



ASSOCIAZIONE ITALIANA DI GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA
ITALIAN ASSOCIATION OF PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY

ASSEMBLEA GENERALE DEI SOCI AIGeo

GIORNATA DEI GIOVANI GEOMORFOLOGI

AGADIR

17 OTTOBRE 2007

riassunti

**UN ESEMPIO DI DIFESA DALL'EROSIONE COSTIERA E MITIGAZIONE
DEL DANNO INDOTTO DA INTERVENTI ANTROPICI LUNGO UN
PICCOLO TRATTO DI SPIAGGIA DEL COMUNE DI SALERNO**

Alberto Alfinito, Domenico Negro, Francesco Petrosino

STUDIO G.A.I.A. Associati – Via Mercanti, 23 – 84121 SALERNO

La presente nota illustra i risultati di un intervento di difesa dall'erosione marina e dimittigazione del danno indotto da interventi antropici su un complesso balneare denominato "Sea Garden" nell'ambito della fascia costiera del Comune di Salerno.

Nel 1992 il Genio Civile OO.MM. (?) al fine di difendere una struttura pubblica attigua al "Sea Garden", realizzò due scogliere, una barriera frangiflutti parallela ed un'altra aderente alla costa. Tali scogliere hanno determinato nell'arco di circa sei anni la scomparsa di metà dell'arenile in concessione al "Sea Garden", determinando così una situazione di grave dissesto strutturale dei manufatti ed un danno economico in seguito alla notevole perdita di arenile.

L'intervento di mitigazione, è consistito nella progettazione e realizzazione, di un ripascimento artificiale utilizzando materiali grossolani, ghiaia e sabbia protetti per mezzo della posa in opera di un piccolo pennello quasi trasversale alla linea costa e soffolto. Con tale pennello si è cercato di realizzare le condizioni di equilibrio dinamico della *pocket beach* venutasi a determinare in seguito alle suddette realizzazioni antropiche.

Il pennello trasversale e soffolto, nell'idea progettuale, doveva avere la duplice funzione di contenimento della dispersione del materiale verso il largo e di trappola dei sedimenti trasportati dalle ondate provenienti da SE verso NW. Ciò poteva avvenire dando una particolare orientazione al suddetto pennello rispetto alla linea di costa.

I lavori per la realizzazione di tale opera di difesa hanno avuto inizio nel marzo 1999, con un primo versamento di materiali sabbioso-ghiaiosi e posa in opera del pennello trasversale soffolto, e che sono stati sospesi prima dell'inizio della stagione balneare nel giugno 1999. I lavori di ripascimento sono stati ripresi, con operazioni di versamento di solo materiale sabbioso, da maggio a giugno 2000.

Vengono qui mostrati i risultati raggiunti anche attraverso una campagna di monitoraggio successiva alla realizzazione dell'intervento, condotti fino al 2004, sia della spiaggia emersa che di quella sommersa.

Agli autori preme però sottolineare che tale intervento deve essere inteso non come ripascimento artificiale nel senso classico del termine, teso cioè alla semplice ricostituzione di un preesistente arenile sabbioso, ma come opera finalizzata alla difesa di un'attività produttiva con la metodologia del ripascimento che risultava essere la "più naturale possibile" date le condizioni di notevole antropizzazione del tratto di costa in oggetto.

**INDIVIDUAZIONE ED ANALISI DI SCENARI DI MULTIRISCHIO
IDROGEOLOGICO -"HOTSPOTS"- NELLA REGIONE CAMPANIA (ITALIA
MERIDIONALE) AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE**

Pompeo Coico

Regione Campania – Settore Protezione Civile

La Campania è fra le regioni italiane quella maggiormente esposta a disastri naturali (Barberi, 2006). Le particolari condizioni geodinamiche e geomorfologiche configurano scenari di dissesti di aree vaste legati alla interazione di due o più tipologie di pericolosità, sia geologiche (terremoti, vulcani, bradisismi), che geomorfologiche (frane, alluvioni, erosioni) e climatiche (siccità e incendi). Tali scenari, unitamente all'estrema vulnerabilità del sistema insediativo, produttivo ed infrastrutturale, con alta concentrazione di popolazione nelle aree più pericolose, evidenziano la necessità di un approccio metodologico innovativo che tenga conto dell'implementazione di due o più tipologie di rischio (multirisk).

Attraverso le perimetrazioni delle aree a rischio idrogeologico, redatte dalle Autorità di Bacino ai sensi della Legge Quadro sulla Difesa del Suolo (L. 183/89) e succ., si è avuto un quadro completo sia dell' inventario dei dissesti di natura idrogeologica passati ed attuali, sia della zonazione delle aree predisposte a dissesti, il tutto nell'ottica della redazione della pianificazione e programmazione degli interventi di mitigazione del rischio e della normativa di salvaguardia.

La pianificazione delle aree a rischio idrogeologico pone alcuni problemi, in termini di pianificazione delle attività di protezione civile a scala regionale, circa la programmazione delle azioni di previsione e prevenzione dei disastri naturali di interesse regionale e la gestione delle risorse durante le fasi dell'emergenza, il tutto soprattutto nell'ottica dell' analisi del rischio. Alcuni di questi problemi derivano dal diverso approccio metodologico adottato dalle Autorità di Bacino sia a livello nazionale che interregionale e regionale, dalla distinzione tematica e normativa tra pericolosità geomorfologica di versante (frane) e della rete idrografica (alluvioni), dalla disomogeneità ed inadeguata valutazione dei fattori di vulnerabilità e di valore, dall'impossibilità di ricavare, dalle perimetrazioni di pericolosità e rischio, i più probabili scenari di evento da assumere a riferimento per le attività di protezione civile, nonché dalla mancata definizione del sistema ambientale e territoriale coinvolto direttamente e indirettamente dagli eventi di maggiore intensità attesi.

La vastità e complessità delle problematiche poste non consente di giungere, in tempi brevi e con risorse limitate, alla loro risoluzione sistematica sull'intero territorio regionale, tenuto anche conto del quadro di competenze istituzionali tuttora in fase di aggiornamento e revisione.

L'esperienza maturata nell'ultimo decennio, durante le fasi dell'emergenza, sul territorio regionale da parte di tutti i soggetti coinvolti (Università, Enti di ricerca, Istituzioni e strutture di protezione civile sia centrali che periferiche) consentono di prospettare un percorso tecnico-scientifico, istituzionale e normativo articolato in fasi di approfondimento successive, tale da consentire di pervenire ad una gestione "ottimizzata" delle emergenze a livello regionale in base ai dati disponibili ed alle procedure progressivamente implementabili.

Oggetto della ricerca è pertanto la definizione degli scenari di evento multi-rischio, in essere o attesi nella Regione Campania, attraverso la revisione e la reinterpretazione dei dati esistenti, in termini di protezione civile, e la individuazione dei sistemi territoriali ed ambientali che costituiscono le aree di maggiore attenzione (Hotspots) anche in relazione alla vastità ed intensità degli eventi attesi, ai danni più probabili previsti e alle conseguenze in termini di risorse umane, materiali e finanziarie.

In particolare, la prima fase prevede l'acquisizione di tutti i dati territoriali elaborati dalle diverse autorità competenti in materia di difesa suolo e di pianificazione territoriale (Autorità di Bacino, Province, Comunità Montane), la revisione e sistematizzazione dei dati acquisiti in un data base grafico e non grafico multi scalare, ed infine, l'individuazione preliminare degli scenari di pericolosità multipli e del relativo ambito geomorfologico significativo.

