

Cause dell'alluvione di Vibo Valentia del 2006 e caratteristiche dell'ambiente costiero dopo l'evento

Fabio Ietto^{1*}, Federica Talarico², Sonia Francolino¹

¹*Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria*

²*Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria*

* *Referente per la corrispondenza: iettofabio@hotmail.com*

Pervenuto il 28.11.2009; accettato il 7.4.2009

Riassunto

Nel presente lavoro, dopo una sintetica descrizione dell'evento meteorico che nel luglio 2006 investì la provincia di Vibo Valentia, vengono prese in esame le caratteristiche ambientali dell'ecosistema costiero colpito dall'ondata di piena.

La modalità dell'evento alluvionale provocò ingenti danni ai manufatti antropici, dovuti non solo all'eccezionalità dell'episodio meteorologico, ma anche alla messa in crisi, lungo i greti fluviali, di tutti i sottopassi della rete stradale e ferroviaria per l'ingente trasporto solido. Lo studio dell'ambiente costiero, ad un anno dall'evento, è stato condotto mediante analisi dei sedimenti di spiaggia e censimento di specie animali su due tratti di litorale: uno protetto da una scogliera artificiale, l'altro libero all'azione di risciacquo da parte del moto ondoso. I risultati ottenuti possono così riassumersi:

- sul tratto di spiaggia protetto risultano ancora presenti sia il fango alluvionale che le condizioni biologiche da esso derivate (caratterizzate da una prevalenza di coleotteri silfidi necrofili, tipici di ambienti continentali);
- sul tratto di spiaggia non protetto sono assenti tutti i materiali legati ad un trasporto improvviso di piena da terra ed i principali taxa di invertebrati presenti sono quelli tipici della battigia marina.

I risultati così ottenuti rappresentano, quindi, un esempio documentale di come l'utilizzo di difese artificiali, a protezione dei litorali sabbiosi, possa avere un impatto ambientale negativo, soprattutto a seguito di eventi alluvionali.

PAROLE CHIAVE: Alluvione / Urbanizzazione / Erosione Costiera / Ecosistema Costiero

Geomorphic and biologic changes in the littoral environment caused by flood waters in Vibo Valentia in July 2006 (Calabria, South Italy)

In July of 2006 an exceptional flood waters affected the province of Vibo Valentia and his coastal ecosystem. The unusual meteorological episode, as a result of the movement of solid materials, damaged constructions such as underpasses of roads and railroad tracks which ran alongside rivers. In the year since the event, the environmental impact of the flood has been assessed by evaluating the distribution of grain sizes and the arthropod-fauna profile in two stations, one which is sheltered to breakwater and the other which is exposed. The sheltered to breakwater site was rich in alluvial mud and Sylphidae beetles, typical of continental sites while the natural exposed site no longer contained material which would have been carried in by the flood waters and was characterized by invertebrate taxa typical of littoral areas. The negative environmental impact of breakwater constructions in littoral areas which are liable to flooding events is discussed.

KEY WORDS: Flood water / Urbanization / Wave erosion / Littoral ecosystem

INTRODUZIONE

L'evento meteorico, verificatosi nella provincia di Vibo Valentia il 3 luglio 2006, è da annoverare tra quelli eccezionali, per la quantità d'acqua caduta in un arco di tempo molto ristretto. Il fenomeno ha interessato la dorsale collinare che dall'abitato di Vibo Valentia scende verso Vibo Marina e, in particolare, la fascia urbana

costiera prospiciente la frazione di Bivona. L'intensità delle piogge è stata tale da causare una situazione critica in tutta la rete idrografica del territorio interessato dall'evento, provocando piene eccezionali in tutti i corsi d'acqua. L'abbondante trasporto di detriti rocciosi e vegetali ha messo in ulteriore crisi il deflusso

delle acque che, in molti casi, è stato ostacolato facilitando l'erosione.

Considerato che le comunità animali e vegetali psamofite sono strettamente legate a fattori temporali dinamici (CONTARINI, 1992), il presente lavoro si è posto lo scopo di valutare le caratteristiche ambientali di un ecosistema costiero antropizzato e colpito da un evento alluvionale eccezionale. A tal proposito sono state effettuate analisi granulometriche delle sabbie di spiaggia e censimento di specie animali, in particolare invertebrati.

MATERIALI E METODI

Area di studio: quadro geologico e geomorfologico

L'area oggetto di studio, comprendente la dorsale collinare che da Vibo Valentia scende verso Vibo Marina, è uniformemente costituita da un substrato di rocce cristallino-metamorfiche, ed in particolare da gneiss con inclusioni di granitoidi appartenenti all'Unità di Polia-Copanello (CORTESE, 1895; NOVARESE, 1931; AMODIO-MORELLI *et al.*, 1976; GHISSETTI, 1980; NICOTERA, 1959; TORTORICI *et al.*, 2003). Da un esame di superficie il complesso cristallino si presenta spesso fortemente alterato, per fenomeni di degradazione meteorica, e gli affioramenti del substrato risultano, quindi, particolarmente suscettibili a fenomeni gravitativi o di trasporto ad opera delle acque di ruscellamento superficiale.

Sporadicamente sul substrato metamorfico poggiano, in trasgressione, sedimenti della successione miocenica (sabbie quarzose evolventi ad arenarie) ascritte al Tortoniano (NICOTERA, 1959). Al di sopra di questi, ove presenti, o altrimenti direttamente a contatto sulle masse cristalline, si rilevano coperture detritico eluviali continentali e suoli vegetali aventi spessori variabili. Sono questi ultimi i più coinvolti nei diffusi e frequenti fenomeni gravitativi superficiali, specie in concomitanza di abbondanti precipitazioni meteoriche.

