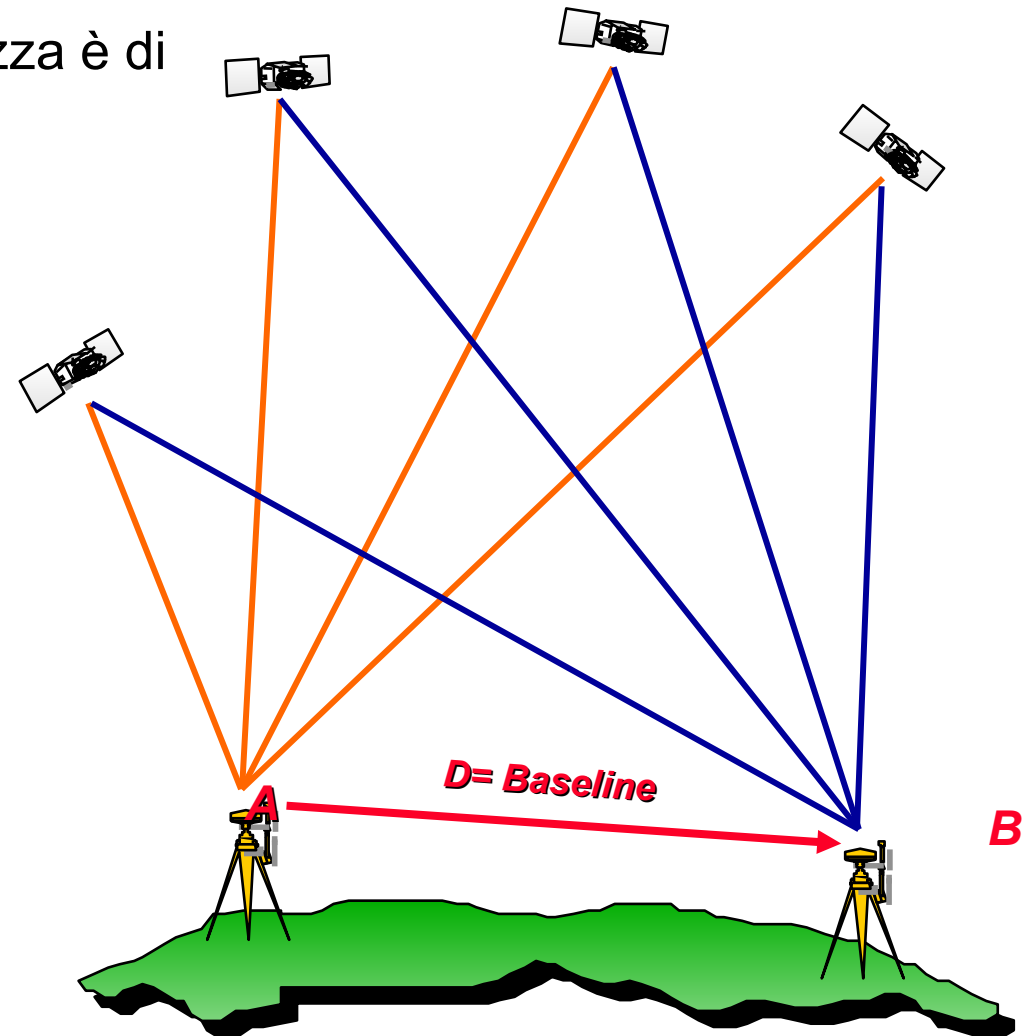
Questo calcolo è anche chiamato *DGPS*.



Differenziale di fase

Usando **Fase e Codice** l'accuratezza è di
circa
5 - 10 mm + 1ppm.

Questo calcolo è anche
chiamato calcolo delle
Ambiguità.





Perché il differenziale

Perché contemporaneamente?

Perché la posizione dei satelliti, i disturbi del segnale e le condizioni di ricezione cambiano nel tempo. In uno stesso istante sono identiche.

A quale distanza cambiano le condizioni tra i due ricevitori?

Due Ricevitori GPS non hanno mai “uguali” situazioni atmosferiche ma a piccole distanze (circa 20-30 Km) si possono definire “simili”. Allontanandoci aumentano le differenze tra i due ricevitori.

Qual è la distanza massima tra i Ricevitori?

Si possono vedere gli stessi satelliti anche a distanze notevoli (200-300 Km). Aumentando la distanza la sfericità della terra impedisce il tracciamento degli stessi satelliti.

Posso sempre tracciare almeno 4 satelliti?

la costellazione attuale garantisce il tracciamento di almeno 5 satelliti 24 ore su 24. Questa condizione può variare a causa della presenza di ostacoli.

