

APPUNTI DI CARTOGRAFIA

1.0 Sistemi di Riferimento

Visualizzare oggetti geografici nella loro corretta localizzazione e con le loro forme corrette richiede dei metodi che "trasferiscano" gli oggetti stessi da una superficie tridimensionale, quale quella della terra, ad una superficie bidimensionale come quella di una mappa. Tali metodi vengono detti proiezioni.

E' importante comprendere il significato delle proiezioni in quanto nessuna di esse può essere utilizzata per tutte le applicazioni; ogni proiezione ha qualità che possono renderla più appropriata per alcune applicazioni, meno per altre.

1.1 Sistema Sferico

Un sistema di coordinate sferico è un sistema di riferimento utilizzato per localizzare e misurare oggetti geografici sulla superficie di un oggetto simile ad una sfera come la Terra.

Le localizzazioni, in un sistema di coordinate sferiche, sono misurate in gradi di latitudine e longitudine. I valori sono positivi o negativi a seconda del quadrante in cui ricadono.

Per la Terra le misure delle coordinate iniziano dal Primo Meridiano (la linea verde nella figura) per le misure da Est ad Ovest e all'Equatore (linea rossa nella figura) per le misure da nord a sud.

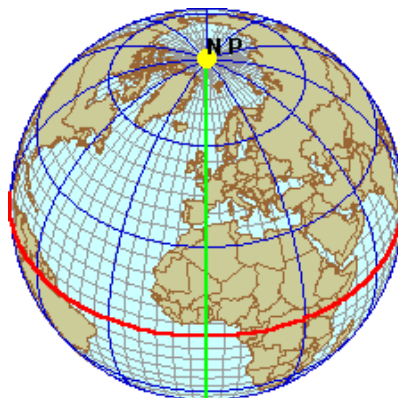


FIG 1

Come unità di misura ogni grado è suddiviso in sessanta minuti e ogni minuto è composto di sessanta secondi.

I valori di latitudine variano da 0° a 90° nell'emisfero nord, che va dall'Equatore al Polo Nord. Nell'emisfero Sud, che va dall'Equatore al Polo Sud, i valori vanno da 0° a -90° .

I valori di longitudine vanno da 0° a 180° nell'emisfero est, che inizia dal Primo Meridiano (Greenwich), attraversando verso est Europa, Africa e Asia. Nell'emisfero ovest i valori di longitudine vanno da 0° a -180° , partendo dal Primo Meridiano e attraversando verso ovest le Americhe.

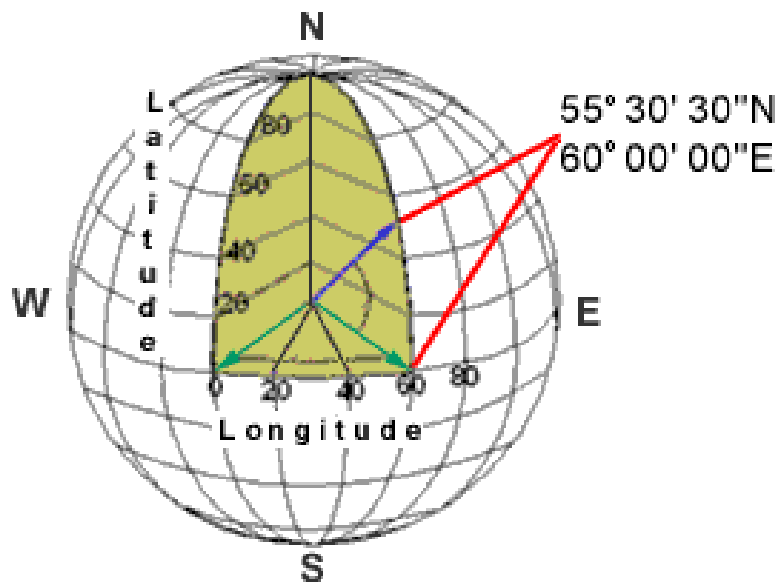


FIG.2

In un sistema di coordinate sferico, le misure sono espresse in gradi, minuti e secondi (GMS) o in gradi decimali (GD). Ad esempio $55^\circ 30' 00''$ ha lo stesso valore di 55.5° .

1.2 Sistema Cartesiano

Un sistema di coordinate Cartesiano è un sistema bidimensionale per localizzare oggetti su di una superficie piana.

La localizzazione di un oggetto del mondo reale si attribuisce con una coppia di numeri detti *coordinate x e y* che rappresentano la distanza su due assi fra loro perpendicolari a partire dalla loro intersezione detta *origine degli assi*. Le coordinate x,y generalmente hanno un valore positivo e sono misurate in metri.

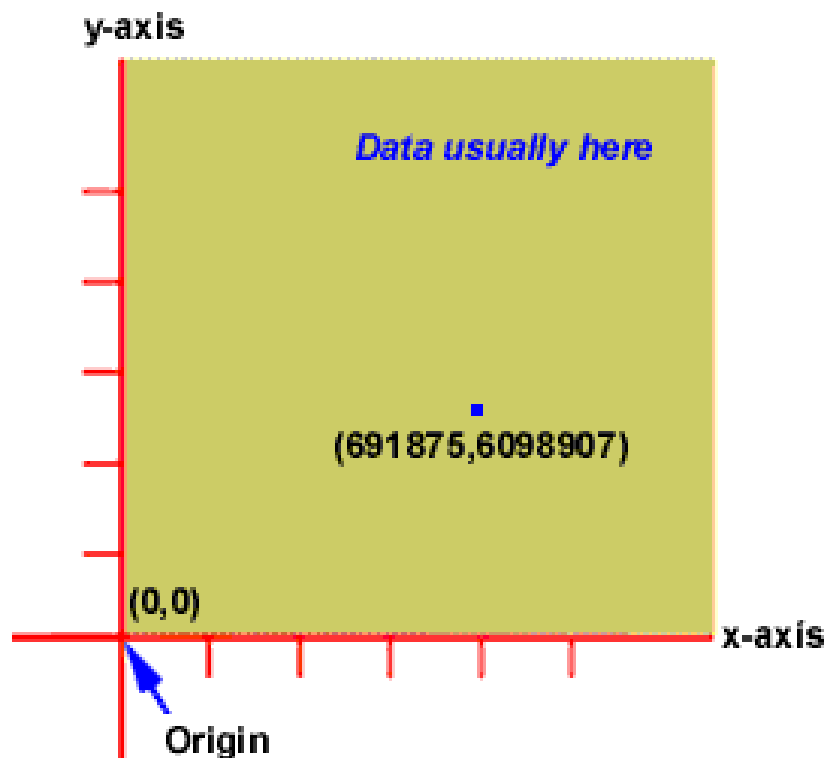


FIG 3

I sistemi di coordinate cartesiani, quali ***Universale Trasverso Mercatore*** (UTM) o ***State Plane Coordinate System*** (SPCS), sono comunemente utilizzati per localizzare oggetti e si trovano su molte mappe. E' possibile convertire coordinate sferiche in coordinate Cartesiane utilizzando proiezioni di mappe.

1.3 Proiezioni

Le mappe sono piane, ma la superficie della Terra è curva (la Terra è un elissoide).

Allo scopo di rappresentare lo spazio tridimensionale (la superficie della Terra), nello spazio bidimensionale (una mappa), è necessario utilizzare una trasformazione matematica detta *proiezione*.

Le prime proiezioni utilizzavano il concetto di proiettare la luce da una sorgente ipotetica, attraverso la superficie della Terra, su una superficie bidimensionale.

