

Prof. Franco ORTOLANI

Laureato in Geologia, ordinario dell'UNIVERSITA' di NAPOLI, docente di lungo corso, il prof. Ortolani dedica la sua vita all'università, alla ricerca e all'impegno per la tutela del territorio. É spesso sui media in qualità di esperto ed è sovente tecnico di riferimento per i comitati e le amministrazioni che si oppongono alle scelte che ritengono insostenibili, sotto il profilo ambientale.

Non è riuscito ad essere presente al convegno, inviandoci comunque il suo lavoro con la promessa di essere con noi durante il progetto di alternanza scuola/lavoro.

EVOLUZIONE CLIMATICA E MODIFICAZIONE STORICA DEI LITORALI SABBIOSO-GHIAIOSI.



Evoluzione climatica e modificazione storica dei litorali sabbioso-ghiaiosi.

ORTOLANI F. ¹, PAGLIUCA S. ²

Ordinario di Geologia già docente dell'Università di Napoli Federico II, associato a CNR-ISAFOM; ² Ricercatrice CNR-ISAFOM, Ercolano

1. Premessa

Le spiagge con sabbia silicoclastica rappresentano la parte affiorante di un prisma, costituito da sedimenti sabbiosi e/o ghiaiosi, costruitosi nelle ultime migliaia di anni (Olocene) mentre stava avvenendo la risalita delle acque marine in concomitanza con la deglaciazione iniziata circa 15.000 anni fa.

I sedimenti costieri olocenici possono avere uno spessore variabile da 15 ad oltre 30 m lungo i litorali che delimitano le pianure alluvionali; lo spessore è generalmente minore lungo le Pocket Beach che rappresentano spiagge di limitata lunghezza e profondità, addossate ad un substrato roccioso ed in esso incastrate. Negli ultimi 2500 anni le pianure alluvionali antropizzate e le spiagge sono state interessate da sensibili modificazioni fisiche che hanno condizionato significativamente le attività antropiche.

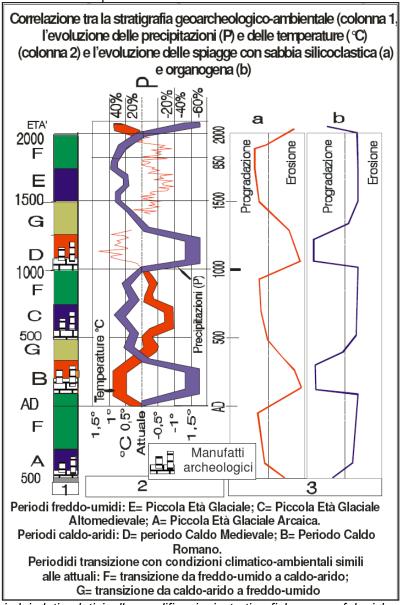


Figura 1: sintesi dei dati relativi alle modificazioni stratigrafiche e morfologiche delle pianure costiere antropizzate del Mediterraneo (colonna 1), alla ricostruzione della variazione delle precipitazioni e temperature (colonna 2) e delle spiagge con sabbia organogena (a) e silicoclastica (b) in colonna 3.

2. Evoluzione del clima e dell'ambiente nelle ultime migliaia di anni

Ricerche multidisciplinari di geoarcheologica ambientale sono state effettuate nell'area meridionale e nell'area mediterranea per gettare luce sul significato climatico dei differenti tipi di sedimenti che si sono accumulati negli ultimi 2500 anni e che ricoprono numerosi siti archeologici, non influenzabili dagli interventi umani, in un'età compresa tra il Periodo Arcaico e il Medioevo, ubicati a diverse latitudini e in aree geografiche con differenti condizioni morfoclimatiche.

I sedimenti che ricoprono le superfici antropizzate e le aree urbane delle ampie pianure alluvionali, stabili per molti secoli, indicano che in intervalli di tempo di circa 100-200 anni di durata, l'ambiente è stato caratterizzato da una marcata instabilità geomorfologica che ha determinato intensi fenomeni erosivi e dissesti lungo i versanti, nonchè il trasporto e accumulo di ingenti volumi di sedimenti nelle pianure alluvionali e lungo le coste. In tal modo, grazie al consistente accumulo di sedimenti, si è determinata l'aggradazione rapida della superficie del suolo delle pianure e una marcata progradazione dei litorali sabbioso-ghiaiosi. E' evidente che l'accumulo generalizzato di ingenti volumi di sedimenti, per uno o due secoli, nelle grandi pianure alluvionali costiere (dalle aree pedemontane alla linea di costa) al di sopra di superfici antropizzate e stabili geomorfologicamente per molti secoli, costituisce un evento eccezionale.

I diversi cambiamenti ambientali sono avvenuti contemporaneamente nella parte arida e umida della zona mediterranea e si sono verificati durante brevi intervalli di tempo di durata variabile da circa 100 a circa 200 anni. Inoltre, è stato evidenziato che lo stesso tipo di variazione ambientale si è manifestato ogni 1000 anni circa; è stato anche accertato che l'impatto ambientale è variato in relazione alla latitudine.

I periodi più freddi e piovosi (figura 1) sono stati chiamati Piccola Età Glaciale Arcaica (500-300 a.C.), Piccola Età Glaciale Altomedievale (500-700 d.C.) e Piccola Età Glaciale (1500-1750). I periodi più caldi e aridi che hanno interessato la parte centro meridionale del Mediterraneo sono stati chiamati Periodo Caldo Romano (150-350 d.C.) e Periodo Caldo Medievale (1100-1270). I periodi climatici di transizione da una piccola età glaciale al successivo periodo caldo-arido sono stati caratterizzati da condizioni ambientali favorevoli alle attività umane.

I dati geoarcheologici evidenziano che vi è una stretta correlazione tra i periodi freddo-umidi e prolungati minimi di attività solare e tra i periodi caldo-aridi e una marcata e prolungata attività solare. I minimi significativi e prolungati di attività solare hanno determinato le Piccole Età Glaciali mentre i massimi significativi e prolungati hanno dato origine ai periodi più caldi "Romano" e "Medievale" caratterizzati da desertificazione fino a 41-42° N lungo le fasce costiere.

L'ultimo periodo freddo denominato Piccola Età Glaciale (raffreddamento massimo tra il 1570 e il 1740) si inquadra in una fase di 290 anni di scarsa attività solare (circa 180 anni di minimo, complessivamente) tra il 1420 (inizio del minimo di Sporer) e il 1715 circa (fine del minimo di Maunder).

Il periodo caldo medievale si è avuto in concomitanza con una fase di notevole attività solare tra il 1100 e 1270 circa che ha concluso un lungo periodo caratterizzato da un elevato numero di macchie solari, della durata complessiva di 330 anni e iniziato intorno al 920 d.C.. Gli impatti ambientali più significativi che si sono verificati nell'Area Mediterranea durante i periodi caldoaridi sono rappresentati dalla desertificazione delle aree costiere fino a circa 41°-42° N e dall'incremento dell'accumulo delle sabbie organogene. Durante questi periodi l'Europa centrosettentrionale ha goduto di condizioni climatiche miti e favorevoli allo sviluppo dell'agricoltura.

Le variazioni climatiche storiche hanno esercitato un impatto di notevole importanza sull'evoluzione dei litorali.

