

ANALISI MULTIDISCIPLINARE DELLE DINAMICHE DEI CARATTERI FISICI, ANTROPICI E VEGETAZIONALI NELLA PIANA CAMPANA (CE)

Giovanna D'Ambra, Maria Petriccione, Daniela RUBERTI, Sandro STRUMIA,
Marco VIGLIOTTI

*Seconda Università degli Studi di Napoli – Dipartimento di Scienze Ambientali
Via Vivaldi, 43 Caserta, tel. 0823274609, fax 0823274605, daniela.ruberti@unina2.it*

Introduzione

Negli ultimi anni l'uso dei Sistemi Informativi Territoriali si è affermato con sempre maggiore evidenza, non solamente nei campi della ricerca, ma soprattutto nel campo della gestione del territorio e delle attività di pianificazione ad essa connesse. Questi strumenti, infatti, permettono di analizzare le relazioni spaziali, ed in alcuni casi anche funzionali, tra componenti ambientali, riferite alla stessa porzione di territorio, a volte anche molto differenti tra di loro. Pur rimanendo circoscritti alle sole caratteristiche ambientali, risulta evidente come esse siano definite da una grossa quantità di dati, di natura anche molto differente (geologia, geomorfologia, bioclimate, uso del suolo, comunità biotiche), per la cui analisi è richiesta una forte integrazione tra competenze specialistiche e quindi un approccio multidisciplinare. Queste considerazioni di carattere generale trovano una loro validità nel caso in cui le informazioni si riferiscano all'integrazione di parametri riferiti al presente, ma assumono un valore maggiore nel caso in cui ci si riferisca all'analisi di variazioni territoriali avvenute su scale temporali anche molto differenti, condizionando in maniera considerevole la scelta delle metodiche necessarie per analizzare i fenomeni in atto su solide basi scientifiche.

La ricostruzione dei paesaggi nelle diverse epoche storiche è resa possibile dalla elaborazione di informazioni provenienti da fonti documentarie molto differenziate in termini di origine e tipologia; in alcuni casi è infatti possibile utilizzare documenti cartografici, anche antichi (pregeodetici), ottenendo una rappresentazione piuttosto accurata delle caratteristiche territoriali del passato. L'evoluzione delle tecnologie informatiche, ed in particolare dei GIS, ha permesso di analizzare ed integrare una così variegata tipologia di informazioni, fornendo metodologie utili per una rappresentazione cartografica degli scenari territoriali del passato più accurate ed efficienti. Queste metodologie, che costituiscono il cuore dei SIT, permettono di gestire con relativa semplicità la dimensione temporale che, opportunamente integrata con dati spazialmente riferiti, mette in evidenza l'evoluzione delle diverse componenti, permettendo di formulare ipotesi su scenari futuri.

Nell'ambito dell'ecologia del paesaggio ed in particolare per l'analisi delle dinamiche della vegetazione, l'uso della cartografia storica e di fotografie aeree realizzare in epoche differenti, rappresenta una metodica consolidata (Turner & Gardner, 1990; Johnston, 1998) anche grazie all'uso dei GIS; numerosi sono i contributi presentati anche per l'Italia (Vos, 1993; Strumia *et alii*, 2001; Blasi *et alii*, 2003; Mazzoleni *et alii*, 2004). Anche nel campo dell'analisi dei caratteri fisici del territorio sono numerosi gli esempi di studi di questo tipo. Tuttavia, malgrado la diffusa consapevolezza che un approccio multidisciplinare permetta una migliore e più completa comprensione dei processi dinamici, non esistono molti esempi di lavori che analizzino contemporaneamente questi due aspetti.

In questo contributo vengono presentati i risultati di alcune ricerche condotte con un approccio multidisciplinare sulle dinamiche di parametri fisici, vegetazionali ed antropici relative ad alcuni settori della Piana Campana scelti sulla base di alcune specifiche emergenze ambientali: l'area pedemontana ricadente in gran parte nel comune di Maddaloni fortemente caratterizzata da un'intensa attività estrattiva, la fascia costiera, in corrispondenza del comune di Castel Volturno, interessata negli ultimi decenni da una espansione urbanistica, spesso incontrollata, legata ad uno sfruttamento turistico che ha portato spesso a minacciare aree ad elevata valenza naturalistica, ed infine l'asta fluviale del Volturno oggetto di numerose opere idrauliche che ne hanno condizionato il percorso.

Pertanto si è voluto verificare l'impatto della crescente antropizzazione sul territorio, cercando di comprendere al meglio le relazioni tra azioni antropiche e specificità ambientali.