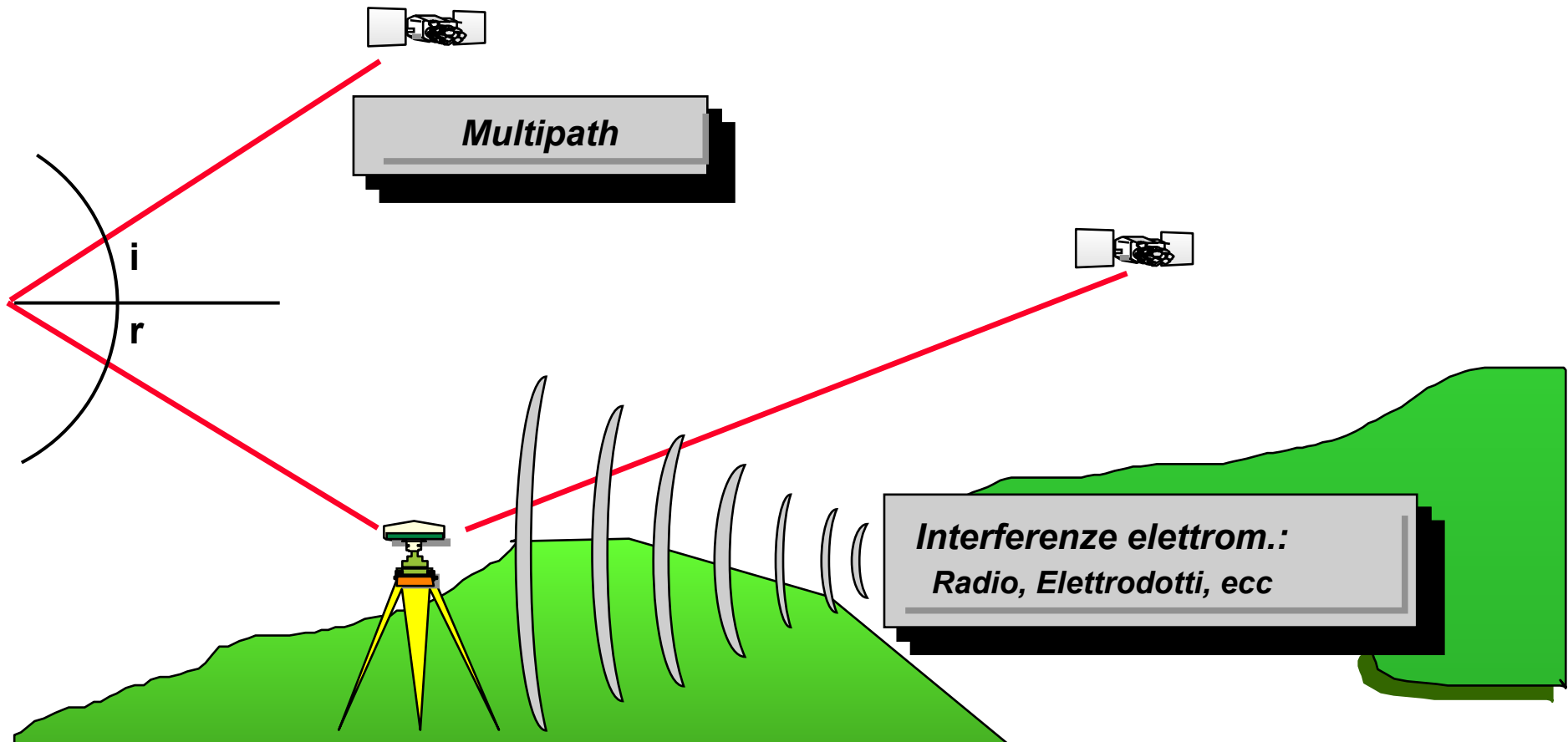
Promemoria sul differenziale

- Il metodo di posizionamento del singolo Ricevitore permette di ottenere 10 - 20 m di accuratezza
 - a causa degli errori di Sistema
 - soluzione immediata
- Il metodo **Differenziale**, usando 2 Ricevitori che contemporaneamente tracciano un minimo di 4 satelliti (preferibilmente 5), permette di ottenere 0.5 cm to 5 m di accuratezza relativa del Rover rispetto il Reference
 - Ricordare che il
 - **Differenziale di Codice** fornisce **accuratezza metrica**
 - **Differenziale di Fase** fornisce **accuratezza centimetrica**

Cause di errore: rimbalzi e interferenze

Il Multipath , le Interferenze,...

