

## **La cartografia secentesca quale fonte informativa per lo studio delle divagazioni fluviali. Valutazioni di analisi interdisciplinari mediante l'utilizzo di sistemi GIS e foto interpretazione**

Gianluca Zanichelli (\*), Lucia Masotti (\*\*), Marco Dubbini (\*\*), Mirella Vergnani (\*)<sup>1</sup>

(\*) A.I.Po, Agenzia Interregionale per il Fiume Po (gianluca.zanichelli@agenziapo.it; mirella.vergnani@agenziapo.it)

(\*\*) DDSAG - Dipartimento di Discipline Storiche, Antropologiche e Geografiche  
Università di Bologna (lucia.masotti@unibo.it; marco.dubbini@unibo.it)

### **Riassunto**

Il contributo, frutto di una collaborazione tra geografi, informatici ed idraulici dell'Università e degli Enti Territoriali, presenta una metodologia di analisi interdisciplinare delle regioni fluviali che affianca allo studio dei dati desunti dalla cartografia dei secoli XVI e XVII moderne tecniche di fotointerpretazione e telerilevamento. Si vuole in questo modo strutturare un GIS che renda disponibile all'analisi idraulica una base di dati interpretabile ai fini della conoscenza del territorio fluviale e della sua attuale gestione, pur nella coscienza dei limiti imposti dalla georeferenziazione di carte pregeodetiche.

### **Abstract**

This contribution presents a river territory interdisciplinary analytical methodology which puts beside XVI and XVII Century cartography data obtained with modern photointerpretation and remote sensing techniques. We are planning a GIS system which provides an interpretable data base for hydraulic analysis aimed at river territory knowledge and management, even with the awareness of limits imposed by pre-geodetic maps georeferentiation

### **1. Introduzione**

La cartografia dei secoli XVI e XVII, come ogni rappresentazione grafica pregeodetica, non permette di procedere ad una compiuta georeferenziazione dei dati territoriali in essa contenuti (FAVRETTO 2003). Tuttavia, il portato informativo di tali rappresentazioni e il loro livello di dettaglio in alcuni casi è tale da poter essere preso in considerazione al fine di implementare sistemi informativi geografici volti allo studio del territorio in un'ottica di lungo periodo. In queste fonti sono spesso individuabili con chiarezza manufatti che, in presenza o in traccia, insistono in modo spesso permanente sul territorio, fossi, canali, argini, chiaviche, assumibili come GCP (Ground Control Point). L'insieme delle topografie del passato, quando riportata nel quadro di uno stesso sistema di riferimento cartografico, rende disponibile all'analisi idraulica una base di dati interpretabile ai fini della conoscenza e gestione del territorio fluviale.

### **2. Rilevare il paesaggio, gestire il territorio: le potenzialità insite nelle carte del Seicento.**

Due carte confinarie, stilate a scale differenti da Smeraldo Smeraldi (A.A.V.V. 1980; MASOTTI 2010; RONCAI 2004), sono alla base della georeferenziazione finalizzata alla ricostruzione delle divagazioni fluviali della foce del torrente Enza, confluenza che venne ripetutamente deviata per proteggere il porto e la fortezza di Brescello, nodo fondamentale nel sistema confinario e commerciale dell'area.: *Il Dissegno di tutto il tratto da Martorano sino al Po con gli confini con*

---

<sup>1</sup> Per quanto il contributo, che si inserisce nel solco della convenzione triennale *Navigare il Po* in corso tra A.I.Po e DDSAG dell'Università di Bologna, sia frutto di una comune concezione, sono da attribuire specificamente a L. Masotti i punti 1 e 2, a M. Dubbini il punto 3, a G. Zanichelli e M. Vergnani il punto 4, il punto 5 infine all'intera équipe.

