
Applicativo per l'utilizzo e l'integrazione del dato verto su aree vaste

Maurizio BARBARELLA
Ernesto RONCI
DISTART
Università di Bologna
Viale Risorgimento, 2
40136 Bologna
e maurizio.barbarella@mail.ing.unibo.it
e ernesto.ronci@mail.ing.unibo.it

Parole Chiave > ITALGEO99, Verto, Interpolazione, Raffittimento

Riassunto > Nell'elaborazione dei dati dei rilievi di alcune reti di raffittimento a sette chilometri realizzate in Emilia Romagna sono emersi alcuni aspetti critici nell'utilizzo del software Verto (versioni 1 e 2) prodotto dall'IGM.

Il problema più rilevante, emerso durante le prove, è stato che il software, per ogni elaborazione, permette l'utilizzo di un solo file *gr1*, rendendo quindi inevitabili più elaborazioni quando l'estensione del rilievo da analizzare sia più grande dell'area ricoperta da un foglio al 50.000 o quando tale rilievo si estenda a cavallo fra due fogli adiacenti; questa situazione comporta principalmente i seguenti due problemi, l'individuazione del foglio di pertinenza per ogni vertice da processare e la produzione di valori doppi, quando il vertice da processare si trovi nella zona di sovrapposizione tra due file adiacenti.

Ai fini di un processamento più fluido, è stato prodotto un programma-utility (Rerry 1.0) con la funzionalità di elaborare il rilievo, in un unico passaggio, mediante la costruzione automatizzata di una griglia contenente le informazioni di più file *gr1*.

Si è ricercata inoltre la metodologia migliore per l'adattamento dei dati a disposizione sulla base di valori noti di ondulazione sperimentale, derivanti dai lavori di raffittimento a sette chilometri della rete geodetica IGM95, effettuati nelle Province di Ravenna, Modena, Reggio Emilia e Parma, nonché dei vertici IGM95 della serie 700.

Abstract > Verto (version 1 and 2), released by IGM, makes Datum Transformations, between WGS84, ROME40 and ED50 by a Bi-Linear interpolation, based on grids with the same extension of a 50000 sheet; at the same time it makes computation of geoid ondulation.

This program only work on a sheet per time, so we need more computations for data larger then 50000 sheet.

This work deals about the release of a program-utility (Rerry 1.0); this program can make datum trasformation and the computation of

geoid ondulation in one step; this fact allows to process data extended by big area, generally larger than a 50000 sheet.

Results obtained using Rerry 1.0 and a local grid fitted on experimental data have been compared with values resulting from a seven parameters transformation, in densification networks of Parma and Piacenza.

1. Introduzione

Lo scopo del presente lavoro è quello di trovare una metodologia operativa che permetta l'utilizzo del dato in formato Verto su aree vaste, in generale maggiori della superficie ricoperta da un foglio al 50.000.

Il primo problema che si è dovuto risolvere è stato lo studio dell'organizzazione dei dati contenuti nei file gr1 per poterli utilizzare in maniera diversa e più fluida.

Al termine di questa fase, è stato realizzato un software specifico in grado di utilizzare tali dati, con il fine di effettuare passaggi fra datum diversi ed il calcolo dell'ondulazione, su aree di qualsiasi grandezza.

Dopo un primo periodo di test, il programma è stato utilizzato per le elaborazioni della rete GPS7 delle Province di Parma e Piacenza, in modo da verificarne l'efficacia su un caso reale, e ricavare utili informazioni per il successivo miglioramento del software.

L'ultimo momento del lavoro è stato lo studio dell'ondulazione, l'adattamento dei dati a disposizione e il confronto fra le varie metodologie scelte, sono state infatti seguite due strade, la prima che prevede l'adattamento delle ondulazioni di modello calcolate dal software sulle ondulazioni sperimentali a disposizione, la seconda prevede invece l'adattamento della griglia di ondulazioni.

2. Struttura dei file gr1

Analizzando nello specifico la struttura di un file gr1, possiamo notare come esso si presenti come un semplice file di testo, composto da 293 record strutturati nella seguente maniera:

Record 1-2	commento
Record 3-38	correzioni latitudine ED50
Record 39-74	correzioni longitudine ED50
Record 75	commento
Record 76-111	correzioni latitudine WGS84
Record 112-147	correzioni longitudine WGS84
Record 148	latitudine di riferimento correzioni
Record 149	longitudine di riferimento correzioni
Record 150	commento
Record 151-290	ondulazioni
Record 291	latitudine di riferimento ondulazioni
Record 292	longitudine di riferimento ondulazioni
Record 293	commento

Possiamo quindi osservare che i dati in formato Verto sono divisi principalmente in due sezioni, la prima contenente le informazioni per il passaggio fra datum (record 1 – 149), la seconda comprendente le indicazioni per il calcolo delle ondulazioni secondo il modello ITALGEO99 (record 150 – 293).

