

Un approccio digitale non convenzionale allo studio di una carta pregeodetica

Gabriele Bitelli (*), Stefano Cremonini (**), Giorgia Gatta (*)

(*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali (DICAM), Università di Bologna
Viale Risorgimento 2, 40136 Bologna; gabriele.bitelli@unibo.it; giorgia.gatta@unibo.it

(**) Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Università di Bologna
Via Zamboni 67, 40126 Bologna; stefano.cremonini@unibo.it

Riassunto

La cartografia storica digitalizzata e opportunamente georeferenziata risulta uno strumento fondamentale per l'analisi quantitativa dell'antico assetto del territorio e lo studio delle relative dinamiche evolutive. Tale operazione non è sempre immediata per via di vari tipi di deformazione insiti nella carta. Per l'analisi metrica della carta e l'individuazione degli errori in essa presenti risultano d'aiuto i moderni strumenti digitali, secondo modalità suggerite da un indispensabile studio preliminare su strumentazione e modalità di rilievo originariamente adottati.

Il presente studio riguarda l'analisi di una sola carta dell'area deltizia del fiume Po, redatta alla fine del XVI secolo da Ottavio Fabri, probabile inventore della squadra zoppa, strumento la cui costruzione e il cui utilizzo sono descritti in un manuale tecnico redatto dal medesimo. Sulla base delle informazioni deducibili sia dal manuale che dalla carta, e dal confronto tra questa e carte coeve redatte dal medesimo autore assieme ad altri colleghi, è possibile ipotizzare che il rilievo si sia sviluppato in tempi successivi, interessando sotto-aree, rilevate con differenti metodi e strumenti. Ciò suggerisce la necessità di adottare modalità non convenzionali per la georeferenziazione dell'esemplare, al fine di poter utilizzare in modo affidabile il prodotto derivato per studi territoriali sia di tipo geo-ambientale, sia di tipo storico ed economico in senso stretto.

Abstract

Digitized and georeferenced historical cartography is a fundamental tool for quantitative analysis and study of the ancient territory and its dynamics. The process is not always immediate due to some deformations that can affect the map. Modern digital tools can help in metric analysis of the map and recognition of deformations; implementation of such tools can be suggested by a preliminary study on the original surveying instruments and methods.

In this study, a late sixteenth century map of the Po delta area (Italy) is analyzed; it was made by Ottavio Fabri, known as inventor of the *squadra zoppa*, a mobile square. He appears to be author of a technical book, in which he describes construction modalities and use of the surveying instrument. On the basis of information that can be deduced from the manual and the map, but also from the comparison of this map with other maps made by Fabri and other colleagues, a multi-stage survey can be inferred; in this case the survey could have been done in sub-areas, where different methods and instruments were used. The fact suggests the necessity of adopting non-conventional modalities for the georeferencing of the map sample; in this way the new product can be effectively used for territorial researches of geo-environmental, historical and economic significance.

1 - Introduzione

La cartografia antica è una informazione essenziale per molte analisi territoriali e storiche, fornendo dati importanti, di carattere qualitativo e quantitativo, per studi geomorfologico-evolutivi del paesaggio.

Tuttavia, non è evidentemente possibile considerare la cartografia antica, in particolar modo quella pregeodetica, alla stregua di quella moderna. Ciò dipende dal differente livello delle conoscenze tecnico-scientifiche del periodo, che non vedevano ancora disponibili metodi e strumenti di rilievo, nonché di disegno, caratterizzati da precisioni paragonabili a quelle degli strumenti utilizzati oggi per derivare cartografia di scala simile. A ciò, sono da aggiungere altri tipi di errore, quali deformazioni intervenute nel tempo sul supporto cartaceo, conseguenze di eventuali interventi di restauro, eventuali errori connessi alla fase di copiatura degli esemplari, ecc.

Per questi motivi la cartografia antica può risultare complessa da usarsi, e non sempre direttamente sfruttabile per studi di tipo quantitativo. Per estrapolare quindi dai documenti antichi informazioni storiche veritiere o verosimili e dati quantitativi, può essere essenziale uno studio preliminare sulle modalità di rilievo originariamente adottate dall'esecutore ed il tipo di strumentazione impiegata, a partire da documentazione storica, come mandati e relazioni sull'esecuzione dei lavori, manuali tecnici e libretti di campagna, nonché dal cartiglio che spesso correda la carta. Il tutto deve ovviamente essere posto in relazione con il contesto storico in cui ha avuto origine la cartografia, e le relative conoscenze tecnico-scientifiche.