*Bersello e Lentese osservato e misurato l'anno 1612*<sup>2</sup> ed una carta senza titolo datata febbraio 1625<sup>3</sup>. Altre carte, ed *in primis* la terza di questa serie, a scala maggiore e centrata sulla foce, sono state esaminate per verificare l'affidabilità dei dati assunti per questa georeferenziazione. La produzione smeraldiana rappresenta una fonte preziosa per l'affidabilità geometrica del rilievo, la comparabilità interna delle carte e la presenza delle relazioni. L'abbondanza della documentazione è dovuta al fatto che il torrente Enza, toccato da forti erosioni ed esondazioni, rappresentava allora anche il confine tra i domini Farnesiani ed Estensi. Sin dalla fine del Cinquecento, si era proceduto a pianificare (1598) e realizzare il rinforzo delle difese: rifacimento di un argine eroso (1602); allungamenti e rinforzi delle difese tra Sorbolo e la confluenza in Po (1603-1605). Ciononostante, l'erosione e le piene costringevano a reiterare gli sforzi pressoché ogni anno. Ancora nel 1608 si segnala la necessità di rinforzare la riva orientale di Coenzo, dove sono presenti due serie di pennelli. Ma tutte queste opere, cui si aggiunse l'innalzamento di una palizzata di difesa compiuto nel 1617, non furono sufficienti, nel 1619, quando argini e pennelli furono travolti dalla duplice alluvione delle acque dell'Enza e del Po, che sommersero il territorio di Coenzo<sup>4</sup>. L'esame delle due carte evidenzia il parziale fallimento delle opere antropiche, e l'avanzamento delle erosioni in sponda sinistra del torrente Enza. Alla minuziosa attenzione con cui Smeraldo registra le variazioni delle regioni fluviali, mantenendo costanti i riferimenti per i rilievi, si deve la possibilità di assumere queste topografie quale primo elemento per ipotizzare la comparabilità geometrica interna delle carte e costruire una base di dati utile alla georeferenziazione attuata che, per quanto imperfetta, ha permesso una prima analisi idraulica dei fenomeni rappresentati.

### 3. L'analisi delle carte in ambiente GIS

Per riuscire a procedere all'analisi interna, le succitate due carte secentesche sono state acquisite in ambiente ArcGIS, georeferenzilandole nel sistema di riferimento cartografico UTM\_WGS84 fuso 32, sul quale è stata adeguata la cartografia raster del Magistrato per il Po rilevata nel 1988 (Magistrato per il Po 1996). Tale scelta è giustificata dal fatto che la porzione di territorio in esame non eccede i 2Km e che le due carte storiche sono state costruite utilizzando metodi di proiezione piana e desumendo le grandezze da osservazioni di carattere metrico e angolare.

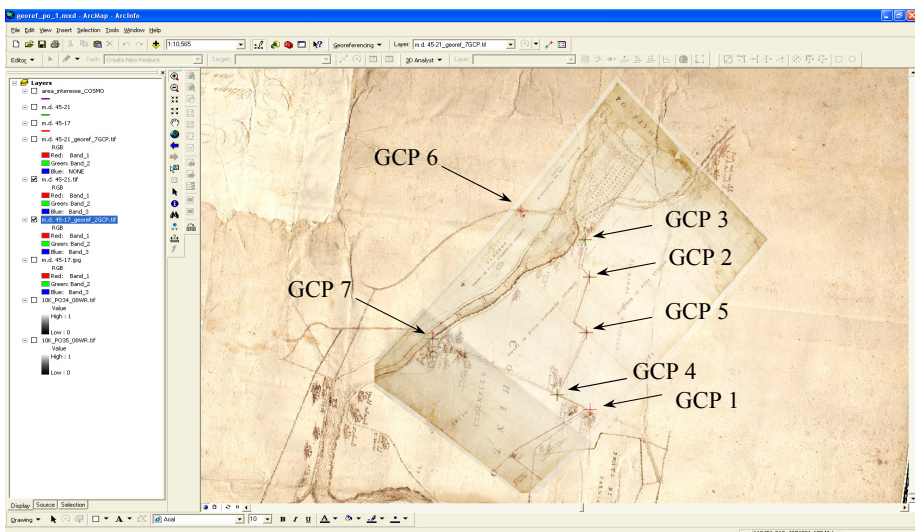


Figura. 1 – Analisi interna delle due cartografie secentesche: individuazione dei GCP.

<sup>2</sup> ASPr, fondo Mappe e Disegni, vol. 45 mappa 17,.