Astract

A multidisciplinary analysis of dynamics of geomorphology and land uses in three areas of the Piana Campana (CE) is reported; the study has the aim verify the relationships between the different environmental parameters considered as well as the effect of anthropic pressure on them. Different thematic maps (geolithology, geomorphology, vegetation) were produced according to standard methods; the derived maps (environmental value) were analysed in terms of spatial informations and using spatial analysis methods (Classification and reclassification, overlay and spatial intersection) the dynamics and relationships between the different parameters has been quantified. The analysis showed that the anthropic uses affected both the environmental quality and natural fluvial dynamics. The multidisciplinary approach evidenced the relationships between the environmental parameters suggesting a better interpretation of observed dynamics.

Inquadramento geografico-geologico-biogeografico

La Piana Campana è una vasta area sub-pianeggiante bordata dai rilievi carbonatici di età mesozoica, impostata su un'ampia depressione strutturale originatasi a partire dal Pliocene superiore (Ippolito *et alii*, 1973) o dal Pleistocene inferiore (Cinque *et alii*, 2000), con l'attuarsi di movimenti tettonici prevalentemente estensionali lungo lineamenti, con orientazione NO-SE, NE-SO ed E-O, e con rigetti complessivi variabili da 3 a 5 Km (Ippolito *et alii*, 1973; Ortolani & Aprile, 1979; Bruno *et alii*, 2000). L'evoluzione recente, caratterizzata dall'alternanza di subsidenze ed aggradazioni (Romano *et alii*, 1994), ha determinato una morfologia scarsamente articolata, da piatta a dolcemente ondulata. Nel sottosuolo, sui calcari ribassati di piattaforma carbonatica (Bruno *et alii*, 2000), sono state riconosciute alternanze di sedimenti marino-transizionali sormontati da depositi piroclastici, legati soprattutto all'attività vulcanica dei Campi Flegrei (Ippolito *et alii*, 1973; Barberi *et alii*, 1979; Romano *et alii*, 1994; Barra *et alii*, 1996). Depositi continentali tardo quaternari-olocenici sono rappresentati da depositi di versante, in prossimità dei rilievi carbonatici, e da depositi alluvionali limosi, sabbiosi-argillosi, e da terreni umiferi e di colmata, nel settore mediano della piana, attraversata dai fiumi Volturno e Clanio. Sedimenti alluvionali risultano interdigitati con i depositi marini e transizionali (Manfredini, 1968) legati alla trasgressione versiliana (Barra *et alii*, 1996). Ricerche condotte sulla dinamica e l'evoluzione del litorale *domitio*, in corrispondenza della foce del fiume Volturno, evidenziano che ad una generale fase di progredazione intervenuta dal XVII secolo ha fatto seguito dalla fine del XX secolo un marcato arretramento soprattutto in corrispondenza dell'area di foce (Cocco & De Pippo, 1988; Zecchi *et alii*, 2000).

Da un punto di vista bioclimatico l'area è compresa in gran parte nel settore delle coste e pianure costiere (Blasi *et alii*, 1988), caratterizzato da precipitazioni annuali abbondanti, ma con un'aridità estiva pronunciata.

Metodologia

A partire dalla osservazione di fotografie aeree sono state redatte carte delle coperture vegetali; nel caso delle carte ottenute dall'osservazione di fotogrammi recenti, i poligoni rappresentanti le differenti tipologie di vegetazione e coperture del suolo sono stati validati in termini quantitativi e qualitativi attraverso indagini di campagna. Per la legenda si è fatto riferimento a quella utilizzata nell'ambito del progetto europeo CORINE Land Cover (AA.VV., 1993), arrivando alla definizione del terzo livello; questa scelta è stata dettata dall'esigenza di confrontare documenti cartografici attuali, per i quali era possibile effettuare un approfondimento sul territorio, con documenti prodotti dall'osservazione di fotografie aeree riferite agli anni precedenti che non potevano essere validati su campo.

Per una corretta caratterizzazione del tratto di costa, in prossimità della foce del Fiume Volturno, e dell'andamento fluviale a monte della città di Capua, nel tentativo di fornire una seppur parziale quantificazione dei fenomeni che hanno insistito nelle differenti zone, si è ricostruita l'evoluzione dinamica della linea di riva e del corso fluviale, attraverso la georeferenziazione e la digitalizzazione di cartografia in ambiente GIS. I documenti cartografici e le foto aeree sono state acquisite in formato raster a 300 dpi. La possibilità di confrontare la cartografia geodetica dell'I.G.M.I. del XX secolo in ambiente GIS, oltre ad una stima qualitativa del paesaggio, ha consentito anche di quantificare le variazioni intervenute durante questo arco di tempo.

