

Dal catasto della carta al catasto del web

Tra topografia, cartografia e proprietà

Lo scorso numero del tutorial prendeva in esame il trattamento delle misure all'interno della procedura Pregeo, misure che possono essere costituite tanto da quelle tradizionali, rilevate con i classici strumenti del topografo come teodoliti e distanziometri, che da quelle più alla moda e moderne, realizzate con i sistemi satellitari come il GPS o altri in fase di progetto (GALILEO). Tra le misure dobbiamo poi annoverare quelle altimetriche, che fanno parte delle tre novità introdotte con la nuova normativa.

La materia, di per sé complessa, non può essere trattata in un singolo articolo. Pertanto sul numero precedente si è accennato al problema in generale, soffermandosi sugli aspetti del *datum cartografico* e sul trattamento delle misure; in questo numero viene affrontato il problema del GPS nel contesto operativo dei rilievi finalizzati all'aggiornamento della mappa catastale. Successivamente saranno affrontati nello specifico gli aspetti della integrazione in un unico rilievo delle misure GPS con quelle tradizionali.

Le premesse teoriche sono quindi esaminate nelle pagine che seguono, mentre tutto ciò che riguarda il trattamento delle misure dal punto di vista del calcolo di compensazione sarà sviluppato nei paragrafi del prossimo articolo riguardanti **trasporto della quota ortometrica** e **combinazione delle baseline con le misure di direzione azimutale, zenitale e delle distanze inclinate**. Occupiamoci ora del trattamento dei dati GPS nella procedura Pregeo 8.00

Premessa

L'obiettivo di Pregeo per i Professionisti è quello di predisporre gli atti catastali di aggiornamento.

Gli atti catastali di aggiornamento comportano tre aspetti costitutivi: l'aggiornamento degli archivi topografici del catasto (le misure eseguite sul territorio), l'aggiornamento della mappa catastale (forma e posizione relativa delle particelle catastali), l'aggiornamento dell'archivio amministrativo censuario

limitatamente, quest'ultimo, agli oggetti dell'archivio (la superficie e la natura delle particelle catastali) e non ai soggetti (la proprietà).

La forma e la posizione delle particelle catastali ha un grande importanza perché attiene alla definizione dei confini delle proprietà. È meno importante la posizione assoluta della particella (rispetto ad un sistema riferimento che contenga la posizione di tutte le particelle) che però è in qualche modo necessaria se non altro ai fini puramente cartografici.

In altri termini è necessario definire con una certa precisione la posizione dei confini di particella con riferimento alle particelle confinanti, mentre è sufficiente una precisione inferiore nella posizione assoluta dei confini stessi.

Questa particolarità del sistema catastale influenza tutte le metodologie del rilievo particellare, applicate sia nella fase di formazione della mappa catastale che nella prassi dell'aggiornamento della mappa stessa. In particolare vengono privilegiati i metodi di rilievo basati su misure dirette, con una certa preferenza verso le misure di distanza rispetto ad altre osservabili e con una estensione del rilievo assolutamente locale.

Anche la riforma del rilievo catastale d'aggiornamento che ha introdotto la procedura Pregeo (Circolare n. 2 del 1987) ha salvaguardato in pieno l'esigenza di un maggiore precisione relativa nella determinazione della forma e della posizione delle particelle. Infatti ha definito una rete di punti individuabili sul territorio (Punti Fiduciali) ad altissima densità (300 metri di lunghezza dei lati della rete) rispetto ai quali devono essere riferiti con elevata precisione i confini delle particelle rilevate. Invece la posizione assoluta, cioè quella cartografica, è determinata dalla conoscenza delle coordinate cartografiche (spesso grossolanamente approssimate) dei Punti Fiduciali riferiti dal rilievo.

Contemporaneamente è stato costituito un archivio topografico che conserva tutte le misure direttamente osservate sul territorio e

Tutorial PREGEO 8

5ª Parte

Il GPS per la topografia del vicino e catastale

fornite con gli atti di aggiornamento.

Questo rende potenzialmente possibile la rideterminazione della posizione assoluta delle particelle rilevate quando (e se) verranno determinate con precisione maggiore le posizioni assolute dei Punti Fiduciali.

Rispetto a questo meccanismo, perfettamente razionale e senz'altro utile anche nell'immediato, ma già complesso di suo, e non privo di qualche contraddizione, l'avvento delle misure GPS ha creato qualche problema, concettuale e pratico.

D'altra parte il catasto non poteva precludere la possibilità di utilizzare, ai fini dei rilievi d'aggiornamento, uno strumento, o meglio una metodologia così versatile, comoda per misurare e spesso anche conveniente da un punto di vista economico.