La sorgente di luce poteva essere posizionata al centro della Terra, sul lato opposto, o in qualche altra locazione distante dalla Terra stessa.

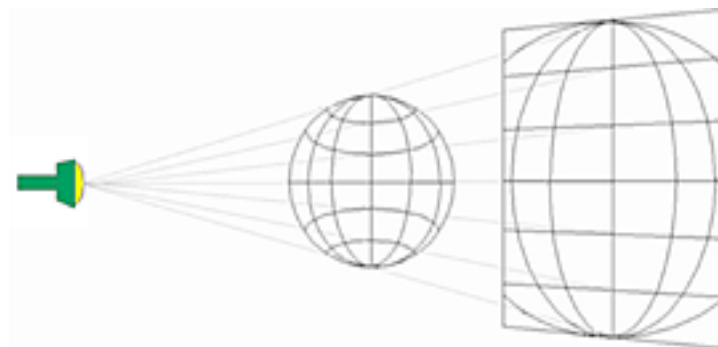


FIG 4

Oggi tutte le proiezioni in uso utilizzano formule matematiche che convertono i dati da una locazione geografica (latitudine e longitudine) sulla Terra ad una rappresentativa locazione su una superficie piana.

1.4 Proiezioni principali

Le prime proiezioni erano rappresentazioni di oggetti proiettati su superfici bidimensionali: il cilindro, la sfera, il piano ed il cono. Molte proiezioni usate oggi sono variazioni di queste tre superfici:

Cilindrica

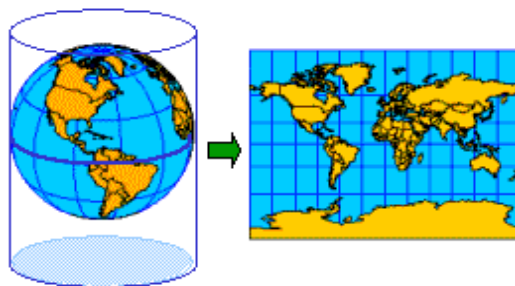


FIG 5

Piana

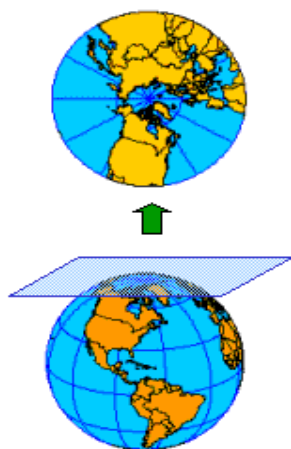


FIG 6

Conica

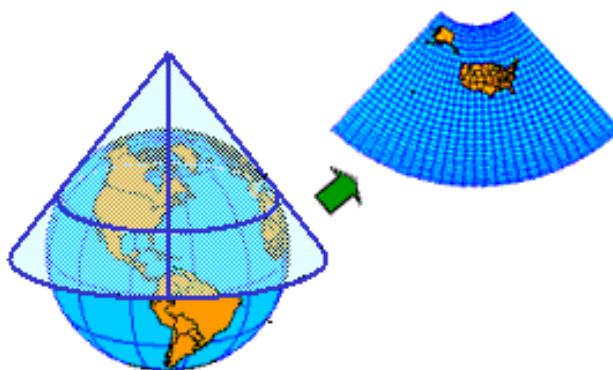


FIG 7

1.5 Proiezioni e distorsioni

La conversione da un sistema di coordinate sferico ad un sistema di coordinate cartesiane provoca delle distorsioni. Il processo di proiezione distorcerà una delle seguenti proprietà:

- Forma
- Area
- Distanza
- Direzione

Ci sono molte proiezioni e ognuna è valida per rappresentare una o più proprietà spaziali, ma nessuna di esse può mantenere tutte e quattro le proprietà. Ecco alcuni esempi di come proiezioni diverse distorcono le forme degli oggetti geografici:

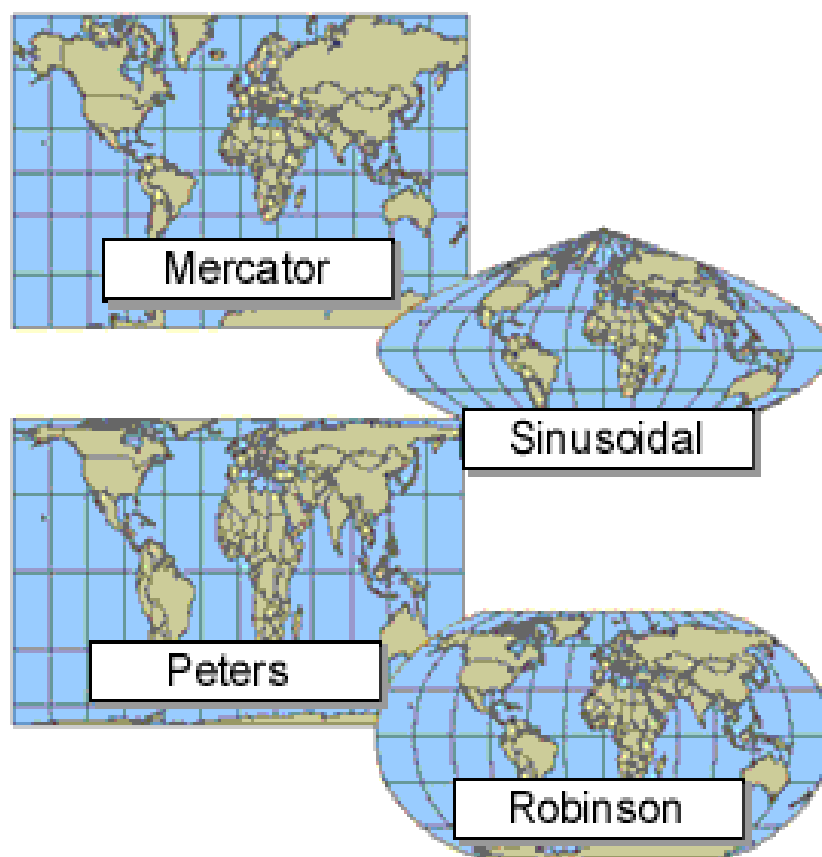


FIG 8

Siccome queste proprietà spaziali sono spesso utilizzate per processi decisionali, chiunque utilizza delle mappe dovrebbe conoscere come la proiezione adottata distorce determinate proprietà.

Ad esempio, scegliendo una proiezione di **Peter** si otterrà un accurato calcolo delle aree ma forme non accurate; la proiezione di **Mercatore** mantiene corrette le direzioni ma non aree e distanze; la proiezione di **Robinson** è un compromesso di tutte e quattro le proprietà.

2.0 Alcune considerazioni di topografia

Senza una carta topografica di riferimento, su cui riportare la nostra posizione diventa difficile orientarsi. Per cui bisogna necessariamente conoscere qualche nozione fondamentale.