Soltanto in seguito a questo studio preliminare è ragionevolmente possibile indirizzare l'uso dei moderni strumenti digitali per l'analisi della qualità metrica del documento antico, quali la georeferenziazione secondo differenti modalità, l'analisi delle deformazioni caratteristiche dell'elaborato, e varie altre analisi di tipo metrico. In questo lavoro si vuol fornire una esemplificazione di come ciò sia possibile, esaminando il caso di una carta tardo-cinquecentesca.

2 - Il materiale a disposizione

Oggetto del presente studio è una carta del 1592 che rappresenta un'area deltizia del fiume Po, a sud della laguna veneta, per un'estensione di circa 700 km². Ne è autore Ottavio Fabri (1544/5-1612), perito ed ingegnere al servizio dell'antica Repubblica di Venezia (Panepinto, 2009). La carta, di notevoli dimensioni (circa 3,5x2,5 m), riporta una scala grafica di 1.000 pertiche padovane (2.144,365 m), sulla base della quale si può stimare una scala media della carta di ca. 1:11.000. Al centro, una rosa dei venti finemente decorata indica il Nord magnetico: la carta risulta essere orientata con l'Ovest in alto, e il lato maggiore in direzione N-S.

Il documento è costituito da un assemblaggio di fogli su un supporto di tela. L'originale (presumibilmente esemplare unico), rimasto ignoto fino al 1881, è oggi conservato presso l'Archivio di Stato di Venezia (Ottavio Fabri, *Delta del fiume Po*, 1592. *Savi ed esecutori delle acque, serie Po*, dis. 9bis). Ai fini del presente studio, si disponeva di una copia digitale ad alta risoluzione, ottenuta mediante scanner per acquisizione di documenti di grande formato, eseguita dalla Sezione di Fotoreproduzione dell'Archivio di Stato in Venezia (Bitelli et al., 2012, fig 1a). L'originale è stato inoltre oggetto di ricognizione autoptica da parte degli autori presso la sede di conservazione.

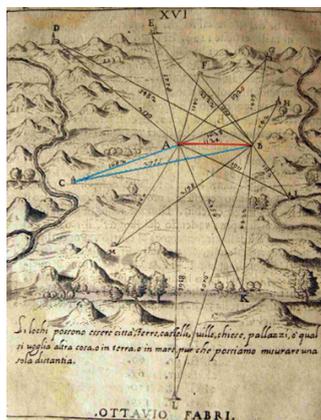
La redazione della carta è legata ad una serie di sopralluoghi effettuati nel delta da diversi periti ("Savi ed Esecutori delle Acque"), tra i quali il Fabri stesso, in vista della realizzazione dell'intervento noto come "Taglio di Porto Viro". Descrivendo un periodo cruciale nella storia evolutiva del sistema deltizio del fiume Po, quello in cui il vecchio sistema lobato moriva e l'attuale nasceva (Furlanetto, 2004), la carta del Fabri risulta estremamente importante ai fini dello studio delle variazioni geoambientali dell'area, già per sua natura interessata da forti evoluzioni morfologiche pregresse (Cremonini e Samonati, 2009). Tuttavia, il fatto di rappresentare zone che hanno subito radicali mutamenti dell'assetto morfologico risulta anche il principale ostacolo nell'analisi della carta. Vari tratti del paesaggio rappresentati in carta, infatti, non sono oggi rintracciabili sul terreno a causa dell'erosione costiera o di altri fattori intervenuti nel tempo.

