

ORTORETTIFICAZIONE DI IMMAGINI SATELLITARI AD ALTA RISOLUZIONE CON GROUND CONTROL POINT DI DIVERSE PRECISIONI: CONFRONTI ED ANALISI

Valerio BAIOCCHI (*), Filippo DEL GUZZO(**), Donatella DOMINICI(**), Ulisse FABIANI(*)
Assunta LA NAVE(*)

(*) Università degli Studi « La Sapienza » di Roma, DITS- Area Geodesia e Geomatica, Via Eudossiana, 18 – 00184 Roma – Tel. +390644585068, Fax +390644585515 - valerio.baiocchi@uniroma1.it

(**) Università degli Studi Dell'Aquila, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Roio, L'Aquila-
Tel. +390862-434118- dominici@dau.ing.univaq.it

Riassunto

La costa abruzzese, come in realtà un po' tutto il perimetro costiero italiano, è soggetta a processi di erosione dovuti a fenomeni naturali ed antropici. Per monitorare tali fenomeni la Regione Abruzzo ha promosso il progetto, SICORA (Supporto Informativo per la gestione Costiera della Regione Abruzzo) che ha il duplice intento di sostenere i comuni abruzzesi in relazione ad opere di difesa costiera e di rappresentare un supporto per una corretta pianificazione territoriale, in virtù di uno sviluppo sostenibile. Nell'ambito di questo progetto, la presente comunicazione illustra ciò che è stato fatto per stabilire la procedura più efficiente in termini di costi e tempi di realizzazione, in funzione anche del materiale disponibile e degli strumenti utilizzabili, in modo da poterla proporre alla Regione Abruzzo come operazione da effettuare a cadenza annuale per un effettivo ed efficace monitoraggio dell'evoluzione della propria linea di costa. In particolare si sono volute sperimentare le strategie più efficienti per ortorettificare immagini satellitari ad alta risoluzione, valutando in particolare in termini di numerosità, origine dei GCP e tipi di modelli matematici.

Abstract

The Abruzzo coast, as almost the whole Italian coastal perimeter, is subject to processes of erosion owed to natural and artificial phenomenons. To monitor such phenomenons the Abruzzo Region has promoted the project SICORA (Informative Support for the Coastal management of the Abruzzo Region) that has the double intent to sustain the municipal administrations of Abruzzo in the realization of works for the defense of coastline and to represent a support for a correct territorial planning, for a sustainable development. Within this project, the present communication illustrates what has been done for establishing the most efficient procedure in terms of costs and times of realization, considering also of the available material and the usable tools, so that to propose it to the Region Abruzzo as an operation to be effected with annual lilt for a strength and effectiveness monitoring of the evolution of its own line of coast. Particularly the most efficient strategies to orthorectify high resolution satellite imagery, were experiment both in terms of numerousness and origin of the GCPs and in terms of types of mathematical models.

1 - Obiettivi

Sulla base dell'utilizzo di immagini *Quickbird* di tipo *Standard*, si è effettuata una serie di prove volte, da un lato a definire il modello di ortorettificazione più indicato, dall'altro a stabilire la fonte dalla quale acquisire i punti di controllo a terra, nell'intento di fissare la procedura più efficiente in

termini di tempi e costi di realizzazione. In particolare si voleva stabilire se utilizzare punti ottenuti da cartografia regionale scala 1:500 potesse fornire risultati soddisfacenti.

Occorre sottolineare come il presente studio non sia volto a determinare le massime precisioni estraibili dalle immagini satellitari ad alta risoluzione, ma quale sia la strategia più efficiente per questo particolare tipo di applicazione. Nell'inquadramento del caso in esame, quindi, si è dovuta tener presente la precisione intrinseca del fenomeno d'indagine, la quale può essere ipotizzata non superiore a circa 2-3 metri (questo a causa dei fenomeni naturali ed antropici già esposti).

