

9. Poligonal

Come dicevo nella premessa del capitolo 8 *Rilievi GPS e misti GPS-TS* a pag. 149, l'avvento della tecnologia GPS ha fatto venir meno l'esigenza di rilievi TS composti da lunghe catene di stazioni per le quali un tempo si rendeva necessario il ricorso alla poligonale al fine di controllare e compensare le inevitabili imprecisioni di quei lavori. Tuttavia la poligonale resta uno schema di rilievo fondamentale in topografia, non solo per la grande precisione che garantisce ai lavori che la richiedono (si pensi ad esempio a tunnel e gallerie), ma anche perché la conoscenza della sua risoluzione fa capire al tecnico le criticità dei rilievi TS tradizionali.

Geocat quindi gestisce le poligonal con la dovuta accuratezza pur lasciando libero l'utente di inserirla nel libretto delle misure come se si trattasse di una normale celerimensura, cioè senza dovere rispettare nessuna sequenza prestabilita, potendo introdurre indifferentemente sia stazioni che fanno parte della poligonale, sia altre stazioni (o rami di stazioni) ausiliarie lanciate dalle prime per rilevare punti di dettaglio non raggiungibili dal tracciato della poligonale. Vediamo il tutto nei paragrafi che seguono dedicati rispettivamente alle poligonal aperte e a quelle chiuse.

9.1 Poligonale aperta

Per poter eseguire il calcolo (compensazione) di una poligonale aperta, sono necessari i seguenti requisiti:

1. la prima e l'ultima stazione di poligonale devono coincidere con punti di coordinate note;
2. dalla prima e dall'ultima stazione deve essere stato rilevato l'azimut assoluto (rispetto al Nord) su altrettanti punti di orientamento.

La prima condizione serve per poter effettuare la compensazione lineare, la seconda per la compensazione angolare. Soddisfare queste due richieste non è quasi mai possibile, in modalità diretta, durante il rilievo in campagna, in quanto i punti di coordinate note (trigonometrici o PF) non sono in genere stazionabili (spigoli di fabbricato, punti inaccessibili, ecc.). Per sopperire a questo problema, in topografia esistono diversi procedimenti che permettono di calcolare in maniera indiretta gli elementi sopra citati. Nei menù *Strumenti | Topografia / Catasto* di Geocat illustrati

al capitolo 6 *Aperture e Artifici* a pag. 94, il programma comprende tutte le principali metodologie di risoluzione indiretta di punti incogniti a partire da punti di coordinate note. Tra queste, alcune sono specifiche per determinare le stazioni terminali di una poligonale aperta quando queste non sono stazionabili. Nell'esempio che ci accingiamo a sviluppare adotteremo la tecnica dell'apertura a terra attivabile dal menù *Strumenti | Topografia | Apertura a terra*. Questo metodo è dettagliatamente descritto nel suddetto capitolo 6 alla cui lettura si rimanda per una completa spiegazione dell'operatività da seguire. In questo paragrafo mi limito ad illustrare il modo in cui l'apertura a terra, eseguita sulla prima e ultima stazione (dove viene anche chiamata "chiusura a terra"), ci permette di determinare gli elementi necessari al calcolo della poligonale aperta. La finestra dell'apertura a terra di Figura 62 a pag. 96, il cui schema è riprodotto in Figura 108 qui sotto, ci permette di inquadrare chiaramente il problema da risolvere.

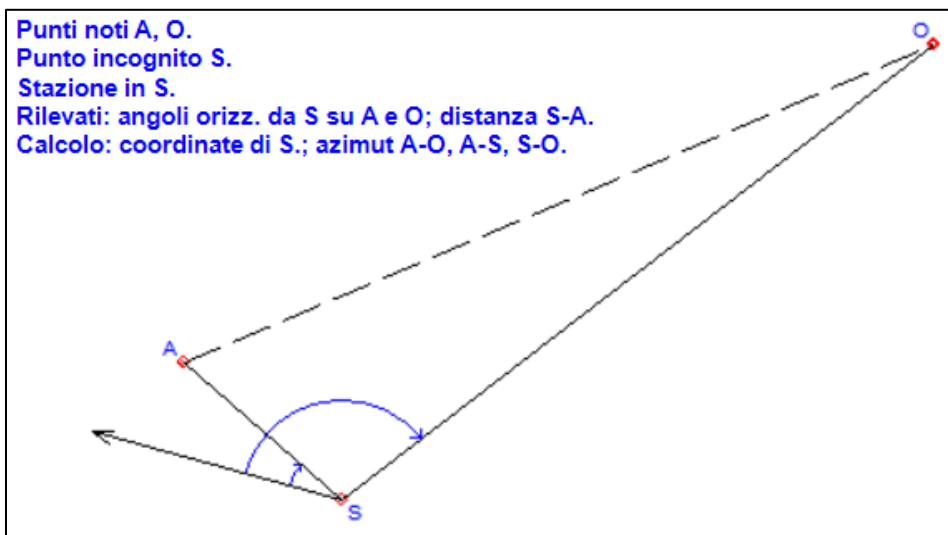


Figura 108 – Lo schema dell'apertura a terra (vedi capitolo 6 a pag. 94).

Il caso si presenta in questi termini: la prima stazione di poligonale dovrebbe essere effettuata nel punto di coordinate note *A* e, da questa stazione, si dovrebbe rilevare l'angolo orizzontale sul punto di orientamento *O*, anch'esso di coordinate note, al fine di determinare la correzione azimutale da applicare all'orientamento di campagna per portarlo sul Nord. Il problema è che il punto *A* non è stazionabile, per cui dovremo calcolare indirettamente i dati necessari.

Per fare questo, facciamo stazione in un punto accessibile S in prossimità del punto noto A (detto punto di “attacco” per la prima stazione di poligonale e punto di “chiusura” per l’ultima) e da questa stazione rileviamo l’angolo orizzontale e la distanza $S-A$, più l’angolo orizzontale al punto di orientamento distante O . Il punto S è in realtà la nostra prima stazione di poligonale ma, come vedremo in seguito, una volta risolta l’apertura diventerà, almeno teoricamente, la seconda stazione. Dati questi elementi, il programma risolve l’apertura determinando i dati cercati. Lo vediamo mediante un esempio del lavoro *GUIDA* fornito unitamente all’installazione di Geocat.

Dalla finestra dell’apertura a terra, attiviamo l’icona *Apri* nella barra degli strumenti in alto (1 in Figura 109). Ci appare la finestra riprodotta sempre in Figura 109 (in basso) contenente l’elenco di tutte le aperture a terra salvate sul Lavoro di Geocat, dalla quale ci basta fare un doppio clic sull’apertura desiderata, nel nostro caso quella evidenziata in Figura 109 relativa ai punti $P1$, $P2$ e la stazione $S1$ (nome non compreso in Figura 109 per mancanza di spazio). Questa apertura è infatti quella che abbiamo effettuato dalla prima stazione di poligonale al fine di vincolarla a due trigonometrici per i motivi descritti all’inizio. Per rendere più semplice la trattazione, in questo esempio abbiamo assegnato i nomi $P1$ e $P2$ ai due trigonometrici ed il nome $S1$ alla stazione, ma ovviamente il nome può essere quello effettivo di tali punti; con un’avvertenza però: ai fini della stampa, per i punti fiduciali è consigliato inserire comunque un nome abbreviato. Ad esempio per il PF03/0120/A703, conviene scrivere solamente PF03, oppure P312.

A questo punto possiamo procedere con il calcolo dell’apertura cliccando l’icona *Calcola* (2 in Figura 109). Vedremo così apparire nelle celle di colore azzurro i seguenti risultati:

- la distanza tra stazione e orientamento (nella colonna *Dist. da S* in corrispondenza della riga O);
- la distanza tra punto di attacco A e orientamento (nella colonna *Dist. da S*, riga *Dist. A-O*);
- le coordinate della stazione $S1$ (nelle colonne *Est* e *Nord* in corrispondenza della riga *Incog. S*).
- gli azimut (nelle rispettive celle indicate dalle lettere) attacco-orientamento ($A-O$), attacco-stazione ($A-S$) e stazione-orientamento ($S-O$); quest’ultimo è il valore che ci servirà per la compensazione angolare;
- la correzione angolare della stazione $S1$ (cella *Corr.*), cioè l’angolo che intercorre tra l’orientamento di campagna e il Nord.