2.1 Come orientare la carta

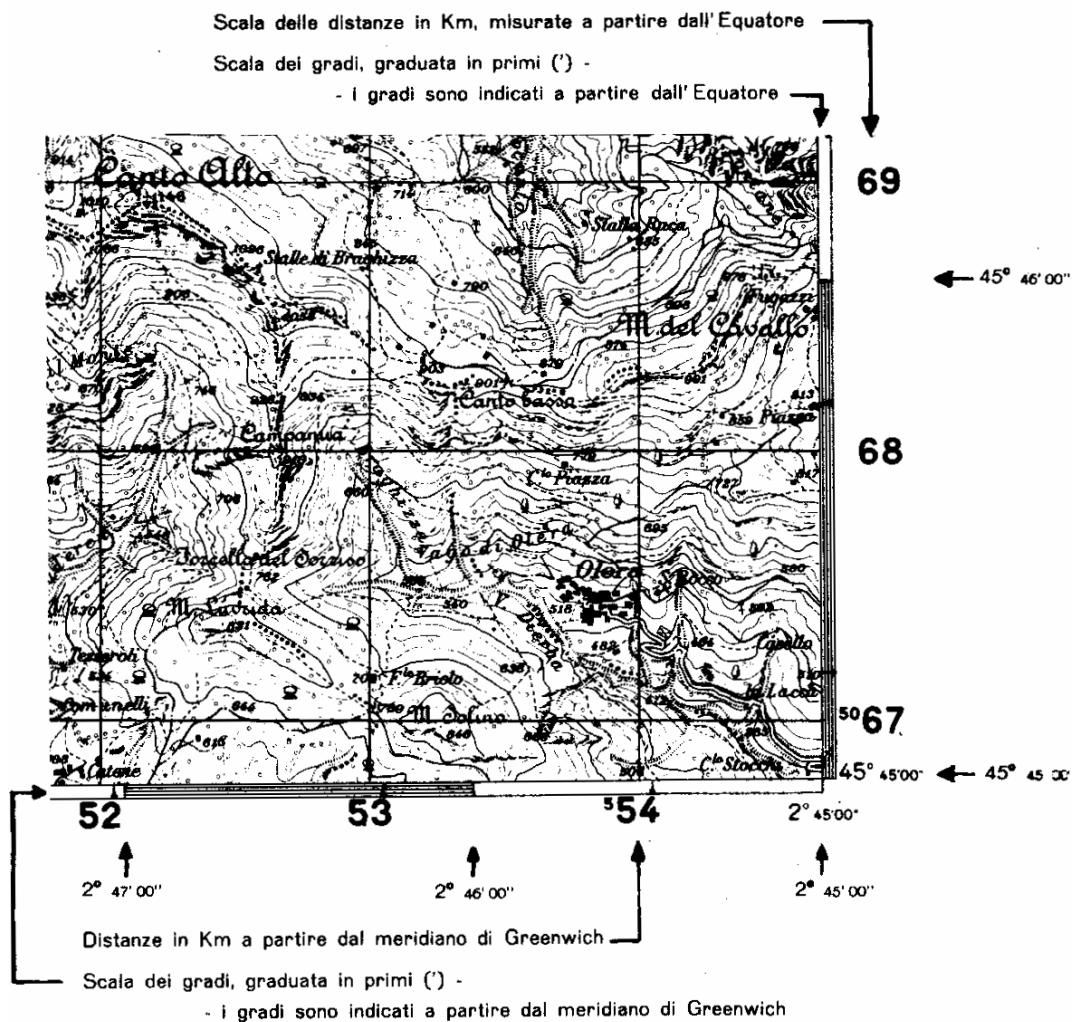
Per prima cosa bisogna sapere che le carte devono essere orientate prima di poter essere usate come riferimento sul territorio.

Tutte le carte sono orientate a Nord, ovvero hanno il lato superiore rivolto verso il Polo Nord e l'inferiore verso il Sud, per cui avrete Est a destra e Ovest a sinistra. Per potere correttamente usare una carta, qualsiasi essa sia, bisogna pertanto orientarla correttamente, usando una bussola.

Una volta aperta la carta, vi si appoggia sopra la bussola con l'indicatore del quadrante mobile posto a nord e lo si pone parallelo ad un meridiano o al bordo destro della carta stessa. Quindi si ruota solidalmente carta e bussola fino a quando l'ago magnetico si posiziona in corrispondenza dell'indicatore del quadrante mobile e indica nord. Attenzione: l'operazione, visto che si utilizza con molta probabilità una bussola magnetica, deve essere svolta lontano da rilevanti masse metalliche o campi magnetici (automobili, elettrodotti, computers. ecc).

A questo punto la carta correttamente orientata e utilizzabile per prendere e riportare correttamente i rilevamenti, avendo un riscontro immediato con il territorio; quello che sulla carta sarà alla vostra destra sarà alla vostra destra anche nella realtà, e così via.

Avere la carta orientata correttamente è il solo modo per capire dove andare, ad esempio in un bivio, sapendo con certezza da che parte girare.



Spiegazione dei bordi delle Carte dell'I.G.M.

Fig 9

2.2 TIPI DI CARTE

Fondamentalmente le carte possono essere distinte in due grandi famiglie:

- le carte topografiche,
- le carte stradali/turistiche,

a seconda del tipo di informazioni che contengono.

Mentre le prime sono in genere ad alta scala e dettagliatissime, nate per prendere rilevamenti diretti sul territorio, le seconde sono incentrate sulla rete stradale e spesso riportano le informazioni relative alla morfologia del terreno (monti, fiumi, vegetazione) in maniera grossolana e a volte anche imprecisa.

Le carte topografiche forniscono in pratica una descrizione dettagliata del territorio, e leggendole bene possono essere considerate quasi una fotografia del territorio, ma ad esempio non hanno le informazioni relative ai benzinai ed agli svincoli autostradali presenti invece sulle carte turistiche.

Un caso a parte sono le carte nautiche.

2.3 La scala

Bisogna aggiungere che anche se una carta presenta le due caratteristiche fondamentali sopra elencate, non è detto che sia sicuramente adatta, in quanto è utile che sia anche "esatta". Questo dipende in gran parte dalla scala alla quale la carta è stampata.

Logicamente, una carta a bassa scala (1:4.000.000 o superiore) non potrà mai avere un dettaglio ed una precisione che una carta ad alta scala (1:100.000 o meno) possiedono.

La scala è l'indicazione del rapporto tra le distanze rilevate sul terreno e quelle rilevate sulla carta.

Prendiamo il caso di una carta ad alta scala, ad esempio 1:25.000. In questa carta, un centimetro della carta equivale a 25.000 centimetri nella realtà, ovvero 250 metri, per cui quattro centimetri equivarranno ad un chilometro

Se invece consideriamo una scala di 1:1.000.000 abbiamo un centimetro sulla carta che equivale a 1.000.000 di centimetri, cioè dieci chilometri, ovvero un millimetro sulla carta vale un chilometro nella realtà.

Ovviamente una carta di quest'ultimo tipo sarà utile esclusivamente per avere un'idea d'insieme della zona in cui ci troviamo,

Mentre con le carte ad alta scala non ci sono problemi a rappresentare le caratteristiche del territorio tramite segni convenzionali, con le carte a bassa scala spesso la grandezza stessa del tratto che indica la strada è assolutamente fittizia, in quanto il tratto stesso è, se rapportato in scala, enormemente più grande della caratteristica del territorio che va a rappresentare. Il simbolo di una strada statale, ad esempio, è mediamente largo circa un millimetro su una carta 1:250.000, per cui questa strada dovrebbe essere larga nella realtà oltre venticinque metri...

La scala viene generalmente espressa utilizzando una scala lineare in forma grafica sulla mappa come ad esempio:

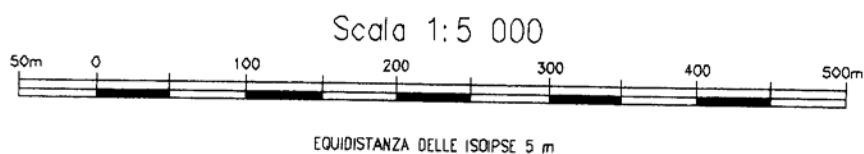


Fig 10

2.3 L'esattezza

Quella della scala è una parte del problema. L'altro aspetto che influenza la precisione di una carta è prettamente derivato da chi la produce e dai dati che usa per disegnarla.