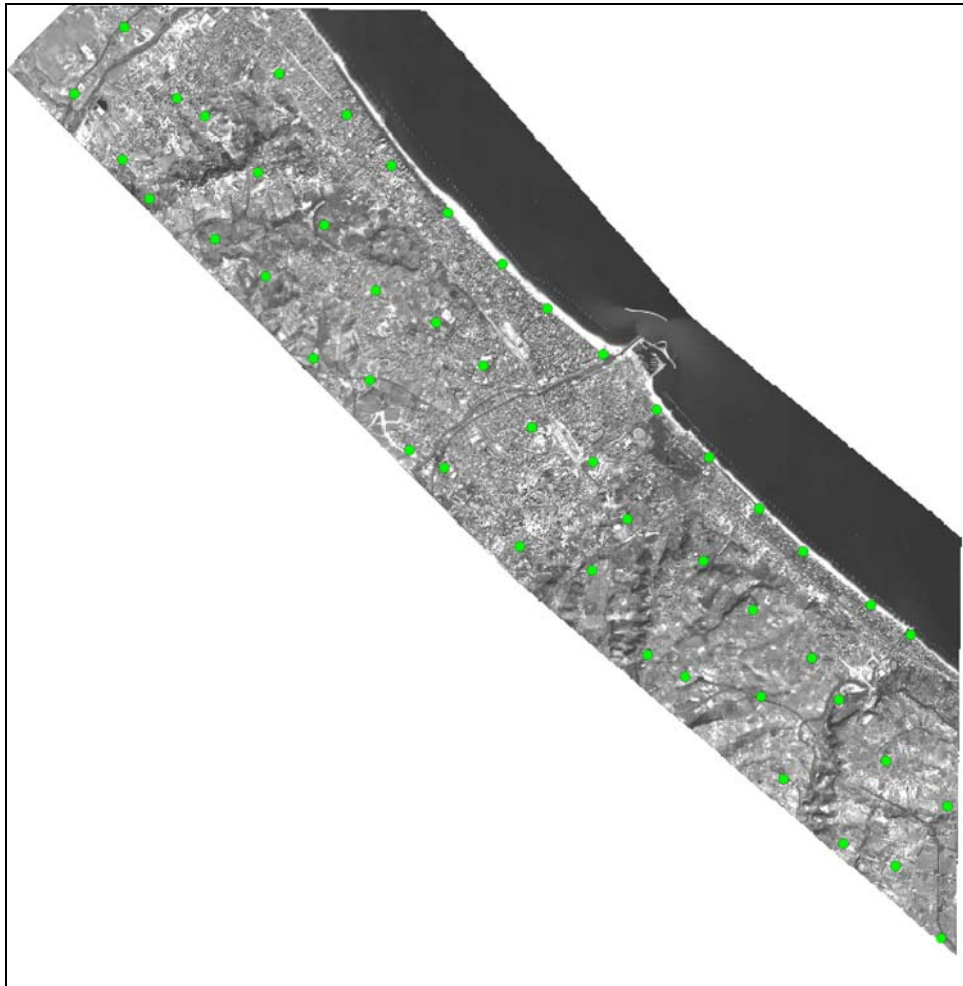


Fig. 1.1 –Immagine schematica della presa con i GCP acquisiti mediante rilievo GPS

2 - Sperimentazione

Per eseguire l'indagine sulla zona costiera abruzzese, si è selezionata come area test la zona circostante il porto di Pescara, così come appare in figura 1. L'immagine in oggetto proviene dalla piattaforma satellitare Quickbird ed è di tipo pancromatico, tra i prodotti quindi a risoluzione migliore in assoluto (0.7 m). Il formato in cui essa è stata acquistata è lo *Standard*, che, secondo le informazioni fornite dal gestore della piattaforma, sembra essere un formato in cui le immagini sono ortorettificate in maniera speditiva utilizzando un DEM a bassa risoluzione (GTPO30). La presente sperimentazione ha mosso i suoi passi attraverso un insieme di condizioni sfavorevoli legate a due ordini di problemi:

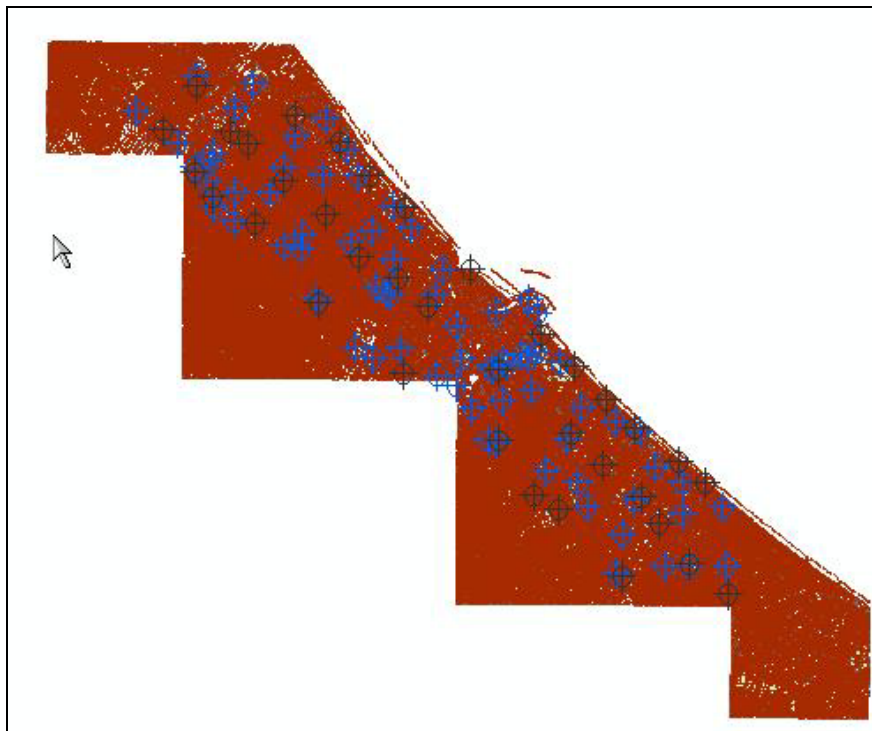
- ✓ La geometria dell'immagine;
- ✓ La tipologia dell'immagine (già ortorettificata in maniera speditiva).

Per quanto attiene al primo fattore, infatti, l'acquisizione di un'immagine con sviluppo prevalentemente in una direzione comporta sicuramente una minore affidabilità nell'utilizzo dei modelli al momento della

correzione, a causa della distribuzione dei GCP su di una ristretta fascia, fattore questo che si è cercato di compensare coprendo la zona in esame in modo adeguato.

Per quanto riguarda l'acquisizione dei punti GPS essa è stata oggetto di precedenti comunicazioni, ma risulta essere parte della base dati sulla quale sono state impostate le elaborazioni: 57 punti (Figura 1) sono stati rilevati tracciando una vera e propria griglia sull'immagine originale seguendo la linea di costa, da un primo controllo dei dati tuttavia sono stati scartati 10 punti, in quanto riconosciuti come sospetti outliers.

Per i punti da cartografia, la Regione Abruzzo ha reso disponibile la cartografia digitale della zona in studio in carte in scala 1:5000, più precisamente 14 elementi, corrispondenti alla zona scelta come area test, la fascia circostante il porto di Pescara.



2.1 – Analisi sulla sovrapposizione dei GCP.

Il primo problema da affrontare è l'uniformità del DATUM. Dalla cartografia regionale si estrapolano i punti in coordinate riferite al sistema Gauss-Boaga (Datum Roma40), per la trasformazione nel sistema WGS84 è stata utilizzata una procedura *fuori linea* che permetteva di utilizzare su interi file “.SHP” le routine, attualmente applicate all'interno di *Geotrasformer* della *Georesearch*, che garantiscono una precisione sicuramente maggiore del limite di graficismo per questa scala (Baiocchi, Fabiani et al. 2006). Le quote sono state ottenute mediante un apposito comando implementato all'interno di Orthoengine (software utilizzato per tutte le prove oggetto di questa sperimentazione) mediante interpolazione sul DEM ottenuto dalle curve di livello della stessa cartografia.