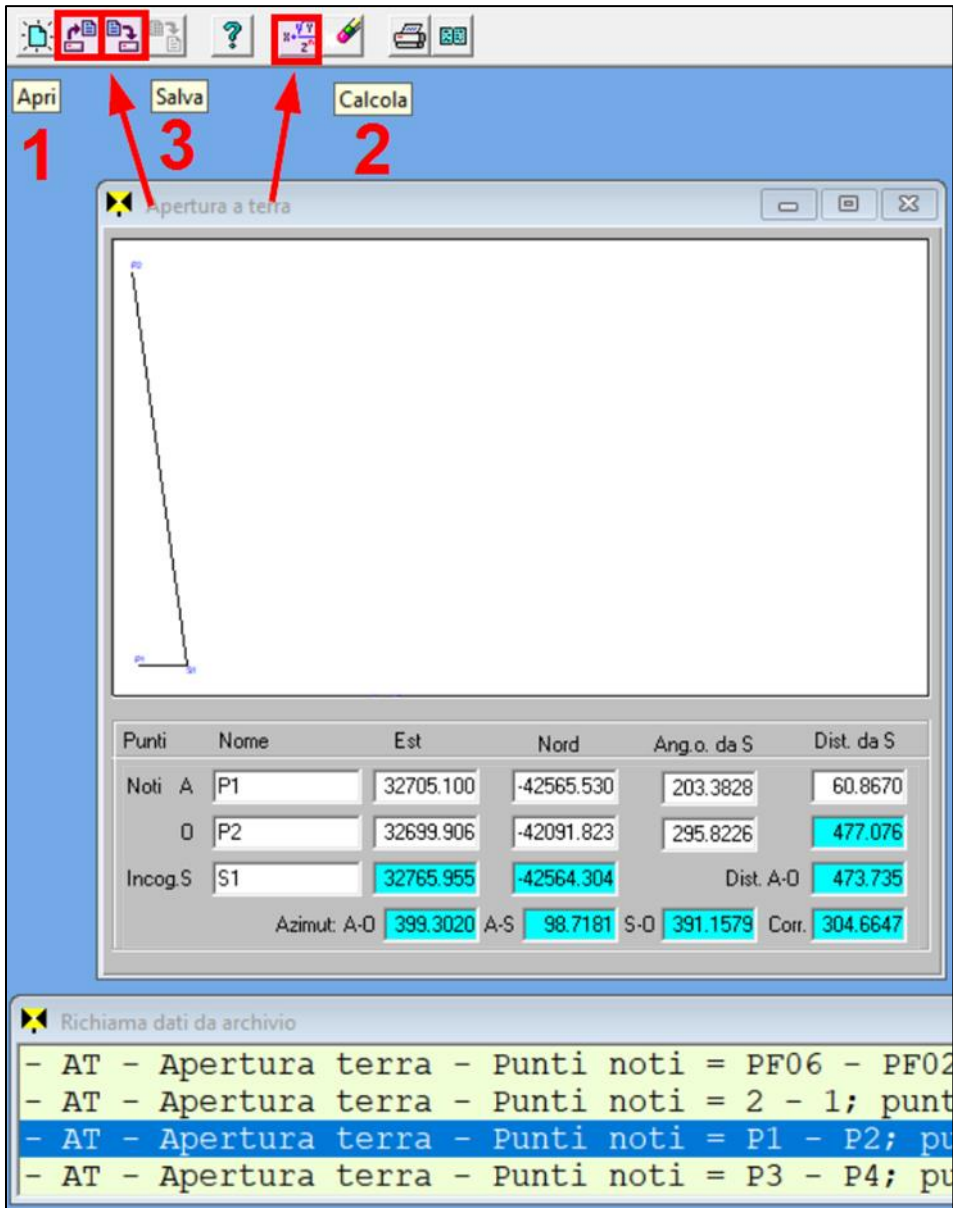


Figura 109 – Il richiamo nella finestra di calcolo di un'apertura a terra precedentemente calcolata.

In questo esempio ci siamo limitati a richiamare un'apertura a terra già salvata, ricalcolandola senza modificare nessun dato, non c'è quindi alcuna necessità di risalvarla su disco. Viceversa, nel caso avessimo

inserito una nuova apertura, oppure avessimo modificato i dati di quella richiamata, dovremmo salvarla in archivio, in modo da poter successivamente inserirla nello sviluppo della poligonale, come vedremo nel seguito. Per salvare l'apertura calcolata basta cliccare l'icona *Salva* della barra degli strumenti (3 in Figura 109). Ripetiamo ora le stesse operazioni per la chiusura a terra sull'ultima stazione di poligonale. Attiviamo nuovamente l'icona *Apri* e, dalla finestra di elenco delle aperture di Figura 109 (in basso), selezioniamo con un doppio clic quella relativa ai punti *P3*, *P4* e la stazione *S6* (nome non visibile in Figura 109). La Figura 110 riporta il calcolo di questa seconda apertura (in realtà "chiusura") a terra.

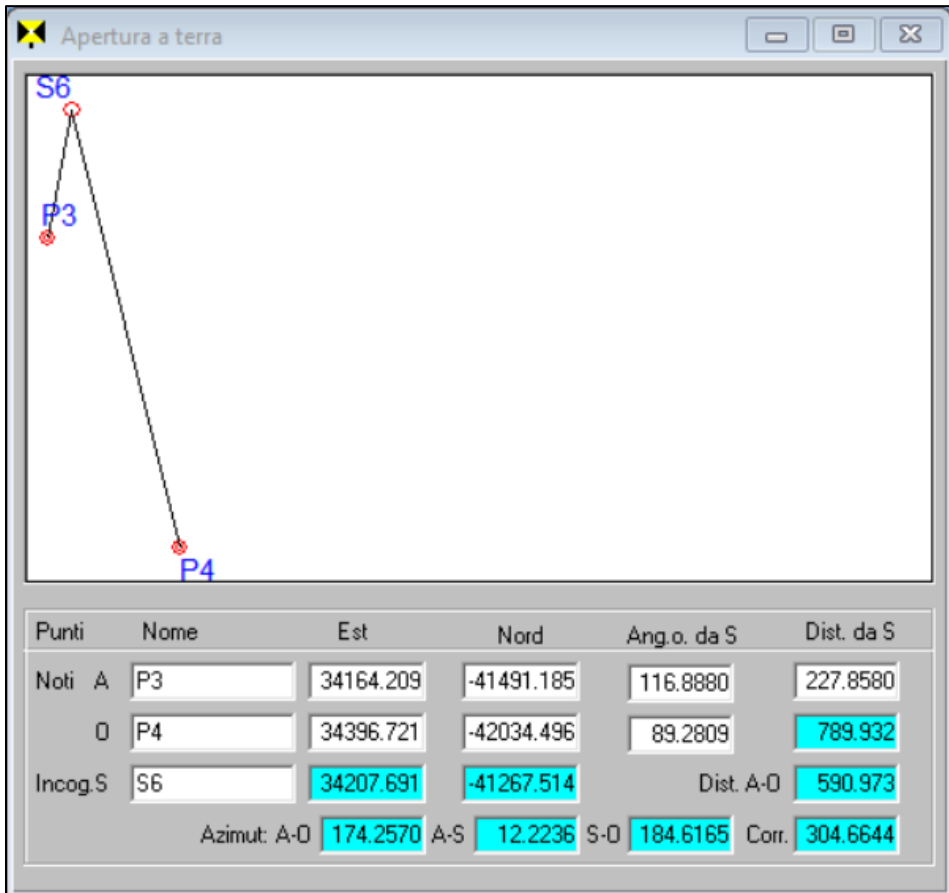


Figura 110 – Il calcolo della “chiusura a terra” dall’ultima stazione (effettiva) *S6* ai rispettivi punti di appoggio *P3* e *P4*.

Procediamo ora all'inserimento della poligonale vera e propria. Nel nostro caso apriamo il rilievo *POL_VINC.DB* riprodotto in Figura 111.

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	S1	S2	CH	1.535	355.0978	444.008	100.6144		chiodo
2	S2	S1	CH	1.310	155.0978	444.004	99.4422		chiodo
3		S3	CH	1.620	385.7664	364.671	99.6489		chiodo
4	S3	S2	CH	1.600	185.7664	364.669	100.3511		chiodo
5		S4	CH	1.620	353.7248	349.163	100.5158		chiodo
6	S4	S3	CH	1.590	153.7248	349.155	99.4860		chiodo
7		S5	CH	1.690	348.7932	486.757	100.2881		chiodo
8	S5	S4	CH	1.620	148.7932	486.759	99.7073		chiodo
9		S6	CH	1.400	350.5642	337.348	100.1840		chiodo
10	S6	S5	CH	1.670	150.5642	337.342	99.8613		chiodo
11									

Figura 111 – *Il rilievo originario della poligonale senza ancora l'apertura e la chiusura a terra ai trigonometrici.*

Come possiamo notare, questo rilievo contiene sei stazioni di poligonale battute in andata e ritorno, senza altre stazioni (non di poligonale), né punti di dettaglio. Questa configurazione risponde semplicemente all'esigenza di dare la maggior chiarezza possibile all'esempio qui esposto su come risolvere una poligonale aperta. In realtà, come già accennato in premessa, Geocat non pone alcun limite nell'inserire in una poligonale anche altre stazioni o bracci di stazioni che non fanno parte della poligonale stessa, né tanto meno, ovviamente, di inserire tutti i punti di dettaglio rilevati dalle stazioni, siano esse quelle della poligonale o le altre. All'atto dell'inserimento iniziale, tuttavia, un rilievo come quello di Figura 111 viene sempre interpretato dal programma come una normale celerimensura. Vedremo infatti nel seguito come indicare a Geocat il tracciato della poligonale in esso presente. Prima però, per i motivi che spiegherò più avanti, sfruttiamo il fatto di considerarlo una normale celerimensura per calcolare la quota della stazione finale S6. Lanciamo il calcolo dall'opzione *Calcolo locale* del menù contestuale di Geocat (clic destro), ottenendo la tabella dei risultati di Figura 112, dalla quale prendiamo nota della quota delle stazioni S1 (0.000 essendo la prima stazione del rilievo) e S6 (-8.031).