<sup>3</sup> ASPr, fondo Mappe e Disegni, vol. 45 mappa 21.

<sup>4</sup> ASPr, *Congregazione dei Cavamenti*, b. 288.

La carta del 1612, a scala minore, è stata georeferenziata sulla cartografia attuale mediante una semplice trasformazione a 3 parametri (rototraslazione con variazione di scala uniforme), utilizzando quindi solamente due GCP individuati all'interno dell'area di interesse, in particolare quelli corrispondenti alla chiavica e all'incrocio di via Baderna con il cavo Parmetta che, individuati nella carta del 1612 e dalla fotointerpretazione, si possono ipotizzare come persistenti nella medesima localizzazione anche nella cartografia del Magistrato per il Po. Trattandosi quindi di una semplice rototraslazione con variazione di scala uniforme, le variazioni dimensionali intercorse sono ovviamente pari a 1, vale a dire nulle in relazione a deformazioni interne all'immagine della carta storica. La seconda carta secentesca (1625) è stata ricollocata sulla prima carta storica (1612) mediante l'individuazione di sette GCP: 5 lungo un confine delineato da una spezzata (gli spigoli) e 2 rappresentati dalla Chiavica sulla Parmetta e all'incrocio tra questa e via Baderna, (fig. 1).

La trasformazione applicata è di tipo polinomiale di second'ordine e i residui della trasformazione sono riportati in Fig. 2. Come si nota dalla Fig. 1 riportante le immagini sovrapposte in ambiente GIS, la carta storica a scala minore (1612) non ha subito distorsioni, mentre è stata adattata alla precedente la carta storica a scala maggiore (1625), che quindi ha subito le distorsioni necessarie alla georeferenziazione. Per poter valutare l'errore complessivo commesso in fase di georeferenziazione, si è desunta la scala metrica di realizzazione delle carte secentesche mettendo in relazione il valore delle pertiche riportato graficamente sulla carta del 1625 con la dimensione metrica dello stesso.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	1.871560	1.318227	617059.708711	4972597.993059	0.26869
2	1.167105	0.746248	617054.451519	4973331.693786	4.96773
3	1.018230	0.556624	617032.278369	4973540.903906	2.88224
4	1.920702	1.118390	616889.491491	4972679.325945	0.50071
5	1.462712	0.982075	617039.077744	4973025.608406	3.07322
6	1.165488	0.063876	616704.776333	4973701.929270	0.30658
7	2.150063	0.209232	616247.334967	4972989.818834	0.08825

Figura 2 – Residui derivanti da trasformazione polinomiale di 2° ordine dopo georeferenziazione utilizzando 7GCP. L'immagine del 1625 è stata georeferenziata in relazione a quella del 1612.

Considerando che il valore di una pertica parmigiana misurava 3,271 m., (Martini, 1976, p. 10), si desume che la scala della carta risulta essere pari a circa 1:12000. L'errore complessivo (Fig. 2), quindi, è in accordo con la rappresentazione cartografica alla suddetta scala, il che significa che l'errore è paragonabile, quantitativamente, all'errore di graficismo (convenzionalmente assunto pari a 1/5 di millimetro). Infine, per poter fornire elementi grafici di immediato utilizzo per le valutazioni di carattere idraulico, sono stati vettorializzati gli elementi di interesse come il corso del torrente nelle due epoche e le opere idrauliche quali la chiavica e i pennelli.

#### 4. L'analisi idraulica

Il problema della confluenza dei corsi d'acqua rappresenta una fra le più interessanti sfide dell'idraulica fluviale di tutti i tempi ed è stato spesso affrontato con soluzioni "interventistiche" dagli esiti non sempre del tutto felici (caso di foce Secchia, con probabile influenza sull'innalzamento di piani golenali ed arginature). In generale l'equilibrio plano-altimetrico di tali ambiti fluviali è regolato dalle grandezze idrauliche di entrambi i corsi d'acqua, fra le quali la quantità di sedimento trasportata e la sua granulometria. Da tali parametri discende la pendenza media longitudinale dell'affluente e, di conseguenza, la sua più o meno marcata tendenza all'erosione o al deposito ed alla divagazione planimetrica. L'Enza, come testimoniato dalla copiosa documentazione, cartografica e non, ha subito evoluzioni in gran parte naturali con alcuni influssi antropici. Nel tempo intercorso fra i due rilievi considerati si notano le tracce di successive opere di difesa: un argine eroso, la linea di erosione del 1625 ed, infine, una batteria di pennelli interrati che potrebbero essere ostruiti "in cassero" o lungo una precedente, più avanzata, linea di erosione, parzialmente colmata dall'effetto degli stessi. La tendenza a scorrere verso Est nella parte terminale