La costruzione dei litorali con sabbia silicoclastica è avvenuta durante i periodi freddo-umidi, cioè durante le Piccole Età Glaciali. L'ultimo ripascimento naturale si è verificato tra il 1500 e la fine del 1800 (figura 1). In particolare, i litorali alimentati da corsi d'acqua appenninici ed alpini sono stati riforniti abbondantemente di sedimenti prevalentemente tra l'inizio del 1700 e la fine del 1800.

A partire dall'inizio del 1900 l'alimentazione naturale è stata progressivamente sempre più scarsa e le spiagge hanno iniziato ad essere smantellate specialmente in corrispondenza degli apparati di foce dei fiumi dove si riscontrano i fenomeni erosivi più gravi che spesso hanno provocato la distruzione di oltre 1000 metri di spiaggia negli ultimi 100 anni.

Gran parte delle spiagge attualmente sono solo parzialmente e insufficientemente alimentate di sabbia grazie alla erosione o cannibalizzazione dei sedimenti delle aree deltizie che sono quelle interessate da erosione molto grave.

La ricostruzione delle modificazioni della fasce costiere avvenute negli ultimi millenni in relazione alle variazioni del clima consente di prevedere che, in base alla ciclicità millenaria, l'erosione che da diverse decine di anni sta interessando le spiagge con sabbia silicoclastica dell'Italia meridionale e del mediterraneo durerà, ancora, almeno 100 - 150 anni. Entro alcune decine di

anni, in relazione all'intensificazione dell'aumento della temperatura media, dovrebbe aumentare sensibilmente la produzione di sabbia organogena lungo le coste del Salento e della Sicilia e conseguentemente dovrebbe verificarsi una progradazione delle spiagge con sabbia organogena come avvenuto durante i periodi caldi romano e medievale.

Esempi significativi dell'evoluzione geomorfologica dei litorali sabbiosi con sabbia silicoclastica sono rappresentati dalla fascia costiera del fiume Volturno (figure da 2 a 5) e del fiume Biferno (figura 6), dalla pianura di Velia, Sibari e Napoli (figure 7, 8 e 9).

L'evoluzione geomorfologica ha determinato alternativamente situazioni costiere favorevoli alla creazione di aree sommerse lagunari e palustri, utilizzate anche a scopi portuali, successivamente colmate da sedimenti (figura 10). Lungo le coste alte sono state conservate le evidenze di movimenti relativi terra-mare con spostamenti verticali, non generalizzati, di alcuni metri durante il periodo storico. Tali movimenti sono da mettere in relazione alla risalita eustatica del livello marino, a rotazioni crostali in relazione agli eventi sismici e a fenomeni bradisismici.

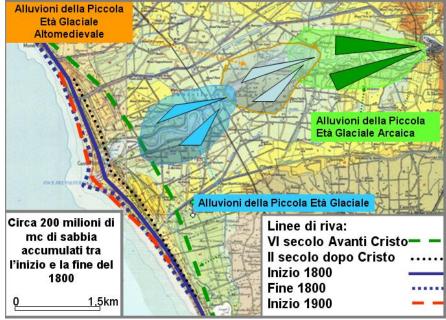


Figura 2: evoluzione geomorfologica della bassa pianura del fiume Volturno negli ultimi 2500 anni in relazione ai cambiamenti climatici ciclici.

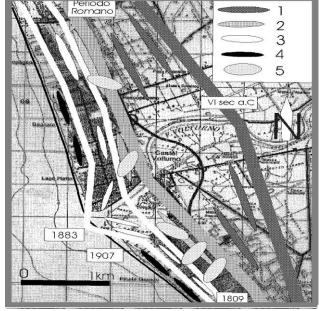


Figura 3: Carta geomorfologica schematica della fascia costiera della bassa pianura del fiume Volturno. 1= cordoni litorali formatisi durante la progradazione della Piccola Età Glaciale Arcaica; 2= cordoni litorali formatisi durante la progradazione della Piccola Età Glaciale Altomedievale; 3 e 4= cordoni litorali formatisi durante la progradazione della Piccola Età Glaciale; 5= dune eoliche formatesi durante il periodo caldo-arido medievale.

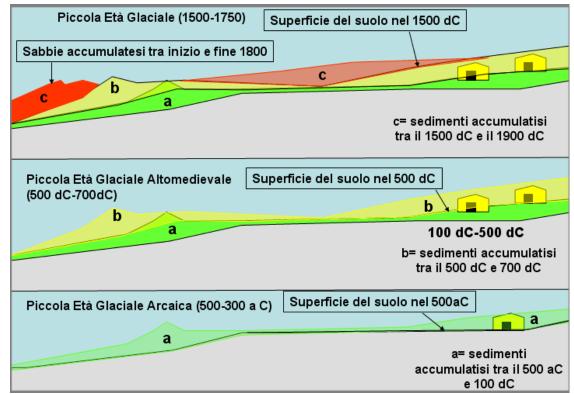


Figura 4: schema dell'evoluzione geomorfologica e stratigrafica della fascia costiera della pianura del fiume Volturno negli ultimi 2500 anni e relazioni con l'antropizzazione dell'area emersa.

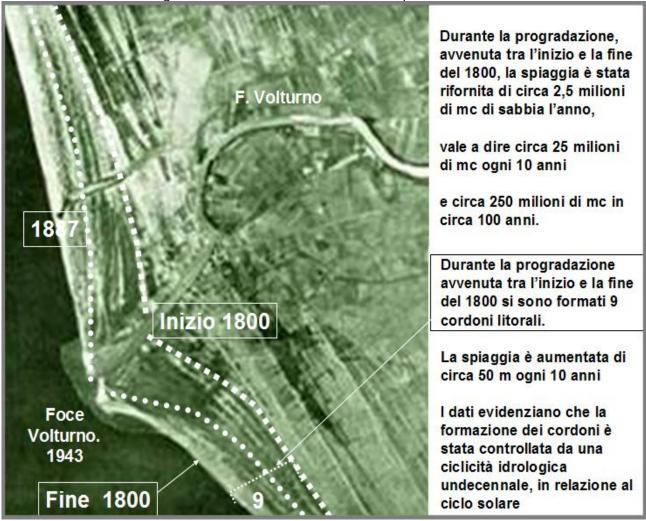


Figura 5: evoluzione geomorfologica dell'area di foce del fiume Volturno negli ultimi 200 anni.

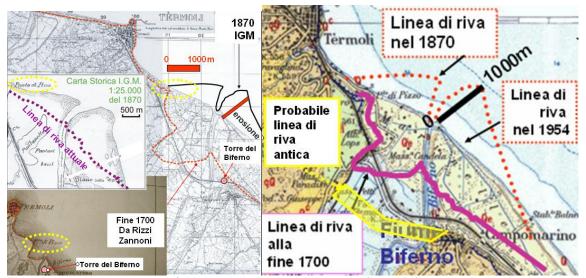


Figura 6: evoluzione geomorfologica della bassa pianura del fiume Biferno negli ultimi 2000 anni.

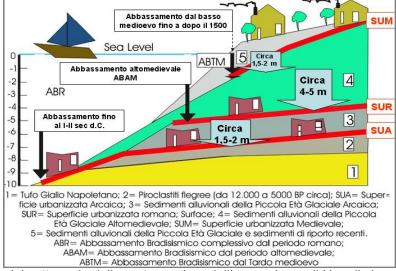


Figura 7: stratigrafia del sottosuolo della parte costiera dell'area urbana di Napoli che evidenzia i consistenti accumuli di sedimenti verificatisi durante i periodi freddo-umidi plurisecolari e i movimenti bradisismici correlati con quelli flegrei.