Molte carte sono imprecise, con particolari tirati via e addirittura inventati. Insomma non tutte le carte sono esatte, anche se ciò potrebbe meravigliare.

La fama del produttore non è una garanzia, in quanto conosciamo bene alcuni esempi di carte di rinomate Case che incorporano errori davvero notevoli, mentre abbiamo esempi di piccole Case cartografiche che producono invece carte perfette (o

quasi). Purtroppo non esiste una casistica degli errori delle carte; differenti edizioni della stessa carta dalla stessa Casa hanno differenti errori, per cui bisogna sperare bene e tenere gli occhi ben aperti. Comunque il consiglio sempre valido è quello di acquistare la cartografia più recente che riuscite a trovare. Un esempio di diversità tra carte di edizioni diverse relative alla identica porzione di territorio la si vede in figura 11.

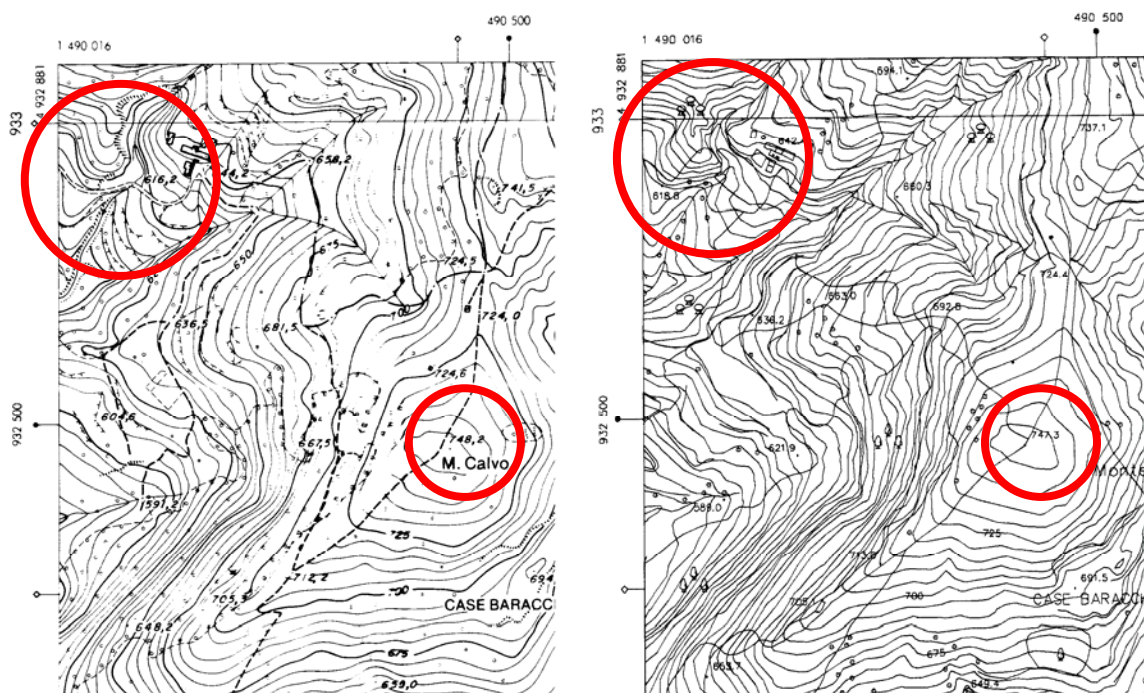


Fig 11

2.4 I dati della carta

Anche qui bisogna fare una distinzione; le carte topografiche hanno generalmente, nella legenda a bordo carta, tutte le informazioni necessarie per il loro utilizzo e settaggio di un GPS o software di navigazione o cartografico, mentre le carte stradali/turistiche difficilmente vanno oltre l'elenco dei simboli convenzionali usati nella carta stessa.

In caso si fosse costretti ad utilizzare una carta priva di tali indicazioni è necessario contattare il produttore per farsi dire i due dati che ci interessano, il formato della proiezione e l'ellissoide (Map Datum)

Tutte le regioni, in Italia, hanno un proprio ente che pubblica la Carta Tecnica Regionale (CTR) che è il riferimento ufficiale per la gestione del territorio. Questa cartografia viene pubblicata in diversi formati e scale.

Queste carte usano un formato di proiezione ed un Map Datum (ellissoide) assai particolare, in quanto l'Italia non si è adeguata agli standard mondiali della cartografia, ma mantiene ancora quelli che sono stati ideati negli anni '40.

Per rendere più complicata tutta la questione, i sistemi sono due, uno in coordinate piane ed uno in coordinate UTM.

I Map Datum (o ellipsoidi o ancora geoidi) sono la rappresentazione del geoide terrestre che meglio rappresenta una piccola porzione di territorio, in questo caso l'Italia, e le proiezioni sono il modo di distendere questo ellissoide sul piatto in modo da poterlo stampare su carta.

Le CTR usano i geoidi Europa 1950 e Roma 1940, accoppiati rispettivamente a coordinate in gradi/minuti/secondi ed a coordinate chilometriche (e qui sta il clamoroso) non riferite al sistema UTM mondiale, ma bensì al Sistema Nazionale 1940, orientate sul meridiano di Monte Mario, altrimenti dette Gauss-Boaga.

Questo in conformità alle direttive della Commissione Geodetica Italiana.

- **Europa 1950** Questo reticolato è solo riportato a bordo carta, senza essere disegnato (fig.15). Il problema è che i riferimenti a questo sistema di proiezione sono intervallati di 1', che alla scala di 1:10.000 vale circa 14 centimetri sulla carta, rendendo molto difficile tracciare un reticolo preciso a mano libera e rendendo molto difficile usare queste carte con questo formato ottenendo una precisione decente.
- **Gauss-Boaga 1940** L'Italia è divisa in due Fusi UTM, il 32 (Ovest) ed il 33 (Est), che si sormontano leggermente a cavallo del meridiano dei 12°(fig.13 e 14). A causa della differenza di Gauss con UTM, si riscontra uno scarto (rispettivamente per i fusi 32 e 33) di 53 o 65 metri di longitudine e di 180 o 176 metri di latitudine (per la stessa posizione) tra i due sistemi.

Il Map datum (o ellissoide oppure geoide) è Roma 1940.

In figura 12 e 12a sono riportati gli esempi dei dati che vengono indicati generalmente a margine delle carte.

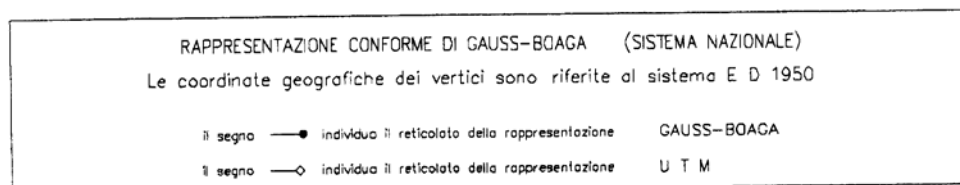


FIG 12

COORDINATE DEI VERTICI

VERTICE	GAUSS-BOAGA		UTM		ED 1950	
	N	E	N	E	LONGITUDINE	LATITUDINE
N O	4 932 881	1 490 016	4 933 062	490 071	8° 52'30"	44° 33'00"
N E	4 932 877	1 493 326	4 933 058	493 381	8° 55'00"	44° 33'00"
S E	4 930 100	1 493 323	4 930 281	493 378	8° 55'00"	44° 31'30"
S O	4 930 104	1 490 012	4 930 285	490 067	8° 52'30"	44° 31'30"