Sulle carte tematiche prodotte sono state condotte analisi spaziali in ambiente GIS. In particolare attraverso la funzione di *analyze geometry* sono state calcolate le superfici ed i perimetri dei poligoni, ricavando informazioni sui valori di estensione delle diverse tipologie cartografate. Nel caso delle carte tematiche relative alla vegetazione sono state derivate carte della qualità ambientale su base tipologica. In un primo tempo è stato attribuito alle singole tipologie presenti in legenda un valore di qualità in base alle caratteristiche in termini di maturità ecosistemica, valore biogeografico e ricchezza specifica; successivamente è stata operata una riclassificazione (*reclassification*) dei poligoni tenendo conto dei nuovi valori assegnati alle tipologie, ottenendo una carta della qualità ambientale su base vegetazionale. Le analisi topologiche hanno permesso di quantificare il numero e l'estensione lineare dei contatti tra le diverse tipologie. Infine attraverso l'*overlay* e la *spatial intersection* sono state redatte le carte derivate e sono state condotte le analisi delle variazioni spaziali nel tempo.

Le analisi sono state condotte in ambiente Geomedia Pro 5.1; il sistema di riferimento adottato è quello nazionale Gauss-Boaga, fuso Est. Come cartografia di riferimento è stata utilizzata quella numerica comunale.

Risultati e discussione

In Fig. 1 sono rappresentate le principali transizioni tra le diverse tipologie intervenute nel periodo 1955-1999 sul territorio di Maddaloni. Le aree occupate da vegetazione spontanea hanno subito soprattutto processi degradativi (rimozione della biomassa), rispetto a quelli evolutivi, in netta controtendenza rispetto a quanto riportato per altri territori della Campania (Strumia *et alii*, 2001), determinando una diminuzione in superficie proprio di quelle tipologie che risultano essere a più elevata qualità ambientale (Fig. 2). Nelle aree collinari queste tipologie sono state sostituite soprattutto dalle attività estrattive. Le analisi hanno però evidenziato che parallelamente, principalmente nelle aree pianeggianti, alcune delle cave dismesse sono state colonizzate dalla vegetazione spontanea oppure si sono trasformate in coltivi o addirittura in urbano, evidenziando come siano state successivamente riutilizzate per altri scopi.

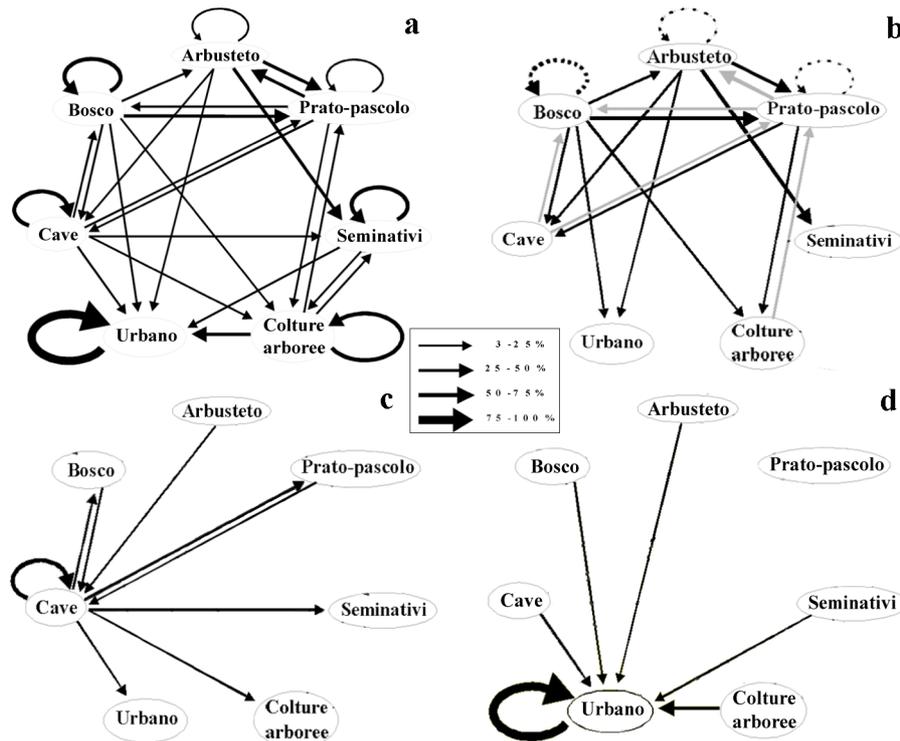


Fig. 1 - In a) le transizioni osservate nel periodo 1955-1999 nel territorio comunale di Maddaloni. La direzione di ogni freccia indica l'avvenuta transizione da una tipologia verso un'altra; lo spessore di ogni freccia indica la frequenza percentuale con la quale si è verificata la transizione. In b) sono mostrate le sole transizioni riferibili alla vegetazione naturale: in grigio sono evidenziati i processi evolutivi (incremento di biomassa), in nero i processi degradativi, in tratteggio il mantenimento di una tipologia vegetale. In c) sono state evidenziate le sole transizioni riferibili alle cave. In d) le sole transizioni riferibili all'urbano.