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	S2	CH	-287.828	0.000	338.054	0.001	-4.200	0.000	0.000000	0.000000
2	S1	CH	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000000	0.000000
3	S3	CH	-368.684	0.003	693.644	0.003	-2.189	0.000	0.000000	0.000000
4	S4	CH	-600.710	0.001	954.544	0.001	-5.038	0.000	0.000000	0.000000
5	S5	CH	-951.360	0.002	1292.145	0.002	-7.311	0.000	0.000000	0.000000
6	S6	CH	-1187.775	0.000	1532.789	0.000	-8.031	0.000	0.000000	0.000000
7										

Figura 112 – Il calcolo del rilievo originario trattato come semplice celerimensura (cioè senza avere ancora inserito l'apertura e la chiusura a terra), con evidenziate le quote della prima e ultima stazione.

A questo punto, torniamo sulla tabella del rilievo di Figura 111 e, con riferimento alla Figura 113, vediamo come dobbiamo operare per trasformarlo in una poligonale a tutti gli effetti.

1. Con un doppio clic sulla cella *S1* apriamo la finestra dei dati stazione.
2. Da questa finestra, clicchiamo il bottone *Preleva i dati dalle aperture* aprendo così l'elenco di tutte le aperture presenti e, da questo, selezioniamo con un doppio clic quella precedentemente calcolata per la stazione *S1* con punto di attacco *P1* e orientamento *P2*.
3. Fatto ciò, vedremo la finestra dei dati stazione compiliarsi con i dati dell'apertura. Da qui dobbiamo ora agire come segue sulle opzioni di questo riquadro:
 - *Mantieni fisse queste coordinate (e correzione angolare) durante il calcolo*: questa opzione istruisce Geocat a mantenere fisse o meno le coordinate e la correzione angolare presenti nelle celle della parte superiore. Dobbiamo deseleggerla perché, come accennato, la stazione *S1* non è in realtà la nostra prima stazione di poligonale, che è invece costituita dal trigonometrico rilevato per apertura a terra.
 - *Importa nel rilievo le seguenti letture*: questa opzione va selezionata in quanto indica a Geocat di importare nel rilievo le letture dell'apertura al fine di formare la poligonale.
 - *Punto di appoggio P1 come nuova stazione orientata su P2 (per poligonale)*: anche questa opzione va selezionata perché istruisce Geocat a inserire nel rilievo la nuova stazione costituita dal punto di attacco *P1* con le osservazioni da questo alla nostra stazione *S1*.
4. Confermiamo con *OK* e vedremo il rilievo modificarsi come evidenziato in Figura 114.

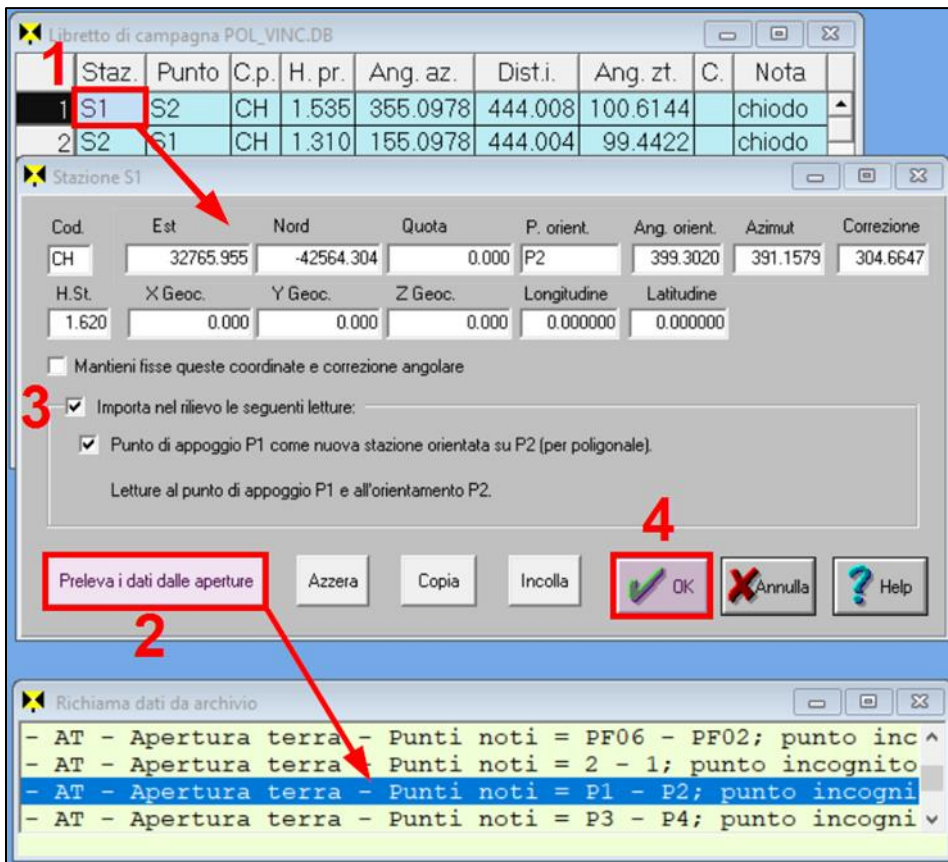


Figura 113 – La finestra dei dati stazione permette di richiamare l'apertura calcolata per la stazione stessa creando così i vincoli della poligonale.

Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	P1	CH	1.620	98.7181	60.867	100.0000		
2	S1	CH	1.535	355.0978	444.008	100.6144		chiodo
3	P1	CH	1.620	203.3828	60.867	100.0000		
4	P2	CH	1.620	295.8226	477.076	100.0000		
5	S2	CH	1.310	155.0978	444.004	99.4422		chiodo
6	S3	CH	1.620	385.7664	364.671	99.6489		chiodo
7	S3	CH	1.600	185.7664	364.669	100.3511		chiodo

Figura 114 – Il punto di attacco P1 inserito quale prima stazione della poligonale con le osservazioni alla stazione S1 effettivamente fatta in campagna.

Sono state aggiunte le seguenti due righe:

- la nuova stazione *P1* con le letture alla stazione *S1*;
- le due righe contenenti le letture da *S1* alla nuova stazione *P1* e al punto di orientamento *P2*.

Ripetiamo ora anche per la stazione finale *S6* le stesse operazioni viste sopra per la stazione *S1*. Vale a dire:

- doppio clic sulla cella *S6* per aprire la finestra dei dati stazione;
- bottone *Preleva i dati dalle aperture* per la selezione dell'apertura precedentemente calcolata per i punti *P3* e *P4* con stazione *S6* (nella finestra di elenco delle aperture di Figura 113, in basso, è la riga successiva a quella dell'apertura *P1* e *P2* con stazione *S1*);
- deselezione dell'opzione *Mantieni fisse queste coordinate (e correzione angolare) durante il calcolo*;
- selezione dell'opzione *Importa nel rilievo le seguenti letture*;
- selezione dell'opzione *Punto di appoggio *P3* come nuova stazione orientata su *P4* (per poligonale)*;
- confermiamo il tutto cliccando *OK*.

Al termine il rilievo ci appare come quello riprodotto in Figura 115, cioè con l'aggiunta delle righe relative allo scambio di osservazioni tra la stazione *S6*, il punto di chiusura *P3* e il relativo orientamento *P4*.

Come possiamo notare, nelle righe *S1-P1* e *S6-P3* appena importate la colonna *Ang. zt.* riporta il valore 100.0000. Questo perché, nell'esempio qui trattato, non abbiamo considerato l'altimetria nell'apertura e chiusura a terra delle due stazioni *S1* e *S6*. Ne consegue che, per rendere coerente il calcolo delle quote, le due nuove stazioni importate *P1* e *P3* devono avere la stessa quota rispettivamente di *S1* e *S6*. Geocat esegue automaticamente questa assegnazione. Per rendercene conto, è sufficiente aprire la finestra dei dati stazione di *P1* e *P3* con un doppio clic nelle rispettive celle dalla quale, come mostrato in Figura 115 (in basso), vediamo che le quote di queste due stazioni importate sono le stesse di *S1* e *S6* che avevamo calcolato in precedenza (Figura 112 pag. 176). Viceversa, se da queste finestre desiderassimo assegnare le quote effettive ai due capisaldi *P1* e *P3*, dovremmo modificare anche i relativi dislivelli (o angolo zenitale e distanza inclinata) nella tabella del rilievo. Si tenga conto a questo proposito che, per mantenere *P1* e *P2* alla stessa quota di *S1* e *S6* Geocat ha

assegnato alle due stazioni importate la stessa altezza strumentale delle due stazioni effettivamente eseguite, così come all'altezza prisma delle battute *P1-S1* e *P3-S6*.

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	P1	S1	CH	1.620	98.7181	60.867	100.0000		
2	S1	S2	CH	1.535	355.0978	444.008	100.6144		chiodo
3		P1	CH	1.620	203.3828	60.867	100.0000		
4		P2	CH	1.620	295.8226	477.076	100.0000		
5	S2	S1	CH	1.310	155.0978	444.004	99.4422		chiodo
6		S3	CH	1.620	385.7664	364.671	99.6489		chiodo
7	S3	S2	CH	1.600	185.7664	364.669	100.3511		chiodo
8		S4	CH	1.620	353.7248	349.163	100.5158		chiodo
9	S4	S3	CH	1.590	153.7248	349.155	99.4860		chiodo
10		S5	CH	1.690	348.7932	486.757	100.2881		chiodo
11	S5	S4	CH	1.620	148.7932	486.759	99.7073		chiodo
12		S6	CH	1.400	350.5642	337.348	100.1840		chiodo
13	P3	S6	CH	1.655	12.2236	227.858	100.0000		
14	S6	S5	CH	1.670	150.5642	337.342	99.8613		chiodo
15		P3	CH	1.655	116.8880	227.858	100.0000		
16		P4	CH	1.655	89.2809	789.932	100.0000		
17									

P1	S1	CH	1.620	98.7169	60.867
Stazione P1					
Cod.	Est	Nord	Quota		
CH	32705.100	-42565.530	0.000		

P3	S6	CH	1.655	12.2238	227.858
Stazione P3					
Cod.	Est	Nord	Quota		
CH	34164.209	-41491.185	-8.031		

Figura 115 – Sopra, il rilievo originario integrato con le battute reciproche tra le stazioni iniziale e finale effettivamente eseguite in campagna e i trigonometriche di attacco e chiusura della poligonale. Sotto, al punto di attacco *P1* e di chiusura *P3* è stata assegnata la stessa quota di *S1* e *S6*.

