

COMUNE DI SANTA MARINA SALINA

(MESSINA)

FATTIBILITA', AGGIORNAMENTO E MODIFICA DEL PIANO REGOLATORE DEL PORTO

È copia conforme a quello adottato con delibera
consiliare n. 46 del 19-4-1985 approvata dalla
C.P.C. nella seduta del 24-6-1985 n. 44164/43568 gr. 8.

S. Marina Salina, li 25-3-1986

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

All. 8.1 - Analisi dell'impatto ambientale. Relazione.



Palermo

6 FEB. 1986

REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE
CONSIGLIO REGIONALE DELL'URBANISTICA

VISTO: CON RIFERIMENTO AL PROPRIO VOTO

N. 821 del 28-11-86

IL SEGRETARIO

IL SINDACO



Redatto da:

Ing. M. Napolitano



REGIONE SICILIANA

Assessorato del Territorio e dell'Ambiente

IL PRESENTE DOCUMENTO COSTITUISCE ALLEGATO

AE D. A. N.°

606/87

DEL

17/4/87

L'ASSESSORE

RELAZIONE

IL SINDACO

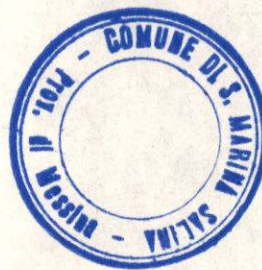


IL SEGRETARIO COMUNALE




INDICE DELLA RELAZIONE

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



INDICE

1 - LA PIATTAFORMA CONTINENTALE	Pag. 1
2 - L'ORIGINE DEI MATERIALI LITORANEI	" 3
3 - LE FORME DELLA COSTA	" 7
4 - LE AZIONI DELLE CORRENTI E DELLE ONDE	" 12
5 - I TIPI FONDAMENTALI DEL TRASPORTO PER EFFETTO DEL MOTO ONDOSI	" 15
6 - LO STATO ATTUALE DEI LITORALI	" 21
7 - I FATTORI DETERMINANTI IL DEGRADO LITORANEO	" 26
8 - GLI INTERVENTI DI PRESIDIO E RECUPERO DEI LITORALI	" 40
9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	" 54

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

to l'azione combinata di diversi agenti, vengono ad innescar_ si quei movimenti capaci di determinare la continua evoluzio_ ne alla quale tutti i litorali sono sottoposti in modo più o meno intenso.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

2-L'ORIGINE DEI MATERIALI LITORANEI

Il materiale solido giunge alla piattaforma continen_ tale attraverso diverse vie a seconda della sua origine. Ed è appunto con riferimento all'origine dei materiali de_ tritici che, qui di seguito, si riporta una schematica classificazione:

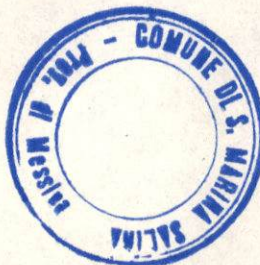
a) Materiali dovuti alle torbide fluviali.

Vengono raccolti lungo le pendici del bacino inciso dal corso d'acqua e come tali possono essere quindi agevol_ mente individuati. I granelli che costituiscono gli ap_ porti detritici hanno già subito da parte della corren_ te fluviale un'azione demolitrice e selezionatrice; essi risultano, quindi, già parzialmente levigati e la loro frazione a granulometria più grossa sarà costituita dal materiale più resistente o da quello più tardivamente trascinato dalla corrente.

b) Materiali dovuti alla disgregazione del litorale stesso da parte delle onde, del vento, o di altri agenti atmo_ sferici.

Com'è evidente, il moto ondoso rappresenta usualmente l'a_ gente di maggiore efficacia disgregatrice. Più raramente,

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

viceversa, risultano prevalenti gli effetti dovuti a fattori meteorici; l'acqua piovana, infatti, infiltrandosi nelle fessure eventualmente presenti nella roccia, può produrre lesioni sempre più grandi fino a causare sgretolamenti.