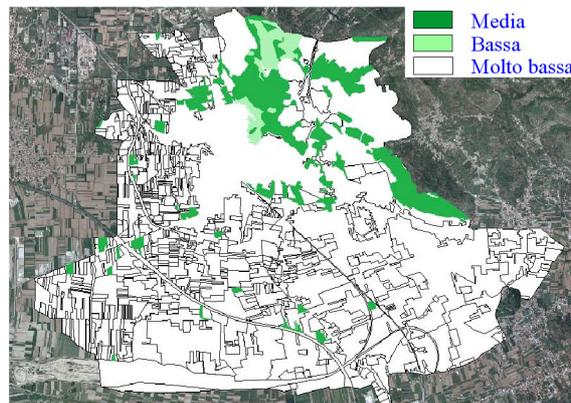


Fig. 2 - Carta derivata della qualità ambientale su base vegetazionale.

Anche nel caso del litorale costiero ricadente nel comune di Castel Volturno l'analisi ha permesso di quantificare l'incremento dell'aree urbane (Fig. 3), evidenziando un'impennata nel valore di superficie edificata cumulativa (Fig. 4) nel ventennio intercorso tra gli anni '60 ed '80; questa osservazione è sicuramente da mettere in relazione con quei processi di urbanizzazione con finalità turistica che hanno interessato in maniera generalizzata gran parte delle coste sabbiose della regione e a discapito soprattutto delle aree agricole e naturali presenti lungo la costa. L'analisi dei contatti tra le aree urbane e le aree a maggiore naturalità (boschi, praterie a dominanza di specie annuali, arbusteti di macchia mediterranea, spiaggia; Tabella 1) condotta sulla carta dell'uso del suolo e

della vegetazione attuale ha evidenziato valori molto elevati sia in termini di frequenza che di lunghezza totale. Questo dato è da interpretarsi come un avvenuto scadimento della qualità ambientale: infatti, mentre le aree di contatto tra due tipologie di vegetazione naturale (ecotoni) sono considerate nell'ecologia del paesaggio ad elevata ricchezza specifica e quindi di un certo pregio, in questo caso si tratta di aree che rappresentano la marginalità dell'urbanizzato, con la presenza di specie vegetali sinantropiche ma anche evidenze di degrado come la presenza di discariche.