A questo punto rimane un'ultima operazione per completare la definizione della poligonale. Abbiamo già accennato al fatto che Geocat non esige che il rilievo contenga unicamente le stazioni che fanno parte della poligonale, nel senso che da queste stazioni l'utente può lanciare altre stazioni o rami di stazioni per rilevare punti di dettaglio non direttamente osservabili dalla poligonale (anche se non è il caso dell'esempio).

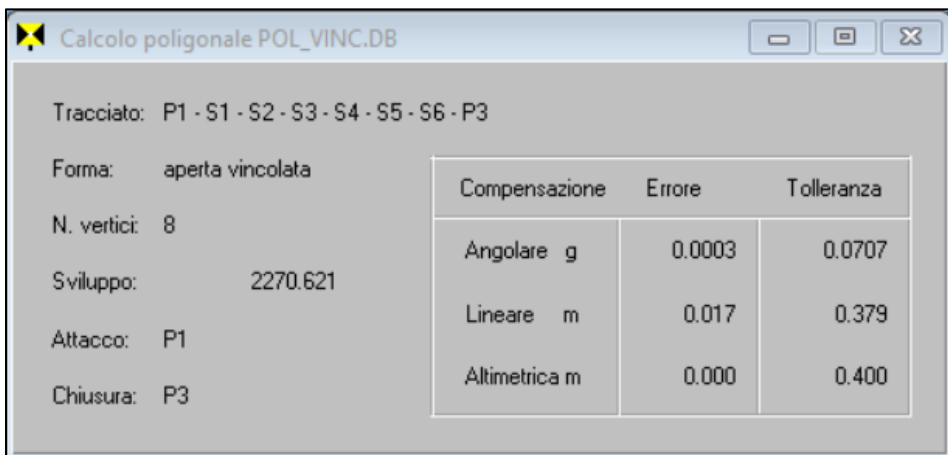
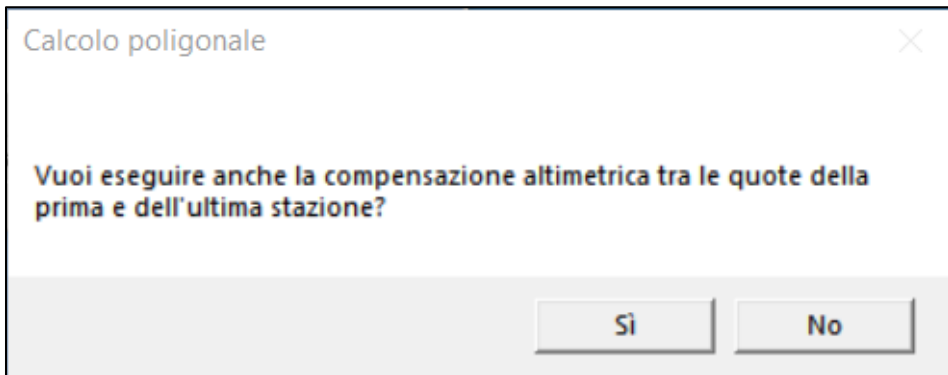
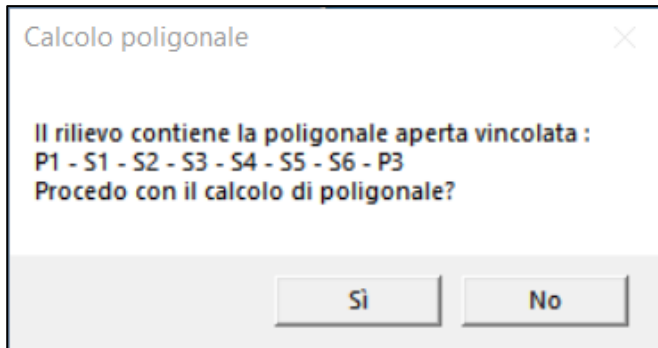
Per indicare al programma quali sono le stazioni di poligonale, è sufficiente inserire nella tabella *Contorni e dividenti* la sequenza delle sole stazioni che la compongono, come mostrato in Figura 116. Per le istruzioni su come inserire questo contorno si consulti il capitolo 12 *Contorni e dividenti* a pag. 215. L'unica avvertenza che si deve avere in questo caso è che il codice (colonna C. più a sinistra) inizi con la lettera *T* maiuscola (che sta per *Tracciato poligonale*). Naturalmente, come evidenzia la Figura 116, il tracciato deve partire dal vertice *P1* (attacco) e terminare con il vertice *P3* (chiusura).

	C.	Descr	V1	L1	V2	L2	V3	L3	V4	L4	V5	L5	V6	L6	V7	L7	V8	L8	V9	L9	V10	L10	
1	T01	Polig. vinc.	P1	NC	S1	NC	S2	NC	S3	NC	S4	NC	S5	NC	S6	NC	P3						
2																							
3																							

Figura 116 – L’inserimento del tracciato della poligonale, cioè il contorno (con codice che inizia per “T”) che elenca la sequenza dei vertici.

A questo punto possiamo lanciare il calcolo della poligonale, attivando l'usuale opzione *Calcolo locale* del menù contestuale di Geocat (clic destro). Il programma rileva che abbiamo definito il tracciato della poligonale e verifica se tutti i vertici del contorno sono presenti quali stazioni del rilievo. Se così, ci chiede, con il messaggio riprodotto Figura 117 (in alto), se intendiamo procedere al calcolo della stessa. Rispondendo *No*, infatti, pur avendo definito la poligonale, possiamo procedere con il normale calcolo celerimetrico. Rispondendo invece *Sì*, decidiamo di svolgere il calcolo della poligonale, nel qual caso Geocat ci chiede, con il messaggio al centro di Figura 117, se intendiamo procedere anche alla compensazione altimetrica della stessa. Nel nostro caso non avrebbe molto senso, dato che non siamo partiti da quote assolute per i caposaldi costituiti dai punti di attacco (*P1*) e chiusura (*P3*) della poligonale. Tuttavia, avendo imposto per tali punti le stesse quote delle due stazioni terminali effettive, *S1* e *S6*, possiamo rispondere affermativamente in quanto, di fatto, la compensazione avverrà tra le quote di queste due stazioni. Rispondendo quindi *Sì* anche a quest'ultima richiesta, viene eseguito il calcolo evidenziato dall'usuale mascherina di Geocat che ne riporta la dinamica. L'elaborazione termina presentando la finestra riprodotta in basso in Figura 117 che visualizza i risultati delle compensazioni lineare, angolare e altimetrica della poligonale, i cui valori di tolleranza sono quelli definiti dal menù *Configurazione | Calcoli* descritti al paragrafo 5.2 *Calcoli* a pag. 71.

Figura 117 - Se si procede al calcolo della poligonale, è possibile richiedere anche la compensazione delle quote. In basso i risultati delle compensazioni lineare, angolare e altimetrica raffrontati ai rispettivi valori di tolleranza del menù Configurazione | Calcoli.



Oltre a questa finestra, Geocat apre anche la tabella di Figura 118 delle coordinate risultanti dal calcolo. Su questa vale la pena di mettere in evidenza come le quote della prima e ultima stazione $S1$ e $S6$, in questo caso mantenute uguali per i punti di attacco e chiusura $P1$ e $P3$, corrispondano a quelle del calcolo celerimetrico mostrato in Figura 112 a pag. 176.

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	S1		32765.956	0.002	-42564.304	0.001	0.000	0.000	0.000000	0.000000
2	P1		32705.101	0.000	-42565.530	0.000	0.000	0.000	0.000000	0.000000
3	S2		33082.035	0.004	-42252.501	0.003	-4.200	0.000	0.000000	0.000000
4	S3		33430.753	0.004	-42145.832	0.003	-2.189	0.000	0.000000	0.000000
5	S4		33673.970	0.001	-41895.330	0.000	-5.038	0.000	0.000000	0.000000
6	S5		33984.999	0.005	-41520.911	0.003	-7.311	0.000	0.000000	0.000000
7	S6		34207.691	0.000	-41267.514	0.001	-8.031	0.000	0.000000	0.000000
8	P3		34164.209	0.000	-41491.185	0.000	-8.031	0.000	0.000000	0.000000
9	P2	CH	32699.910	0.000	-42091.823	0.000	0.000	0.000	0.000000	0.000000
10	P4	CH	34396.722	0.000	-42034.495	0.000	-8.031	0.000	0.000000	0.000000
11										

Figura 118 – La tabella delle coordinate risultante dal calcolo della poligonale con evidenziate le quote della prima e ultima stazione S1 e S6 in questo caso mantenute uguali per i punti di attacco e chiusura P1 e P3.