Il drenaggio della stessa dorsale collinare risulta caratterizzato da piccoli bacini fluviali per lo più a carattere torrentizio, con elevata acclività sia sui fianchi vallivi che longitudinalmente. Quest'ultima proprietà rende particolarmente frequenti e pericolose le colate detritiche capaci, infatti, di accelerare ed acquistare materiali lungo il ripido percorso rettilineo degli alvei fino alla fascia costiera. Testimonianza di simili fenomenologie è data dalla presenza di conoidi alluvionali coalescenti che caratterizzano l'area su cui si è recentemente sviluppato l'abitato di Bivona. Esasperata inoltre risulta l'antropizzazione di tutte le relative superfici inondabili, con la completa cancellazione o riduzione delle aree golenali, a vantaggio di complessi

turistici e/o residenziali, cementificazione dei greti, presenza di ripetute strozzature ad opera di vie stradali e ferroviarie, talvolta con tombatura degli alvei nei tratti di foce.

Per quel che riguarda l'evoluzione morfologica della linea di costa compresa tra l'abitato di Bivona e Vibo Marina, questa è stata ricostruita, per l'intervallo temporale 1953-2006, mediante digitalizzazione della linea di riva presente sulla cartografia IGM del 1953, e confrontata con misure puntuali eseguite mediante l'utilizzo di GPS; i relativi risultati sono riportati nell'istogramma di Fig. 1.

Tale ricostruzione ha permesso di evidenziare una generale tendenza erosiva delle spiagge, con valori positivi registrati solo in prossimità del centro abitato di Bivona, in quanto protetto da opere di difesa rigide fino a Vibo Marina. L'utilizzo di tali sistemi di protezione è quindi la causa dell'alternanza tra aree di spiaggia in progradazione ed erosione, come evidenziato nella Fig. 1, confermando ulteriormente l'efficacia puntuale di tali soluzioni (IETTO, 2001), ma non risolutiva per l'intero tratto di litorale sotteso.

L'evento alluvionale

L'intenso evento pluviometrico manifestatosi nella provincia di Vibo Valentia, tra la costa e lo spartiacque, nella prima metà della giornata del 3 luglio 2006, ha favorito il colmo di piena e l'erosione di tutti gli alvei fluviali presenti nell'area, causando ingenti danni e la morte di 4 persone. Le stazioni pluviometriche in cui sono stati registrati valori più elevati di precipitazioni sono riportate in Fig. 2 e Tab.1.

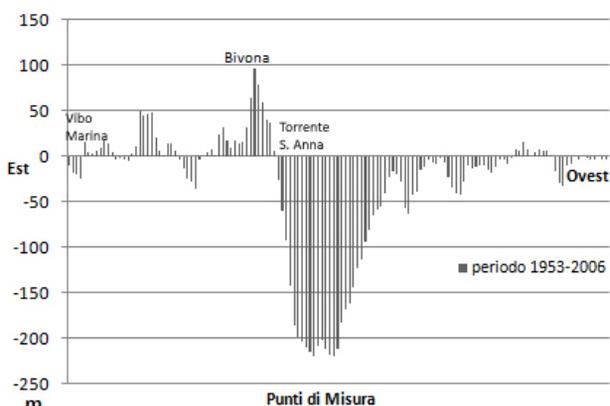


Fig. 1. Evoluzione della linea di costa dal 1953 al 2006 per il tratto compreso tra Bivona e Vibo Marina (valori positivi = tratto di riva in avanzamento; valori negativi = in erosione). In prossimità della Foce del Torrente S. Anna si evidenziano alti valori erosivi (massimo -220 m); mentre valori positivi si registrano in prossimità dell'abitato di Bivona (massimo + 90 m) protetto da difese rigide.

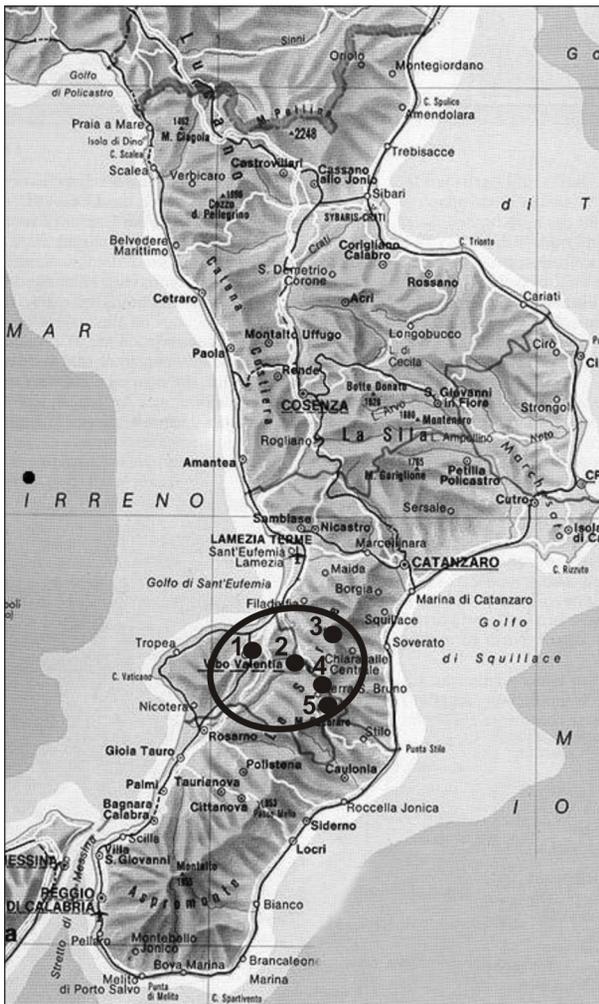


Fig. 2. Ubicazione stazioni Pluviometriche: 1) Vibo Valentia; 2) Pizzoni; 3) Monterosso Calabro; 4) Serra S. Bruno; 5) Mongiana.