La prima esperienza che si è voluta trattare è stata l'analisi dei risultati ottenibili dal modello RPF con RPC e dal modello rigoroso utilizzando un differente numero di GCP ottenuti da cartografia.

Si è quindi deciso di utilizzare un numero crescente di GCP, partendo da un minimo di dieci ed aumentando di cinque in cinque fino a raggiungere il numero totale massimo pari a 96. Le prove sono state condotte utilizzando gli stessi set di punti nei due differenti modelli. I punti scelti per i vari set sono stati decisi in modo da avere una copertura comunque omogenea dell'immagine pur se con densità maggiore o minore.

Si sono effettuate quindi tre differenti prove:

- ✓ *Prova1* e *Prova3*: il set di punti è stato selezionato in maniera casuale, seguendo i criteri descritti;
- ✓ *Prova2*: il set dei punti è stato scelto in maniera speculare rispetto alla *Prova1*, scegliendo cioè come primo incremento il set dei punti incrementato alla fine della *Prova1*

A queste prove se ne sono poi aggiunte altre due così strutturate:

- ✓ *Prova4*: uguale alla *Prova1* ma con variazioni del set di punti a partire dalla prova con 25 GCP;
- ✓ *Prova5*: il set dei punti è stato scelto in maniera speculare rispetto alla *Prova4*.

I risultati ottenuti sono stati espressi in forma grafica (figure 5,14-5.18) in termini di andamento del RMS sia sui GCP che sui CP.

Per valutare meglio il comportamento dei modelli utilizzati sia con GCP ricavati da misure GPS che estratti dalla cartografia, si è pensato di paragonarli sulla base di uno stesso numero di GCP cercando di analizzare i risultati al variare della precisione dei GCP considerati.

Si sono quindi evidenziate due prove con variazioni di GCP a gruppi di cinque.

Nella prima si è utilizzato l'insieme dei punti rilevati con GPS, mentre nella seconda si sono inseriti i punti da cartografia aventi il corrispettivo GPS.

Si è deciso inoltre di utilizzare un numero di 12 GCP rilevati con GPS, e di inserire tutti i punti da cartografia come CP, mantenendo inoltre il set dei 20 CP utilizzati in tutte le precedenti prove e di rappresentare i residui calcolati con la prova test mediante vettori, modalità attraverso la quale risulta possibile indagare la presenza di eventuali sistematismi e ricercarne quindi le cause.

Da un'osservazione delle suddette immagini si è potuto rilevare un certo peggioramento dell'andamento dei residui procedendo dalla costa verso l'interno.

Come abbiamo potuto accennare, un simile comportamento era prevedibile a causa dell'interferenza del DEM GTOPO30: se infatti sulla costa l'influenza di un DEM grossolano può ritenersi scarsa (trattandosi di livelli di quote piuttosto ridotte), all'aumentare dell'altezza diventa più marcato l'effetto peggiorativo che reca un'informazione altimetrica imprecisa.

Si è quindi deciso, per quanto possibile, di riportare l'immagine Standard alle sue condizioni iniziali, effettuando una correzione delle quote dei GCP.

Ciò viene fatto assegnando alle quote dei GCP i valori ottenuti depurando le quote ortometriche, ottenute tramite DEM creato da curve di livello, di quelle derivanti dal DEM GTOPO30, cioè:

$$Q_{GCP} = Q_{DEM_{c.l.}} - Q_{GTOPO30}$$

3 - Conclusioni

L'insieme di tutte le prove effettuate ha permesso di creare un quadro di considerazioni e conclusioni piuttosto soddisfacente.

In primo luogo si è potuto constatare come l'utilizzo di immagini *Standard* sia fortemente vincolato dall'influenza del DEM GTOPO30.

Il procedimento di definizione delle quote "depurate", procedimento in sé non estremamente difficoltoso una volta comprese le modalità di creazione del DEM- differenza, risulta in parte utile per il raggiungimento di risultati migliori in termini di andamento dei residui, per la sola modalità di interpolazione dei DEM *Bilinear*. La spiegazione di ciò risiede probabilmente, nel basso valore dell'angolo di acquisizione dell'immagine.