Le coordinate così calcolate vengono memorizzate da Geocat nelle rispettive stazioni. Infatti, se dalla tabella del rilievo apriamo nuovamente la finestra dei dati stazione (doppio clic sulle celle), vediamo che le coordinate, l'azimut e la correzione angolare calcolati dalla poligonale sono presenti nella parte superiore della finestra, mentre l'opzione *Mantieni fisse queste coordinate e correzione angolare* è stata selezionata (con la nota *poligonale aperta vincolata agli estremi*), il tutto come evidenziato in Figura 119. Questa opzione serve ad indicare al programma di mantenere fisse le coordinate della stazione durante i successivi calcoli. Ciò significa che, nel caso in cui le stazioni di poligonale lanciassero altre stazioni secondarie (o bracci di stazioni) di dettaglio, queste ultime verrebbero calcolate a partire dalle coordinate compensate delle stazioni di poligonale.

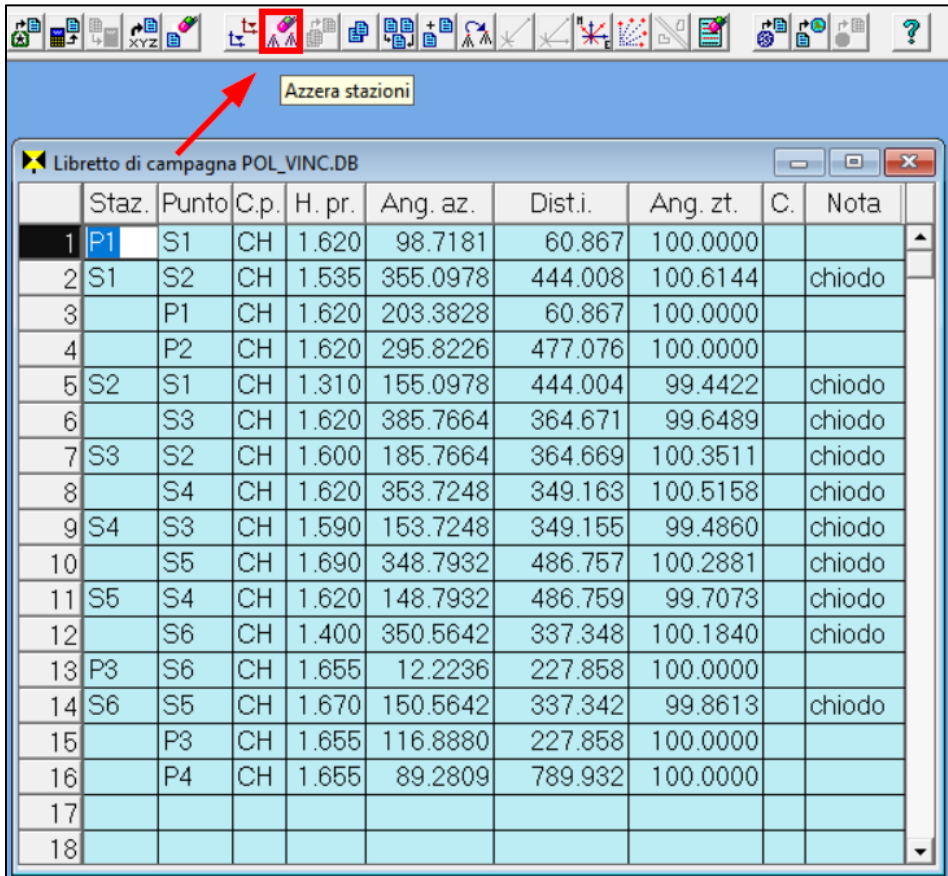
Cod.	Est	Nord	Quota	P. orient.	Ang. orient.	Azimut	Correzione
CH	33430.752	-42145.828	-2.189		0.0000	49.0606	304.6642

H.St. X Geoc. Y Geoc. Z Geoc. Longitudine Latitudine
 1.600 0.000 0.000 0.000 0.000000 0.000000

Mantieni fisse queste coordinate e correzione angolare poligonale aperta vincolata agli estremi

Figura 119 – Le coordinate calcolate dalla poligonale sono memorizzate nelle rispettive stazioni e vengono marcate come “fisse”.

Se, dopo aver calcolato la poligonale, si desidera tornare ad elaborare il rilievo con il normale calcolo celerimetrico (cioè senza compensazioni), è necessario azzerare le coordinate delle stazioni e la suddetta opzione per mantenerle fisse. Questo si ottiene automaticamente cliccando l'icona *Azzerà stazioni* dalla tabella del rilievo, come mostrato in Figura 120.



	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	P1	S1	CH	1.620	98.7181	60.867	100.0000		
2	S1	S2	CH	1.535	355.0978	444.008	100.6144		chiodo
3		P1	CH	1.620	203.3828	60.867	100.0000		
4		P2	CH	1.620	295.8226	477.076	100.0000		
5	S2	S1	CH	1.310	155.0978	444.004	99.4422		chiodo
6		S3	CH	1.620	385.7664	364.671	99.6489		chiodo
7	S3	S2	CH	1.600	185.7664	364.669	100.3511		chiodo
8		S4	CH	1.620	353.7248	349.163	100.5158		chiodo
9	S4	S3	CH	1.590	153.7248	349.155	99.4860		chiodo
10		S5	CH	1.690	348.7932	486.757	100.2881		chiodo
11	S5	S4	CH	1.620	148.7932	486.759	99.7073		chiodo
12		S6	CH	1.400	350.5642	337.348	100.1840		chiodo
13	P3	S6	CH	1.655	12.2236	227.858	100.0000		
14	S6	S5	CH	1.670	150.5642	337.342	99.8613		chiodo
15		P3	CH	1.655	116.8880	227.858	100.0000		
16		P4	CH	1.655	89.2809	789.932	100.0000		
17									
18									

Figura 120 – Se si desidera passare dal calcolo di poligonale al normale calcolo celerimetrico, si devono azzerare i dati delle stazioni, cosa che si può fare automaticamente con l'apposito comando.

Dalla tabella delle coordinate, cliccando sull'icona *Report dettaglio calcolo*, come mostrato in Figura 118 a pag. 182, si apre la finestra che riporta la relazione del calcolo riprodotta a pag. 185. Da questo documento si possono verificare tutti i passaggi che hanno prodotto sia la compensazione della poligonale che i risultati finali.

Nell'esempio qui trattato tali dati coincidono, essendo che il rilievo è composto soltanto dalla poligonale stessa, e sono presentati alla sezione *CALCOLO RILIEVO CELERIMETRICO* del report, visibile a pag. 187, mentre i risultati di tutti i punti di dettaglio, sia delle stazioni di poligonale che delle altre stazioni (in questo caso assenti), sono riportati alla sezione *RISULTATI FINALI* di pag. 188.

Per la spiegazione dettagliata del report di calcolo si consulti la sezione 13 *Calcolo dei rilievi* al paragrafo 13.1 *Criteri e schemi di base*, sotto-paragrafo *Risultati e report del calcolo* a pag. 224.

Va da sé che, a calcolo avvenuto con successo, si possono produrre tutti gli altri elaborati necessari all'incarico da assolvere, come ad esempio il disegno CAD riprodotto in Figura 121.

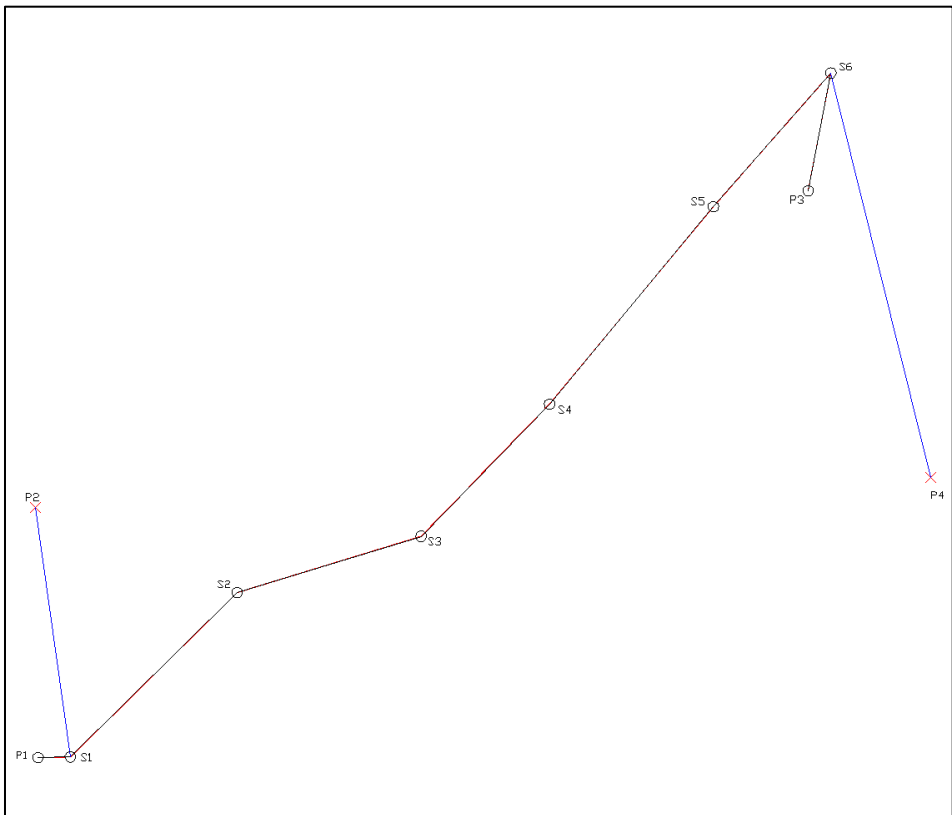


Figura 121 – Il disegno CAD della poligonale calcolata con evidenziate l'apertura e chiusura a terra: dalla stazione S1 ai trigonometrici P1 e P2 e dalla stazione S6 ai trigonometrici P3 e P4.