Figura 8: ricostruzione della linea di riva a partire dal 1500. Nella Baia di Chiaia si è avuto un notevole accumulo di sedimenti apportati da colate detritiche che si innescavano lungo i versanti a monte e successivamente ridistribuiti dal moto ondoso. Fino alla fine del 1600 vi era uno scoglio di tufo giallo che si protendeva in mare, nell'area dell'attuale Rotonda Diaz, sul quale era stata costruita la chiesa di S. Leonardo come si evince da vari quadri tipo quello del Medinacoeli. Come si osserva anche nella figura 5, la spiaggia di Chiaia si è progressivamente e naturalmente ampliata fino alla seconda metà del 1800 inglobando lo scoglio.

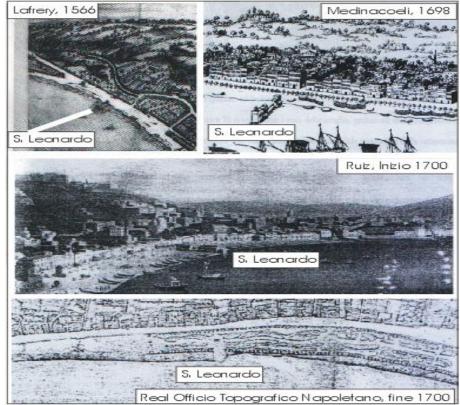


Figura 9: modificazione naturale della morfologia costiera della Baia di Chiaia, ben evidenziata da vari paesaggi elaborati in periodi diversi, durante la piccola Età Glaciale che ha determinato un aumento della terra emersa variabile da circa 100 a 200 m. L'incremento della pianura alluvionale ha "preparato il terreno" per la successiva modificazione antropica consistita nella costruzione della Villa Comunale e del Lungomare Caracciolo.

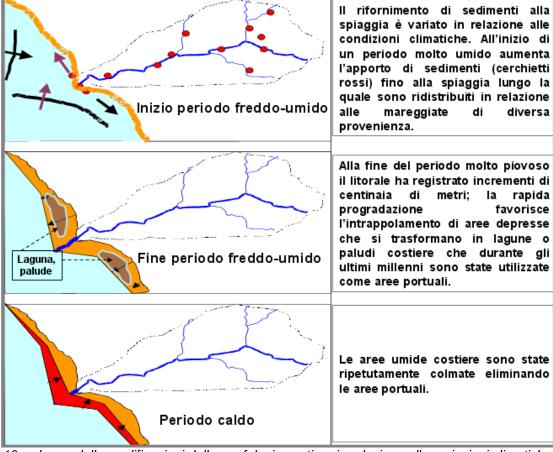


Figura 10: schema delle modificazioni della morfologia costiera in relazione alle variazioni climatiche.

3. L'area campione del Cilento: evoluzione delle spiagge e proposta di restauro geoambientale.

Le spiagge del Cilento (figura 11) si possono distinguere in "grandi" spiagge e "piccole" spiagge (dall'inglese"pocket beach" che vuol dire spiaggia tascabile. Le grandi sono lunghe complessivamente circa 24 km; le piccole in totale raggiungono circa 20 km. Sono tutte balneabili tranne i tratti occupati dai porti. Si tratta di spiagge di incomparabile bellezza e valore ambientale socio-economico, veri monumenti della natura, bagnate da acqua cristallina e prevalentemente circondate da un ambiente naturale protetto in quanto Parco Nazionale del Cilento. **Però!** I circa 44 km di spiaggia sono gravemente minacciati da una incalzante ed irreversibile erosione marina.



Figura 11: Ubicazione delle spiagge del Cilento:complessivamente circa 44 km di spiagge.



Figura 12:Impatto sulle spiagge delle baie di Marina di Camerota e Sapri della realizzazione dei porti. a e berispettivamente direzione dello spostamento dei sedimenti con le mareggiate di maestrale e di libeccio; cedirezione prevalente dello spostamento dei sedimenti dopo la costruzione dei porti; d= corsi d'acqua che apportano sedimenti; e= area di accumulo irreversibile dei sedimenti che, una volta depositatisi, rimangono protetti dai porti; f= tratto di spiaggia in erosione irreversibile; g e h= prolungamenti del molo di sopraflutto del porto di Marina di Camerota che ha progressivamente ampliato la trappola di sedimenti che in origine venivano spostati da una parte all'altra della baia dai diversi moti ondosi.

Lungo la costa cilentana sono stati costruiti 11 porti turistici (Agropoli, San Marco di Castellabate, Agnone, Acciaroli, Casalvelino, Pisciotta, Palinuro, Marina di Camerota, Scario, Policastro Bussentino, Sapri). Sono state realizzate opere che dovevano difendere le spiagge dall'erosione sul lungomare San Marco di Agropoli (circa 1300 m), sul lungomare di Capitello nel Golfo di Policastro (circa 2 Km). Sono stati progettati interventi di "dichiarata" difesa da realizzare a Casalvelino (circa 4 km che in parte sostituiranno le obsolete e dannose opere lunghe circa 800 m realizzate alcune decine di anni fa sul lungomare di Casalvelino Marina) e Pioppi (circa 500 m che si sostituiranno alle vetuste e inefficaci barriere).

La costruzione dei porti di Casalvelino Marina e Policastro Bussentino hanno immediatamente destabilizzato i precari equilibri delle spiagge lungo le quali sono stati costruiti, naturalmente senza alcuna corretta valutazione dell'impatto ambientale. Il primo è stato realizzato all'estremità settentrionale della spiaggia formatasi lungo la pianura alluvionale del Fiume Alento e del torrente Fiumarella, lunga circa 7700 m, delimitata da Casalvelino Marina a Nord e da Ascea Marina a sud. In pochi anni ha provocato una erosione accentuata ed irreversibile di circa 2,5 km di spiaggia. Tale azione negativa si è sommata alla naturale tendenza erosiva del litorale per cui sono stati smantellati irreversibilmente decine di metri di spiaggia e di pianura alluvionale mettendo a rischio vari manufatti. Il porto di Policastro Bussentino è stato realizzato sulla spiaggia in sinistra orografica della foce del Fiume Bussento e in pochi anni ha provocato una prevedibile grave erosione della spiaggia compresa tra il porto e Capitello con la scomparsa irreversibile di circa 100 m di pianura. I porti di Marina di Camerota e di Sapri sono stati realizzati in due baie bellissime adornate da spiagge sabbioso-ghiaiose nelle quali i sedimenti venivano spostati da un bordo all'altro in relazione alla provenienza delle mareggiate di maestrale e di libeccio (figura 12). I porti hanno determinato delle trappole per i sedimenti con ripascimento a ridosso del molo di sottoflutto ed erosione nella rimanente pocket beach. L'imbocco dei porti di Marina di Camerota e di Casalvelino Marina vengono ripetutamente interrati dalle sabbie con seri problemi per l'economia turistica.



Figura 13: Erosione irreversibile della Cala del Cefalo. Circa 1.200.000 metri cubi di sedimenti sono stati asportati verso sud est e allontanati obliquamente alla spiaggia. L'immagine a destra illustra la proposta di restauro geoambientale della spiaggia mediante accumulo di ghiaia selezionata dello stesso tipo litologico di quella esistente fino a ricostruire la linea di riva del 1954. Il sedimento verrebbe reso ancora più stabile mediante la realizzazione di pennelli a scomparsa perpendicolari alla spiaggia costituiti da blocchi di roccia dello stesso tipo di quella costituente la ghiaia. All'estremità sud orientale della spiaggia andrebbero realizzati due pennelli adeguatamente posizionati e strutturati per evitare l'ulteriore allontanamento obliquo dei sedimenti sabbiosi che periodicamente potrebbero essere riportati sulla spiaggia. Il ripascimento andrebbe protetto da una barriera sommersa anche nella zona dell'Arco Naturale dove più violenti sono i fenomeni erosivi.