A ben guardare, però, il GPS produce una tipologia di misure che non hanno una grande affinità con le misure privilegiate per gli aggiornamenti cartografici. Vediamo perché:

- le misure GPS applicabili ai fini topografici e cartografici non sono mai misure dirette;
- l'uso più comodo del GPS, e cioè quello di determinatore di posizioni, non è direttamente impiegabile nei rilievi di aggiornamento;
- raramente il GPS può essere impiegato per il rilievo diretto, ad esempio, di misure tra punti fiduciali, dovendo spesso ricorrere a determinazioni "fuori centro";
- l'estensione media dei rilievi di aggiornamento (300 m) sembra avere poca affinità con l'impiego di uno strumento di misura con spiccate caratteristiche geodetiche;
- le grandi potenzialità del metodo "in tempo reale", in svariate applicazioni topografiche non comportano benefici per il rilievo di aggiornamento per come è attualmente concepito.

Ed in ultimo, ma non in ordine di importanza, l'impiego delle reti di stazioni permanenti - o ancora di più l'impiego di singole stazioni permanenti, che di suo esalta la fruibilità e l'economicità del rilievo GPS, compor-

tando misure rapide di basi "lunghe" - crea dei problemi di introducibilità cartografica e soprattutto di cattiva conformazione della rete dei vertici del rilievo di aggiornamento. Per contro, l'uso delle sovrastrutture di stazioni permanenti è efficace nella determinazione della posizione assoluta dei vertici rilevati.

La baseline GPS: componenti, matrice di covarianza e dati accessori

Nel libretto Pregeo le misure di singole baseline GPS vengono codificate con tre righe: un coppia di righe, l'una di tipo 1 e la successiva di tipo 6, fornisce l'identificativo del vertice iniziale della base, le coordinate geocentriche approssimate, l'altezza del centro di fase (distanza verticale tra il picchetto ed il centro di fase) ed una eventuale nota; la riga di tipo 6 fornisce informazioni sulla modalità di misura e sulla data e la durata delle osservazioni (L1 o L1+L2) data inizio stazione, data fine stazione, pdop medio nel periodo di osservazione.

Segue poi una riga di tipo 2 che contiene l'identificativo del punto corrispondente al vertice finale della baseline, le componenti geocentriche della baseline, la matrice di varianza-covarianza (oppure la matrice dei cofattori e l'rms) delle componenti, il pdop (o il gdop) medio registrato durante il periodo di acquisizione dei dati dall'apparato GPS in stazione sul punto e l'altezza del centro di fase (distanza verticale tra il picchetto ed il centro di fase dell'antenna GPS).

2 1 1 0 0 1 1 5 4 3 . 9 2 2 , - 2 0 . 3 3 9 , - 644.757|0.419,0.142,0.15,0.091,0.044,0.084,0.008|PDOP=2|0|RECINZIONE IN CLSI
identificativo 1001

componenti geocentriche:

DX=542.922,DY=-20.339,DZ=-644.757

matrice dei cofattori ed RMS:

$r_{xx}=0.419$, $r_{xy}=0.142$, $r_{xz}=0.091$,
 $r_{yy}=0.044$, $r_{yz}=0.088$, RMS=0.008,

Etichetta dell'Indice della configurazione satellitare con il relativo valore (media nel periodo) PDOP= n o GDOP= n altezza=0

Ma vediamo il trattamento delle diverse tipologie di baseline GPS trattate dalla procedura, ovvero delle *baseline indipendenti con un vertice in comune*, delle *baseline indipendenti concatenate*, delle *baseline lunghe*, ossia quelle in genere legate all'uso di reference station GPS solitamente distante

111000|4810307.287,1370757.207,3944403.540|0|BASEI
6|L2|19042004-10:14|19042004-16:48|RTK|PDOP=3|
identificativo 1000
geocentriche X=4810307.2,Y=1370757.20,Z=3944403.54
altezza=0
frequenza = L2 [o L1]

data inizio stazione: 19/04/2004 alle ore 10,14

data fine stazione: 119/04/2004 alle ore 16:48

metodologia del rilievo RTK [BAS] nb RTK indica una metodologia di tipo cinematica in tempo reale, mentre BAS indica una metodologia di tipo statico

Etichetta dell'Indice della configurazione satellitare con il relativo valore (media nel periodo) PDOP= n o GDOP= n

La procedura utilizza le coordinate geocentriche del primo punto di riferimento citato nel libretto per la determinazione del sistema di riferimento (si tratta del sistema Euleriano) rispetto al quale verranno determinate le posizioni approssimate di tutti i punti rilevati. Per i punti di riferimento successivi al primo, nel caso di un rilievo costituito da una concatenazione di baseline le coordinate geocentriche (origine delle successive baseline) possono essere omesse (inserendo nella codifica i valori convenzionali 0,0,0) poiché il procedimento di calcolo le determina automaticamente per trasporto.

Il riferimento Euleriano ha l'asse "z" coincidente (direzione e verso) con la normale all'ellissoide passante per il punto di riferimento, l'asse "y" tangente al meridiano passante per il punto ed orientato positivamente verso il polo Nord dell'ellissoide. L'asse "x" risulta determinato di conseguenza, poiché il riferimento Euleriano risulta essere cartesiano ortogonale e levogiro.

anche 20-30 km. In quest'ultimo caso specifico è chiaro che lo schema geometrico del rilievo risulta fortemente sbilanciato, rispetto alla rete dei punti di rilievo che si limita ad uno schema locale.