FIG 12 a

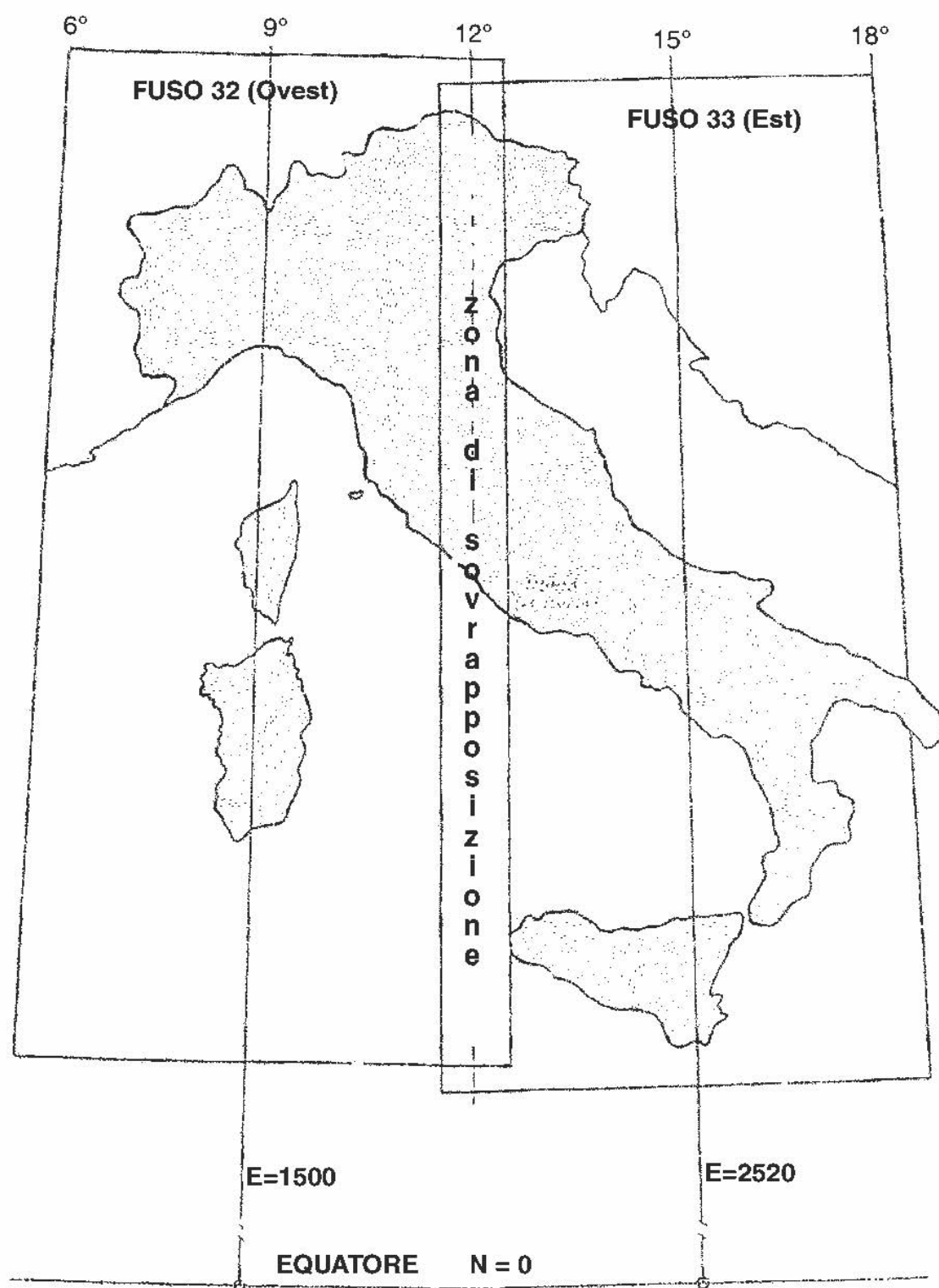
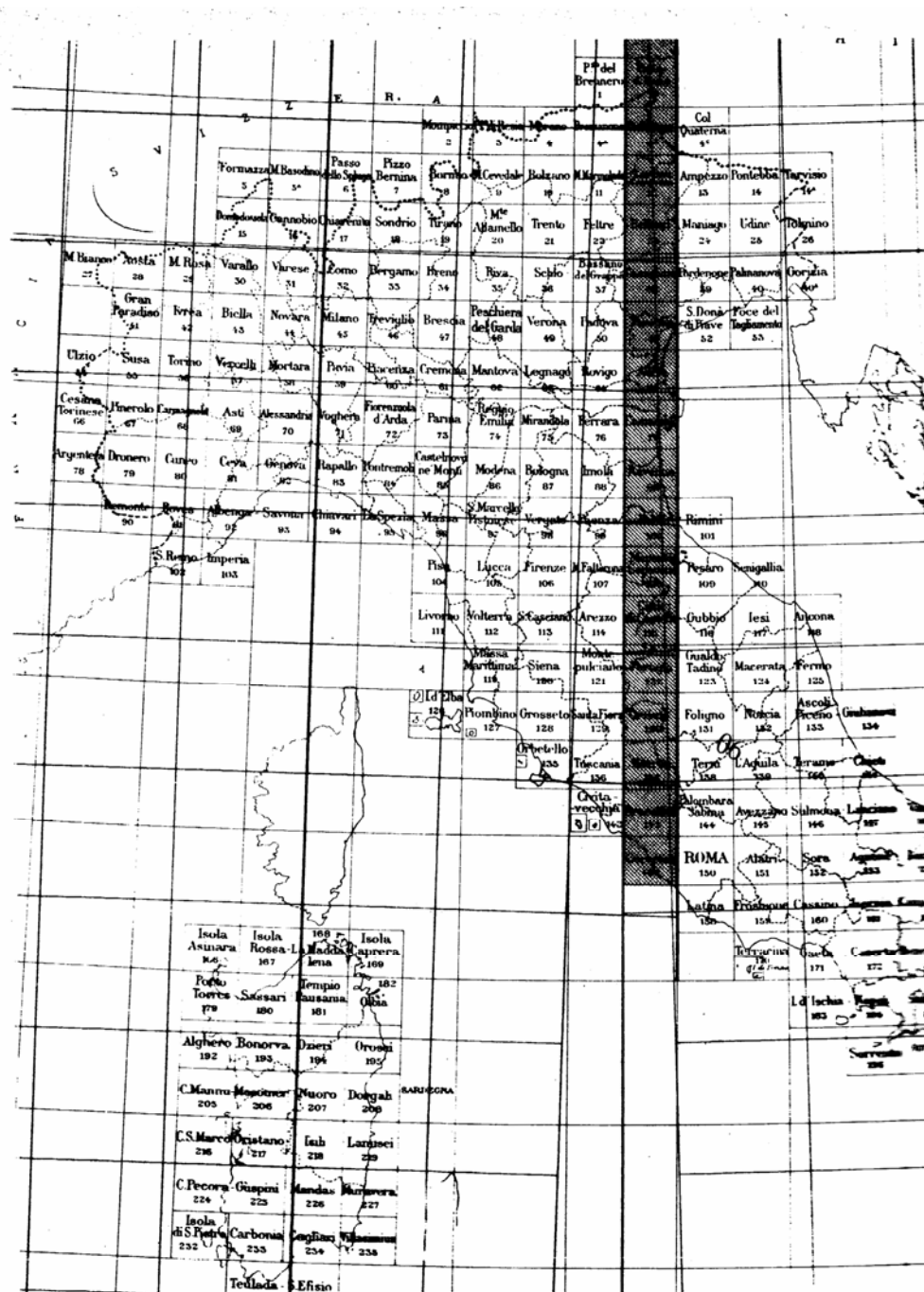


