Collegio Geometri e Geometri Laureati di Padova

Seminario propedeutico online

La gestione grafica da CAD dei rilievi topografici e catastali

1. Come seguire il seminario e ottenere i CFP
2. Come ricavare dal disegno CAD i dati di tracciamento ai punti di progetto
3. Una soluzione software da CAD

Relatore geom. Gianni Rossi

Collegio Geometri e G.L. di Padova

Assistenti i geometri

Corrado Brindani

Collegio Geometri e G.L. di Reggio Emilia

Sergio Ivaldi

Collegio Geometri e G.L. di Alessandria

Generazione di nuovi punti da CAD

Nei lavori topografici e catastali si ha l'esigenza di **operare graficamente** sul rilievo iniziale inserendovi i punti inerenti all'incarico ricevuto.

Diventa quindi comodo **importare** tali **nuovi punti** nel rilievo di partenza per procedere al loro tracciamento e produrre gli elaborati necessari.

Questa operazione consiste nel **trasformare** le **coordinate cartesiane** del disegno nelle corrispondenti **osservazioni** riferite alla strumentazione utilizzata (TS o GPS).

Di seguito vengono illustrati i passaggi da svolgere:

1. Calcolare in locale il rilievo originario con un software topografico, ma anche con Pregeo (azzerando Est media e Quota in riga 9 e senza inserire i PF in riga 8).
2. Creare il disegno CAD del rilievo così calcolato (anche con lo stesso Pregeo).
3. Inserire nel disegno CAD i nuovi punti reperendone le coordinate cartesiane.
4. Calcolare le osservazioni TS o GPS ai nuovi punti in funzione delle coordinate cartesiane degli stessi (reperite dal CAD) e quelle delle stazioni del rilievo originario (calcolate al punto 1).

Nelle slide che seguono sono indicate le procedure per i calcoli cui al punto 4.

Calcolo della correzione angolare

Per importare su una stazione TS nuovi punti inseriti nel disegno CAD, è necessario calcolare dapprima la correzione angolare della stazione stessa.

Per correzione angolare di una stazione TS si intende l'angolo del quale deve ruotare l'orientamento fissato in campagna (zero del cerchio azimutale) per portarsi sul "Nord del rilievo".

Per "Nord del rilievo" si intende sia il Nord effettivo (esempio WGS84 nel caso di rilievi GPS), sia il Nord fittizio, cioè l'orientamento della prima stazione (che può anche essere casuale) nel caso di soli rilievi TS.

A seconda dei casi, la correzione angolare può quindi riguardare:

- **Rilievi misti GPS + TS**
  Una stazione TS fissata su un punto GPS e che osserva l'angolo azimutale su altri punti GPS. In questo caso sono note, dal calcolo GPS, le coordinate cartesiane sia della stazione che dei punti di orientamento.
- **Rilievi solo TS**
  Una stazione TS successiva alla prima che osserva indietro la stazione lanciante, cioè la prima stazione oppure una stazione che è poligonalmente legata alla prima.

Le slide che seguono spiegano i calcoli per le due casistiche.

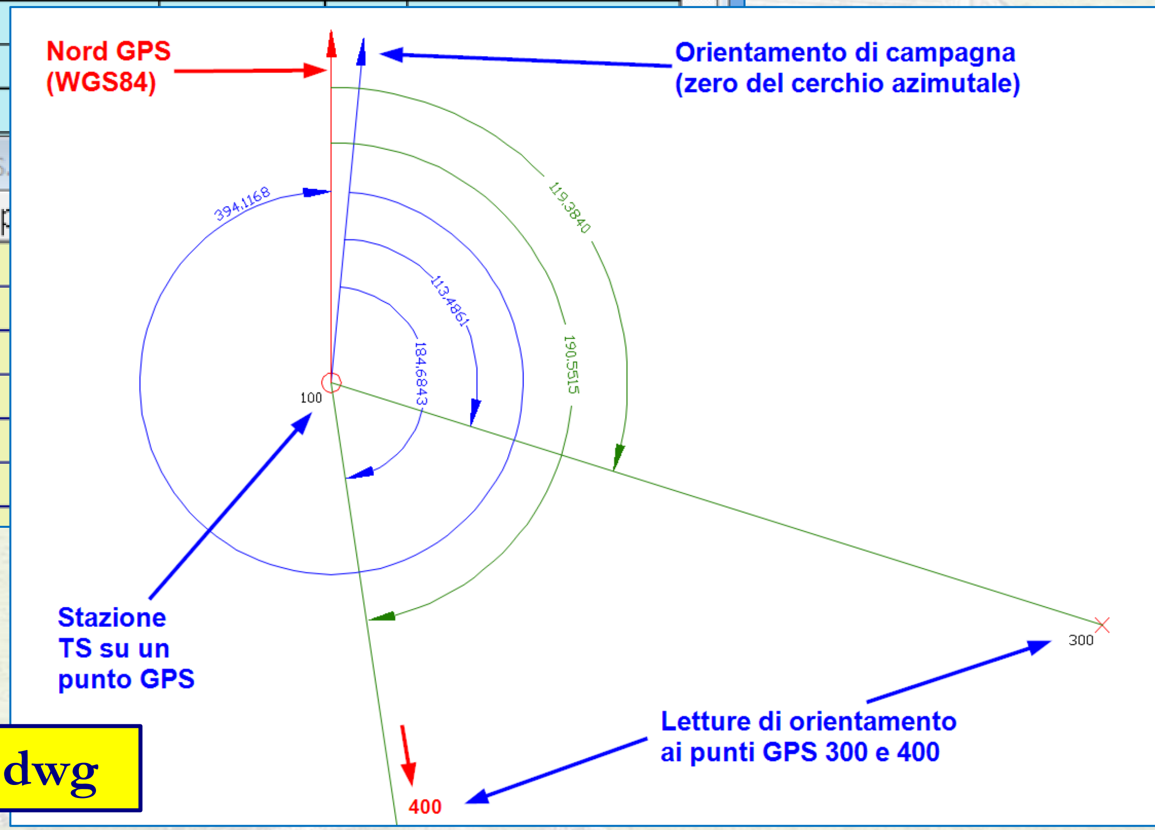
Correzione angolare di stazione TS su un punto GPS