- c) Residui di origine biologica, dovuti cioè alla flora e alla fauna marina.

Possono essere facilmente individuati in numerosi tratti di litorale ricchi di conchiglie e di frammenti silicei o calcarei di alcune spugne ed alghe, in un più o meno avanzato stadio di deterioramento.

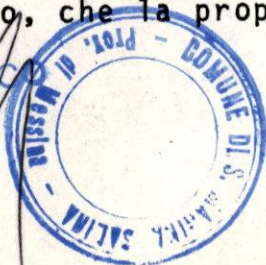
- d) Materiali dovuti a fenomeni vulcanici e tellurici.

Limitatamente alle aree che risultano sede di attività vulcanica, è opportuno osservare che, sovente, si tratta di un vero e proprio apporto di materiale che resta poi sottoposto all'azione demolitrice del mare.

I fenomeni tellurici, viceversa, determinano la modifica della linea di costa per il reciproco innalzamento o abbassamento della terraferma rispetto al livello medio del mare.

A questa succinta esposizione bisogna aggiungere, come è ovvio, che la proporzione tra le varie aliquote di

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

materiale provenienti da tali diverse origini può variare profondamente da una zona all'altra.

Nella generalità dei casi, l'elemento prevalente è costituito da materiali di apporto fluviale, trasportati sia in sospensione sia per trascinamento. L'esatta valutazione dell'entità del trasporto solido su un corso d'acqua risulta, com'è noto, estremamente complesso poiché dipende, da un lato dalla disponibilità di materiale trasportabile, funzione della permeabilità, della morfologia, della consistenza del manto vegetale, del regime pluviometrico del bacino imbrifero e, dall'altro, dalla capacità di trasporto del corso d'acqua stesso, funzione della portata e quindi degli stessi fattori da cui dipende l'erosione potenziale e dal grado di saturazione della corrente.

L'entità di materiale prodotto dall'erosione di coste alte dipende direttamente dalla configurazione morfologica del paraggio, dalla sua esposizione rispetto ai marosi, dalla consistenza della roccia aggredita, dall'energia posseduta dalle onde nelle mareggiate più frequenti ed in quelle eccezionali.

Per ciò che concerne i materiali di origine organica,

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

va detto che essi presentano in generale un limitatissimo rilievo, almeno nel bacino del Mediterraneo e, in ogni caso, possono assumere una qualche importanza solo in zone ristrette, per le quali è necessaria una conoscenza specifica.

Lo stesso potrà dirsi riguardo all'apporto di materiale conseguente a fenomeni vulcanici od orogenetici, se si fa eccezione per i processi eruttivi particolarmente intensi e significativi solo in certe isole minori come Stromboli, e per i bradisismi, verificatisi anche recentemente presso Pozzuoli.


IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE 

3 - LE FORME DELLA COSTA

Le zone costiere sono soggette all'azione di forze molto intense ed i processi che vi hanno sede sono estremamente complessi e di diversa natura.

Una prima semplice e immediata, ma fondamentale, differenza deve essere fatta fra coste basse e coste alte, poiché non solo è profondamente diversa la loro origine ma anche il loro modo di interazione con i diversi fattori capaci di determinarne l'evoluzione.

La Fig. 2, nel riportare in forma schematica i tratti essenziali che possono essere riconosciuti nel profilo trasversale, indica la terminologia relativa ai diversi elementi che compaiono in una costa bassa.

Una tale forma è tipica dei litorali in cui risultano prevalenti gli apporti dovuti alle torbide fluviali.

Per le coste erte (Fig.3), come cennato, risulta determinante l'azione disagregatrice delle onde. Il materiale prodotto può, in taluni casi, rimanere ai piedi della scogliera, formando una protezione dall'ulteriore azione delle onde; in altri, può essere asportato favorendo il ripascimento delle zone costiere limitrofe. In quest'ultimo caso, la costa


IL SINDACO




IL SEGRETARIO COMUNALE

scoscesa viene ancora esposta a sempre nuove disgregazioni dovute all'incalzare delle onde; si innesca, così, un lento ma inesorabile processo ripetitivo.