FIG 13



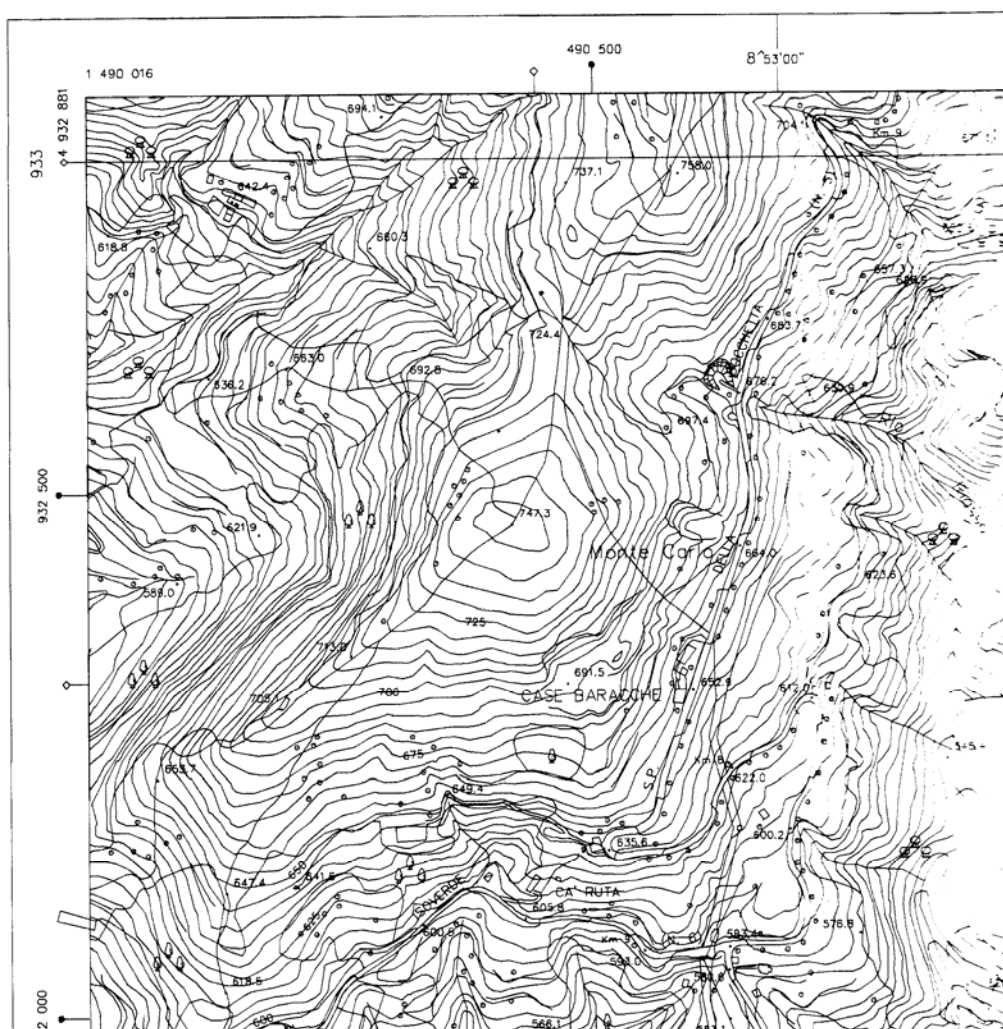
QUADRO DI UNIONE DELLA CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA (NORD)

FIG 14

VERTICE	GAUSS-BOAGA		UTM		ED 1950	
	N	E	N	E	LONGITUDE	LATITUDE
N O	4 932 881	1 490 016	4 933 062	490 071	8° 52'30"	44° 33'00"
N E	4 932 877	1 493 326	4 933 058	493 381	8° 55'00"	44° 33'00"
S E	4 930 100	1 493 323	4 930 281	493 378	8° 55'00"	44° 31'30"
S O	4 930 104	1 490 012	4 930 285	490 067	8° 52'30"	44° 31'30"

Le coordinate geografiche dei vertici sono riferite al sistema E D 1950

Il segno $\text{---}\diamond$ individua il reticolato della rappresentazione U T M



18

3.0 SISTEMI DI POSIZIONAMENTO E AUSILII ALLA NAVIGAZIONE SATELLITARI

Negli ultimi 20 anni sono stati sviluppati diversi sistemi per l'ausilio alla navigazione e il posizionamento che utilizzano informazioni provenienti da satelliti orbitanti intorno alla terra interpolando talvolta questi dati con dati provenienti da stazioni terrestri(DGPS; RTCM) per migliorare la precisione del rilevamento del punto di stazionamento fino a valori submetrici. Il più noto a tutti e anche più diffuso è il sistema GPS.

3.1 GPS, ovvero *Global Positioning System*

Il GPS è uno strumento che ci aiuta nella navigazione terrestre e nella individuazione del punto.

E' un ricevitore che elabora i segnali di posizione inviati dai satelliti e li traduce in una posizione, espressa in latitudine (i paralleli, orizzontali sulla carta, orientati a Nord oppure a Sud) e longitudine (i meridiani, ovviamente verticali, orientati ad Est oppure Ovest), che può essere riportata su una cartina topografica o nautica per sapere dove siamo, dove siamo passati, e che direzione dobbiamo prendere per dirigerci verso un determinato punto.

Le apparecchiature GPS attualmente in commercio non fanno solo questo, ma hanno una serie di servizi aggiuntivi che variano da un modello ad un altro e da marca a marca. Bisogna precisare che non tutti i ricevitori sono utilizzabili nella navigazione o posizionamento terrestre, perché il sistema nasce ed è stato principalmente sviluppato per la navigazione in mare.

Il sistema GPS è articolato su 24 satelliti più altri 3 di riserva, per un totale di 27 elementi distribuiti su sei piani orbitali ad un'altezza di 20.183 Km e strettamente controllati dalle stazioni a terra. La frequenza dell'emissione radio è di 1575,42 Mhz, e la potenza irradiata da ogni satellite è di circa 500W.

Le informazioni sulle orbite dei satelliti sono dette *effemeridi*, e sono costantemente aggiornate nel ricevitore GPS ogni volta che si accende lo strumento. Queste informazioni mantenute nel terminale vengono chiamate *almanacco*.

Senza entrare nel dettaglio, si può sintetizzare il principio di funzionamento del sistema .

Ogni satellite ha al suo interno un orologio precisissimo, ed invia una stringa di segnali digitali ad intervalli determinati che comprende, oltre alla posizione, l'orario di invio. Tutti i satelliti sono sincronizzati tra loro, per cui il ricevitore non fa altro che calcolare il tempo che impiega il segnale ad arrivarli dal satellite. Eseguendo questo calcolo per altri satelliti che è in grado di ricevere, e applicando il teorema di Pitagora (...non proprio, comunque...), il ricevitore individua la sua posizione.

Ci sono alcuni limiti nell'utilizzo del sistema. Innanzitutto è necessario avere una visibilità abbastanza ampia del cielo, per cui risulta difficile fare il punto (fix) in mezzo ai grattacieli o in fondo ad una gola montagnosa (anche una densa copertura di foglie può a volte dare problemi); è necessario che il ricevitore abbia a disposizione almeno tre satelliti visibili per avere un fix su due dimensioni (latitudine + longitudine), mentre servono almeno quattro satelliti per avere anche l'indicazione relativa all'altitudine; i satelliti visibili devono avere, infine, una "buona geometria", ovvero essere disposti all'incirca in quadrato, non troppo bassi sull'orizzonte né troppo prossimi alla verticale.

