



1.0	Premessa	pag.	1
2.0	Installazione e disinstallazione del software.....	pag.	3
3.0	Uso della funzionalità “Conversione Sistemi”.....	pag.	4
3.1	Sistemi Geodetici e Sistemi Cartografici considerati	pag.	4
3.2	Forme di cessione della griglia.....	pag.	6
3.3	Input e Output dei dati da tastiera.....	pag.	9
3.4	Input e Output dei dati da file.....	pag.	9
4.0	Uso della funzionalità “Rototraslazioni Spaziali”.....	pag.	13
4.1	Calcolo parametri spaziali.....	pag.	14
4.1.1	File dei dati.....	pag.	17
4.1.2	File di report.....	pag.	19
4.1.3	File dei parametri.....	pag.	20
4.2	Applicazione parametri spaziali.....	pag.	21
4.2.1	File dei dati.....	pag.	23
4.2.2	File dei risultati.....	pag.	24
5.0	Uso della funzionalità “Rototraslazioni Piane”.....	pag.	25
5.1	Calcolo parametri piani.....	pag.	25
5.1.1	File dei dati.....	pag.	27
5.1.2	File di report.....	pag.	28
5.1.3	File dei parametri.....	pag.	30
5.2	Applicazione parametri piani.....	pag.	30
5.2.1	File dei dati.....	pag.	32
5.2.2	File dei risultati.....	pag.	33
6.0	Precisioni.....	pag.	34

1.0 Premessa

Il software Verto3k è un’evoluzione di Verto3, al quale è stata aggiunta la moderna realizzazione del Sistema di Riferimento Globale ETRS89 nominata ETRF2000(2008.0). Nelle precedenti versioni il Sistema di Riferimento globale era presente nella realizzazione ETRF89, indicata, non del tutto propriamente, con l’acronimo “WGS84”. Tale dicitura era stata scelta per indicare il Sistema Globale, perché più comune; d’altra parte non erano possibili errori: l’unica realizzazione del Sistema Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, era espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89. Nella presente versione l’introduzione di un’altra realizzazione obbliga ad indicare ciascuna col proprio nome specifico: ETRF89 per quella precedente (fino ad oggi chiamata WGS84), e ETRF2000 per quella nuova.

Verto3k consente dunque la conversione di coordinate fra i Sistemi Geodetici di Riferimento più comunemente utilizzati oggi in Italia (ROMA40, ED50, ETRF89 ed ETRF2000) in tutte le possibili combinazioni. Oltre alle coordinate geografiche il programma consente di trattare anche coordinate piane appartenenti ai Sistemi Cartografici normalmente associati ai Sistemi Geodetici suddetti: **Gauss-Boaga** per ROMA40, **UTM** per ED50, e **UTM** e **Fuso Italia** per le realizzazioni del Sistema Globale.

Nel programma, con la stessa logica degli altri Verto, sono memorizzati solo gli algoritmi necessari ad eseguire le trasformazioni ma non i dati, che devono essere acquistati separatamente, come sarà chiarito meglio nel seguito, nella forma di porzioni di grigliato memorizzate in file esclusivamente del tipo **“*.gk?”**.

Verto3k permette inoltre, disponendo di un appropriato numero di punti noti in due differenti sistemi di riferimento, la determinazione delle relazioni geometriche intercorrenti fra i due sistemi, nella forma di parametri di rototraslazioni sia spaziali che piani. Sono disponibili anche funzionalità che consentono l'applicazione dei parametri suddetti.

Nella funzionalità “Conversione Sistemi” (identica a Verto2k), e più precisamente nei passaggi fra geografiche e piane, è stata aggiunta la possibilità di proiettare un punto in un fuso diverso da quello di appartenenza. Nella stessa funzionalità è stato inoltre eliminato, limitatamente alle conversioni all'interno dello stesso Sistema di Riferimento, il vincolo di operare all'interno della griglia selezionata. Con Verto3k è quindi possibile, anche senza disporre dei file **“*.gk?”**, la trasformazione fra coordinate geografiche e coordinate piane dello stesso Sistema su tutto il territorio nazionale. Infine alle realizzazioni del Sistema Globale è stato associato, in aggiunta all'UTM, il **“Fuso Italia”**, un nuovo Sistema Cartografico recentemente introdotto al fine di ottenere la proiezione di tutto il territorio nazionale su un unico piano senza soluzioni di continuità (vedi: Uso della funzionalità “Conversione Sistemi”).

Per quanto riguarda la componente altimetrica Verto3k permette (come gli altri Verto) la trasformazione di quote ellissoidiche, riferite all'ellissoide geocentrico GRS80, in quote geoidiche (sul livello del mare), relative ai riferimenti altimetrici nazionali, e viceversa.

All'avvio il programma mostra un form iniziale con un menu che consente la selezione delle funzionalità implementate i cui titoli, sotto riportati, sono sufficientemente autoesplicativi:

- **Generale**
 - **Informazioni su ...**
 - **Esci**
- **Conversione Sistemi** (identico a Verto2k)
- **Rototraslazioni Spaziali**
 - **Calcolo parametri spaziali**
 - **Applicazione parametri spaziali**
- **Rototraslazioni Piane**
 - **Calcolo parametri piani**
 - **Applicazione parametri piani**
- **Esci**



2.0 Installazione e disinstallazione del software

Per installare l'eseguibile è sufficiente lanciare il file "**Setup_Verto3k.exe**", presente sul CD o scaricato via internet dal sito dell'IGM (www.igmi.org). L'installazione crea automaticamente nella cartella "**Programmi**" una sottocartella "**Verto3k**", nella quale memorizza l'eseguibile **Verto3k.exe** ed una copia dei file *.dll prelevati dal sistema su cui è stata eseguita la compilazione. Nel menù "**Start/Avvio**" il collegamento all'eseguibile **Verto3k.exe** verrà posto nel gruppo "**IGM**"; se tale gruppo non esiste verrà automaticamente creato dalla procedura di installazione.

Il programma è protetto dall'uso illegale e necessita per il suo funzionamento di una chiave hardware connessa al sistema tramite una porta USB. I driver necessari al funzionamento della chiave sono nella cartella "**Driver_Key**" presente sul CD o sul sito www.igmi.org. Dopo aver installato il programma è necessario inserire la chiave hardware in una porta USB; il sistema ne rileverà automaticamente la presenza e richiederà l'indicazione dei driver da utilizzare. E' sufficiente indicare al sistema la posizione dei driver presenti sul "**CD-Rom**" nella cartella "**Driver_Key**" o scaricati da internet insieme all'eseguibile.

La procedura di disinstallazione può essere avviata da "**Pannello di controllo**" per mezzo della funzione "**Installazione applicazioni**".

3.0 Uso della funzionalità “Conversione Sistemi”

La funzionalità “Conversione Sistemi” consente la trasformazione fra Sistemi di Riferimento della posizione di punti espressi sia in coordinate geografiche che coordinate piane. Il passaggio da geografiche a piane è possibile sia all'interno dello stesso sistema che fra Sistemi Geodetici diversi.

Condizione essenziale per i passaggi fra Sistemi diversi è la possibilità di disporre dei file “*.gk?” (le versioni attualmente in commercio sono “*.gk1” e “*.gk2”). E' possibile selezionare uno di tali file, quello con il quale si vuole operare, scegliendolo nella “*list box*” presente nella parte superiore della cornice “**Zona di lavoro**”. Nella parte centrale della stessa cornice verrà mostrata la zona nella quale il file selezionato consente di operare. I limiti approssimativi di tale zona sono espressi in coordinate geografiche, con le longitudini riferite sia a Greenwich che a Roma, o in coordinate piane, secondo il tipo di coordinate selezionato in input. Nella parte bassa della cornice vengono mostrate le epoche di riferimento delle griglie che il file selezionato consente di utilizzare.

Le trasformazioni all'interno dello stesso Sistema di Riferimento sono invece possibili su tutto il territorio nazionale senza l'ausilio dei file *.gk? contenenti le porzioni di grigliato. E' possibile operare nella zona compresa fra i paralleli 34° e 49° latitudine Nord, e fra i meridiani 5° e 20° longitudine Est da Greenwich.

3.1 Sistemi Geodetici e Sistemi Cartografici considerati

Nella parte in alto a sinistra del form è possibile selezionare, sia per l'input che per l'output, il Sistema di Riferimento Geodetico ed il tipo di coordinate: geografiche o piane. In caso di coordinate piane è possibile selezionare il Sistema Cartografico.

Il programma considera i 4 sistemi: ROMA40, ED50, ETRF89 ed ETRF2000, e per ciascuno di questi i Sistemi Cartografici di seguito descritti.

- **ROMA40** è il sistema geodetico nazionale storico ancora in uso; esso adotta l'ellissoide di Hayford, i cui parametri sono:

$$a = 6378388 \text{ m}, \quad f = 1/297.$$

L'orientamento dell'ellissoide è sulla verticale di Roma M. Mario, definizione astronomica 1940:

$$\varphi = 41^{\circ}55' 25.51'' \quad \lambda = 0^{\circ}(12^{\circ}27' 08.4'' \text{ Est da Greenwich}),$$

azimut su M. Soratte: $\alpha = 6^{\circ}35' 00.88''$.

Il programma associa al sistema **ROMA40** le quote geoidiche, riferite cioè al livello medio del mare. Per l'Italia continentale il riferimento altimetrico è il mareografo di Genova, per la Sicilia e la Sardegna rispettivamente i mareografi di Catania e di Cagliari.

Al Sistema **ROMA40** è associato il Sistema Cartografico **Gauss-Boaga** che utilizza la rappresentazione conforme di Gauss adattandola al territorio nazionale tramite 2 fusi di 6°, **Ovest** ed **Est**, con le caratteristiche di seguito descritte.

<i>Fuso Gauss Boaga</i>	<i>Longitudine del meridiano centrale da Greenwich</i>	<i>Longitudine del meridiano centrale da Roma</i>	<i>Falsa origine del meridiano centrale</i>	<i>Fattore di scala sul meridiano centrale</i>
Ovest	9°	-3°27' 08,400"	1 500 000	0.9996
Est	15°	2°32' 51,600"	2 520 000	0.9996

In tale Sistema è stata realizzata la cartografia nazionale storica: la Carta d'Italia alla scala 1:100.000 ed il suo sottomultiplo al 25.000 (tavole). Anche gran parte della Carta Tecnica Regionale di recente realizzazione alle scale 1:5.000 e 1:10.000 (in formato numerico) è realizzata in Gauss-Boaga, pur avendo il taglio relativo al Sistema ED50.

- **ED50** (European Datum 1950) è il sistema europeo adottato anche in Italia a partire dagli anni '50, essenzialmente per scopi cartografici. Anch'esso adotta l'ellissoide di Hayford ma con orientamento medio europeo. In questo sistema Roma M. Mario assume le coordinate:

$$\varphi = 41^{\circ}55' 31.487'' \quad \lambda = 12^{\circ}27' 10.93''.$$

Il programma associa al sistema **ED50** le quote geoidiche con le stesse caratteristiche di ROMA40.