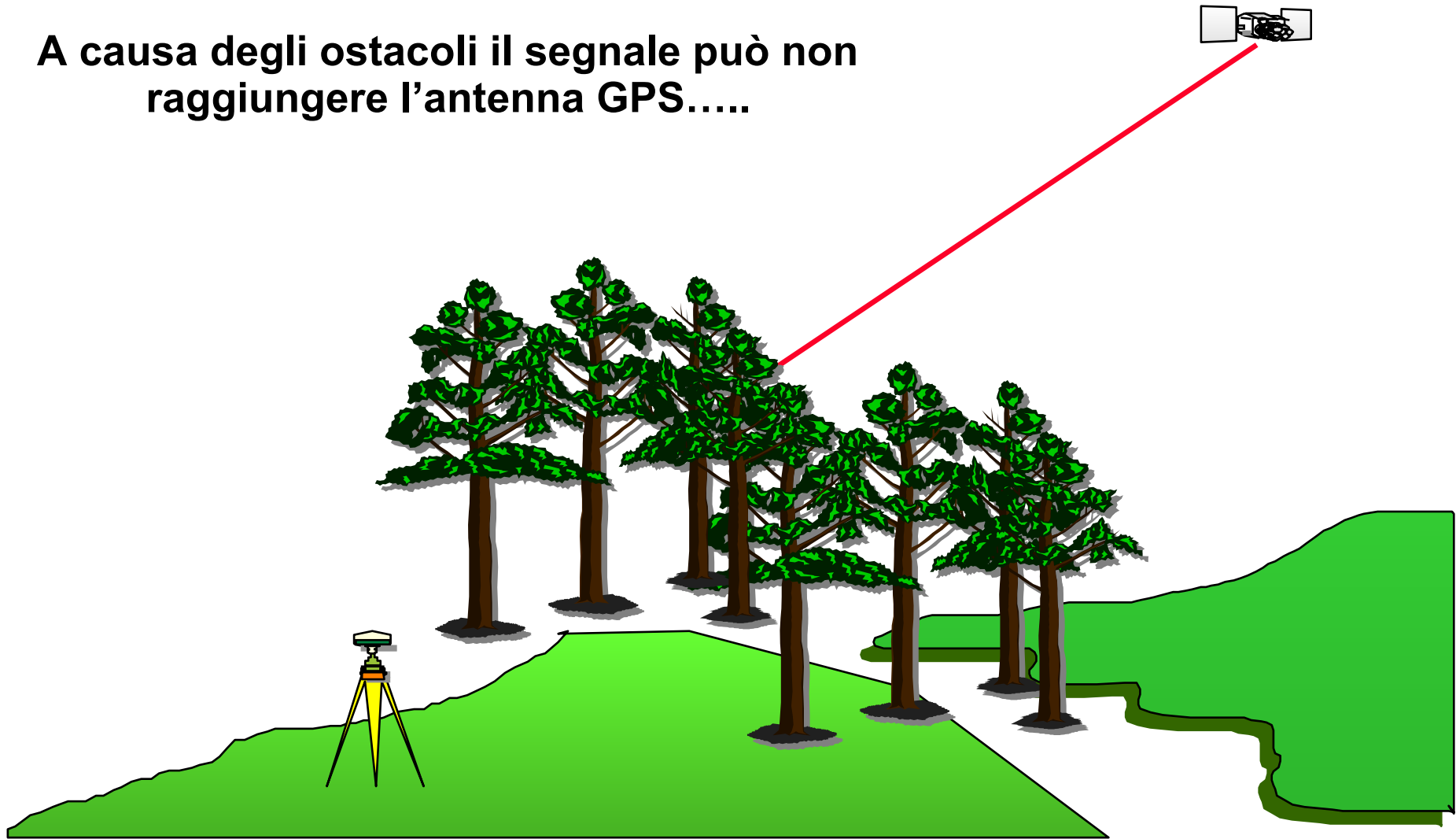
A causa del Multipath e delle interferenze elettromagnetiche la qualità del segnale GPS può degradare.....



Cause di errore: “effetto pensilina”

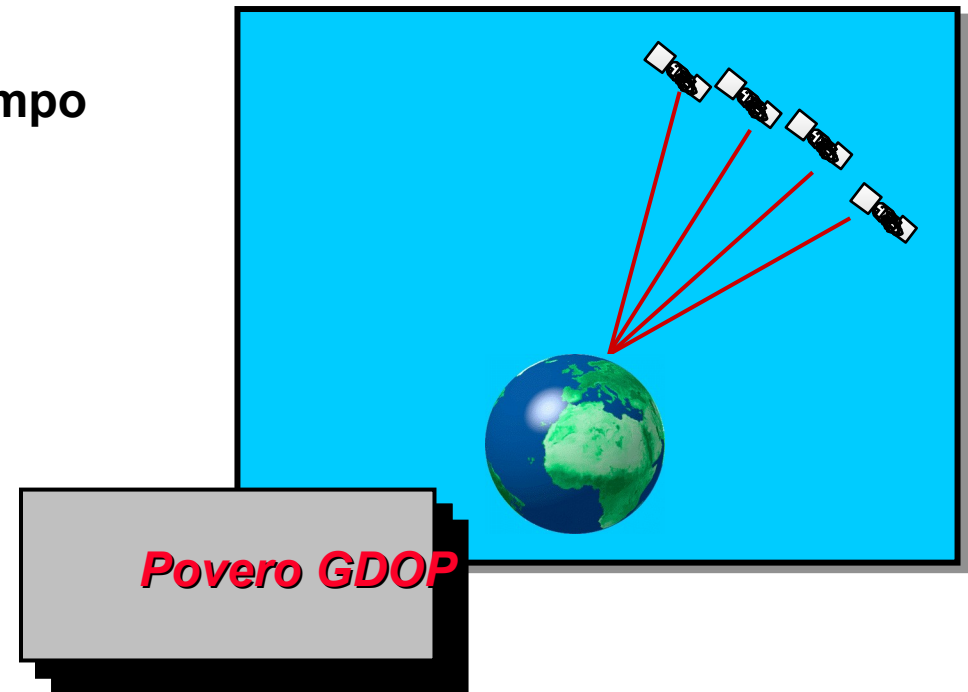
....e gli ostacoli

A causa degli ostacoli il segnale può non raggiungere l'antenna GPS.....