Questo sistema di rilevamento ha come limite intrinseco inoltre che il valore dell'altitudine riportato dallo strumento è raramente affidabile. Generalmente, il valore di altitudine che si ottiene in un fix qualsiasi di quattro satelliti, anche di buona geometria, è molto lontano da quello reale. Per ottenere un valore attendibile sono necessari praticamente tutti i satelliti visibili, ed anche in questa condizione sono comunque possibili errori dell'ordine di alcune decine di metri, per cui se si ha necessità di sapere l'altitudine precisa è indispensabile utilizzare un altimetro.

Il governo degli Stati Uniti è il proprietario del sistema di satelliti e non chiede alcun canone per lo sfruttamento della risorsa, ma ha mantenuto nel sistema GPS (fino al 1 maggio del 2000) un "errore indotto" chiamato "S A" (selective availability).

Questo errore riduceva la precisione del sistema a circa 100 metri di approssimazione in maniera casuale (nominalmente, in pratica molto spesso anche 150/200 m.), rendendo molto difficili le letture precise della posizione.

Soprattutto la ricerca di una posizione già precedentemente rilevata (marker) era difficoltosa in quanto all'errore presente all'epoca del rilevamento si aggiungeva l'errore nel momento della ricerca effettuata successivamente. Questa condizione ha

obbligato, negli anni scorsi, lo sviluppo del sistema DGPS (Differential GPS) utilizzabile mediante un opportuno ricevitore da connettere al GPS per aumentarne la precisione.

Ad oggi questo sistema, che si basa su stazioni terrestri che inviano dei fattori di correzione, non ha quasi più ragione di esistere in quanto la precisione di un qualsiasi terminale è dell'ordine della decina di metri, più che sufficienti per un utente comune. Con un sistema DGPS, comunque, si raggiungono precisioni ancora superiori, intorno ai cinque metri. Nell'utilizzo professionale del GPS legato ad operazioni sul terreno che richiedano dati georeferenziati di elevata precisione attualmente si utilizzano sistemi di correzione tali da arrivare a precisioni di pochi centimetri.

L'errore indotto "S A", probabilmente per l'enorme ricaduta economica che ha oggi il GPS su tutte le attività economiche, è stato eliminato con ben sei anni di anticipo sulla data prevista (2006).

In tutti i casi La US Army ha, nel frattempo, sviluppato un nuovo sistema di localizzazione, criptato, basato su una diversa rete satellitare che non è disponibile per il pubblico e garantisce una precisione ancora più elevata, inferiore al metro, senza necessità di correzioni terrestri.

3.2 GPS in pratica

Alcune precisazioni essenziali:

- il GPS non serve quasi a niente, se non si dispone anche carta e bussola, in quanto lo strumento dice solo dove si è, e se non si ha una carta topografica dove riportare la propria posizione, come si fa a sapere dove andare?
- lo strumento ha una funzione "bussola", che funziona ed è attendibile solo se si è in movimento; se ci si ferma mentre si percorre una direzione Nord e si ruota di 180°, lo strumento continua ad indicare il Nord sempre di fronte, mentre invece è alle spalle, questo perché essendo fermi mancano i calcoli relativi sui dati dei satelliti. Quindi è facilmente deducibile la necessità di avere anche bussola tradizionale, indispensabile per poter orientare una mappa.
- non tutte le carte sono adatte per essere usate con il GPS. Solo le carte che presentano il reticolato, sia esso UTM (proiezione Universale Traversa di

Mercatore) oppure espresso in gradi di latitudine e longitudine. In Italia l'IGM (Istituto Geografico Militare) copre con la sua produzione la totalità del territorio della nostra nazione in diverse scale, da un massimo di 1:25000 fino alle meno dettagliate 1:1.000.000, tutte con reticolato UTM, e quindi utilizzabili.

Ci sono ancora da capire alcune cose fondamentali, perché le tecniche da utilizzare non sono molto intuitive, specie per chi è a digiuno di topografia e navigazione.

- tutte le unità hanno la funzione di tracciatura e registrazione del percorso fatto (*track*), molto importante perché consente di sapere dove si è passati senza dover intervenire per marcare punti. La registrazione può essere salvata e utilizzata altre volte oppure scaricata in un PC dotato di idoneo programma cartografico. Assicurarsi di avere questa funzione attiva.
- Il GPS nasce per la navigazione in mare dove non ci sono ostacoli, per cui quando costruisce una rotta o un percorso mediante punti che vengono inseriti, traccia delle linee rette tra un punto e l'altro, senza tenere conto delle curve. E' fondamentale tenerne conto se invece che per mare si va su terra.

Gli utilizzi fondamentali del GPS sono in pratica cinque:

- quello ovvio della visualizzazione delle coordinate geografiche e quindi del punto di stazionamento,
- la funzione di registrazione del nostro percorso, per poi riportarlo sulla cartina e sapere con precisione dove si è passati,
- quello di guida, cioè immettendo prima di partire dei punti ai quali si vuole arrivare e comandando allo strumento di impostare la navigazione verso di essi (funzione *Goto*). Questa funzione viene usata in maniera automatica dallo strumento quando creiamo una rotta e ci navighiamo, ripetendo il *Goto* per tutti i punti della rotta,
- la funzione *trackback*, utilissima per tornare sui propri passi,
- la funzione che si attiva col tasto Mark, che crea un waypoint.

La prima volta che si accende un GPS dopo un periodo di tempo di inattività, o da nuovo, si ha quello che in gergo viene chiamato **cold start**, ovvero accensione a freddo.

Questo perché il GPS non ha idea della sua posizione sulla terra, e per cui deve fare una scansione approfondita del cielo alla ricerca dei satelliti, ascoltare i dati delle effemeridi che vengono trasmessi, aggiornare il suo almanacco ed infine elaborare la posizione. Nei nuovi modelli con ricevitore a canali paralleli questo può richiedere anche solo 45 secondi, mentre nei vecchi modelli multiplexing sono di solito necessari molti minuti.

Ogni volta che il GPS viene spento e poi riacceso dopo poco tempo, invece, sa già grosso modo dove si trova, per cui la fase di scansione del cielo viene saltata, ottenendo un fix anche in 15 secondi. Questo è il **warm start**, ovvero l'accensione a caldo, ed è possibile perché il GPS memorizza le informazioni delle effemeridi dei satelliti, per poterle riutilizzare. Non serve che i satelliti siano gli stessi, l'importante è che almeno tre (o meglio quattro) satelliti di cui il GPS ha registrato le effemeridi siano ancora visibili nel cielo. Le effemeridi sono aggiornate da terra ogni due ore, ma possono essere considerate valide per quattro ore considerato che i satelliti hanno l'orbita di 12 ore, e che la terra si muove sotto di loro, questo è più o meno il tempo in cui un satellite rimane visibile dallo stesso punto del globo.

Di tanto in tanto, quando non viene usato il GPS, sarebbe buona norma accenderlo, fargli fare il fix, e mantenerlo acceso per almeno un quarto d'ora. In questo modo si aggiorna l'almanacco dei satelliti con i dati recenti, che appunto impiega circa 12,5 minuti per essere trasmesso completamente. Mantenendo periodicamente aggiornato l'almanacco la prossima volta che si accende il GPS il tempo di acquisizione sarà minore.