Libretto di campagna CORR_TS_GPS.DB:1 **Rilievo TS**

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	200		1.652	327.9652	21.583	91.1789		Staz. 200
2		28		1.652	344.4519	8.148	86.1232		Spigolo fabbricato
3		29		1.652	378.3952	9.742	86.2223		Spigolo fabbricato
4		30		1.652	360.4082	17.485	90.7817		Spigolo fabbricato
5		300		1.652	113.4861				
6		400		1.652	184.6843				
7	200	100		1.589	102.2506				
8		34							
9		35							
10		36							
11		37							
12	500	38							
13		39							
14		40							
15		41							
16		1010							

GPS Baseline CORR_TS_GPS

	Staz.	Punto	C.p
1	1000	100	
2		300	
3		400	
4		1003	
5		1004	
6		1005	



Formule_TS.xlsx

Correzione_angolare_GPS.dwg

Correzione angolare di stazione TS su altra stazione TS

Libretto di campagna CORREZIONE_TS.DB

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	200		1.460	85.1514	95.604	100.0139		
2		101		1.460	94.8625	102.692	100.0130		
3	200	100		1.410	62.5844	95.604	99.9861		
4		201		1.410	71.5980	88.201	98.7140		
5		300		1.410	292.3921	101.671	98.6906		
6	300	200		1.761	274.1348	101.669	101.3088		
7		301		1.761	176.0912	78.115	98.4286		

Formule_TS.xlsx

Correzione_angolare_TS.dwg

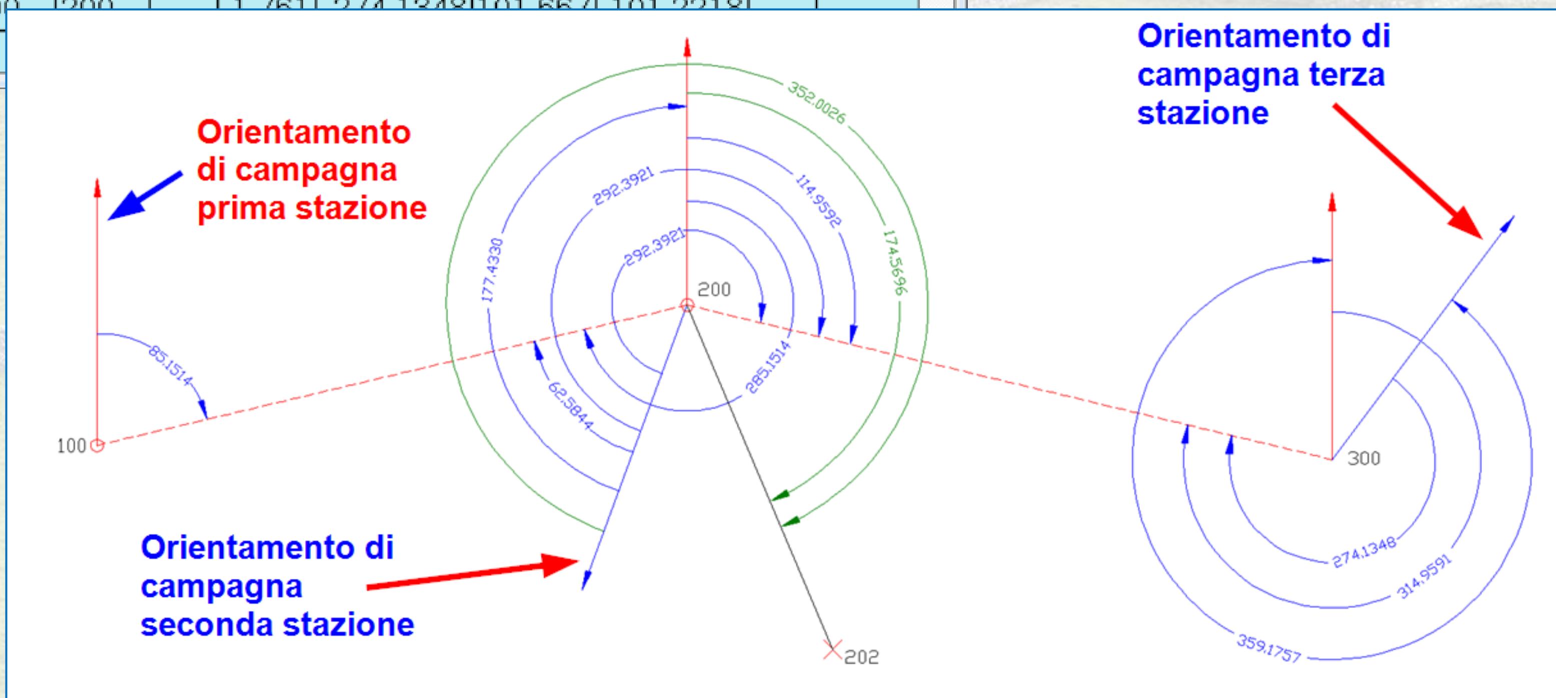
Import delle letture da stazione TS a un punto CAD

Libretto di campagna CORREZIONE_TS.DB

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	200		1.460	85.1514	95.604	100.0139		
2		101		1.460	94.8625	102.692	100.0130		
3	200	100		1.410	62.5844	95.604	99.9861		
4		201		1.410	71.5980	88.201	98.7140		
5		300		1.410	292.3921	101.671	98.6906		
6		202		1.410	352.0026	59.023	95.9937		
7	300	200		1.761	274.1348	101.667	101.2218		
8									