Al Sistema **ED50** è associato il Sistema Cartografico **UTM** progettato, come noto, per cartografare tutta la Terra tramite la rappresentazione conforme di Gauss. Il sistema UTM considera quindi 60 fusi di 6° numerati da Ovest verso Est a partire dall'antimeridiano di Greenwich; l'Italia ricade in 3 fusi, **32**, **33** e **34**, che hanno le seguenti caratteristiche:

<i>Fuso UTM</i>	<i>Longitudine del meridiano centrale da Greenwich</i>	<i>Falsa origine del meridiano centrale</i>	<i>Fattore di scala sul meridiano centrale</i>
32	9°	500 000	0.9996
33	15°	500 000	0.9996
34	21°	500 000	0.9996

In tale Sistema è realizzata la nuova Carta d'Italia alla scala 1:50.000 ed il suo sottomultiplo, il nuovo 25.000.

- **ETRF89** ed **ETRF2000** (European Terrestrial Reference Frame) sono due realizzazioni del Sistema Globale Geocentrico adottato in Europa al quale è associato l'ellissoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980), sempre geocentrico, caratterizzato dai seguenti parametri:

$$a = 6378137 \text{ m}, \quad f = 1/298,257222101.$$

Il programma associa agli **ETRF** le quote ellissoidiche riferite all'ellissoide GRS80, ed il Sistema Cartografico **UTM** con le stesse caratteristiche sopra descritte.

Ai Sistemi ETRF è stato inoltre associato il "**Fuso Italia**", sistema cartografico recentemente introdotto al fine di proiettare tutta l'Italia su un unico piano cartografico senza soluzioni di continuità. Tale sistema, studiato per ridurre al minimo le deformazioni su zone ampie, risulta particolarmente adatto per la georeferenziazione di sistemi informativi che riguardano l'intero territorio nazionale.¹

¹ Per una trattazione esaustiva del Fuso Italia:

V. Cima, R. Maseroli, L. Surace - "Il processo di georeferenziazione dal Telerilevamento ai GIS" – Atti della 7^a conferenza nazionale ASITA – Verona, 28-31 ottobre 2003.

L. Surace – "Ruolo e limiti delle rappresentazioni cartografiche nei sistemi informativi geografici di interesse nazionale" - Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, n. 1 – 2004.

<i>Fuso Italia</i>	<i>Longitudine del meridiano centrale da Greenwich</i>	<i>Falsa origine del meridiano centrale</i>	<i>Fattore di scala sul meridiano centrale</i>
	12°	7 000 000	0.9985

La tipologia di quote associata ad ogni sistema appare in ciascuna delle 2 cornici poste sotto ai rispettivi sistemi selezionati. Quando ai 2 sistemi selezionati in input e output sono associate quote diverse il programma attiva automaticamente il pulsante che consente di effettuare anche la trasformazione altimetrica. In caso di input da tastiera, in conseguenza all'attivazione di tale pulsante diventano disponibili i text box che consentono l'input e l'output delle quote.

Avvertenza

Il programma consente la proiezione dei punti anche in fusi diversi da quello di appartenenza (ad esempio in UTM un punto a 10° Est, appartenente al fuso 32, può essere proiettato nel fuso 33 o 34) offrendo la possibilità di estendere i fusi dei sistemi Gauss-Boaga e UTM oltre la loro reale dimensione di 6°. Tale possibilità va comunque usata con attenzione perché fornisce coordinate che, a rigore, non appartengono più al Sistema Cartografico selezionato (ad esempio coordinate Gauss-Boaga fuso Est con la prima cifra della coordinata Est 1 anziché 2). Inoltre va considerato che estendendo il fuso le deformazioni crescono in maniera esponenziale.

Se non sussistono esigenze particolari è opportuno utilizzare i fusi, escluso il “Fuso Italia”, nella loro dimensione originale, selezionando la dizione “fuso automatico”.

3.2 Forme di cessione della griglia.

La griglia è ceduta a porzioni, disponibili nei due formati di seguito descritti.

- *Dati relativi ad un intorno di circa 10 km di raggio di ciascuno dei vertici IGM95, utili per chi opera sul terreno ed esegue determinazioni con metodologia GPS ottenendo coordinate ETRS89, compresa la quota ellissoidica, dei propri punti tramite collegamento degli stessi con un vertice IGM95.* I file hanno in questo caso un nome costituito da 6 caratteri alfanumerici (gli stessi che identificano il vertice IGM95 a cui si riferiscono), e sono acquistabili separatamente dalla monografia del punto. In questo modo l'utente già in possesso della monografia può acquisire la sola parte relativa al passaggio fra Sistemi, costituita appunto dal file “**??????gk?**”. I file di questo tipo sono in quantità identica a quella dei vertici IGM95: ad oggi circa 4500. Occorre tuttavia osservare che acquistando più file di questo tipo associati a punti IGM95 limitrofi può accadere di acquisire più volte gli stessi dati. Viceversa, per il criterio con cui i file sono realizzati, non si ha la garanzia di coprire completamente una zona.
- *Dati corrispondenti alla superficie di ciascuno dei fogli della carta d'Italia alla scala 1:50.000.* I file hanno in questo caso un nome costituito da 3 o più caratteri alfanumerici corrispondenti al numero dell'elemento cartografico. Questi file sono perfettamente

“mosaicabili” uno accanto all’altro, e consentono quindi la totale copertura di tutto il territorio nazionale. I file di questo tipo sono 676 ed hanno le seguenti caratteristiche:

- 654 file numerati come i corrispondenti fogli alla scala 1:50.000, (compresi i 2 fogli 577bis e 580bis);
- 3 file con doppia specifica: 588sicilia, 601sicilia, 614sicilia, da utilizzare per il territorio siciliano dei suddetti fogli, e 588calabria, 601calabria, 614calabria, da utilizzare per il territorio calabrese degli stessi fogli;
- 2 file corrispondenti a 2 fogli di taglio e dimensioni particolari identificati con i nomi:
 - **Elba** – copre l'intera superficie dell'isola e corrisponde a porzioni di territorio ricadenti nei fogli 316, 328 e 329 (stampate in un unico elemento denominato “Isola d’Elba”);
 - **PianosaN** - copre una zona nella quale ricade l'isola Pianosa dell'Arcipelago Toscano e corrisponde a porzioni dei fogli 328 e 341 (stampate in un unico elemento denominato “Isola di Pianosa e di Montecristo”);
- 17 file relativi ognuno ad una o più isole le cui superfici sono rappresentate in riquadri di altri fogli della Carta d’Italia alla scala 1:50.000, come dettagliato nella seguente tabella.

<i>nome del file</i>	<i>territorio a cui si riferisce</i>
Montecristo	Isola di Montecristo rappresentata in un riquadro del foglio n. 328 – 341
Scoglio	Isola “Scoglio d’Africa o Formica di Montecristo” rappresentata in un riquadro del foglio n. 328 – 341
Capraia	Isola di Capraia rappresentata in un riquadro del foglio n. 317
Gorgona	Isola di Gorgona rappresentata in un riquadro del foglio n. 283
Giglio	Isola del Giglio rappresentata in un riquadro del foglio n. 352
Formiche	Isole “Formiche di Grosseto” rappresentate in un riquadro del foglio n. 331
Tremi	Isole Tremi rappresentate in un riquadro del foglio n. 383
PianosaS	Isola Pianosa rappresentata in un riquadro del foglio n. 384
Ponziane	Isole Ponziane rappresentate in un riquadro del foglio n. 413
Ventotene	Isola Ventotene rappresentata in un riquadro del foglio n. 414
Ventre	Isola “Mal di Ventre” rappresentata in un riquadro del foglio n. 528
Stromboli	Isola di Stromboli rappresentata in un fuori margine del foglio n. 577bis
Ustica	Isola d’Ustica rappresentata in un riquadro del foglio n. 585
Pantelleria	Isola Pantelleria rappresentata in un riquadro del foglio n. 626
Lampedusa	Isola Lampedusa rappresentata in un riquadro del foglio n. 635
Linosa	Isola Linosa rappresentata in un riquadro del foglio n. 635
Lampione	Isola Lampione rappresentata in un riquadro del foglio n. 635

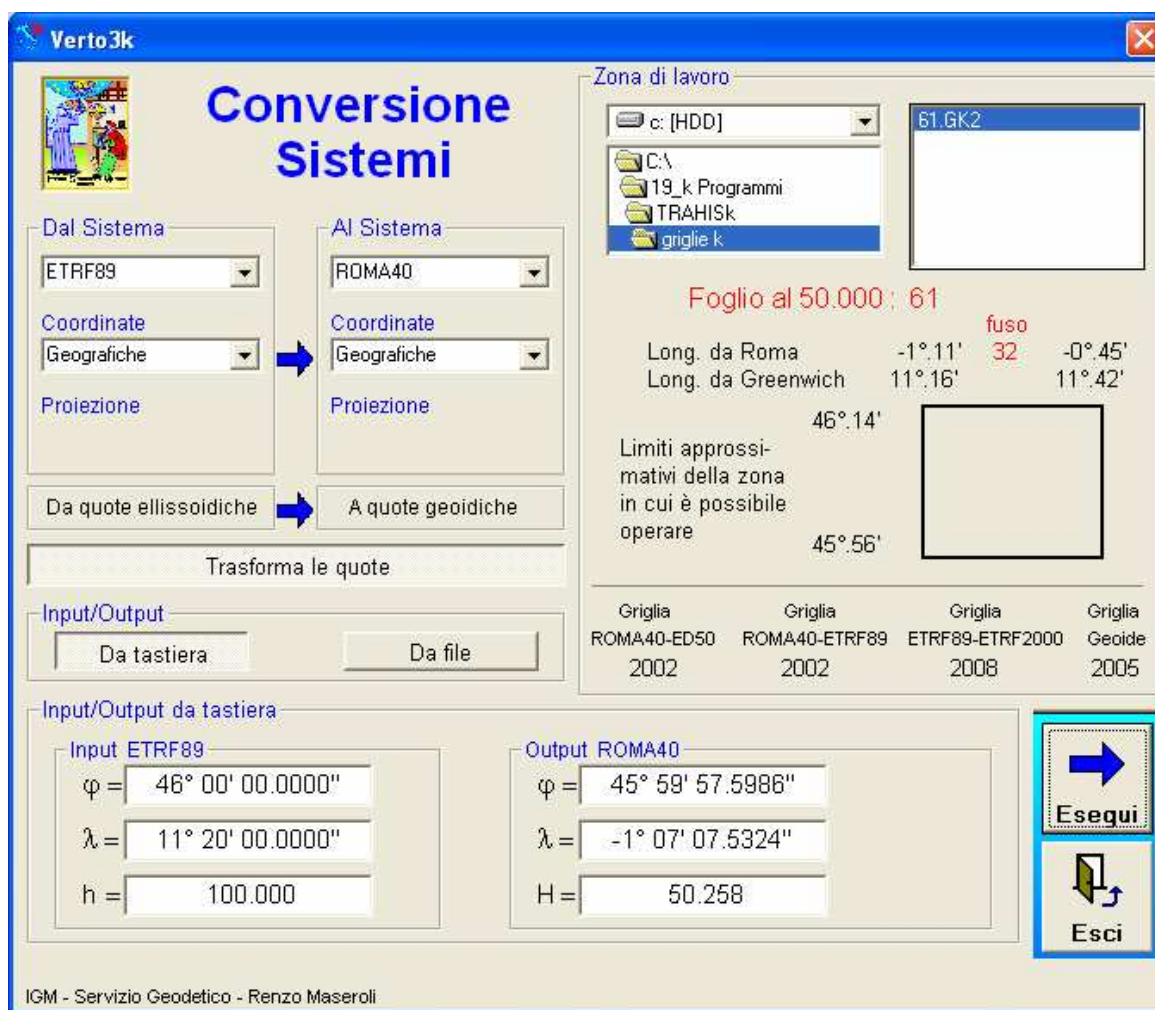
Nella tabella che segue sono riportati in ogni riga i file che vengono ceduti unitamente, al prezzo di uno solo, come dettagliato nell’ultima colonna della tabella stessa.