Il litorale della Cala del Cefalo (figura 13), tra l'Arco Naturale di Palinuro e Marina di Camerota, è lungo circa 4 km e rappresenta una delle spiagge più belle e naturalisticamente interessanti del Mediterraneo. Alla fine del 1800 alla fine del periodo freddo e piovoso plurisecolare chiamato Piccola Età Glaciale era più ampia di circa 180 m nei pressi dello Scoglio del Mingardo. Nella seconda metà dello scorso secolo si è aggravato il fenomeno erosivo essenzialmente in relazione alla progressiva diminuzione delle precipitazioni piovose e al diminuito rifornimento di sedimenti da parte dei corsi d'acqua Lambro e Mingardo. Lo spessore dei sedimenti

costituenti la spiaggia è stato progressivamente assottigliato e l'ampiezza del litorale è andata

progressivamente diminuendo (figura 13).



Figura 14: Evidenze dei gravi e irreversibili fenomeni erosivi che stanno distruggendo la spiaggia giungendo a smantellare le dune e la vegetazione protetta nonchè vari manufatti per la fruizione balneare del litorale. Il danneggiamento dei manufatti innesca interventi difensivi di pessima qualità e spesso abusivi che contribuiscono a deteriorare l'ambiente.



Figura 15: L'Arco Naturale di Palinuro ha costituito un richiamo turistico fino ad alcuni anni fa quando si è trasformato in un monumento naturale in disgregazione apportatore di pericolo e rischi seri per i bagnanti. La foto A illustra l'Arco, visto dal lato di Palinuro, come si presentava 3 anni fa. La passerella coperta da tavole di legno, ripresa anche nell'immagine C e D, era stata eretta per "proteggere" i bagnanti dalla caduta di massi. L'area in rosso trasparente in figura A indica la zona dalla quale a fine novembre 2007 si sono distaccate varie decine di metri cubi di roccia durante il periodo non balneare (immagine B). Le immagini C e D evidenziano, drammaticamente, la sottovalutazione dei potenziali crolli da parte delle competenti autorità che avevano consentito ai bagnanti il transito sotto la tettoia.

Le mareggiate più violente smantellano e superano il primo cordone di dune per cui l'acqua salata invade la macchia mediterranea e la pineta mettendo i presupposti per la scomparsa della copertura vegetale dell'area ambientalmente protetta. Le mareggiate dell'inverno 2008-2009 hanno assestato gravi colpi alla spiaggia che se verrà ancora interessata da violente mareggiate nei prossimi anni corre il rischio di venire dimezzata ulteriormente con seri problemi per l'ambiente naturale e l'economia turistica.



Figura 16: La figura in alto illustra la grave erosione verificatasi tra il 1954 e il 2000 che ha asportato completamente la spiaggia attorno all'Arco Naturale (vedi foto in basso a sinistra)che è stato esposto per molti anni all'azione distruttrice delle onde. Lo schema in basso a destra evidenzia la proposta di restauro geoambientale proposta dall'autore della presente nota neo 1991, tesa a conservare il monumento naturale mediante rinascimento con ghiaia protetto da una scogliera sommersa che avrebbe riprodotto la linea di riva del 1954..

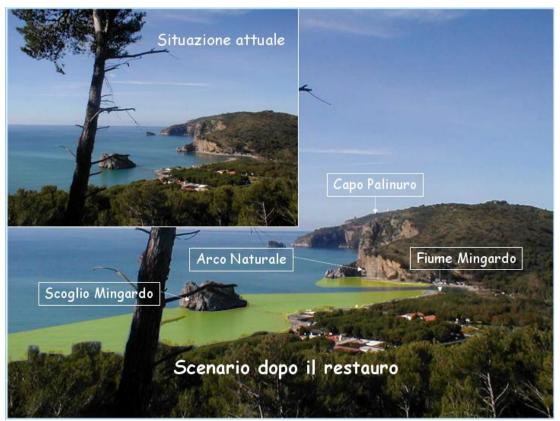


Figura 17: La foto in alto a sinistra illustra l'attuale morfologia costiera tra L'Arco Naturale e lo Scoglio del Mingardo. L'immagine in basso propone lo scenario dopo il proposto restauro geoambientale richiamato nella figura 16.

L'Arco Naturale di Palinuro, monumento ambientale famoso e di grande richiamo turistico, sta progressivamente disintegrandosi sotto i colpi delle onde e di interventi non adeguati realizzati in emergenza che dovrebbero essere tesi al consolidamento e a favorire la fruizione balneare dell'area. A niente sono serviti gli allarmi e i suggerimenti tecnico-scientifici lanciati fin dal 1991 dallo scrivente (figure 16 e 17). Anche i monumenti ambientali sono serviti per innescare finanziamenti per realizzare discutibili, inutili e a volte dannosi interventi di difesa. Anche a spese dell'Arco Naturale.



Figura 18: Pocket beach lungo la Costa degli Infreschi tra Marina di Camerota e Scario. Le foto consentono di apprezzare l'erosione dei sedimenti dal 1994 al 2006. I sedimenti sono costituiti da sabbia e ghiaia in superficie e da blocchi di roccia poggianti sul substrato carbonatico, al di sotto. Si tratta di depositi "fossili" dello spessore di 1-2 m accumulati durante i secoli scorsi in condizioni climatiche diverse da quelle che si sono avute dal 1900 ad oggi. Attualmente non vi è alcun rifornimento di sedimenti che rappresentano un patrimonio ambientale insostituibile naturalmente. La sabbia è progressivamente erosa ed asportata irreversibilmente dalla spiaggia mentre i ciottoli si spostano da un capo all'altro della pocket beach in una fascia di spiaggia sommersa che va dalla battigia fino alla batimetrica di -2, -3m. I ciottoli non sono trasportati oltre le punte rocciose che delimitano la pocket beach come riscontrato con rilievi subacquei diretti espletati in alcune decine di anni. Il volume dei sedimenti progressivamente diminuisce facendo affiorare i massi presenti al di sotto o direttamente il substrato rendendo. Conseguentemente, impossibile la balneazione. Le pocket beach della Costa degli Infreschi sono frequentate da migliaia di turisti ogni giorno, durante almeno due mesi, che raggiungono le bellissime spiagge a bordo di barconi gestiti da privati. Il fatturato annuo, connesso a tale fruizione balneare, è stimato di diversi milioni di euro; esso è evidentemente dipendente dalla balneabilità delle pocket beach. L'ulteriore progressiva erosione dei sedimenti saabbiosi e ghiaiosi potrebbe mettere in crisi tale economia turistica nel giro di alcuni anni in relazione alle possibili mareggiate di libeccio.

Tra Marina di Camerota e Scario si snoda un tratto di costa rocciosa (Costa degli Infreschi) di circa 15 chilometri lineari di lunghezza, arricchita da numerose pocket beach (figura 18) frequentate da decine di migliaia di turisti durante la stagione balneare. Queste spiagge sono state ampliate dal rifonimento naturale di sedimenti durante la Piccola Età Glaciale e da alcune decine di anni, essendo finita l'alimentazione di sabbia e ghiaia, è iniziato il loro naturale smantellamento da parte del moto ondoso. Tali spiagge costituiscono la base di una serie di attività connesse al trasporto via mare dei turisti (abbiamo stimato un fatturato di circa 10-15 milioni di Euro l'anno).