Formule_TS.xlsx

Correzione_angolare_TS.dwg

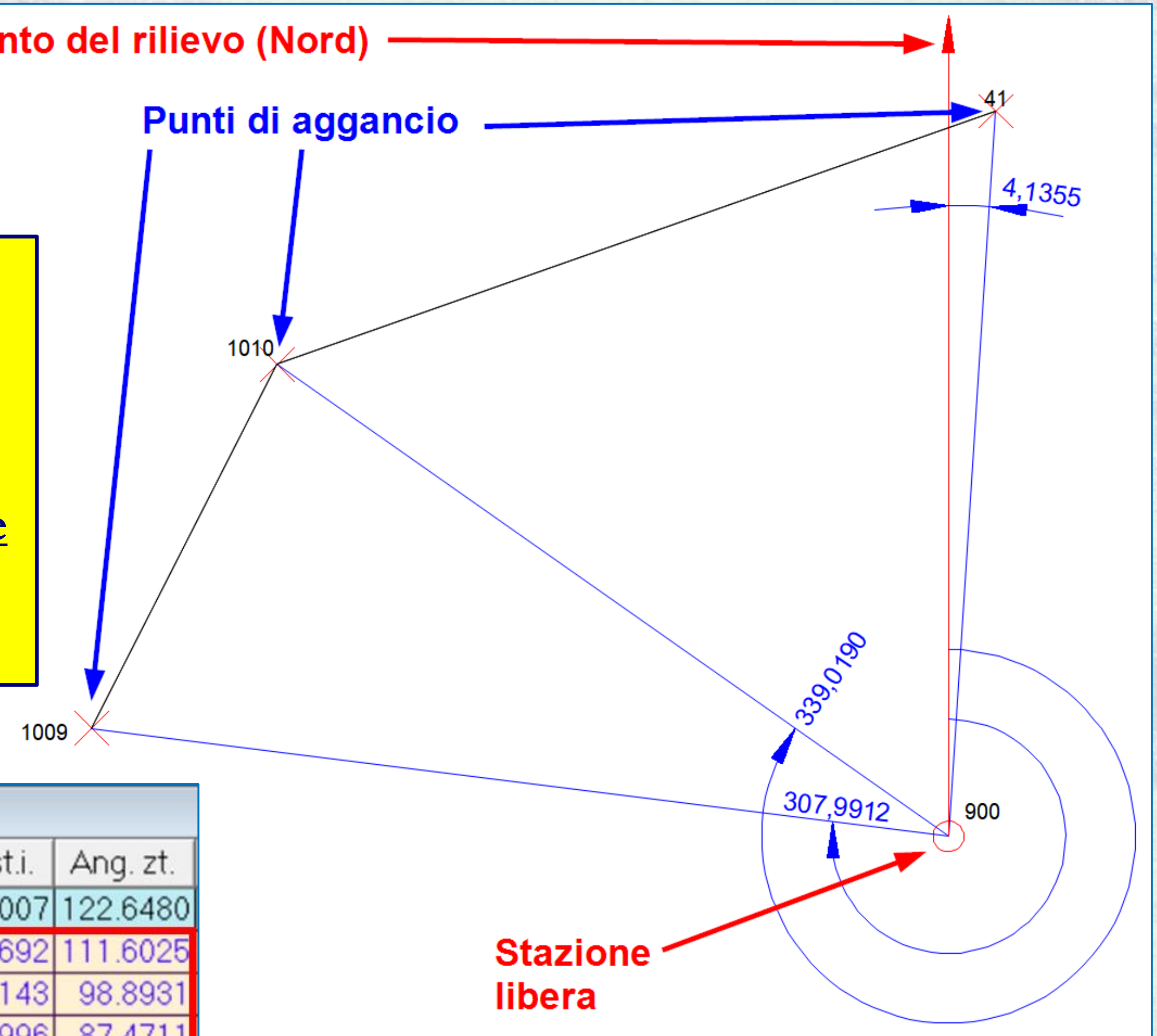


Creazione di una stazione TS libera (Metodo Porro)

Stazione_libera.dwg

Dal Blog di
www.topgeometri.it

[Come risolvere l'ambiguità della stazione libera]()



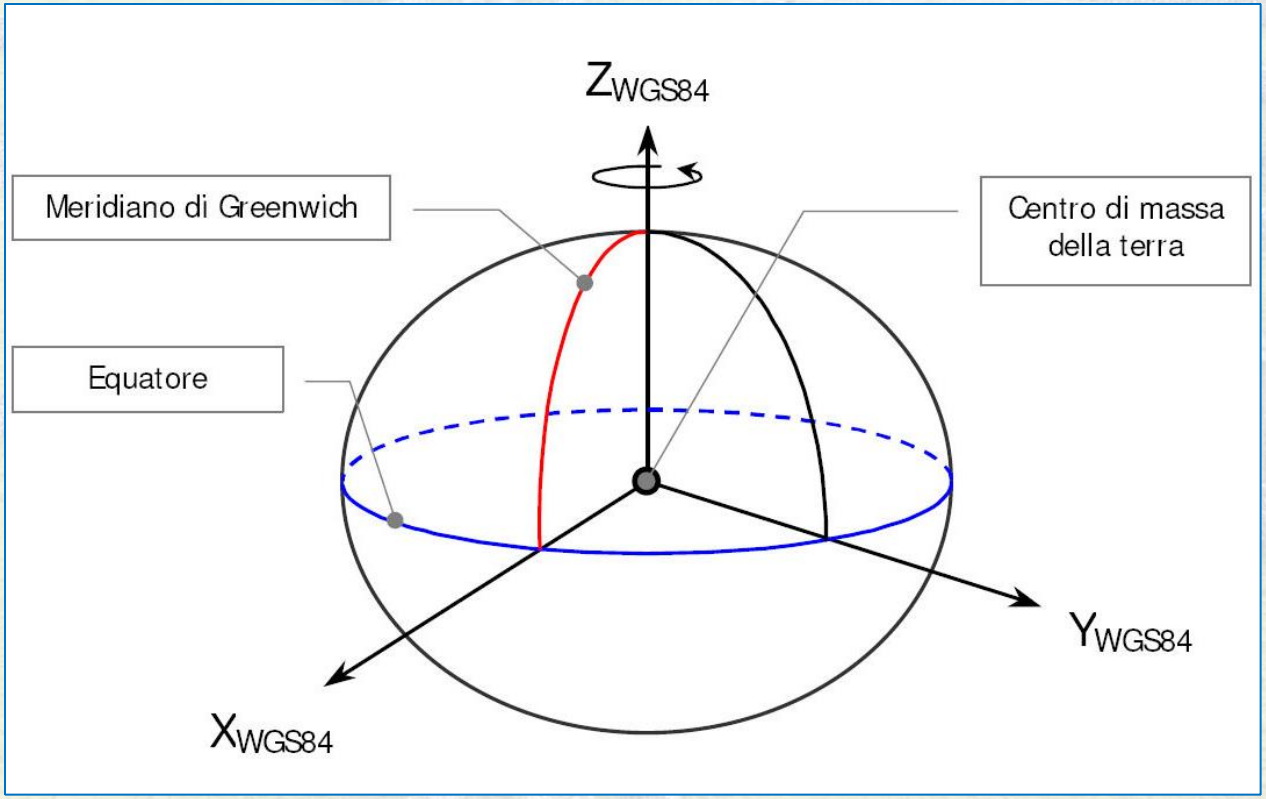
Libretto di campagna VALLONA.DB

	Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.
16		1010		1.723	240.0634	32.007	122.6480
17	900	1009		1.652	307.9912	23.692	111.6025
18		1010		1.652	339.0190	22.143	98.8931
19		41		1.652	4.1355	19.996	87.4711