Ciò che rende particolarmente interessante la carta in questione è la suggestione che essa possa aver costituito un banco di prova finale per la codificazione di una serie di pratiche mensorie di campo, e la loro definitiva stesura e pubblicazione in un manuale tecnico, *summa delle esperienze dell'autore*. Ottavio Fabri fu infatti anche autore de "*L'uso della squadra mobile*", dato alle stampe

nel 1598, cioè sei anni dopo l'esperienza di redazione della carta di cui sopra. Qui illustra la costruzione e l'utilizzo della squadra mobile o zoppa (fig. 1) a fini di rilievo, di misura di angoli, distanze, altezze e profondità, oltre che per la rappresentazione del disegno in carta (Fabri, 1673). Come l'autore spiega (fig. 2), il rilievo del territorio può essere eseguito a partire da una base (AB in figura 2) di lunghezza nota (tramite "pertegadura", ossia canneggiamento), dai cui due vertici, sufficientemente alti sul piano campagna, si possano collimare altri punti circostanti, che siano ben distinguibili da entrambi. Le misure che si eseguono sono di tipo azimutale, avendo come riferimento la congiungente il vertice (A o B), su cui si trova l'operatore, con un altro punto (C) del piano di campagna. Con lo stesso strumento e nello stesso modo in cui le misure sono state effettuate in campagna, esse vengono riportate sulla carta. Notevole il fatto che nel manuale il Fabri non accenni mai esplicitamente a misure di orientamento rispetto al nord magnetico (da eseguirsi con "il bossolo", la bussola), benché inevitabili per la costruzione dell'intero impianto grafico, come chiaramente affermato da altri autori dell'epoca (Bartoli, 1564). Sembra quasi che il Fabri privilegi esclusivamente i traguardi ottici, al fine di contenere entità e propagazione degli errori; forse proprio a tale aspetto è da ricollegare una parte delle questioni tuttora non chiarite nei dettagli costruttivi della carta.



Figura 1. Prospetto della squadra mobile di Fabri (Fabri, 1673, conservato presso la Biblioteca Dore dell'Università di Bologna).



- A, B = punti di stazione
- AB = base nota
- AC, BC = direzioni di riferimento
- CAD, CAE, ..., CBD, CBE, ... = angoli misurati

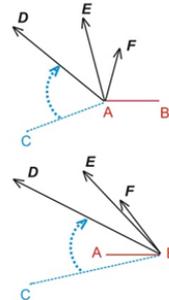


Figura 2. Schema esplicativo dell'intersezione in avanti illustrata nel manuale del Fabri (1673).

Nell'esemplare originale, ad esempio, è conservata un'interessante, multiforme semiologia, ampiamente illustrata da Bitelli et al. (2012). Da sottolineare è in particolare la presenza di un reticolo a maglia, esteso all'intera carta: la dimensione della maglia risulta pari a metà della

lunghezza della scala grafica (poco più di 1 km). Essa inoltre pare intrattenere un rapporto cronologico relativo sia con la vestizione cromatica (acquerello) - talvolta di posteriorità e forse in alcuni casi anche di anteriorità - sia con la fase di assemblaggio generale dei singoli fogli - anteriorità (cfr. dislocazione delle linee del reticolato) - suggerendone un carattere in qualche misura sin-redazionale. Dubbia resta quindi la reale destinazione d'uso del reticolo: se strumento d'ausilio alla fase di disegno originale, od eventuale mero reticolo di riduzione per la restituzione di copie scalate.

3 - Problematiche intrinseche all'esemplare esaminato

Disporre di un manuale tecnico redatto dal perito rilevatore accanto ad uno dei suoi prodotti cartografici risulta indubbiamente un caso fortunato. Il primo diviene infatti inevitabilmente la chiave di partenza per lo studio della carta. Una seconda fonte di informazioni più diretta della precedente è poi costituita dalle indicazioni vergate nel cartiglio a corredo della carta. Nel caso specifico, l'autore asserisce esplicitamente trattarsi di un "*Disegno fatto da me Ottavio Fabri [...] quasi tutto tratto da me [...] et alcune parte cavata d'altri disegni*". Questa affermazione chiaramente indica che il disegno è il risultato di differenti rilievi parziali.

Una tale implicazione si sarebbe comunque dovuta supporre anche a prescindere dalle indicazioni di cartiglio, in considerazione dell'elevata estensione territoriale rappresentata sulla carta. E' allora anche giocoforza intendere che il rilievo delle differenti sub-aree sia avvenuto in momenti successivi e forse per mano di persone diverse. Inoltre, poiché il territorio complessivamente rappresentato nella carta era certamente caratterizzato da zone con estensione e morfologia differenti, e quindi con numero ed entità variabili di vertici disponibili (ad esempio nelle aree deltizie di neogenesi), è molto probabile che si siano rese necessarie tecniche di rilievo specifiche per ogni zona, accoppiando l'uso della squadra zoppa a metodi di rilievo più semplici.