1	7				il foglio 1 è solo un fuori margine stampato nel foglio 7
2	8				il foglio 2 è solo un fuori margine stampato nel foglio 8
19	20				il foglio 19 è solo un fuori margine stampato nel foglio 20
111	112				il foglio 111 è solo un fuori margine stampato nel foglio 112
130	131	150	151		i fogli 130, 150 e 151 sono stampati nel foglio 131
132	152	153			i fogli 132 e 152 sono solo fuori margini stampati nel foglio 153
148	149				il foglio 149 è solo un fuori margine stampato nel foglio 148
188	206				il foglio 206 è solo un fuori margine stampato nel foglio 188
213	230				il foglio 230 è solo un fuori margine stampato nel foglio 213
229	246				il foglio 246 è solo un fuori margine stampato nel foglio 229
258	271				il foglio 271 è solo un fuori margine stampato nel foglio 258
283	Gorgona				Gorgona è una cornice all'interno del foglio 283
316	328	329	Elba		parti dei fogli 316, 328 e 329 sono all'interno del foglio Elba
317	Capraia				Capraia è una cornice all'interno del foglio 317
328	341	PianosaN	Montecristo	Scoglio	parti dei fogli 328 e 341 sono all'interno del foglio "Isola di Pianosa e di Montecristo" nel quale sono presenti le 3 isole in riquadri
331	Formiche				Formiche è una cornice all'interno del foglio 331
352	Giglio				Giglio è una cornice all'interno del foglio 352
383	Tremiti				Tremiti è una cornice all'interno del foglio 383
384	PianosaS				PianosaS è una cornice all'interno del foglio 384
413	Ponziane				Ponziane è una cornice all'interno del foglio 413
414	Ventotene				Ventotene è una cornice all'interno del foglio 414
577bis	Stromboli				Stromboli è una cornice all'interno del foglio 577bis
446	447				il foglio 446 è solo un fuori margine stampato nel foglio 447
476	477				il foglio 477 è solo un fuori margine stampato nel foglio 476
528	Ventre				Ventre è una cornice all'interno del foglio 528
581	586				il foglio 581 è solo un fuori margine stampato nel foglio 586
585	Ustica				Ustica è una cornice all'interno del foglio 585
626	Pantelleria				Pantelleria è una cornice all'interno del foglio 626
635	Lampedusa	Linosa	Lampione		Lampedusa, Linosa e Lampione sono cornici all'interno del foglio 635
588calabria	588sicilia				Da utilizzare ciascuno per il proprio territorio
601calabria	601sicilia				Da utilizzare ciascuno per il proprio territorio
614calabria	614sicilia				Da utilizzare ciascuno per il proprio territorio

Osservazioni

- E' consigliabile raccogliere i vari file acquistati in una sottocartella (ad esempio "DATI") appositamente creata nella sottocartella "Verto3k" (dove è memorizzato l'eseguibile Verto3k.exe) a sua volta contenuta nella cartella "Programmi".
- Per l'utilizzo del software è indispensabile l'impiego del mouse; è comunque possibile uscire dal programma in ogni momento mediante la pressione dei tasti Alt+F4.

3.3 Input e Output dei dati da tastiera



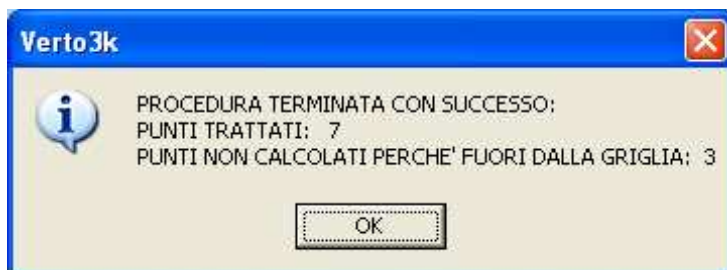
L'input da tastiera, utile nel caso di un numero limitato di punti da trasformare, fornisce risultati direttamente sul video. Non è possibile in questo caso la stampa dei risultati. Per inserire le coordinate in input è necessario cliccare nei relativi text box. La pressione del tasto "**Invio**" consente di passare da un campo all'altro secondo una logica che di norma risulta vantaggiosa. Non è attivo il tasto "**Tab**".

Il programma accetta sia coordinate geografiche, espresse in gradi sessagesimali (che devono essere introdotte nel formato gg.ppsd), che coordinate piane espresse in metri. Le quote sono espresse in metri. Lasciando per un istante il puntatore del mouse sulle caselle text box di input, appare una finestrella che ricorda il formato di input. Il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola, in accordo con quanto selezionato nel "*Pannello di controllo*" di Windows. Se il punto di cui si richiede la trasformazione cade fuori della zona trattabile con il file di griglia selezionato, il programma non esegue la trasformazione ed avverte l'utente con un *message-box*.

3.4 Input e Output dei dati da file

Utilizzando l'input/output da file possono essere trattati contemporaneamente più punti fino ad un massimo di 50.000. Dopo aver eseguito una trasformazione con input/output da file, il pulsante "**ESEGUI**" che dà il via all'elaborazione rimane disattivato. Il

pulsante si riattiva automaticamente selezionando un nuovo file di output o passando all'input da tastiera. Terminata la trasformazione, un message-box informa l'utente sull'esito della procedura e fornisce il numero dei punti che sono stati complessivamente trattati dal programma, nonché il numero di quelli per i quali non è stata eseguita la trasformazione perché ricadenti fuori dalla zona trattabile con il file di griglia selezionato.



Input e output da file Microsoft Excel®

Il programma consente l'introduzione dei dati per mezzo di un file in formato *.xls (Excel); in questo caso anche i risultati saranno resi disponibili in un file dello stesso formato. Nelle **"file list box"** relative sia all'input che all'output il programma propone solo file con estensione **"xls"**; se il nome del file di output non viene selezionato ma immesso da tastiera l'estensione verrà aggiunta automaticamente.

Il file di input deve contenere i dati organizzati con i criteri di seguito descritti:

- ogni riga raccoglie tutte e sole le informazioni relative ad un punto;
- la prima riga è ignorata dal programma e può essere utilizzata per le intestazioni;
- in colonna "A" va inserito il numero distintivo del punto (anche alfanumerico);
- in colonna "B" va inserita la latitudine del punto espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd o la coordinata Nord espressa in metri;
- in colonna "C" va inserita la longitudine del punto espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd o la coordinata Est espressa in metri;
- in colonna "D" va inserita la quota del punto espressa in metri (solo se si vuole ottenerne la trasformazione);
- non devono essere lasciate righe vuote fra i dati (il programma interpreta la riga vuota come la fine dei dati);
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola.

Tutte le coordinate di un file devono essere dello stesso tipo: geografiche o piane.

	A	B	C	D	E
1	numero	latitudine	longitudine	quota	
2	101	42.21324014	10.58202417	918.238	
3	102	42.31254169	11.18174101	1872.455	
4	111A	42.35117451	11.01020047	777.952	
5	Punto 3	42.36191455	12.09478582	3567.921	
6					

oppure

	A	B	C	D	E
1	<i>numero</i>	<i>Nord</i>	<i>Est</i>	<i>quota</i>	
2	10215	5030214.251	2309747.184	918.238	
3	102114	5041247.254	2321417.294	1872.455	
4	111A12	5038954.978	2318941.399	945.231	
5	Punto 113	5047618.001	2352147.817	1547.2	
6					

Un esempio di file di input è disponibile durante l'esecuzione del programma cliccando il pulsante **“Esempio file di input”**.

Il file di output avrà le caratteristiche di seguito elencate:

- nella prima riga sono riportate le epoche di riferimento delle griglie utilizzate nella trasformazione, sia per la parte planimetrica che per quella altimetrica (RO-ED si riferisce alla griglia ROMA40-ED50, RO-E89 si riferisce alla griglia ROMA40-ETRF89, E89-E2000 si riferisce alla griglia fra le due realizzazioni del Sistema Globale);
- nella seconda riga sono riportate le informazioni relative alle coordinate introdotte in input: Sistema Geodetico, unità di misura; se le coordinate sono piane, il fuso a cui le coordinate appartengono;
- nella terza riga sono riportate le informazioni relative alle coordinate in output: Sistema Geodetico, unità di misura; se le coordinate sono piane, il fuso in cui le coordinate sono state richieste;
- nella quarta riga è riportata l'unità di misura delle quote e, nel caso di trasformazioni altimetriche in zone particolari, l'indicazione del modello di geoidi utilizzato (vedi paragrafo prestazioni e precisioni);
- la quinta riga è riservata alle intestazioni che indicano il contenuto delle colonne;
- nelle prime 4 colonne sono riportati i dati di input;
- nelle successive 3 colonne sono riportati i risultati della trasformazione;
- nella ottava colonna, in caso di uscita in coordinate piane, sono riportate informazioni sul fuso: nessuna informazione per il Fuso Italia; indicazione del fuso se è stato richiesto “automatico”; se è stato richiesto un fuso specifico appare la dicitura “vero” o “falso” riferita alla appartenenza o meno del punto al fuso richiesto;
- per i punti che cadono fuori della zona trattabile con il file di griglia selezionato le colonne dei risultati porteranno la dicitura **“fuori griglia”**.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Epoca Gr.	RO-ED:2002	RO-E89:2002	E89-E2000:	2008	Geoide:	2005	
2	Coordinate	Input:	ETRF89	gradi	sessag.			
3	Coordinate	Output:	ROMA40	metri	Fuso richiesto	Automatico		
4	Quote:	metri						
5	Numero	Lat. ETRF89	Lon. ETRF89	h ellis.	Nord ROMA40	Est ROMA40	H geoid.	Fuso
6	51801	45.26021357	12.20162263	918.238	5034623.904	2311775.935	874.650	Est
7	51901	45.26123378	12.21347072	1872.455	5034882.499	2313491.457	1828.880	Est
8	52701	45.35329184	12.28255414	945.231	Fuori Griglia	Fuori Griglia	Fuori Griglia	
9								

Input e output da file ASCII

Il programma consente l'introduzione dei dati per mezzo di un file ASCII; in questo caso anche i risultati saranno resi disponibili in un file di uguale formato. L'estensione del file di input può essere qualunque. Nella "**file list box**" relativa all'output il programma propone solo file con estensione "**.txt**"; se il nome del file di output non viene selezionato ma immesso da tastiera senza estensione, il programma aggiunge automaticamente "**.txt**".