Import della baseline di un punto GPS da CAD

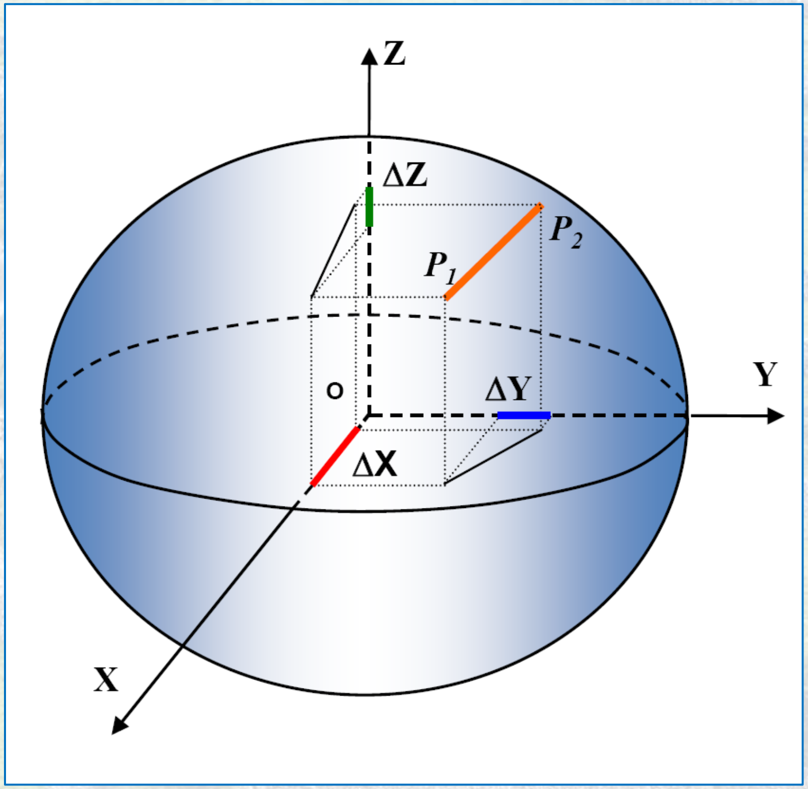
Il sistema satellitare GPS è basato sull'ellissoide WGS84, un solido ottenuto per rotazione dell'ellisse che approssima la sezione della terra attorno al suo semiasse minore (quello che collega i poli). A questo ellissoide è associato il sistema di assi cartesiani X-Y-Z avente:

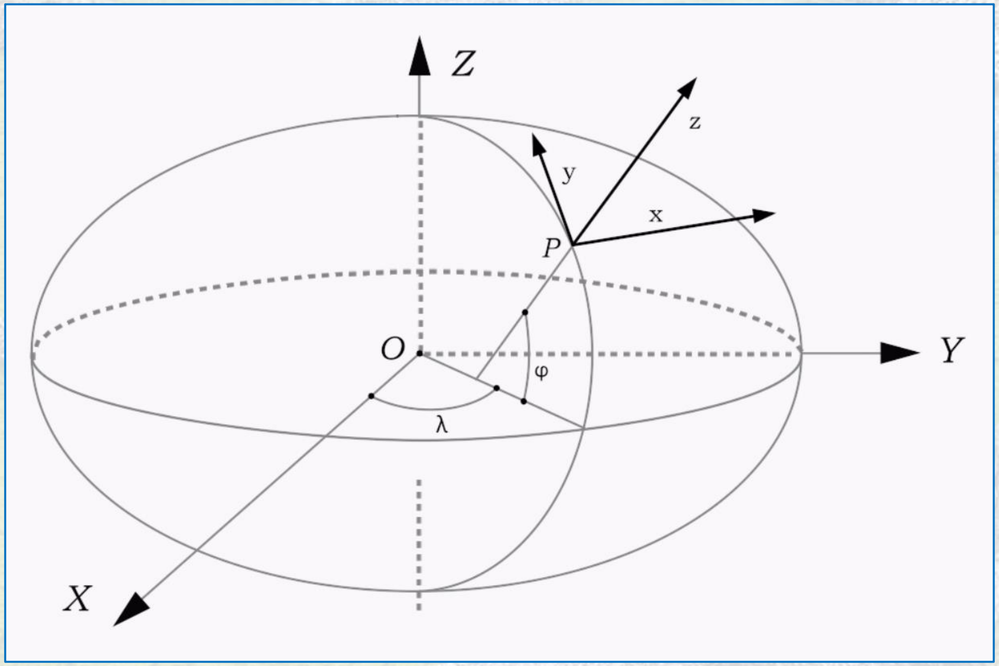
- origine nel centro di massa della terra;
- l'asse Z sul polo Nord;
- l'asse X sull'intersezione tra l'equatore e il meridiano di Greenwich;
- l'asse Y a completare la terna destrorsa (in direzione Est).



Import della baseline di un punto GPS da CAD

- Per ciascun punto rilevato, la strumentazione GPS fornisce la "baseline", vale a dire il vettore nello spazio (3D) che congiunge la stazione (base) al punto.
- La baseline è definita dalle tre componenti ΔX, ΔY, ΔZ.