Baseline indipendenti con un vertice in comune

Qui si intendono indipendenti due (o più) baseline che siano state misurate non contemporaneamente, lasciando un ricevitore (il reference) nella posizione che costituisce il vertice iniziale comune alle due baseline e ponendo in stazione il secondo ricevitore (rover) successivamente sulle posizioni dei vertici finali delle baseline.

In questo caso la codifica nel libretto delle misure avviene trascrivendo le due (o più) righe di tipo 2 successivamente alla coppia di righe di tipo 1 e di tipo 6 che individua il vertice iniziale comune alle baselines. Esempio:

111000|4810307.287,1370757.207,3944403.540|0|BASEI

6|L2|19042004-10:14|22042004-16:48|RTK|PDOP=3|

2 1 1 0 0 1 1 7 0 9 . 6 5 9 , - 1 0 8 1 . 6 7 3 , - 481.953|0.059,0.027,0.039,0.029,0.032,0.071,0.002|PDOP=3|0|RECINZIONE IN CLSI

2 1 1 0 0 2 1 7 2 7 . 4 0 5 , - 1 0 7 3 . 7 0 5 , - 5 1 1 . 1 5 7 | 0 . 2 0 6 , 0 . 1 0 3 , 0 . 2 1 1 , 0 . 0 7 4 , 0 . 1 1 4 , 0 .

296,0.002|PDOP=3|0|PALINALI
2 1 1 0 0 3 1 7 3 2 . 1 2 8 , - 1 0 8 0 . 2 7 9 , - 513.802|0.131,0.066,0.135,0.047,0.072,0.189,0.002|PDOP=3|0|PALINALI

Baseline indipendenti concatenate

Qui si intendono indipendenti due (o più) baseline che siano state misurate non contemporaneamente, alternando i ricevitori nella posizione che costituisce il vertice iniziale della prima baseline con la posizione che costituisce il vertice finale della baseline stessa ed il secondo ricevitore successivamente sulle posizioni dei vertici finali delle baseline, in modo tale da formare una catena. In questo caso la codifica nel libretto delle misure avviene trascrivendo le due (o più) coppie di righe di tipo 1 e di tipo 6 che individuano il vertice iniziale di ciascuna delle baseline rispettivamente seguita dalle righe di tipo 2 che individuano i vertici finali delle baseline. Esempio:

111000|4810307.287,1370757.207,3944403.540|0|BASEI

6|L2|19042004-10:14|19042004-16:48|RTK|PDOP=3|

2|2000|-169.766,180.821,145.639|0.205,-0.0003,0.0098,0.184,-0.044,0.473,0.007|PDOP=2|0|BORDO STRA-

Antas
cad territoriale integrato

Giotto
raddrizzamento,
fotomosaico, restituzione
grafica, vettorizzazione

Atlante
progettazione stradale

**Leonardo
Quattro**
topografia e catasto,
cartografia e calcolo volumi

Gemini
elaborazioni, compensazione
e restituzione rilievi GPS

Poseidon
navigazione assistita
e rilievi idrografici
di precisione

DA SXI

11200010,0,010IBASE1

61L2123042004-09:46123042004-15:57IRTKIPDOP=21

 2 | 3 0 0 0 | 3 6 2 . 9 2 4 , 3 8 7 . 4 6 1 , -
571.55110.041,0.02,0.022,0.024,0.025,0.053,0.004IPDOP=210
IBORHIA SU POZZETTOI

Se nella misura delle baseline si mantiene fissa la posizione di un ricevitore nel vertice comune a due baseline consecutive, si ricade nel caso delle baseline indipendenti con un vertice in comune, e pertanto è preferibile utilizzare la codifica relativa. Si noti come le geocentriche del vertice "2000" sono poste uguali a zero. Ciò è possibile perché la procedura di calcolo provvede automaticamente al calcolo delle coordinate dei vertici di baseline successive alla prima, sempre che la successione delle baseline sia connessa.

Baseline Lunghe: trasformazioni per il calcolo delle baseline corte misurate indirettamente

Qualora si utilizzi una stazione permanente ed il rilievo di aggiornamento sia posto a notevole distanza dalla stazione stessa, è possibile utilizzare le basi misurate indirettamente, calcolandone la matrice di varianza-covarianza in maniera rigorosa con una semplice trasformazione. Per operare correttamente è necessario individuare un vertice finale di baseline posto vicino all'oggetto del rilievo, che diventerà il primo vertice iniziale da citare nel libretto delle misure.

Da esso possono essere calcolate le n-1 baseline indirette (se n è il numero di baseline effettivamente misurate). A queste basi può essere aggiunta la baseline lunga, con verso opposto a quella effettivamente misurata, per il collegamento alla stazione permanente. Di questa trasformazione è opportuno dare informazione nella relazione tecnica.