Analizzando il quadro generale delle prove con punti da cartografia, di cui si riportano i risultati in termini di RMS Est e RMS Nord mediati su tutte le prove in tabella seguente, è stato possibile rilevare un livello di precisione accettabile all'interno del modello rigoroso, mentre nel modello RPF con RPC i risultati hanno fornito valori elevati e non ammissibili per il livello di precisione del problema in esame.

Per quanto attiene al confronto tra i GCP rilevati con GPS e cartografici, si è potuta rilevare, com'era prevedibile, una precisione migliore nei punti GPS, sebbene la differenza non sia troppo marcata. (Fig. 3.1)

	GCP		CP	
Punti GPS	RMS Est	RMS Nord	RMS Est	RMS Nord
Modello RPC	3.2	2.2	4.5	4
Modello Rigoroso	0.8	0.8	3.2	2.6
	GCP		CP	
Punti da cartografia	RMS Est	RMS Nord	RMS Est	RMS Nord
Modello RPC	3.2	2.3	4.5	4
Modello Rigoroso	0.9	1	3.6	2.6

Figura 3.1- Tabella riassuntiva risultati

Le ragioni in cui ricercare questo risultato vanno ulteriormente indagate, ma risiedono probabilmente nella particolare forma dell'immagine nell'influenza del DEM approssimato GTOPO30.

In conclusione, si è potuto osservare come utilizzando immagini in formato *Standard*, risulti opportuno operare mediante il modello rigoroso, possibilmente correggendo gli effetti del DEM GTOPO30. In questo modo possono essere utilizzati con buoni risultati anche i punti GCP e CP da cartografia. Una considerazione di questo tipo rappresenta un dato importante, permettendo un risparmio di tempi e costi delle varie operazioni, pur mantenendo un livello di precisione idoneo all'applicazione specifica.

Per scopi cartografici sono comunque da preferire GCP da GPS; in entrambi i casi, vista la disponibilità di un DEM accurato quale quello ricavato da Carta Tecnica Regionale, si consiglia acquisto delle immagini in formato *Standard Ortho Ready* invece delle *Standard*, questo anche in considerazione della possibilità di ordinare "ritagli" anche per questo formato, dettaglio di fondamentale importanza per lo studio di zone a sviluppo lineare come le aree costiere.

Bibliografia

Valerio Baiocchi, Mattia Crespi, Laura De Vendictis, Francesca Giannone(2004): "*Utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione per scopi metrici*", Atti della 8^a Conferenza Nazionale Asita, pag. XVII-XLI, Roma, 14-17 Dicembre 2004

Baiocchi V., Crespi M., De Vendictis L., Lorenzon F. (2003), "*Impiego cartografico di immagini satellitari ad alta risoluzione-le problematiche metriche: dati primari, metodologie, sperimentazioni*", Prima conferenza regionale di cartografia – Lamezia Terme (CZ)

Fabio Radicioni, Silvia Grassi, Francesco Mancini (2002): "*Utilizzazione di immagini satellitari ad alta risoluzione a fini cartografici*", Atti della 6^a Conferenza Nazionale Asita, Vol. 1, pag. CXV-CXXVII, Perugia, 5-8 Novembre 2002

Maurizio Barbarella, Francesco Mancini, Michela Zanni (2003): "*Immagini ad alta risoluzione e Dem*", Atti della 7^a Conferenza Nazionale Asita, pag. 203-208, Verona, 28-31 Ottobre 2003

Margherita Fiani (2001): "*Caratteristiche metriche di immagini satellitari ad alta risoluzione*", Atti della 5^a Conferenza Nazionale Asita, Vol. 2, pag. 799-800, Rimini, 9-12 Ottobre 2001

T.Toutin (2004) – Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods – (review paper) International Journal of Remote Sensing, Maggio 2004, 25 n° 10 pp. 1893-1924

Siti web

www.digitalglobe.com

WWW.GEROESEARCH.IT

www.pcigeomatics.com

DigitalGlobe

Georesearch s.r.l.

PCI Geomatics