Il file di input deve contenere i dati organizzati con i criteri di seguito descritti:

- le righe che hanno come primo carattere significativo la barra (/) o l'apice (') sono considerate di commento e vengono ignorate dal programma;
- ogni riga raccoglie tutte e sole le informazioni relative ad un punto; devono essere inseriti in sequenza:
 - l'identificativo del punto, anche alfanumerico, senza spazi (massimo 8 caratteri);
 - la latitudine del punto espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd o la coordinata Nord espressa in metri;
 - la longitudine del punto espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd o la coordinata Est espressa in metri;
 - la quota del punto espressa in metri (solo se si vuole ottenerne la trasformazione);
- i campi devono essere separati da spazi, in numero a piacere, o da tabulazione;
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola.

Tutte le coordinate di un file devono essere dello stesso tipo: geografiche o piane.

Ad esempio:

/ numero	Latitudine	Longitudine	Quota
101	42.21324014	10.58202417	918.238
102	42.31254169	11.18174101	1872.455
' Zona di	lavoro B		
111A	42.35117451	11.01020047	777.952
Punto 3	42.36191455	12.09478582	3567.921

oppure

/ numero	Nord	Est	Quota
10	5030214.251	2309747.184	18.238
102	5041247.254	2321417.294	872.455
' Zona di	lavoro B		
111A	5038954.978	2318941.399	7.952
Punto_3	5047618.001	2352147.817	567.921

Un esempio di file di input è disponibile durante l'esecuzione del programma cliccando il pulsante "**Esempio file di input**".

Il file di output avrà le caratteristiche di seguito elencate:

- nella prima riga sono riportate le epoche di riferimento delle griglie utilizzate nella trasformazione, sia per la parte planimetrica che per quella altimetrica;
- nella seconda riga sono riportate le informazioni relative alle coordinate introdotte in input: Sistema Geodetico, unità di misura; se le coordinate sono piane, il fuso a cui le coordinate appartengono;

- nella terza riga sono riportate le informazioni relative alle coordinate in output: Sistema Geodetico, unità di misura; se le coordinate sono piane, il fuso in cui le coordinate sono state richieste;
- nella quarta riga è riportata l'unità di misura delle quote e, nel caso di trasformazioni altimetriche in zone particolari, l'indicazione del modello di geoide utilizzato (*vedi paragrafo precisioni*);
- la quinta riga è riservata alle intestazioni che indicano il contenuto delle colonne;
- nelle prime 4 colonne sono riscritti i dati di input;
- nelle successive 3 colonne sono riportati i risultati della trasformazione;
- nella ottava colonna, in caso di uscita in coordinate piane, sono riportate informazioni sul fuso: nessuna informazione per il Fuso Italia; indicazione del fuso se è stato richiesto "automatico"; se è stato richiesto un fuso specifico appare la dicitura "vero" o "falso" riferita alla appartenenza o meno del punto al fuso richiesto;
- per i punti che cadono fuori della zona trattabile con il file di griglia selezionato, le colonne dei risultati porteranno la dicitura "**fuori grig.**".

Ad esempio:

/Epoca Griglie: RO-ED 2002; RO-E89 2002; E89-E2000 2008; Geoide 2005

/Coordinate Input: ETRF89; gradi sessagesimali

/Coordinate Output: ROMA40; metri; fuso richiesto: Automatico

/Quote in metri

```

/=====
/Numero    Lat. ETRF89 Lon. ETRF89   h ellis.  Nord ROMA40 Est ROMA40  H geoid.  Fuso
51801      45.26021357 12.20162263  918.238   5034623.904 2311775.935 874.650   Est
51901      45.26123378 12.21347072 1872.455   5034882.499 2313491.457 1828.880   Est
52701      45.35329184 12.28255414  945.231   5051895.456 2322961.795 901.369    Est

```

4.0 Uso delle funzionalità "Rototraslazioni Spaziali"

Avendo a disposizione un sufficiente numero di punti noti in due differenti sistemi di riferimento in coordinate geografiche e quota, la funzionalità "Rototraslazioni Spaziali" consente il calcolo delle relazioni geometriche che legano i sistemi stessi, espresse nella forma di parametri di rototraslazione spaziali, cioè riferiti all'origine del sistema cartesiano geocentrico che, per i sistemi di riferimento globali, coincide con il centro di massa della Terra. Non sono possibili input e output da tastiera: sia l'introduzione dei dati che la restituzione dei risultati avviene tramite file che possono essere sia in formato Microsoft Excel che in formato ASCII. Il formato Microsoft Excel offre vantaggi di semplicità nella formattazione del testo ma risulta notevolmente più lento; quando si debbano trattare grandi quantità di dati è consigliabile utilizzare il formato ASCII.

4.1 Calcolo parametri spaziali

Calcolo Parametri Spaziali

Sceita dei file

Tipo di file:

Numero dei parametri

☐ 3 parametri (Tx, Ty, Tz) ☐ Trasformazione Conforme

☐ 4 parametri (Tx, Ty, Tz, S)

☐ 5 parametri (Tx, Ty, Tz, Rz, S)

☐ 6 parametri (Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz)

☒ 7 parametri (Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz, S)

Ellissoide di partenza

☐ Bessel_1841

☐ Clarke_1880 (Fr)

☐ Krassovsky_1940

☐ Hayford

☐ WGS84

☒ GRS80 *

☐ Definito dall'utente

Ellissoide di arrivo

☐ Bessel_1841

☐ Clarke_1880 (Fr)

☐ Krassovsky_1940

☒ Hayford

☐ WGS84

☒ GRS80 *

☐ Definito dall'utente

Parametri

e. q. m.

Tx= m +/-

Ty= m +/-

Tz= m +/-

Rx= +/-

Ry= +/-

Rz= +/-

S= ppm +/-

Nota sulla significatività degli e. q. m.

Errore medio dell'unità di peso della trasformaz.

metri

IGM - Servizio Geodetico - Renzo Maseroli

* Utilizzato dal sistema ETRS (in Italia per l'IGM95)

E' possibile scegliere il numero di parametri, attraverso i quali esprimere le relazioni geometriche intercorrenti fra i due Sistemi di Riferimento, fra le seguenti possibilità:

- 3 parametri - 3 traslazioni lungo gli assi X, Y e Z (Tx, Ty, Tz - trasformazione rigida);
- 4 parametri - 3 traslazioni ed un fattore di scala (Tx, Ty, Tz, S - trasformazione conforme);
- 5 parametri - 3 traslazioni, la rotazione intorno all'asse Z ed un fattore di scala (Tx, Ty, Tz, Rz, S - trasformazione conforme);
- 6 parametri - 3 traslazioni e 3 rotazioni intorno agli assi X, Y e Z (Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz - trasformazione rigida);
- 7 parametri - le stesse 3 traslazioni e 3 rotazioni suddette intorno agli assi X, Y e Z, ed un fattore di scala (Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz, S - trasformazione conforme).

E' necessario inoltre indicare l'ellissoide a cui sono riferite le coordinate geografiche che esprimono la posizione dei punti sia per il sistema di "partenza" che per quello di "arrivo". Il programma propone alcuni degli ellissoidi caratteristici dei Sistemi di Riferimento più comuni:

- **Bessel_1841**, determinazione del 1841; utilizzato per il primo Sistema di Riferimento geodetico italiano, ed ancora oggi dal Catasto nazionale;
 - $a = 6\,377\,397.155$;
 - $1/f = 299.1528128$.
- **Clarke_1880 (Fr)**, determinazione del 1880; parametri utilizzati dalla Francia per i Sistemi Geodetici locali;
 - $a = 6\,378\,249.145$;
 - $1/f = 293.465$.
- **Krassovsky_1940**, determinazione del 1940; utilizzato dalla Russia e dai paesi dell'Est;
 - $a = 6\,378\,245.0$;
 - $1/f = 298.3$.
- **Hayford**, utilizzato dal sistema nazionale ROMA40 e dal sistema europeo ED50;
 - $a = 6\,378\,388.0$;
 - $1/f = 297.0$.
- **WGS84**, ellissoide geocentrico comune per i Sistemi Globali;
 - $a = 6\,378\,137.0$;
 - $1/f = 298.257223563$.
- **GRS80**, associato al Sistema Geodetico ETRS89 adottato dall'Europa;
 - $a = 6\,378\,137.0$;
 - $1/f = 298.257222101$.

E' comunque possibile operare su coordinate riferite a qualunque altro ellissoide selezionando la casella "**definito dall'utente**" ed inserendo i parametri geometrici che lo caratterizzano:

- a (semiasse maggiore);
- $1/f$ (inverso dello schiacciamento).

Avvertenza

E' opportuno ricordare che le coordinate geografiche della rete geodetica satellitare nazionale IGM95, alla base della totalità delle determinazioni realizzate con metodologia GPS in Italia, sono riferite al Sistema Europeo ETRS89 e sono quindi calcolate sull'ellissoide GRS80.

Il programma calcola i parametri richiesti attraverso una soluzione ai minimi quadrati impostando le equazioni generatrici, desunte dalle relazioni di Helmert, per mezzo delle formule di Molodensky che offrono il vantaggio di trattare separatamente planimetria e altimetria. Tali formule, di seguito riportate, consentono infatti di giungere alla soluzione senza eseguire la trasformazione delle coordinate in cartesiane geocentriche, a rigore impossibile e comunque fonte di errore nei Sistemi Locali per i quali non sono generalmente note le quote ellissoidiche².

² Per una trattazione esaustiva dell'algoritmo di Molodensky:

M. Pierozzi "Alcune considerazioni sulla trasformazione dal sistema WGS84 ad un sistema geodetico locale" - Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, n. 1 – 1989.

M. Pierozzi – "On the error of a GPS baseline in a local Datum" - Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, n. 1 – 1997.

formule di Molodensky

$$\Delta\varphi = \frac{\sin\varphi \cdot \cos\lambda}{\rho+h} T_x + \frac{\sin\varphi \cdot \sin\lambda}{\rho+h} T_y - \frac{\cos\varphi}{\rho+h} T_z + \frac{a^2/M+h}{\rho+h} \sin\lambda \cdot R_x -$$

$$- \frac{a^2/M+h}{\rho+h} \cos\lambda \cdot R_y + \frac{e^2 \cdot M}{\rho+h} \cos\varphi \cdot \sin\varphi \cdot \left(S + \frac{da}{a} \right) +$$

$$+ \frac{\rho+(1-e^2) \cdot M}{\rho+h} \cos\varphi \cdot \sin\varphi \cdot \frac{de^2}{2(1-e^2)}$$

$$\Delta\lambda = \frac{\sin\lambda}{(M+h)\cos\varphi} T_x - \frac{\cos\lambda}{(M+h)\cos\varphi} T_y - \frac{(1-e^2) \cdot M+h}{M+h} \tan\varphi \cdot \cos\lambda \cdot R_x -$$

$$- \frac{(1-e^2) \cdot M+h}{M+h} \tan\varphi \cdot \sin\lambda \cdot R_y + R_z$$

$$\Delta h = -\cos\varphi \cdot \cos\lambda \cdot T_x - \cos\varphi \cdot \sin\lambda \cdot T_y - \sin\varphi \cdot T_z + e^2 \cdot M \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi \cdot \sin\lambda \cdot R_x -$$

$$- e^2 \cdot M \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi \cdot \cos\lambda \cdot R_y - (a^2/M+h)S - \frac{a}{M} da + (1-e^2)M \cdot \sin^2\varphi \frac{de^2}{2(1-e^2)}$$

dove:

$\Delta\varphi, \Delta\lambda, \Delta h$	sono le differenze delle rispettive coordinate del punto doppio (arrivo-partenza);
T_x, T_y, T_z	sono le 3 traslazioni rispettivamente nelle 3 direzioni dello spazio;
R_x, R_y, R_z	sono le 3 rotazioni rispettivamente intorno ai 3 assi X, Y e Z;
S	è il coefficiente di scala (1+ S è il fattore di scala);
φ, λ, h	sono le coordinate nel sistema di partenza;
ρ, M	sono i raggi di curvatura principali (rispettivamente raggio meridiano e gran normale) sull'ellissoide di partenza;
a, e^2	sono i parametri dell'ellissoide di partenza;
da, de^2	sono le differenze fra i valori dei parametri dei due ellipsoidi (arrivo-partenza).