**LE MODIFICAZIONI DEL RILIEVO NEL TAVOLIERE
READ OPERA
DELL'UOMO IN EPOCA PREISTORICA**
ricerca di una metodologia integrata tra paleontologia e geomorfologia

Sabrina Del Piano

Dipartimento di Geologia e Geofisica – Università degli Studi di Bari

Il Tavoliere è la più vasta pianura del territorio italiano dopo quella padana, e la sua estensione è di circa 4300 kmq. I terreni affioranti, composti in prevalenza da sedimenti clastici ghiaiosabbiosi-argillosi, riferibili a più cicli sedimentari, poggiano sul basamento carbonatico mesozoico della piattaforma apula, dislocato in blocchi da faglie debolmente distensive sub-verticali. Verso l'Appennino prevalgono i terreni del Ciclo della Fossa bradanica, mentre verso E sono presenti i prodotti dei cicli meso-suprapliocenici legati a oscillazioni glacioesustatiche e al sollevamento regionale del Quaternario. Nel complesso, il Tavoliere si configura come un insieme di terrazzi, nella parte più prossima alla costa abrasati e ricolmati, raccordati da scarpate poco evidenti aventi una generale lieve pendenza verso E (Caldara & Pennetta, 1990; Boenzi et al., 1995). Esso è suddiviso in cinque distretti geomorfologici in relazione a differenze altimetriche (Boenzi, 1985), nonché in tre domini in funzione della struttura del basamento (Boenzi et al., 1995). In questa sede ci soffermeremo maggiormente sulla descrizione del distretto del Tavoliere centrale, i cui limiti fisici sono identificabili a NO con l'allineamento Torre Mileto – Diga di Occhito, e a SE con il fiume Cervaro captato dalla faglia Manfredonia – Sorrento.

Il Tavoliere centrale è suddivisibile a sua volta in due settori: l'interno, addossato al Subappennino dauno, e l'esterno, coincidente in gran parte con la piana costiera. In generale il basamento calcareo immerge verso SO, e su di esso i terrazzi che digradano verso il mare (se ne sono contati 8), compresi tra 350 e 5 m s.l.m, hanno in parte subito l'erosione fluviale del ricco reticolo idrografico presente, in parte sono stati modificati dalle coperture alluvionali, dagli agenti meteorici e dall'azione antropica. Il paesaggio, quindi, si presenta caratterizzato da ampi spazi costituiti da deboli terrazzi digradanti con modesti rilievi isolati (localmente chiamati coppe) nei pressi dei corsi d'acqua. Il clima attuale è di tipo semiarido a spiccata continentalità, con precipitazioni massime in primavera e in estate, e con estati secche (Caldara & Pennetta, 1993; Boenzi et al., 1995).

Il tema della presente ricerca ha come obiettivo l'individuazione di elementi caratteristici distintivi e la loro integrazione ai dati già presenti in letteratura, al fine di formulare un'ipotesi di ricostruzione del paesaggio antico nella sopradescritta area geografica. Tali elementi caratteristici sono identificati con strutture archeologiche, e relative tracce, risalenti ad epoca neolitica (fossati e materiali ad essi riferibili). Essi sono stati scelti per la loro visibilità nelle foto aeree, per il loro inequivocabile riconoscimento ed attendibilità, e per l'attestata presenza nella zona geografica in questione.

La metodologia di lavoro utilizzata è da considerarsi di tipo misto. È stata operata un'accurata raccolta bibliografica di dati di tipo geologico-geomorfologico ed archeologico; a questi si sono aggiunti i dati inediti desunti dalla fotointerpretazione di immagini fotografiche (voli IGM 1955) e di ortofoto (AGEA 1999), implementate in ambiente GIS e poste in relazione ad adeguato supporto cartografico (IGM 25:000 vecchia serie e IGM 50:000 nuova serie). Quest'ultima "ricognizione virtuale" ha dato come risultato l'evidenziazione di n. 38 stazioni certe mostranti caratteristiche inequivocabili di tipo archeologico; tutte si collocano in contesti aventi elementi geomorfologici comuni (prossimità di punti d'acqua, elevazione, visibilità).

La verifica delle stazioni è stata effettuata attraverso indagini sul campo. È stata pianificata ed attuata una campagna in loco i cui limiti territoriali possono essere circoscritti ai distretti amministrativi dei seguenti Comuni: San Severo - area a N dei canali Ferrante e Triolo;

Torremaggiore – esclusa zona appenninica; Apricena; San Paolo di Civitate – esclusa zona appenninica; Lesina – laghi esclusi; Rignano Garganico – zona pedegarganica; San Marco in Lamis – zona pedegarganica. Per ogni stazione intercettata sono stati raccolti i seguenti dati: coordinate e quota con l'uso di un GPS portatile; esposizione; dettagliata documentazione fotografica del sito e di particolari evidenze; verifica delle litologie affioranti; campionamento di manufatti litici e fittili presenti in superficie ai fini di datazione ed inquadramento culturale del sito stesso.

Poiché i campioni sono, allo stato attuale, in corso di studio, in questa sede è possibile riferire solo parzialmente i risultati ottenuti. Per ciò che attiene all'ambito geomorfologico, sono state riscontrate in un discreto numero di siti variazioni della copertura del suolo rispetto a dati risalenti a un cinquantennio fa. In diversi casi, recenti e recentissime alluvioni hanno coperto parzialmente o in toto i terreni sottostanti, rendendo invisibili i siti e le emergenze archeologiche che erano, al contrario, ben apprezzabili nella documentazione fotografica datata. In altri casi, invece, il fenomeno esattamente contrario ha ridotto notevolmente la potenza dei suoli, i cui terreni sono stati trascinati altrove. Ciò ha messo in luce le tracce di strutture sepolte, altrimenti invisibili. In altri casi ancora, la mutata destinazione dei terreni agricoli, l'uso intensivo di arature profonde ed il tipo di colture hanno compromesso o esaltato la visibilità ed il riconoscimento delle evidenze. Per la quasi totalità delle stazioni sono state registrate evidenze non solo risalenti al Neolitico, periodo principale di riferimento del presente lavoro, ma anche testimonianze ascrivibili ad orizzonti cronologici e culturali precedenti e successivi. Per la maggior parte dei siti riconosciuti da fotointerpretazione come Neolitici, infatti, per mezzo delle chiare tracce dei fossati che in quell'epoca venivano scavati in ambito insediativo, sono stati raccolti campioni, ovvero manufatti in pietra scheggiata, risalenti al Paleolitico medio e superiore; nonché frammenti fittili di epoca romana, tardoantica e medievale.

È da porre nella giusta luce il problema relativo ai manufatti recuperati in giacitura primaria e secondaria. Essi sono presenti in quasi tutte le stazioni; per la maggior parte le giaciture secondarie sono ascrivibili alle fasi più antiche del Paleolitico, e rappresentano numericamente una minoranza.

La presenza di tali oggetti dimostra non solo trasporto per alluvioni, ma è un utilissimo indizio per la datazione – seppur relativa – del trasportato, in quanto contestualmente vi si trovano le fasi successive del Paleolitico, in giacitura primaria (ovvero prodotte sul posto). In seguito ad un'accurata e puntuale classificazione tipologica di tutti i manufatti, strumenti e scarti di lavorazione, sarà possibile definire i rapporti cronologici che legano le varie facies e stabilire la cronologia delle successioni culturali. È evidente che questo parametro sarà utilmente impiegato come concreto contributo per la definizione delle datazioni dei sedimenti. I risultati a cui siamo già pervenuti ci incoraggiano a proseguire, avendo avuto riscontri positivi.