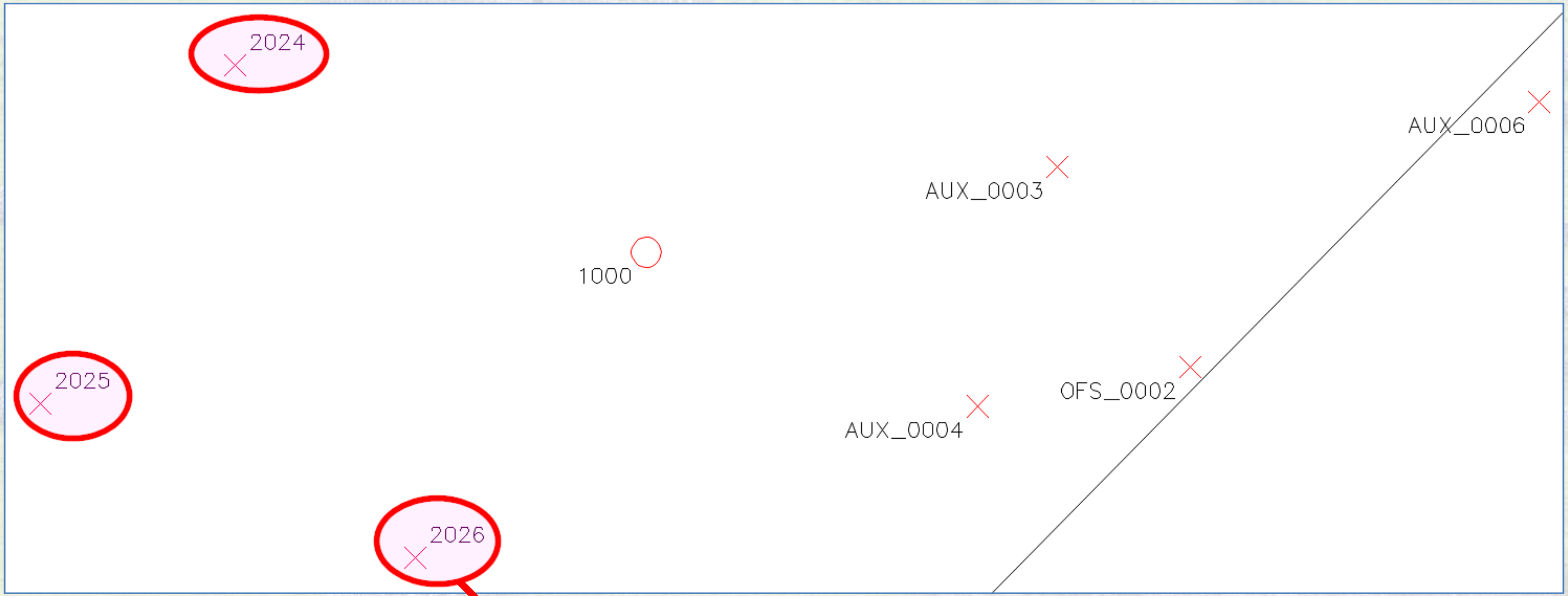




- Le baseline vengono trasformate in coordinate topografiche piane mediante la "Trasformazione Euleriana".

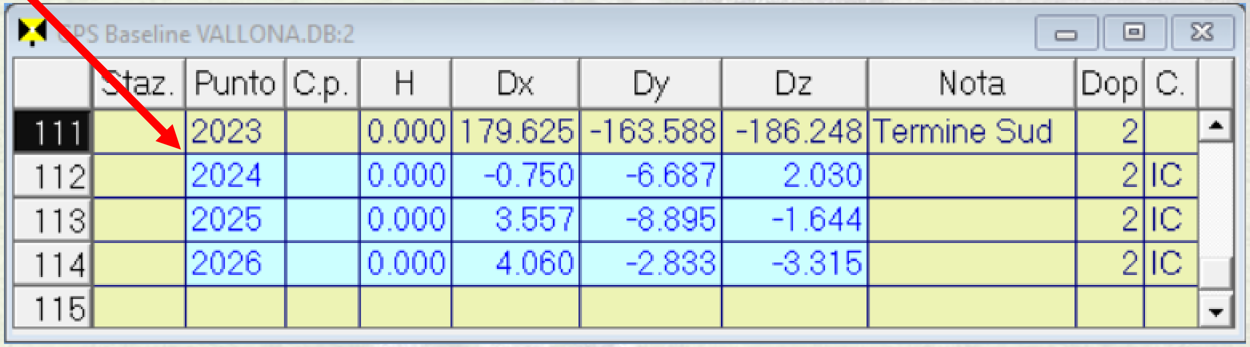
Trasformazione_Euleriana.mp4

Import della baseline di un punto GPS da CAD



Punti_GPS.dwg

Formule_GPS.xlsx


GPS Baseline VALLONA.DB:2

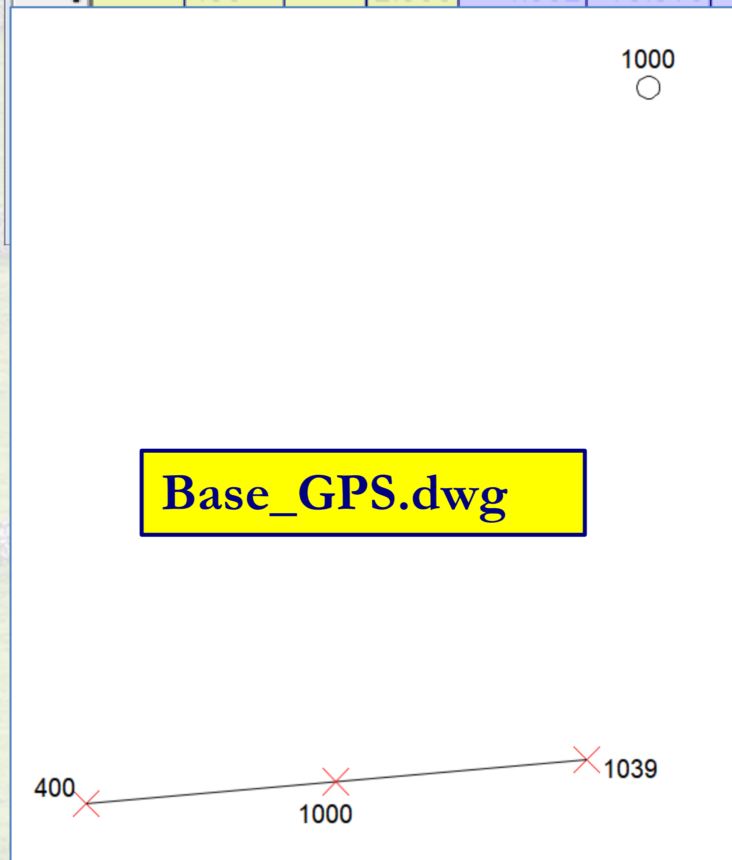
	Staz.	Punto	C.p.	H	Dx	Dy	Dz	Nota	Dop	C.
111		2023		0.000	179.625	-163.588	-186.248	Termine Sud	2	
112		2024		0.000	-0.750	-6.687	2.030		2	IC
113		2025		0.000	3.557	-8.895	-1.644		2	IC
114		2026		0.000	4.060	-2.833	-3.315		2	IC
115										