L'utilizzo delle formule di Molodensky consente, ponendo un apposito indicatore su ciascuna riga del file di input, di utilizzare solo la determinazione planimetrica, o quella altimetrica, di ognuno dei punti doppi messi a confronto.

La procedura necessita della selezione di 3 file:

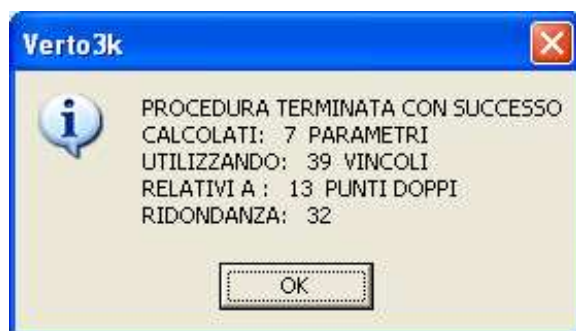
- **file dei dati** relativi ai punti doppi;
- **file di report** del calcolo dei parametri;
- **file dei parametri**, utile per la successiva applicazione dei parametri.

Se si sceglie di utilizzare il formato *.xls (Excel) nelle “**file list box**” relative ai 3 file, il programma propone solo file con estensione “**xls**”; se il nome del file di report non viene selezionato ma immesso da tastiera l'estensione verrà aggiunta automaticamente. Se

invece si seleziona il formato ASCII l'estensione del file di dati può essere qualunque. Nelle **"file list box"** relative al report e ai parametri il programma propone solo file con estensione **"txt"**; se il nome del file di report non viene selezionato ma immesso da tastiera senza estensione il programma aggiunge automaticamente **".txt"**.

Ogni file può contenere fino ad un massimo di 10.000 punti doppi. Dopo aver eseguito una trasformazione, il pulsante **"ESEGUI"** che dà il via all'elaborazione rimane disattivato. Il pulsante si riattiva automaticamente selezionando un nuovo file di report ed un nuovo file di parametri.

Al termine del procedimento un *message-box* informa l'utente sull'esito del calcolo e fornisce il numero dei parametri calcolati, il numero dei vincoli utilizzati, il numero dei punti doppi e la ridondanza.



4.1.1 File dei dati

I dati devono essere organizzati in modo che ogni riga contenga tutte e sole le informazioni relative ad un punto doppio. Nelle applicazioni pratiche risulta efficace, al fine di giungere ad una soluzione ottimale, la possibilità di escludere e reinserire in calcolo uno o più punti doppi, o addirittura i soli valori planimetrici o altimetrici di alcuni punti. Questo è possibile semplicemente modificando il numero indicato **"Valori in calcolo"** di fine riga. Per i valori esclusi dal calcolo il software calcola ugualmente i residui delle relative equazioni, consentendo un'analisi veloce ed efficace dei risultati.

Esempio file dati formato Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Num.	Lat. Part.	Long. Part.	Quota Part.	Lat. Arr.	Long. Arr.	Quota Arr.	Valori in cal.
2	66801	44.56314009	6.45320170	1758.990	44.56290340	6.45336900	1758.890	3
3	00024M	44.56209372	6.44484842	1846.830	44.56185603	6.44501411	1846.310	3
4	0024ZC	44.56168889	6.45151428	1767.020	44.56145126	6.45167958	1766.860	3
5	0024ZI	44.55506550	6.45149940	2061.890	44.55482773	6.45166498	2062.040	3
6	29	44.54097827	6.46039043	2401.390	44.54074141	6.46055465	2400.870	3
7	313	44.53376364	6.46557569	2197.400	44.53352697	6.46573993	2197.240	3
8	37	44.53061497	6.47592293	2216.190	44.53037925	6.48009009	2214.240	3
9								

- la prima riga è ignorata dal programma e può essere utilizzata per le intestazioni;
- in colonna "A" va inserito il numero distintivo del punto (anche alfanumerico);
- in colonna "B" va inserita la latitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppsdddd;

- in colonna “C” va inserita la longitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
- in colonna “D” va inserita la quota del punto nel sistema di partenza espressa in metri;
- in colonna “E” va inserita la latitudine del punto nel sistema di arrivo espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
- in colonna “F” va inserita la longitudine del punto nel sistema di arrivo espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
- in colonna “G” va inserita la quota del punto nel sistema di arrivo espressa in metri;
- in colonna “H” (**Valori in calcolo**) va inserito un coefficiente con il seguente significato:
 - 3 = tutte le coordinate del vertice vengono utilizzate nel calcolo;
 - 2 = solo la planimetria viene utilizzata nel calcolo;
 - 1 = solo la quota viene utilizzata nel calcolo;
 - 0 = il punto viene completamente escluso dal calcolo.
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel “Pannello di controllo” di “Windows”.

Esempio file dati formato ASCII

/ Num.	Lat. Part.	Long. Part.	Quota Part.	Lat. Arr.	Long. Arr.	Quota Arr.	Valori in cal.
66801	44.56314009	6.45320170	1758.990	44.56290340	6.45336900	1758.890	3
00024M	44.56209372	6.44484842	1846.830	44.56185603	6.44501411	1846.310	3
0024ZC	44.56168889	6.45151428	1767.020	44.56145126	6.45167958	1766.860	3
0024ZI	44.55506550	6.45149940	2061.890	44.55482773	6.45166498	2062.040	3
' Zona	Di lavoro B						
29	44.54097827	6.46039043	2401.390	44.54074141	6.46055465	2400.870	3
313	44.53376364	6.46557569	2197.400	44.53352697	6.46573993	2197.240	3
37	44.53061497	6.47592293	2216.190	44.53037925	6.48009009	2214.240	3

- le righe che hanno come primo carattere significativo la barra (/) o l'apice (') sono considerate di commento e vengono ignorate dal programma;
- in ognuna delle righe successive devono essere inserite in sequenza:
 - l'identificativo del punto, anche alfanumerico, senza spazi (massimo 8 caratteri);
 - la latitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la longitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la quota del punto nel sistema di partenza espressa in metri;
 - la latitudine del punto nel sistema di arrivo espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la longitudine del punto nel sistema di arrivo espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la quota del punto nel sistema di arrivo espressa in metri;
 - un codice numerico (**Valori in calcolo**) con il seguente significato:
 - 3 = tutte le coordinate del vertice vengono utilizzate nel calcolo;
 - 2 = solo la planimetria viene utilizzata nel calcolo;
 - 1 = solo la quota viene utilizzata nel calcolo;
 - 0 = punto completamente escluso dal calcolo.
- i campi devono essere separati da spazi, in numero a piacere, o da tabulazione;
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel “Pannello di controllo” di “Windows”.

4.1.2 File di report

Nel file di report sono riepilogati in forma razionale sia i dati che i risultati del calcolo. Nella valutazione dell'affidabilità del risultato è opportuno tener presente che il valore dell'errore medio dell'unità di peso e l'entità dei residui delle equazioni assumono maggiore importanza rispetto ai valori degli e.q.m. dei parametri che possono essere negativamente influenzati dalla geometria del problema.

Esempio file report nel formato EXCEL

RISULTATI DELLA TRASFORMAZIONE SPAZIALE							
File dati:	esempio dat					a	1/f
File risultati:	esempio ris		Ellissoide di partenza:	GRS80		6378137	298.257222
File parametri:	esempio par		Ellissoide d'arrivo:	Hayford		6378388	297
DATI							
Punto	Lat. part.	Lon. part.	Quota part.	Lat. arrivo	Lon. arrivo	Quota arrivo	In calcolo
1	45°13' 23.3035"	6°44' 29.5097"	1549.92	45°13' 23.3027"	6°44' 29.5073"	1549.863	3
2	45°09' 56.7799"	7°02' 00.2427"	1669.393	45°09' 56.7797"	7°02' 00.2397"	1669.181	2
3	45°06' 52.3776"	7°02' 07.1534"	1255.846	45°06' 52.3754"	7°02' 07.1502"	1255.873	3
4	45°13' 15.0765"	6°57' 10.7596"	1939.169	45°13' 15.0762"	6°57' 10.7565"	1939.159	3
6	45°12' 12.1703"	6°50' 58.1603"	1911.069	45°12' 12.1703"	6°50' 58.1575"	1910.903	2
14	45°05' 12.0548"	7°15' 56.4666"	1195.14	45°05' 12.0554"	7°15' 56.4642"	1194.984	2
15	45°08' 04.8847"	7°14' 55.7225"	1181.457	45°08' 04.8845"	7°14' 55.7192"	1181.504	3
122	45°03' 48.1127"	7°39' 40.5995"	310.747	45°03' 48.1128"	7°39' 40.5977"	310.686	3
16	45°09' 06.7593"	7°07' 46.9743"	909.659	45°09' 06.7593"	7°07' 46.9718"	909.705	0
SOLUZIONE CON 7 PARAMETRI							
	Parametri		e.q.m.				
Tx =	33.915m		22.604		Punti doppi:	9	
Ty =	-1.268m		6.339		Vincoli:	21	
Tz =	-152.649m		21.858		Ridondanza:	14	
Rx =	-0°00'00.6215"		0°00'00.1294"				
Ry =	0°00'01.2607"		0°00'01.0059"				
Rz =	-0°00'00.7070"		0°00'00.2262"				
S =	45.4738ppm		0.569				
Errore medio dell'unità di peso:			0.036m				
RESIDUI DEI PUNTI NEI SISTEMI EULERIANI (metri) (*)							
Punto	Delta Nord	Delta Est	Delta Quota	In calcolo			
1	-0.006	0.011	-0.034	3			
2	0.003	-0.005	-0.217	2			
3	0.019	-0.031	0.005	3			
4	-0.057	0.011	0.007	3			
6	0.011	0.002	-0.167	2			
14	0.074	-0.008	-0.180	2			
15	-0.016	-0.008	0.057	3			
122	-0.027	0.027	-0.034	3			
16	0.004	0.008	0.072	0			

(*) Sistema Euleriano = Sistema cartesiano locale sinistrorso con due assi sulle direzioni, rispettivamente, Nord e Est.

