

Calcolo combinatorio dei punti di inquadramento

Nell'esempio trattato al paragrafo *Rototraslazione mappa-rilievo, un esempio completo* a pag. 785, dopo aver escluso dal calcolo della rototraslazione i tre punti di inquadramento che risultavano con uno scarto maggiore della soglia imposta (45 cm), avevo concluso che potevamo considerare i punti di inquadramento rimanenti (con scarto inferiore a tale soglia) come la soluzione ottimale per la ricostruzione di quel confine. Ma nel giungere a questa conclusione avevo tuttavia sollevato questo dubbio circa la correttezza della stessa:

Siamo proprio sicuri che questa sia la soluzione ottimale?

In quel paragrafo ci siamo accontentati di ritenere la soluzione individuata come la migliore. Ma ora le domande diventano:

Perché dobbiamo porci questo dubbio?

Non basta aver escluso i punti di inquadramento che ci danno uno scarto oltre il limite imposto?

Purtroppo no, non basta. Il motivo non è semplicissimo da intuire perché normalmente quasi nessuno opera in maniera tale da accorgersene, nel senso che noi pensiamo di aver escluso i punti di inquadramento con scarto indesiderato e di aver mantenuto solo quelli buoni, mentre non è assolutamente detto che sia così. Non è facile da spiegare, ma ci provo. Il problema sta nell'usuale approccio manuale al calcolo della rototraslazione ai minimi quadrati, già visto al paragrafo *Il calcolo combinatorio della rototraslazione* a pag. 725, ma che per comodità riscrivo qui:

1. inizialmente considero tutti i punti di inquadramento e lancio il calcolo;
2. vedo che un punto ha uno scarto significativamente superiore alla media degli altri e lo escludo;
3. rilancio il calcolo senza quel punto e valuto nuovamente gli scarti;
4. vedo che c'è un secondo punto con scarto eccessivo e quindi escludo anche quello;
5. rilancio nuovamente il calcolo e procedo a scartare eventuali altri punti finché quelli rimanenti mi danno scarti entro il valore soglia che ritengo sia da rispettare per il lavoro che sto svolgendo (in considerazione della mappa utilizzata).

Va da sé che, come precisato al paragrafo sopra citato, ogni volta che decido di scartare un punto, devo prima accertarmi se posso effettivamente eliminarlo. Devo cioè riconsiderare il nuovo poligono di inquadramento che risulta dopo la sua eliminazione e verificare che la sua nuova geometria sia idonea alla risoluzione (contenimento del confine). E, soprattutto, devo considerare la sua eventuale forte affinità con il confine (esempio punto molto vicino ad esso) che potrebbe impedirmi l'eliminazione. Ma una volta rispettate anche queste verifiche l'interrogativo che rimane è:

Perché i passaggi sopra elencati risultano potenzialmente fallaci?

Perché nel momento in cui scarto il secondo punto, dovrei reintrodurre nel calcolo il primo che avevo escluso. Potrebbe infatti risultare che tale punto, inizialmente risultato inaffidabile, presenti invece uno scarto buono e, viceversa, un altro punto che nel primo calcolo risultava con scarto buono, dopo aver reintrodotta il punto scartato inizialmente, presenta improvvisamente uno scarto eccessivo. Se non applico questa alternanza (e normalmente non la applica quasi nessuno), rischio (senza averne contezza) di adottare una rototraslazione non ottimale che può tradursi in un errore di posizionamento del confine in misura non trascurabile. Naturalmente il tutto va visto in funzione della precisione che intendo ottenere e quindi la questione è da porsi nei casi in cui la precisione richiesta sia effettivamente elevata. Tuttavia, anche nei casi in cui non vi sia questo requisito, io faccio proprio il principio che ci ha tramandato Pier Domenico Tani (*libro Aspetti tecnici dell'azione di regolamento di confini* – II edizione – pag. 19):

Solo una è la considerazione che deve guidare le scelte operative: la concreta possibilità che un eventuale tecnico antagonista possa, nella fattispecie, operare in modo migliore.

Mi rendo conto che il concetto dell'alternanza nel considerare o meno ciascun punto di appoggio, così come l'ho descritto sopra, non sia pienamente (o per niente) comprensibile, per cui cerco di illustrarlo ricalcolando proprio la rototraslazione dell'esempio sviluppato al paragrafo *Rototraslazione mappa-rilievo, un esempio completo* a pag. 785. Riapriamo dunque la tabella della rototraslazione di quel lavoro, e ci rimettiamo nelle condizioni iniziali con tutti e 10 i punti di inquadramento potenzialmente idonei a risolverla. Per fare questo, con riferimento alla Figura 431, svolgiamo le seguenti azioni:

Codici rototraslazione

- NC = non calcolare
- CS = considera sempre
- Cancella codice di riga
- Cancella tutti i codici

Punto	E ril.	N	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C
1029	599.012	235	0.016	2145.598	1035.668	1035.699	-0.389	1035.310	0.390	
1030	573.763	237	0.008	2120.346	1038.570	1038.603	-0.371	1038.232	0.481	
108	-4.685	28.354	1.00	1542.351	1542.210	-0.054	1542.157	828.049	827.905	0.076
109	-13.872	28.074	1.00	1532.852	1532.706	0.264	1532.970	827.661	827.570	0.268
205	-0.104	47.588	1.00	1546.792	1546.654	0.059	1546.713	847.111	847.031	0.127
702	305.982	289.602	1.00	1852.535	1852.577	-0.076	1852.501	1089.377	1089.440	0.095
703	319.893	288.740	1.00	1866.250	1866.300	0.113	1866.413	1088.178	1088.241	0.451
704	294.622	318.883	1.00	1841.027	1841.062	0.042	1841.105	1118.300	1118.380	0.423
705	282.797	327.641	1.00	1829.368	1829.396	-0.127	1829.269	1127.230	1127.315	0.231
1	-13.055	23.233	1.00	1533.870	1533.724	0.068	1533.793	823.410	823.316	-0.542

Evidenzia scarti fuori tolleranza

Componenti Est-Nord

- Vettore di scarto
- Evidenzia i punti il cui scarto supera m:
- Escludi con NC

Punti di inquadramento: 1029;1030;108;109;205;702;703;704;705;1

Poligono di inquadramento: 205;705;1029;1;109

Baricentri	Est rilievo	Nord rilievo	Est mappa	Nord mappa	Distanze baricentri	Distanza
Analitico	234.435	182.510	1781.086	982.355	Analitico - Geometrico	51.041
Geometrico	284.260	193.586	1830.897	993.493	Analitico - Confine	234.045
Confine	87.920	-0.001	1634.796	799.664	Geometrico - Confine	275.727

Dati dell'eventuale extrapolazione del confine

Punto di massima extrapolazione	8011
Distanza dal poligono di inquadramento	193.480
Diagonale 1029-109	646.877
Rapporto di extrapolazione (toll. 0.33)	0.31

Rotazione: 0.0785

Variazione di scala: 0.999411

Adattamento massimo 8011: 0.138

Vettore medio di scarto: 0.316

Correzione d'orientamento: 0.0000

OK, Annulla, Help

Figura 431 - Il calcolo della rototraslazione dell'esempio già sviluppato: inizialmente consideriamo tutti e 10 i punti di appoggio, il calcolo evidenzia che 4 di questi presentano uno scarto superiore alla soglia imposta di 40 cm.

1. Per far tornare attivi i punti di inquadramento che avevamo scartato nell'esempio precedente, attiviamo il comando *Scrivi codice NC*. Si apre il menù con le possibili scelte inerenti alla gestione dei codici da inserire o togliere dalla colonna C. (codice), dal quale attiviamo la scelta *Cancella tutti i codici* ottenendo così il ripristino di quei tre punti.

2. Apriamo la finestra del calcolo (icona *Calcola*) nel cui riquadro *Evidenzia scarti fuori tolleranza* impostiamo l'opzione *Vettore di scarto*, per istruire Geocat a segnalarci non gli scarti Est/Nord ma i vettori che eccedono il limite imposto, per il quale inseriamo il valore 0.40 m.
3. Lanciamo il calcolo cliccando il bottone *Calcola*, ottenendo i risultati mostrati in Figura 431.

Ovviamente i risultati della finestra di calcolo sono identici a quelli del primo calcolo dell'esempio sviluppato in precedenza, dove pure avevamo tutti e dieci i punti in gioco. Anche i risultati nella tabella della rototraslazione sono gli stessi, con l'unica differenza che, in questo caso, gli scarti evidenziati, perché superiori alla soglia imposta di 40 cm, sono quelli della colonna *Vett.* (vettore). Tali punti sono ben quattro: 1030, 703, 704, 1 e, come abbiamo visto nell'esempio già trattato, possiamo facilmente escluderli dal calcolo cliccando il bottone *Escludi con NC*. Fatto ciò, rilanciamo nuovamente il calcolo ottenendo la tabella in alto di Figura 432 nella quale tutti i punti di inquadramento rimasti in gioco danno scarti buonissimi. Giunti a questo punto, credo che nessuno di voi si porrebbe l'interrogativo se siano da effettuare ulteriori verifiche: la soluzione sembra effettivamente quella ottimale e tale da considerare concluso il lavoro. Ma non è così. Per capirlo, con riferimento alla tabella centrale di Figura 432, procediamo a rimettere in pista i punti 703 e 704 mediante questi passaggi:

1. Selezioniamo le righe dei punti 703 e 704 cliccando sul rispettivo progressivo di riga nella colonna più a sinistra (quella prima ancora della colonna *Punto*, non visibile in Figura 432 per motivi di spazio). Clicchiamo dapprima sul numero progressivo 7 del punto 703 e poi, tenendo premuto da tastiera il tasto *Ctrl*, clicchiamo il numero progressivo 8 del punto 704. Vedremo così le due righe assumere il colore blu a indicare che sono state selezionate (per maggiori dettagli sulla selezione e gestione delle righe nelle tabelle di Geocat si consulti il paragrafo 5.2.2 *Tabelle - Compilazione tabelle* a pag. 137).
2. Clicchiamo sull'icona *Scrivi codice NC* e, dal menù che si apre, attiviamo la scelta *Cancella codice di riga*.
3. Il codice *NC* (non considerare) della colonna *C.* (codice) viene così cancellato ripristinando i due punti come abili per il calcolo.

Rilanciamo il calcolo della rototraslazione pervenendo alla tabella in basso di Figura 432.