CALCOLO POLIGONALE APERTA VINCOLATA

Calcolo angoli ai vertici:

Vertice	L. avanti	L. indietro	Angolo
P1	98.7181	399.3020	99.4161
S1	355.0978	203.3828	151.7150
S2	385.7664	155.0978	230.6686
S3	353.7248	185.7664	167.9584
S4	348.7932	153.7248	195.0684
S5	350.5642	148.7932	201.7710
S6	116.8880	150.5642	366.3238
P3	174.2570	12.2236	162.0334

Calcolo errore angolare:

Trasporto d'azimut	
P1-S1	98.7181
S1-S2	50.4331
S2-S3	81.1017
S3-S4	49.0601
S4-S5	44.1285
S5-S6	45.8995
S6-P3	212.2233
Azimut finale calcolato	174.2567
Azimut finale effettivo	174.2570
Errore angolare	-0.0003
Tolleranza 0.0250 x rad.q. 8	0.0707
Errore angolare unitario	0.0000

Ricalcolo angoli e azimut:

Vertice	Angolo
P1	99.4162
S1	151.7150
S2	230.6686
S3	167.9584
S4	195.0684
S5	201.7710
S6	366.3238
P3	162.0335

Azimut compensati	
P1-S1	98.7182
S1-S2	50.4332
S2-S3	81.1018
S3-S4	49.0603
S4-S5	44.1287
S5-S6	45.8997
S6-P3	212.2236

Poligonali

Azimut finale calcolato 174.2570
 Azimut finale effettivo 174.2570

Calcolo errore lineare:

Sviluppo poligonale	dist.av.	dist.in.	media
P1-S1	60.867	60.867	60.867
S1-S2	443.987	443.987	443.987
S2-S3	364.666	364.663	364.664
S3-S4	349.152	349.144	349.148
S4-S5	486.752	486.753	486.753
S5-S6	337.347	337.341	337.344
S6-P3	227.858	227.858	227.858

Sviluppo complessivo 2270.621

Coordinate parziali	E parz.	E progr.	N. parz.	N progr.
P1-S1	60.855	32765.955	1.226	-42564.304
S1-S2	316.071	33082.026	311.807	-42252.496
S2-S3	348.714	33430.739	106.672	-42145.824
S3-S4	243.212	33673.951	250.504	-41895.320
S4-S5	311.023	33984.974	374.423	-41520.897
S5-S6	222.690	34207.664	253.397	-41267.500
S6-P3	-43.482	34164.182	-223.671	-41491.170
Valori assoluti	1546.046	34164.209	1521.701	-41491.185
Errore complessivo		-0.027		0.015
Errore unitario Est		-0.0000107740		
Errore unitario Nord		0.0000006357		

Ricalcolo

Coordinate parziali	Corr. E	Est comp.	Corr. N	Nord comp.
P1-S1	0.0007	60.855	0.0000	1.225
S1-S2	0.0034	316.079	0.0002	311.803
S2-S3	0.0038	348.718	0.0001	106.668
S3-S4	0.0026	243.216	0.0002	250.502
S4-S5	0.0034	311.029	0.0002	374.421
S5-S6	0.0024	222.693	0.0002	253.396
S6-P3	0.0005	-43.482	0.0001	-223.671

Calcolo coordinate compensate	Est	Nord
P1	32705.100	-42565.530
S1	32765.956	-42564.304
S2	33082.032	-42252.499
S3	33430.752	-42145.828
S4	33673.968	-41895.326
S5	33984.996	-41520.907
S6	34207.690	-41267.512
P3	34164.209	-41491.185

Calcolo correzioni angolari	correzione
P1	0.0000
S1	304.6642
S2	304.6644
S3	304.6642
S4	304.6641
S5	304.6641
S6	304.6646
P3	0.0000

CALCOLO RILIEVO CELERIMETRICO

- Risultati Stazioni:

P1	riga	1	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			32705.100	-42565.530	0.000	-0.0002	valori finali
			0.000	0.000	0.000	0.0000	sqm
S1	riga	2	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			32765.956	-42564.304	0.000	304.6646	valori finali
			0.000	0.000	0.000	0.0000	sqm
S2	riga	5	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			33082.032	-42252.499	-4.200	304.6648	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm
S3	riga	7	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			33430.752	-42145.828	-2.189	304.6642	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm
S4	riga	9	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			33673.968	-41895.326	-5.038	304.6640	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm
S5	riga	11	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			33984.996	-41520.907	-7.311	304.6638	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm
P3	riga	13	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			34164.209	-41491.185	-8.031	0.0000	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm
S6	riga	14	Est	Nord	Quota	Correz.	Nota: valori
			34207.690	-41267.512	-8.031	304.6648	valori finali
				0.000	0.000	0.000	0.0000 sqm

- **RISULTATI FINALI** (N.B.: le quote sono corrette dell'errore di sfericità):

Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S1	32765.955	-42564.304	0.000	stazione P1 riga 1
S1	32765.958	-42564.303	0.000	stazione S2 riga 5
	32765.956	-42564.303	0.000	valori finali
	0.002	0.000	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
P1	32705.101	-42565.529	0.000	stazione S1 riga 3
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S2	33082.031	-42252.501	-4.200	stazione S1 riga 2
S2	33082.038	-42252.494	-4.200	stazione S3 riga 7
	33082.034	-42252.497	-4.200	valori finali
	0.005	0.004	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
P2	32730.500	-42601.000	0.000	stazione S1 riga 4
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S3	33430.748	-42145.829	-2.189	stazione S2 riga 6
S3	33430.755	-42145.824	-2.189	stazione S4 riga 9
	33430.751	-42145.827	-2.189	valori finali
	0.005	0.004	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S4	33673.969	-41895.325	-5.038	stazione S3 riga 8
S4	33673.966	-41895.325	-5.038	stazione S5 riga 11
	33673.968	-41895.325	-5.038	valori finali
	0.002	0.001	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S5	33984.995	-41520.908	-7.311	stazione S4 riga 10
S5	33985.003	-41520.907	-7.311	stazione S6 riga 14
	33984.999	-41520.908	-7.311	valori finali
	0.005	0.000	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
S6	34207.692	-41267.510	-8.031	stazione S5 riga 12
S6	34207.692	-41267.514	-8.031	stazione P3 riga 13
	34207.692	-41267.512	-8.031	valori finali
	0.000	0.003	0.000	sqm
Punto	Est	Nord	Quota	Nota: valori calcolati da
P3	34164.209	-41491.183	-8.031	stazione S6 riga 15
P4	34360.435	-41136.865	-8.031	stazione S6 riga 16

9.2 Poligonale chiusa

Le poligonal chiuse sono più difficili da realizzare in campagna perché non sempre è possibile formare l'anello delle stazioni. Quando ci si riesce sono però più semplici da gestire rispetto a quelle aperte perché non è in genere necessario partire da coordinate note delle stazioni in quanto la compensazione, sia lineare che angolare, è resa possibile dalla loro stessa forma (poligono chiuso). Pertanto, nel caso in cui non sia richiesta una restituzione in coordinate assolute a partire da punti noti, non è necessario risolvere nessuna delle aperture e artifici del menù *Strumenti* | *Topografia / Catasto*, come invece avviene per le poligonal aperte.

Se invece si desidera ottenere una restituzione in coordinate assolute è necessario conoscere le coordinate di almeno una delle stazioni di poligonale ed inserirle dalla finestra dei dati attivabile con doppio clic dalla cella della stazione stessa (vedi Figura 113 a pag. 177). Ovviamente, anche in questo caso, le coordinate di queste stazioni possono essere calcolate e richiamate automaticamente dalle aperture e artifici di Geocat, come visto sopra per le poligonal aperte. Si tenga tuttavia presente che, a differenza della poligonale aperta, per ottenere il calcolo assoluto a partire dalle coordinate di stazioni pre-calcolate, è necessario deselezionare l'opzione *Azzera sempre i dati delle stazioni per il calcolo locale* del menù *Configurazione* | *Calcoli*. In caso contrario, Geocat provvede sempre ad azzerare le coordinate producendo quindi un calcolo riferito ai valori Est = 0,000 e Nord = 0,000 della prima stazione. Va anche rilevato che, quando parlo di "prima stazione di poligonale", non intendo quella inserita per prima nel libretto delle misure, ma quella indicata per prima nel contorno che definisce la poligonale nella tabella *Contorni e dividenti* vista al paragrafo precedente in Figura 116 a pag. 180.

Detto questo, l'inserimento di una poligonale chiusa in cui non è richiesto il calcolo in coordinate assolute consiste nella semplice compilazione del libretto di campagna e nella definizione del contorno di poligonale. Il tutto come già illustrato per la poligonale aperta, con l'unica variante che, nella riga di contorno con la quale si indica la sequenza delle stazioni, il primo vertice di poligonale va ripetuto anche come ultimo vertice. Così facendo, Geocat interpreta la chiusura della poligonale e ne attiva il relativo calcolo. Anche per la poligonale chiusa vale inoltre la facoltà di lanciare, dalle stazioni di poligonale, altre stazioni (o bracci di stazioni) ausiliarie per la rilevazione di punti di dettaglio. Geocat, infatti, dopo aver calcolato e compensato la poligonale, calcolerà anche queste altre stazioni a partire dalle coordinate di quelle della poligonale.