Gli obiettivi futuri sono da identificarsi nella costruzione del geo-database per l'elaborazione complessiva dei dati in ambiente GIS e nell'analisi finale dei dati ottenuti, per la formulazione di una serie di carte tematiche rappresentative dei processi analitici tutt'ora in costruzione. In prospettiva, tali tematismi nel loro complesso potranno essere utilizzati non solo a scopi meramente geomorfologici, ma anche come dato utile ai fini di azioni di pianificazione e tutela territoriale e del relativo patrimonio culturale.

ANALISI GEOMORFOLOGICA DEL SETTORE NE DELLE ALPI LIGURI NEL TRATTO COMPRESO FRA GENOVA E SAVONA

Francesca Ferraris

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse - Università degli Studi di Genova

Il settore di Alpi Liguri che segna il passaggio tra la catena appenninica e quella alpina presenta un versante tirrenico estremamente ristretto e molto acclive mentre, verso Nord, il versante padano è ampio e con pendii che degradano dolcemente.

Lo spartiacque si mantiene ad altitudini elevate, spesso superiori ai 1000 m e si sviluppa parallelamente alla linea di costa, avvicinandosi al mare fino ad un massimo di 6 km alle spalle del Comune di Arenzano.

Questa forte asimmetria della catena non è ancora stata del tutto spiegata nel contesto dei condizionamenti tettonici e climatici che hanno portato alla costruzione ed al modellamento delle Alpi Liguri.

Attraverso analisi geomorfologico-quantitative e costruzione dei profili longitudinali di 9 corsi d'acqua (6 sul versante ligure e 3 su quello adriatico) si è indagata l'evoluzione recente del paesaggio di questo settore con particolare attenzione ai meccanismi di erosione e all'eventuale correlazione tra lo sviluppo del reticolo idrografico e la tettonica. I dati ottenuti per gli opposti versanti permetteranno di chiarire le modalità di migrazione dello spartiacque ligure-padano.

L'analisi morfometrica dei reticoli mostra valori elevati sia per il Rapporto di Biforcazione (4,5 di media per i bacini liguri) sia per l'Indice di Biforcazione, dimostrando una forte influenza strutturale nei reticoli.

L'estrapolazione in ambiente GIS di alcuni profili "swat" dell'area di studio, che ricopre complessivamente circa 760 km², conferma l'andamento asimmetrico della catena ed evidenzia in particolare alti valori del rilievo locale (Emax-Emin) a 5-6 km di distanza dallo spartiacque lungo il versante ligure.

Confrontando la carta dell'acclività dei versanti e quella delle pendenze dei segmenti fluviali di primo ordine (Frenkel & Pazzaglia, 2005) si osserva un'alta correlabilità che permette di individuare nell'incisione fluviale il principale fattore di erosione nell'area. Alcuni settori, specialmente del versante ligure, non sembrano però mostrare corrispondenze dirette.

I profili longitudinali delle nove aste fluviali principali sono stati analizzati con l'utilizzo di grafici *Slope/Area* che permettono, utilizzando l'equazione $S=k_s A^{-\theta}$ ('Flint's law', Hurtrez *et alii*, 1999), di modellizzare i valori di concavità ed acclività, rispettivamente θ e k_s , al fine di verificare l'influenza della litologia, estremamente diversificata nell'area di studio, e della tettonica.

I valori ricavati nei bacini liguri per entrambi i parametri, elevati specialmente nel settore centrale, sembrerebbero evidenziare una forte erosione nella parte mediana dei corsi d'acqua, erosione che non trova però corrispondenza in un rapido arretramento dello spartiacque a causa dalle poco erodibili metaofioliti del Gruppo di Voltri che caratterizzano la parte centrale dell'area di studio. Queste considerazioni offrono una possibile interpretazione dei dati e possono giustificare il mantenimento della forte asimmetria della catena. Al contrario l'alta erodibilità delle rocce sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese, che caratterizzano le principali depressioni dello spartiacque, favorirebbe un arretramento della scarpata ed un ampliamento del versante ligure per mezzo di catture fluviali avvenute spesso a spese dei bacini del versante padano. L'analisi dei profili longitudinali di questi ultimi suggerisce un minor grado di incisione dei reticoli e mette in luce interessanti anomalie.

MORFODINAMICA E VARIAZIONI MORFOLOGICHE RECENTI NELL' AREA A CALANCHI DI BAGNOREGIO (LAZIO SETTENTRIONALE, ITALIA)

Mariachiara Galiano

Dipartimento di Scienze della Terra, La Sapienza - Università di Roma

Il presente lavoro si propone di ricostruire l'evoluzione morfologica degli ultimi cinquanta anni dell'area a calanchi di Bagnoregio (Lazio settentrionale); a tal fine sono state condotte una serie di indagini mirate, finalizzate anche alla definizione delle cause che influenzano tale evoluzione.

L'area di studio si sviluppa all'interno del Graben del Paglia-Tevere, una depressione tettonica allungata in direzione NW-SE e bordata da faglie a geometria listrica, la cui origine è strettamente legata alle fasi tettoniche post collisionali che hanno coinvolto tutta l'area dell'Appennino centrale a partire dal tardo Miocene. Da un punto di vista litologico, la quasi totalità delle rocce affioranti è rappresentata dai depositi argillosi plio-pleistocenici che formano il riempimento del graben stesso. Gli eventi vulcanici quaternari del Complesso Vulsino hanno portato all'emissione di flussi piroclastici e di colate laviche che ricoprono gran parte dei sedimenti marini con spessori variabili fino a 50 m.

L'analisi delle forme, dei depositi superficiali e dei processi morfogenetici è stata condotta mediante sistematici rilevamenti di campagna a cadenza stagionale, opportunamente integrati con l'interpretazione delle fotografie aeree del Volo della Regione Lazio del 2003. E' stata così realizzata una carta geomorfologica in scala 1:10.000 aggiornata al 2006. Per ottenere informazioni sull'evoluzione geomorfologica dell'area di studio negli ultimi 50 anni, è stata, inoltre, condotta l'analisi di fotografie aeree relative al Volo Italia del 1989 e al Volo Gai del 1954 che ha permesso la costruzione di altre due carte geomorfologiche da fotointerpretazione (anch'esse in scala 1:10.000) relative agli anni in questione.

La realizzazione di tutti gli elaborati cartografici è stata effettuata, in prima istanza, mediante l'allestimento di un geodatabase con il software GIS (ArcGis 9.1 della Esri). I dati sono stati organizzati per livelli informativi diversi in funzione della genesi delle forme rilevate.

La legenda delle carte geomorfologiche è stata messa a punto tenendo conto della produzione cartografica nota in letteratura e delle caratteristiche specifiche delle aree studiate. Come base di rappresentazione dei dati sono state usate utilizzate le Carte Tecniche Regionali.

Le osservazioni condotte hanno permesso, inoltre, di ottenere numerose informazioni morfocronologiche e di indicare gli intervalli di tempo durante i quali si sono originate alcune forme o hanno avuto luogo particolari eventi morfogenetici.

Particolare attenzione è stata posta alla morfologia delle aree in frana e di quelle a calanchi, che in base alle analisi effettuate, rappresentano le zone sottoposte a modificazioni morfologiche intense anche a breve termine.

I corpi di frana sono stati classificati in funzione del loro stato di attività. Le frane attive, sono state, inoltre, rappresentate in funzione della loro età relativa, valutata in funzione della "freschezza morfologica". Sono stati utilizzati appositi simboli per quei corpi di frana rimodellati dalle pratiche agricole o dalle attività di rimboschimento: in tempi recenti, infatti, l'attività antropica ha spesso portato allo spianamento parziale o totale dei dossi e al colmamento delle contropendenze, mascherando talvolta gli indizi stessi dei movimenti franosi.