Spostamento in locale della base GPS da CAD

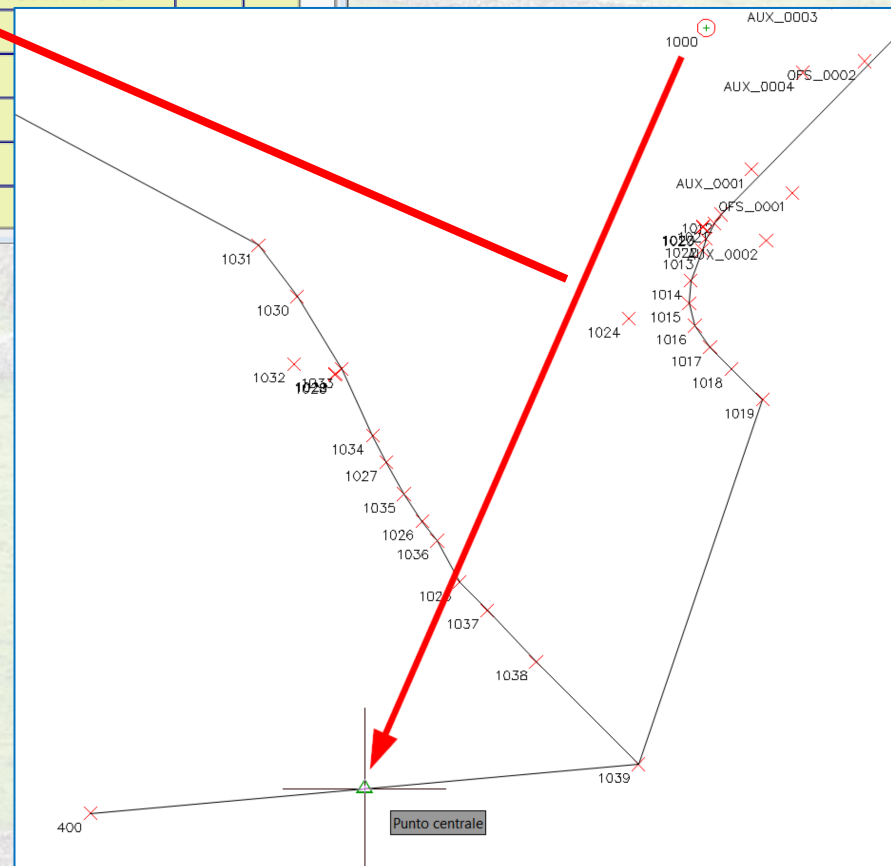
GPS Baseline VALLONA.DB:2

	Staz.	Punto	C.p.	H	Dx	Dy	Dz	Nota	Dop	C.
1	1000	100		2.000	-40.392	-32.766	39.662	Staz. TS 100	2	
2		300		2.000	-35.056	11.398	35.188	Orient. 100	2	
3		400		2.000	-4.882	-15.970	-10.110	Orient. 100	1	
							40.362			
							42.697			
							57.075			
							59.229			
							62.079			