Se individuiamo con l'indice "o" il nuovo punto di emanazione e con l'indice "s" la stazione fissa, le componenti geocentriche delle baseline misurate indirettamente si calcolano con le semplici differenze:

$$DX_{oi} = DX_{si} - DX_{so}$$

$$DY_{oi} = DY_{si} - DY_{so}$$

$$DZ_{oi} = DZ_{si} - DZ_{so}$$

La matrice di covarianza della baseline misurata indirettamente è data dalla somma, elemento per elemento, delle matrici di covarianza delle baseline misurate direttamente (nel nostro caso σ_{so} e σ_{si}):

$$\sigma_{oi} = \begin{bmatrix} [\sigma_{sox}^2 + \sigma_{six}^2] & [\sigma_{soxy} + \sigma_{sixy}] & [\sigma_{soxz} + \sigma_{sixz}] \\ [\sigma_{soxy} + \sigma_{sixy}] & [\sigma_{soy}^2 + \sigma_{siy}^2] & [\sigma_{soyz} + \sigma_{siyz}] \\ [\sigma_{soxz} + \sigma_{sixz}] & [\sigma_{soyz} + \sigma_{siyz}] & [\sigma_{soz}^2 + \sigma_{siz}^2] \end{bmatrix}$$

La matrice di covarianza della baseline non varia se si inverte semplicemente il verso della baseline stessa.

Ad esempio, dalla configurazione geometrica in fig.1 abbiamo: (vedi box a pagina seguente).

Leonardo Software House S.r.l.

Via Turati, 4/d - 09045 Quartu Sant'Elena (CA)

Sede commerciale ed assistenza:

Viale Colleoni, 5 - 20041 Agrate Brianza (MI)

Tel. 039 60.91.763 - Fax 039 60.91.782

www.leosh.com - e-mail: leonardoab@leosh.com

1110014429584.92,626326.21,4531541.7410.0001
 6L2112012005-14.19112012005-14.381BASIPDOP=21
 21PF021-4533.670,12272.4111,2570.20210.000230722,0.000023211,0.000128552,0.000050525,0.000062886,0.000283335IPDOP=310.0001
 212001-4467.999,12323.716,2497.36410.000036144,0.000005667,0.000026864,0.000007714,0.000007199,0.000037076IPDOP=310.0001
 21PF031-4393.694,12440.408,2402.99510.000401847,0.000059790,0.000283345,0.000084523,0.000071235,0.000378298IPDOP=310.0001

Risultati Elaborazione

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con un numero minimo di osservazioni

Ellissi ed s.q.m. sono calcolati in funzione

delle precisioni strumentali dichiarate

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.00715

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.21857

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.00715

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 30.56988

Numero di cicli di compensazione 4

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
PF02	16022.412 +/-0.166		538.979 +/-0.262		0.310	0.007	36.052
PF03	15788.732 +/-0.160		684.333 +/-0.263		0.308	0.007	34.794
200	15919.618 +/-0.075		579.971 +/-0.031		0.081	0.007	75.087
100	12321.224 +/-28.936		-12268.973 +/-8.052		<u>30.035</u>	0.006	117.278

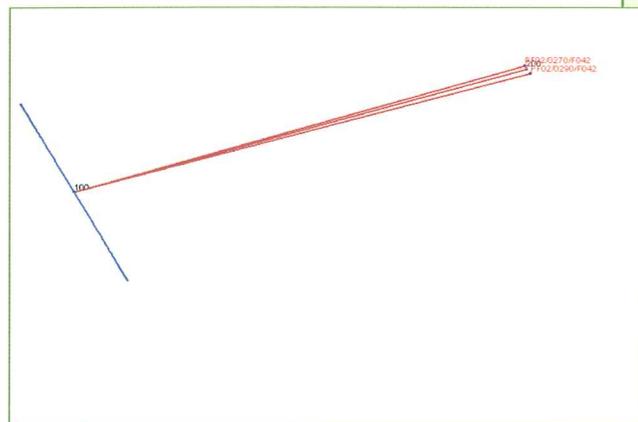


Fig.1 - Schema geometrico del rilievo nel caso di baseline GPS legate a reference station

Passiamo poi allo schema geometrico con inversione della baseline descritto in fig.2:

1120014425116.92,638649.92,4534039.1012.0001
 6L2112012005-14.28112012005-14.291BASIPDOP=41
 2110014467.999,-12323.716,-2497.36410.000036144,0.000005667,0.000026864,0.000007714,0.000007199,0.000037076IPDOP=310.0001
 21PF021-65.670,-51.305,72.83810.0002668660,0.0000288780,0.0001554160,0.0000582390,0.0000700850,0.0003204110IPDOP=310.0001
 21PF03174.305,116.692,-94.37010.0000661360,0.0000104050,0.0000493020,0.0000141320,0.0000132620,0.0000681940IPDOP=310.0001

Risultati Elaborazione

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con un numero minimo di osservazioni