Esempio file report nel formato ASCII

RISULTATI DELLA TRASFORMAZIONE SPAZIALE

File dati: esempio dat
File risultati: esempio ris
File parametri: esempio par

		a	1/f
Ellissoide di partenza:	GRS80	6378137.000	298.257222101
Ellissoide d'arrivo:	Hayford	6378388.000	297.000000000

DATI

Punto	Lat. part.	Lon. part.	H part.	Lat. Arr.	Lon. Arr.	H arr.	in cal
1	45.13233035	6.44295097	1549.920	45.13233027	6.44295073	1549.863	3
2	45.09567799	7.02002427	1669.393	45.09567797	7.02002397	1669.181	2
3	45.06523776	7.02071534	1255.846	45.06523754	7.02071502	1255.873	3
4	45.13150765	6.57107596	1939.169	45.13150762	6.57107565	1939.159	3
6	45.12121703	6.50581603	1911.069	45.12121703	6.50581575	1910.903	2
14	45.05120548	7.15564666	1195.140	45.05120554	7.15564642	1194.984	2
15	45.08048847	7.14557225	1181.457	45.08048845	7.14557192	1181.504	3
122	45.03481127	7.39405995	310.747	45.03481128	7.39405977	310.686	3
16	45.09067593	7.07469743	909.659	45.09067593	7.07469718	909.705	0

SOLUZIONE CON 7 PARAMETRI

Parametri ed errori quadratici medi:

Tx =	33.957 m	+/-	22.543	Punti doppi:	9
Ty =	-1.260 m	+/-	6.322	Vincoli:	21
Tz =	-152.583 m	+/-	21.799	Ridondanza:	14
Rx =	-0°00'00.6227''	+/-	0°00'00.1291''		
Ry =	0°00'01.2600''	+/-	0°00'01.0031''		
Rz =	-0°00'00.7081''	+/-	0°00'00.2256''		
S =	45.4617ppm	+/-	0.5675		

Errore medio dell'unità di peso: 0.036 m

RESIDUI DEI PUNTI NEI SISTEMI EULERIANI (metri):

Punto	Delta Nord	Delta Est	Delta Quota	in cal.
1	-0.006	0.011	-0.034	3
2	0.003	-0.005	-0.217	2
3	0.018	-0.031	0.005	3
4	-0.057	0.011	0.007	3
6	0.011	0.002	-0.167	2
14	0.073	-0.008	-0.180	2
15	-0.016	-0.007	0.057	3
122	-0.026	0.027	-0.034	3
16	0.004	0.009	0.072	0

4.1.3 File dei parametri

I valori necessari alla successiva applicazione dei parametri sono raccolti in un file (file dei parametri), in un formato appositamente predisposto per la funzionalità "Applicazione parametri spaziali". Oltre al numero ed ai valori dei parametri stessi tale file contiene i nomi e le costanti geometriche relative agli ellissoidi di partenza e di arrivo utilizzati nel calcolo. I parametri sono riportati con il segno concorde con la trasformazione dei dati dal sistema di partenza al sistema di arrivo.

Esempio file parametri nel formato Excel

	A	B	C	D
1	Partenza	GRS80	6378137	0.003352811
2	Arrivo	Hayford	6378388	0.003367003
3	Parametri	7		
4	Tx	33.91488548	m	
5	Ty	-1.26785405	m	
6	Tz	-152.6490949	m	
7	Rx	-3.01322E-06	radianti	
8	Ry	6.11205E-06	radianti	
9	Rz	-3.42747E-06	radianti	
10	S	4.54738E-05		
11				

Esempio file parametri nel formato ASCII

```
Partenza:      GRS80
                6378137
                3.35281068118232E-03
Arrivo:        Hayford
                6378388
                3.36700336700337E-03
Parametri:     7
Tx=            33.9573160551907
Ty=            -1.26034750462173
Tz=            -152.58289894746
Rx=            -3.01884492131433E-06
Ry=            6.10877077222254E-06
Rz=            -3.43293828413119E-06
S =            4.54616654858093E-05
```

4.2 Applicazione parametri spaziali

La funzionalità “Applicazione parametri spaziali” consente di applicare un set di parametri, ottenuti come sopra descritto e memorizzati in un **file dei parametri**, ad un insieme di punti dei quali si conoscono le coordinate nel sistema di partenza per ottenere quelle nel sistema di arrivo.

Dopo aver scelto il tipo di file con il quale si vuole operare (Excel o ASCII), e nel quale siano disponibili i file dei dati e dei parametri, la procedura necessita della selezione di 3 file:

- **file dei parametri**, precedentemente calcolati;
- **file dei dati** relativi ai punti da trasformare dal sistema di partenza a quello d'arrivo;
- **file dei risultati** dell'applicazione dei parametri.

Se si sceglie di utilizzare il formato *.xls (Excel) nelle 3 “**file list box**”, il programma propone solo file con estensione “**xls**”; se il nome del file dei risultati non viene selezionato ma immesso da tastiera, l'estensione verrà aggiunta automaticamente.

Se invece si seleziona il formato ASCII, l'estensione del file dei dati può essere qualunque. Nelle “**file list box**” relative ai parametri e ai risultati il programma propone solo file con estensione “**txt**”; se il nome del file dei risultati non viene selezionato ma immesso da tastiera senza estensione, il programma aggiunge automaticamente “**.txt**”.

Applicazione Parametri Spaziali

Scelta dei file

Tipo di file:

File dei parametri: C:\20Programmi\Verto3\PROVE spaziali\PAR 7.xls

File dei dati: C:\20Programmi\Verto3\PROVE spaziali\dati AP.xls

File dei risultati: C:\20Programmi\Verto3\PROVE spaziali\RIS 7.xls

Ellissoide di partenza

GRS80

a = 6378137.000

1/f = 298.257222101

Ellissoide di arrivo

Hayford

a = 6378388.000

1/f = 297.000000000

Parametri selezionati

Tx= 625.340 m

Ty= -2 238.591 m

Tz= 52.454 m

Rx= 0° 00' 51.4188"

Ry= 0° 00' 07.7399"

Rz= -0° 00' 54.8586"

S= -13.3622 ppm

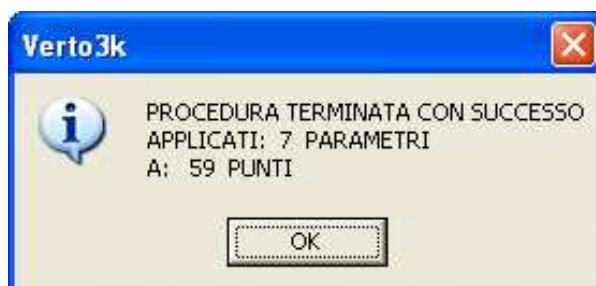


IGM - Servizio Geodetico - Renzo Maseroli

Durante l'esecuzione il software riporta sul monitor i parametri in uso e le costanti degli ellissoidi di partenza e d'arrivo. Le coordinate nel sistema d'arrivo vengono calcolate applicando ancora le relazioni di Molodensky già precedentemente riportate.

Ogni file può contenere fino ad un massimo di 50.000 punti doppi. Dopo aver eseguito una trasformazione, il pulsante "**ESEGUI**" che dà il via all'elaborazione rimane disattivato. Il pulsante si riattiva automaticamente selezionando un nuovo file di risultati.

Al termine del procedimento un *message-box* informa l'utente sull'esito del calcolo e fornisce il numero dei parametri ed il numero dei punti ai quali i parametri sono stati applicati.



4.2.1 File dei dati

I dati devono essere organizzati in modo che ogni riga contenga tutte e sole le informazioni relative ad un punto a cui devono essere applicati i parametri.

Esempio file dati formato Excel

	A	B	C	D	E
1	Num.	Lat. Part.	Long. Part.	Quota Part.	
2	66801	44.56314009	6.45320170	1758.990	
3	00024M	44.56209372	6.44484842	1846.830	
4	0024ZC	44.56168889	6.45151428	1767.020	
5	0024ZI	44.55506550	6.45149940	2061.890	
6	29	44.54097827	6.46039043	2401.390	
7	313	44.53376364	6.46557569	2197.400	
8	37	44.53061497	6.47592293	2216.190	
9					

- la prima riga è ignorata dal programma e può essere utilizzata per le intestazioni;
- in colonna "A" va inserito il numero distintivo del punto (anche alfanumerico);
- in colonna "B" va inserita la latitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
- in colonna "C" va inserita la longitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
- in colonna "D" va inserita la quota del punto nel sistema di partenza espressa in metri;

Esempio file dati formato ASCII

```
/ Num.      Lat. Part.      Long. Part.      Quota Part.
66801      44.56314009      6.45320170      1758.990
00024M     44.56209372      6.44484842      1846.830
0024ZC     44.56168889      6.45151428      1767.020
0024ZI     44.55506550      6.45149940      2061.890
' Zona    Di lavoro                      B
29         44.54097827      6.46039043      2401.390
313        44.53376364      6.46557569      2197.400
37         44.53061497      6.47592293      2216.190
```

- le righe che hanno come primo carattere significativo la barra (/) o l'apice (') sono considerate di commento e vengono ignorate dal programma;
- in ognuna delle righe successive devono essere inserite in sequenza:
 - l'identificativo del punto, anche alfanumerico, senza spazi (massimo 8 caratteri);
 - la latitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la longitudine del punto nel sistema di partenza espressa in gradi sessagesimali nel formato gg.ppssdddd;
 - la quota del punto nel sistema di partenza espressa in metri;
- i campi devono essere separati da spazi, in numero a piacere, o da tabulazione;
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel "Pannello di controllo" di "Windows".

4.2.2 File dei risultati

Nel file dei risultati sono riepilogati nell'ordine:

- i parametri di rototraslazione utilizzati;
- le costanti degli ellissoidi del sistema di partenza e del sistema di arrivo;
- l'elenco dei punti trattati con le coordinate sia del sistema di partenza che d'arrivo.

Esempio file parametri nel formato Excel

APPLICAZIONE DEI PARAMETRI SPAZIALI						
File parametri:	PAR 7					
File dati:	dati AP					
File risultati:	RIS 7					
Parametri:	7					
Tx	625.3401757	m				
Ty	-2238.590647	m				
Tz	52.45439725	m				
Rx	0°00' 51.4188"					
Ry	0°00' 07.7399"					
Rz	-0°00' 54.8586"					
S	-13.36218044	ppm				
			a	1/f		
Elliss. di partenza:	GRS80		6378137	298.2572221		
Elliss. di arrivo:	Hayford		6378388	297		
Punto	Lat. part.	Lon. part.	Quota part.	Lat. arrivo	Lon. arrivo	Quota arr.
66801	44.56314009	6.45320170	1758.990	44.56290268	6.453367031	1758.687
00024M	44.56209372	6.44484842	1846.830	44.56185635	6.445014211	1846.877
0024ZC	44.56168889	6.45151428	1767.020	44.56145154	6.451679752	1766.860
0024ZI	44.55506550	6.45149940	2061.890	44.55482829	6.451665372	2061.743
29	44.54097827	6.46039043	2401.390	44.54074155	6.460556664	2400.911
313	44.53376364	6.46557569	2197.400	44.53352707	6.465741237	2196.533
37	44.53061497	6.47592293	2216.190	44.53037856	6.480088073	2214.839

Esempio file parametri nel formato ASCII

APPLICAZIONE DEI PARAMETRI SPAZIALI

File parametri: PAR 7
 File dati: dati AP
 File risultati: RIS 7

Numero dei parametri: 7

Tx= 625.340 m
 Ty= -2238.591 m
 Tz= 52.454 m
 Rx= 0° 00' 51.4188''
 Ry= 0° 00' 07.7399''
 Rz= -0° 00' 54.8586''
 S= -13.3622 ppm

a

1/f

Ellissoide di partenza:	GRS80	6378137.000	298.257222101
Ellissoide d'arrivo:	Hayford	6378388.000	297.000000000

Punto	Lat. part.	Lon. part.	H part.	Lat. arr.	Lon. arr.	H arr.
66801	44.56314009	6.45320170	1758.990	44.56290268	6.45336703	1758.687
00024M	44.56209372	6.44484842	1846.830	44.56185635	6.44501421	1846.877
0024ZC	44.56168889	6.45151428	1767.020	44.56145154	6.45167975	1766.860
0024ZI	44.55506550	6.45149940	2061.890	44.55482829	6.45166537	2061.743
29	44.54097827	6.46039043	2401.390	44.54074155	6.46055666	2400.911
313	44.53376364	6.46557569	2197.400	44.53352707	6.46574124	2196.533
37	44.53061497	6.47592293	2216.190	44.53037856	6.48008807	2214.839

5.0 Uso della funzionalità “Rototraslazioni Piane”

Avendo a disposizione un sufficiente numero di punti noti in due differenti sistemi cartografici, la funzionalità “Rototraslazioni Piane” consente il calcolo delle relazioni geometriche che legano i sistemi stessi, espresse nella forma di parametri di rototraslazione piani.