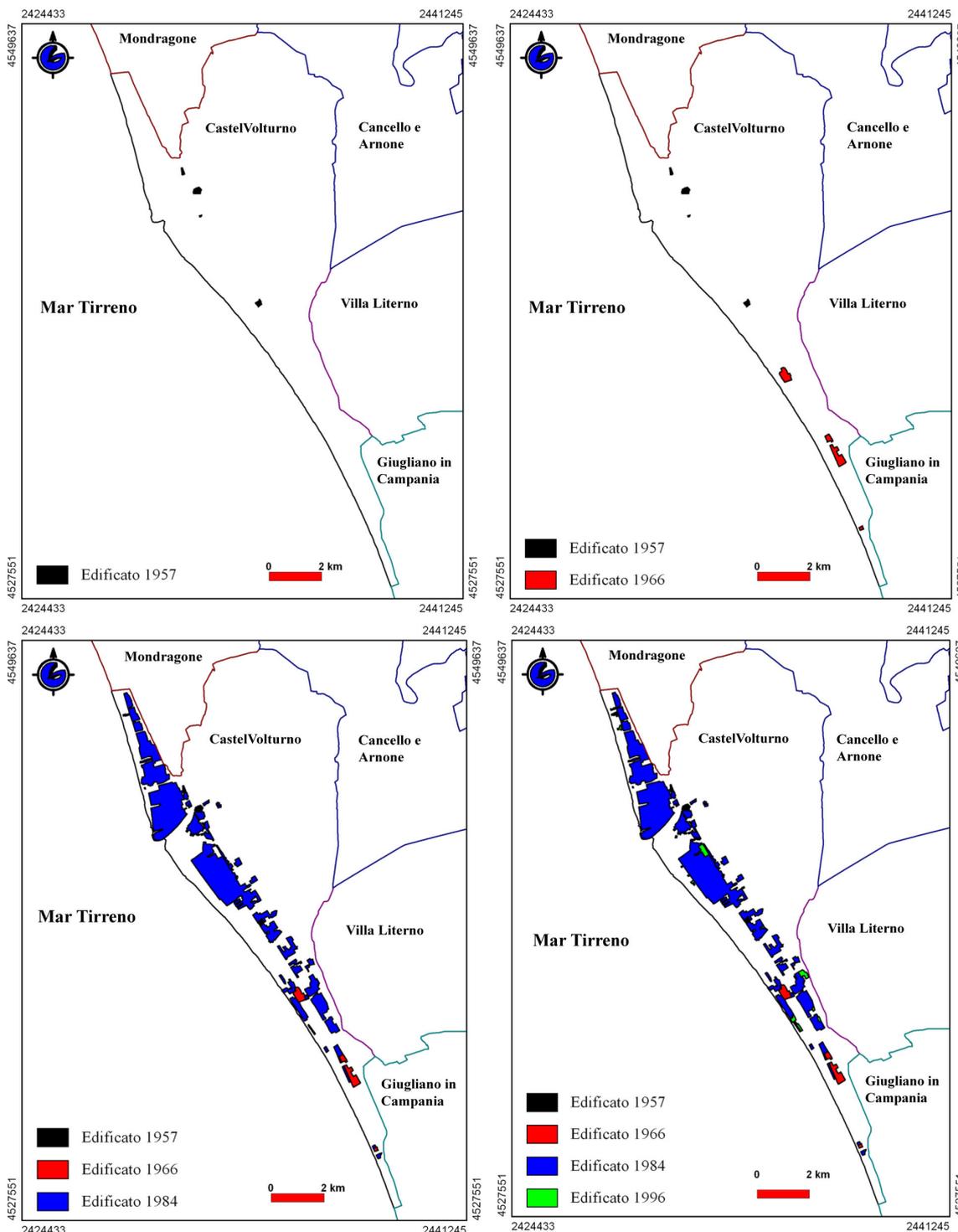


Fig. 3 - Le rappresentazioni cartografiche mostrano l'incremento della superficie edificata nel comune di Castel Volturno.

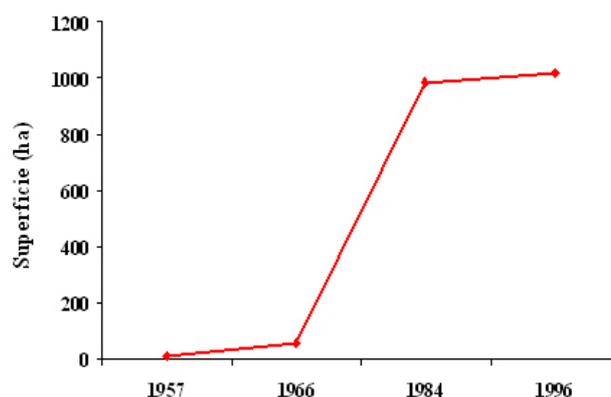


Fig. 4 - Andamento della superficie edificata (valori cumulativi espressi in ettari) nel periodo 1957-1996 registrato nel comune di Castel Volturno. Si noti l'impennata del valore successiva al 1966.

	Lunghezza contatti (m)	Numero contatti
Spiaggia	516,95	12
Prati e arbusteti	8535,19	66
Pascoli naturali e praterie	28860,88	215
Paludi salmastre	3056,84	12
Laguna costiera	95,72	1
Cespuglieti e vegetazione arbustiva	4067,17	63
Bosco	7329,6	66
Vegetazione sinantropica	598,71	4
Seminativi	249,44	1
Aree verdi urbane	2471,24	73
Zona militare	1310,22	9

Tab.1 - Sono riportati i valori dei contatti attuali, frequenza e lunghezza lineare espressa in metri, tra l'urbano e le aree a maggiore naturalità.

Dal punto di vista morfologico l'area ha subito, negli ultimi due secoli, profonde trasformazioni per effetto di fenomeni di erosione costiera, anch'essa conseguenza di un'intensa antropizzazione.

Nella cartografia I.G.M.I. nel Foglio 171 II *Mondragone*, basata su rilevamenti del 1876, il corpo deltizio è rappresentato nella sua massima estensione rispetto alle rappresentazioni cartografiche pre-unitarie. L'intero litorale *domitio* si presenta scarsamente antropizzato con diffusi casolari e segni delle prime opere di bonifica.

Nella Carta Topografica d'Italia dell'I.G.M.I. (1957), Foglio 171 II SE *Mondragone*, è visibile una marcata demolizione del delta in maniera simmetrica su entrambi i lobi della cuspidale, che comporta un arretramento per erosione fino al totale smantellamento (1972) con conseguente trasformazione dell'apparato di foce in un tipico delta-estuario.

La tendenza erosiva è evidente nella Carta Tecnica programmatica Regionale della Campania Tav. 14 *Mondragone* (1987).

Il confronto cartografico (Fig. 5) evidenzia che il processo erosivo del litorale inizia nel momento in cui tutta la cuspidale deltizia viene erosa e l'apparato di foce diviene di tipo delta estuario. Inoltre la vettorializzazione della linea di costa mostra che tutte le variazioni si annullano in prossimità di due punti posti alla latitudini 41° 07' N e 40° 55' N.