Analizzando la sezione contenente le correzioni osserviamo che ciascun file riporta 36 valori di correzione, rispettivamente per la latitudine e la longitudine, per il passaggio da Roma40 a ED50 e da Roma40 a WGS84, quindi 4 blocchi da 36 valori per un totale di 144 dati.

La seconda sezione contiene invece di 140 valori, georeferenziati in coordinate WGS84, per il calcolo dell'ondulazione.

Alcuni dei valori di correzione di un file sono ripetuti in quello contiguo secondo un pattern regolare, osservando la figura 1, che riporta gli estratti di due fogli adiacenti in longitudine, possiamo chiarire meglio questo aspetto:

C:\Programmi\verto1\gr1\161	C:\Programmi\verto1\gr1\162.gr1
"FOGLIO"	"FOGLIO"
"2002"	"2002"
5.82776	5.81437
5.82322	5.81085
5.8186	5.80795
5.81437	5.80298
5.81085	5.79633
5.80795	5.78932
5.81761	5.80294
5.81283	5.79839
5.80792	5.79568
5.80294	5.79173
5.79839	5.78583
5.79568	5.77828
5.80716	5.79201
5.80237	5.78666
5.7974	5.78447
5.79201	5.78136
5.78666	5.77629
5.78447	5.76819
5.79692	5.78251
5.79235	5.77755
5.78771	5.77487

Figura1 – Zone di sovrapposizione delle correzioni

Figura 2 – Zone di sovrapposizione delle ondulazioni

Il grado di sovrapposizione rimane inalterato per ciascuno dei quattro blocchi di correzioni.

Anche i valori delle ondulazioni risultano sovrapposti, vediamo in che maniera:

C:\Programmi\verto1\gr1\161	C:\Programmi\verto1\gr1\162.gr1
"1999 V.1"	"1999 V.1"
40.82	40.17
40.75	40.14
40.68	40.11
40.6	40.07
40.53	40.05
40.46	40.03
40.39	40.01
40.33	39.99
40.27	39.98
40.21	39.97
40.17	39.96
40.14	40.01
40.11	40.04
40.07	40.08
40.66	39.99
40.59	39.96
40.51	39.91
40.44	39.87
40.37	39.84
40.31	39.81
40.23	39.78
40.15	39.76
40.1	39.75
40.04	39.74
39.99	39.74
39.96	39.76
39.91	39.77
39.87	39.8
40.55	39.84
40.48	39.79
40.41	39.75
40.33	39.71
40.26	39.67
40.19	39.63
40.12	39.59
40.04	39.57

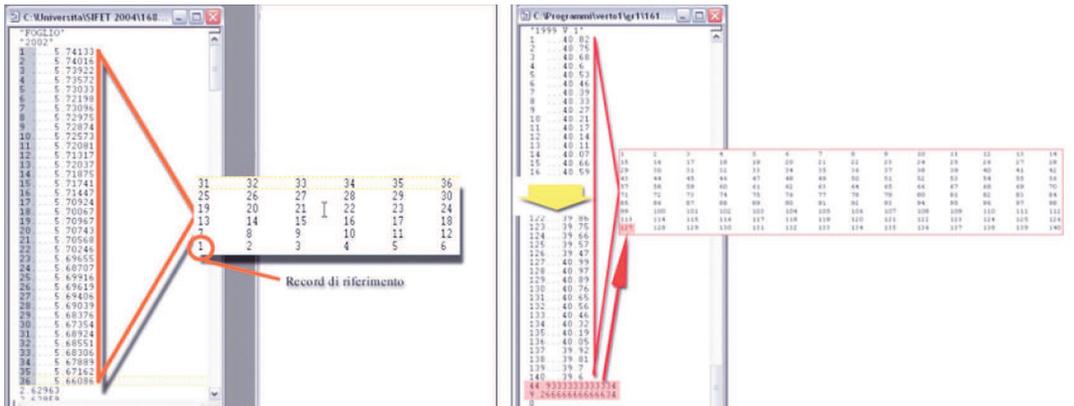
Allo stesso modo, analizzando una coppia di file adiacenti in latitudine, emerge un costante grado di sovrapposizione fra i dati, anch'esso secondo un pattern costante.