Per le aree a calanchi, si è proceduto col distinguere e con l'evidenziare graficamente diverse sottoclassi, che sono state così formalizzate:

- *calanco a creste aguzze (C.c.a.)* in cui il processo erosivo dominante è rappresentato dall'erosione lineare; i solchi si presentano profondamente incisi e le creste, che li separano, sono strette e affilate. E' praticamente assente la vegetazione e sono scarsi i fenomeni gravitativi.
- *calanco a creste smussate (C.c.s.)* in cui i fenomeni gravitativi diventano più frequenti ed efficaci. Le creste che separano le aste principali sono arrotondate

e non più aguzze, i fondovalle presentano una tipica forma a conca e sono parzialmente colmati da fenomeni di colamento e spesso colonizzati da vegetazione arbustiva.

- *calanco a franosità diffusa (C.f.d.)* in cui i fenomeni gravitativi prevalgono nettamente su quelli dell'erosione lineare. Tutti i versanti sono interessati da numerose e piccole frane a riattivazione stagionale, che hanno smantellato quasi completamente le creste tra le vallecole principali; i fondovalle, interamente colmati dalle colate, risultano quasi sempre intensamente vegetati.

Dal confronto fra gli elaborati cartografici relativi agli anni 1954, 1989 e 2006 possono essere individuate numerose e macroscopiche variazioni morfologiche verificatesi negli ultimi cinquanta anni. Per quanto concerne i movimenti franosi si osserva che i corpi di frana principali hanno interessato l'area di studio già prima del 1954. Dal 1954 in poi si sono osservati solo una serie di frane più piccole.

Per gli anni precedenti al 1950, un approfondito lavoro dell'ENEA (Margottini & Savarese) ha ricostruito un elenco cronologico delle principali manifestazioni franose e delle opere di stabilizzazione intraprese fin dal 1373, utilizzando le principali monografie storiche riguardanti Civita di Bagnoregio, i sommari dei Consigli Comunali e le opere iconografiche e cartografiche. Le prime conoscenze dei dissesti risalgono al 1450 per i franamenti avvenuti presso il Monastero del Clarisse. Situazioni drammatiche si ebbero nel corso del terremoto dell'11 giugno del 1695 con epicentro nei pressi del borgo con la morte di 32 persone e il crollo del ponte che collega Civita a Bagnoregio. Quest'ultimo corre in cima ad una cresta morfologica ed è stato costantemente interessato da fenomeni franosi. A seguito di altre frane e di varie interruzioni della strada di accesso, nel 1810 venne presa la decisione di evacuare il borgo, ma gli abitanti si opposero e fecero fallire il progetto.

Nell'ultimo secolo, è stata rilevata una certa tendenza alla diminuzione dell'occorrenza delle frane riguardanti il perimetro della rupe ed i nuclei abitativi, ciò può essere imputabile alla riduzione delle abitazioni nei bordi e nelle aree più instabili e forse, ad una certa efficacia degli interventi effettuati.

Per le aree a calanchi, le analisi condotte hanno evidenziato che sono soprattutto queste ultime ad aver subito vistose variazioni morfologiche nell'ultimo cinquantennio, principalmente per cause naturali. Appare evidente come le morfologie calanchive che nel 1954 erano prevalentemente a creste aguzze (tipo *C.c.a.*), passano gradualmente a forme più smussate (tipo *C.c.s.*) fino ad assumere una morfologia caratterizzata da numerose piccole frane a riattivazione stagionale (tipo *C.f.d.*). Infine, l'elaborazione geostatistica dei dati relativi alle tre carte geomorfologiche contenuti nel geodatabase ha consentito di valutare in termini quantitativi le variazioni areali delle zone a calanchi nell'ultimo cinquantennio ed inoltre ha permesso di valutare le aree occupate dalle diverse tipologie di calanchi nei tre periodi esaminati.

A conclusione del lavoro, allo scopo di determinare le cause naturali responsabili delle evidenti modificazioni morfologiche rilevate nell'area negli ultimi 50 anni sono state analizzate le condizioni climatiche che possono, con le loro variazioni, rappresentare la causa principale di dette modificazioni. Sono stati, quindi, raccolti ed elaborati i dati di temperature e precipitazioni relativi a tre stazioni meteorologiche e registrati nel periodo 1921-2001. Per la loro importanza nei processi di erosione dei versanti, sono stati presi in considerazione gli eventi pluviometrici di forte intensità e di breve durata. Particolare attenzione, per il loro riflesso sul reticolo idrografico, è stata posta alle precipitazioni massime con durata da uno a cinque giorni consecutivi; per queste sono stati calcolati i valori della ricorrenza, ossia l'intervallo medio di tempo occorrente perchè si verificano eventi di una certa rilevanza. L'analisi climatica ha mostrato che nell'area di studio, per il periodo considerato, non ci sono evidenti variazioni nei valori medi annui di temperatura e precipitazioni, mentre sembrano accentuarsi gli eventi pluviometrici estremi e le precipitazioni brevi e intense. Queste variazioni climatiche, ad un primo esame, possono giustificare solo in parte il tipo di evoluzione morfologica subita dal rilievo. Le indagini condotte suggeriscono piuttosto che le rapide modificazioni siano controllate in modo sostanziale dall'intensa attività antropica (rappresentata soprattutto dalle pratiche agricole) che interessa gran parte dell' area studiata.

L'INFLUENZA DELLA TETTONICA SUGLI ELEMENTI DEL PAESAGGIO E SUL RETICOLO IDROGRAFICO: I CASI DEL BACINO DI AULETTA E DEL VALICO DI PRESTIERI (APPENNINO MERIDIONALE)

Dario Gioia

Dipartimento di Scienze Geologiche, Università della Basilicata, Potenza

Vengono presentati i dati morfostrutturali relativi a due diverse depressioni tettoniche dell'Appennino meridionale (il Bacino di Auletta, un ampio basso strutturale ubicato, al confine campano-lucano, tra il Massiccio degli Alburni e quello del Marzano e il Valico di Prestieri, "un corridoio morfologico" che borda a sud la dorsale dei Monti di Lauria, al confine calabro-lucano) in cui l'evoluzione morfologica appare fortemente controllata dalla tettonica fragile plio-quadernaria.

Il Bacino di Auletta è un basso strutturale occupato da una successione sedimentaria continentale (Argille di Manzelle e Conglomerati di Auletta) che si è deposta, tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore, in discordanza su di un ciclo medio-pliocenico trasgressivo – regressivo (Ascione et al., 1992). L'ampia depressione tettonica presenta, in pianta, uno sviluppo allungato in direzione NO-SE e risulta fortemente reincisa dal fiume Tanagro, il cui corso si sviluppa, parallelamente all'allungamento del basso, a ridosso della faglia orientata NO-SE che borda a sud la morfostuttura degli Alburni. L'attività polifasica in tempi plio-quadernari di questo elemento tettonico ha prodotto un *pattern* morfostrutturale peculiare, caratterizzato da depositi e forme terrazzate basculate verso SO. Il confronto, su base statistica, tra le direzioni preferenziali di deflusso delle aste fluviali e gli andamenti degli elementi strutturali e morfostrutturali permette di ipotizzare un forte controllo della struttura sull'organizzazione del reticolo idrografico, soprattutto per quanto riguarda i corsi d'acqua di alto ordine gerarchico.