Tutto ciò ha certamente contribuito ad introdurre nel documento errori anche consistenti, dei quali si necessita l'individuazione. In tal senso risulta allora fondamentale capire in che modo sia avvenuta l'operazione di "assemblaggio" delle varie "citazioni cartografiche", e come questa abbia influito sulla qualità metrica della carta nel suo complesso. Per raggiungere tale scopo è possibile avvalersi dei moderni strumenti digitali.

4 - Un possibile approccio allo studio della carta

Un esame preliminare della carta storica in ambiente digitale, condotto tramite un software di analisi delle deformazioni basato sull'individuazione di un adeguato numero di punti omologhi tra carta storica e cartografia attuale (Jenny e Hurny, 2011), ha permesso di evidenziare due aree di "anomala" deformazione, situate lungo la zona costiera rispettivamente a nord e a sud del delta padano rinascimentale. In tali zone erano già stati registrati alti valori di residui in uscita dalla fase di georeferenziazione, condotta per mezzo di trasformazioni polinomiali sulla scorta di circa 80 GCP (Ground Control Point) riconosciuti sia sul documento storico sia sull'attuale cartografia IGM 1:25.000 (Bitelli et al., 2009).

Questi risultati hanno contribuito a rafforzare l'ipotesi che il rilevamento del territorio rappresentato in carta sia avvenuto per sub-aree. E' ipotizzabile che per il rilievo dell'ambito centrale della carta sia stato utilizzato il metodo dell'intersezione in avanti, a partire da una base AB inevitabilmente identificabile con la congiungente geometrica dei centri abitati di Loreo (il cui toponimo, a differenza di altri, in carta risulta finemente decorato) e di Tornova, visualizzata fisicamente dal rettilineo del canale navigabile della "*Rettinella*". Nei paesi di Loreo e Tornova sono ancora oggi presenti due campanili, alti rispettivamente circa 20 m e 9 m, dalla cui sommità poteva essere tragguardato un consistente novero di altri punti ben distinguibili, poi destinati al riporto in mappa secondo la metodologia sopra accennata (fig. 2).

Conviene qui non sottacere il problema relativo alla massima lunghezza operativa traggudabile ad occhio nudo dagli antichi rilevatori. Una lunghezza massima di 8-9 km potrebbe essere ragionevolmente proposta, sia dalle caratteristiche delle tracce di traguardo ancora visibili su carte

coeve redatte da Fabri ed altri autori (Bitelli et al., 2012), sia da considerazioni concernenti l'intervisibilità dei punti in funzione della altezza minima di questi (nella fattispecie campanili), della curvatura terrestre e dell'entità della copertura vegetale (fig. 3). Infatti, supposta un'altezza minima di 20 m (come è per il campanile della chiesa di Loreo), la relativa distanza massima di traguardo teorica sarebbe di circa 16 km, valore da ridurre ulteriormente fino ad almeno 11 km per assicurare una visibilità realistica. Occorre inoltre tener presente che nel caso di una coppia di monumenti di differente altezza, quello maggiormente vincolante risulta il più basso dei due, in quanto condiziona negativamente la lunghezza del campo visivo operativo.

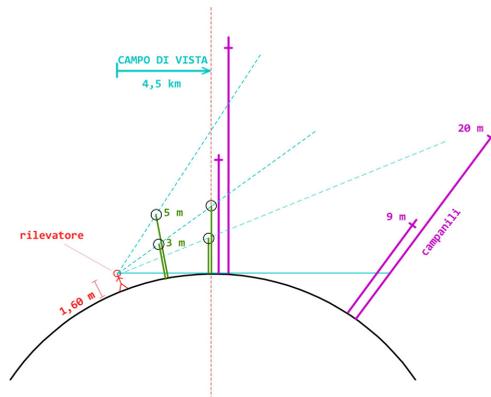


Figura 3. Valutazioni sulla massima lunghezza operativa di traguardo (in celeste), in funzione dell'altezza dei vertici della base AB (campanili: in magenta), della curvatura terrestre (in nero) e della vegetazione (in verde).