E' emerso quindi che i dati sono organizzati in griglie 6x6, per ogni blocco di correzioni, in maniera che il primo dei 36 record abbia come coordinate quelle di riferimento e gli altri seguano per formare i nodi

della griglia della griglia con passo 7,30' in longitudine e 5' in latitudine; una volta riorganizzati i dati in questo modo, appare evidente che la sovrapposizione si realizza fra le ultime tre colonne, per i file adiacenti lungo la longitudine (in alcuni casi tale numero cala a 2), e le ultime tre righe per i file adiacenti lungo la latitudine.

I valori delle ondulazioni, invece, sono organizzati in modo da formare una griglia 14x10, con passo costante di 2', nella quale i record 291 e 292 esprimono il riferimento del valore di ondulazione riportato nel record 277, in questo caso la sovrapposizione interessa le ultime 4 colonne e le ultime 4 righe di ogni file, come sintetizzato nella figura 3:

Figura .3 – Struttura dei dati in un file *.gr1



La conoscenza della struttura dei dati e del passo delle griglie ha permesso la georeferenziazione di tali valori, come vedremo meglio nel paragrafo seguente.

3. Costruzione delle griglie

La necessità di operare fluidamente su aree vaste non può prescindere dalla disponibilità dei dati in un unico set, si è deciso quindi di raccogliere tutti i valori a disposizione in due file di testo che costituiscono le due griglie, estese su tutta la superficie della Regione Emilia Romagna, contenenti l'una i valori delle correzioni per il passaggio fra datum, l'altra i valori del modello di ondulazione ITALGEO99.

Per alleggerire il numero dei dati sono stati eliminati i valori doppi derivanti dalla sovrapposizione dei file gr1, si noti che tale operazione potrebbe essere trascurata senza problemi, poiché la presenza di valori ripetuti non ha alcuna influenza sul funzionamento del software interpolatore.

La georeferenziazione dei dati è stata fatta mediante la conoscenza dei valori di riferimento riportati nei record 148-149, per le correzioni, e 292-293 per le ondulazioni.

Queste operazioni hanno permesso la creazione di due semplici file di testo di cui viene riportato un esempio nelle figure 4 e 5.

lat	long	DlatED50	DlongEd50	DlatWgs84	DlongWgs84
44.916666667	9.202333333	5.827760	2.493550	2.379550	-1.199170
44.916666667	9.327333333	5.823220	2.503360	2.377420	-1.172290
44.916666667	9.452333333	5.818600	2.512440	2.380230	-1.156780
44.916666667	9.577333333	5.814370	2.520830	2.383760	-1.141040
44.916666667	9.702333333	5.810850	2.529590	2.387640	-1.124370
44.916666667	9.827333333	5.807950	2.540340	2.385240	-1.095020
45.000000002	9.202333333	5.817610	2.499640	2.390150	-1.200650
45.000000002	9.327333333	5.812830	2.509170	2.386320	-1.175470
45.000000002	9.452333333	5.807920	2.517540	2.386790	-1.158930
45.000000002	9.577333333	5.802940	2.524790	2.388160	-1.141670
45.000000002	9.702333333	5.798390	2.532280	2.389550	-1.122240
45.000000002	9.827333333	5.795680	2.543280	2.389080	-1.096060
45.083333338	9.202333333	5.807160	2.506600	2.397310	-1.201610

Figura 4 – Grigliato delle correzioni

lat	long	N99
43.533333333	11.733333333	46.34
43.533333333	11.766666667	46.29
43.533333333	11.800000000	46.22
43.533333333	11.833333333	46.15
43.533333333	11.866666667	46.1
43.533333333	11.900000000	46.07
43.533333333	11.933333333	46.04
43.533333333	11.966666667	45.99
43.533333333	12.000000000	45.89
43.533333333	12.033333333	45.75
43.533333333	12.066666667	45.63
43.533333333	12.100000000	45.51
43.533333333	12.133333333	45.41
43.533333333	12.166666667	45.33
43.533333333	12.200000000	45.27
43.533333333	12.233333333	45.21
43.533333333	12.266666667	45.15
43.533333333	12.300000000	45.1
43.533333333	12.333333333	45.03
43.533333333	12.366666667	44.93
43.533333333	11.733333333	46.30

Figura 5 – Grigliato delle ondulazioni

La costruzione delle griglie viene eseguita da un software specifico creato appositamente.

Le due griglie prodotte, quindi, riorganizzano i dati in formato Verto in un unico set, offrendo così la possibilità di editarli in maniera semplice ed efficace in relazione alle situazioni di utilizzo, ad esempio è possibile restringere o allargare la nostra zona di interesse senza apportare alcuna modifica al software e alla metodologia di calcolo.