Il Valico di Prestieri è un basso strutturale bordato da faglie orientate in direzione NO-SE, N-S e NE-SO, aggradato da depositi in facies di conoide alluvionale del Pleistocene superiore. I depositi conoidali altopleistocenici sono incastrati morfologicamente in depositi fluvio-lacustri terrazzati attribuibili al Pleistocene medio. L'evoluzione di quest'area è riconducibile alla riattivazione, in regime estensionale, di un *pattern* strutturale originariamente prodotto in una zona di taglio orientata in direzione N120° (Gioia & Schiattarella, 2006). L'organizzazione planimetrica della rete drenante risente fortemente dell'influenza della tettonica estensionale mediopleistocenica: infatti, l'andamento dei corsi d'acqua di basso ordine gerarchico è controllato dalle famiglie di fratture che pervadono le rocce carbonatiche della morfostuttura, mentre le aste di ordine maggiore si distribuiscono lungo i principali lineamenti strutturali, secondo percorsi pressoché rettilinei e valli ripide e strette.

La rappresentazione grafica e l'interpretazione dei dati di orientazione degli elementi morfostrutturali, oltre ad avvalersi dei diagrammi "a rosetta", è stata realizzata anche mediante l'utilizzo di una curva denominata *curva azimutale cumulata*. Si tratta di una curva descritta dalla direzione azimutale sull'asse delle ascisse e dalla percentuale cumulativa del numero di misure sulle ordinate. In questa rappresentazione una distribuzione statistica puramente "gaussiana" delle misure azimutali darà luogo ad una retta mentre nei casi in cui prevalgono delle direzioni preferenziali si avrà una "spezzata" con dei tratti maggiormente pendenti in corrispondenza dei massimi azimutali. Questo nuovo tipo di rappresentazione grafica dei dati azimutali ha agevolato l'interpretazione delle popolazioni statistiche acquisite, eliminando alcuni problemi presenti nelle rappresentazioni mediante i diagrammi "a rosetta".

APPLICAZIONI DI TECNICHE DI REMOTE SENSING ALL'ANALISI GEOMORFOLOGICA ED ALLE MODIFICAZIONI AMBIENTALI DI UN'AREA AL CONFINE TRA PUGLIA, MOLISE E CAMPANIA

Sergio LoCurzio

Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali – Università del Sannio

In questo lavoro di ricerca sono state applicate tecniche e metodologie di analisi dei dati satellitari per l'estrazione di informazioni territoriali finalizzate all'analisi geomorfologica con particolare riguardo all'analisi delle modificazioni ambientali cui è sottoposta un'area compresa sull'intersezione dei limiti amministrativi di Puglia, Molise e Campania.

L'attività di ricerca e di laboratorio è consistita prevalentemente nell'analisi di dati satellitari e foto aeree, finalizzate alla realizzazione di cartografia geotematica, al monitoraggio ambientale ed all'analisi multitemporale per lo studio delle modificazioni ambientali.

L'analisi è stata condotta integrando dati satellitari multitemporali con quelli desunti da ortofoto e documenti cartografici, gestiti in ambiente GIS.

L'area analizzata è un ritaglio dell'immagine Landsat *traccia (path) 189 – scena (row o frame) 31*, tale ritaglio comprende la parte più settentrionale della Puglia e una piccola parte del Molise e della Campania. Le otto immagini Landsat, costituenti il nostro *dataset* di partenza, sono state acquisite nel seguente ordine cronologico: 15 luglio 1975, 27 giugno 1984, 20 agosto 1992, 16 agosto 1999, 18 agosto 2000, 5 agosto 2001, 21 giugno 2002, 29 agosto 2004.

Tali immagini sono state sottoposte al classico processo di elaborazione (*Digital Image Processing: DIP*).

L'analisi delle immagini, o fornisce al telerilevamento gli strumenti teorici e numerici per l'elaborazione digitale delle immagini telerilevate e per il loro miglioramento in funzione dell'interpretazione e della classificazione. Infatti, con questo processo vengono eseguite tutte quelle operazioni che trasformano le immagini in modo da rendere più agevole l'estrazione di informazioni riguardanti gli oggetti in essa rappresentati.

Per quanto riguarda l'approccio metodologico, questo tipo di studio si è svolto attraverso fasi intermedie in cui al processamento del dato Landsat si è accompagnata la verifica sul terreno: in tal modo ogni oggetto individuato ha una valenza spettrale a cui è stata associata una serie di informazioni di campagna.

Sono stati quindi analizzati sia gli aspetti antropici, per avere una visione globale dell'uso che l'uomo fa di quel territorio, sia gli aspetti che riguardano le forme e i processi che interessano lo stesso. Le immagini sono state analizzate mirando al riconoscimento e caratterizzazione di forme fluviali, di versante, ecc., che in maniera lenta o piuttosto rapida subiscono delle modifiche nel tempo.

Sia l'interpretazione che la classificazione sono state dirette verso la realizzazione di carte di uso del suolo per i diversi anni di acquisizione e le classi di copertura sono state definite utilizzando come riferimento la classificazione del progetto europeo *Corine Land Cover*

L'analisi ed il confronto eseguito sulle carte di uso del suolo realizzate e soprattutto sugli attributi dei relativi *database* ha evidenziato interessanti risultati con particolare riguardo alle variazioni tanto in positivo che in negativo delle varie classi di uso del suolo relativamente al *subset* di dati utilizzati.

E' stato evidenziato come la combinazione di dati satellitari, di dati desunti da rilievi sul campo e, infine, di dati di analisi di laboratorio dei suoli rappresenti un possibile approccio (economicamente sostenibile) per la realizzazione di "*carte pedologiche da dati satellitari*" applicabile a vaste e vastissime superfici anche a scopo di monitoraggio oltre che di valutazione e rappresentazione qualitativa.

Inoltre, per analizzare i cambiamenti avvenuti nell'area di studio, sono state eseguite, su aree campione, tecniche di *change detection* anche con l'utilizzo di alcuni algoritmi già implementati nel software utilizzato (ENVI della RSI).

Infatti, mediante le classiche tecniche di classificazione delle immagini satellitari e con l'ausilio di strumenti e tecniche GIS si è messo a punto un modello di variazioni dell'uso del suolo nell'area di studio.

Inoltre l'integrazione delle tradizionali procedure e metodologie di *change detection* con una procedura ideata *ad hoc* e sperimentata in questo lavoro per la prima volta: la *Change Classification Processing (CCP)* ha permesso il rilevamento dei cambiamenti nella fascia costiera in termini di erosione e progradazione della linea di costa.

Un altro aspetto affondato in questa tesi è stato quello riguardante l'identificazione dei versanti su cui si verificano fenomeni di erosione superficiali. L'obiettivo è stato raggiunto partendo dall'interpretazione della firma spettrale di quei pixel che, dai rilievi di campagna, sono risultati appartenenti a terreni in cui si verificano tali fenomeni e loro classificazione. A tal riguardo è stata data particolare enfasi al fenomeno della *Land degradation* ed alle cause, soprattutto antropiche, che accelerano il processo di erosione con la conseguente perdita di una risorsa difficilmente rinnovabile come il suolo. Ottimi risultati sono stati ottenuti per quanto riguarda la mappatura dei fenomeni erosivi superficiali caratterizzanti l'area di studio: in un'area che, per l'elevata estensione e per la grande diffusione di tali fenomeni erosivi, sarebbe stato molto difficile lo svolgimento in tempi brevi di rilevamenti diretti.

Inoltre, con l'applicazione della tecnica di *Multy-data visual composite image change-detection* sono stati messi in evidenza in modo veloce ed efficiente evidenti cambiamenti, nei contorni e nella forma, di alcuni oggetti presenti nelle immagini Landsat utilizzate. In particolare, risultano particolarmente chiare le fasi delle variazioni di risposta spettrale dell'area dell'apparato di foce lacustre del Fiume Fortore quando è immissario del Lago di Occhito. Situazioni analoghe, ma di entità ed estensione decisamente minore, sono state registrate anche in altri settori dell'area lacustre, evidenziando la presenza di più *focus* sedimentari condizionanti l'assetto fisiografico dell'area bacinale.