L'entità di un valore di soglia pari a ca. 8-9 km può essere ulteriormente corroborata dal mutuo confronto tra carta storica e cartografia attuale. In tal caso i risultati della georeferenziazione evidenziano che la deformazione della carta antica ricampionata dalla georeferenziazione subisce un cambiamento in corrispondenza di un punto baricentrale (La Crose), evidenziato sulla carta storica dal simbolo di una croce, localizzato circa 9 km ad est della presunta base di riferimento AB rappresentata dal canale della *Rettinella*, che continua a presentarsi indeformata anche in seguito al ricampionamento. E' dunque possibile che per mappare l'intero territorio si sia reso necessario individuare almeno quattro sottoaree operative, caratterizzate da differenti modalità di approccio al rilievo di campo (fig. 4). Nel dominio di rilievo principale è ragionevole ritenere che sia stata applicata la tecnica della intersezione in avanti, e che il collegamento tra le quattro sub-aree sia stato assicurato da traguardi reciproci dei punti delle sub-aree dai vertici principali A e B. Invece in tutte le aree costiere, giacenti dalla base AB a distanze maggiori della soglia operativa di 8-9 km, fu probabilmente utilizzata una tecnica di rilievo più semplice, basata su tracciati fisicamente percorribili coincidenti con rive di canali, come chiaramente testimoniato da un'altra carta redatta dal Fabri e dal Lorini nel 1599 (Bitelli et al., 2012, L map). Tale tecnica potrebbe in parte giustificare gli alti valori dei residui di georeferenziazione registrabili nelle aree costiere.

Un ulteriore test effettuato per avvalorare l'ipotesi interpretativa di cui sopra è consistito in una "georeferenziazione a zone", eseguita cioè trasponendo sulla carta originale le quattro sub-aree ipotizzate, e georeferenziando ognuna di esse separatamente, tramite i GCP di pertinenza (Gatta, 2010). In tale test l'applicazione di trasformazioni geometriche semplici come la conforme o l'affine fa sì che in fase di ricampionamento le quattro pertinenze vengano deformate il meno possibile, permettendo in tal modo di valutare quanto queste approssimino o meno la realtà dei dettagli fisici del territorio ancor oggi conservati nel paesaggio attuale e per analizzare in che modo ogni sub-area rototrasli rispetto alle contermini. Per meglio evidenziare l'effetto della trasformazione e le reciproche differenze tra le aree ricampionate (identificate dal rispettivo punto

cardinale e da un diverso colore ciascuna), sulle carte è stato preventivamente sovrainposto un reticolo di riferimento a maglia quadrata di lato pari a circa 1 km (fig. 5). Nella tabella di figura 6 vengono riportati i valori del fattore di scala e dell'angolo di rotazione della carta rispetto al nord cartografico, calcolati per ogni sub-area e per l'intera carta.

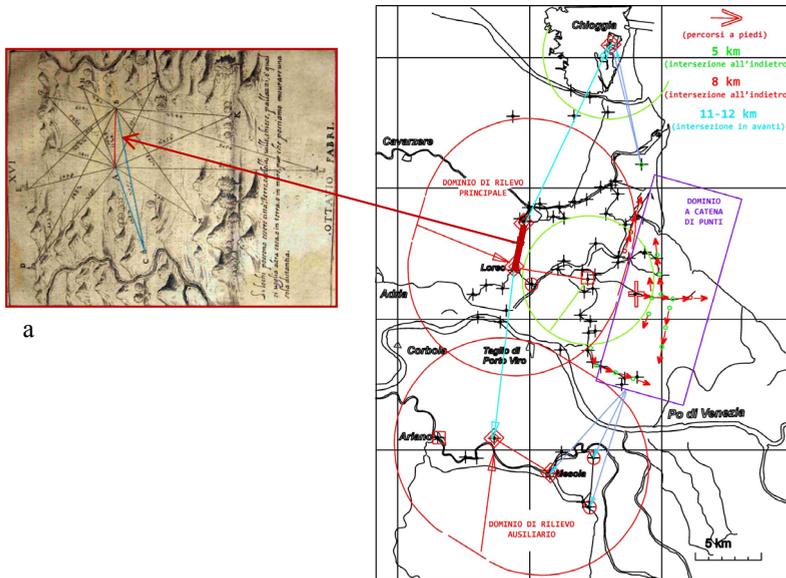


Figura 4. Domini operativi definibili in base alla probabile tecnica di rilievo adottata, quale ipotizzabile dalle indicazioni di fig. 3 nonché da considerazioni sulle caratteristiche delle aree rilevate e dalle indicazioni del manuale del Fabri: la Rettinella (in rosso) coinciderebbe con la base AB teorizzata in (a).