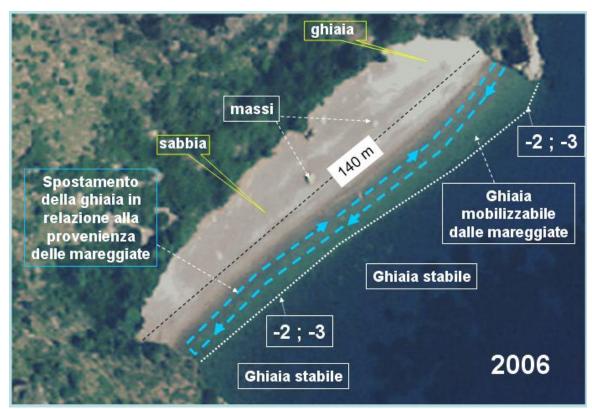


Figura 19: Morfologia e tipo di sedimenti che caratterizzano la spiaggia emersa e sommersa di una pocket beach della Costa degli Infreschi. E' rappresentato il percorso dei sedimenti ghiaiosi lungo una fascia che giunge fino a 2-3 metri di profondità da un estremo all'altro della spiaggia.



Figura 20: Le immagini illustrano (da sinistra verso destra) le tipiche modificazioni della morfologia e della conseguente non balneabilità delle pocket beach della Costa degli Infreschi in seguito alla progressiva erosione dei sedimenti sabbiosi e ghiaiosi che ricoprono il substrato

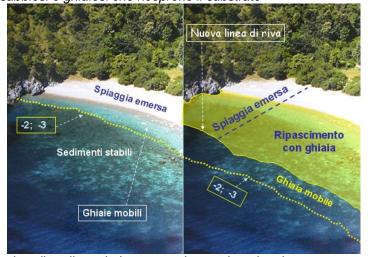


Figura 21: Morfologia e tipo di sedimenti che caratterizzano la spiaggia emersa e sommersa di una pocket beach della Costa degli Infreschi (a sinistra). L'immagine a destra propone lo scenario della spiaggia emersa e sommersa dopo il proposto restauro geoambientale mediante ghiaia dello stesso tipo di quella attualmente presente sulla spiaggia.



Figura 22: Scario dispone di pochi metri lineari di spiaggia a nord ovest del porto e di piccole spiagge a sud est dove la qualità dell'acqua è molto scadente (immagine a sinistra). In pratica non ha spiagge. I fondali sono favorevoli ad un ripascimento con ghiaia selezionata in modo da restaurare spiagge balneabili che garantirebbero la difesa costiera e la fruizione balneare nonché il recupero di una fascia di retro spiaggia attrezzabile con servizi, verde attrezzato, piste ciclabili e pedonali e parcheggi necessari alle attività turistiche (immagine a destra). Il ripascimento con ghiaia selezionata andrebbe perfezionato con una serie di pennelli fatti d blocchi di roccia simile a quella affiorante in modo da riprodurre morfologie simili a quelle delle pocket beach naturali che individuano tratti di spiaggia nei quali possono essere spostati i sedimenti ghiaiosi.

La loro progressiva erosione determinerà un crollo irreversibile di tali attività. E l'Autorità Costituita non interviene?

Purtroppo è già intervenuta tra Policastro e Capitello realizzando opere di difesa costiera mal progettate che, senza una preventiva, anche se obbligatoria, valutazione del loro impatto ambientale, hanno provocato il dissesto di mezza sede dell'unica strada costiera che serve il Golfo di Policastro (figure da 12 a 17).



Figura 23: Litorale del Golfo di Policastro compreso tra la foce del fiume Bussento e Capitello gravemente interessato dagli interventi umani lungo la spiaggia. Negli anni 70 dello scorso secolo fu realizzato il porto lungo la spiaggia, in sinistra orografica del fiume Bussento in una posizione non idonea in quanto avrebbe interrotto il trasporto di tutto i sedimenti da ovest verso est destabilizzando irreversibilmente tutta la spiaggia fino a Capitello. La facile previsione si è avverata per cui dopo qualche anno è iniziata una grave e progressiva erosione che ha provocato danni seri alle proprietà private e pubbliche. Ad ovest del porto è avvenuto il previsto rinascimento che provocato l'ampliamento della spiaggia di varie decine di metri. Il tratto di costa in corrispondenza della foce del fiume Bussento è stato pure interessato da progressiva erosione in quanto il corso d'acqua non trasporta sedimenti sufficienti a contrastare l'erosione marina. Ad est del porto sono state costruite varie difese costiere tipo barriere emerse parallele, oblique e radenti che hanno mitigato in parte, ma non interrotto, i fenomeni erosivi. Ad est del tratto di costa protetto in pochi anni si è verificata un'erosione di circa 100 m di terra emersa per cui negli ultimi anni è stato realizzato un primo intervento di difesa costiera da parte della Provincia di Salerno e un secondo da parte dell'Autorità di Bacino, entrambi senza la preventiva benché obbligatoria valutazione dell'impatto ambientale.

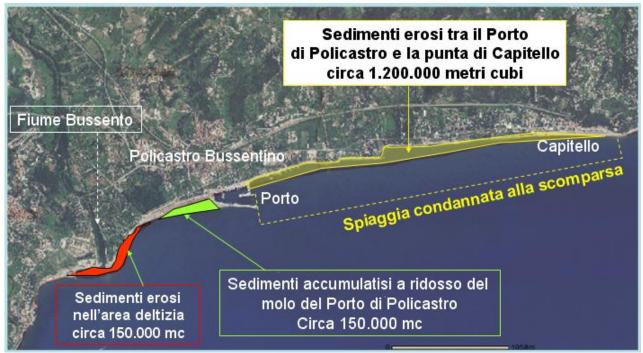


Figura 24: Evidenza e quantizzazione del danno ambientale finora arrecato dagli errati interventi umani tra la foce del Fiume Bussento e Capitello.



Figura 25: Il litorale tra la foce del fiume Bussento e Capitello è stato fortemente e gravemente aggredito dall'uomo con interventi ambientalmente insostenibili come il porto di Policastro Bussentino. Il porto ha creato una nuova economia locale ma ha distrutto circa 3500 metri di spiaggia con la connessa economia consolidata e potenziale. L'immagine illustra l'ubicazione degli interventi pubblici attuati o approvati. I tratti gialli saranno interessati dalla realizzazione di barriere radenti che non restaureranno le spiagge ma rappresenteranno una effimera difesa locale tipo "linea Maginot". La linea rossa sottile tratteggiata individua il tratto di spiaggia "sacrificato" inconsapevolmente (ma colpevolmente dai proponenti e realizzatori del porto) dalla costruzione del porto di Policastro Bussentino. La linea verde individua le barriere soffolte realizzate tra il 2007 e marzo 2008 dalla Provincia di Salerno in base ad un assurdo progetto, scientificamente e ambientalmente, naturalmente dotato di tutti i necessari mercenari certificati di validità. Il tratto azzurro individua il tratto di spiaggia irreversibilmente distrutto in poche ore durante una mareggiata di fine marzo 2008. La linea rossa spessa evidenzia le barriere sommerse realizzate dall'Autorità di Bacino senza una valutazione dell'impatto ambientale preventiva della validità dei due interventi insistenti sullo stesso tratto di spiaggia. I danni ambientali finora prodotti sono illustrati nelle figure seguenti.