Una ulteriore, più sottile classificazione può essere fatta in base alle variazioni relative del livello del mare rispetto alla terra nel corso di periodi geologici recenti:

- a) coste di sommersione con penetrazione dell'acqua normalmente alla costa (fiordi) e parallelamente alla stessa;
- b) coste di emersione, che comportano sovente delle barre che formano cordoni litorali e lagune;
- c) coste di tipo neutro: coralline, alluvionali, vulcaniche;
- d) coste di tipo misto, risultanti da più variazioni reciproche del livello del mare e della terra.

Un'altra classificazione può essere basata sui tratti caratteristici eventualmente visibili, senza fare ipotesi sull'origine:

- a) le coste primarie e giovani, la cui configurazione è dovuta ad agenti non marini (erosione terrestre, modellamento per agenti alluvionali terrestri, azione dell'attività vulcanica, deformazioni tettoniche);
- b) coste secondarie o allo stadio di maturità il cui modellamento risulta dall'azione di elementi marini.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

Le coste che maggiormente interessano in questa sede, sono quelle basse poichè risultano capaci di subire profonde modificazioni in tempi assai brevi; esse sono in generale costituite da:

- a) ciottoli, dovuti all'usura dei blocchi del litoarale;
- b) sabbia, che può essere costituita da quarzo, mica, conchiglie;
- c) limo, formato da un miscuglio di sabbia fine e materiale organico legato da sostanze colloidali che formano dei fiocchi, talvolta in sospensione ma più sovente depositati.

L'agitazione del mare rimuove senza sosta il materiale del fondo che si dispone secondo profili trasversali sostanzialmente stabili solo nei tempi molto lunghi, allorchè ai movimenti del mare potrà assegnarsi carattere di permanenza. Quando la spiaggia è costituita da materiali di granulometria diversa vi è la tendenza dei materiali più fini ad essere portati verso il largo, come si può osservare nella Fig. 4.

La pendenza e le dimensioni degli elementi costitutivi di una spiaggia tendono ad equilibrarsi secondo profili di massima stabilità; si constata, infatti, che le spiagge con

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

pendenza maggiore sono quelle costituite dal materiale più grossolano. Si può anche osservare che nel continuo dinamismo delle zone litoranee i vari materiali vanno in cerca di posizioni di stabilità in cui possano permanere il più a lungo possibile. Essi, infatti, si spostano e si ripartiscono, a seconda del loro volume e del loro peso, in quelle zone nelle quali l'azione di trascinamento dovuto al moto ondoso è paragonabile alla resistenza che i granuli oppongono al moto.

Il profilo limite di equilibrio comporta, a partire dall'estremo della piattaforma continentale:

- a) una parte concava, sempre sommersa, che si estende fra lo zoccolo continentale e la linea di frangimento;
- b) una zona, in parte emersa e in parte sommersa, con pendenze generalmente comprese fra 1% e 5% e con valori estremi di 0,2% e 15%.
- c) una zona scoscesa sempre emersa, al limite dell'azione delle onde.

L'andamento del profilo limite o di equilibrio dipende:

- a) dalle caratteristiche delle onde (ampiezza, periodo, lunghezza, direzione di provenienza);
- b) dalle correnti presenti (longitudinali, di marea, etc);

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

- c) dalle caratteristiche del materiale (densità, granulome_ tria, forma, durezza, etc.);
- d) dalla presenza di zone rocciose, banchi vegetali o coral_ lini, secche, etc..

A parità di condizioni, tanto più un profilo è instabi_ le, tanto maggiore sarà la quantità di trasporto longitudi_ nale, poiché la natura tende a disporre le sue forme secon_ do sempre nuove condizioni di equilibrio.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

4 - LE AZIONI DELLE CORRENTI E DELLE ONDE

L'erosione di alcune zone e il ripascimento di altre dipendono direttamente dal trasporto d'insieme causato dagli effetti combinati delle correnti e del moto ondoso.