L'osservazione dei documenti cartografici nel loro complesso ci permette di avanzare ipotesi anche sulle cause delle variazioni evidenziate dall'analisi spaziale. Da essi, infatti, si rileva che fino al 1957 si è verificata una fase di progradazione: il sedimento trasportato dalla corrente fluviale incrementava il corpo del delta. Dati relativi agli anni 1957 fino al 1972, invece, mostrano uno

spostamento della foce fluviale in direzione nord-est ed un conseguente smantellamento della cuspide deltizia.

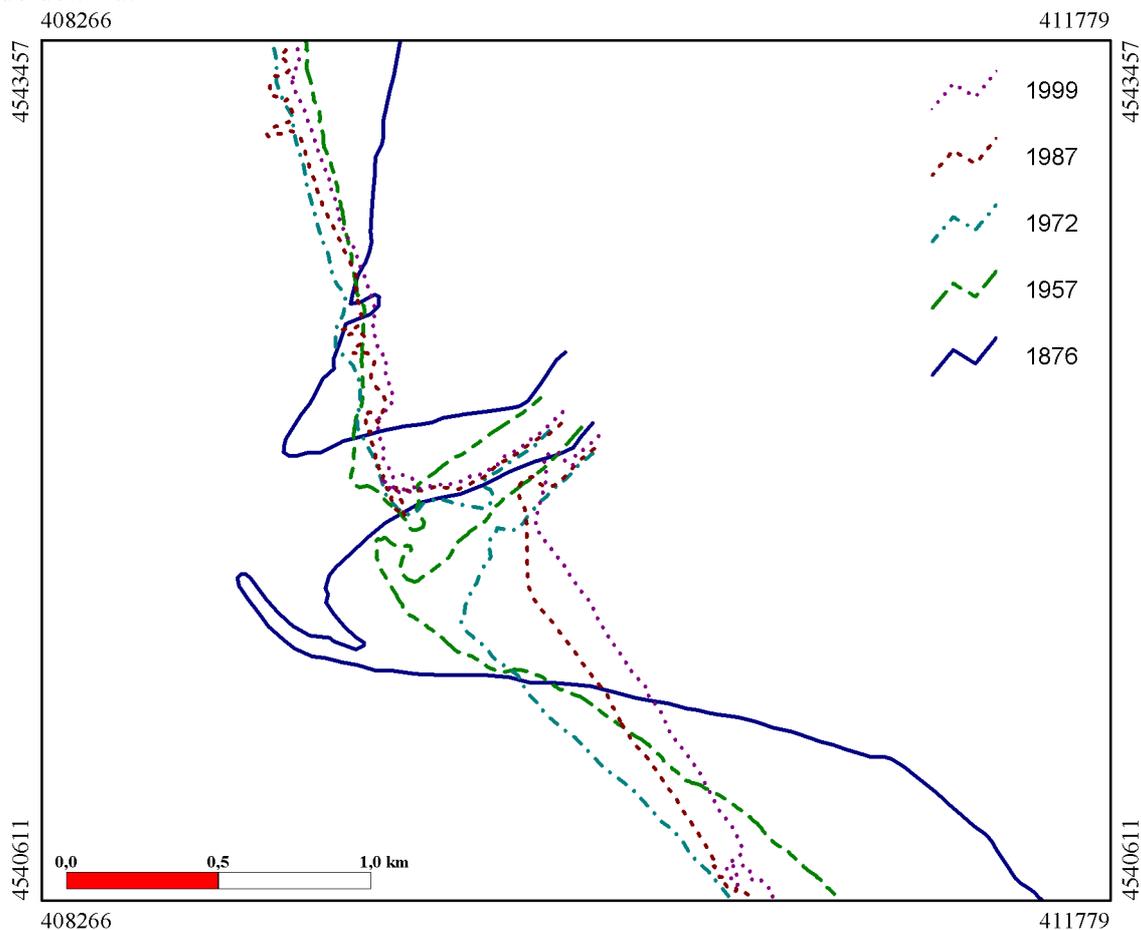


Fig. 5 – Variazioni della foce del Fiume Volturno intervenute nel XX secolo

Tale variazione morfologica può essere attribuita alla combinazione sinergica di fattori antropici quali il prelievo di inerti dagli alvei, la regimazione dei corsi, la costruzione a monte di sbarramenti e/o dighe, che avrebbero determinato una notevole riduzione degli apporti sedimentari. Dal 1972 al 1987, l'incremento dell'urbanizzazione e di interventi antropici hanno marcato, ancor di più, gli effetti del processo erosivo: in destra orografica la realizzazione di circa 3000 fabbricati di tipo residenziale e di opere di difesa ha irrigidito il litorale, determinando la scomparsa della spiaggia e frenando la fase di arretramento. Diversamente in sinistra orografica, dove è presente un'area umida di elevato valore naturalistico (La Valva e Astolfi, 1987-1988; 1988), la mancata antropizzazione ha lasciato il litorale alla vulnerabilità del processo erosivo: i sedimenti di foce, trasportati dalle correnti lungo costa, hanno causato un rapido accrescimento della spiaggia di sopraflutto e quindi un arretramento di quello sottoflutto, provocando l'insabbiamento del porto di Pineta Mare, verso sud. Allo scopo di porre rimedio all'erosione dell'area sono stati costruiti 14 pennelli trasversali di cui 4 a forma di T per un'estensione di 2 Km, ma solo alla fine degli anni ottanta fino al 1999 si assiste ad un effetto stabilizzante della spiaggia.