Qualità della misura e diluizione (DOP)

- Descrive il deprezzamento della precisione nel fissare le coordinate di punto in base alla distribuzione dei Satelliti nello spazio
 - E' un indicatore di qualità geometrica dei Satelliti al momento che sono tracciati dal ricevitore GPS
- **GDOP** (*Geometrical*)
 - Include Lat, Lon, Quota e Tempo
 - **PDOP** (*Positional*)
 - Include Lat, Lon e Quota
 - **HDOP** (*Horizontal*)
 - Include Lat e Lon
 - **VDOP** (*Vertical*)
 - Include solo la Quota



Quale valore di DOP?

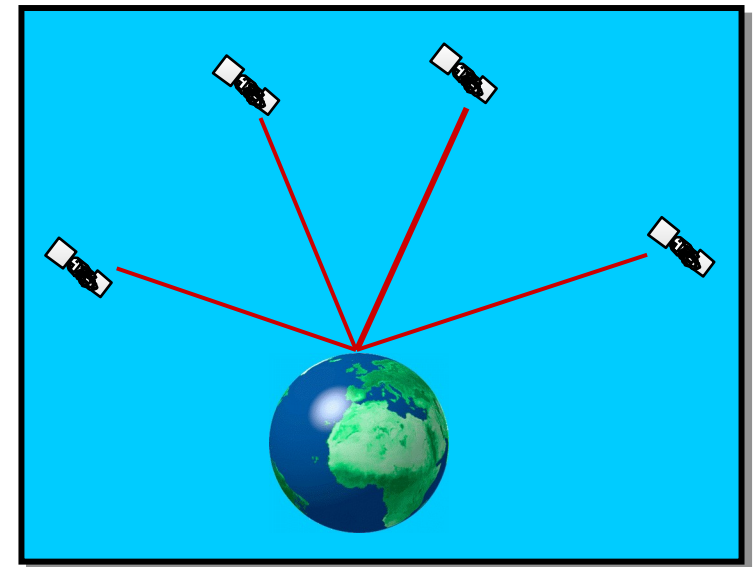
- Descrive il deprezzamento della precisione nel fissare le coordinate di punto in base alla distribuzione dei Satelliti nello spazio
- E' un indicatore di qualità geometrica dei Satelliti al momento che sono tracciati dal ricevitore GPS

Il **GDOP** (*Geometrical*) Include:

Lat, Lon, Quota e Tempo

Il valore varia da 1 a infinito ma non si devono accettare valori superiori a 8

GDOP inferiore a 8: OK!





Rapporto segnale/rumore

- Descrive la qualità del Segnale di ogni Satellite e al momento dell'arrivo al Ricevitore
- I Ricevitori visualizzano il valore, aggiornandolo costantemente, sia su L1 che su L2
- Nell'ambito topografico sono da ritenere accettabili valori superiori a 35:

– 45 - 51	<i>Eccellente</i>
– 40 - 45	<i>Ottimo</i>
– 35 - 40	<i>Buono</i>
– Sup. 35	<i>Sufficiente</i>

- Angolo di minima elevazione impostato nel software del ricevitore
- Serve a oscurare il tracciamento dei satelliti bassi perché maggiormente colpiti da disturbi sul segnale (troposfera)