Tab. I. Precipitazioni cumulate registrate nelle 5 stazioni pluviometriche in data 03/07/06.

	Mongiana (921 m s.l.m.)	Monterosso (372 m s.l.m.)	Pizzoni (275 m s.l.m.)	Serra S. Bruno (790 m s.l.m.)	Vibo Valentia (170 m s.l.m.)
TOT. precipitazioni dalle ore 3:00 alle 16:00 (mm)	46,8	86,6	193,2	168	202,6

Tab. II. Valori massimi di precipitazione (mm) di durata 1, 3, 6 ore registrati durante l'evento del 03/07/06.

Stazione	Max 1 ora	Max 3 ore	Max 6 ore
Mongiana	20,8 (ore 10:00)	32,6 (ore 12:00)	46,6 (ore 14:00)
Monterosso	36,4 (ore 07:00)	73,8 (ore 07:40)	78,8 (ore 07:40)
Pizzoni	77 (ore 10:00)	142,6 (ore 11:40)	193 (ore 14:00)
Serra S. Bruno	52,2 (ore 10:00)	128 (ore 10:40)	164 (ore 13:40)
Vibo Valentia	130,2 (ore 12:40)	199,2 (ore 13:40)	202,6 (ore 13:40)

L'analisi dei dati evidenzia come l'evento piovoso sia stato arealmente molto concentrato, interessando principalmente le stazioni pluviometriche di Vibo Valentia (202,6 mm), Pizzoni (193,2 mm) e Serra S. Bruno (168 mm). Dagli stessi dati sono stati calcolati i massimi di durata 1, 3 e 6 ore (Tab. II), facendo registrare per la stazione di Vibo Valentia: 130,2 mm in 1 ora; 199,2 mm in 3 ore; 202,6 mm in 6 ore. Gli stessi dati sono stati confrontati anche con le serie storiche dei massimi annuali, registrati nelle medesime 5 stazioni (Tab. III). In particolare, nelle stazioni di Pizzoni e Vibo Valentia, nel giorno 3 luglio 2006, sono stati registrati i massimi pluviometrici su tutte le durate (1, 3 e 6 ore) che, in alcuni casi, corrispondono addirittura al doppio delle serie storiche. Nelle restanti stazioni i valori registrati risultano comunque elevati ma perdono di eccezionalità, a testimonianza che l'evento si è esaurito in un'area assolutamente confinata.

L'evento meteorico ha avuto conseguenze ancor più catastrofiche per l'ingente trasporto solido di detriti rocciosi, dai più grossolani ai più fini, trascinati lungo i greti a maggior pendenza. Ci si riferisce a tutto il pietrame eterogranulare, accumulato nel tempo lungo le forre da frane vecchie o di neoformazione, nonché eroso dalle acque di ruscellamento dato l'elevato stato di degradazione dei complessi litologici. A questo materiale va aggiunta la grande quantità di elementi vegetali, dagli arbusti ai grossi alberi già disponibili lungo gli alvei o direttamente divelti. L'insieme di questi elementi ha quindi contribuito alla formazione di una corrente, densa e veloce, d'acqua e detriti eterometrici di varia natura, ivi compresi rifiuti antropici.

Sul tratto vallivo, dove le pendenze si riducono a valori dell'1%, la corrente di piena ha bruscamente

perso energia depositando, progressivamente, i corpi rocciosi più voluminosi e pesanti (Fig. 3). In questa porzione, densamente urbanizzata, l'entità della massa trasportata è stata tale da mettere in crisi tutti i sottopassi fluviali della rete stradale e ferroviaria (Fig. 4), che scorre parallelamente e a poca distanza dalla linea di costa. Greti fluviali che, ridotti ad effimeri canali cementificati o, in alcuni casi, tombati in condotte sottodimensionate (Fig. 5), sono risultati insufficienti a smaltire l'ondata di piena.

L'effetto è stato quindi la formazione di uno sbarramento continuo, operato dal rilevato ferroviario e dall'occlusione dei relativi sottopassi, al deflusso sia liquido che solido, verso mare. L'acqua di piena, nel tratto a valle dello sbarramento ferroviario, ha trovato nelle vie della cittadina l'unico spazio per raggiungere il mare, trasformando viali privati e passaggi pedonali in veri e propri canali torrentizi con elevata energia di flusso (Fig. 6), fino all'esaurimento del gradiente idraulico a monte della stessa linea ferroviaria. Ingente è risultato quindi il trasporto di detriti, lungo gli arenili di spiaggia, fino a formare una serie di piccole cuspidi di foce in corrispondenza delle vie di maggior deflusso (Fig. 6 e 7).



Fig. 3. Corpi rocciosi eterometrici ed elementi vegetali depositi dalla corrente di piena nel tratto vallivo.

Campionamenti

Lo studio dell'ecosistema costiero, interessato dall'evento alluvionale del luglio 2006, è stato condotto mediante campionamenti dei sedimenti e delle specie animali presenti su un tratto di litorale protetto da una scogliera artificiale radente (Stazione St1 in Fig. 7) e



Fig. 4. Esempi di sottopassi alla linea stradale (4a) e ferroviaria (4b), occlusi dall'ingente trasporto di materiale solido, principalmente vegetale.

Tab. III. Valori pluviometrici storici (mm).

Stazione	n° anni di osservazione	Media Max 1 ora	Media Max 3 ore	Media Max 6 ore	Max storico 1 ora	Max storico 3 ore	Max storico 6 ore
Mongiana	14	33,2	51,9	72,8	89,6	114	171,6
Monterosso	13	27,2	36,4	46,4	44	74	85,4
Pizzoni	15	33,1	50	63,7	57,8	86,6	94,6
Serra S. Bruno	63	32,8	55,8	82,6	95,4	240,1	405,1
Vibo Valentia	48	25,1	37,1	46,8	60	120,6	164,0

su un tratto di spiaggia libera (priva di strutture di difesa rigide) ubicata circa 400 m a ovest dalla precedente (Stazione St2 in Fig. 7). Tutti i campioni di sabbie sono stati prelevati nel luglio 2007, mentre i campionamenti delle specie animali sono stati eseguiti

da aprile a giugno 2007.