Ellissi ed s.q.m. sono calcolati in funzione

delle precisioni strumentali dichiarate

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.00717

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.00370

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.00717

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 0.51664

Numero di cicli di compensazione 3

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
PF02/0270/F042	16022.411 +/-0.004		538.979 +/-0.003		0.005	0.000	135.425 !!!
PF02/0290/F042	15788.733 +/-0.004		684.333 +/-0.003		0.005	0.000	135.425
200	15919.618 +/-0.006		579.971 +/-0.005		0.006	0.005	61.735

Punti di Dettaglio

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
100	12321.237 +/-0.491		-12268.972 +/-0.133		<u>0.509</u>	0.004	116.815

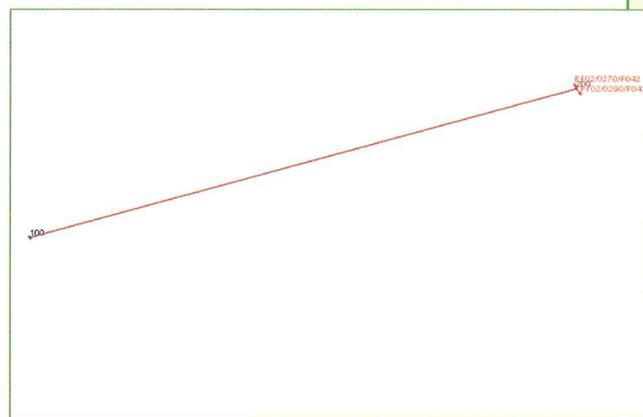


Fig.2 - Schema geometrico del rilievo nel caso di baseline GPS legate a reference station con inversione del verso.

Si noti che l'effetto combinato della configurazione della rete e dell'inquadramento della rete nel riferimento dei punti fiduciali, utilizzando le basi indirette, migliora la precisione complessiva ed in particolare quella dei punti fiduciali stessi e dei punti del rilievo.

Riduzione delle baseline al riferimento Euleriano dell'ellissoide Internazionale

Le baseline ottenute dal calcolo di post-processing sono vettori applicati. Per le componenti del vettore viene fornita la matrice di varianza-covarianza, mentre per le coordinate del punto di applicazione non viene fornito alcun parametro che ne espliciti la precisione, sebbene possa ipotizzarsi un sqm di circa cinque metri per ciascuna di esse.

Attraverso le coordinate geocentriche può essere calcolata la normale all'ellissoide WGS84, e quindi risulta determinato il riferimento Euleriano relativo all'ellissoide WGS84. Un riferimento più comodo per l'esecuzione del calcolo di compensazione in presenza di misure miste (GPS e tradizionali) è il riferimento Euleriano rispetto all'ellissoide locale, perché l'ellissoide locale costituisce la superficie di riferimento della cartografia da aggiornare e soprattutto nell'ellissoide locale è nota (e trascurabile) la deviazione della verticale.

Pertanto è opportuno trasformare le coordinate del punto di applicazione del vettore in modo che si riferiscano al sistema che ha come origine il centro dell'ellissoide locale. Dato che l'ellissoide WGS84 e l'ellissoide locale hanno gli assi Sud-Nord sensibilmente paralleli, la trasformazione è costituita da una semplice traslazione dell'origine, che lascia invariati i valori delle componenti del vettore e della matrice di varianza-covarianza.

Le componenti geocentriche del vettore e la matrice di varianza-covarianza vengono quindi trasformate al riferimento Euleriano dell'ellissoide locale, o più precisamente in un riferimento parallelo a quello Euleriano, traslato lungo la normale ellissoidica fino ad avere l'origine coincidente con il punto di applicazione del vettore.

In questo modo, con l'assunto che la verticale e la normale possono essere considerate coincidenti, le misure di direzione, di distanza zenitale e di distanza effettuate con la strumentazione ordinaria ponendo in stazione un teodolite al posto del ricevitore GPS nel punto iniziale della baseline sono riferibili allo stesso sistema della baseline.

Esempio di libretto

Viene qui proposto un esempio di rilievo GPS composto da un numero ragguardevole di baseline e con una estensione territoriale inusuale per un atto di aggiornamento cástale.

Si ringrazia il collega Geom. Giuseppe Mangione che ha gentilmente concesso di utilizzare i dati del rilievo da lui eseguito.

Come è noto, per la costruzione della cartografia è necessario rappresentare la superficie fisica della terra su una superficie ellissoidica ideale di riferimento. La forma e l'orientamento dell'ellissoide di riferimento costituiscono il datum geodetico, e sono definite in modo tale che le grandezze (angoli, azimut, distanze, distanze zenitali e dislivelli) che possono essere misurate sulla superficie terrestre, quindi con riferimento alla verticale, sono praticamente uguali a quelle misurabili sull'ellissoide di riferimento con riferimento alla normale. In questo modo la posizione dei punti sulla superficie fisica è individuata dalla posizione ellissoidica degli stessi punti.