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
1029	599.012	235.015	1.00		2145.367	2145.546	0.046	2145.592	1035.668	1035.702	-0.302	1035.400	0.305	
1030	573.763	237.968	1.00		2120.452	2120.652	0.000	2120.339	1038.570	1038.603	0.000	1038.317	0.000	NC
108	-4.685	28.354	1.00		1542.351	1542.263	-0.070	1542.193	828.049	827.991	-0.120	827.871	0.139	
109	-13.872	28.074	1.00		1532.852	1532.760	0.247	1533.006	827.661	827.603	-0.025	827.578	0.248	
205	-0.104	47.588	1.00		1546.792	1546.706	0.040	1546.746	847.111	847.061	0.050	847.111	0.064	
702	305.982	289.602	1.00		1852.535	1852.584	-0.100	1852.484	1089.377	1089.435	0.131	1089.565	0.165	
703	319.893	288.740	1.00		1866.250	1866.300	0.000	1866.396	1088.178	1088.241	0.000	1088.724	0.000	NC
704	294.622	318.883	1.00		1841.027	1841.062	0.000	1841.081	1118.300	1118.380	0.000	1118.830	0.000	NC
705	282.797	327.641	1.00		1829.368	1829.407	-0.162	1829.244	1127.230	1127.305	0.267	1127.571	0.312	
1	-13.055	23.233	1.00		1533.870	1533.724	0.000	1533.830	823.410	823.316	0.000	822.738	0.000	NC
1000	0.000	0.000	1.00		0.000	0.000	0.000	1546.918	0.000	0.000	0.000	799.524	0.000	NC
1001	77.705	9.173	1.00		0.000	0.000	0.000	1624.610	0.000	0.000	0.000	808.808	0.000	NC
1004	80.603	8.763	1.00		0.000	0.000	0.000	1627.509	0.000	0.000	0.000	808.403	0.000	NC

Codici rototraslazione

NC = non calcolare

CS = considera sempre

Cancella codice di riga

Cancella tutti i codici

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
1029	599.012	235.015	1.00		2145.367	2145.546	0.046	2145.592	1035.668	1035.702	-0.302	1035.400	0.305	
1030	573.763	237.968	1.00		2120.452	2120.652	0.000	2120.339	1038.570	1038.603	0.000	1038.317	0.000	NC
108	-4.685	28.354	1.00		1542.351	1542.263	-0.070	1542.193	828.049	827.991	-0.120	827.871	0.139	
109	-13.872	28.074	1.00		1532.852	1532.760	0.247	1533.006	827.661	827.603	-0.025	827.578	0.248	
205	-0.104	47.588	1.00		1546.792	1546.706	0.040	1546.746	847.111	847.061	0.050	847.111	0.064	
702	305.982	289.602	1.00		1852.535	1852.584	-0.100	1852.484	1089.377	1089.435	0.131	1089.565	0.165	
703	319.893	288.740	1.00		1866.250	1866.300	0.000	1866.396	1088.178	1088.241	0.000	1088.724	0.000	NC
704	294.622	318.883	1.00		1841.027	1841.062	0.000	1841.081	1118.300	1118.380	0.000	1118.830	0.000	NC
705	282.797	327.641	1.00		1829.368	1829.407	-0.162	1829.244	1127.230	1127.305	0.267	1127.571	0.312	
1	-13.055	23.233	1.00		1533.870	1533.724	0.000	1533.830	823.410	823.316	0.000	822.738	0.000	NC
1000	0.000	0.000	1.00		0.000	0.000	0.000	1546.918	0.000	0.000	0.000	799.524	0.000	NC
1001	77.705	9.173	1.00		0.000	0.000	0.000	1624.610	0.000	0.000	0.000	808.808	0.000	NC
1004	80.603	8.763	1.00		0.000	0.000	0.000	1627.509	0.000	0.000	0.000	808.403	0.000	NC

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
1029	599.012	235.015	1.00		2145.367	2145.626	-0.054	2145.573	1035.668	1035.696	-0.489	1035.207	0.492	
1030	573.763	237.968	1.00		2120.452	2120.652	0.000	2120.321	1038.570	1038.603	0.000	1038.128	0.000	NC
108	-4.685	28.354	1.00		1542.351	1542.194	-0.052	1542.142	828.049	827.934	-0.162	827.771	0.170	
109	-13.872	28.074	1.00		1532.852	1532.689	0.267	1532.955	827.661	827.545	-0.065	827.480	0.274	
205	-0.104	47.588	1.00		1546.792	1546.638	0.059	1546.698	847.111	847.009	0.003	847.011	0.059	
702	305.982	289.602	1.00		1852.535	1852.592	-0.119	1852.473	1089.377	1089.442	-0.024	1089.418	0.121	
703	319.893	288.740	1.00		1866.250	1866.317	0.069	1866.386	1088.178	1088.242	0.332	1088.574	0.339	
704	294.622	318.883	1.00		1841.027	1841.076	-0.001	1841.076	1118.300	1118.385	0.300	1118.685	0.300	
705	282.797	327.641	1.00		1829.368	1829.409	-0.169	1829.240	1127.230	1127.321	0.106	1127.427	0.200	
1	-13.055	23.233	1.00		1533.870	1533.724	0.000	1533.778	823.410	823.316	0.000	822.641	0.000	NC
1000	0.000	0.000	1.00		0.000	0.000	0.000	1546.863	0.000	0.000	0.000	799.424	0.000	NC
1001	77.705	9.173	1.00		0.000	0.000	0.000	1624.556	0.000	0.000	0.000	808.696	0.000	NC
1004	80.603	8.763	1.00		0.000	0.000	0.000	1627.455	0.000	0.000	0.000	808.290	0.000	NC

Figura 432 - In alto: il calcolo dopo aver escluso i quattro punti con scarto eccessivo, sembra essere la soluzione ottimale. Al centro: viene tolta la sigla NC (non considerare) ai punti 703 e 704. In basso: il nuovo calcolo, che include i punti 703 e 704, mostra che questi hanno scarti inferiori alla soglia imposta. Per contro, ora è il punto 1029 a superarla.

Questi nuovi risultati ci mostrano che:

- i punti 703 e 704 che inizialmente sembravano superare la soglia imposta, ora invece non la superano più;
- la supera invece il punto 1029 che inizialmente sembrava attendibile.

Questo dimostra (spero) quello che avevo cercato di dire sopra, e cioè che l'esclusione di un punto di inquadramento non può essere attuata in maniera assoluta, come a dire:

Questo punto mi dà uno scarto troppo alto, lo escludo definitivamente e di lui non se ne parla più!

No, nel momento in cui di punti ne escludo altri, quel punto va rimesso in calcolo perché nella nuova geometria potrebbe risultare invece molto buono. Mi rendo conto che questo *quasi-paradosso* non sia molto intuitivo, ma è così. A questo punto credo che le successive vostre domande siano queste:

Ma allora come ne veniamo fuori?

Non possiamo certo star lì a escludere e reinserire i punti uno ad uno in tutte le combinazioni possibili?

Esatto, pensare di risolvere la questione provando a escludere e reinserire manualmente i punti uno ad uno è fuori discussione perché, come abbiamo visto al paragrafo *Il calcolo combinatorio della rototraslazione* a pag. 725, il numero di combinazioni possibili cresce in misura esponenziale (fattoriale) e raggiunge valori giganteschi anche già con pochi punti di inquadramento, il che ne rende impossibile l'esecuzione. Geocat risolve il problema mediante il calcolo combinatorio che vedremo da qui in avanti sviluppando un ulteriore esempio. Apriamo il rilievo *Calc_combin.DB* del Lavoro *LIBRO_2* a corredo del libro. Si tratta della riconfinazione d'impianto già illustrata al paragrafo *Punti di appoggio su più fogli* a pag. 744 (Figura 398 a pag. 746). Il tecnico incaricato, molto preparato¹⁹², ha, come da sua buona abitudine, rilevato un grande numero di punti di inquadramento (ben 30), come si può evincere in Figura 433. Di questi, tuttavia, per rendere maggiormente comprensibile e meno dispendiosa l'elaborazione, in questo esempio abbiamo già escluso a priori quelli risultati completamente inattendibili (spigoli di fabbricati modificati rispetto all'impianto), mantenendo soltanto i 18 affidabili.

192 Ovviamente è uno di quelli di cui al paragrafo 1.1 Ringraziamenti a pag. 3 (e che non mi stancherò mai di ringraziare).

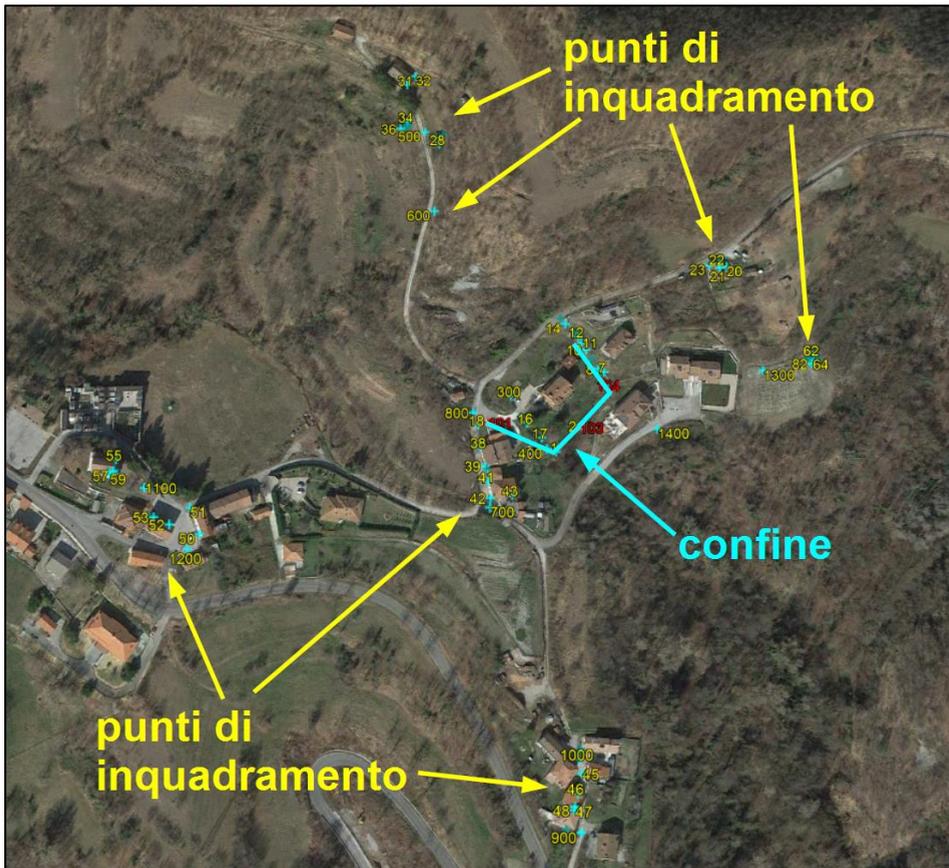


Figura 433 - Il lavoro sul quale applicheremo il calcolo combinatorio per trovare la soluzione migliore. Come da buona prassi, il tecnico ha rilevato un numero sovrabbondante di punti di inquadramento.

Una volta aperto il rilievo, si apre come al solito la tabella TS, dalla quale passiamo subito a quella della rototraslazione attivando l'omonimo comando (icona) nella barra degli strumenti in alto. In questo caso, però, essendo che in questa tabella sono già stati importati i punti di inquadramento con le loro coordinate mappa, rispondiamo *No* alla seguente domanda che ci pone Geocat:

ATTENZIONE: il file *CALC_COMBIN.DB* esiste già! Vuoi sovrascriverlo?

Così facendo non sovrascriviamo la tabella, che si apre già completa delle coordinate mappa dei punti di inquadramento (colonne *E mappa* e *N mappa*). Da questa clicchiamo l'icona *Calcolo combinatorio*, come mostrato in Figura 434.