4. Il Software Rerry 1.0

Il software si divide sostanzialmente in due diverse routine, la prima permette di effettuare la trasformazione di coordinate (fino a questo momento è stato implementato soltanto il passaggio WGS84 – ROMA40), l'altra il calcolo dell'ondulazione di modello.

Il programma è stato sviluppato in Fortran, basa i propri calcoli sulla conoscenza di una griglia di dati riorganizzati come visto in precedenza. Nell'ambito del presente lavoro verrà analizzata la funzionalità del calcolo dell'ondulazione di modello.

Nell'attuale versione del programma la griglia ha passo costante (2' x 2'), così come prevede l'organizzazione dei valori per il programma dell'IGM, una prima evoluzione prevedrà la possibilità di operare con griglie di passo non costante in modo da poter sfruttare al meglio i valori noti di ondulazione sperimentale.

L'input del software è costituito da un semplice file di testo che contiene, in ogni riga, il nome del punto da processare e le sue coordinate, espresse in WGS84, in base alle quali viene calcolato il valore di ondulazione tramite un'interpolazione bilineare¹ fra i valori espressi nei nodi della griglia.

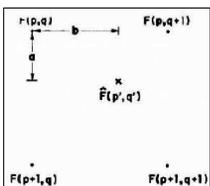
La scelta di tale algoritmo è stata fatta per avere omogeneità con il software dell'IGM, con il quale si vogliono confrontare i risultati ottenuti.

Il risultato dell'elaborazione è un file contenente sia i valori di ondulazione di modello che le quote "pseudo-ortometriche" ricavabili, contrariamente a quanto effettuato da Verto che riporta invece solo le quote.

Figura 6 – Output del programma

Vertice	Lat. WGS84	Lon. WGS84	h ell.	Ond	H orto.
RA01	44.3717751680	12.1441734740	0.000	40.007	-40.007
RA02	44.3545219020	11.5856141910	0.000	40.004	-40.004
RA03	44.3317571690	11.4722508030	0.000	39.747	-39.747
RA04	44.3419323980	11.5230648290	0.000	39.875	-39.875
RA05	44.3321713010	11.5545489170	0.000	39.797	-39.797
RA06	44.3229559250	12.0503063680	0.000	39.683	-39.683
RA07	44.3213385050	12.0940629480	0.000	39.622	-39.622
RA08	44.3303172940	12.1319119680	0.000	39.666	-39.666
RA09	44.3004459700	11.4935421640	0.000	39.533	-39.533
RA10	44.3051250390	11.5333089170	0.000	39.603	-39.603
RA11	44.3030615560	12.0224773960	0.000	39.554	-39.554
RA12	44.2956035980	12.1039915460	0.000	39.453	-39.453
RA13	44.3138731550	12.1633381250	0.000	39.560	-39.560
RA14	44.2752234910	11.4809077730	0.000	39.447	-39.447
RA15	44.2820661030	11.5734637290	0.000	39.449	-39.449
RA16	44.2818179750	12.0140049920	0.000	39.421	-39.421
RA17	44.2713103220	12.0636387740	0.000	39.336	-39.336
RA18	44.2642059410	12.1335577560	0.000	39.274	-39.274
RA19	44.2740882960	12.1712610030	0.000	39.327	-39.327

¹ $F(p',q') = (1-a)[(1-b)F(p,q) + bF(p,q+1)] + a[(1-b)F(p+1,q) + bF(p+1,q+1)]$



Una volta terminata la fase di compilazione del programma sono stati eseguiti dei test di funzionamento con il duplice scopo di mettere in evidenza i problemi di funzionamento e di valutare le differenze, in termini di ondulazione calcolata, con Verto.

La fase di test è stata divisa quindi in due parti, nella prima si è voluto verificare il comportamento del software nell'elaborazione di coordinate che avrebbero potuto essere causa di errore e cioè:

1. Vertici al di fuori della griglia
2. Vertici corrispondenti ai nodi della griglia

Attraverso l'utilizzo di un file di input creato ad hoc si è potuto notare come il funzionamento del software risulti corretto, l'elaborazione dei vertici al di fuori della griglia viene bypassata senza problemi ed i vertici coincidenti con i nodi sono regolarmente riconosciuti e ad essi viene attribuito esattamente il valore del nodo corrispondente, senza quindi operare l'interpolazione.

La seconda fase di test è stata dedicata al confronto dei risultati ottenuti con Rerry1.0 e con Verto, a tal proposito sono state utilizzate le coordinate dei vertici della rete GPS7 della Provincia di Ravenna.