Figura 26: Il riquadro bianco con linea tratteggiata della foto in alto individua il tratto di spiaggia di Capitello rappresentato nelle due immagini in basso che illustrano il litorale prima (foto a sinistra) e dopo la realizzazione della difesa costiera da parte della Provincia di Salerno.



Figura 27: L'immagine in alto illustra lo stesso tratto di spiaggia della figura 14 compreso tra il pennello che chiude la difesa costiera ad est e la Punta di Capitello. La figura in alto evidenzia la parte di spiaggia erosa mentre la foto in basso richiama l'attenzione sui danni arrecati alla sede dell'unica strada di collegamento lungo il Golfo di Policastro



Figura 28: Evidenza dell'impatto, previsto e annunciato dallo scrivente durante un dibattito tenutosi nell'agosto 2007 presso una emittente televisiva locale, della mareggiata di fine marzo 2008 sul litorale di Capitello ad est del pennello di chiusura delle opere di difesa costiera.



Figura 29: Evidenza degli ulteriori danni (19 febbraio 2009) provocati alla sede stradale (immagine a sinistra) ad est del pennello e del ripascimento avutosi ad ovest del pennello (immagine a destra). Il pennello è stato male posizionato in quanto avrebbe dovuto essere ubicato all'estremità orientale della spiaggia di Capitello in modo da difendere tutto il lungomare.

Dove non interviene l'erosione naturale ci pensa l'uomo.

In relazione all'accentuazione della diminuzione delle precipitazioni connessa al cambiamento climatico l'erosione naturale delle spiagge si aggraverà almeno nei prossimi 100 anni.

I progetti di difesa finora realizzati (solo barriere soffolte, quasi sempre male ubicate; il ripascimento con sabbia finora non è stato realizzato perché non sono stati trovati i giacimenti di sedimenti simili a quelli presenti sui litorali) e previsti sono stancamente ripetitivi e improntati ad una vetusta e innaturale geometria e servono solo a spendere facilmente denaro pubblico senza garantire un restauro geoambientale sostenibile e duraturo.

Non servono a conservare le spiagge in maniera duratura; per di più ne modificano in peggio la bellezza. Che fare in maniera intelligente e duratura mediante interventi di tipo naturale, sostenibili e non invasivi?

E' di primaria importanza bloccare la dispersione obliqua e concentrata della sabbia, ancora presente sulle spiagge, al fine di mitigare le perdite, specialmente nelle Pocket Beach.

Le spiagge, poi, hanno bisogno di una manutenzione annuale che, oltre a ripetuta pulizia, consenta di ripristinare la morfologia laddove i sedimenti tendono ad accumularsi solo da una parte come accade nelle Pocket Beach portualizzate di Marina di Camerota e Sapri e ad ovest del porto di Policastro Bussentino.

Le condizioni climatiche negative per la stabilità delle spiagge, di lungo periodo, impongono l'attuazione di interventi innovativi, di lunga durata e rispettosi della bellezza dei luoghi.

Se si vuole conservare la bellezza naturale bisogna riprodurre artificialmente, con sedimenti stabilizzanti e dello stesso tipo di quelli esistenti, il ripascimento attuato dalla natura durante la Piccola Età Glaciale.

L'esempio di intervento di ripascimento naturale e duraturo più recente è rappresentato dalla spiaggia di Vietri sul Mare che in una notte dell'ottobre 1954 fu ampliata mediamente di circa 100 metri grazie all'accumulo di 400.000-500.000 metri cubi di sedimenti ghiaioso-sabbiosi trasportati dalle colate detritiche innescate da un eccezionale evento piovoso.

Dal 1954 l'economia turistica di Vietri si basa su quel ripascimento. Sono state effettuate indagini geoambientali per individuare i "giacimenti" di sedimenti prelevabili nel rispetto dell'ambiente protetto restaurando anche aree modificate dalle cave.

Questa linea consentirebbe in alcuni anni di realizzare il restauro geoambientale duraturo delle spiagge del Cilento che possono essere riportate alle dimensioni che esse avevano alla fine della Piccola Età Glaciale incrementando sensibilmente la fascia di litorale ad altissimo valore ambientale e socio-economico. Per attuare tale linea occorrono responsabili delle pubbliche amministrazioni intelligenti e in grado di comprendere che l'ambiente e in particolare i monumenti naturali costieri (spiagge, Arco Naturale) nell'attuale fase di cambiamento climatico sono sottoposti a nuove modificazioni rapide e irreversibili. La generalità del fenomeno irreversibile evidenzia crudamente che difficilmente si troveranno risorse finanziarie pubbliche per realizzare gli interventi necessari.

Il Cilento ha la fortuna di avere ancora le acque costiere pulite ed essere in gran parte un Parco Naturale Nazionale per cui il restauro delle spiagge frutterebbe immediatamente in termini di difesa ambientale e di sviluppo sostenibile.

Occorrerebbe un piano di sviluppo ambientale pubblico in cui sia previsto il restauro delle cave, delle fasce fluviali e delle spiagge con il coinvolgimento di risorse finanziarie private che potrebbero trovare il loro tornaconto nella gestione di una parte del litorale restaurato.

Tanto per iniziare potrebbero essere progettati e realizzati alcuni interventi campione in spiagge diverse ma rappresentative delle varie tipologie presenti lungo le coste cilentane; in tal modo si possono perfezionare gli interventi e le regole con le quali attuare l'intervento ambientale integrato.

3.1. Restauro geoambientale duraturo e sostenibile, dal punto di vista naturalistico e socioeconomico, per le spiagge del Cilento

I circa 44 km di spiaggia sono gravemente minacciati da una incalzante ed irreversibile erosione marina.

In relazione all'accentuazione della diminuzione delle precipitazioni connessa al cambiamento climatico l'erosione naturale delle spiagge si aggraverà almeno nei prossimi 100 anni.

I progetti di difesa finora realizzati (barriere soffolte quasi sempre male ubicate e successivo ripascimento con sabbia finora non realizzato perché non sono stati trovati i giacimenti di sedimenti simili a quelli presenti sui litorali) e previsti sono stancamente ripetitivi e improntati ad una vetusta e innaturale geometria e servono solo a spendere facilmente denaro pubblico senza garantire un restauro geoambientale sostenibile e duraturo.

Non servono a conservare le spiagge in maniera duratura; per di più ne modificano in peggio la bellezza. Che fare in maniera intelligente e duratura mediante interventi di tipo naturale, sostenibili e non invasivi?

E' di primaria importanza bloccare la dispersione obliqua e concentrata della sabbia, ancora presente sulle spiagge, al fine di mitigare le perdite, specialmente nelle Pocket Beach.

Le spiagge, poi, hanno bisogno di una manutenzione annuale che, oltre a ripetuta pulizia, consenta di ripristinare la morfologia laddove i sedimenti tendono ad accumularsi solo da una parte come accade nelle Pocket Beach portualizzate di Marina di Camerota e Sapri e ad ovest del porto di Policastro Bussentino.

Le condizioni climatiche negative, di lungo periodo, per la stabilità delle spiagge, impongono l'attuazione di interventi innovativi, di lunga durata e rispettosi della bellezza dei luoghi.

Se si vuole conservare la bellezza naturale bisogna riprodurre artificialmente, con sedimenti stabilizzanti e dello stesso tipo di quelli esistenti, il ripascimento attuato dalla natura durante la Piccola Età Glaciale, cioè tra il l'inizio del 1700 e la fine del 1800.