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
22	107.654	122.229	0.08	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11193.768	0.000	0.000	0.000	0.000	
23	101.800	121.199	0.09	A31	-55139.654	0.000	0.000	0.000	-11194.786	0.000	0.000	0.000	0.000	
29	-74.069	205.570	0.05	B30	-55314.564	0.000	0.000	0.000	-11109.564	0.000	0.000	0.000	0.000	
31	-94.201	242.753	0.02	C30	-55334.283	0.000	0.000	0.000	-11071.518	0.000	0.000	0.000	0.000	
32	-88.965	248.839	0.02	C30	-55328.943	0.000	0.000	0.000	-11065.311	0.000	0.000	0.000	0.000	
33	-92.035	213.673	0.04	D30	-55332.173	0.000	0.000	0.000	-11101.404	0.000	0.000	0.000	0.000	
37	264.237	-10.364	0.03	E30	-55505.680	0.000	0.000	0.000	-11322.437	0.000	0.000	0.000	0.000	
38	-40.951	0.331	0.19	F31	-55283.786	0.000	0.000	0.000	-11313.498	0.000	0.000	0.000	0.000	
42	-83.981	-31.148	0.12	G31	-55277.327	0.000	0.000	0.000	-11345.152	0.000	0.000	0.000	0.000	
43	-20.740	-29.114	0.13	G31	-55264.002	0.000	0.000	0.000	-11343.768	0.000	0.000	0.000	0.000	
45	22.995	193.201	0.08	H31	-55221.249	0.000	0.000	0.000	-11508.502	0.000	0.000	0.000	0.000	
46	20.383	204.224	0.02	J30	-55223.915	0.000	0.000	0.000	-11520.197	0.000	0.000	0.000	0.000	
47	18.978	211.805	0.02	J30	-55225.810	0.000	0.000	0.000	-11527.189	0.000	0.000	0.000	0.000	
49	13.823	224.361	0.01	K10	-55230.892	0.000	0.000	0.000	-11540.027	0.000	0.000	0.000	0.000	
50	209.620	-56.499	0.04	L30	-55452.377	0.000	0.000	0.000	-11370.730	0.000	0.000	0.000	0.000	
52	228.312	-50.935	0.02	M30	-55471.483	0.000	0.000	0.000	-11364.345	0.000	0.000	0.000	0.000	
54	242.662	-45.052	0.02	M30	-55485.697	0.000	0.000	0.000	-11358.018	0.000	0.000	0.000	0.000	
58	268.464	-18.635	0.10	N90	-55510.930	0.000	0.000	0.000	-11331.470	0.000	0.000	0.000	0.000	
400	0.000	0.000	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC
0156	185.468	202.178	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC
100	109.778	126.207	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC

Figura 434 - La tabella iniziale della rototraslazione: i punti di inquadramento sono 18 dopo aver eliminato a priori quelli risultati palesemente inattendibili dei 30 originari.

Questo comando apre la finestra del calcolo combinatorio, riprodotta in Figura 435, che permette di impostare tutte le opzioni utili a individuare, tra tutte le combinazioni possibili dei punti di inquadramento, quelli che garantiscono i migliori risultati in assoluto. Trattandosi di un calcolo molto sofisticato, lo sono anche le opzioni di questa finestra descritte di seguito. Vediamo innanzi tutto quelle da impostare prima di lanciare l’elaborazione (il numero di elenco corrisponde al riferimento in Figura 435):

1. **N. complessivo:** è il numero totale, compilato direttamente da Geocat, dei punti di appoggio presenti nella tabella della rototraslazione, esclusi quelli marcati *NC* (non considerare) nella colonna *C.*, (codice).
2. **N. minimo da considerare:** in questa cella va inserito il numero minimo di punti di appoggio che si desidera mantenere nelle rototraslazioni. In questo caso, ad esempio, il n. 9 inserito significa che intendiamo considerare tutte le combinazioni da un minimo di 9 punti fino a 18, quindi 9, 10, 11, 12, ... 18.

Calcolo combinatorio rototraslazione

1 Punti di inquadramento

2 N. complessivo: **3** N. minimo da considerare: **4**

4 Punti da considerare sempre (CS):

5 ID fabbricati di cui mantenere almeno uno spigolo (sep. ;):

6 Considera solo i punti del foglio del confine (1 su terza cifra R.)

7

Fase di calcolo **8** 4 di 4 calcolate **9** totali

Peso delta scarto min/max

Mostra il tempo della fase calcolo **11**

Trascorso dall'inizio **10** h m s Complessivo stimato h m s

N.B.: per ordinare la tabella delle combinazioni (generata da questo calcolo) in funzione dei valori sotto riportati, cliccare sul titolo delle rispettive colonne.

Risultati 12	Peso	Minimo	Imposto	Massimo	Imposto
Variazione di scala m/km	<input type="text" value="1.00"/>	0.000	<input type="text" value="0.000"/> 13	3.425	<input type="text" value="0.000"/>
Vettore medio di scarto	<input type="text" value="1.00"/>	0.326	<input type="text" value="0.326"/>	0.818	<input type="text" value="0.000"/>
Delta scarto min/max	<input type="text" value="1.00"/>	0.402	<input type="text" value="0.402"/>	1.557	<input type="text" value="0.000"/>

14 **15**

Ordina in funzione dei pesi

Figura 435 - La finestra del calcolo combinatorio contiene tutte le opzioni per individuare automaticamente i punti di inquadramento che garantiscono la migliore rototraslazione in assoluto.

3. **Aggiorna:** cliccando questo bottone si ottiene il calcolo del numero complessivo di combinazioni visualizzato nella cella 9 - *Combinazioni totali*, e la stima del tempo necessario all'elaborazione, nella cella 11 - *Tempo - Complessivo stimato*. Entrambi questi valori sono in funzione del numero minimo di punti da considerare (punto 1), degli eventuali *Punti da considerare sempre* (punto 4), degli spigoli dei fabbricati da mantenere (punto 5) e della limitazione ai soli punti del foglio del confine (punto 6).
4. **Punti da considerare sempre (CS):** come ho avuto modo di puntualizzare nei paragrafi dedicati agli aspetti concettuali, il riconfinatore deve prestare molta attenzione nel valutare il valore intrinseco dei punti di inquadramento utilizzati in funzione della loro affinità ai punti del confine da ricostruire, come ad esempio la vicinanza con il confine stesso, la probabile genesi comune (stessa poligonale o stessa stazione d'impianto), oltre al fatto che il punto di appoggio risulti indispensabile per formare un poligono di inquadramento idoneo ad una corretta applicazione della rototraslazione ai minimi quadrati. Da questa disamina può emergere la necessità che uno o più dei punti di inquadramento disponibili non possa mai essere escluso dal calcolo, pena il mancato rispetto delle condizioni suddette. In questa circostanza, Geocat permette di marcare i punti di inquadramento che si desidera mantenere in ogni caso nell'elaborazione delle combinazioni. Con riferimento alla Figura 436, per definire tali punti si agisce come già visto negli esempi precedenti: si selezionano dapprima nella tabella della rototraslazione le righe dei punti che si desidera marcare (cliccando sul numero progressivo di riga nella colonna più a sinistra), dopodiché, cliccando l'icona *Scrivi codice NC* si apre il menù già visto negli esempi precedenti, dal quale si attiva l'opzione *CS = considera sempre*. Così facendo, le righe selezionate assumono il colore verde e vengono contrassegnate nella colonna *C*. dalla sigla *CS*. Con questa evidenziazione, nel momento in cui si apre la finestra del calcolo combinatorio, la cella che stiamo esaminando conterrà l'elenco dei punti definiti come non escludibili.
5. **ID fabbricati di cui mantenere almeno uno spigolo (sep. ;):** sempre per le considerazioni di cui sopra circa la necessità di mantenere sempre determinati punti di inquadramento, in questa cella si può inserire un elenco di lettere alfabetiche maiuscole, separate da punto e virgola, ciascuna delle quali corrisponde ad un fabbricato. Tali lettere vanno poi inserite anche quale primo carattere dei tre previsti

nella colonna *R*. (riferimento) per indicare il fabbricato di cui il punto è spigolo, il tutto come evidenziato in Figura 437. In questo modo si istruisce il programma a mantenere sempre almeno uno degli spigoli di quei fabbricati. Nell'esempio di Figura 437, dei punti 22 e 23, appartenenti al fabbricato *A*, l'elaborazione selezionerà le sole combinazioni che ne contengono almeno uno dei due (o entrambi). Lo stesso dicasi per i punti 46 e 47 appartenenti al fabbricato *J*. Il significato completo della colonna *R*. (riferimento) è spiegato al paragrafo *Assegnazione dei pesi (Tani) ai punti di appoggio* a pag. 853.

Codici rototraslazione

NC = non calcolare
CS = considerare sempre

Rototraslazione CALC

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
22	107.61		0.08	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11193.768	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	101.81		0.05	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11194.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	-74.069	205.570	0.05	B30	-55314.564	0.000	0.000	0.000	-11109.564	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	-94.201	242.753	0.02	C30	-55334.283	0.000	0.000	0.000	-11071.518	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	-88.965	248.839	0.02	C30	-55328.943	0.000	0.000	0.000	-11065.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
33	-92.035	213.673	0.04	D3C	-55332.173	0.000	0.000	0.000	-11101.404	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	-264.237	-10.364	0.03	E30	-55505.680	0.000	0.000	0.000	-11322.437	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	-40.951	0.331	0.19	F31	-55283.786	0.000	0.000	0.000	-11313.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	-33.981	-31.148	0.12	G31	-55277.327	0.000	0.000	0.000	-11345.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	-20.740	-29.114	0.13	G31	-5526									
45	22.995	-193.201	0.08	H31	-5522									
46	20.383	-204.224	0.02	J30	-5522									
47	18.978	-211.805	0.02	J30	-5522									
49	13.823	-224.361	0.01	K10	-5523									

Calcolo combinatorio rototraslazione

Punti di inquadramento

N. complessivo: 18 N. minimo da considerare: 9 Aggiorna

Punti da considerare sempre (CS): 31;33;37

Figura 436 - È possibile definire che alcuni punti di inquadramento, a seguito di opportune valutazioni sulla loro affinità con il confine, siano sempre considerati nelle combinazioni elaborate.

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
22	107.654	122.229	0.08	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11193.768	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	101.800	121.199	0.05	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11194.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	-74.069	205.570	0.05	B30	-55314.564	0.000	0.000	0.000	-11109.564	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	-94.201	242.753	0.02	C30	-55334.283	0.000	0.000	0.000	-11071.518	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	-88.965	248.839	0.02	C30	-55328.943	0.000	0.000	0.000	-11065.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
33	-92.035	213.673	0.04	D3C	-55332.173	0.000	0.000	0.000	-11101.404	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	-264.237	-10.364	0.03	E30	-55505.680	0.000	0.000	0.000	-11322.437	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	-40.951	0.331	0.19	F31	-55283.786	0.000	0.000	0.000	-11313.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	-33.981	-31.148	0.12	G31	-55277.327	0.000	0.000	0.000	-11345.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	-20.740	-29.114	0.13	G31	-5526									
45	22.995	-193.201	0.08	H31	-5522									
46	20.383	-204.224	0.02	J30	-5522									
47	18.978	-211.805	0.02	J30	-5522									
49	13.823	-224.361	0.01	K10	-5523									

Calcolo combinatorio rototraslazione

Punti di inquadramento

N. complessivo: 18 N. minimo da considerare: 9 Aggiorna

Punti da considerare sempre (CS):

ID fabbricati di cui mantenere almeno uno spigolo (sep. ;): A,J

Considera solo i punti del foglio del confine (1 su terza cifra R.)

Figura 437 - Si può imporre che, nelle combinazioni da elaborare, venga sempre incluso almeno uno degli spigoli dei fabbricati desiderati.

6. **Considera solo i punti del foglio del confine (1 su terza cifra R.):** al paragrafo *Punti di appoggio su più fogli* a pag. 744, ho illustrato uno dei temi tuttora controversi tra i riconfinatori più esperti, cioè l'opportunità di assegnare o meno un peso diverso (inferiore) ai punti di inquadramento che si trovano sui fogli adiacenti a quello del confine. Anche su questa valutazione Geocat, come sempre, permette al tecnico di fare la scelta che ritiene più corretta. Se si desidera abbassare il peso dei punti al di fuori del foglio del confine, basta seguire il suggerimento indicato tra parentesi nell'etichetta stessa di questa opzione. Si deve cioè inserire il numero **1** quale terzo carattere dei tre previsti nella colonna *R.* (riferimento) per indicare al programma che quel punto appartiene al foglio del confine. Viceversa si deve inserire **0** (zero) per indicare che invece il punto appartiene ad un foglio diverso da quello del confine. Così facendo, nel momento in cui si seleziona questa opzione della finestra del calcolo combinatorio, tutti i punti che riportano **1** nella posizione detta vengono automaticamente selezionati come punti CS, cioè da considerare sempre, come mostrato in Figura 438. Con questa impostazione il calcolo delle combinazioni avverrà considerando soltanto questi punti escludendo tutti gli altri (ubicati sugli altri fogli).