Alcuni AA. ritengono che si possano paragonare le onde a macchine scavatrici e le correnti a dei nastri trasportatori; le onde mettono in sospensione il materiale che le correnti successivamente trasportano. La velocità delle correnti, infatti, molto raramente raggiungono valori tali da potere rimuovere il materiale giacente sul fondo. Altri ipotizzano, invece, che il trasporto del materiale del mare sia dovuto esclusivamente alle correnti di diversa natura.

Invero, anche in assenza di correnti ma in presenza di moto ondoso, il materiale non solo viene distaccato dal fondo, ma anche trasportato ad una notevole distanza; ciò dimostra che le onde, anche da sole, sono capaci di trasportare il materiale.

Più realisticamente il trasporto delle particelle, sotto l'azione combinata delle onde e delle correnti, si mantiene pressoché costante al variare delle profondità sino

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

ad un certo limite che divide il materiale trasportato esclusivamente per sospensione, e quindi prevalentemente dalle correnti, da quello trasportato contemporaneamente per sospensione e per trascinamento di fondo o saltazione, (Fig. 5), e cioè dal moto ondoso.

Il movimento di materiale è governato pertanto da leggi diverse a seconda che esso avvenga per effetto delle correnti o del moto ondoso. Nel primo caso il materiale, di dimensioni assai minute, muove con velocità pressoché pari a quella della corrente che lo trasporta; nel secondo, che si riferisce al materiale più grossolano, si muove con una velocità molto più bassa di quella del vettore idraulico-marittimo che dipende, tra l'altro, dalle caratteristiche geometriche del fondo. Il movimento per trascinamento dipende, infatti, dai seguenti fattori:

- a) profilo ed estensione della zona dei frangenti;
- b) natura e dimensioni degli elementi costitutivi del materiale della zona;
- c) morfologia della zona e sue omogeneità, con particolare riguardo alla eventuale presenza di ostacoli;
- d) caratteristiche delle onde in arrivo;

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

e) possibilità di verificarsi, nelle zone adiacenti alla costa, di particolari correnti generate dal moto ondoso.

L'influenza dei primi tre fattori è evidente. Una spiaggia dolcemente acclive e molto estesa dovrebbe subire, a parità di altre condizioni, un'azione di trasporto longitudinale meno intensa di una spiaggia ripida sulla quale l'energia delle masse d'acqua in movimento si esaurisce in uno spazio sensibilmente minore e quindi con maggiore violenza unitaria.

Con riferimento all'influenza del fenomeno ondoso che in ogni caso risulta capace di determinare sulle coste basse evoluzioni di gran lunga più rapide rispetto alle correnti, è necessario distinguere le onde distruttive da quelle costruttive. Le prime spostano il materiale della spiaggia sino ad una notevole profondità e agiscono generalmente nei periodi di tempesta. Le seconde agiscono in condizioni meteorologiche normali e tendono a riportare verso riva il materiale allontanato dalle onde distruttive.

Si osservi che la fase distruttiva, conseguente alle onde di tempesta, si sviluppa nell'ambito di qualche ora, mentre quella costruttiva, dovuta alle onde di buon tempo, si esplica nello svolgersi di alcuni mesi.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

5 - I TIPI FONDAMENTALI DEL TRASPORTO PER EFFETTO DEL MOTO ONDOSO

L'agitazione ondosa produce, all'interno della massa liquida, una serie di moti più o meno regolari del materiale solido incoerente presente in essa. Questi moti, poiché in generale non sono oscillatori e simmetrici, causano il trasporto del materiale.