Le analisi granulometriche delle due aree di campionamento, ubicate a breve distanza e soggette quindi al medesimo regime meteo marino, nonché uguale dominio sedimentario, sono state condotte mediante il pre-

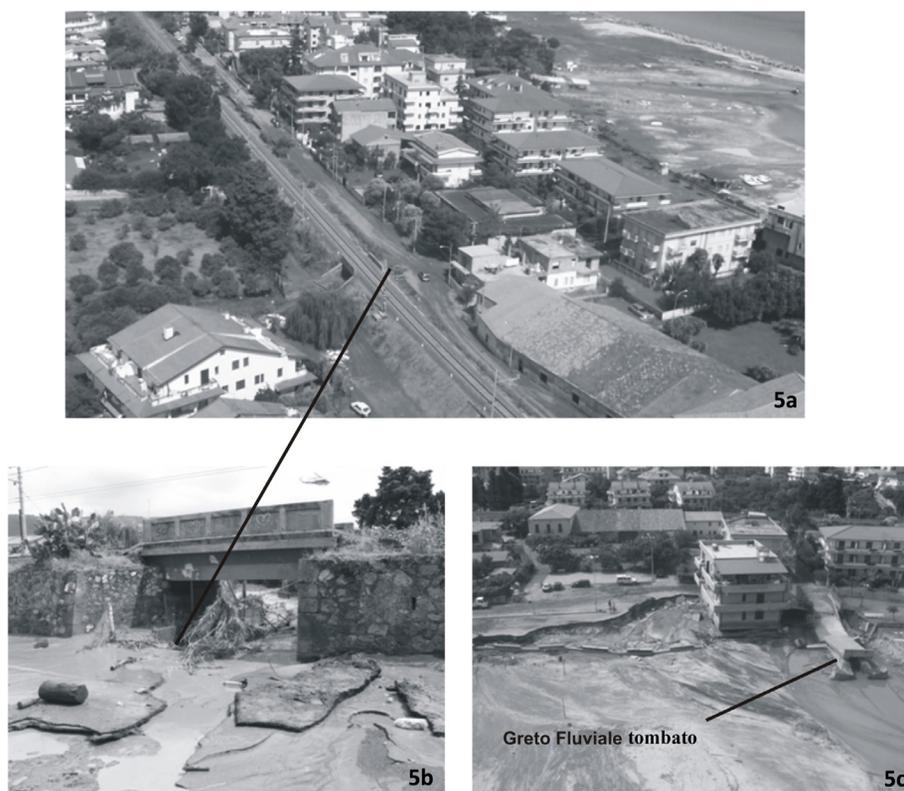


Fig. 5. Sottopassi fluviali alla linea ferroviaria in località Bivona (5a). 5b: particolare in cui è visibile l'occlusione del greto fluviale tombato sotto la sede stradale. 5c: porzione finale dello stesso greto: la pressione dell'onda di piena ha fatto esplodere la tubazione causando il dissesto della sede stradale e l'erosione al contorno.

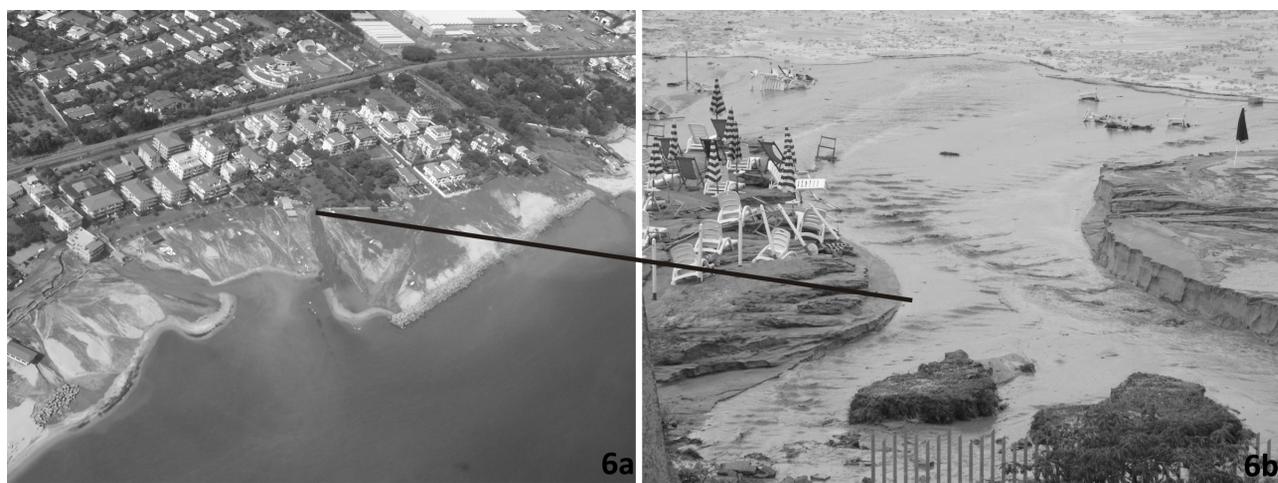


Fig. 6. Vie di deflusso dell'onda di piena verso mare (6a), con relativa formazione di piccole cuspidi di foce. 6b: particolare, il passaggio pedonale a mare del villaggio turistico Lido degli Aranci trasformato in un canale di deflusso dell'onda di piena