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N. scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
22	107.654	122.229	0.08	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11193.768	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
23	101.800	121.199	0.09	A31	-55139.654	0.000	0.000	0.000	-11194.786	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
29	-74.069	205.570	0.05	B30	-55314.564	0.000	0.000	0.000	-11109.564	0.000	0.000	0.000	0.000	
31	-94.201	242.753	0.02	C30	-55334.283	0.000	0.000	0.000	-11071.518	0.000	0.000	0.000	0.000	
32	-88.965	348.839	0.02	C30	-55328.943	0.000	0.000	0.000	-11065.311	0.000	0.000	0.000	0.000	
33	-92.035	213.673	0.04	D30	-55332.173	0.000	0.000	0.000	-11101.404	0.000	0.000	0.000	0.000	
37	-264.237	-10.364	0.03	E30	-55505.680	0.000	0.000	0.000	-11322.437	0.000	0.000	0.000	0.000	
38	-40.951	-0.331	0.19	F31	-55283.786	0.000	0.000	0.000	-11313.498	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
42	-33.981	-31.148	0.12	G31	-55277.327	0.000	0.000	0.000	-11345.152	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
43	-20.740	-21.114	0.13	G31	-55264.002	0.000	0.000	0.000	-11343.768	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
45	22.995	-193.201	0.08	H31	-55221.249	0.000	0.000	0.000	-11508.502	0.000	0.000	0.000	0.000	CS
46	20.383	-204.224	0.02	J30	-55223.915	0.000	0.000	0.000	-11520.197	0.000	0.000	0.000	0.000	
47	18.978	-211											0.000	
49	13.823	-224											0.000	
50	-209.620	-56											0.000	
52	-228.312	-50											0.000	
54	-242.662	-45											0.000	
58	-268.464	-18											0.000	
400	0.000	0.											0.000	NC
0156	2185.468	7202											0.000	NC
100	109.778	126											0.000	NC

Calcolo combinatorio rototraslazione

Punti di inquadramento

N. complessivo: N. minimo da considerare:

Punti da considerare sempre (CS):

ID fabbricati di cui mantenere almeno uno spigolo (sep. ;):

Considera solo i punti del foglio del confine (1 su terza cifra R.)

Figura 438 - Si può imporre che le combinazioni da elaborare siano soltanto quelle tra i punti di appoggio che appartengono allo stesso foglio del confine.

7. **Calcola:** cliccando questo bottone si dà inizio al calcolo. Prima di illustrarne le varie fasi, è opportuno ricordare quanto precisato per il bottone *Aggiorna* (punto 3), e cioè che il numero di combinazioni totali (punto 9) e la stima del tempo necessario all'elaborazione (punto 11) variano in funzione delle opzioni di cui ai punti 4, 5, 6 qui sopra. Pertanto, qualora si siano modificati tali parametri, è conveniente cliccare nuovamente il tasto *Aggiorna* in modo da visualizzare i nuovi valori. Appena cliccato il bottone *Calcola*, nel caso l'elaborazione fosse già stata svolta in precedenza, Geocat verifica la presenza della relativa tabella delle combinazioni e, se la rileva, pone la seguente richiesta:

La tabella delle combinazioni è già presente, vuoi sovrascriverla o aprire quella esistente?

Se rispondi 'Sì' la tabella verrà ricreata ex novo.

Se rispondi 'No', verrà aperta la tabella esistente.

Il programma chiede cioè se si desidera effettivamente procedere ad una nuova elaborazione, che andrebbe a sovrascrivere la tabella precedente, oppure se si vuole semplicemente aprire tale tabella. Questa opzione risponde al fatto che, essendo in genere l'elaborazione molto dispendiosa in termini di tempo, potrebbe accadere che, se si attiva inavvertitamente il calcolo, si perde la precedente elaborazione e si deve necessariamente attendere quella nuova per avere nuovamente i risultati. Una volta lanciato, il calcolo procede in automatico aggiornando costantemente la dicitura *Fase di calcolo X di Y* e la cella *Combinazioni calcolate* (punto 8). Durante l'elaborazione il bottone *Calcola* assume la dicitura *Stop*, il che significa che se si desidera interromperla basta cliccarlo, nel qual caso viene emessa questa richiesta:

Vuoi proseguire con le fasi di calcolo successive e aprire la tabella delle rototraslazioni per il numero di combinazioni elaborate?

Rispondendo affermativamente il calcolo proseguirà con le fasi successive a quella cui era giunto (vedi punto 8) per le combinazioni elaborate fino a quel punto. Rispondendo *No*, invece, l'elaborazione viene definitivamente terminata.

8. **Fase di calcolo X di Y – Combinazioni calcolate:** queste due informazioni vengono aggiornate in tempo reale durante l'elaborazione. La prima dicitura mostra la fase dell'elaborazione. Il calcolo si compone infatti di quattro fasi indicate nella cella e di seguito descritte.

- I. **Combinazioni:** individuazione di tutte le combinazioni possibili tra i punti di inquadramento in funzione dei parametri selezionati.
- II. **Peso variazione di scala:** calcolo, per ciascuna combinazione trovata, del peso relativo alla variazione di scala.
- III. **Peso vettore:** calcolo del peso relativo al vettore medio di scarto.
- IV. **Peso scarto min/max:** calcolo del peso relativo al delta tra lo scarto minimo e lo scarto massimo.

Il significato delle ultime tre fasi (pesi) è spiegato al successivo punto 12. Nella cella *Combinazioni calcolate* compare il numero di combinazioni elaborate, un indice che, raffrontato al valore della cella *Combinazioni – totali* (vedi punto 9) dà l'idea di quanto manchi al termine dell'elaborazione.

9. **Combinazioni – totali:** è il numero complessivo di combinazioni da elaborare risultante dai parametri descritti per il bottone *Aggiorna* (punto 3).
10. **Tempo – Trascorso dall'inizio:** è il tempo trascorso da quando l'elaborazione è iniziata. Confrontandolo con il *Tempo – Complessivo stimato* (punto 11), calcolato dal bottone *Aggiorna*, dà l'idea di quanto manchi al termine del calcolo.
11. **Tempo – Complessivo stimato:** è il tempo stimato (dal bottone *Aggiorna*) per l'elaborazione. Si faccia attenzione che “stimato” significa ... “stimato”, non ci si deve cioè aspettare un valore preciso al secondo e, in caso di un elevato numero di combinazioni, nemmeno al minuto. Il tempo impiegato dal calcolo dipende infatti da quante altre mansioni il computer sta svolgendo contemporaneamente. Se, ad esempio, finché è in corso l'elaborazione di Geocat, l'utente utilizza altre applicazioni (gestore testi, email, ecc.), è evidente che il tempo necessario all'elaborazione sarà più lungo che se invece il computer viene lasciato solo a quel compito. Geocat, tuttavia, affina questo dato man mano che il tecnico lancia questa elaborazione per i suoi lavori, nel senso che, per ciascun calcolo, il programma memorizza di volta in volta il tempo impiegato per il numero di combinazioni elaborate e determina così un valore medio di riferimento dal quale determina il tempo per l'elaborazione successiva.

12. **Risultati – Peso:** nelle tre celle di questo riquadro va inserito, se lo si desidera, il peso da attribuire ai rispettivi parametri descritti qui sotto. Il valore da inserire può variare da 0 (zero, peso assente) a 1 (peso massimo) e serve a calcolare il *Rango* di ciascuna combinazione elaborata, un coefficiente utilizzato per individuare in automatico la combinazione (rototraslazione) migliore in riferimento proprio a questi tre parametri e al peso (relativo tra loro) attribuito a ciascuno di essi. Il significato effettivo del *Rango* e di come viene calcolato in base ai pesi inseriti in queste celle è spiegato più avanti nella disamina della tabella delle combinazioni. I pesi da inserire corrispondono ai tre fattori che incidono maggiormente nel valutare la bontà di una rototraslazione, e cioè:
- **Variazione di scala m/km:** è il fattore di scala mappa-realtà già ampiamente trattato.
 - **Vettore medio di scarto:** è il valore medio dei vettori di scarto dei punti di inquadramento della rototraslazione, si veda a questo proposito il paragrafo *Rototraslazione mappa-rilievo, un esempio completo* a pag. 785 (Figura 416 a pag. 793).
 - **Delta scarto min/max:** è la differenza tra lo scarto massimo e quello minimo tra tutti i punti di inquadramento di una rototraslazione. Serve per poter valutare meglio la bontà di una soluzione rispetto ad un'altra. Ad esempio, supponiamo che due rototraslazioni trovate dal calcolo combinatorio presentino lo stesso vettore medio di scarto. In tal caso si potrebbe pensare che siano equivalenti tra loro e che sia indifferente adottare l'una al posto dell'altra. In realtà può accadere che nella prima gli scarti vettori di tutti i punti sono molto vicini al vettore medio, mentre nella seconda, a fronte di scarti molto bassi sono presenti scarti molto alti (producendo comunque lo stesso vettore medio). In questa circostanza non vi è dubbio che la soluzione da preferire sia la prima. Questo parametro permette quindi di operare questa scelta in maniera automatizzata come vedremo più avanti nella spiegazione della tabella delle combinazioni. Infatti, quanto più è contenuto il divario tra lo scarto minimo e quello massimo di una rototraslazione, tanto più tale soluzione è da preferire.
13. **Risultati – Minimo / Massimo – Imposto:** in questo riquadro, i valori fuori dalle celle editabili vengono calcolati dal programma e sono il minimo e il massimo del rispettivo parametro (vedi punto 12 qui

sopra) presenti in tutte le combinazioni trovate dal calcolo. Si tratta di dati molto importanti ai fini della valutazione del tecnico sulla rototraslazione finale da adottare perché mostrano di quanto variano i tre fattori nell'insieme di tutte le combinazioni trovate. Torneremo su questa considerazione più avanti. Nelle celle editabili si possono invece inserire i valori minimi e massimi che si desidera imporre per selezionare le sole combinazioni (rototraslazioni) che rientrano in tali range, mediante la funzione *Trova le combinazioni entro i valori imposti* (punto 15).

14. **Ordina in funzione dei pesi:** cliccando questo bottone, dopo che si è aperta la tabella delle rototraslazioni, questa viene ordinata in funzione del *Rango* calcolato sui tre fattori di peso descritti al punto 12. Vedremo questo criterio più avanti nella spiegazione della tabella delle combinazioni elaborate.
15. **Trova le combinazioni entro i valori imposti:** questo bottone, da cliccare sempre dopo che si è aperta la tabella delle rototraslazioni, attiva la ricerca delle combinazioni che soddisfano i range minimo / massimo dei tre fattori di peso descritti al punto 12. Anche questa operazione è illustrata più avanti all'interno della spiegazione della tabella delle rototraslazioni.