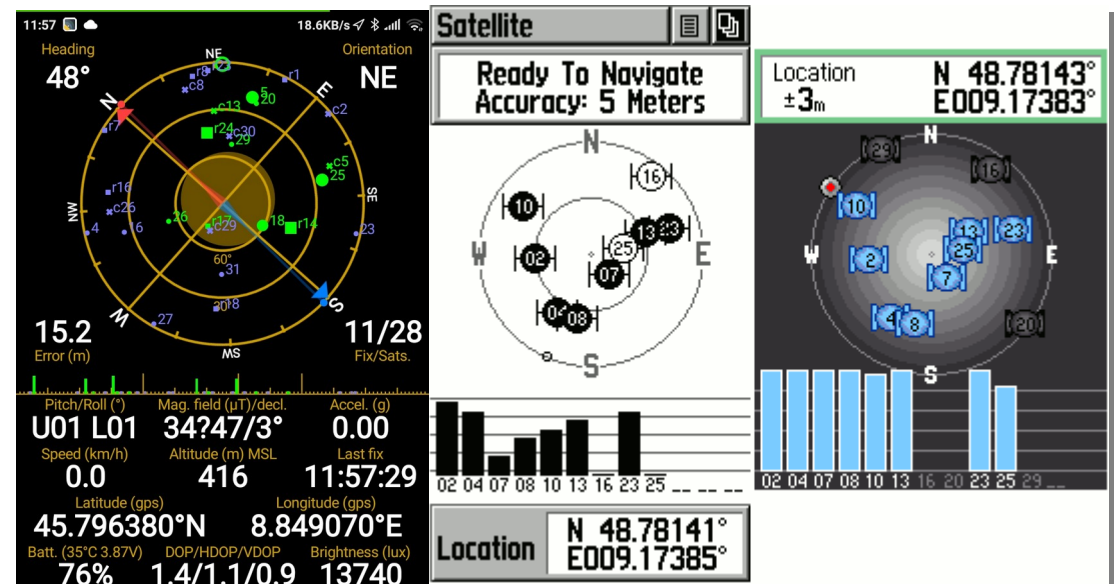
da 15° a 20° Misure di precisione e monitoraggi

da 10° a 15° Misure topografiche

5° Applicazioni GIS

**Un angolo troppo basso
diminuisce la precisione!**

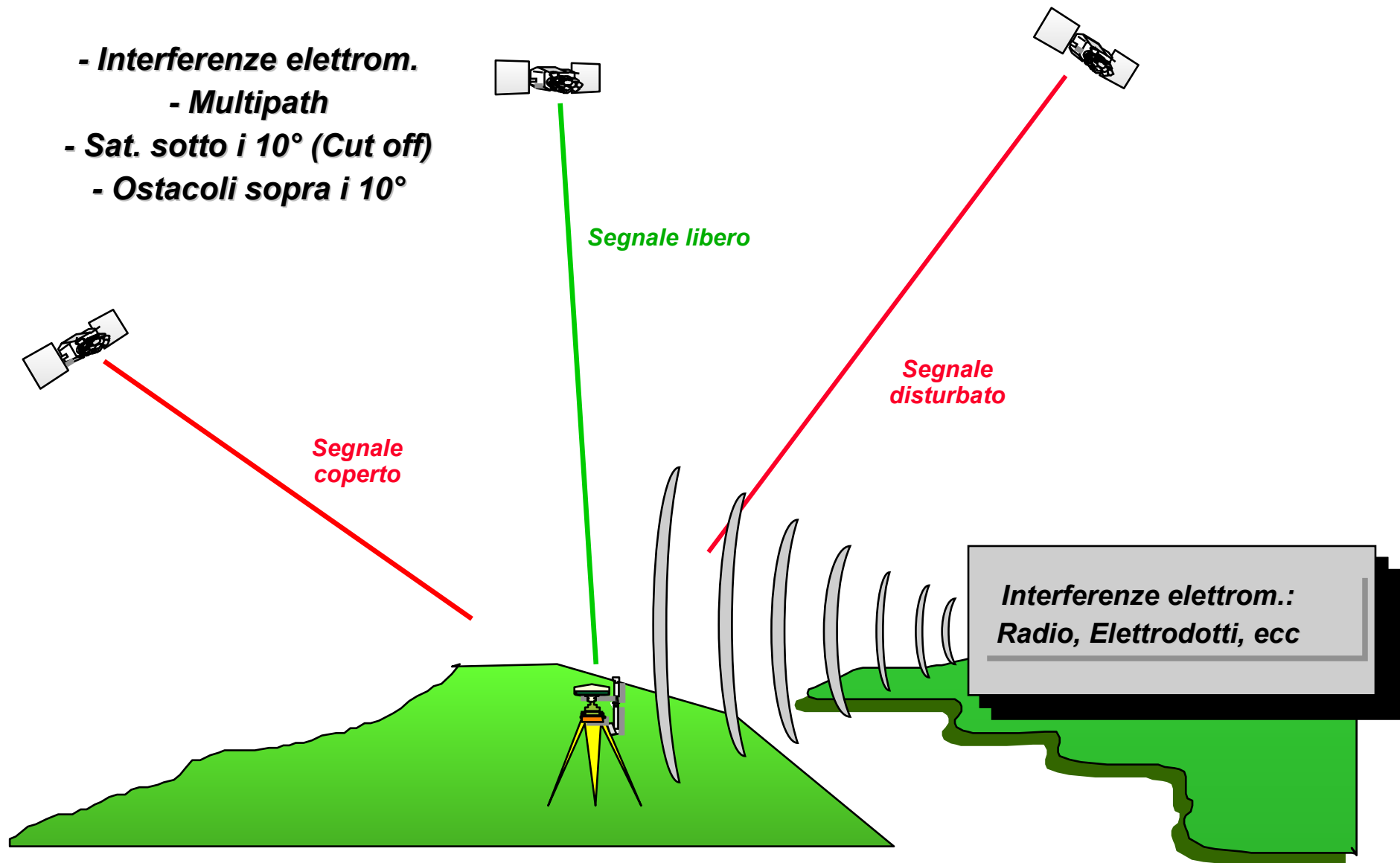
**Un angolo troppo alto
peggiora la disponibilità
di satelliti e il DOP!**



Attenzione a come si misura!