Il quadro risultante dall'analisi condotta nell'area di studio ha evidenziato una tendenza eco-evolutiva verso una situazione di forte degrado ambientale in un'area che già presenta seri problemi dovuti al particolare assetto idrogeologico del territorio ed accentuati dall'uso non sostenibile delle risorse naturali, in particolare di suolo e acqua. Inoltre, dall'analisi dei dati emerge che a luoghi l'uomo è risultato essere un agente fortemente impattante sulle naturali dinamiche evolutive dell'ambiente tanto mediante la realizzazione di opere edilizie e tanto per quel che riguarda la manipolazione agricola generando localmente seri problemi morfodinamici o turbando il già precario e delicato equilibrio ambientale nell'area di studio.

Infine, i risultati ottenuti con questo lavoro mettono in chiaro risalto la possibilità di un perfetto inserimento del telerilevamento nello scenario della pianificazione territoriale e nella gestione delle risorse di zone depresse dell'Appennino meridionale, come uno strumento che permette lo studio e la comprensione di fenomeni in altro modo non investigabili. E soprattutto evidenziano come il telerilevamento rappresenti un pratico ed efficace strumento di controllo delle dinamiche ambientali.

COSTRUZIONE E COLLAUDO DI SRG² UNA PROCEDURA DIGITALE INTERGRATA PER IL RILEVAMENTO SUL TERRENO DI DATI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Luigi Perotti

Università Degli Studi di Torino – GeoSitLab, Dipartimento di Scienze Della Terra - TORINO

Negli ultimi 10 anni, l'utilizzo dei *computers* per la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione dei dati geologici ha avuto un notevole sviluppo. Molti problemi irrisolti riguardano ancora la raccolta dati sul terreno e la loro trasposizione verso una sistema GIS completo.

Proprio per poter rendere più rapido, completo e versatile questo procedimento, è stata creata l'applicazione denominata "SRG" ("Supporto al Rilevamento Geologico"), un'estensione per ArcPAd (GIS – ESRI dedicato ai palmari), consistente in una barra degli strumenti ed una serie di *files* vettoriali utilizzabili per il rilevamento e la cartografia digitale speditiva di terreno. L'applicativo, sviluppato in *Visual Basic*, è dotato di una serie di funzionalità che permettono in tempi rapidi la rappresentazione su base digitale degli elementi geologici e geomorfologici osservati sul terreno. Tali elementi, dopo esser stati cartografati, possono essere descritti in modo completo per mezzo di una serie di schede digitali automatizzate appositamente create, basate sulle descrizioni proposte dal progetto CARG (Nuova carta Geologica d'Italia) e dal progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi), dalle quali si è anche preso spunto per la creazione di una appropriata legenda geomorfologica. Tramite l'applicativo SRG, il passaggio dei dati di terreno ad una base dati strutturata e organizzata in modo funzionale è infatti totalmente automatizzato, e permette la pubblicazione quasi immediata della cartografia e dei dati raccolti. Il rilevamento diventa così parte integrante di un Sistema Informativo Territoriale completo che potrà essere aggiornato nel futuro.

La sperimentazione sul terreno ha dimostrato che la procedura SRG è un metodo completo, e funzionale per il rilevamento geologico-geomorfologico di terreno, ed offre inoltre la possibilità di essere modificata ed estesa ad altre discipline geologiche.

LA MICROMORFOLOGIA DEI SUOLI COME STRUMENTO DI INDAGINE PALEOAMBIENTALE: IL CASO DI STUDIO DEI TERRAZZI DI CELLE L. (SV)

Ivano Rellini

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse - Università degli Studi di Genova

I profili di paleosuoli differiscono molto dai tipici profili di suolo poiché spesso sono stati troncati e rimaneggiati, soggetti a input sedimentari supplementari durante il loro sviluppo o alterati a seguito di processi diagenetici. Questi eventi successivi hanno interessato il suolo a differenti livelli. Molte delle trasformazioni avvenute sono registrate a scala microscopica, per cui la micromorfologia può essere considerata come un efficace approccio allo studio dei paleosuoli. Lo studio riguarda un paleosuolo localizzato lungo il margine interno di una superficie terrazzata di origine marina, ad una quota di circa 75 m s.l.m., presso località Natta (Celle L., SV). Sulla paleosuperficie è possibile osservare depositi, sia marini che continentali, fortemente alterati, che ricoprono un substrato roccioso costituito da un conglomerato poligenico. L'età della paleosuperficie stimata sulla base di evidenze geomorfologiche è attribuibile al Plio-Pleistocene (Carobene & Firpo, 2000). La sezione tipo del paleosuolo è contraddistinta da un'unità profonda, sviluppatasi a spese dei depositi marini, formata da due orizzonti argillici sovrastati da un caratteristico orizzonte petroplintitico, che costituisce una netta discontinuità litologica con le successive coperture colluviali recenti e debolmente pedogenizzate.

Il paleosuolo mostra chiare caratteristiche attribuibili a un paleosuolo composto Morrison (1967), una netta superficie erosionale separa due unità, di cui quella più profonda appare troncata e a sua volta interessata da un'evidente discontinuità litologica. L'unità profonda è stata sicuramente soggetta a differenti fasi pedogenetiche molto intense, che hanno permesso la formazione di particolari corpi pedologici come la petroplintite. Questa mostra caratteristiche micromorfologiche tipiche di materiali fortemente alterati, con evidenti figure pedologiche che richiamano le differenti fasi di formazione da orizzonte plintitico soffice a petroplintite (Tardy, 1993), in un regime pedogenetico paragonabile alla ferruginazione descritta da Duchaufour (1983). È possibile ipotizzare, grazie alla ricostruzione gerarchica e temporale dei differenti gruppi di figure pedologiche, una ben precisa sequenza evolutiva del profilo:

- fase di pedogenesi spinta e forte alterazione geochemica che portano alla formazione di profili di tipo lateritico. Presenza di pedorelitti e materiali fortemente alterati (lateritici) nei depositi di versante;
- emersione della paleosuperficie, i cui depositi ricoperti da folta vegetazione vengono interessati da forti processi illuviali (clima caldo-umido). Sono presenti rivestimenti di argilla molto spessi e ben laminati;
- il suolo è interessato da processi legati ad un deterioramento climatico che portano ad una prima troncatura del profilo, con asportazione degli orizzonti superficiali, ed erosione delle superfici più antiche sovrastanti. Si forma un orizzonte "nodulare" per apporti di frammenti di materiali lateritici che si depositano ed accumulano, anche per erosione selettiva, sulla superficie del profilo;
- un successivo miglioramento climatico (condizioni più umide e calde) e conseguente alto eustatico portano ad innalzamento del livello freatico ed all'instaurarsi di condizioni di moderata idromorfia. Si hanno processi di mobilitazione e segregazione del Fe e successiva formazione della plintite nell'orizzonte "nodulare" soffice. Le aree di deplezione di Fe interessano anche i noduli lateritici;
- le successive fasi fredde portano ad un abbassamento del livello freatico (basso eustatico) con cementazione dell'orizzonte plintitico per esposizione, dovuta ad un'ulteriore erosione della parte sommitale del profilo. Si hanno inoltre continui apporti di materiali colluviali dal versante;
- formazione del suolo superficiale legato alla presenza di una falda sospesa temporanea, sovrastante la petroplintite, che induce la formazione di orizzonti gleificati sotto condizioni

climatiche temperato-umide con modesti processi illuviali (rivestimenti di argilla giallastri) e di vertisolizzazione (fabric di birifrangenza poro-striato).