Bene, viste tutte le opzioni della finestra del calcolo combinatorio di Figura 435 a pag. 831, non ci resta che lanciare il calcolo dal bottone *Calcola* della stessa e attendere che l'elaborazione termini con l'apertura della tabella di tutte le combinazioni trovate, qui riprodotta in Figura 439. Come avrete già intuito, le combinazioni di questa tabella altro non sono che tutte le possibili rototraslazioni che si possono calcolare sui punti di inquadramento utilizzati con le eventuali restrizioni per i punti e spigoli di fabbricati da considerare sempre, o quella di considerare soltanto i punti del foglio del confine. Il numero di combinazioni presenti nella tabella è in funzione del numero di detti punti e, come abbiamo visto al paragrafo *Il calcolo combinatorio della rototraslazione* a pag. 725, si tratta in genere di un numero molto elevato. Nell'esempio che stiamo sviluppando la tabella contiene ben 99.248 rototraslazioni, come si può desumere dalla cella *Combinazioni calcolate* (punto 8 dell'elenco dei parametri della finestra del calcolo). Domanda:

Come facciamo a individuare la soluzione ottimale tra un numero così enorme di rototraslazioni?

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22:23:29:31:32:33	12	31.32:22:46:37	5	-0.6405	0.997927	2.073	0.291	1.298	1.007	0.589	66703.000
22:23:29:31:32:33	13	31.32:22:47:37	5	-0.6355	0.998275	1.725	0.262	1.162	0.900	0.583	54636.000
22:23:29:31:32:33	14	31.32:22:47:49	6	-0.6282	0.998588	1.412	0.254	1.024	0.771	0.589	44253.000
22:23:29:31:32:33	15	31.32:22:47:49	7	-0.5907	0.998690	1.310	0.230	1.094	0.864	0.629	52741.000
22:23:29:31:32:33	16	31.32:22:47:49	7	-0.5759	0.998806	1.194	0.187	1.133	0.946	0.624	55662.000
22:23:29:31:32:33	17	31.32:22:47:49	7	-0.5677	0.998871	1.129	0.178	1.176	0.998	0.607	55531.000
22:23:29:31:32:33	18	31.37:58:54:49	8	-0.5573	0.998867	1.133	0.057	1.197	1.141	0.582	59018.000
22:23:29:31:32:33	17	31.37:58:52:49	8	-0.5628	0.998822	1.178	0.087	1.165	1.078	0.597	60019.000
22:23:29:31:32:33	16	31.32:22:47:49	7	-0.5799	0.998759	1.241	0.215	1.102	0.887	0.613	50514.000
22:23:29:31:32:33	17	31.37:58:54:49	8	-0.5656	0.998787	1.213	0.116	1.139	1.024	0.589	56371.000
22:23:29:31:32:33	16	31.37:58:49:47	7	-0.5724	0.998742	1.258	0.154	1.100	0.946	0.602	53780.000
22:23:29:31:32:33	15	31.32:22:47:49	7	-0.6082	0.998717	1.283	0.283	1.026	0.743	0.591	41131.000
22:23:29:31:32:33	16	31.32:22:47:49	7	-0.5961	0.998791	1.209	0.275	1.083	0.808	0.575	38541.000
22:23:29:31:32:33	17	31.37:58:54:49	8	-0.5771	0.998802	1.198	0.170	1.122	0.952	0.557	44892.000
22:23:29:31:32:33	16	31.37:58:52:49	8	-0.5845	0.998753	1.247	0.208	1.081	0.873	0.571	42436.000
22:23:29:31:32:33	15	31.32:22:47:49	7	-0.6125	0.998665	1.335	0.267	0.996	0.729	0.576	39337.000
22:23:29:31:32:33	16	31.37:58:54:49	8	-0.5874	0.998715	1.285	0.240	1.055	0.815	0.559	37731.000
22:23:29:31:32:33	15	31.37:58:49:47	7	-0.5963	0.998670	1.330	0.258	1.007	0.749	0.570	38536.000
22:23:29:31:32:33	14	31.32:22:47:50	6	-0.5956	0.998391	1.609	0.301	1.181	0.879	0.633	59659.000
22:23:29:31:32:33	15	31.32:22:47:52	6	-0.5790	0.998529	1.471	0.287	1.095	0.808	0.634	53537.000
22:23:29:31:32:33	16	31.32:22:47:54	6	-0.5697	0.998620	1.380	0.267	1.100	0.832	0.618	50846.000
22:23:29:31:32:33	17	31.37:58:54:47	7	-0.5575	0.998668	1.332	0.121	1.134	1.013	0.591	58794.000
22:23:29:31:32:33	16	31.37:58:52:47	7	-0.5636	0.998608	1.392	0.160	1.095	0.935	0.606	56426.000
22:23:29:31:32:33	15	31.32:22:47:54	6	-0.5833	0.998487	1.513	0.295	1.130	0.835	0.620	53755.000
22:23:29:31:32:33	16	31.37:58:54:47	7	-0.5666	0.998577	1.423	0.188	1.074	0.885	0.595	51278.000
22:23:29:31:32:33	15	31.37:58:47:22	6	-0.5743	0.998518	1.482	0.236	1.102	0.866	0.607	53029.000
22:23:29:31:32:33	14	31.32:22:47:52	6	-0.6133	0.998422	1.578	0.287	1.083	0.796	0.594	48672.000

Figura 439 - La tabella di tutte le combinazioni (rototraslazioni) elaborate dal calcolo combinatorio.

Questo è proprio lo scopo che ci prefiggiamo di ottenere e vedremo tra poco come si raggiunge. Per farlo dobbiamo prima capire bene, dalle descrizioni che seguono, cosa contengono le colonne della tabella.

- **Punti inq.:** è l'elenco dei punti di inquadramento (separati da punto e virgola) della rototraslazione. Serve ovviamente per vedere quali dei punti complessivi (nel nostro caso 18) con il limite minimo imposto (9) è stata calcolata la rototraslazione della riga considerata. N.B.: nella tabella di Figura 439 questa colonna, così come quella *Poligono inq.*, è stata accorciata per motivi di spazio, ma ovviamente, disponendo di un monitor di dimensioni sufficienti, si può allargare fino a vedere tutta la lista di punti, oppure, in alternativa, si può cliccare all'interno del campo e scorrerlo con la freccia a destra della tastiera per vedere l'intera sequenza.
- **Ni:** è il numero di punti di inquadramento della rototraslazione, può variare tra il limite minimo imposto e il numero totale degli stessi.

- **Poligono inq.:** è l'elenco dei soli punti di inquadramento che formano il poligono di inquadramento, cioè il poligono convesso più esterno che li racchiude tutti.
- **Np:** è il numero dei punti di inquadramento che formano il poligono di inquadramento.
- **Rotaz.:** è l'angolo di rotazione calcolato dalla rototraslazione ai minimi quadrati, cioè il disorientamento tra il Nord locale del rilievo e quello cartografico della mappa utilizzata. Nel nostro esempio questo angolo è pari ad una frazione di grado centesimale perché il rilievo è stato eseguito con tecnologia GPS riferita al Nord WGS84 che differisce di poco dal Nord catastale.
- **V. scala:** è il fattore di scala calcolato dalla rototraslazione ai minimi quadrati.
- **m_km:** è il fattore di scala tradotto in *mt/km* in modo che sia più intuitivo valutarne il valore.
- **V. min. / V. max.:** sono rispettivamente il vettore di scarto minimo e massimo della rototraslazione, corrispondono cioè ai due punti di inquadramento che, tra tutti quelli della rototraslazione, presentano il valore minimo e quello massimo.
- **Delta:** è la differenza tra il vettore di scarto massimo e quello minimo di cui sopra, su cui si basa la valutazione descritta per il campo *Delta scarto min/max* al punto 12 della spiegazione dei parametri della finestra di calcolo.
- **Vettore:** è il vettore medio di scarto della rototraslazione.
- **Rango:** è un parametro fondamentale, utilissimo per individuare immediatamente la rototraslazione ottimale. Purtroppo non è semplicissimo da spiegare e, per cercare di riuscirci, ne posticipo la trattazione a dopo che avrò illustrato le possibilità di ordinamento della tabella.

La tabella di tutte le possibili rototraslazioni generata da Geocat è ordinabile per qualsiasi delle colonne sopra descritte. Per farlo basta semplicemente cliccare sul titolo della colonna desiderata. Ad esempio, se vogliamo ordinarla in base ai punti di inquadramento, clicchiamo sul titolo *Punti inq.* e vedremo la tabella modificarsi presentando nella prima riga in alto la rototraslazione il cui elenco dei vertici viene per primo in ordine alfabetico. Naturalmente questo ordinamento non ha molto senso, a

meno che non si desideri ricercare la rototraslazione che include un determinato punto. Ha già un po' più senso cliccare sui titoli N_i o N_p per ordinare la tabella a partire rispettivamente dalla rototraslazione che ha il minor numero di punti di inquadramento o il minor numero di punti che formano il poligono di inquadramento. Se la ordiniamo per N_i (numero di punti di inquadramento), vediamo che la prima rototraslazione in alto presenta il 12 quale minor numero di punti, anziché il 9 che avevamo imposto come *N. minimo da considerare* (cella 2 dei parametri della finestra di calcolo). Il motivo di questa discrepanza è dovuto alla limitazione che abbiamo imposto sugli spigoli dei fabbricati (cella 5 dei parametri di calcolo). Succede cioè che per includere sempre uno degli spigoli dei fabbricati definiti, 9 punti di inquadramento non sono sufficienti e ne servono invece minimo 12 punti. Questo è anche il motivo per cui dalle iniziali 155.382 combinazioni (cella 9 dei parametri di calcolo) si scende, a calcolo eseguito, a "sole" 99.248. Ma la vera utilità dell'ordinamento riguarda ovviamente i risultati salienti della rototraslazione presenti nelle altre colonne. A parte la rotazione, che può essere necessario valutare in condizioni particolari¹⁹³, gli ordinamenti utili a stabilire la rototraslazione migliore sono quelli sulla variazione di scala (*V. Scala e m_km*), sul delta tra vettore minimo e massimo (*Delta*), sul vettore medio di scarto (*Vettore*) e, soprattutto, sul *Rango*. Ad esempio, se nel lavoro che stiamo sviluppando clicchiamo su *V. Scala* (o su *m_km*) otteniamo l'ordinamento mostrato in alto in Figura 440, dove vediamo che le prime tre righe mostrano un fattore di scala esattamente pari all'unità, cioè nessuna variazione di scala come dimostra il valore 0.000 dei *m/km*¹⁹⁴. Dopodiché troviamo le righe con un fattore di scala 1.00001 e 0.999999 (1 *mm/km*)¹⁹⁵, poi quelle con fattore pari a 1.000002 (2 *mm/km*), 1.000003 (3 *mm/km*) e così via a crescere man mano che si scende nella tabella.

193 Ad esempio quando, per scarsità di punti di inquadramento, si devono rilevare tutta una serie di elementi in prossimità del confine, come strade, termini confinari e corsi d'acqua, punti che, pur non avendo una materializzazione stabile, possono comunque dare conforto sulla rototraslazione adottata allorché si verifichi la loro buona corrispondenza mappa-realtà. In questi casi, la rotazione, se significativamente diversa tra una rototraslazione e l'altra, può far propendere per quella che presenta una migliore corrispondenza di tali punti di controllo.

194 Dite la verità: vi sareste mai aspettati che, elaborando 99.248 rototraslazioni, ce ne fossero alcune con una variazione di scala nulla? Nemmeno io prima di implementare il calcolo combinatorio ci avrei mai scommesso un centesimo.

195 Anche questo dato è abbastanza sorprendente perché dimostra come, al variare della compagine dei punti di inquadramento, il fattore di scala possa passare da > 1 a < 1 .