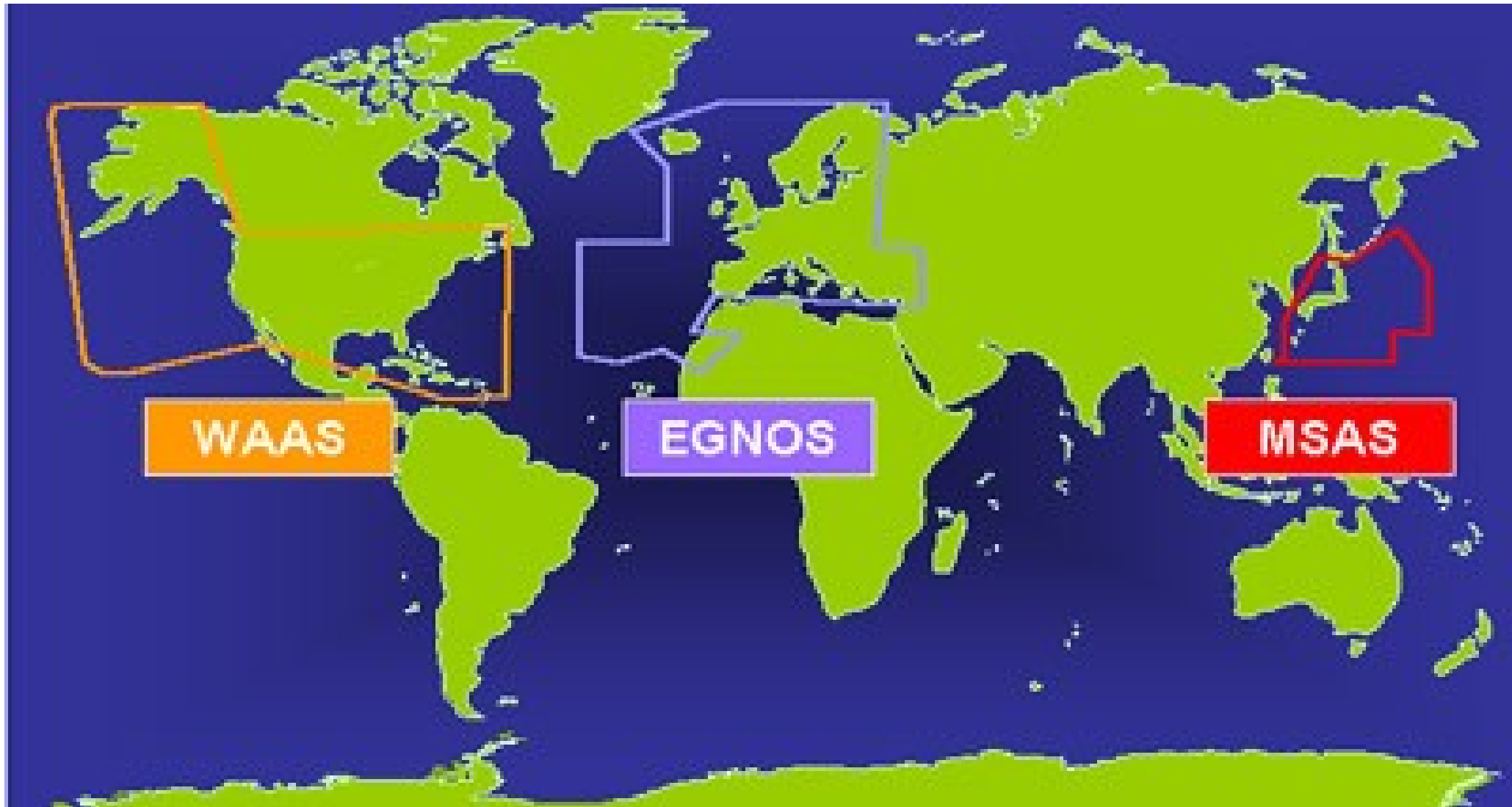
Cosa evitare...