Per un approccio elementare al fenomeno può essere opportuno distinguere il trasporto in longitudinale e trasversale, cioè rispettivamente parallelo e normale alla linea di riva. Questa suddivisione che è senz'altro utile per affrontare lo studio del problema in discorso, è tuttavia solo schematica e molto semplificativa poiché, nella realtà, è difficile stabilire un netto confine fra i due tipi di trasporto, specialmente in quei casi in cui possono rilevarsi elementi di entrambi. L'approccio consente, comunque, di ottenere risultati di una certa attendibilità, almeno sotto l'aspetto qualitativo, poiché rappresenta almeno i fenomeni evolutivi di carattere prevalente cui è soggetto un litorale.

In linea di massima si può dire che, se l'angolo fra

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

il fronte d'onda e la linea di spiaggia non supera i 5° , si può parlare di attacco frontale; se risulta invece compreso fra i 5° e 10° iniziano a manifestarsi, in misura crescente con l'angolo, i fenomeni di trasporto longitudinale che prendono decisamente il sopravvento allorquando l'angolo supera i 10° .

I fenomeni a prevalente trasporto longitudinale si manifestano essenzialmente nelle spiagge aperte ad andamento pressoché rettilineo direttamente esposte all'azione del mare, come accade in alcuni tratti della costa meridionale della Sicilia.

Questo tipo di trasporto, in pratica, è dovuto alla evoluzione subita dalle onde nell'avvicinarsi alla riva. La rifrazione di un treno d'onde in prossimità di una spiaggia è la causa prima dell'esistenza di una componente parallela alla costa dell'energia connessa al moto ondoso (Fig. 6). Ma è lungo la linea di frangimento di onde oblique rispetto alla riva che si determina, per effetto dell'intensa azione turbolenta, una vistosa corrente chiamata "long-shore", la cui massima velocità si verifica lungo la prima linea dei frangenti. In realtà, non si tratta di una corrente vera e propria, nel senso comune del termine, ma di un moto legger-

IL SINDACO

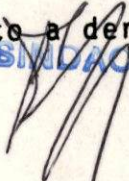


IL SEGRETARIO COMUNALE

mente pulsante lungo traiettorie più o meno elicoidali a piccolo passo. Il massimo tenore di sabbia messa in moto dalla "long-shore current" non si verifica generalmente nel punto in cui è massima la velocità, ma varia lungo il profilo trasversale della spiaggia secondo un andamento che dipende, fra l'altro, dalle dimensioni dei grani.

Più in particolare, per onde frangenti su sabbia sottile, si può ritenere che il tenore di materiale in sospensione presenti il massimo in corrispondenza della prima linea di frangimento; presenti poi un massimo secondario fra quest'ultima e la linea di riva, mentre è possibile osservare una brusca riduzione di concentrazione allontanandosi verso il largo (Fig. 7). Le "long-shore currents" sono state ampiamente studiate da diversi AA. che hanno fornito alcune formule per il calcolo della loro velocità media; queste, però, risultano di difficile applicazione per l'introduzione di coefficienti non semplici da determinare.

Un altro aspetto del trasporto longitudinale anch'esso derivante dall'incidenza obliqua delle onde, è il "beach drifting" dovuto al fenomeno di flusso e riflusso che si manifesta nella zona di spiaggia su cui si sviluppano i frangenti. Il trasporto, in questa zona, avviene con un movimento a dente di sega con carattere oscillatorio molto


S. M. S. S. S.




IL SEGRETARIO COMUNALE

accentuato e nella stessa direzione delle "long-shore currents" (Fig. 8).

Per la valutazione globale del trasporto solido longitudinale sono state proposte parecchie formule prevalentemente empiriche e con limiti di applicabilità spesso molto restrittivi. In ogni caso, è ormai comunemente accettato un legame di proporzionalità diretta, a parità di angolo di incidenza del fronte d'onda, tra la quantità di materiale trasportato e l'energia dell'onda.

I fenomeni a prevalente trasporto trasversale si manifestano, invece, in spiagge attaccate da fronti d'onda paralleli alla linea di riva; ciò è possibile, per periodi prolungati, solo in spiagge protette di forma semiellittica circa e poco acclivi in cui il fenomeno della rifrazione ha il tempo di deformare opportunamente le onde provenienti dal largo.