Anche questa prova ha dato luogo a risultati soddisfacenti in quanto i valori calcolati dai due diversi software si sono rivelati identici al mm (arrotondamento dei risultati di Verto).

5. Un caso reale: La Rete GPS7 di Parma

La rete GPS7 di Parma è l'ultima, in termini cronologici, realizzata in Emilia Romagna e va ad unirsi a quelle già realizzate di Reggio Emilia, Ravenna, Ferrara e Modena, è stata misurata nello stesso periodo in cui veniva realizzato e testato il software Rerry1.0.

Il software è stato utilizzato per calcolare le ondulazioni di modello per i vertici della rete, permettendo di effettuare tale calcolo in un solo passaggio.

A puro scopo esemplificativo viene riportata una tabella dei tempi che mette in evidenza come l'utilizzo del software Verto abbia richiesto molto più tempo poiché ha richiesto 15 diverse elaborazioni e il conseguente lavoro di pulizia dei dati doppi, derivanti dai vertici ricadenti nelle zone di sovrapposizione, difficilmente quantificabile in generale in termini di tempo.

	Rerry1.0	Verto1
N° elab.	1	15
Tempo elab.	5 sec	15 sec
Punti Ripetuti	0	116*
Pulitura dati	0 sec	15 min (circa)
Tempo Totale	5 sec	18 min circa

* su un totale di 113 vertici processati

I valori espressi in tabella sono evidentemente valori medi, ma indicativi per elaborazioni di reti di estensione provinciale, la maggior parte del tempo viene speso nella fase di pulizia dei dati, infatti, per ogni elaborazione, Verto produce un file di risultati diverso, contenente sia i vertici processati che quelli "fuori griglia", per ognuno di questi file è quindi necessario selezionare soltanto i vertici di cui è stato possibile eseguire il calcolo, copiarli in un'altra destinazione e ripetere tali operazioni tante volte quanti sono i fogli utilizzati, a questo punto bisogna eliminare i vertici doppi che nell'esempio riportato sono addirittura in numero maggiore di quelli processati (infatti alcuni di essi sono stati processati più di due volte poiché ricadenti contemporaneamente nella zona di sovrapposizione delle colonne e delle righe), con il rischio di commettere errori od omissioni che potrebbero pregiudicare il nostro lavoro.

Occorre inoltre precisare che, nell'ambito del calcolo di una rete GPS, risulta molto più faticoso concatenare la fase del computo delle ondulazioni con le altre analisi, se questa deve essere svolta in più passaggi, come risulta inevitabile con l'utilizzo del programma Verto1.

Figura 7 – Differenze ondulazione di modello con sperimentale

6. Adattamento dei risultati

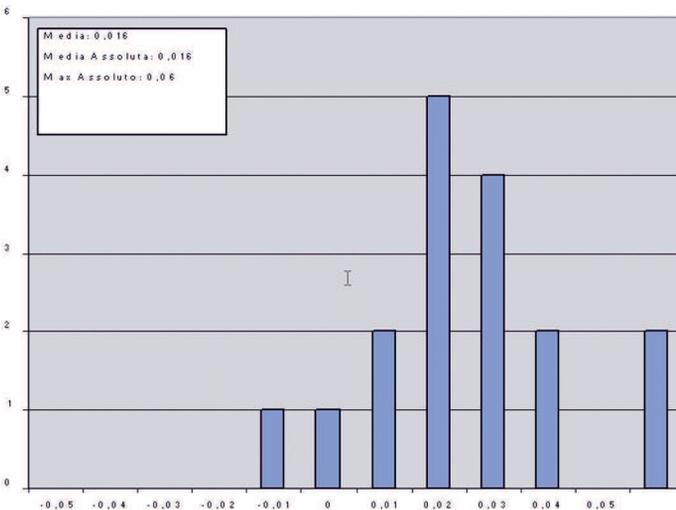
Le precisioni raggiungibili dal modello ITALGEO99 sono ulteriormente raffinati, per tale motivo occorre adattare i valori di ondulazione trovati sulla scorta di vertici ad ondulazione sperimentale nota, tale adattamento può essere fatto in vari modi, nell'ambito di questo lavoro vengono confrontati 2 diversi approcci:

1. Adattamento delle ondulazioni di modello sulle ondulazioni sperimentali tramite trasformazione conforme
2. Adattamento dei nodi della griglia costituita dall'unione dei file *.gr1 relativi ai fogli al 50000

Nell'ambito del rilievo GPS7 della Provincia di Parma sono attualmente disponibili 17 vertici con quota ortometrica nota da livellazione geometrica di precisione.