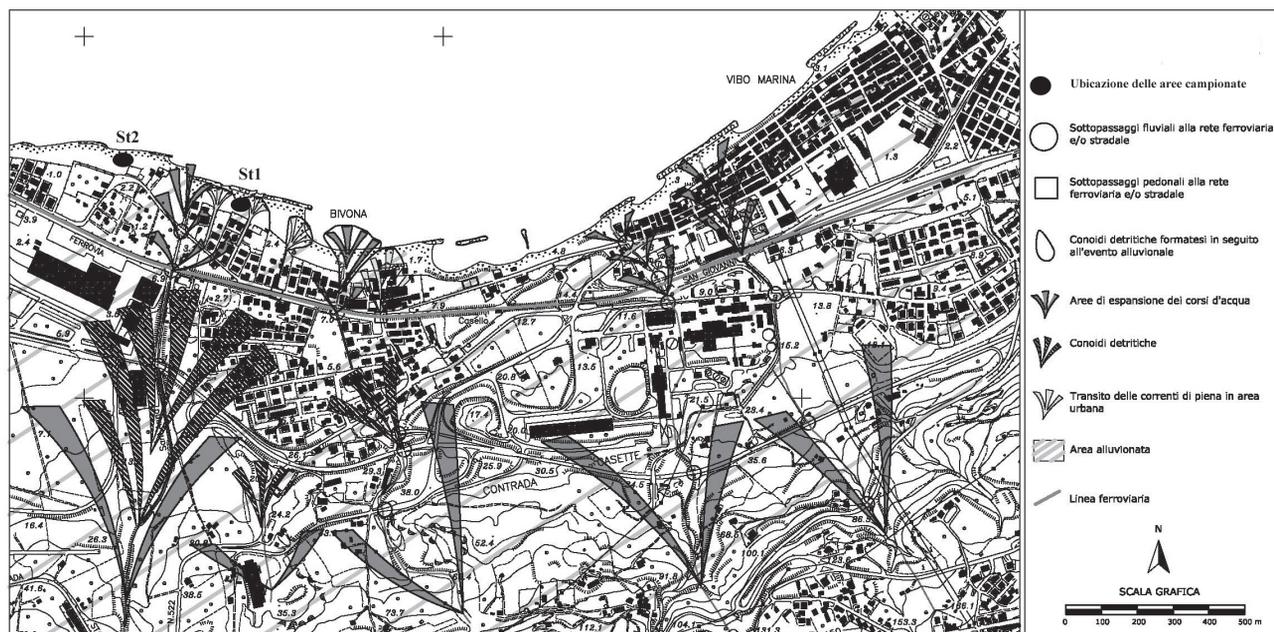


Fig. 7. Carta geomorfologica dell'evento di piena nel tratto tra l'abitato di Bivona e Vibo Marina con ubicazione delle aree campionate.

lievo di 5 campioni di sabbia a varia distanza dalla linea di riva, sia per il tratto di spiaggia protetta da barriera (Fig. 8) che per la spiaggia libera (Fig. 9). Tali campioni sono stati quindi sottoposti ad analisi granulometriche per setacciatura, utilizzando una serie di setacci standard con maglie comprese tra 76,1 mm e 0,074 mm.

I campionamenti degli invertebrati sono stati eseguiti mediante l'utilizzo di *pit-fall traps* (trappole a caduta), posizionate nei medesimi tratti di spiaggia, protetta da barriera (St1) e libera (St2), in cui sono stati prelevati i campioni di sabbie. Sono stati condotti sei campionamenti nei mesi da aprile a giugno 2007. Per ogni stazione, sono state ubicate cinque trappole a

distanza di 1, 17, 20, 30 e 35 m dalla linea di riva, che venivano ispezionate con cadenza settimanale. Tutti gli esemplari raccolti nelle trappole sono stati conservati in alcool al 70% e successivamente determinati con l'ausilio di chiavi dicotomiche (CHINERY, 1987).

RISULTATI

Analisi granulometriche

Dall'analisi dei dati della stazione St1 appare evidente come la frazione sottile tenda ad aumentare progressivamente con la distanza dal mare (Tab. IV). Infatti, come mostrano gli specifici grafici di Fig. 10, la percentuale di fango risulta contenuta fino al campione



Fig. 8. Area di campionamento della stazione St1 (in Fig. 7).



Fig. 9. Area di campionamento della stazione St2 (in Fig. 7).

3 (presenza di fango pari a 0,2%), posto a 20 m di distanza dalla linea di riva. Percentuali di fango più elevate, pari a 1,1% e 3,2%, si registrano invece rispettivamente nei campioni 4 e 5, prelevati ad ulteriore distanza dalla linea di riva.

In tutti i campioni di sabbia prelevati nella St2 (fino ad una distanza di 37 m dalla linea di riva) il fango risulta totalmente assente, a vantaggio di una frazione sabbiosa prevalente, con percentuali di ghiaia che tendono a diminuire in modo graduale fino al campione 3, prelevato a 14 m dalla linea di riva (Fig. 11 e Tab. V). La percentuale di ghiaia tende invece ad aumentare nei campioni S3 ed S4, rispettivamente a 28 m e 37 m dalla linea di riva.

Censimento delle specie animali

Dai censimenti effettuati, il numero di specie per taxon risulta sensibilmente inferiore nella stazione St1 (Fig.12). Altro dato interessante della stazione St1 riguarda le famiglie di Coleotteri: infatti la coleotterofauna della spiaggia protetta da barriere è costituita per l'85% dalla famiglia dei Silfidi (Fig. 13). Questi elementi non sono presenti nel campionamento della stazione St2, dove il 53% delle specie è rappresentato da Coleotteri Carabidi tipici di ambienti costieri (Fig. 13). Le altre famiglie di Coleotteri presenti sono Scarabeidi e Tenebrionidi.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Gli ecosistemi sabbiosi costieri presentano combinazioni di fattori fisici e chimici che determinano situazioni ecologiche particolarissime. Ad esempio, di fondamentale importanza microambientale è la forte aridi-

Tab. IV. Risultati delle prove granulometriche (St1).