STUDIO GEOMORFOLOGICO DEI BACINI DEI FOSSI MORINGO E VALERA (F. SACCO, MEDIA VALLE LATINA, LAZIO MERIDIONALE), CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLA VALUTAZIONE DELL'ENTITÀ DELL'EROSIONE E ALLA PROPENSIONE AL DISSESTO PER FRANA

Maria Antonietta Roma

Dipartimento di Scienze della Terra, La Sapienza – Università di Roma

Il lavoro si propone di analizzare le principali caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici del Fosso Moringo e del Fosso Valera, affluenti sinistri del F. Sacco, mettendo in evidenza i processi di denudazione in atto e i loro rapporti con le caratteristiche climatiche, geologiche e strutturali. Più in particolare, lo studio ha come obiettivi: a) la valutazione indiretta dei processi erosivi in atto, mediante l'applicazione di metodologie ampiamente illustrate in letteratura (Ciccacci et al., 1986); b) l'analisi sul campo dei processi di denudazione in atto sui versanti e c) la valutazione della pericolosità geomorfologica per movimenti in massa in corrispondenza dei centri abitati.

I due bacini analizzati, quello del Fosso Moringo e quello del Fosso Valera hanno rispettivamente una superficie di 44 Km² e 32 Km². Essi presentano una generale morfologia collinare con quote che si sviluppano tra i 467 m e 98 m s.l.m. L'aspetto morfologico dei due bacini trova riscontro nei litotipi affioranti, costituiti per buona parte da silicoclasti del Miocene superiore; si tratta di alternanze di arenarie e argille con una sensibile diminuzione di queste ultime dalla base al tetto. In funzione del rapporto fra arenaria ed argilla, che oscilla fra zero e infinito, possono essere distinte tre Associazioni di facies: 1) l'Associazione pelitico-arenacea, 2) Associazione arenaceo-pelitica, 3) Associazione arenacea.

Dal punto di vista strutturale, l'area è stata interessata da una fase compressiva tardo miocenica, iniziata nel Langhiano, e da una successiva fase distensiva Plio-quadernaria; le rocce affioranti presentano nel complesso un assetto caotico, caratterizzato dalla presenza di sinclinali e anticlinali fortemente strizzate ad andamento irregolare. Alla fase distensiva quadernaria è collegata la risalita di magmi leucititici e tefritico-fonolitici, che hanno portato alla formazione dei centri eruttivi di Pofi ed Arnara caratterizzati da colate laviche, scorie e prodotti piroclastici di ricaduta.

Per la valutazione dei processi erosivi in atto, è stata effettuata l'analisi geomorfica quantitativa dei reticoli idrografici mediante il calcolo di alcuni parametri (quali la densità di drenaggio, i rapporti di biforcazione, l'indice di biforcazione, il numero, l'indice e la densità di anomalia gerarchica). Applicando le relazioni proposte da Ciccacci et al. 1986, è stato possibile calcolare il valore del trasporto torbido unitario medio annuo che esprime in termini quantitativo l'entità dei processi erosivi in atto nei bacini di drenaggio. I valori ottenuti evidenziano come i processi erosivi siano relativamente intensi, particolarmente nel bacino del F.sso Valera (1000 t/km²/a) che presenta un valore doppio rispetto a quello calcolato per il bacino del F.sso Moringo (501 t/km²/a).

A completamento dell'analisi geomorfica quantitativa, l'analisi frattale delle reti di drenaggio e lo studio delle direzioni preferenziali delle aste fluviali, hanno evidenziato un controllo strutturale sui reticoli idrografici dei due bacini. Il valore della dimensione frattale (Df) per entrambi i reticoli, è infatti molto vicino a quello teorico di reticolo pinnato. I diagrammi a rosa dei venti relativi alla distribuzione azimutale delle aste fluviali, eseguiti per ciascun ordine gerarchico, hanno mostrato l'esistenza di alcune direzioni di scorrimento preferenziali orientate E-W, NW-SE e SW-NE. Queste coincidono con le principali direttrici tettoniche individuate nell'area di studio; la prevalenza della direzione E-W sulle aste degli ordini più bassi, lascia ipotizzare che il controllo strutturale più recente sulla rete idrografica sia stato esercitato proprio dalle direttrici tettoniche così orientate.

Per l'analisi dei processi di denudazione in atto sui versanti, è stato condotto un rilevamento di campagna ed è stata ricavata una carta geomorfologica di dettaglio in scala 1:10000, nella quale sono stati riportati le forme, i depositi e i processi, classificati in base all'agente morfogenetico prevalente. I processi di denudazione più diffusi, viste le condizioni geologiche, sono risultati essere quelli dovuti all'azione della gravità e delle acque correnti superficiali, sia areali che incanalate.

Al fine di individuare le cause predisponenti i movimenti franosi rilevati sono state condotte analisi dettagliate sulle condizioni climatiche dei bacini esaminati e sull'acclività dei versanti.

L'esame delle caratteristiche climatiche è stato effettuato mediante l'analisi delle temperature e delle precipitazioni relative al periodo 1921-2001, registrate dal MIN. LAV. PUBBL. (Sezione Napoli, .Uff. Servizio Idrografico di Stato) in quattro stazioni ubicate nell'area studiata e nelle sue immediate vicinanze. Particolare attenzione è stata posta ai casi critici pluviometrici con lo scopo di fornire un elemento di valutazione e previsione, in termini statistici, di eventi critici quali le piene fluviali e i fenomeni franosi.

Lo studio dell'acclività dei versanti è stato effettuato la costruzione di una carta delle pendenze a scala 1:10000.

Per due aree campione ubicate in corrispondenza dei centri abitati di Torrice ed Arnara, sono state, infine, costruite carte della propensione geomorfologica ai movimenti in massa, ottenute mediante la sovrapposizione delle informazioni della carta geolitologica, da quella dell'acclività e da quella geomorfologica. L'analisi ha evidenziato come per una corretta pianificazione territoriale, nelle due aree indagate, la pericolosità geomorfologica per frana sebbene complessivamente bassa, non può essere trascurata.

**STUDIO DI UNA DUNA COSTIERA NEL TRATTO DI COSTA TRA
PESARO E FANO: EVOLUZIONE E GEODIVERSITÀ
(MARCHE SETTENTRIONALI, ITALIA)**

Chiara Savini

Istituto di Geologia – Università di Urbino “Carlo Bo”

Viene proposto uno studio sull'evoluzione geomorfologica e sulla geodiversità della duna embrionale costiera di Baia del Re, nel tratto di costa tra Pesaro e Fano (Marche settentrionali, Italia).

Baia del Re è una stretta fascia di spiaggia (2,25 Km) situata tra la linea ferroviaria e la battigia, protetta verso il mare da una serie di scogliere posizionate intorno agli anni '70; l'ambiente è quello tipico dei litorali sabbiosi e ghiaiosi, caratterizzati dalla presenza di specie alofile e psammofile. Baia del Re è un'area floristica protetta ed è elencata nel Progetto Bioitaly tra i Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), il sito ricade poi in una Zona di Protezione Speciale (ZPS) più vasta.