Il primo adattamento ha subito messo in rilievo un problema della quota di un vertice, su tale punto, infatti, la differenza tra valore sperimentale e adattato risultava superiore ai 40 cm, da imputare sicuramente ad un errore nella misura o nella trascrizione della quota, per tale motivo tale vertice è stato escluso dall'adattamento.

Il grafico riportato in figura 7 riporta le differenze fra ondulazione sperimentale e ondulazione di modello ITALGEO99:



Il modello rispecchia bene la situazione reale in quest'area, infatti il valore massimo di scostamento è pari, in valore assoluto, a 6 cm. In seguito all'adattamento locale delle ondulazioni c'è un miglioramento dei risultati come mostrato in figura 8.

Figura 8 – Differenze ondulazione adattata con sperimentale

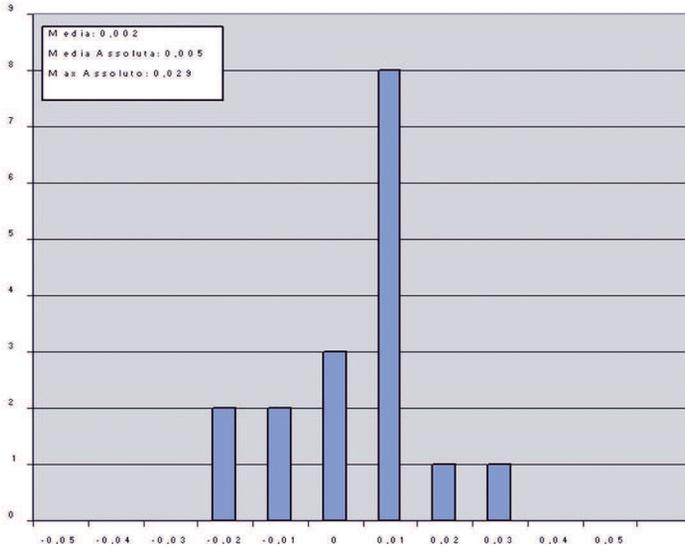
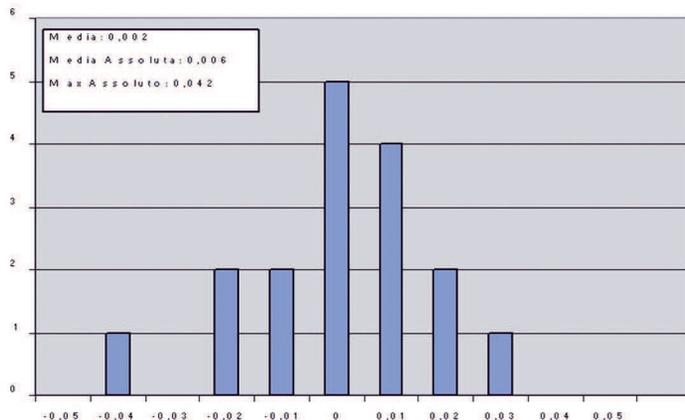


Figura 9 – Differenze ondulazione sperimentale con modello adattato tramite griglia

A questo punto si è proceduto ad adattare il grigliato ricavato da tutti i fogli della Provincia di Parma, sugli stessi punti ad ondulazione nota, tale griglia adattata è stata utilizzata come base per l'interpolazione dei dati con il software Rerry 1.0.

Si sono confrontati i risultati con quelli precedenti, come possiamo vedere dal grafico riportato in figura 9, tale confronto ha dato scostamenti equivalenti a quelli ottenuti con la trasformazione a 7 parametri, risultato soddisfacente anche in considerazione del ristretto numero di "punti doppi" utilizzati in fase di adattamento, che corrispondono a meno del 7% del totale dei vertici della rete.