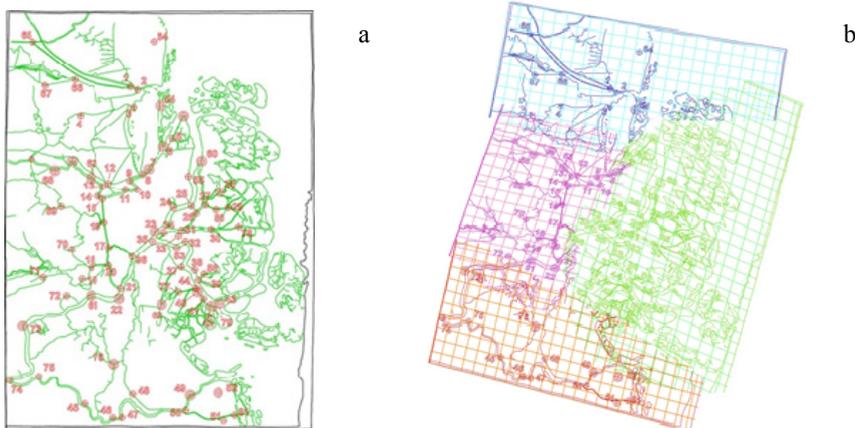


Figura 5. a) Linedraw schematico delle carta analizzata, con i GCP (in rosso) utilizzati per la georeferenziazione e l'analisi delle deformazioni; b) Risultato del test di "georeferenziazione a zone" del linedraw (a), mediante trasformazione affine a 6 parametri (aree: N = blu, W = viola, S = rosso, E = verde).

		sub-aree di georeferenziazione				carta
		N	W	S	E	
n° GCP		9	23	13	34	79
fattore di scala	medio	10.900	10.400	10.700	10.700	10.600
	calcolato in base alla scala grafica	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
angolo di rotazione antiorario [°]		9,8	18,3	15,5	16,3	15,7
scarto quadratico medio [m]		298	445	612	570	419

Figura 6. Valori del fattore di scala e dell'angolo di rotazione rispetto al nord cartografico, calcolati per le sub-aree di fig. 5 e per l'intera carta (Jenny e Hurny, 2011).

5 - Discussione

I risultati di una trasformazione affine a 6 parametri evidenziano andamenti (in termini di scala e angolo di rotazione) leggermente differenti per le varie sub-aree identificate. In particolare risulta una non buona corrispondenza reciproca delle aree N ed E (evidenziato in figura 5 dallo scostamento in corrispondenza del gruppo di isole settentrionali). Bitelli et al. (2012) hanno suggerito una possibile spiegazione per questa osservazione, proponendo un tentativo di parziale rigenerazione palinspastica del documento originale.

Nella tabella di figura 6 è possibile notare che l'area N presenta un angolo di rotazione diverso da quello delle rimanenti aree, ma con i minori residui sui singoli GCP. Ciò potrebbe effettivamente deporre a favore di un autonomo rilievo di quest'area, forse sviluppato scegliendo una differente base di appoggio rispetto a quella delle altre aree, ed utilizzando l'intersezione all'indietro con successivo aggancio mediante traguardi alla *Rettinella*, base principale della sub-area W (fig. 4). Inoltre, il fatto che l'area S presenti alti valori di scarto quadratico medio potrebbe dipendere da una maggiore incertezza nella determinazione topografica dei punti battuti, dovuta all'elevata distanza dalla *Rettinella*. Ma il medesimo effetto potrebbe anche derivare da un non troppo accorto assemblaggio meccanico di informazioni grafiche da fonti cartacee preesistenti.