I teoremi della geodesia operativa definiscono una estensione o un campo di validità per il quale le grandezze effettivamente misurate, cioè lunghezze di archi di sezioni normali ed angoli fra sezioni normali, possano essere considerate equivalenti a lunghezze di archi di geodetica e ad angoli tra tangenti alle geodetiche, in relazione alle effettive precisioni conseguibili nella misurazione di queste grandezze.

Nel sistema GPS le componenti e le coordinate del vertice iniziale e di quello finale delle baseline sono espresse nel sistema di riferimento geocentrico WGS84; con tali coordinate si determinano le normali all'ellissoide WGS84 nei punti iniziale e finale della baseline e quindi dalle componenti misurate può essere determinata la lunghezza dell'arco di geodetica dell'ellissoide WGS84 sotteso dalle baseline, e l'azimut della tangente alla geodetica nei punti iniziale e finale.

Questo è possibile perché sebbene la normale all'ellissoide e la verticale coincidano in un solo punto (il punto di orientamento) la loro divergenza (deviazione della verticale) punto per punto della superficie è una quantità piccola rispetto alla precisione conseguibile nella misura di direzioni e distanze.

L'ellissoide WGS84 è geocentrico, e pertanto la normale ad esso non coincide con la verticale in nessun punto della superficie fisica (non ha un punto di orientamento). Questa caratteristica e la grande precisione ottenibile nella misura delle baseline GPS nonché la lunghezza delle stesse possono mettere in discussione le conclusioni dei teoremi della geodesia operativa.

Una ultima considerazione attiene alle coordinate del vertice iniziale delle baseline. Nel WGS84 e nelle ordinarie applicazioni si assume che la normale così individuata coincida con quella dell'ellissoide locale, tenuto conto della bassa precisione delle coordinate stesse. Si consideri che la lunghezza dell'arco di geodetica sottesa da una baseline, varia (sebbene in maniera modesta) con la posizione del vertice iniziale.

```

91101101201LC18.00-GIFRINota: I
1110004810307.287,1370757.207,3944403.54010BASEI
6L2119042004-10:14122042004-16:48RTKIPDOP=31
2110011709.659,-1081.673,-481.95310.059,0.027,0.039,0.029,0.032,0.071,0.0021PDOP=310IRECINZIONE IN CLSI
2110021727.405,-1073.705,-511.15710.206,0.103,0.211,0.074,0.114,0.296,0.0021PDOP=310IPALINAI
2110031732.128,-1080.279,-513.80210.131,0.066,0.135,0.047,0.072,0.189,0.0021PDOP=310IPALINAI
2110051734.865,-1043.937,-529.55710.166,0.083,0.174,0.058,0.091,0.240,0.0051PDOP=310IRECINZIONE IN CLSI
2110061737.179,-993.072,-549.80810.137,0.068,0.146,0.046,0.075,0.198,0.0051PDOP=310IRECINZIONE CLSI
2110071762.714,-975.499,-586.81110.131,0.067,0.093,0.071,0.076,0.155,0.0011PDOP=310IRECINZIONE CLSI
2110081763.039,-975.286,-587.32110.272,0.191,0.223,0.149,0.162,0.284,0.0031PDOP=710IRECINZIONE IN CLSI
2110091760.548,-929.119,-600.79510.085,0.045,0.061,0.047,0.049,0.098,0.0011PDOP=310IPALINAI
2110101765.961,-932.711,-606.28310.112,0.059,0.079,0.062,0.065,0.128,0.0011PDOP=310IPALINAI
2110121775.408,-844.543,-647.61110.088,0.047,0.062,0.041,0.051,0.098,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110131779.143,-848.243,-650.94810.379,0.204,0.267,0.214,0.217,0.419,0.0021PDOP=410IPALINAI
2110151797.031,-790.765,-692.80210.132,0.073,0.093,0.076,0.075,0.141,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110161801.380,-796.132,-696.07410.240,0.133,0.168,0.139,0.136,0.255,0.0021PDOP=410IPALINAI
2110181826.298,-734.242,-747.58110.285,0.151,0.198,0.167,0.151,0.295,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110191832.451,-731.448,-756.16110.855,0.480,0.592,0.502,0.478,0.878,0.0031PDOP=410IPALINAI
2110211826.291,-728.165,-749.64710.109,0.075,0.064,0.060,0.101,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110221830.494,-727.060,-755.28010.18,0.103,0.122,0.108,0.099,0.175,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110241775.583,-693.706,-700.20110.110,0.064,0.074,0.068,0.059,0.103,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110251776.737,-684.412,-704.96510.203,0.119,0.135,0.125,0.108,0.188,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110271714.057,-639.833,-643.36310.271,0.165,0.171,0.176,0.137,0.225,0.0031PDOP=310IPALINAI
2110281720.573,-643.949,-649.63410.287,0.130,0.147,0.174,0.111,0.270,0.0021PDOP=310IPALINAI
2110301702.297,-574.728,-651.49110.178,0.052,0.069,0.101,0.045,0.185,0.0011PDOP=410IPALINAI
2110311707.865,-574.957,-658.26110.142,0.041,0.061,0.083,0.042,0.140,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110331687.817,-497.572,-660.81510.190,0.125,0.108,0.138,0.087,0.129,0.0011PDOP=310IPALINAI
2110341693.551,-493.857,-668.85110.140,0.054,0.043,0.107,0.100,0.300,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110371694.976,-442.927,-689.24010.067,0.007,0.019,0.033,0.002,0.069,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110381697.501,-441.749,-692.70610.051,0.001,-0.019,0.025,0.011,0.131,0.0031PDOP=210IPALINAI
2110401656.866,-361.251,-670.23410.163,0.024,0.051,0.082,0.001,0.148,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110411663.479,-358.032,-679.54410.122,0.019,0.039,0.061,0.000,0.111,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110431589.417,-183.497,-649.92110.166,-0.002,0.172,0.059,0.026,0.387,0.0031PDOP=210IPALINAI
2110441598.489,-178.204,-662.65710.205,-0.002,0.212,0.074,0.031,0.478,0.0021PDOP=210IPALINAI
2110461541.012,-37.891,-641.70410.060,0.008,0.042,0.031,0.017,0.121,0.0021PDOP=210IPALINAI
.....omissis.....
21PF0210320IM2771-905.376,-580.024,1294.53810.048,0.017,0.013,0.031,0.013,0.065,0.0031PDOP=210ISPIGOLO
RECINZIONEI
2120911-874.194,-180.776,1119.27810.195,0.008,0.098,0.038,-0.009,0.123,0.0041PDOP=210ISPIGOLO RECINZIO-
NEI
2120921-926.156,-151.061,1172.93010.19,0.022,0.055,0.045,0.004,0.061,0.0041PDOP=210ISPIGOLO RECINZIONEI
2120931-929.937,-142.406,1174.79510.216,0.026,0.063,0.051,0.004,0.069,0.0041PDOP=210ISPIGOLO RECINZIO-
NEI
2120941-921.894,-74.021,1141.83210.171,0.012,0.082,0.037,-0.007,0.103,0.0051PDOP=210ISPIGOLO RECINZIO-
NEI
2120951-405.768,189.877,424.38410.280,0.045,0.076,0.111,0.029,0.118,0.0031PDOP=110IPALINAI
2120961-442.919,212.186,461.57210.152,0.024,0.041,0.051,0.013,0.051,0.0021PDOP=110IPALINAI
2120971-473.685,160.516,516.72810.228,0.091,0.081,0.111,0.044,0.065,0.0021PDOP=210IPALINAI
2120981-528.869,193.488,572.24610.771,-0.077,0.301,0.207,-0.035,0.159,0.0021PDOP=210IPALINAI