Formule_GPS.xlsx



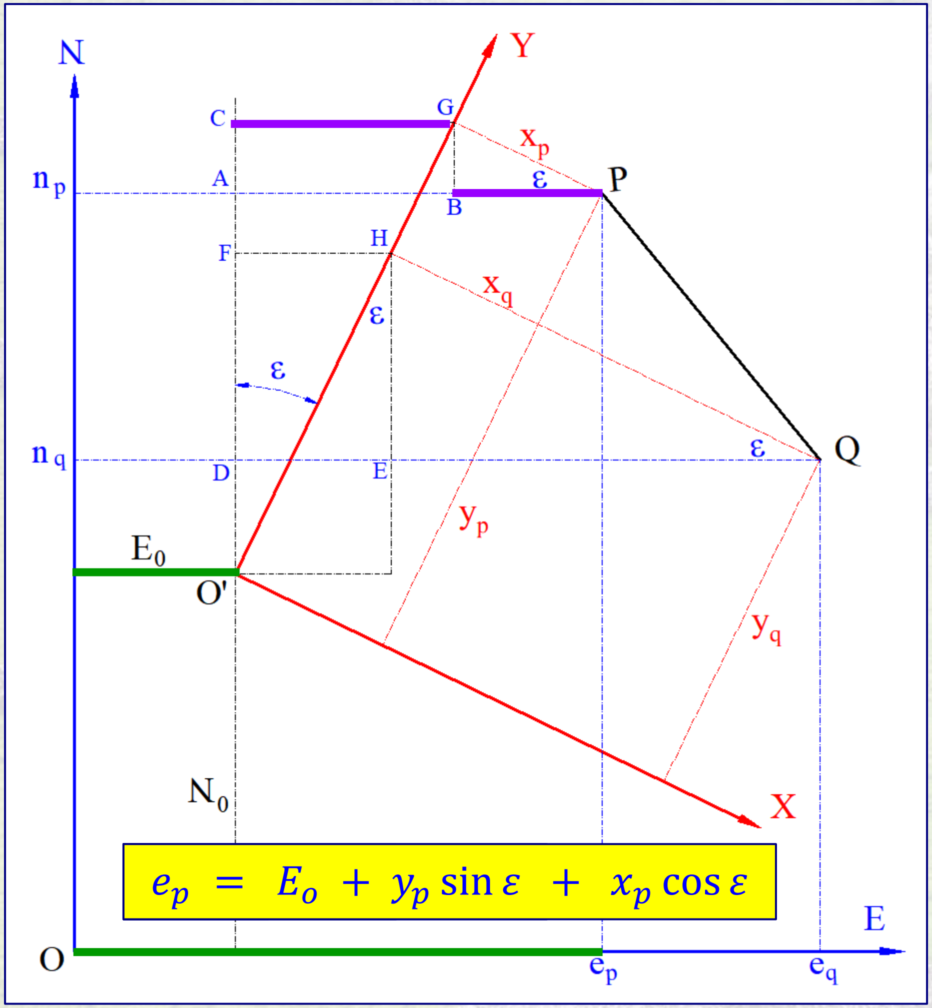
Base_GPS.dwg



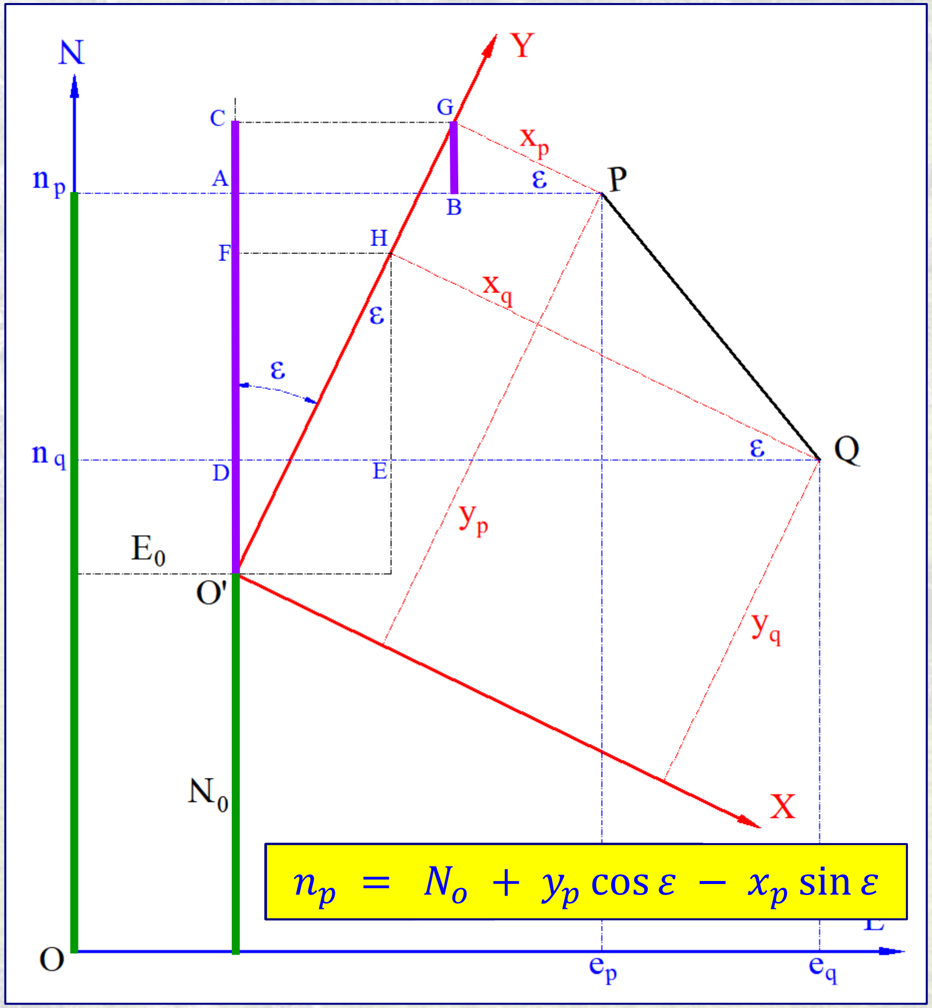
La rototraslazione ai minimi quadrati

$$e_p = E_o + CG + BP$$

$$n_p = N_o + O'C - GB$$



$$e_p = E_o + y_p \sin\varepsilon + x_p \cos\varepsilon$$



$$n_p = N_o + y_p \cos\varepsilon - x_p \sin\varepsilon$$

La rototraslazione ai minimi quadrati

$$e_p = E_o + y_P \sin\varepsilon + x_P \cos\varepsilon$$
$$n_p = N_o + y_P \cos\varepsilon - x_P \sin\varepsilon$$
$$e_q = E_o + y_Q \sin\varepsilon + x_Q \cos\varepsilon$$
$$n_q = N_o + y_Q \cos\varepsilon - x_Q \sin\varepsilon$$

Riscriviamo le equazioni di ***P*** e ***Q*** in forma canonica con lo zero a destra dell'uguale.

$$E_o + y_P \sin\varepsilon + x_P \cos\varepsilon - e_P = 0$$
$$N_o + y_P \cos\varepsilon - x_P \sin\varepsilon - n_P = 0$$
$$E_o + y_Q \sin\varepsilon + x_Q \cos\varepsilon - e_Q = 0$$
$$N_o + y_Q \cos\varepsilon - x_Q \sin\varepsilon - n_Q = 0$$

Queste equazioni sono valide solo se i due punti ***P*** e ***Q*** hanno la stessa identica distanza nei due sistemi di riferimento. Ma questo non avviene mai nei lavori topografici catastali (esempio rilievo e mappa) e ciò determina l'introduzione di un fattore di scala ***f*** che le trasforma così:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = 0$$
$$N_o + y_P\, f \cos\varepsilon - x_P\, f \sin\varepsilon - n_P = 0$$
$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = 0$$
$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = 0$$

Con i soli 2 punti di partenza si ha quindi un sistema "isodeterminato" di 4 equazioni in 4 incognite:

$$\boldsymbol{E_o} \quad \boldsymbol{N_o} \quad \boldsymbol{f} \quad \boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\boldsymbol{E_o} + y_P\, \boldsymbol{f} \sin\varepsilon + x_P\, \boldsymbol{f} \cos\boldsymbol{\varepsilon} - e_P = 0$$
$$\boldsymbol{N_o} + y_P\, \boldsymbol{f} \cos\varepsilon - x_P\, \boldsymbol{f} \sin\boldsymbol{\varepsilon} - n_P = 0$$
$$\boldsymbol{E_o} + y_Q\, \boldsymbol{f} \sin\varepsilon + x_Q\, \boldsymbol{f} \cos\boldsymbol{\varepsilon} - e_Q = 0$$
$$\boldsymbol{N_o} + y_Q\, \boldsymbol{f} \cos\varepsilon - x_Q\, \boldsymbol{f} \sin\boldsymbol{\varepsilon} - n_Q = 0$$

La buona pratica topografia pretende però di sovrabbondare con i punti di inquadramento.

La rototraslazione ai minimi quadrati

N.B. le slide che seguono riportano le videate statiche (per il PDF) dell'animazione di questa slide.

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = ?$$
$$N_o + y_P\, f \cos\varepsilon - x_P\, f \sin\varepsilon - n_P = ?$$
$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = ?$$
$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = ?$$
$$E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R = ?$$
$$N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R = ?$$

A chi desidera calcolare autonomamente l'algoritmo si consiglia questo corso di www.topgeometri.it

Principio_minimi_quadrati.pdf

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$
\begin{aligned}
E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P &= ?\\
N_o + y_P\, f\, cos\,\varepsilon - x_P\, f\, sin\,\varepsilon - n_P &= ?\\
E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q &= ?\\
N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q &= ?\\
E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R &= ?\\
N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R &= ?
\end{aligned}
$$

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = 0$$
$$N_o + y_P\, f\, cos\,\varepsilon - x_P\, f\, sin\,\varepsilon - n_P = 0$$
$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = 0$$
$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = 0$$
$$E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R = ?$$
$$N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R = ?$$

Se consideriamo i punti ***P*** e ***Q*** (prime 4 equazioni) i valori ottenuti per le incognite non soddisfano le equazioni di ***R*** (ultime due).