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22:23:31:32:38:42	14	31:32:22:47:49	7	-0.5311	1.000000	0.000	0.032	0.980	0.948	0.468	15615.000
22:23:29:31:32:38	12	31:32:22:47:49	6	-0.5743	1.000000	0.000	0.077	1.037	0.961	0.387	14612.000
22:32:33:38:43:45	12	32:54:49:47:22	5	-0.5255	1.000000	0.000	0.116	1.085	0.969	0.515	21767.000
22:31:33:38:42:43	12	31:54:49:47:22	5	-0.5613	1.000001	0.001	0.031	0.988	0.956	0.479	17050.000
22:23:31:33:38:42	13	31:54:49:47:22	5	-0.5799	1.000001	0.001	0.044	0.954	0.910	0.452	11785.000
22:23:31:37:38:42	13	31:37:52:49:47	6	-0.5451	0.999999	0.001	0.035	1.430	1.394	0.577	47592.000
22:23:31:32:38:43	12	31:32:22:47:49	7	-0.5695	1.000002	0.002	0.057	0.938	0.881	0.368	8293.000
22:23:29:31:32:43	12	31:32:22:47:49	6	-0.5505	1.000003	0.003	0.185	0.781	0.596	0.436	1102.000
23:31:32:38:42:46	12	31:32:23:47:49	7	-0.5167	1.000003	0.003	0.165	0.974	0.810	0.552	16136.000

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22:23:29:31:33:45	12	31:54:49:47:22	5	-0.5442	0.999701	0.299	0.254	0.656	0.402	0.433	2079.000
22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:46:49	6	-0.5433	0.999773	0.227	0.260	0.666	0.405	0.451	2211.000
22:23:29:31:33:46	12	31:58:54:49:47	6	-0.5584	0.999743	0.257	0.275	0.680	0.405	0.422	1575.000
22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:47:49	6	-0.5475	0.999724	0.276	0.255	0.665	0.410	0.456	2741.000
22:23:29:33:45:46	12	33:58:54:49:47	7	-0.5524	0.999554	0.446	0.248	0.661	0.413	0.407	2823.000
22:23:29:31:32:45	12	31:32:22:47:49	7	-0.5677	0.999801	0.199	0.145	0.561	0.416	0.339	840.000
22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:47:49	6	-0.5521	1.000010	0.010	0.255	0.676	0.420	0.451	1291.000
22:23:29:31:33:45	12	31:58:52:49:47	6	-0.5535	0.999548	0.452	0.242	0.662	0.421	0.420	3064.000
22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:46:49	6	-0.5512	0.999600	0.400	0.309	0.731	0.422	0.492	6187.000

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22:23:31:32:43:45	12	31:32:22:47:49	7	-0.5634	0.999933	0.067	0.105	0.620	0.515	0.326	356.000
22:23:29:31:32:45	12	31:32:22:47:49	7	-0.5677	0.999801	0.199	0.145	0.561	0.416	0.339	840.000
22:23:29:31:32:43	12	31:32:22:47:49	7	-0.5683	0.999462	0.538	0.104	0.537	0.433	0.339	3668.000
22:23:29:31:43:45	12	31:58:54:49:47	6	-0.5606	0.999656	0.344	0.137	0.607	0.470	0.351	1795.000
22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:47:49	7	-0.5715	0.999416	0.584	0.074	0.652	0.579	0.354	4597.000
23:29:31:32:33:45	12	31:32:23:47:49	7	-0.5918	0.999621	0.379	0.106	0.572	0.466	0.354	2054.000
22:23:29:31:32:43	12	31:32:22:47:54	6	-0.5677	0.999564	0.436	0.079	0.681	0.602	0.355	2923.000
22:23:29:31:32:43	12	31:32:22:47:49	6	-0.5727	0.999921	0.079	0.120	0.579	0.459	0.356	337.000
23:29:31:32:43:45	12	31:32:23:47:49	7	-0.5803	0.999667	0.333	0.156	0.612	0.456	0.356	1712.000

Figura 440 - *I tre principali ordinamenti della tabella delle rototraslazioni: in alto per variazione di scala, al centro per delta scarto min/max, in basso per vettore medio di scarto.*

Lo stesso avviene se ordiniamo la tabella per *Delta* o per *Vettore*, come nelle due tabelle al centro e in basso di Figura 440, vedremo le righe ordinate per valori crescenti di questi parametri a partire da quello minimo. Credo sia facile intuire come questa possibilità di ordinamento si riveli particolarmente utile al tecnico per selezionare la rototraslazione ottimale alla ricostruzione del confine, e infatti grazie a questa prestazione i riconfinatori più esperti riescono, semplicemente valutando singolarmente i tre ordinamenti, a individuare a colpo d'occhio la soluzione ottimale. Ma si sa che quando le scelte vengono lasciate al "colpo d'occhio" del tecnico, la probabilità di sbagliare è sempre presente. In più c'è anche da pensare a quei tecnici che, per essere agli inizi della loro esperienza di riconfinatori, possono incorrere in valutazioni non corrette.

Per questi motivi, si presenta questa esigenza:

Come faccio a individuare la rototraslazione che abbia mediamente tutti e tre i parametri di cui sopra con un valore ottimale, sia pur non il migliore in assoluto se presi singolarmente?

Cosa vuol dire? Guardiamo la prima tabella in alto di Figura 440, la prima riga, come detto, presenta la miglior variazione di scala (addirittura zero), mentre invece per gli altri due parametri dà questi risultati:

- *Delta* = 0.948 contro 0.402 del valore minimo di questo parametro (tabella al centro di Figura 440).
- *Vettore* = 0.468 contro 0.326 del valore minimo di questo parametro (tabella in basso di Figura 440).

Significa che la rototraslazione con la miglior variazione di scala non è quella che ha anche il miglior *Delta* né quella che ha il miglior *Vettore*. Lo stesso accade se consideriamo la rototraslazione che presenta il *Delta* migliore, questa non ha la miglior variazione di scala né il miglior vettore di scarto. Analogamente, la rototraslazione che presenta il *Vettore* migliore non ha la miglior variazione di scala né il miglior *Delta*. La soluzione ideale è invece quella che ha tutti e tre i parametri, considerati all'unisono, ad un valore mediamente ottimale. Questo è proprio lo scopo del *Rango*, un parametro che, alla luce di quanto illustrato finora, diventa (spero) comprensibile. Allora, cominciamo col dire che il *Rango* è “un numero” dai valori piuttosto elevati che può avere o meno anche la parte decimale. Dopodiché diciamo anche che viene calcolato solo se è stato inserito il valore del peso in una o più delle tre celle del riquadro *Risultati* – *Peso* della finestra del calcolo di cui al punto 12 della relativa spiegazione, vale a dire: *Variazione di scala m/km*, *Vettore medio di scarto* e *Delta scarto min/max*. Se invece si sono lasciati a zero tutti e tre questi parametri, significa che non si vuole calcolarlo e infatti in tal caso Geocat non lo calcola. Fatte queste due premesse, vediamo come si calcola facendo per il momento l'assunzione che si sia inserito il valore 1.00 (peso massimo) per il peso di tutti e tre i parametri detti, come abbiamo fatto nell'esempio che stiamo esaminando. Bene, torniamo ora a guardare le tre tabelle di Figura 440. Ciascuna di queste costituisce una “classifica” per il parametro considerato: la prima è la classifica per variazione di scala, la seconda è la classifica per delta scarto min/max, la terza è la classifica per vettore medio di scarto. A noi serve invece una classifica che consideri tutti e tre i parametri contemporaneamente. Come si fa? Per capirlo, partiamo dalla

fine. Clicchiamo sul titolo della colonna *Rango* della tabella ottenendo le righe ordinate per questo parametro (che ancora non sappiamo cosa sia), con la prima rototraslazione che presenta il valore minimo di 314 (in questo caso non ci sono i decimali, più avanti capiremo perché) come illustrato in Figura 441.

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
1	22;23;29;31;32;46	12	31;32;22;47;49	7	-0.5546	0.999995	0.005	0.233	0.746	0.512	0.406	314.000
2	22;23;29;31;32;43	12	31;32;22;47;49	6	-0.5727	0.999921	0.079	0.120	0.579	0.459	0.356	337.000
3	22;23;31;32;43;45	12	31;32;22;47;49	7	-0.5634	0.999933	0.067	0.105	0.620	0.515	0.326	356.000
4	22;23;29;31;32;45	12	31;32;22;47;49	6	-0.5452	1.000030	0.030	0.210	0.734	0.524	0.408	453.000
5	23;29;31;32;33;46	12	31;32;23;47;49	7	-0.5870	0.999926	0.074	0.206	0.732	0.525	0.399	555.000
6	22;23;31;32;45;46	12	31;32;22;47;49	7	-0.5489	1.000043	0.043	0.183	0.793	0.610	0.375	659.000
7	23;29;31;32;45;46	12	31;32;23;47;49	7	-0.5713	0.999884	0.116	0.206	0.771	0.565	0.382	735.000
8	22;23;31;32;33;46	12	31;32;22;47;49	7	-0.5589	0.999954	0.046	0.238	0.741	0.504	0.427	801.000
9	22;23;29;31;32;45	12	31;32;22;46;49	7	-0.5460	0.999859	0.141	0.214	0.731	0.516	0.400	807.000

Figura 441 - La tabella delle rototraslazioni ordinata per *Rango*, la prima riga presenta il valore minimo di 314.

Ora clicchiamo sulla cella *Punti inq.* della prima riga, selezioniamo l'intero contenuto (in Figura 441 la colonna è troncata ma ovviamente entrando nella cella è possibile selezionare l'intera stringa) e premiamo da tastiera *Ctrl + C* per copiarlo nella memoria di Windows. La sequenza dei punti di inquadramento di questa rototraslazione è questa:

22; 23; 29; 31; 32; 46; 47; 49; 50; 52; 54; 58

Con riferimento alla Figura 442, procediamo ora con i seguenti passaggi:

- o Torniamo a ordinare la tabella per variazione di scala.
- o Premiamo il tasto *F3* da tastiera per attivare la ricerca per stringa.
- o Si apre la finestra di ricerca nella quale inseriamo, nella cella *Cerca*, la sequenza dei punti di inquadramento di cui sopra (avendola memorizzata negli appunti di Windows ci basta premere *Ctrl + V* da tastiera per incollarla nella cella). Fatto ciò, clicchiamo su *Trova successivo*.
- o La rototraslazione cercata (quella con *Rango* minimo 314) ci appare sulla prima riga in alto, la quale riporta come numero progressivo di riga (colonna a sinistra) il 20.
- o Ciò significa che, nella classifica della variazione di scala, la rototraslazione considerata è in ventesima posizione.