La Figura 122 riproduce (in alto) il libretto delle misure della poligonale chiusa *POL_CH.DB* del Lavoro *LIBRO_2* e mostra come le stazioni siano tutte battute reciprocamente, incluse la prima e l'ultima (900-100); mentre nel contorno che definisce il tracciato (in basso) il primo vertice 100 è ripetuto anche in ultima posizione.

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	200	PF	1.470	386.6270	61.324	100.0249		
2		900	PL	1.470	86.9930	146.901	99.9705		
3	200	100	PL	1.500	186.6270	61.314	99.9668		
4		300	PL	1.475	383.7670	66.743	99.9952		
5	300	200	PL	1.470	183.7670	66.742	100.0258		
6		400	PL	1.470	284.6170	85.649	100.8214		
7	400	300	PL	1.465	84.6170	85.641	99.2009		
8		500	PL	1.465	356.7280	106.974	99.9458		
9	500	400	PL	1.475	156.7280	106.972	100.0702		
10		600	PL	1.475	80.0690	188.116	99.7509		
11	600	500	PL	1.470	286.9260	188.112	100.2697		
12		700	PL	1.455	129.2480	156.329	100.0033		
13	700	600	PL	1.460	329.2480	156.327	100.0126		
14		800	PL	1.450	179.9910	105.746	98.5309		
15	800	700	PL	1.500	379.9910	105.741	101.4752		
16		900	PL	1.480	245.4830	79.316	101.7484		
17	900	800	PL	1.520	45.4830	79.311	98.2716		
18		100	PL	1.520	293.8620	146.900	100.0516		
19									

	C.	Descr	V1	L1	V2	L2	V3	L3	V4	L4	V5	L5	V6	L6	V7	L7	V8	L8	V9	L9	V10	L10
1	T01	Polig. chiusa	100	NC	200	NC	300	NC	400	NC	500	NC	600	NC	700	NC	800	NC	900	NC	100	
2																						

Figura 122 – *Sopra: il libretto della poligonale chiusa con la prima e ultima stazione che si osservano reciprocamente. Sotto: la definizione del tracciato con la prima stazione ripetuta anche come ultima stazione.*

Il calcolo di questa poligonale avviene come già visto per quella aperta al paragrafo precedente attivando l'opzione *Calcolo locale* del menù contestuale di Geocat. Vengono visualizzati i messaggi già visti in Figura 117 a pag. 181, cioè la conferma se procedere al calcolo poligonale e alla compensazione altimetrica. In questo caso appare inoltre l'avviso *La prima*

stazione di poligonale ha coordinate o azimuth pari a zero, seguito dalla richiesta se procedere. Questo perché la prima stazione non proviene da un'apertura ma è in coordinate locali. Procedendo con il calcolo si apre la finestra dei risultati della compensazione di Figura 123 (che riproduce anche il disegno CAD) e la tabella delle coordinate già nota.

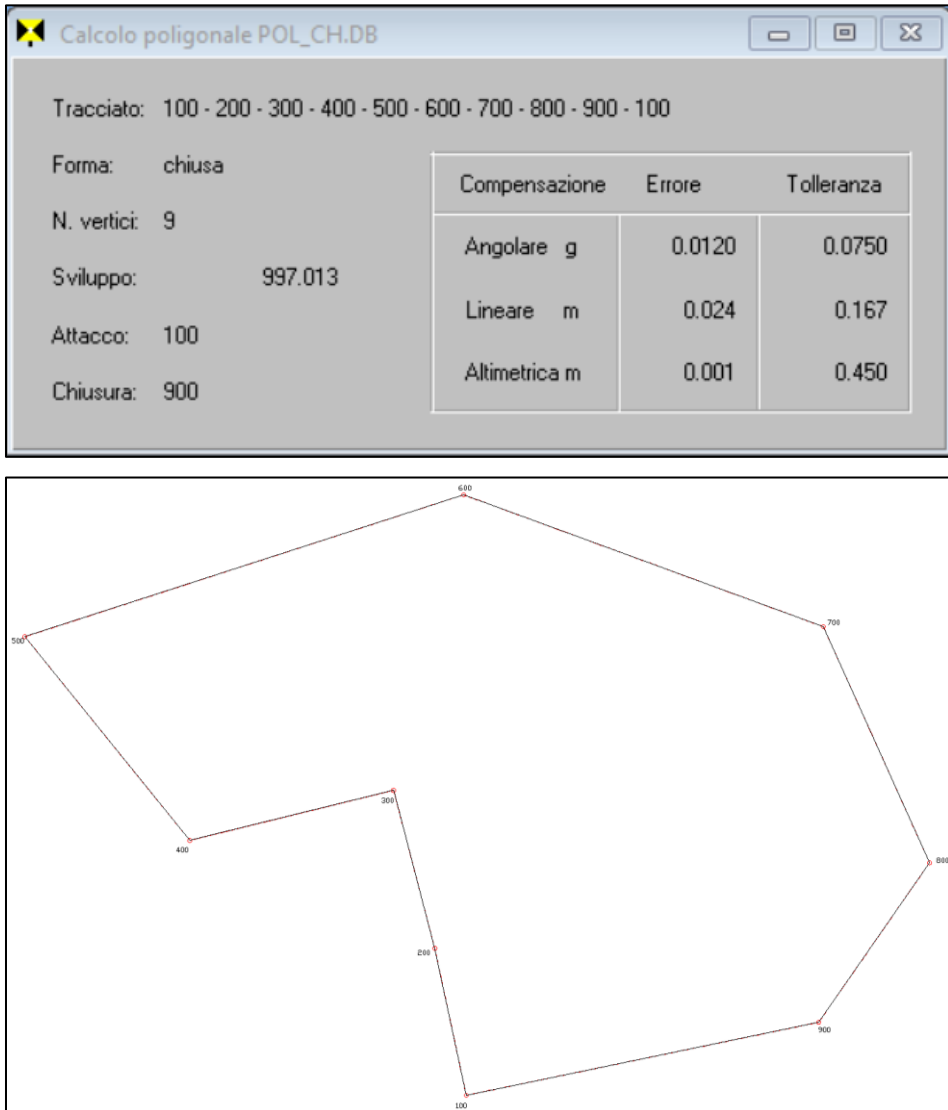


Figura 123 – Sopra, la finestra con i dati delle compensazioni angolare, lineare e altimetrica. Sotto, il disegno CAD della poligonale di esempio.

9.3 Poligonale a stazione unica

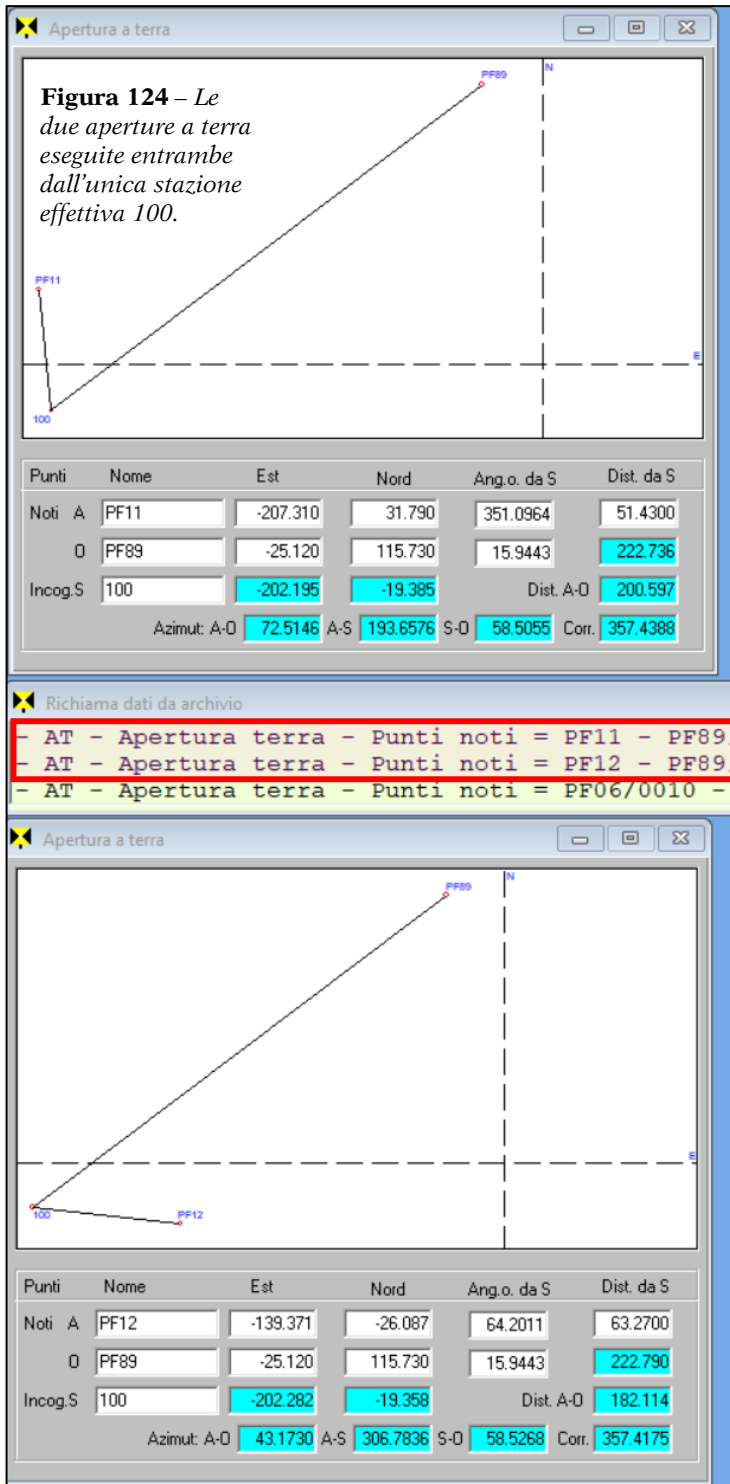
Un caso particolare di poligonale è quello che si verifica quando nel rilievo di campagna, pur eseguendo un'unica stazione, si ha la possibilità di rilevare due punti di appoggio (in prossimità della stazione) ed almeno un terzo punto di orientamento (distante), tutti di coordinate note. In questa condizione, infatti, è possibile realizzare una poligonale aperta di tre stazioni, cioè composta da:

- primo punto d'appoggio (stazione iniziale fittizia);
- stazione vera e propria (stazione intermedia);
- secondo punto d'appoggio (stazione finale fittizia).