La duna embrionale costiera si trova su un litorale in erosione, come mostrano le variazioni di linea di riva negli ultimi 60 anni nel tratto interessato, e la sua formazione è stata condizionata dalla presenza di scogliere antropiche. La particolarità di questa duna è la sua vicinanza al mare e il limitato spazio in cui si è formata, che non permetteranno mai il passaggio evolutivo a *foredune*. La duna infatti non ha spazio per evolversi essendo ristretta tra la ferrovia e il mare, e non essendosi formata in un litorale in equilibrio non ha la forma tipica di duna embrionale, ma piuttosto segue la linea di costa e il suo aspetto è quello di una duna vegetata frammentata, dove nonostante tutto ritroviamo specie come il *Cyperus capitatus*, *Elymus farctus* e la *Medicago marina*, piante erbacee tipiche di un ambiente dunale in formazione. Nella duna embrionale sono state condotte diverse indagini: in primo luogo sono state prese in esame le foto aeree, dal 1944 al 2005, per osservarne l'evoluzione e la sua interazione con le scogliere. Sulla duna embrionale è stato condotto anche uno studio geomorfologico basato, oltre che sulle foto aeree, non sufficienti per descrivere una così piccola forma di accumulo come questa, su un dettagliato rilevamento di terreno, che ha anche permesso la ricostruzione del microrilievo, attraverso misure con GPS e interpretazione di dati cartografici.

E' stato successivamente condotto un rilievo fitosociologico per studiare la vegetazione e capire quali sono le associazioni predominanti, accompagnato da un'analisi granulometrica. L'analisi granulometrica delle sabbie sulle quali è insediata la vegetazione erbacea, ma anche lo studio geomorfologico dettagliato, ha permesso di effettuare interessanti osservazioni sulla geodiversità rilevata nella distribuzione delle associazioni vegetali.

Tutti i dati sono stati poi inseriti in un GIS, strumento oramai indispensabile per gestire dati eterogenei e per le successive elaborazioni e interrogazioni.

**EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA TARDO-QUATERNARIA DELLA FASCIA
COSTIERA COMPRESA FRA I FIUMI FOGLIA E MISA
(MARCHE SETTENTRIONALI, ITALIA)**

Francesco Troiani

Istituto di Geologia - Università di Urbino "Carlo Bo"

Il presente lavoro è la sintesi di una ricerca inerente l'evoluzione del tratto di costa adriatico comprendente le foci dei fiumi Foglia, Metauro, Cesano e Misa, nel settore più esterno dell'Appennino nord-marchigiano.

I principali corsi d'acqua nord-marchigiani, nei loro tratti terminali, scorrono in direzione prevalentemente ortogonale alla linea di costa e, in prossimità della foce, sono caratterizzati da ampie piane alluvionali mostranti un'accentuata forma svasata. Nell'area di studio si individuano almeno quattro diversi livelli di alluvioni terrazzate, databili dal Pleistocene medio all'Olocene, che, in prossimità della costa, si fondono con depositi terrazzati di origine marina. La combinazione dell'alternarsi delle fasi glaciali/interglaciali tardo-quadernarie con il sollevamento generalizzato dell'Appennino ha favorito la formazione dei depositi fluviali e marini e il loro successivo terrazzamento. Il tratto di costa che divide una foce fluviale dall'altra è generalmente caratterizzato da una fascia costiera relitta relativamente continua, a tratti ristretta o interrotta da una falesia rocciosa (p.es. San Bartolo e Ardizio, rispettivamente a nord e a sud di Pesaro). La fascia costiera si fonde con i settori terminali delle principali piane fluviali e comprende anche le foci dei corsi d'acqua minori che sfociano direttamente in mare.

L'insieme dei dati geomorfologici, morfometrici, sedimentologici e stratigrafici ha permesso di individuare e descrivere per la prima volta due principali elementi geomorfologici caratterizzanti in maniera peculiare la fascia costiera nord-marchigiana: i) le foci dei principali corsi d'acqua sono caratterizzate da apparati deposizionali riferibili a conoidi costiere, talora molto ben sviluppate e conservate; ii) il tratto di fascia costiera in corrispondenza delle foci dei principali corsi d'acqua è interrotto da una scarpata olocenica di erosione marina che talora raggiunge i 5-8 m di altezza.

I depositi costituenti le conoidi costiere sono riferibili all'ultimo evento freddo del Pleistocene sup. – Olocene "antico" (Dryas) e la loro messa in posto è avvenuta in condizioni di livello marino basso. L'attribuzione cronologica di tali depositi sono supportate da alcune datazioni al radiocarbon, evidenziando un'età compresa fra 10,750±95 e 10,880±95 anni B.P. Le conoidi presumibilmente si estendevano verso mare, al largo dell'attuale linea di riva, per diversi chilometri, mentre l'apice è ubicato a circa 5-10 km verso terra. Attualmente sono preservate solo le aree di apice degli apparati di conoide, al contrario i settori terminali sono stati rimodellati e smantellati dall'erosione marina durante la risalita eustatica post-glaciale. In corrispondenza delle foci dei fiumi Metauro e Cesano gli apparati di conoide mostrano uno spessore dei depositi maggiore (10-15 m) e una forma convessa molto pronunciata e meglio conservata; alle foci dei fiumi Foglia e Misa, al contrario, le conoidi sono meno sviluppate, con spessori minori e superfici maggiormente rimodellate. Le scarpate di erosione marina costituiscono l'altro elemento peculiare del tratto di costa nord-marchigiano oggetto di studio e, segnatamente, sono localizzate alle foci dei principali corsi d'acqua (fiumi Foglia, Metauro, Cesano e Misa); scarpate di minore entità si ritrovano comunque anche alle foci di alcuni corsi d'acqua minori drenanti direttamente in mare. Le scarpate sono generalmente connesse con le foci dei corsi d'acqua e risultano essere maggiormente conservate, con altezze generalmente comprese fra i 5 m e gli 8 m, alle foci dei fiumi Metauro e Cesano.

Facendo uso di un metodo morfometrico finalizzato allo studio geostatistico dei dati topografici relativi alla superficie sommitale delle alluvioni terrazzate, è stato possibile ricostruire, in corrispondenza delle foci dei fiumi Metauro e Cesano, la topografia superficiale delle conoidi costiere relative al Pleistocene medio-finale e al Pleistocene sup. – Olocene "antico". Inoltre, è stato possibile ubicare (integrando i dati morfometrici con quelli geomorfologici di terreno e sedimentologici/stratigrafici) i punti di passaggio fra depositi fluviali

del Pleistocene medio-finale e Pleistocene sup. – Olocene “antico” e i coevi depositi marini. Tale elemento è molto significativo in quanto è legato alla formazione della piana costiera in condizioni di livello marino alto; inoltre permette di ubicare, con buona approssimazione, le antiche foci fluviali e le antiche linee di riva, in particolare quella relativa all’ultimo massimo interglaciale (125,000 anni B.P.). Confrontando i dati altimetrici relativi alle diverse linee di riva è stato possibile calcolare l'*uplift rate* medio interessante il settore della fascia costiera nord-marchigiana compreso fra i fiumi Metauro e Misa.

Le principali conclusioni della ricerca condotta sono le seguenti: i) La morfologia generalmente convessa che si individua alle foci dei principali corsi d’acqua nord-marchigiani, già evidenziata da alcuni Autori, corrisponde ad apparati di conoidi costiere riferibili al Pleistocene sup. – Olocene “antico”; ii) Le conoidi costiere sono maggiormente sviluppate e conservate alle foci dei corsi d’acqua i cui bacini sono caratterizzati da una più alta percentuale di rocce a maggiore competenza; iii) In corrispondenza delle conoidi costiere sono localizzate scarpate relitte di erosione marina, tanto più evidenti e ben conservate quanto più è sviluppato l’apparato di conoide; iv) la stima dell'*uplift rate* per il tratto di costa compreso fra le foci dei fiumi Metauro e Misa, ha prodotto un valore medio di 0.15 mm/yr per gli ultimi 125,000 anni, in linea con i valori medi precedentemente calcolati per la fascia costiera nord-marchigiana.