Campione	Distanza da battigia (m)	Ghiaia % (-6< ϕ <-1)	Sabbia % (-1< ϕ <4)	Fango % (4< ϕ <5)
B1	1	0	100	0
B2	17	0	99,9	0,1
B3	20	0	99,8	0,2
B4	30	0	98,9	1,1
B5	35	0	96,8	3,2

Tab. V. Risultati delle prove granulometriche (St2)

Campione	Distanza da battigia (m)	Ghiaia % (-6< ϕ <-1)	Sabbia % (-1< ϕ <4)	Fango % (4< ϕ <5)
S1	2	46,2	53,8	0
S'1	8	1,7	98,3	0
S2	14	0,2	99,8	0
S3	28	2	98,0	0
S4	37	4,7	95,3	0

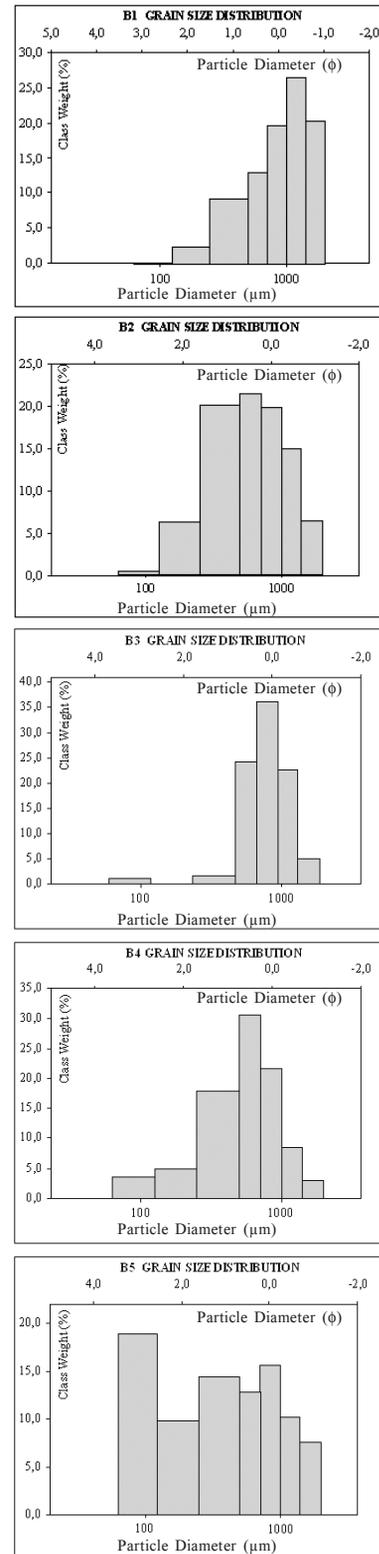


Fig. 10. Istogrammi delle analisi granulometriche della stazione St1, da cui si evince un incremento della percentuale di fango nei campioni B4 e B5 prelevati a maggiore distanza dalla linea di riva.

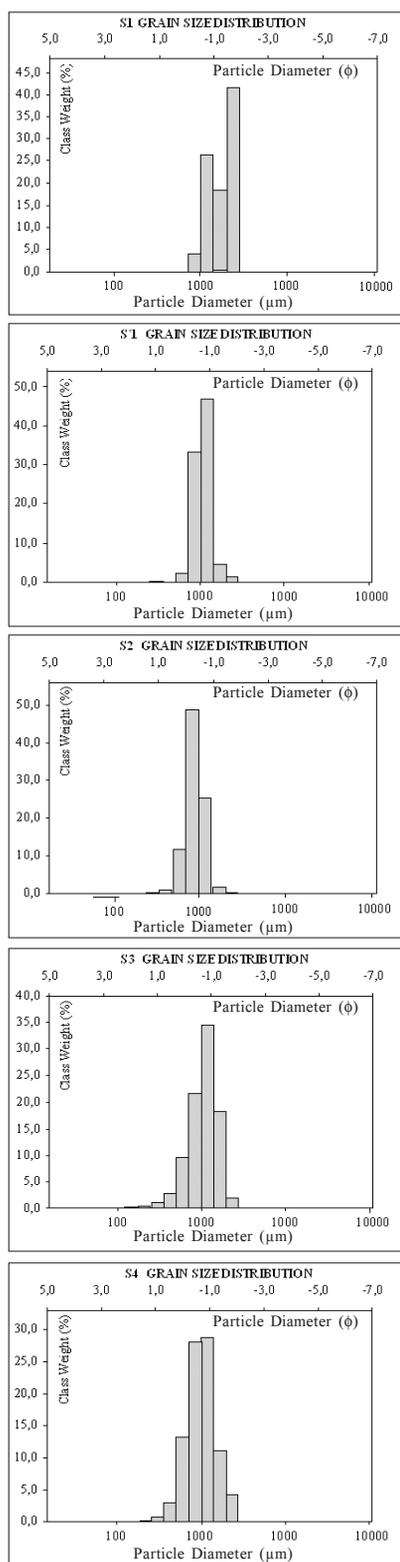


Fig. 11. Istogrammi delle analisi granulometriche della stazione St2, da cui si evince l'assenza di fango in tutti i campioni analizzati.

tà degli strati superficiali del suolo, già sottolineata da vari Autori (ALICATA *et al.*, 1978, 1979, 1982; CONTARINI, 1992; VIOLANI, 1978); così come l'immediato assorbimento, tramite percolazione, delle acque meteoriche da parte della sabbia, nonché la scomparsa subitanea anche dell'umidità notturna al sorgere del sole, concorrono drasticamente a selezionare la piccola fauna che vi può sopravvivere. Inoltre, determinanti appaiono anche le ampie escursioni termiche giornaliere che, a seguito del forte surriscaldamento diurno della sabbia (nei mesi estivi, anche 60/70 °C) e il rapido raffreddamento nelle ore notturne, comportano accentuate inversioni termiche nel suolo. Lo stesso substrato incoerente e l'invasione parziale (a volte anche totale) delle acque marine durante le mareggiate, contribuiscono ulteriormente a creare una vera e propria unicità di questo ecosistema. Di fronte ad un ambiente fondamentalmente "ostile" alla vita, le specie animali che ne tentano la colonizzazione vengono fortemente selezionate. Le spiagge sabbiose appaiono dunque come ecosistemi estremamente caratteristici e bio-limitanti.