La conseguente diversa conformazione tra le due linee di riva, in associazione con gli interventi antropici, ha acuitizzato il problema dell'interrimento della foce: l'asimmetria fa sì che la corrente in uscita dal fiume crei un vortice di fronte alla foce, depositando il materiale alla sbocca della foce in mare.

Relativamente all'asta fluviale del Volturno è opportuno ricordare che la storia della città di Capua è da sempre stata condizionata dalla presenza di questo fiume. Attraverso l'uso dei sistemi GIS si è cercato di verificare l'intima dipendenza tra il corso fluviale e la città (Mingione *et alii*, 2004).

Utilizzando una cospicua documentazione cartografica, data da carte geodetiche e non geodetiche, dopo una puntuale georeferenziazione, è stato vettorializzato l'alveo fluviale riconosciuto in ciascuna delle carte acquisite. L'overlay dei paleoalvei mostra le principali direttrici lungo il quale il fiume è migrato (Fig. 6), evidenziando, quelli che nella cartografia più recente sono indicati come letti abbandonati. Nell'ambito dello studio è stato realizzato anche un DTM, con risoluzione spaziale 5x5 metri, al fine di esaltare le micromorfologie e verificarne le relazioni con gli andamenti fluviali del passato.

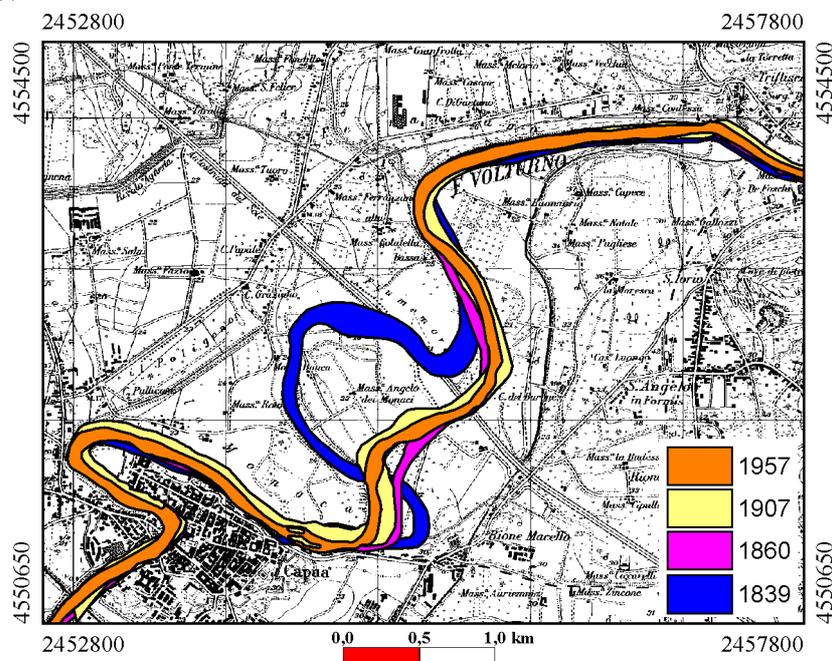


Fig. 6 – Rappresentazione delle variazioni del corso del Fiume Volturno desunte da cartografia storica: 1839 – Carta delle Grandi Manovre; 1860 – Battaglia del Volturno; 1907 (anno di rilevamento) – Carta d'Italia Foglio 172 II N.O. Capua; 1957 – Carta Topografica d'Italia Foglio 172 II N.O. Capua.

L'approccio integrato cartografico-storico/letterario ha consentito di evidenziare gli andamenti del Fiume Volturno e, laddove le attività antropiche hanno ostacolato la naturale evoluzione della dinamica fluviale, la permanenza, nei secoli, di una morfologia inalterata. Nel caso di Capua è estremamente interessante notare come, a tale proposito, l'erezione della cinta muraria intorno alla città (IX secolo d.C.) che fiancheggia l'intera ansa all'interno della quale ancora oggi è sito il centro storico, abbia impedito a questo tratto di fiume di evolversi, e quindi di migrare e chiudersi attraverso i naturali processi di erosione e deposizione.