Il vantaggio derivante dall'applicazione dell'iter analitico adottato consiste nel fatto che la georeferenziazione di aree di estensione minore di quella dell'intero documento cartografico originale permette di evitare la ripartizione degli errori su tutti i GCP, caratteristica invece delle trasformazioni geometriche globali. L'analisi dei residui delle singole georeferenziazioni permette di valutare la qualità della rappresentazione cartografica delle specifiche sub-aree, e in tal modo di individuare zone critiche caratterizzate da alti valori dei residui. Occorre comunque tener presente che la scelta a priori di quali GCP ritenere pertinenti alle differenti aree incide in qualche misura sul risultato finale. Tuttavia questo procedimento è in grado di evidenziare un'eventuale concordanza di scala ed angolo di rotazione tra le varie sub-aree, indice di un prodotto cartografico complessivo caratterizzato da elevate precisione ed uniformità di scala.

6 - Conclusioni

La ricerca illustrata vuole fornire un esempio di come il trattamento in ambiente digitale di cartografia storica mediante modalità anche "non convenzionali", secondo indicazioni suggerite da una preventiva ricerca storica e semiologica, consenta di approfondire le conoscenze sulla qualità metrica dei documenti in esame, al fine di un loro utilizzo quantitativo per studi applicativi di vario genere.

Nel caso specifico, la carta antica esaminata (1592) è stata georeferenzata per singole sub-aree, le cui caratteristiche dimensionali e morfologiche sono state suggerite da ipotesi preliminari relative alle modalità originariamente adottate per il rilievo di campagna, inferite dalla documentazione storica disponibile e da considerazioni concernenti le massime distanze traguardabili a vista. Un miglioramento della ricerca potrebbe derivare dal reperimento in Archivio dei libretti di campagna originariamente utilizzati dal cartografo, oggi eventualmente conservati nei fondi archivistici.

Ringraziamenti

Si ringraziano l'Archivio di Stato di Venezia, per la consultazione della carta di Ottavio Fabri in originale, e la Biblioteca Dore della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, per la consultazione del manuale *L'uso della squadra mobile* di Ottavio Fabri.

Riferimenti bibliografici

- Bartoli C. (1564), *Del modo di misurare le distantie, le superfici, i corpi, le piante, le province, le prospettive, et tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini, secondo le vere regole d'Euclide, et de gl'altri più lodati scrittori*, Franceschini, Venezia
- Bitelli G., Cremonini S., Gatta G. (2009), "Ancient maps comparisons and georeferencing techniques: a case study from the Po river delta (Italy)", *e-Perimtron*, 4-4: 221-228. Disponibile su: http://www.e-perimtron.org/Vol_4_4/Vol4_4.htm
- Bitelli G., Cremonini S., Gatta G. (2012), "Analysis of Pre-Geodetic Maps in Search of Construction Steps Details", *Cartography - A Tool for Spatial Analysis*, Carlos Bateira (Ed.), InTech, 75-98. Disponibile su: <http://www.intechopen.com/books/cartography-a-tool-for-spatial-analysis/analysis-of-pre-geodetic-maps-in-search-of-construction-steps-details>
- Cremonini S., Samonati E. (2009), "Value of ancient cartography for geoenvironmental purposes. A case study from the Po river delta coast (Italy)", *Geografia, Fisica e dinamica del Quaternario*, 32: 135-144
- Fabri O. (1673), *L'uso della squadra mobile. Con la quale per teoria et per pratica si misura geometricamente ogni distanza, altezza, e profondità. S'impara à perticare, liuellare, et pigliare in disegno le Città, Paesi, et Provincie. [...]*, Gattella, Padova
- Furlanetto P. (2004). "Un'applicazione della cartografia storica alla geomorfologia: il progetto IMAGO". In Meneghel M., Bondesan A., *Geomorfologia della provincia di Venezia*, Esedra editrice, Padova: 73-76
- Gatta G. (2010), *Valorizzazione di cartografia storica attraverso moderne tecniche geomatiche: recupero metrico, elaborazione e consultazione in ambiente digitale*, tesi di Dottorato in Scienze Geodetiche e Topografiche, Università di Bologna
- Jenny B., Hurny L. (2011), "Studying cartographic heritage: analysis and visualization of geometric distortions". *Computers & Graphics*, Elsevier, 35-2: 402-411
- Panepinto E. (2009), *Ottavio Fabri, Perito et Ingegnero Pubblico*, Tesi di laurea in Storia e Geografia dell'Europa, Università di Verona, Facoltà di Arte and Filosofia