Per il censimento delle specie animali, nelle due stazioni di misura St1 e St2, l'attenzione è stata rivolta

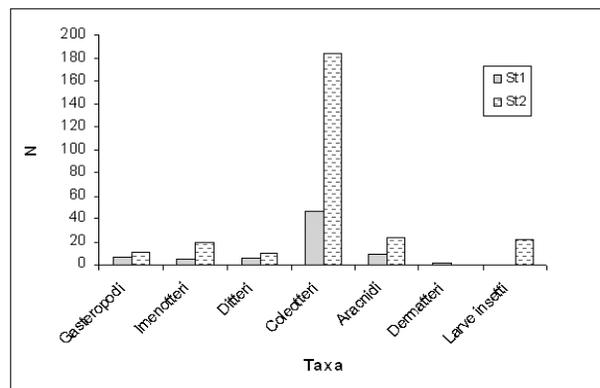


Fig. 12. Confronto dei taxa di invertebrati campionati sui due diversi tratti di spiaggia. Valori medi su 6 campionamenti (n=6).

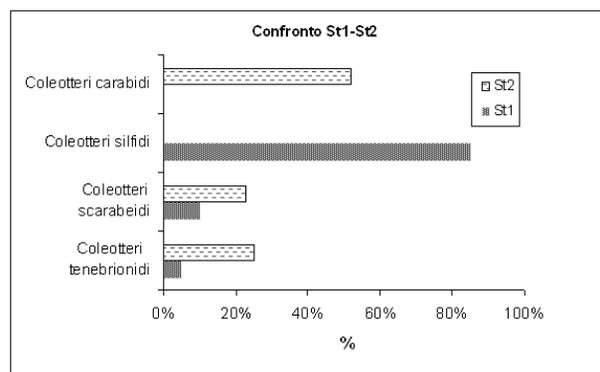


Fig. 13. Percentuale di specie appartenenti a diverse famiglie di Coleotteri campionati nelle stazioni St1 e St2.

all'entomofauna, particolarmente alla coleotterofauna, per la quale sono noti dati caratterizzanti (GRANDI, 1951; CONTARINI, 1992). I coleotteri costituiscono di gran lunga il gruppo faunistico più rappresentativo degli ambienti litoranei sabbiosi, sia in termine di numero di specie, sia in termini di numero di individui. I tegumenti rigidi che li caratterizzano rappresentano infatti un ottimo preadattamento per sopravvivere con successo in questi ambienti terrestri ostili (AUDISIO *et al.*, 2002).

Riguardo al censimento della coleotterofauna della spiaggia protetta da barriere (St1), è chiara la predominanza della famiglia dei Silfidi, in particolare il genere *Necrophorus*, perlopiù Coleotteri necrofili che tipicamente caratterizzano ambienti continentali in cui ritrovano, come principale fonte di cibo, carogne o più comunemente sostanza organica in decomposizione (GRANDI, 1951; ZÁHRADNÍK e SEVERA, 1985); sono indicatori quindi di uno stato di degrado dell'ecosistema sabbioso. La presenza di Coleotteri Silfidi necrofili potrebbe dipendere dal loro trasporto passivo ad opera delle acque di ruscellamento superficiale e successivo spiaggiamento (CONTARINI, 1992). Questa famiglia di coleotteri non compare affatto nel campionamento sulla spiaggia libera (St2), dove sono stati rilevati solo elementi caratteristici costieri, tra i quali è da menzionare l'alta percentuale di Coleotteri Carabidi, ampiamente riconosciuti come bioindicatori (BRANDMAYR *et al.*, 2005). Tra questi si ritrovano perlopiù due specie caratterizzanti: *Lionychus maritimus* Fairmaire, 1862, endemismo italiano, e *Scarites laevigatus* Fabricius, 1792, alobionte tipico della battigia marina e più o meno legato a sabbie fini dove preda soprattutto crostacei (BRANDMAYR *et al.*, 2005; MAGISTRETTI, 1965). Questo Coleottero Carabide viene comunemente associato a spiagge di almeno discreta qualità ambientale (AUDISIO *et al.*, 2002). Le altre famiglie di Coleotteri presenti sono Scarabeidi del genere *Psammobius*, numerosi soprattutto negli ambienti di duna, e Tenebrionidi del genere *Pimelia*, detritivori del sopralitorale e avanduna (GRANDI, 1951; ZÁHRADNÍK e SEVERA, 1985; AUDISIO *et al.*, 2002).