L'utilità di questa soluzione è che l'unica stazione eseguita viene ad essere compensata (sia linearmente che angolarmente) sulla base dei punti di appoggio e di orientamento rilevati, ottenendo così risultati più attendibili rispetto a quelli che si avrebbero con un semplice rilievo celestematico ad un'unica stazione. Spieghiamo anche questo caso mediante un esempio. Come sopra accennato, il rilievo consiste nell'aver rilevato, dall'unica stazione, i seguenti elementi:

- angolo orizzontale e distanza al primo punto d'appoggio;
- angolo orizzontale e distanza al secondo punto d'appoggio;
- angolo orizzontale al punto (o ai due punti) di orientamento.

Dato che il procedimento non cambia a seconda che i punti di orientamento siano due (ciascuno abbinato ad un punto d'appoggio) oppure uno solo, sviluppiamo l'esempio considerando quest'ultima situazione. Il primo passo è quello di tramutare questo rilievo mono-stazione in una poligonale aperta di tre stazioni. Per raggiungere questo risultato è consigliabile adottare il metodo dell'apertura a terra del menù *Strumenti | Topografia* spiegato al precedente paragrafo 9.1 *Poligonale aperta* a pag. 170 al quale si rimanda la consultazione per conoscerne l'operatività. Qui mi limito semplicemente ad illustrare la duplice apertura a terra eseguita su entrambi i punti d'appoggio e l'inserimento della poligonale con il richiamo delle due aperture. Per renderci conto delle due aperture a terra, attiviamo il menù *Strumenti | Topografia | Apertura a terra* e, dalla finestra di inserimento dati, richiamiamo, una dopo l'altra, le due aperture di Figura 124 del Lavoro *GUIDA*, aventi punti di appoggio rispettivamente *PF11* e *PF12*, punto di orientamento *PF89* per entrambe e stazione *100* (non visibile per motivi di spazio in Figura 124).



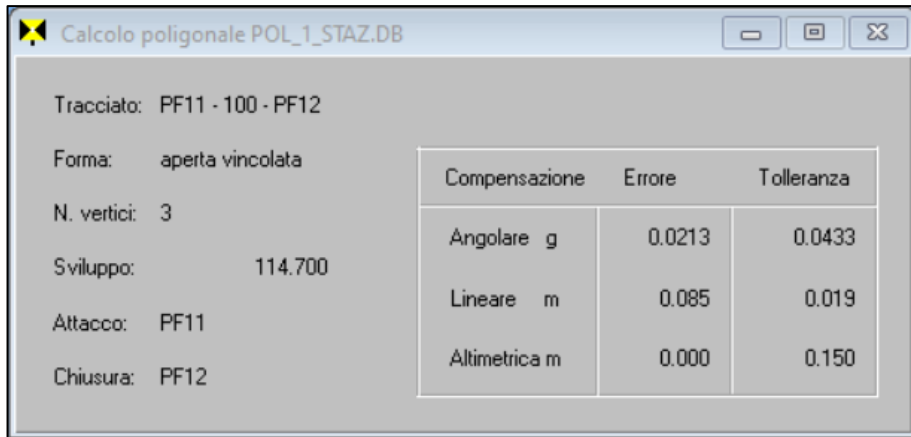
Fatto ciò, possiamo chiudere la finestra dell'apertura a terra e aprire un nuovo rilievo dal menù *File | Nuovo* (o dall'icona *Nuovo*) nel quale inseriamo 100 nella cella *Staz.* della prima riga e confermiamo con *Invio*. Vedremo apparire il nome 101 nella cella *Punto* per effetto della numerazione automatica dei punti di Geocat. Ignoriamo per ora questo punto e facciamo un doppio clic sulla cella della 100, aprendo così la relativa finestra dati. Su quest'ultima clicchiamo sul bottone *Preleva i dati dalle aperture* e, dalla lista degli artifici, selezioniamo con doppio clic la prima delle due aperture indicate in Figura 124. Nella finestra verranno così compilate le opzioni del riquadro *Importa nel rilievo le seguenti letture*, opzioni da selezionare come spiegato in dettaglio al suddetto paragrafo dedicato alle poligonal aperte. Confermando con *OK* la finestra, vedremo compilarci nella tabella del rilievo le letture richiamate dall'apertura a terra. Ripetiamo poi le stesse operazioni richiamando la seconda delle due aperture di Figura 124. Al termine, il rilievo ci apparirà come quello di Figura 125, con l'unica differenza che per la stazione 100 rimane ancora presente la riga relativa al punto 101 inserito automaticamente da Geocat. Procediamo quindi a cancellare questa riga premendo *Ctrl + Canc* da tastiera dopo esserci posizionati sulla stessa.

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist. o.	Disl.	C.	Nota
1	PF11	100		0.000	193.6576	51.430	0.000		
2	PF12	100		0.000	306.7836	63.270	0.000		
3	100	PF11		0.000	351.0964	51.430	0.000		
4		PF89		0.000	15.9443	222.736	0.000		
5		PF12		0.000	64.2011	63.270	0.000		

	C.	Descr	V1	L1	V2	L2	V3	L3	V4	L4	V5	L5	V6	L6	V7	L7	V8	L8	V9	L9	V10	L10
1	T01	Polig. 1 staz.	PF11	NC	100	NC	PF12															
2																						

Figura 125 – *Sopra, il rilievo risultante dal richiamo delle due aperture a terra. Sotto, l'inserimento del contorno del tracciato di poligonale.*

A questo punto non ci resta che inserire il tracciato (contorno) della poligonale come indicato in Figura 125 e procedere al calcolo, pervenendo ai risultati delle compensazioni mostrati in Figura 126 (in alto) unitamente alle coordinate e al disegno CAD.



Calcolo locale POL_1_STAZ.DB:3

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	PF11		-207.310	0.000	31.790	0.000	0.000	0.000000	0.000000	
2	PF12		-139.371	0.000	-26.087	0.000	0.000	0.000000	0.000000	
3	100		-202.207	0.000	-19.367	0.000	0.000	0.000000	0.000000	
4	PF89		-25.090	0.000	115.692	0.000	0.000	0.000000	0.000000	

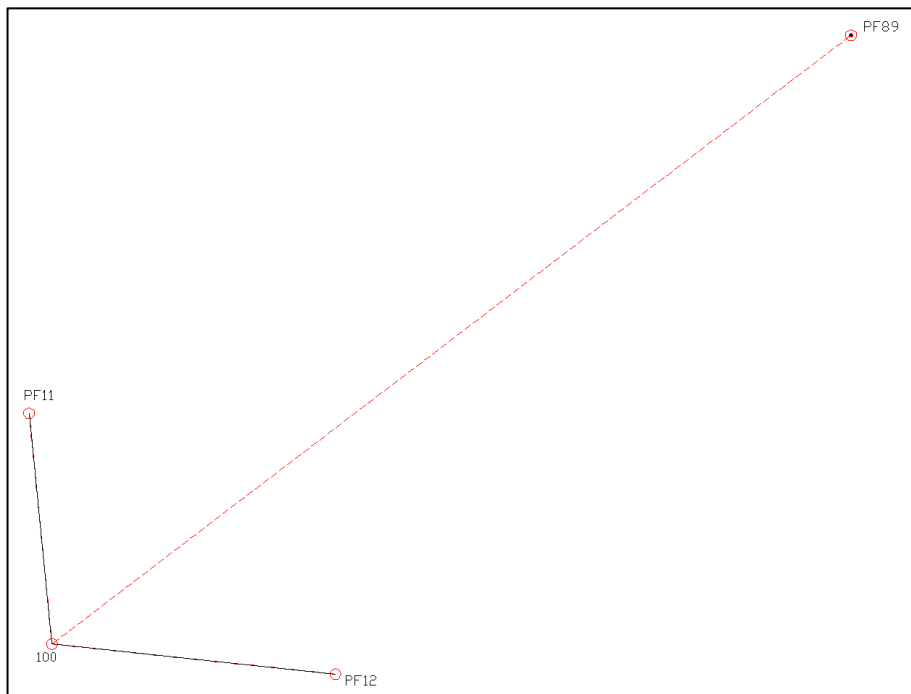


Figura 126 – I risultati e il disegno CAD della poligonale a stazione unica.