- Interferenze elettrom.
- Multipath
- Sat. sotto i 10° (Cut off)
- Ostacoli sopra i 10°



- Effettuare tutta l'osservazione in ogni ricevitore con:
 1. Almeno gli stessi 4 - 5 Satelliti
 2. GDOP inferiore a 8
 3. S/N superiore a 35
 4. Cut-off a 10°
- Evitare le seguenti condizioni:
 1. Gli ostacoli sopra i 10°
 2. Interferenze elettromagnetiche
 3. Il Multipath
- Ricordare che il
 - **Differenziale di Codice** fornisce **accuratezza metrica**
 - **Differenziale di Fase** fornisce **accuratezza centimetrica**

Augmentation Systems

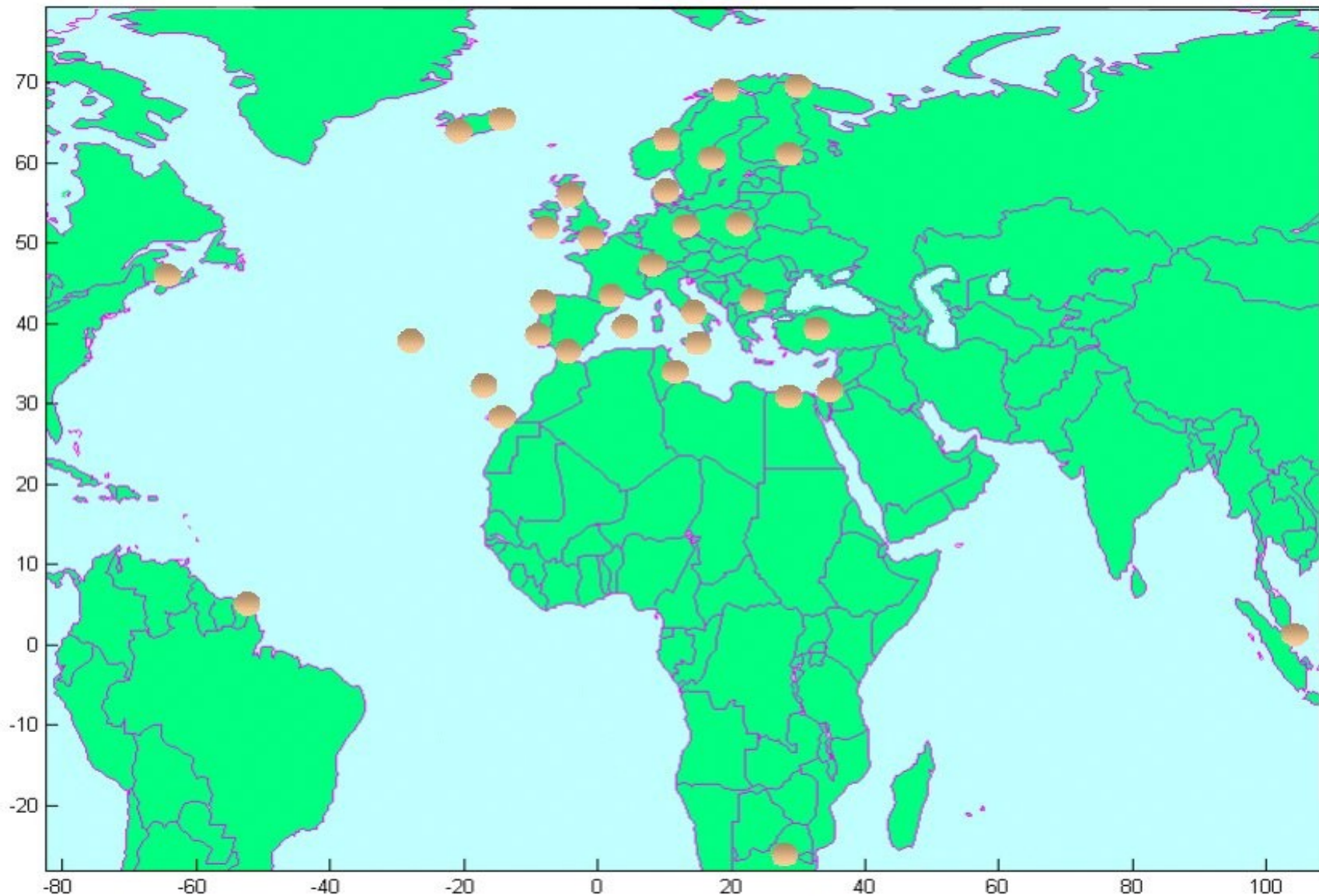


Correzione differenziale EGNOS (EU)