L'esempio di intervento di ripascimento naturale e duraturo più recente è rappresentato dalla spiaggia di Vietri sul Mare che in una notte dell'ottobre 1954 fu ampliata mediamente di circa 100 metri grazie all'accumulo di 400.000-500.000 metri cubi di sedimenti ghiaioso-sabbiosi trasportati dalle colate detritiche innescate da un eccezionale evento piovoso.

Dal 1954 l'economia turistica di Vietri si basa su quel ripascimento.

Sono state effettuate indagini geoambientali per individuare i "giacimenti" di sedimenti prelevabili nel rispetto dell'ambiente protetto restaurando anche aree modificate dalle cave.

Questa linea consentirebbe in alcuni anni di realizzare il restauro geoambientale duraturo delle spiagge del Cilento che possono essere riportate alle dimensioni che esse avevano alla fine della Piccola Età Glaciale incrementando sensibilmente la fascia di litorale ad altissimo valore ambientale e socio-economico. Per attuare tale linea occorrono responsabili delle pubbliche amministrazioni intelligenti e in grado di comprendere che l'ambiente e in particolare i monumenti naturali costieri (spiagge, Arco Naturale) nell'attuale fase di cambiamento climatico sono sottoposti a nuove modificazioni rapide e irreversibili. La generalità del fenomeno irreversibile evidenzia crudamente che difficilmente si troveranno risorse finanziarie pubbliche per realizzare gli interventi necessari.

Il Cilento ha la fortuna di avere ancora le acque costiere pulite ed essere in gran parte un Parco Naturale Nazionale per cui il restauro delle spiagge frutterebbe immediatamente in termini di difesa ambientale e di sviluppo sostenibile.

Occorrerebbe un piano di sviluppo ambientale pubblico in cui sia previsto il restauro delle cave, delle fasce fluviali e delle spiagge con il coinvolgimento di risorse finanziarie private che potrebbero trovare il loro tornaconto nella gestione di una parte del litorale restaurato o dei sedimenti mobilizzabili.

Tanto per iniziare possono essere progettati e realizzati alcuni interventi campione in spiagge diverse ma rappresentative delle varie tipologie presenti lungo le coste cilentane; in tal modo si possono perfezionare gli interventi e le regole con le quali attuare l'intervento ambientale integrato.

Il ripascimento naturale di Vietri Marina avvenuto nell'ottobre 1954

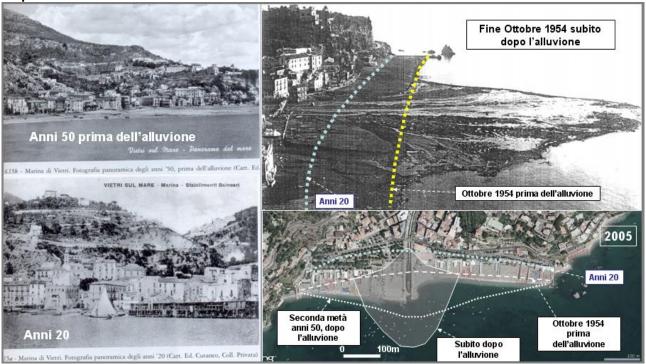


Figura 30: Ricostruzione delle modificazioni della morfologia del litorale di Vietri Marina tra gli anni 20 e il 2005. La foto in basso a sinistra illustra la spiaggia, di limitate dimensioni, negli anni 20. La foto in alto a sinistra evidenzia la spiaggia nei primi anni 50, prima dell'alluvione dell'ottobre 1954. Come si vede la spiaggia era più ampia rispetto agli 20 in seguito all'accumulo di sedimenti trasportati dal Torrente Bonea in occasione di eventi piovosi eccezionali. La foto in alto a destra illustra la morfologia della spiaggia subito dopo l'alluvione del 1954 che determinò un significativo incremento della spiaggia emersa valutato in circa 200 metri in corrispondenza della foce. Sono indicate le linee di riva degli anni 20 e 50 prima dell'alluvione. Si è stimato che il ripascimento è stato causato dall'accumulo rapido di circa 400.000-500.000 metri cubi di ghiaia e sabbia. La foto in basso a destra illustra la morfologia della spiaggia rilevata nel 2005; sono ricostruite le linee di riva degli anni 20 e anni 50 prima dell'alluvione e la linea di riva subito dopo l'alluvione nonchè la sua evoluzione nella seconda metà degli anni 50.

In seguito all'accumulo dei sedimenti trasportati dalle colate detritiche dell'ottobre 1954 si registrò un notevole incremento della pianura alluvionale di Vietri Marina, valutabile mediamente tra i 50 e 100 metri. Negli anni seguenti fu realizzata la sistemazione idraulica dell'alveo del Torrente Bonea mediante la costruzione di una struttura in calcestruzzo fino allo sbocco in mare. Dalla seconda metà degli anni 50 la morfologia della spiaggia è stata modificata dall'azione del moto ondoso che ha determinato il trasporto di una parte dei sedimenti verso il molo del porto di Salerno. La struttura in calcestruzzo dell'alveo del Torrente Bonea ha successivamente funzionato da pennello perpendicolare alla spiaggia difendendo dall'erosione la parte occidentale del litorale. La parte orientale, invece, è stata progressivamente erosa. La costruzione di un pennello all'estremità orientale della spiaggia ha contenuto l'erosione della parte orientale della spiaggia contenendo il volume di sedimenti che venivano progressivamente trasportati a ridosso del molo del porto di Salerno dove si è verificato un sensibile rinascimento.

La pianura alluvionale e la spiaggia incrementate dall'accumulo dei sedimenti nell'ottobre 1954 hanno rappresentato fino ad oggi, cioè per 55 anni, la base fisica ambientalmente compatibile e duratura che ha sostenuto lo sviluppo turistico di Vietri Marina. Si tratta, come è evidente, di un ripascimento naturale di durata pluridecennale, che può essere riprodotto con interventi ben progettati e realizzati in altre spiagge con caratteristiche morfologiche e meteo marine simili.

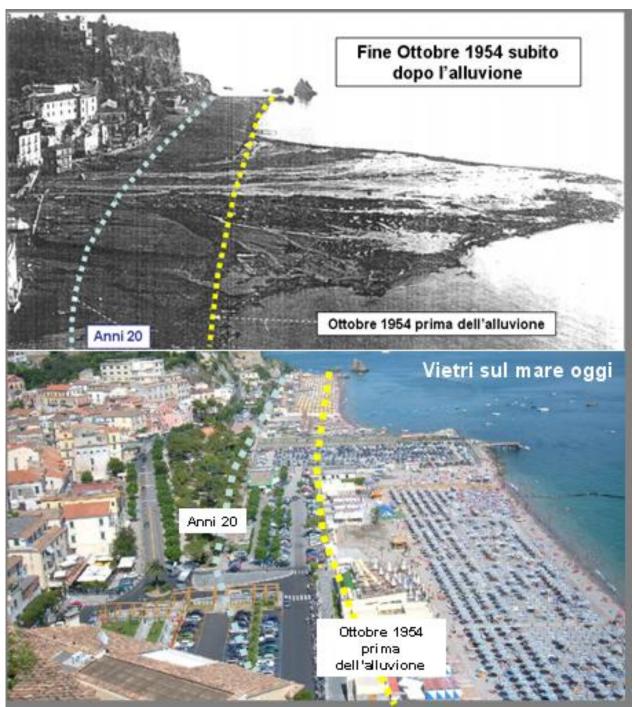


Figura 31: Evidenza della trasformazione fisica della pianura alluvionale dopo l'alluvione del 1954 (in alto) e suo successivo uso urbanistico e turistico (in basso).