Relativamente alle analisi granulometriche va sotto-

lineato che l'elevata percentuale di fango, rinvenuta nel tratto di spiaggia protetta da barriere (St1) a seguito dell'evento alluvionale del 2006, è qui giustificata dalla presenza della struttura di difesa rigida che impedisce il dilavamento dell'arenile ad opera del moto ondoso, permettendo così anche il rapido proliferare delle specie vegetali (Fig. 8). Ne deriva, quindi, che la percentuale di frazione sottile risulta assente solo per le porzioni di spiaggia che vengono saltuariamente raggiunte dalle mareggiate più energiche. La totale assenza di fango nei campioni della stazione di spiaggia libera (St2) evidenzia, invece, l'attività di risciacquo da parte del moto ondoso, e quindi l'assenza di specie vegetali. Difatti l'azione di dilavamento dell'intero tratto di spiaggia (St2) è ulteriormente comprovata dall'aumento della percentuale di ghiaia riscontrata nei campioni prelevati a 28 e 37 m dalla linea di riva. Tale dato indica l'esistenza di vecchie berme di tempesta in cui l'energia del moto ondoso è stata tale da permettere un accumulo della frazione più grossolana a distanze maggiori della linea di riva in periodi di calma.

In sintesi, l'analisi dei caratteri granulometrici e biologici delle due aree di spiaggia, interessate dall'evento di piena, ha dimostrato che:

- sul tratto di spiaggia protetto (St1) si mantengono ancora sia il fango alluvionale che le condizioni biologiche da esso derivate;
- sul tratto di spiaggia libero (St2) risultano assenti tutti i materiali legati ad un trasporto improvviso di piena da terra, mentre si è perfettamente ricostituita l'organizzazione granulometrica tipica di una spiaggia. I taxa presenti sono tipici della battigia marina di discreta qualità ambientale, nonché di ambienti di duna e avanduna.

Dai censimenti eseguiti risulta quindi evidente, nel tratto di spiaggia protetto, l'impossibilità del moto ondoso di dilavare il sedimento sabbioso dalla frazione sottile, influenzando così anche le caratteristiche dell'entomofauna. Tali risultati dimostrano che le difese rigide artificiali possono creare un'alterazione dell'ambiente costiero, sia per quanto concerne la componente abiotica che biotica, nonché limitare la sua capacità di resilienza a seguito di eventi traumatici naturali.

Bibliografia

- ALICATA P., CARUSO D., COSTA G., MARCELLINO I., MOTTA S., PETRALIA A., 1978. Distribuzione spaziale e ritmi di attività di alcune specie di Coleotteri delle dune costiere di Porto Palo (SR). *Boll. Zool.*, **45** (suppl.): 5-31.
- ALICATA P., CARUSO D., COSTA G., MARCELLINO I., MOTTA S., PETRALIA A., 1979. Ricerche eco-etologiche sulla fauna delle dune costiere di Porto Palo (SR). 2: comportamento, distri-

buzione spaziale e ritmi di attività di *Pimelia grossa* Fabr. (*Col., Tenebrionidae*). *Animalia*, **6** (1/3): 33-48.

- ALICATA P., CARUSO D., COSTA G., MARCELLINO I., MOTTA S., PETRALIA A., 1982. Studi eco etologici su Artropodi delle dune costiere di Porto Palo. C.N.R., *Quaderni "Struttura Zoocenosi Terrestri"*; 3 ambienti mediterranei, 1, le coste sabbiose: 159-183.

- AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E., ZUPPETTA A., 1976. L' Arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico-Maghrebide. *Mem. Soc. Geol. It.*, **17**: 1-60.
- AUDISIO P., MUSCIO G., PIGNATTI S., SOLARI M., 2002. Dune e spiagge sabbiose. Ambienti fra terra e mare. A cura di Sandro Ruffo. MINELLI A., RUFFO S., STOCH F. (Eds.). *Quaderni habitat*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine.
- BRANDMAYR P., ZETTO T., PIZZOLOTTO R. (in cooperation with 8 AA.), 2005. *I coleotteri carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. Manuale operativo*. APAT Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Roma, via Vitaliano Brancati, 48. Manuali e linee guida, **34**; pp. 240.
- CHINERY M., 1987. *Guida degli Insetti d'Europa. Atlante illustrato a colori*. Franco Muzzio Editore, Padova.
- CONTARINI E., 1992. Eco-profilo d'ambiente della coleotterofauna di Romagna: 4 -arenile, duna e retroduna della costa adriatica. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, **41**: 131-182.
- CORTESE E., 1895. Descrizione geologica della Calabria. *Mem. Descr. Carta Geol. Ital.*
- GHISETTI F., 1980. Caratterizzazione dei blocchi della Calabria meridionale in base alla velocità di sollevamento nel Plio-Pleistocene: una proposta di zonazione neotettonica. Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, C.N.R. *Prog. Fin. Geodinamica*, **356**: 775-809.
- GRANDI G., 1951. *Introduzione allo studio dell'entomologia*. Edagricole.
- IETTO F., 2001. Evoluzione delle spiagge tirreniche nord calabresi negli ultimi 50 anni. *It. Journ. Quatern. Scienc.* **14** (2): 105-116.
- MAGISTRETTI M., 1965. *Fauna d'Italia: Coleoptera Cicindelidae, Carabidae*. Ed. Calderini, Bologna.
- NICOTERA P., 1959. Rilevamento geologico del versante settentrionale del monte Poro (Calabria) *Mem. Note Ist. Geol. Appl.*, Napoli, 7.
- NOVARESE V., 1931. La formazione dioritico-kinzgitica in Italia. *Boll. R. Uff. Geol. It.*, **56** (7), 1-62.
- TORTORICI G., BIANCA M., DE GUIDI G., MONACO C., TORTORICI L., 2003. Fault activity and marine terracing in the Capo Vaticano area (southern Calabria) during the Middle – Late Quaternary *Quaternary International* **102**: 269-278.
- VIOLANI C., 1978. Per una conoscenza delle spiagge sabbiose dell'alto Adriatico (dati pedologici a nord e a sud del Po. Atti Conv. Ecol. Delta Padano; *Boll. Mus. Civ. Stor. Nat. Venezia* (Supplem vol. **29**): 87-99.
- ZAHRADNIK J., SEVERA F., 1985. *Impariamo a conoscere gli insetti*. Istituto Geografico De Agostini.