Non sono possibili Input e output da tastiera: sia l'introduzione dei dati che la restituzione dei risultati avviene tramite file che possono essere sia in formato Microsoft Excel che in formato ASCII. Il formato Microsoft Excel offre vantaggi di semplicità nella formattazione del testo ma risulta notevolmente più lento; quando si debbono trattare grandi quantità di dati è consigliabile utilizzare il formato ASCII.

5.1 Calcolo parametri piani

Calcolo Parametri Piani

Sceita dei file

Tipo di file:

File dei dati: C:\20Programmi\Verto3\prova piane\CALCOLA\dat 1.xls

File di report: C:\20Programmi\Verto3\prova piane\CALCOLA\res1.xls

File dei parametri: C:\20Programmi\Verto3\prova piane\CALCOLA\par1.xls

Errore medio dell'unità di peso della trasformazione: 0.039 m

Numero dei parametri

☐ 1 parametro (R) ☐ 2 parametri (Tn, Te) ☐ 3 parametri (Tn, Te, S) ☐ 3 parametri (Tn, Te, R) ☒ 4 parametri (Tn, Te, R, S) ☐ 5 parametri (Tn, Te, R, Sn, Se)

Trasformazione Conforme

Nota sulla significatività degli e.q.m.

IGM - Servizio Geodetico - Renzo Maseroli

Parametri

Tn= 158.189 m +/- 151.139

Te= 5.739 m +/- 151.139

R= 5° 43' 47.8167" +/- 0° 00' 06.3796"

S= 0.999968253 +/- 0.000030928

Sn=

Se=

E' possibile scegliere il numero di parametri attraverso i quali esprimere le relazioni geometriche intercorrenti fra i due Sistemi di Riferimento fra le seguenti possibilità:

- 1 parametro - una sola rotazione (R - trasformazione rigida);
- 2 parametri - 2 traslazioni (Tn, Te - trasformazione rigida);
- 3 parametri - 2 traslazioni e un fattore di scala (Tn, Te, S – trasformazione conforme);
- 3 parametri - 2 traslazioni e una rotazione (Tn, Te, R – trasformazione rigida);
- 4 parametri - 2 traslazioni, una rotazione e un fattore di scala (Tn, Te, R, S – trasformazione conforme);
- 5 parametri - 2 traslazioni, una rotazione e 2 fattori di scala (Tn, Te, R, Sn, Se – trasformazione affine);

Avvertenza

La trasformazione con la sola rotazione è da considerarsi un caso molto particolare. Essa deve essere utilizzata solo quando si è certi che i due sistemi si differenziano proprio per una sola rotazione, a meno degli errori accidentali. Nell'applicazione dei parametri la sola rotazione può essere utilizzata, ad esempio, per portare un sistema euleriano parallelo al reticolato UTM, applicando come rotazione la convergenza del meridiano nell'origine del sistema euleriano e costruendo il file *.par manualmente, seguendo l'esempio riportato nel seguito.

Il programma calcola i parametri richiesti attraverso una soluzione ai minimi quadrati, impostando le equazioni generatrici dopo aver riferito le due serie di coordinate, appartenenti ai due sistemi da porre in relazione, ciascuna al proprio baricentro (escluso il caso della sola rotazione per il quale vengono impiegate le coordinate originali). Tale metodologia risulta vantaggiosa poiché diminuisce la dipendenza delle traslazioni dalle rotazioni, e consente di giungere più semplicemente ad una soluzione ottimale.

La procedura di calcolo necessita della selezione di 3 file:

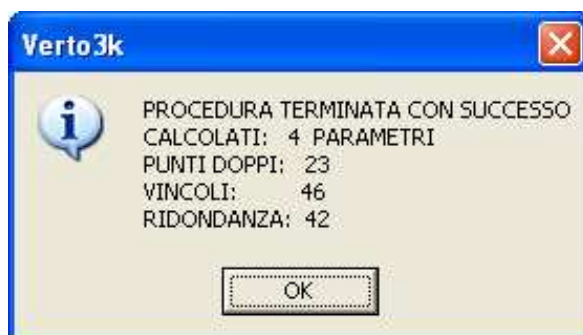
- **file dei dati** relativo ai punti doppi;
- **file di report** del calcolo dei parametri;
- **file dei parametri**, utile per la successiva applicazione dei parametri.

Se si sceglie di utilizzare il formato *.xls (Excel), nelle “**file list box**” relative ai 3 file, il programma propone solo file con estensione “**xls**”; se il nome del file di report non viene selezionato ma immesso da tastiera, l'estensione verrà aggiunta automaticamente. Se invece si seleziona il formato ASCII, l'estensione del file di dati può essere qualunque. Nelle “**file list box**” relative al report e ai parametri il programma propone solo file con estensione “**txt**”; se il nome del file di report non viene selezionato ma immesso da tastiera senza estensione il programma aggiunge automaticamente “**.txt**”.

Ogni file può contenere fino ad un massimo di 10.000 punti doppi. Dopo aver eseguito un calcolo di parametri il pulsante “**ESEGUI**”, che dà il via all'elaborazione, rimane

disattivato. Il pulsante si riattiva automaticamente selezionando un nuovo file di report ed un nuovo file di parametri.

Al termine del procedimento un *message-box* informa l'utente sull'esito del calcolo e fornisce il numero dei parametri calcolati, il numero dei vincoli utilizzati, il numero dei punti doppi e la ridondanza.



5.1.1 File dei dati

I dati devono essere organizzati in modo che ogni riga contenga tutte e sole le informazioni relative ad un punto doppio. Nelle applicazioni pratiche risulta efficace, al fine di giungere ad una soluzione ottimale, la possibilità di escludere e/o reinserire in calcolo uno o più punti doppi. Questo è possibile semplicemente modificando il numero indicato **“Valori in calcolo”** alla fine di ogni riga. Per i punti esclusi dal calcolo il software calcola ugualmente i residui delle relative equazioni, consentendo un'analisi veloce ed efficace dei risultati.

Esempio file dati formato Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1	Punto	Nord	Est	Y	X	Valori in cal.	
2	3	4840421.199	671386.879	42103.29	-16540.58	1	
3	35	4840764.814	671408.628	42446.06	-16508.92	1	
4	39	4840947.293	670917.988	42642.45	-16994.30	1	
5	43	4839837.741	671527.993	41516.04	-16416.02	1	
6	47	4840314.194	672171.429	41973.84	-15759.25	1	
7							
8							

- la prima riga è ignorata dal programma e può essere utilizzata per le intestazioni;
- in colonna “A” va inserito il numero distintivo del punto (anche alfanumerico);
- in colonna “B” va inserita la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di partenza;
- in colonna “C” va inserita la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di partenza;
- in colonna “D” va inserita la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di arrivo;
- in colonna “E” va inserita la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di arrivo;
- in colonna “F” (**Valori in calcolo**) va inserito un coefficiente con il seguente significato:
 - 1 = il punto viene considerato nel calcolo;
 - 0 = il punto viene escluso dal calcolo.
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel *“Pannello di controllo”* di *“Windows”*.

Esempio file dati formato ASCII

/Punto	Nord	Est	Y	X	Valori in cal.
3	4840421.199	671386.879	42103.29	-16540.58	1
35	4840764.814	671408.628	42446.06	-16508.92	1
39	4840947.293	670917.988	42642.45	-16994.30	1
43	4839837.741	671527.993	41516.04	-16416.02	1
47	4840314.194	672171.429	41973.84	-15759.25	1

- le righe che hanno come primo carattere significativo la barra (/) o l'apice (') sono considerate di commento e vengono ignorate dal programma;
- in ognuna delle righe successive devono essere inserite in sequenza:
 - l'identificativo del punto, anche alfanumerico, senza spazi (massimo 8 caratteri);
 - la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di partenza;
 - la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di partenza;
 - la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di arrivo;
 - la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di arrivo;
 - un codice numerico (**Valori in calcolo**) con il seguente significato:
 - 1 = il punto viene considerato nel calcolo;
 - 0 = il punto viene escluso dal calcolo.
- i campi devono essere separati da spazi, in numero a piacere, o da tabulazione;
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel "Pannello di controllo" di "Windows".

5.1.2 File di report

Nel file di report sono riepilogati in forma concisa sia i dati che i risultati del calcolo. Nella valutazione dell'affidabilità del risultato è opportuno tener presente che il valore dell'errore quadratico dell'unità di peso e l'entità dei residui delle equazioni assumono maggiore importanza rispetto ai valori degli e.q.m. dei parametri che possono essere negativamente influenzati dalla geometria del problema.