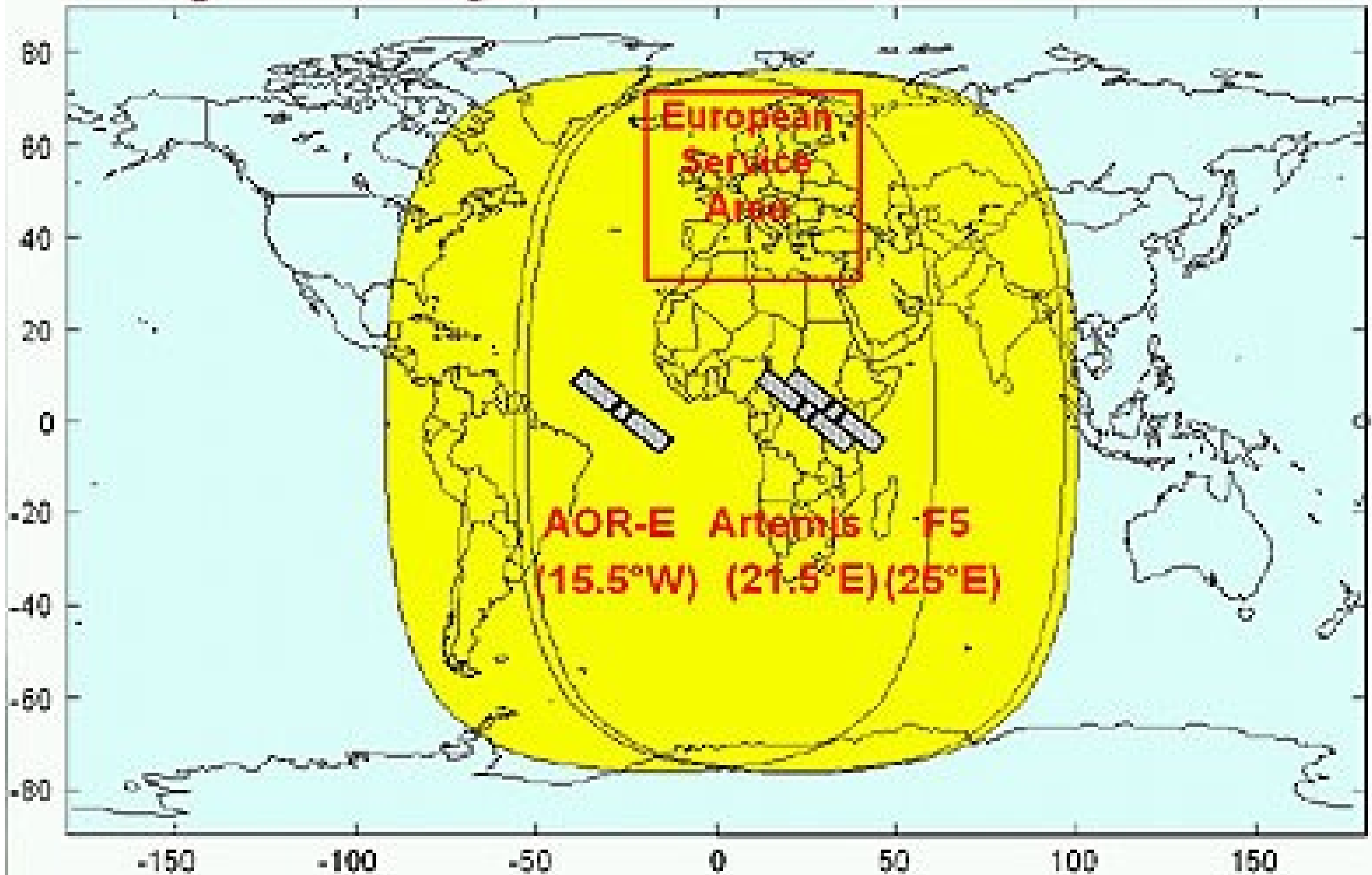
- Tre satelliti geostazionari
 - segnale analogo ai satelliti NAVSTAR/GLONASS
 - segnale per la correzione
 - posizione di ciascun satellite
 - accuratezza degli orologi atomici a bordo dei satelliti
 - disturbi a livello ionosferico
- Rete di stazioni terrestri
 - 30 stazioni RIMS (misure per la correzione differenziale)
 - 4 MCC (centri di controllo, integrazione delle misure)
 - 3 up-link, 3 di riserva (trasmissione ai satelliti dei dati per la correzione)
- User segment

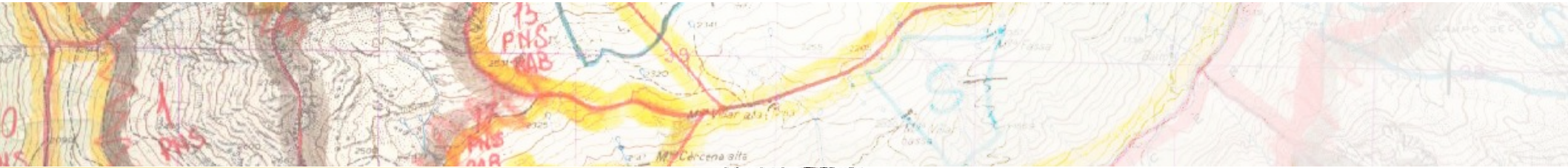
Correzione differenziale EGNOS: *ground segment*

RIMS LOCATION MAP. OUTPUT PRODUCED BY THE ESPADA 4.4 SIMULATION TOOL. (c) ESA 2003



Correzione differenziale EGNOS: *space segment*





Damiano G. Preatoni
prea@uninsubria.it
Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate
Università degli Studi dell'Insubria

© 2012 COVERLY
SPEEDBUMP.COM / DIST. BY CREATOR