```

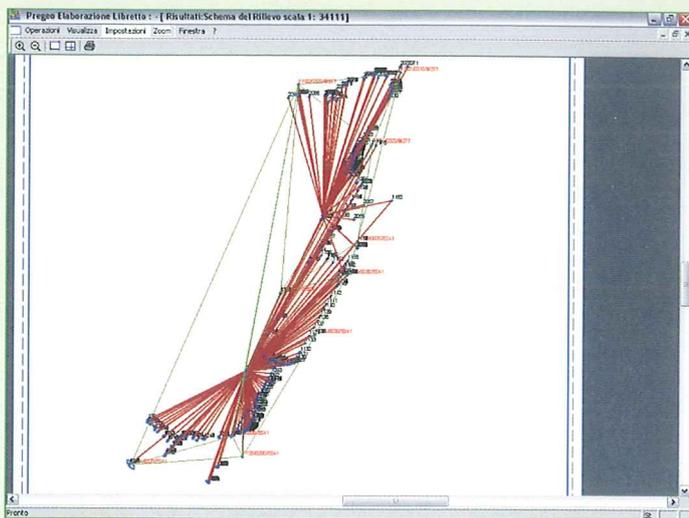


Fig.3 - Schema del rilievo con in evidenza le ellissi d'errore e le baseline misurate

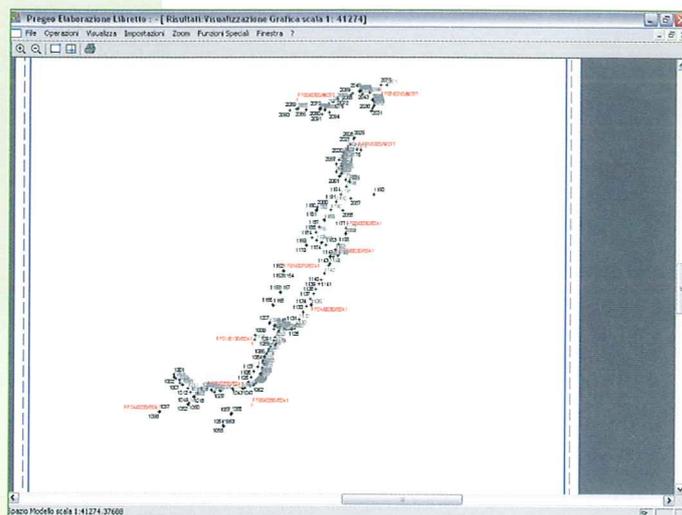


Fig.4 - Visualizzazione grafica del rilievo

Risultati Elaborazione

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=6 osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.00534
 s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.22084
 s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.08331
 s.q.m. dell'unita' di peso esterna 2.65091
 Numero di cicli di compensazione 4