è una caratteristica comune a tutti gli affluenti di destra del Po allorquando, giungendo nella golena attiva di quest'ultimo, di piena in piena vanno a confondersi con rami laterali del suo corso, riunendosi talvolta a coppie (es. foce Arda-Ongina e, nel recente passato, Parma-Enza: Treu, 1994). Le prime testimonianze di tagli effettuati sulla foce dell'Enza a difesa del porto fluviale di Brescello risalgono al XVI sec., mentre si hanno notizie coeve di realizzazione di arginature e ripari. L'allontanamento delle foci degli affluenti dagli ambiti navigabili è problematica comune ai naviganti fluviali e marittimi. Infatti allorché gli affluenti manifestano apporti solidi talmente cospicui da non poter essere completamente presi in carico dalla corrente del ricettore, si formano le cosiddette "barre di confluenza". Risulta chiaro come il tirante idrico di porti e vie navigabili posti nelle immediate vicinanze possa esserne limitato anche in maniera sostanziale, in alcuni casi fino al completo interrimento. I provvedimenti per rimediare al fenomeno sono, ovviamente, le deviazioni delle foci. Per quel che riguarda il caso specifico, per il quale si è riusciti a rendere geometricamente confrontabili con l'attuale due carte storiche rispettivamente del 1612 e 1625, si può notare come, la confluenza sia andata via, via muovendosi verso valle (Est), nonostante i tentativi di farla rimanere più a monte per non interferire col porto di Brescello. La fortunata possibilità di georeferenziare carte così antiche con una sufficiente confidenza geometrica permette di operare interessanti confronti sia a livello idraulico che territoriale. Dalla sovrapposizione con carte recenti, infatti (Magistrato per il Po 1996), è sorprendente notare come sia possibile ottenere una quasi perfetta concordanza fra le diverse tracce del Cavo Parmetta, ed ancora come, lo stesso cavo fosse già chiavicato, in posizione non tanto discosta dall'attuale, coincidente con l'impianto di sollevamento del Consorzio della Bonifica Parmense e, come le odierne chiaviche "Balano" sull'argine maestro di Po (risalente agli inizi del secolo 19°) e "di Bocca d'Enza" sull'omonimo argine golendale (anni '90), siano servite per difendere la terra ferma via, via affrancata dalle acque di piena di Po. Riguardo poi all'Enza, emerge come l'allora fascia di divagazione della confluenza, in un caso addirittura pluricursale, siano oggi posti abitati (Corte degli Oppi e Bocca d'Enza di Mezzani), mentre il punto di sbocco in Po si sia spostato a valle di c.a 3 km in linea d'aria, migrando parallelamente a se stesso di c.a 600-800 m.

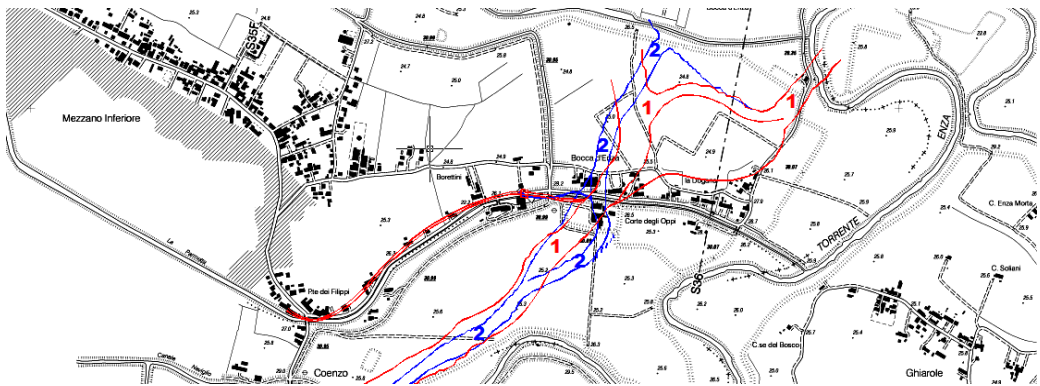


Figura 3 – Sovrapposizione degli alvei del 1612 (1) e 1625 (2) sulla carta del Magistrato per il Po.