3.3 Perdita del segnale

Se, durante la navigazione, si perde il segnale dei satelliti per un qualsiasi motivo (gallerie, denso fogliame, ecc.), il software dell'unità continuerà a mostrare una traccia dritta per circa trenta secondi, basata sulle ultime informazioni di direzione e velocità, per poi mostrare il messaggio "Poor GPS Coverage"(Garmin) o simile, e smettere di fornire un fix di posizione.

3.4 I Map Datum

In tutti i GPS si trova, di solito nel menu di Setup, l'elenco completo dei Map Datum disponibili.

Come si è detto prima questi parametri sono sempre riportati a bordo carta, pena l'impossibilità di utilizzo della stessa con il GPS, e quanto siano indispensabili per ottenere la corretta posizione. Logicamente dovranno essere aggiornati quando si cambia la carta in uso con un'altra che abbia dei Datum diversi.

3.5 I protocolli di comunicazione

Esattamente come per comunicare con il modem si usano protocolli standard(il PPP ed il TCP/IP), anche il GPS usa alcuni protocolli per dialogare con gli apparati che vi possono essere connessi. Ogni apparecchiatura, in base alle scelte del produttore, utilizza un proprio protocollo chiamato "protocolli proprietari". In ogni caso tutti i GPS hanno il protocollo *NMEA*(180,181,182,182 a,183), che è uno standard internazionale.

NMEA (National Marine Electronics Association) Viene usato quando serve un output di tipo *PVT* (position, velocity, time), ovvero un continuo aggiornamento di questi tre valori, ad esempio per effettuare navigazione in tempo reale oppure per gestire un pilota automatico. Usando questo protocollo si possono interfacciare i GPS a quelli di altre marche e ad un PC. E' uno standard mondiale, ed usa la velocità di trasmissione fissata a 4800 Baud. Attenzione che quando si usa questo protocollo il GPS invia i dati nel Map Datum in cui è stato settato nella pagina del setup. Se nella navigazione in tempo reale si riscontra un errore di posizione costante ed uniforme, probabilmente i Map Datum inseriti non sono corretti. Per poter effettuare correttamente questo tipo di navigazione è necessario che i Map Datum del GPS e del protocollo di interfaccia del programma, se si sta usando un software di navigazione, corrispondano a quelli della carta usata come sfondo di navigazione nel programma stesso, oppure che il programma che state usando provveda in automatico alla conversione.

3.6 Come settare il GPS

A questo punto per sapere dove si è accendere il GPS e, mentre questo fa il suo fix (il punto), aprire la carta del luogo ed orientarla con la bussola. Lungo un lato della carta è riportata la legenda con i segni convenzionali, il quadro d'insieme e i dati caratteristici della carta. Sono questi ultimi che ci interessano, in particolare il formato della posizione (position format) ed i dati della proiezione della carta (map datum).

Il formato della posizione è il parametro che viene usato per rappresentare la longitudine e la latitudine, ed il Sistema UTM (proiezione Universale Traversa di Mercatore) è lo standard mondiale per la rappresentazione delle carte topografiche insieme al classico gradi/minuti/secondi.

Il formato dei dati della carta invece è una cosa un po' più difficile da comprendere. La proiezione della superficie intera del pianeta è per forza di cose troppo approssimativa per le piccole distanze, in quanto la forma della Terra assomiglia più ad una patata che alla sfera schiacciata che di solito è rappresentata, per cui si usano dei dati più particolari per le piccole porzioni di territorio. In Europa lo standard è appunto quello riferito al formato Europa1950.

Questi formati sono sempre riportati sul margine della carta che si utilizza, e che se si cambia carta vanno controllati per essere sicuri.

In Italia l'IGM usa appunto il sistema UTM con i dati Europa1950. Come riferimento (default), tutte le unità GPS usano il WGS84 (World Geografic Standard 1984) per il formato dei dati. Questo è un formato particolare, l'unico usato come standard mondiale ed è, inoltre, l'unico formato possibile per i GPS quando si interfaccia il GPS ad un PC per scaricare o caricare dati. Spetterà poi al programma di interfaccia scelto tradurli per utilizzarli nella navigazione e convertirli di volta in volta nei dati della cartina che si sta visualizzando a video.

Quindi è necessario immettere anche il formato dei dati del reticolato della carta in uso, ma questo è abbastanza facile ed ovvio perchè a lato carta, così come i map datum, viene anche specificato il formato del reticolato, che in genere è specificato solo se usa i dati UTM (proiezione Universale Traversa di Mercatore). E' un po' uno standard anche questo per le carte topografiche ad alta scala, perché consente di rendere molto bene le piccole porzioni di territorio con un reticolato chilometrico molto fedele. Il reticolato espresso in gradi, invece, si riconosce perché i numeri stampati a lato carta sono evidentemente dei gradi, bisogna solo capire se si tratta di gradi/minuti/secondi oppure di gradi/centesimi di grado. In quest'ultimo caso chiaramente avremo tre numeri decimali invece di due sessagesimali. Generalmente non è specificato a bordo carta ma è facile capire il formato giusto.

A seconda del modello di GPS, ci saranno comunque una o più schermate per la configurazione del sistema. Questa schermata chiederà di immettere le voci relative ai dati che l'unità utilizzerà per fornire la posizione e le distanze.

- Distanza: impostare metri (o chilometri), se si è in terra ovviamente.
- Declinazione magnetica: impostare su automatico (a meno di zone con particolari anomalie magnetiche).
- Ora: qui è necessario impostare l'ora di Greenwich+1 (a seconda della nazione dove vi trovate, +1 è l'Italia) tenendo conto anche dell'ora legale

3.7 I software per la navigazione, e cartografici

Ovviamente le necessità e l'avanzamento tecnologico hanno generato lo sviluppo di programmi per l'utilizzo delle carte e dei dati provenienti dai GPS.

Esistono svariati tipi di software essenzialmente raggruppabili in:

- Software cartografici: destinati ad operazioni di cartografia pura
- Software di navigazione: destinati ad essere utilizzati per la navigazione sia marittima che terrestre
- Software GIS: sono programmi che uniscono le caratteristiche dei software cartografici, dei CAD e dei data base e consentono l'elaborazione di informazioni collegate al territorio(georeferenziate).

I programmi a loro volta possono essere suddivisi in due categorie, quelli che usano cartografia vettoriale georeferenzata e quelli che sfruttano un file grafico (.bmp, .gif, .tif, ecc.) ottenuto tramite la scansione di una carta e poi opportunamente "calibrato" per essere usato nel programma come sfondo della navigazione.

Il tipo di software da utilizzare ovviamente va scelto sulla base delle esigenze e delle prestazioni che ci si prefigge di avere.

Tutti i programmi hanno la caratteristica comune di poter scaricare/caricare da e verso il GPS i punti, le tracce e le rotte per salvarli in files che poi possono essere riutilizzati per ricaricare i dati nel GPS in un secondo momento oppure mantenuti in memoria nel PC, scambiati via e-mail eccetera.

Tutti i programmi di navigazione consentono la creazione di waypoints, rotte e qualcuno anche tracce, che poi si possono riversare nel GPS.

3.8 Conclusioni

Come si può notare la materia è piuttosto complessa. Ma acquisendo bene le informazioni di base “carteggiare”, utilizzare un GPS e fare le operazioni comuni di topografia non è poi così drammatico.

In ogni caso la teoria, per quanto utile possa essere, deve necessariamente essere supportata da un esercizio pratico costante e continuo. L'esperienza e l'allenamento,

con tutti gli inevitabili errori, sono il metodo migliore per imparare per tutte quelle persone che non utilizzano queste tecniche con destinazioni professionali.