Conclusioni

Le analisi hanno evidenziato come, a macroscale, l'attuale configurazione di questi settori della Piana siano state condizionate dalle attività antropiche, i cui effetti si sono sovrapposti a quelli imputabili alle variazioni connesse a fattori naturali. Le grosse modificazioni occorse all'asta fluviale, ad esempio, trovano plausibile spiegazione in eventi alluvionali rapidi e catastrofici che si sono susseguiti nella Piana, come dimostrato dal record stratigrafico locale; il settore costiero per contro ha visto la contemporanea diminuzione di tipologie di vegetazione di pregio, sostituite da agglomerati urbani che si sono spinti ad invadere le aree occupate dalle spiagge, al punto tale che in alcuni casi attualmente l'urbano è a diretto contatto con il mare.

In conclusione le ricerche hanno evidenziato come le attività antropiche abbiano diminuito il livello di qualità ambientale all'interno dei diversi comparti esaminati. L'approccio di tipo multidisciplinare ha permesso una maggiore capacità interpretativa dei fenomeni osservati facendo

emergere relazioni spaziali e funzionali tra i diversi tematismi nei diversi settori della Piana che sono risultati essere altamente interconnessi tra di loro.

Bibliografia

- AA.VV. (1993), *CORINE Land Cover. Technical guide*. ECSC – EEC – EAEC, Brussels, LUXEMBOURG.
- Barra D., Romano P., Santo A., Campajola L., Roca V. & Tuniz C. (1996), *The Versilian transgression in the Volturno river plain (Campania, Southern Italy): palaeoenvironmental history and chronological data*. *Il Quaternario*, **9**, 445-458.
- Blasi C., Mazzoleni S., Paura B., (1988), *Proposta per una regionalizzazione fitoclimatica della regione Campania*. Atti del 2° colloquio su Approcci metodologici per la definizione dell'ambiente fisico e biologico mediterraneo. Lecce, 15-17 novembre 1988.
- Blasi C., Smiraglia D. e Carranza M.L., (2003), *Analisi multitemporale del paesaggio e classificazione gerarchica del territorio: il caso dei Monti Lepini (Italia centrale)*. *Inf. Bot. Ital.*, **35** (1): 31-40.
- Cinque A., Ascione A. & Caiazzo C. (2000), *Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale*. In: F. Galadini, C. Meletti & A. Melez (a cura di), *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*, CNR-GNDT Spec. Publ., 203-218, Roma.
- Cocco E. & De Pippo T. (1988), *Tendenze evolutive e dinamica delle spiagge della Campania e della Lucania*. *Mem. Soc. Geo. It.*, **41**, 195-204, 5 ff.
- Ippolito F., Ortolani F. & Russo M. (1973), *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **12**, 127-250.
- Johnston C.A. (1998), *Geographic Information System in Ecology*. Blackwell Science. Oxford.
- La Valva V. e Astolfi L. (1987-1988), *Secondo contributo alla conoscenza delle zone umide della Campania: la flora dei Variconi (Foce del Volturno - CE)*. *Delpinoa*, n.s., 29-30: 77-106.
- La Valva V. e Astolfi L. (1988), *Primo contributo alle conoscenze delle zone umide della Campania: i Variconi (Foce del Volturno - CE)*. *Giorn. Bot. Ital.*, **122** (1-2), suppl. 1: 69
- Manfredini M. (1968), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 171 (Gaeta)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Mazzoleni S., Di Martino P., Strumia S., Buonanno M. and Bellelli M. (2004), *Recent Changes of Coastal and Sub-mountain Vegetation Landscape in Campania and Molise Regions in Southern Italy*. In Mazzoleni S., Di Pasquale G, Mulligan M. and Di Martino P. (Eds), *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. John Wiley & Sons, Ltd: 145-155.
- Mingione E., Ruberti D., Strumia S. & Vigliotti M., (2004), *Cartografia storica e sistemi GIS per lo studio dell'evoluzione dei caratteri fisici ed antropici del territorio. Il caso di Capua (CE)*. *Il Quaternario* **17** (2/2): 629-642.
- Scarsella F. (1966), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 172 (Caserta)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Strumia S., Buonanno M., Mazzoleni S. (2001), *Analisi della dinamica del paesaggio vegetale della Riserva Naturale Orientata "Valle delle Ferriere" (Campania)*. Atti del Seminario "Gestione delle Risorse Agro-Forestali in aree protette. Ancona, 19-21 febbraio 1999. *Inf. Bot. Ital.*, **33** (1): 122-125.
- Turner M.G. & Gardner R.H. (1990), *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-Verlag. New York.
- Vos W. (1993), *Recent landscape transformation in the Tuscan Apennines caused by changing land use*. *Landscape and urban planning*, **24**: 63-68.
- Zecchi R., Marabini F., Costantini B. (2000), *Evoluzione storica e recente della foce del Fiume Volturno (Campania – Italy)*. Atti della 4ª Conferenza Nazionale ASITA – Genova, 3-6 Ottobre 2000 – Volume 2, 1369-1374.