## 5 Prospettive

Si è presentato l'inizio di un percorso sperimentale di ricostruzione dell'evoluzione di una regione fluviale caratterizzata da importanti divagazioni e da altrettanto significativi sforzi antropici per salvaguardare sia punti di interesse strategico - quali il porto e la fortezza di Brescello - sia la struttura agricola ed insediativa dell'area. La ricerca comune proseguirà, secolo per secolo, per verificare l'efficacia dell'utilizzazione della cartografia storica pregeodetica ai fini dell'interpretazione idraulica di questo tipo di territorio, pur nella consapevolezza dei limiti geometrici dell'operazione. Ci si propone di rendere internamente comparabili serie documentali

successive, fissando alcuni capisaldi che possano fungere da ‘tappa intermedia’ nel dialogo tra i differenti secoli, e rendere interpretabili l’intera sequenza fino almeno alla fine del XIX sec. per poi verificare la possibile lettura di quegli esiti nella cartografia contemporanea. A tal fine, alla semplice fotointerpretazione verranno affiancate tecniche di telerilevamento, opportunità ulteriore per il vaglio della cartografia storica e delle ipotesi con altri metodi avanzate sulle cause che hanno potuto influire sulle migrazioni degli alvei.

### **Bibliografia**

- A.A.V.V., *Io, Smeraldo Smeraldi ingegnere et perito della congregatione dei cavi del parmigiano* [...]: *Territorio, città, officio nel ducato di Parma 1582,1634*, Parma, STEP grafiche, 1980, Balletti C. (2006)“Georeference in the analysis of the geometric content of early maps”, *e-Perimetron*, Vol.1, n°1,32-42.
- ESRI, *Using ArcGIS 9.2*, ESRI, Redlands, 2006.
- Favretto A., “Come usare la cartografia storica all’interno di un GIS”, in *GIS Dalla cartografia del passato al telerilevamento*. IV workshop Beni Ambientali e Culturali e GIS: dalla cartografia del passato al telerilevamento - Firenze. 2003. FIRENZE. FIRENZE UNIVERSITY PRESS. Vol.1. pp.1-7.
- Martini A. , *Manuale di Metrologia*, Editrice ERA, Roma, 1976
- Masotti L., “Professionalità complesse negli uffici di Stato: Smeraldo Smeraldi”, in Salgaro S. (a cura di), *Cristoforo Sorte e il suo tempo*, Atti del Seminario *Cristoforo Sorte e il suo tempo. Un cartografo al servizio della serenissima*, Verona, Università degli Studi di Verona, 31 ottobre 2008, in corso di stampa presso Pàtron Editore.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - MAGISTRATO PER IL PO PARMA, *Fiume Po da Moncalieri alla foce. Rilievo fotogrammetrico eseguito tra il 19/07 e il 23/04 dell'anno 1988*, eseguito da: Ufficio tecnico Leopoldo Carrara srl – Rilievo fotogrammetrici – Parma,
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI – MAGISTRATO PER IL PO, *Carta del fiume Po da Moncalieri al mare Adriatico*, s.i.d., s.i.e., 1996.
- Roncai L., “Le carte dell’Ingegnere Smeraldo Smeraldi (1553-1634)”, in Fiocca A., Lamberini D., Maffioli C., *Arte e scienza delle acque nel Rinascimento*, Marsilio Editori, Venezia, 2003, pp. 233-246.
- Treu M. C., *Le tavole Brioschi in Ministero dei LL.PP. Magistrato per il Po, Carta del corso del Po dal Ticino al Mare, da rilievi eseguiti nel 1821 e aggiornati nel 1853*, Parma 1994, pp. 15-18.