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
1	22,23;31,32;38,42	14	31,32;22,47,49	7	-0.5311	1.000000	0.000	0.032	0.980	0.948	0.468	15615.000
2	22,23;29;31,32;38	12	31,32;22,47,49	6	-0.5743	1.000000	0.000	0.077	1.037	0.961	0.387	14612.000
3	22,32;33,38;43,45	12	32,54,49,47,22	5	-0.5255	1.000000	0.000	0.116	1.085	0.969	0.515	21767.000
4	22,31;33;38,42,43	12	31,54,49,47,22	5	-0.5613	1.000001	0.001	0.031	0.988	0.956	0.479	17050.000
5	22,23;31,32;38,42	14	31,32;22,47,49	7	-0.5309	1.000001	0.001	0.044	0.954	0.910	0.452	11785.000
6	Trova					0.999999	0.001	0.035	1.430	1.394	0.577	47592.000
7	22					1.000002	0.002	0.057	0.938	0.881	0.368	8293.000
8	22					1.000003	0.003	0.185	0.781	0.596	0.436	1102.000
9	23					1.000003	0.003	0.165	0.974	0.810	0.552	16136.000
10	22					1.000003	0.003	0.166	1.132	0.967	0.459	16666.000
11	22					0.999997	0.003	0.036	0.943	0.907	0.506	15656.000
12	22					0.999996	0.004	0.066	0.938	0.872	0.474	10158.000
13	22					1.000004	0.004	0.041	0.996	0.955	0.454	15442.000
14	22					1.000004	0.004	0.082	1.055	0.973	0.437	16324.000
15	22					1.000004	0.004	0.063	1.438	1.375	0.556	43962.000
16	22,23;32;33;38;42	12	32,54,49,47,22	5	-0.5577	0.999996	0.004	0.089	1.033	0.944	0.526	21179.000

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
20	22,23;29;31,32,46	12	31,32;22,47,49	7	-0.5546	0.999995	0.005	0.233	0.746	0.512	0.406	314.000
21	22,23;31,37;38,42	12	31,37,50,49,47	6	-0.5648	1.000005	0.005	0.039	1.363	1.324	0.587	49128.000
22	22,23;32;38;42,43	12	32,58;54,49,47	6	-0.5509	0.999994	0.006	0.040	0.878	0.838	0.444	6506.000
23	22,31,32;38;42,45	13	31,32;22,47,49	7	-0.5134	0.999994	0.006	0.069	0.964	0.895	0.511	15411.000
24	22,23;31,33;38,42	13	31,54,49,47,22	5	-0.5387	0.999994	0.006	0.090	1.054	0.964	0.506	20310.000
25	23;29;32;38;42,43	12	32,54,49,47,23	5	-0.5300	1.000006	0.006	0.173	1.007	0.834	0.566	19751.000
26	22,23;31,32;38,43	12	31,32;22,47,49	6	-0.5503	1.000006	0.006	0.064	1.024	0.960	0.459	16159.000
27	22,23;31,32;38,42	12	31,32;22,47,49	6	-0.5592	0.999993	0.007	0.111	1.073	0.962	0.480	17575.000
28	22,23;32,42;45,46	12	32,58;54,49,47	6	-0.5347	0.999993	0.007	0.095	1.031	0.937	0.422	13032.000

Figura 442 - La ricerca della rototraslazione con rango migliore, nella tabella ordinata per variazione di scala, rileva che tale rototraslazione è in posizione 20 di questa classifica.

Attiviamo ora la ricerca della stessa rototraslazione (quella con *Rango* minimo 314) nella tabella dopo averla ordinata prima per *Delta* e poi per *Vettore*. Queste due ricerche, illustrate in Figura 443, danno come risultato che la rototraslazione cercata si trova:

- o in pozione 86 nella classifica per *Delta*;
- o in pozione 208 nella classifica per *Vettore*.

Sommiamo ora le tre posizioni di classifica trovate:

$$20 + 86 + 208 = 314$$

Questo è il significato del *Rango*, vale a dire l'indice dato dalla somma delle tre posizioni di classifica relative ai tre parametri considerati. Naturalmente, se nella finestra del calcolo combinatorio invece di aver inserito il peso per tutti e tre, lo avessimo inserito solo per due, il *Rango* verrebbe calcolato solo su quelle due classifiche.

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
1	22:23					0,999701	0,299	0,254	0,656	0,402	0,433	2079,000
2	22:23					0,999773	0,227	0,260	0,666	0,405	0,451	2211,000
3	22:23					0,999743	0,257	0,275	0,680	0,405	0,422	1575,000
4	22:23					0,999724	0,276	0,255	0,665	0,410	0,456	2741,000
5	22:23					0,999554	0,446	0,248	0,661	0,413	0,407	2823,000
6	22:23					0,999801	0,199	0,145	0,561	0,416	0,339	840,000
7	22:23					0,00010	0,010	0,255	0,676	0,420	0,451	1291,000
8	22:23					0,999548	0,452	0,242	0,662	0,421	0,420	3064,000
9	22:23					0,999600	0,400	0,309	0,731	0,422	0,492	6187,000
10	22:23					0,999870	0,130	0,248	0,675	0,427	0,440	1361,000
11	22:23					0,999597	0,403	0,234	0,664	0,430	0,419	2581,000

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
86	22:23:29:31:32:46	12	31:32:22:47:49	7	-0,5546	0,999995	0,005	0,233	0,746	0,512	0,406	314,000
87	22:23:29:31:33:43	12	31:54:49:47:22	5	-0,5690	0,999540	0,460	0,168	0,680	0,512	0,400	3010,000
88	22:23:29:31:32:33	13	31:32:22:47:49	7	-0,5736	0,999584	0,416	0,123	0,636	0,513	0,374	2444,000
89	23:29:32:33:45:46	12	32:58:54:49:47	6	-0,5779	0,999616	0,384	0,202	0,717	0,515	0,403	2334,000
90	22:23:29:31:32:43	13	31:32:22:47:49	7	-0,5684	0,999664	0,336	0,113	0,628	0,515	0,359	1810,000
91	22:23:31:32:43:45	12	31:32:22:47:49	7	-0,5634	0,999933	0,067	0,105	0,620	0,515	0,326	356,000
92	22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:47:49	6	-0,5863	0,999443	0,557	0,131	0,646	0,515	0,412	4271,000
93	22:23:29:31:32:45	12	31:32:22:46:49	7	-0,5460	0,999859	0,141	0,214	0,731	0,516	0,400	807,000
94	22:23:32:33:45:46	12	32:58:54:49:47	6	-0,5537	0,999775	0,225	0,216	0,733	0,516	0,419	1431,000
95	29:31:32:33:37:38	12	31:37:58:52:47	8	-0,5813	0,997787	2,213	0,369	0,886	0,518	0,618	53904,000

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
1	22					0,999933	0,067	0,105	0,620	0,515	0,326	356,000
2	22					0,999801	0,199	0,145	0,561	0,416	0,339	840,000
3	22					0,999462	0,538	0,104	0,537	0,433	0,339	3668,000
4	22					0,999656	0,344	0,137	0,607	0,470	0,351	1795,000
5	22					0,999416	0,584	0,074	0,652	0,579	0,354	4597,000
6	23					0,999621	0,379	0,106	0,572	0,466	0,354	2054,000
7	22					0,999564	0,436	0,079	0,681	0,602	0,355	2923,000
8	22					0,999921	0,079	0,120	0,579	0,459	0,356	337,000
9	23					0,999667	0,333	0,156	0,612	0,456	0,356	1712,000
10	22					1,000119	0,119	0,057	0,988	0,931	0,357	12608,000
11	22					1,000533	0,533	0,012	0,937	0,925	0,358	15243,000

	Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
208	22:23:29:31:32:46	12	31:32:22:47:49	7	-0,5546	0,999995	0,005	0,233	0,746	0,512	0,406	314,000
209	22:23:29:31:42:43	12	31:58:54:49:47	6	-0,5682	0,999510	0,490	0,122	0,974	0,852	0,407	9596,000
210	22:23:29:33:45:46	12	33:58:54:49:47	7	-0,5524	0,999554	0,446	0,248	0,661	0,413	0,407	2823,000
211	22:23:31:38:42:45	12	31:58:54:49:47	6	-0,5464	1,000236	0,236	0,058	0,910	0,851	0,407	7483,000
212	23:29:31:43:45:46	12	31:58:54:49:47	6	-0,5551	0,999619	0,381	0,188	0,756	0,568	0,407	2479,000
213	22:23:29:31:32:38	14	31:32:22:47:49	7	-0,5635	0,999646	0,354	0,082	1,011	0,928	0,407	13953,000
214	22:23:31:32:33:43	12	31:32:22:47:54	6	-0,5539	0,999346	0,654	0,019	0,883	0,864	0,407	12688,000
215	22:23:29:31:32:33	13	31:32:22:47:49	6	-0,5793	0,999542	0,453	0,148	0,673	0,525	0,407	3064,000
216	22:23:29:31:32:33	12	31:32:22:47:54	6	-0,5546	0,999445	0,555	0,093	0,804	0,711	0,407	5480,000
217	22:23:31:38:43:45	12	31:58:54:49:47	6	-0,5175	0,999887	0,113	0,030	0,973	0,943	0,407	13787,000

Figura 443 - In alto (le due tabelle sopra): la ricerca della rototraslazione con rango migliore nella tabella ordinata per Delta, rileva che tale rototraslazione è in posizione 86 di questa classifica. In basso (le due tabelle sotto): la stessa ricerca nella tabella ordinata per Vettore la trova in posizione 208.

Punto	E ril.	N ril.	P.	R.	E mappa	E scal.	Sc. E	E rot.	N mappa	N scal.	Sc. N	N rot.	Vett.	C.
22	107.654	122.229	0.08	A31	-55134.055	0.000	0.000	0.000	-11193.768	0.000	0.000	0.000	0.000	
23	101.800	121.199	0.09	A31	-55139.654	0.000	0.000	0.000	-11194.786	0.000	0.000	0.000	0.000	
29	-74.069	205.670	0.05	B30	-55314.664	0.000	0.000	0.000	-11109.564	0.000	0.000	0.000	0.000	
31	-94.201	242.753	0.02	C30	-55334.283	0.000	0.000	0.000	-11071.518	0.000	0.000	0.000	0.000	
32	-88.965	248.839	0.02	C30	-55328.943	0.000	0.000	0.000	-11065.311	0.000	0.000	0.000	0.000	
33	-92.035	213.673	0.04	D30	-55332.173	0.000	0.000	0.000	-11101.404	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
37	-264.237	-10.364	0.03	E30	-55505.680	0.000	0.000	0.000	-11322.437	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
38	-40.951	0.331	0.19	F31	-55283.786	0.000	0.000	0.000	-11313.498	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
42	-33.981	-31.148	0.12	G31	-55277.327	0.000	0.000	0.000	-11345.152	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
43	-20.740	-29.114	0.13	G31	-55264.002	0.000	0.000	0.000	-11343.768	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
45	22.995	-193.201	0.08	H31	-55221.249	0.000	0.000	0.000	-11508.502	0.000	0.000	0.000	0.000	SC
46	20.383	-204.224	0.02	J30	-55223.915	0.000	0.000	0.000	-11520.197	0.000	0.000	0.000	0.000	
47	18.978	-211.805	0.02	J30	-55225.810	0.000	0.000	0.000	-11527.189	0.000	0.000	0.000	0.000	
49	13.823	-224.361	0.01	K10	-55230.892	0.000	0.000	0.000	-11540.027	0.000	0.000	0.000	0.000	
50	-209.620	-56.499	0.04	L30	-55452.377	0.000	0.000	0.000	-11370.730	0.000	0.000	0.000	0.000	
52	-228.312	-50.935	0.02	M30	-55471.483	0.000	0.000	0.000	-11364.345	0.000	0.000	0.000	0.000	
54	-242.662	-45.052	0.02	M30	-55485.697	0.000	0.000	0.000	-11358.018	0.000	0.000	0.000	0.000	
58	-268.464	-18.635	0.10	N90	-55510.930	0.000	0.000	0.000	-11331.470	0.000	0.000	0.000	0.000	
400	0.000	0.000	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC
0156	2185.468	202.178	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC
100	109.778	126.207	1.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NC

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22:23:29:31:32:46:47	12	31:32:22:47:49	7	-0.5546	0.999995	0.005	0.233	0.746	0.512	0.406	406.667
22:23:29:31:32:43:45	12	31:32:22:47:49	6	-0.5727	0.999921	0.079	0.120	0.579	0.459	0.356	464.667
22:23:29:31:32:46:47	12	31:32:23:47:49	7	-0.5713	0.999884	0.116	0.206	0.771	0.565	0.382	1110.000

Figura 445 - Stabilita la rototraslazione migliore, questa può essere direttamente impostata nella tabella iniziale della rototraslazione nella quale vengono esclusi (codice SC) i punti di inquadramento che non ne fanno parte.