Esempio file report nel formato EXCEL

RISULTATI DELLA TRASFORMAZIONE PIANA					
File dati:	esempio dat				
File risultati:	esempio ris				
File parametri:	esempio par				
DATI					
Punto	Nord part.	Est part.	Nord arrivo	Est arrivo	In calcolo
3	4840421.199	671386.879	4749212.4	1151268.5	1
35	4840764.814	671408.628	4749552.1	1151324.4	1
39	4840947.293	670917.988	4749782.6	1150854.5	1
43	4839837.741	671527.993	4748617.7	1151350.6	1
47	4840314.194	672171.429	4749027.6	1152038.4	1
SOLUZIONE CON 4 PARAMETRI					

	Parametri		e.q.m.			
TN =	158.1886651	m	151.1394794		Punti doppi:	5
TE =	5.738966984	m	151.1394842		Vincoli:	10
R =	5.434781666	DMS	0.000637957		Ridondanza:	6
S =	0.999968253		3.0928E-05			
Errore medio dell'unità di peso: 0.039 m						
RESIDUI DEI PUNTI NEI SISTEMI EULERIANI (metri)						
Punto	Delta Nord	Delta Est	In calcolo			
3	0,034	0,022	1			
35	0,018	-0,023	1			
39	-0,027	0,032	1			
43	-0,053	-0,032	1			
47	0,028	0,000	1			

Esempio file report nel formato ASCII

RISULTATI DELLA TRASFORMAZIONE PIANA

File dati: dat1
File report: RIS 4
File parametri: PAR 4

DATI

Punto	Nord part.	Est part.	Nord arrivo	Est arrivo	in cal.
3	4840421.199	671386.879	4749212.400	1151268.500	1
35	4840764.814	671408.628	4749552.100	1151324.400	1
39	4840947.293	670917.988	4749782.600	1150854.500	1
43	4839837.741	671527.993	4748617.700	1151350.600	1
47	4840314.194	672171.429	4749027.600	1152038.400	1

SOLUZIONE CON 4 PARAMETRI

Parametri ed errori quadratici medi:

TN=	158.189 m	+/-	151.139	Punti doppi:	5
TE=	5.739 m	+/-	151.139	Vincoli:	10
R =	5° 43' 47.8167''	+/-	0° 00' 06.3796''	Ridondanza:	6
S =	0.999968253	+/-	0.000030928		

Errore medio dell'unità di peso: 0,039 m

RESIDUI DEI PUNTI NEI SISTEMI EULERIANI (metri):

Punto	Delta Nord	Delta Est	in cal.
3	0.034	0.022	1
35	0.018	-0.023	1
39	-0.027	0.032	1
43	-0.053	-0.032	1
47	0.028	0.000	1

5.1.3 File dei parametri

I valori necessari alla successiva applicazione dei parametri sono raccolti in un file (file dei parametri), in un formato appositamente predisposto per la funzionalità “Applicazione parametri piani”. Oltre al numero ed ai valori dei parametri stessi tale file contiene i nomi e le costanti geometriche relative agli ellissoidi di partenza e di arrivo utilizzati nel calcolo. I parametri sono riportati con il segno concorde con la trasformazione dei dati dal sistema di partenza al sistema di arrivo.

Esempio file parametri nel formato Excel

	A	B	C	D
1	Parametri	4		
2	Tipo	4		
3	Parametri	7		
4	TN	158.1887	m	
5	TE	5.738967	m	
6	R	0.100006	radianti	
7	S	0.999968		
8				

Esempio file parametri nel formato ASCII

```
Parametri:      4
Tipo:           4
TN=             158,188665081708   m
TE=             5,73896698390101   m
R=              0,10000647728161   radianti
S=              0,999968252729419
```

5.2 Applicazione parametri piani

La funzionalità “Applicazione parametri piani” consente di applicare un set di parametri, ottenuti come sopra descritto e memorizzati in un **file dei parametri**, ad un insieme di punti dei quali si conoscono le coordinate nel sistema di partenza, per ottenere quelle nel sistema di arrivo.

Dopo aver scelto il tipo di file con il quale si vuole operare (Excel o ASCII), e nel quale siano disponibili i file dei dati e dei parametri, la procedura necessita della selezione di 3 file:

- **file dei parametri**, precedentemente calcolati;
- **file dei dati** relativi ai punti da trasformare dal sistema di partenza a quello d'arrivo;
- **file dei risultati** dell'applicazione dei parametri.

Se si sceglie di utilizzare il formato *.xls (Excel) nelle 3 “**file list box**” il programma propone solo file con estensione “**xls**”; se il nome del file dei risultati non viene selezionato ma immesso da tastiera, l'estensione verrà aggiunta automaticamente.

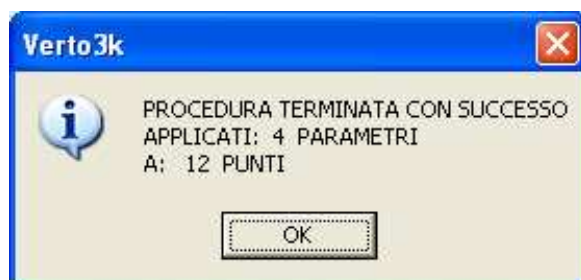


Se invece si seleziona il formato ASCII l'estensione del file dei dati può essere qualunque; nelle **"file list box"** relative ai parametri e ai risultati il programma propone solo file con estensione **"txt"**; se il nome del file dei risultati non viene selezionato ma immesso da tastiera senza estensione, il programma aggiunge automaticamente **".txt"**.

Durante la lettura del file *.par il software riporta sul monitor i parametri letti.

Ogni file può contenere fino ad un massimo di 50.000 punti doppi. Dopo aver eseguito una trasformazione, il pulsante **"ESEGUI"** che dà il via all'elaborazione rimane disattivato. Il pulsante si riattiva automaticamente selezionando un nuovo file di risultati.

Al termine del procedimento un message-box informa l'utente sull'esito del calcolo e fornisce il numero dei parametri ed il numero dei punti ai quali i parametri sono stati applicati.



5.2.1 File dei dati

I dati devono essere organizzati in modo che ogni riga contenga tutte e sole le informazioni relative ad un punto a cui devono essere applicati i parametri.

Esempio file dati formato Excel

	A	B	C	D
1	Punto	Nord	Est	
2	3	4840421.199	671386.879	
3	35	4840764.814	671408.628	
4	39	4840947.293	670917.988	
5	43	4839837.741	671527.993	
6	47	4840314.194	672171.429	
7				
8				

- la prima riga è ignorata dal programma e può essere utilizzata per le intestazioni;
- in colonna "A" va inserito il numero distintivo del punto (anche alfanumerico);
- in colonna "B" va inserita la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di partenza;
- in colonna "C" va inserita la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di partenza;

Esempio file dati formato ASCII

```
/ Punto      Nord      Est
      3      4840421.199    671386.879
      35      4840764.814    671408.628
      39      4840947.293    670917.988
      43      4839837.741    671527.993
      47      4840314.194    672171.429
```

- le righe che hanno come primo carattere significativo la barra (/) o l'apice (') sono considerate di commento e vengono ignorate dal programma;
- in ognuna delle righe successive devono essere inserite in sequenza:
 - l'identificativo del punto, anche alfanumerico, senza spazi (massimo 8 caratteri);
 - la coordinata Nord (ordinata) del punto nel sistema di partenza;
 - la coordinata Est (ascissa) del punto nel sistema di partenza;
- i campi devono essere separati da spazi, in numero a piacere, o da tabulazione;
- il separatore dei decimali può essere indifferentemente il punto o la virgola in accordo con quanto selezionato nel "Pannello di controllo" di "Windows".

5.2.2 File dei risultati

Nel file dei risultati sono riepilogati i parametri di rototraslazione utilizzati e l'elenco dei punti trattati con le coordinate sia del sistema di partenza che d'arrivo.

Esempio file risultati nel formato Excel

APPLICAZIONE DEI PARAMETRI PIANI				
File parametri:	PAR 4			
File dati:	DATI_AP			
File risultati:	RIS4			
Parametri: 4	TN	TE	R	S
	158.189	5.739	5°43' 47.8167"	0.999968253
RISULTATI				
Punto	Nord part.	Est part.	Nord arrivo	Est arrivo
3	4840421.199	671386.879	4749212.366	1151268.478
35	4840764.814	671408.628	4749552.082	1151324.423
39	4840947.293	670917.988	4749782.627	1150854.468
43	4839837.741	671527.993	4748617.753	1151350.632
47	4840314.194	672171.429	4749027.572	1152038.400

Esempio file risultati nel formato ASCII

```

APPLICAZIONE DEI PARAMETRI PIANI
File parametri:                PAR 4
File dati:                    datiAP
File risultati:                RIS 4AP

Numero dei parametri:          4
      TN      TE      R      S
158.189      5.739      5°43'47.8167'' 0.999968253

RISULTATI
Punto      Nord part.      Est part.      Nord arrivo      Est arrivo
3  4840421.199      671386.879      4749212.366      1151268.478
35 4840764.814      671408.628      4749552.082      1151324.423
39 4840947.293      670917.988      4749782.627      1150854.468
43 4839837.741      671527.993      4748617.753      1151350.632
47 4840314.194      672171.429      4749027.572      1152038.400

```

6.0 Precisioni

Le precisioni ottenibili nelle trasformazioni fra Sistemi di Riferimento non dipendono dal programma ma dalle griglie utilizzate ed implementate nel programma stesso attraverso i file ***.gk?**. Tali griglie sono identificabili tramite l'anno della loro realizzazione, che appare sul video nella parte bassa del riquadro relativo alla loro selezione. Ad oggi sono disponibili le griglie con estensione **gk1** e **gk2** che forniscono le precisioni sotto riportate.

Per la parte planimetrica le due griglie sono identiche e forniscono risultati omogenei con quelli convenzionalmente adottati dall'IGM. Le coordinate geografiche sono espresse al decimillesimo di secondo sessagesimale (corrispondente a circa 3 mm), quelle piane al millimetro. Nei passaggi fra geografiche e piane e viceversa le formule elaborate dal Prof. Bonifacino garantiscono una precisione millimetrica.

Per la parte altimetrica le griglie **gk1** contengono il modello di geoide ITALGEO99 (frutto della collaborazione fra il Politecnico di Milano e l'IGM). Tale modello di geoide è caratterizzato da uno scarto quadratico medio normalizzato (1σ) rispetto alla rete GEOTRAV (sottoinsieme dell'IGM95) di:

- ± 0.15 m per l'Italia continentale (riferita al mareografo di Genova);
- ± 0.04 m per la Sicilia (riferita al mareografo di Catania);
- ± 0.07 m per la Sardegna (riferita al mareografo di Cagliari).

A 3σ (livello di confidenza del 99%) i valori diventano rispettivamente di ± 0.45 m, ± 0.12 m, e ± 0.21 m

Per i territori corrispondenti alle isole Pelagie e all'isola di Pantelleria le separazioni sono state stimate utilizzando il più recente modello globale di Wenzel e non si riferiscono quindi ai geoidi locali nazionali convenzionalmente adottati. Per i suddetti territori un *message-box* informa l'utente del modello di geoide utilizzato.

Le griglie **gk2** contengono il modello di geoide ITALGEO2005 (anch'esso realizzato in collaborazione con il Politecnico di Milano), caratterizzato da uno scarto quadratico medio normalizzato (1σ) rispetto alla rete GEOTRAV (sottoinsieme dell'IGM95) di:

- ± 0.035 m per tutta l'Italia.

A 3σ (livello di confidenza del 99%) il valore diventa pari a ± 0.10 m.

Per i territori corrispondenti alle isole Pelagie e all'isola di Pantelleria le separazioni sono state stimate utilizzando il modello globale EGM2008 la cui precisione dovrebbe essere non inferiore al mezzo metro. Per i suddetti territori un *message-box* informa l'utente del modello di geoide utilizzato.

Nelle rototraslazioni sia spaziali che piane la precisione raggiunta nella stima dei parametri è espressa dal valore dell'errore quadratico dell'unità di peso e dall'entità dei residui delle equazioni. Gli errori quadratici medi dei parametri risultano invece di scarsa attendibilità poiché possono essere negativamente influenzati dalla geometria del problema.

Il Servizio Geodetico dell'IGM sarà grato a chiunque vorrà contribuire con osservazioni e suggerimenti all'eventuale miglioramento del programma.