L'intervento pilota sul fiume Alento a monte della diga di Piano della Rocca

E' stato eseguito uno studio preliminare per verificare dal punto di vista tecnico-scientifico se sia possibile prelevare i sedimenti ghiaioso-sabbiosi fossili presenti lungo il fondo valle del fiume Alento a monte della Diga di Piano della Rocca. Tali sedimenti fossili colmano il fondo valle con un volume stimato di diversi milioni di metri cubi e sono della stessa natura litologica e granulometria di quelli che costituiscono le spiagge balneabili del Cilento. Questi sedimenti sono definiti fossili in quanto deposti nelle ultime decine di migliaia di anni fa, in condizioni cliamatico-ambientali differenti da quelle attuali, direttamente al di sopra del substrato arenaceo-argilloso costituito dalle varie formazioni del Flysch del Cilento. Alla sommità dei sedimenti scorre il fiume Alento; anche prima della costruzione della diga le acque di ruscellamento, scorrendo in superficie, non mobilizzavano i sedimenti fossili aventi uno spessore stimato anche di oltre 10-15 metri.

A monte dell'invaso esiste una riserva di sedimenti che potrebbero essere prelevati e trasportati sulle spiagge per eseguire un ripascimento ambientalmente compatibile e duraturo, simulando l'evento avvenuto a Vietri Marina nel 1954.

E' stata analizzata la morfologia valliva a monte dell'invaso e sono stati valutati preliminarmente, sulla base delle sezioni naturali esposte e della morfologia valliva, i volumi esistenti nel fondo valle che è stato suddiviso in vari settori come evidenziato nella figura 32.



Figura 32

Lo studio preliminare evidenzia che complessivamente vi sono circa 8 milioni di metri cubi di sabbia e ghiaia che potrebbero essere eventualmente utilizzati per effettuare il rinascimento di circa 50 km delle spiagge del Cilento.

In base ai rilievi della morfologia delle spiagge sommerse delle spiagge del Cilento si stima che per eseguire un ripascimento che consenta di ottenere una nuova fascia di spiaggia emersa di 30 metri sarebbe necessario accumulare un volume di 150 metri cubi per ogni metro lineare di spiaggia. Per il ripascimento di 1 chilometro di spiaggia occorrono mediamente circa 150.000 metri cubi di sedimenti, come schematizzato nella figura 33.

La parte inferiore dei sedimenti da accumulare sull'originario fondale marino può essere costituita anche da sedimenti grossolani che rappresenteranno la fondazione dei sedimenti che costituiranno la parte visibile della spiaggia emersa.

Si valuta che circa il 50% dei sedimenti da accumulare sulla parte poggiante direttamente sul fondale possa essere rappresentato da sedimenti ghiaioso-sabbiosi di granulometria simile a quella che ha determinato il ripascimento naturale della spiaggia di Vietri sul mare.



Figura 33

Il ripascimento delle spiagge tipo Pocket Beach, spiagge di lunghezza inferiore a 200-300 metri incastrate nel substrato roccioso può essere effettuato solo mediante accumulo dei sedimenti differenziati granulometricamente. Il ripascimento delle spiagge con lunghezza superiore a 200-300 metri deve avvenire realizzando vari settori di spiaggia di lunghezza simile a quella delle pochet beach prima descritte. Tali

settori si possono ottenere realizzando dei pennelli perpendicolari alla spiaggia con blocchi di roccia simile a quella affiorante. I pennelli vanno realizzati con grandi blocchi disposti con la superficie pianeggiante verso l'alto in modo da rendere possibile la loro fruizione, hanno il ruolo di contenere i sedimenti all'interno del settore evitando che siano trasportati lungo la spiaggia e accumulati alla sua estremità sotto corrente o dispersi obliquamente. La profondità dell'acqua all'estremità dei pennelli deve essere di circa 3 metri, per evitare che i sedimenti ghiaiosi siano trasportati al di fuori del settore, come si verifica nelle pochet beach. Il volume di roccia occorrente per la realizzazione di un pennello è stimato di circa 900 metri cubi.



Figura 34: Schema delle principali spiagge che potrebbero essere interessate dal ripascimento. Nella valle del Fiume Alento, a monte della diga di Piano della Rocca nell'area indicata con P, vi sono circa 8 milioni di metri cubi di sedimenti (ghiaia e sabbia) fossili uguali a quelli che si trovano sulle spiagge, che non sarebbero arrivati e che non arriveranno mai al mare. Un piano di restauro ambientale può consentire di prelevarli e trasportarli sulle spiagge garantendo un restauro duraturo per decine di anni. Il prelievo aumenterebbe la capacità d'invaso del bacino incrementando la risorsa idrica disponibile per usi plurimi. L'area di prelievo può essere restaurata con aree umide a vantaggio di fauna e flora, percorsi attrezzati per escursioni e osservazioni naturalistiche.

La valutazione del volume dei sedimenti va effettuata con una indagine stratigrafica, sedimentologica e litologica mediante l'esecuzione di scavi e sondaggi meccanici integrati da indagini geofisiche e di laboratorio.

L'area che eventualmente sarebbe interessata dal prelievo dei sedimenti deve essere adeguatamente interessata da un restauro ambientale, idrogeologico ed idraulico definito in base alle indicazioni di tutte le Istituzioni ed Enti interessati.

Le spiagge che potrebbero essere interessate dall'intervento di restauro ambientale nell'ambito di un progetto pilota possono essere individuate tra Pioppi e Marina di Camerota.

Si ricorda che secondo un progetto di difesa costiera predisposto dall'Autorità di Bacino Sinistra Sele da realizzare a Pioppi e lungo il litorale velino è previsto il ripascimento con sabbia calcareo-dolomitica da prelevare nelle cave di Montesano sulla Marcellana, nel Vallo di Diano, dove la roccia presenta il classico colore bianco osservabile in località Arena Bianca. E' evidente l'incompatibilità litologica e cromatica. Ciò nonostante la pubblica istituzione ha ritenuto valido il progetto poiché non ha intravisto alcuna possibilità di effettuare il ripascimento con sedimenti simili per colore e litologia a quelli già esistenti sul litorale.

Tale considerazione esalta la proposta qui esposta di realizzare un progetto integrato di restauro e riqualificazione ambientale messo a punto con la collaborazione sinergica di tutti gli Enti e Istituzioni pubbliche diversamente competenti sul territorio. Si consideri che il trasporto della sabbia calcareo-dolomitica dal Vallo di Diano fino al litorale velino con autotreni prevede il ricoprimento di una distanza di circa 90 km; la distanza esistente dal corso dell'Alento a monte dell'invaso di Piano della Rocca è di 25 chilometri circa. E' evidente il risparmio che si avrebbe e l'entità del ridotto inquinamento conseguente al tragitto più breve dall'Alento al mare.

Il prelievo programmato e controllato dei sedimenti immediatamente a monte dell'invaso di Piano della Rocca aumenterebbe la capacità d'invaso di alcuni milioni di metri cubi e determinerebbe le condizioni per la realizzazione di alcune oasi umide nella valle dell'Alento a monte della diga.

Franco Ortolani, Ordinario di Geologia già docente dell'Università di Napoli Federico II, associato a CNR-ISAFOM, Ercolano;
Silvana Pagliuca, Ricercatrice CNR-ISAFOM, Ercolano