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
PF06/0200/E041	-826.766	+/-0.137	-168.639	+/-0.093	0.141	0.087	118.984
PF05/0200/E041	-1087.254	+/-0.129	-41.975	+/-0.099	0.138	0.087	129.333
PF01/0130/E041	-136.550	+/-0.129	-38.281	+/-0.072	0.129	0.072	97.817
PF01/0070/E041	997.190	+/-0.111	429.800	+/-0.068	0.124	0.038	68.517
PF03/0030/E041	1652.469	+/-0.078	1386.925	+/-0.082	0.113	0.011	48.461
PF07/0310/M277	3793.421	+/-0.066	1917.255	+/-0.162	0.169	0.045	19.255
PF04/0220/E041	-1193.413	+/-0.629	-1445.957	+/-0.389	0.693	0.258	70.069
PF04/0030/E041	469.566	+/-0.096	861.556	+/-0.067	0.106	0.049	68.537
PF05/0030/E041	1231.852	+/-0.082	1261.714	+/-0.072	0.108	0.018	54.375
PF01/0320/M277	2882.932	+/-0.074	1569.410	+/-0.126	0.142	0.032	32.120
PF02/0320/M277	3631.436	+/-0.104	636.547	+/-0.155	0.185	0.021	37.211
nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
1000	-0.016	+/-0.127	-0.007	+/-0.069	0.128	0.068	93.736
1097	-1184.765	+/-0.188	-1455.395	+/-0.102	0.198	0.083	121.678
1098	-1195.142	+/-0.189	-1462.417	+/-0.103	0.198	0.083	121.823
1159	2574.301	+/-0.081	1303.317	+/-0.113	0.138	0.020	38.995
1160	2169.792	+/-0.068	1813.983	+/-0.098	0.117	0.023	37.482
1161	1246.664	+/-0.084	1219.429	+/-0.074	0.109	0.022	54.287
2000	1977.341	+/-0.092	946.258	+/-0.092	0.130	0.012	50.017

Punti di Dettaglio

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
1001	-617.504	+/-0.179	-1234.756	+/-0.084	0.182	0.078	112.183
1002	-652.346	+/-0.179	-1231.957	+/-0.085	0.182	0.078	112.850
1003	-656.122	+/-0.179	-1239.574	+/-0.085	0.182	0.078	112.909
1005	-676.291	+/-0.178	-1205.373	+/-0.085	0.181	0.078	113.354
1006	-702.203	+/-0.176	-1157.090	+/-0.086	0.179	0.079	113.948
1007	-749.447	+/-0.175	-1147.188	+/-0.088	0.179	0.079	114.894
1008	-750.077	+/-0.175	-1147.073	+/-0.088	0.179	0.079	114.907
1009	-767.007	+/-0.173	-1101.991	+/-0.088	0.177	0.080	115.351
1010	-773.930	+/-0.173	-1106.929	+/-0.088	0.178	0.080	115.476

.....omissis.....

Compensazione Altimetrica

Rilievo eseguito con n=3 osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.00100
 s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.00818
 s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.00068
 s.q.m. dell'unita' di peso esterna 12.10029
 Numero di cicli di compensazione 3

Punti della Rete

nome	quota	sqm
PF06/0200/E041	14.471	+/- 0.0099
PF05/0200/E041	15.258	+/- 0.0093
PF01/0130/E041	10.877	+/- 0.0093
PF01/0070/E041	10.970	+/- 0.0093
PF03/0030/E041	11.677	+/- 0.0093
PF07/0310/M277	15.048	+/- 0.0102
PF04/0220/E041	7.348	+/- 0.0085
1000	9.995	+/- 0.0030
1097	9.448	+/- 0.0085
1159	10.141	+/- 0.0069

Abbiamo così illustrato nel presente tutorial gli schemi delle misure GPS contemplati dalla nuova procedura Pregeo 8.00, puntualizzando sugli aspetti teorici e pratici attinenti alla risoluzione degli schemi stessi. Vedremo invece nella prossima puntata gli assunti teorici e le implicazioni pratiche che conseguono al trattamento degli schemi di misure miste (GPS e Tradizionali) che inevitabilmente sono necessari per l'esecuzione di un rilievo catastale.

Per ora quindi, augurandoci che questo articolo abbia chiarito qualche aspetto, vi invitiamo a scriverci per tutti gli eventuali dubbi che potranno sorgervi. Vi risponderemo con piacere, così come siamo pronti a recepire suggerimenti per le prossime puntate.

Un ringraziamento al Geom. Francesco Polimeni per aver fornito alcuni degli esempi pubblicati.

a cura della redazione