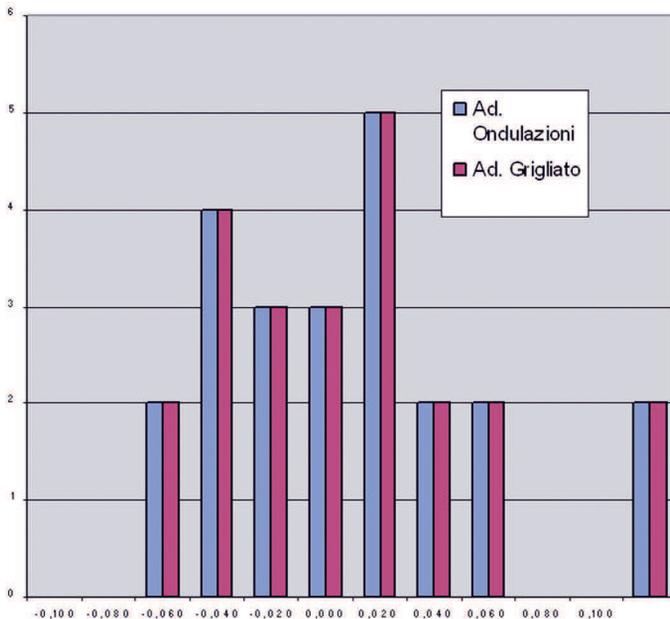
Risulta quindi evidente che l'adattamento del grigliato e il suo successivo utilizzo come base per l'interpolazione fornisce dei risultati sostanzialmente in linea con l'adattamento delle ondulazioni.

Figura 10 – Differenze ondulazioni sperimentali con adattate

7. La rete di Piacenza

Sono recentemente pervenuti risultati non definitivi, ma molto attendibili, per la Provincia di Piacenza.

Le stesse operazioni per lo studio dell'ondulazione sono state applicate alla rete GPS7 piacentina; sia l'adattamento a 7 parametri delle ondulazioni che del grigliato hanno dato risultati coincidenti al centimetro, come mostra la figura 10.



In questo caso la coincidenza dei due metodi di adattamento è maggiore rispetto alla rete di Parma, infatti si sono potuti sfruttare un numero maggiore di punti doppi, sia in numero assoluto che in percentuale rispetto ai vertici della rete, 24 punti a quota nota sul totale di 87 vertici di cui è composta la rete.

8. Proiezione a livello Regionale

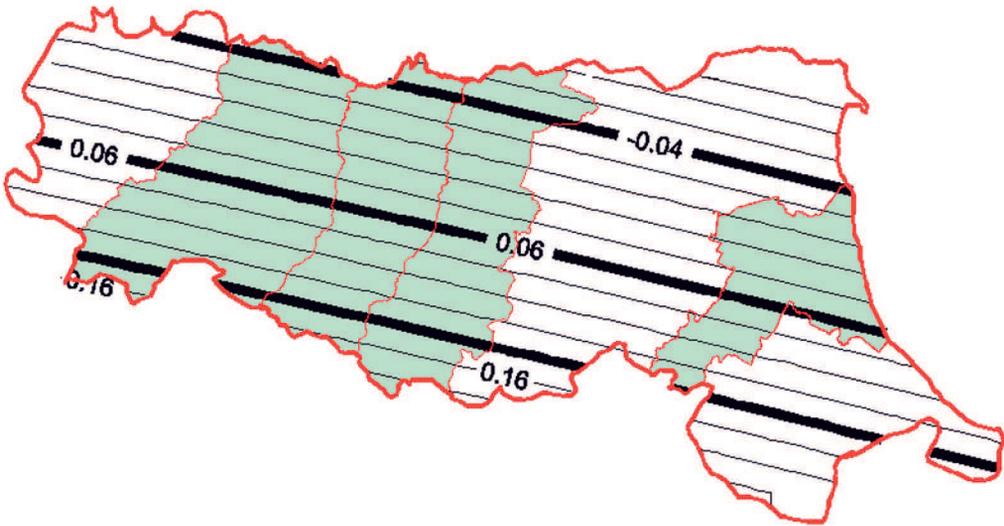
I dati sperimentali della rete GPS7 di Piacenza non sono stati ancora utilizzati per l'adattamento del grigliato regionale, in attesa di una copertura più omogenea del territorio della regione da rilievi di raffittimento a 7 km. Infine si è provveduto all'adattamento della griglia costituita da tutti i fogli ricoprenti la Regione Emilia Romagna su tutti i dati sperimentali a disposizione.

Tale procedimento ha prodotto dei risultati peggiori in termini di differenze con l'ondulazione sperimentale, queste ultime sono più marcate rispetto agli altri casi analizzati, con un valore di scostamento massimo, in valore assoluto, pari a 7 cm ed una media dei valori assoluti superiore al centimetro.

Sono state analizzate le differenze, apportate dall'adattamento, sui nodi della griglia del modello ITALGEO99, nella figura 11 è riportato l'andamento di tali differenze.

Tali spostamenti crescono da circa -8cm fino ad un valore di circa 18cm verso i rilievi appenninici.