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$
\begin{aligned}
E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P &= 0 \\
N_o + y_P\, f\, cos\,\varepsilon - x_P\, f\, sin\,\varepsilon - n_P &= 0 \\
E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q &= ? \\
N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q &= ? \\
E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R &= 0 \\
N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R &= 0
\end{aligned}
$$

Se consideriamo i punti ***P*** e ***R*** (prime 2 e ultime 2 equazioni) i valori ottenuti per le incognite non soddisfano le equazioni di ***Q*** (le due centrali).

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$
\begin{aligned}
E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P &= ?\\
N_o + y_P\, f\, cos\,\varepsilon - x_P\, f\, sin\,\varepsilon - n_P &= ?\\
E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q &= 0\\
N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q &= 0\\
E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R &= 0\\
N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R &= 0
\end{aligned}
$$

Se consideriamo i punti ***Q*** e ***R*** (ultime 4 equazioni) i valori ottenuti per le incognite non soddisfano le equazioni di ***P*** (le prime 2).

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = \Delta_{e_P}$$

$$N_o + y_P\, f \cos\varepsilon - x_P\, f \sin\varepsilon - n_P = \Delta_{n_P}$$

$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = \Delta_{e_Q}$$

$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = \Delta_{n_Q}$$

$$E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R = \Delta_{e_R}$$

$$N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R = \Delta_{n_R}$$

Se consideriamo tutti e 3 i punti ***P***, ***Q***, ***R*** e quindi tutte e 6 le equazioni, queste non avranno più risultato 0 (zero) ma uno scarto Δ.

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = \Delta^2_{eP} +$$

$$N_o + y_P\, f\, cos\,\varepsilon - x_P\, f\, sin\,\varepsilon - n_P = \Delta^2_{nP} +$$

$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = \Delta^2_{eQ} +$$

$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = \Delta^2_{nQ} +$$

$$E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R = \Delta^2_{eR} +$$

$$N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R = \Delta^2_{nR} =$$

minimo

Il problema si risolve con il **principio dei minimi quadrati**, imponendo cioè che la somma dei quadrati degli scarti di tutte le equazioni sia minima.

La rototraslazione ai minimi quadrati

Se aggiungiamo un terzo punto ***R***, le incognite rimangono **4** ma le equazioni diventano **6**. Il risultato sarà 0 solo se consideriamo 2 punti alla volta:

$$E_o + y_P\, f \sin\varepsilon + x_P\, f \cos\varepsilon - e_P = \Delta^2_{eP} +$$
$$N_o + y_P\, f \cos\varepsilon - x_P\, f \sin\varepsilon - n_P = \Delta^2_{nP} +$$
$$E_o + y_Q\, f \sin\varepsilon + x_Q\, f \cos\varepsilon - e_Q = \Delta^2_{eQ} +$$
$$N_o + y_Q\, f \cos\varepsilon - x_Q\, f \sin\varepsilon - n_Q = \Delta^2_{nQ} +$$
$$E_o + y_R\, f \sin\varepsilon + x_R\, f \cos\varepsilon - e_R = \Delta^2_{eR} +$$
$$N_o + y_R\, f \cos\varepsilon - x_R\, f \sin\varepsilon - n_R = \Delta^2_{nR} =$$

minimo

A chi desidera calcolare autonomamente l'algoritmo si consiglia questo corso di www.topgeometri.it (menù CORSI ONLINE).

Principio_minimi_quadrati.pdf

Una soluzione software da CAD

TopGeometri mette a disposizione una soluzione software che automatizza tutte le procedure vista nelle slide precedenti, oltre a rendere molto più comoda ed immediata la percezione grafica sia del rilievo di partenza che dei punti aggiuntivi creati da CAD. Queste le principali prestazioni offerte dal software:

- ✓ Mantenere la percezione grafica del rilievo e individuare i punti anche quando sono molto ravvicinati tra loro.
- ✓ Creare nuovi punti e stazioni TS.
- ✓ Creare nuovi punti GPS e spostare la base.
- ✓ Creare nuovi punti per allineamenti-squadri e per intersezione.
- ✓ Spostare, nascondere e cancellare punti e stazioni.
- ✓ Definire nuovi contorni e dividenti.
- ✓ Dividere nuovi lotti imponendone l'area.
- ✓ Eseguire la rototraslazione ai minimi quadrati mappa-rilievo e rilievo-rilievo.

Queste funzionalità sono illustrate:

- **dalla dimostrazione pratica in diretta o dal video della registrazione;**
- **dalla guida del CAD topografico (link che segue).**

Guida_CAD_topografico.pdf

Le offerte software di TopGeometri

Dal sito www.topgeometri.it cliccare su **Abbonamento**

Due offerte valide fino al **13/09/2023** entrambe includono:

Più:

1. **Software STD**
   GstarCAD limitato
   125 €/anno anziché 250 €/anno
2. **Software PRO**
   GstarCAD PRO 2023
   240 €/anno anziché 475 €/anno

- Possibilità di pagare in **3 rate** con PayPal.
- Chi possiede già i software prolunga l'abbonamento di **1 anno**.

Abbonamento	Software STD ~~€250~~ **€125** / anno + IVA Offerta valida fino al 13/09/2023 ACQUISTA	Software PRO ~~€475~~ **€240** / anno + IVA Offerta valida fino al 13/09/2023 ACQUISTA
Cartografie complete video *mappe d'impianto, rilievi e cartografie pubbliche sopra la mappa catastale dell'AdE*	✓	✓
Software CorrMap video *software leader per la georeferenziazione e rettifica delle mappe catastali*	✓	✓
Software Geocat video *software completo e potente per topografia, catasto e riconfinazioni*	✓	✓
CAD Integrato video *GstarCAD versione limitata per disegni topografici*	✓	✓
GstarCAD PRO *La vera alternativa ad AutoCAD alla portata di tutti*	✗	✓