Infatti, una volta fatto ciò, se apriamo la finestra di calcolo dalla tabella della rototraslazione (dall'icona *Calcola* nella barra degli strumenti in alto) e da questa lanciamo il calcolo (bottone *Calcola*), otteniamo esattamente gli stessi risultati già calcolati dal calcolo combinatorio, il tutto come mostrato in Figura 446.

Il criterio del *Rango* per trovare in breve tempo la miglior rototraslazione è sicuramente efficace, in particolare per i tecnici con minor esperienza in materia. Quelli più esperti, invece, possono trovare più idonea una selezione in cui sono loro stessi a fissare i “paletti” entro cui restare, cioè i valori massimi di uno o più dei tre parametri salienti. Geocat permette di ottenere questo risultato in maniera molto semplice. Vediamo come farlo nell'esempio che stiamo trattando.

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22;23;29;31;32;46;47	12	31;32;22;47;49	7	-0.5546	0.999995	0.005	0.233	0.746	0.512	0.406	406.667
22;23;29;31;32;43;45	12	31;32;22;47;49	6	-0.5727	0.999921	0.079	0.120	0.579	0.459	0.356	464.667
22;23;31;32;43;45;46	12	31;32;22;47;49	7	-0.5634	0.999933	0.067	0.105	0.620	0.515	0.326	535.000
22;23;29;31;32;45;46	12	31;32;22;47;49	6	-0.5452	1.000030	0.030	0.210	0.734	0.524	0.408	605.000
23;29;31;32;33;46;47	12	31;32;23;47;49	7	-0.5870	0.999926	0.074	0.206	0.732	0.525	0.399	769.333
22;23;31;32;33;46;47	12	31;32;22;47;49	7	-0.5589	0.999954	0.046	0.238	0.741	0.504	0.427	933.667

Rototraslazione CALC_COMBIN.DB

Applica la variazione di scala alla mappa
 a tutti i punti del confine
 solo al baricentro del confine (rigido)

Aggiorna il rilievo con le coordinate rototraslate delle stazioni

Calcolo dei pesi (Tari) Apri tabella vettori di scarto

Evidenzia scarti fuori tolleranza
 Componenti Est-Nord Vettore di scarto Evidenzia i punti il cui scarto supera m:

Punti di inquadramento:

Poligono di inquadramento:

Punto	Scarto E	Scarto N	Vettore
1 22	0.260	-0.297	0.395
2 23	-0.004	-0.258	0.258
3 29	-0.220	0.419	0.473
4 31	-0.308	-0.270	0.410
5 32	-0.360	-0.437	0.566
6 46	0.009	0.453	0.453
7 47	0.432	-0.124	0.450
8 49	0.250	0.204	0.323
9 50	-0.235	0.708	0.746
10 52	0.228	0.050	0.233
11 54	0.144	-0.269	0.305
12 58	-0.194	-0.177	0.266
13 Somme	0.000	0.000	0.406

Rotazione:

Variazione di scala:

Adattamento massimo 104:

Vettore medio di scarto:

Correzione d'orientamento:

Figura 446 - Il calcolo della rototraslazione selezionata dal calcolo combinatorio: i risultati coincidono.

Per maggior semplicità, torniamo alla tabella delle combinazioni ottenuta impostando a 1.00 il peso di tutti e tre i parametri (variazione di scala, vettore medio di scarto e delta scarti min/max) e analizziamo i risultati trovati dal calcolo combinatorio per ciascuno di essi, riportati nel riquadro in basso a destra della finestra, riprodotto in Figura 447. Come possiamo notare, i valori minimo e massimo dei tre fattori sono estremamente variabili: la variazione di scala va dallo zero assoluto a ben 3.425 m/km; il vettore medio di scarto da 0.326 a 0.818 e il delta scarti min/max da 0.402 a 1.557.

Risultati	Peso	Minimo	Imposto	Massimo	Imposto
Variazione di scala m/km	1.00	0.000	0.000	3.425	0.400
Vettore medio di scarto	1.00	0.326	0.326	0.818	0.500
Delta scarto min/max	1.00	0.402	0.402	1.557	0.500

Ordina in funzione dei pesi

Trova le combinazioni entro i valori imposti

Figura 447 - *I tecnici più esperti possono anche impostare i valori massimi ritenuti congrui per i tre parametri (variazione di scala, vettore medio e delta scarti min/max) e ottenere le rototraslazioni che vi rientrano per poi selezionare tra queste quella ritenuta più idonea. In questo modo la soluzione risponde ad una scelta individuale basata sulla propria sensibilità e può quindi essere maggiormente sostenuta negli elaborati da produrre.*

È evidente che questi divari così ampi, in presenza di un numero così elevato di combinazioni, permettono di filtrare le rototraslazioni imponendo un valore massimo ritenuto soddisfacente per ciascuno dei parametri. Per fare questo è sufficiente inserire tali valori massimi nelle celle più a destra. Quelle dei valori minimi sono infatti già compilate dal programma, perché evidentemente non ha senso imporre un valore minimo più alto di quello trovato per tutte le combinazioni. Nel nostro esempio inseriamo i valori massimi di Figura 447, vale a dire:

- variazione di scala = 0.400;
- vettore medio di scarto = 0.500;
- delta scarti min/max = 0.500.

Dopodiché clicchiamo il bottone *Trova le combinazioni entro i valori imposti*. Geocat esegue la ricerca all'interno di tutta la tabella delle combinazioni selezionando soltanto quelle che rispettano i valori massimi imposti e, se ne trova, apre una nuova tabella con tali rototraslazioni, come mostrato in Figura 448. Nella barra del titolo di questa nuova tabella viene anche indicato il numero delle nuove rototraslazioni trovate, nel nostro caso 32. Su questa tabella sono attive tutte le funzionalità già viste per la tabella complessiva delle combinazioni. Anche in questa è quindi possibile ordinare le righe per i vari parametri o per *Rango* fino a individuare la soluzione desiderata. Ma è anche possibile affinare la ricerca, tornando a lanciarla dopo aver diminuito i valori massimi imposti.

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5578	0.999649	0.351	0.288	0.733	0.445	0.490	5581.000
22.23;29.31.32.33	13	31.32;22.47.49	6	-0.5602	0.999663	0.337	0.274	0.762	0.489	0.473	4183.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5475	0.999724	0.276	0.255	0.665	0.410	0.456	2741.000
22.23;29.31.32.33	13	31.32;22.47.49	6	-0.5527	0.999762	0.238	0.234	0.707	0.472	0.441	1980.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5523	0.999667	0.333	0.219	0.705	0.487	0.457	3255.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5718	0.999702	0.298	0.178	0.660	0.482	0.391	1558.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.46.49	6	-0.5433	0.999773	0.227	0.260	0.666	0.405	0.451	2211.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.46.49	7	-0.5505	0.999627	0.373	0.229	0.681	0.452	0.437	2769.000
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5521	1.000010	0.010	0.255	0.676	0.420	0.451	1291.000
22.23;29.31.32.33	13	31.32;22.47.49	7	-0.5621	0.999807	0.193	0.224	0.722	0.497	0.432	1501.000

Figura 448 - Con i valori massimi impostati sono state selezionate 32 rototraslazioni.

Ad esempio, torniamo nella finestra del calcolo combinatorio e modifichiamo le celle dei parametri massimi imposti con i valori di seguito elencati (diminuito sia la variazione di scala che il vettore medio di scarto, lasciato invece inalterato il delta scarti min/max):

- variazione di scala = 0.300;
- vettore medio di scarto = 0.400;
- delta scarti min/max = 0.500.

Riclicchiamo il bottone *Trova le combinazioni entro i valori imposti* ottenendo la tabella delle sole tre rototraslazioni selezionate, mostrata in Figura 449. Da questa nuova selezione diventa quindi estremamente facile individuare la soluzione ottimale, nel nostro caso la seconda delle tre avente *Rango* più basso. Fatto ciò, come abbiamo già visto in precedenza, possiamo impostare i punti di inquadramento di questa combinazione nella tabella della rototraslazione e procedere con le successive elaborazioni.

Punti inq.	Ni	Poligono inq.	Np	Rotaz.	V. Scala	m_km	V. min.	V. max.	Delta	Vettore	Rango
22.23;29.31.32.33	12	31.32;22.47.49	6	-0.5718	0.999702	0.298	0.178	0.660	0.482	0.391	1558.000
22.23;29.31.32.43	12	31.32;22.47.49	6	-0.5727	0.999921	0.079	0.120	0.579	0.459	0.356	337.000
22.23;29.31.32.45	12	31.32;22.47.49	7	-0.5677	0.999801	0.199	0.145	0.561	0.416	0.339	840.000

Operazioni sulle combinazioni della rototraslazione

Mostra il calcolo del rango di questa rototraslazione

Imposta questi punti di inquadramento nella tabella della rototraslazione

Figura 449 - La ricerca più affinata trova soltanto tre combinazioni, dalle quali diventa facile individuare quella ottimale.

Conclusioni concettuali

Sono sincero, prima di aver implementato e sperimentato il calcolo combinatorio sui punti di inquadramento, non avrei mai nemmeno lontanamente immaginato che la semplice selezione di alcuni punti a discapito di altri potesse dare risultati così variabili. Pur avendo intuito la fallacità della selezione manuale, pensavo che comunque, dopo aver escluso in sequenza i punti con scarto eccessivo, anche senza rimetterli di volta in volta in pista, i risultati non si sarebbero discostati di molto dall'ipotetica soluzione ottimale. Nelle mie intenzioni iniziali lo scopo del calcolo combinatorio consisteva pertanto nella semplice utilità di far risparmiare tempo al tecnico il quale, anziché dover procedere a più tentativi manuali per giungere alla soluzione più idonea, ci sarebbe arrivato velocemente e senza possibilità di sbagliarsi. Per questo motivo per me i risultati ottenuti da lavori come quello presentato sopra sono stati un'autentica sorpresa. Mai mi sarei mai aspettato una così grande variabilità a seconda dei punti di inquadramento selezionati. Torniamo a considerare quelli del lavoro appena trattato, riportati in Tabella 20.

Tabella 20 – *La variabilità di risultati emersa dal calcolo combinatorio applicato ai punti di inquadramento dell'esempio trattato.*

Parametro	Minimo	Massimo
Variazione di scala (m/km)	0.000	3.425
Vettore medio di scarto (m)	0.326	0.818
Delta scarto min/max (m)	0.402	1.557

Chi mai avrebbe pensato che, a parità di punti di inquadramento, ce ne fossero alcuni (sempre oltre il numero minimo imposto) che dessero una variazione di scala addirittura nulla ed altri invece di ben 3.40 metri? Anche il divario sul vettore medio di scarto è significativo: un conto è produrre una relazione in cui si dimostra che lo scarto medio è di 32 cm, un altro conto è dire che è di 82 cm. Stesso discorso per il delta tra lo scarto minimo e quello massimo: a parità di scarto medio, un conto è avere una differenza di 40 cm tra il punto con scarto peggiore e quello con scarto migliore, un conto è avere una differenza di 1.55 metri. Nel primo caso significa avere comunque tutti scarti entro valori accettabili, nel secondo significa che a fronte di scarti molto buoni ce ne sono altri di pessimi. Credo quindi che, unitamente alla diligenza del tecnico nell'abbondare nella ricerca di punti di inquadramento, il calcolo combinatorio si sia rivelato una prestazione di estrema importanza per la sicurezza che garantisce nella ricostruzione di un confine cartografico.