Figura 11 - Differenze sui nodi della griglia fra valori di modello e valori adattati



9. Conclusioni

La possibilità di utilizzare il dato Verto trasferito in unico grigliato su aree molto più estese del singolo foglio presenta indubbiamente dei vantaggi, per l'analisi di rilievi che si sviluppano appunto su aree vaste. I motivi sono da ricercare nella maggiore fluidità di processamento dei dati, sia nella fase del passaggio fra datum che in quella del calcolo dell'ondulazione, senza trascurare la maggiore velocità nel calcolo dei risultati rispetto alle attuali versioni del software Verto (1 e 2) che non permettono l'utilizzo contemporaneo di più fogli.

Inoltre un aspetto fondamentale di un approccio di questo tipo è la possibilità di conservare i dati in un unico set, che rende facile la loro elaborazione ed i loro successivi aggiornamenti, come l'aggiunta dei valori sperimentali rilevati e, soprattutto, nell'ottica di un loro inserimento nella "catena" dei calcoli normalmente effettuati, anche con software prodotto in ambito scientifico, per l'analisi di un rilievo GPS o comunque tale da richiedere la conversione di dati tra Sistemi Geodetici diversi.

La gestione diretta del dato di ondulazione consente anche di effettuare l'adattamento di questa sui dati sperimentali, mediante la costruzione di un grigliato già adattato che può essere successivamente interpolato nei punti di interesse; le verifiche fatte dimostrano che l'utilizzo della griglia adattata equivale praticamente al metodo finora utilizzato della trasformazione diretta delle ondulazioni.

In ambito provinciale la procedura di adattamento del modello di ondulazione sui valori sperimentali, basata su una trasformazione conforme spaziale, ha dato risultati positivi anche se in qualche misura dipendenti dal numero di punti doppi utilizzato; c'è da aspettarsi che, considerando l'intero territorio regionale, la procedura di adattamento, sia per quanto riguarda il grigliato che per le ondulazioni puntuali, possa risultare troppo "rigida" e quindi presentare dei residui sui punti doppi più elevati, come si è potuto constatare da una prima prova eseguita su dati parziali.

Quest'ultimo risultato dovrà essere approfondito quando saranno disponibili più dati in ambito regionale.

Bibliografia

- G. Arsenio, A. Coticchia, D. Donatelli, R. Maseroli, M. Pierozzi (2002). Il nuovo metodo dell'IGM per il passaggio fra sistemi di riferimento ed il software Verto1. In atti 6° Conferenza ASITA vol. 1 pp 189 – 194. Perugia 5 – 8 novembre 2002.
- M. Barbarella, R. Barzaghi, D. Dominici, M. Fiani, S. Gandolfi, G. Sona (1998). A comparison between ITALGEO95 and GPS/Leveling data along the coast of Italy – Phys Chem Earth Vol. 23 n° 1 (1998).
- M. Barbarella, R. Gavaruzzi, E. Ronci (2003) – Reti di Raffittimento GPS7 e loro inquadramento – In atti della 7° Conferenza Nazionale ASITA vol. 1 pp 185 – 190. Verona , 28-31 ottobre 2003.
- R. Barzaghi, A. Borghi, D. Sguerso, (2000). Geoide gravimetrico e ondulazioni puntuali da osservazioni GPS/livellazione nel territorio del Trentino-Alto Adige. In Atti della 4° Conferenza Nazionale ASITA. Genova, 3-6 ottobre, 2000.
- G. B. Benciolini, P. Baldi, R. Barzaghi, A. Coticchia, M. Fermi, F. Sacerdote, F. Sanso' (1999). Sviluppi nella definizione del datum altimetrico. In Atti della 3° Conferenza Nazionale ASITA, vol. 1, pp. 213-220. Napoli, 1999.
- G. B. Benciolini, R. Barzaghi (1986). New Tests for the Italian Geoid. Bollettino di geodesia e scienze affini, n. 3 (1986), pp 293-316.
- D. Donatelli, R. Maseroli, M. Pierozzi (2002). La trasformazione fra sistemi di riferimento utilizzati in Italia. Bollettino di Geodesia e scienze affini, n. 4 (2002).
- A. Pellegrinelli, N. Perfetti, P. Russo (2003). Raffittimento della rete IGM95 nella Provincia di Ferrara: Analisi dei risultati e considerazioni. In atti della 7° Conferenza Nazionale ASITA vol. 2 pp 1587 – 1598. Verona , 28-31 ottobre 2003.
- F. Radicioni, D. Sguerso (1992). L'altimetria con il GPS. Bollettino SIFET, n. 3 (1992)
- L. Surace (2004). Ruolo e limiti delle rappresentazioni cartografiche nei sistemi informativi geografici di interesse nazionale. Estratto dal Bollettino di Geodesia e scienze affini, n.1 (2004).