Secondo uno schema estremamente semplificato, anche il trasporto trasversale può avvenire per trascinamento di fondo o in sospensione. In ogni caso, la causa di questo movimento è da ricercare nel fatto che le traiettorie delle particelle, in seno alla massa fluida interessata dal moto ondoso, si deformano sempre più procedendo verso riva, tenden-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

do ad aprirsi (Fig. 9). Teorie quali quelle di Stokes e Longuett-Higgins, che studiano il moto del fluido in profondità finita, contribuiscono a spiegare il meccanismo del movimento trasversale della sabbia in sospensione, almeno fino alla linea dei frangenti ove, per il mutato cinematismo, si creano la barra e la fossa di levigazione (Fig. 10).

Come già cennato, quando il mare ha modo di agire per un certo periodo di tempo con caratteristiche sufficientemente costanti, il profilo trasversale della spiaggia tende ad una configurazione limite che si raccorda alle profondità abissali in un punto al di là del quale il movimento della sabbia non è più apprezzabile. Tale punto si sposterebbe verso fondali maggiori al crescere della ripidità dell'onda, ovvero del rapporto fra l'altezza e la lunghezza. E, d'altra parte, dallo studio dei profili di equilibrio si deduce che la pendenza delle spiagge, per una sabbia di fissata granulometria, diviene più dolce all'aumentare della ripidità dell'onda. Questo secondo evento, prevalendo quasi sempre sul primo, giustificherebbe il fatto che le spiagge si ritraggono nella stagione in cui i marosi sono più violenti (Fig. 11).

Per quanto riguarda, infine, la determinazione della

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

portata solida trasversale è stato proposto un insieme di formule, ognuna con un proprio ristretto campo di validità, alcune delle quali sono frutto di laboriosi calcoli idrodinamici, mentre altre sono state ottenute cercando di applicare ai fenomeni di moto ondoso alcuni concetti delle correnti in moto uniforme, ma con risultati spesso deludenti.

Dalle cose seppur succintamente esposte, si deduce che lo studio del futuro assetto di un litorale si presenta assai complesso sia per l'elevato numero di parametri che entrano in gioco, sia per la loro variabilità nel tempo e nello spazio, sia per la particolare interdipendenza con cui si manifestano i numerosi fenomeni, legati non solo a fattori naturali ma anche antropici, che ne determinano la tendenza evolutiva. Ciò induce ad una osservazione sempre molto attenta dell'ambiente naturale e della sua apparente evoluzione, in conseguenza delle modificazioni che vi sono state apportate acciocché possa svilupparsi un modello di previsione basato su considerazioni teoriche sufficientemente suffragate dalla realtà, senza mai dimenticare che la teoria, da sola, è come la polvere sugli occhiali: diminuisce la vista.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

6 - LO STATO ATTUALE DEI LITORALI

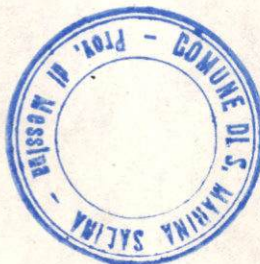
La prima necessaria condizione per la conservazione di una spiaggia è, ovviamente, la disponibilità di una adeguata alimentazione detritica. Alla carenza di apporti detritici consegue, infatti, la regressione della linea di riva, che cerca la sua stabilità su fronti più arretrati.

I materiali che giungono al mare, trasportati da un vettore idraulico-marittimo, si muovono lungo la costa tendendo a depositarsi in quei luoghi dove la capacità di trasporto del vettore stesso tende a sfumare.

Per affrontare il problema della previsione delle eventuali zone di deposito o di erosione, occorre, quindi, eseguire un bilancio che miri a confrontare, da un lato la capacità di trasporto del vettore idraulico-marittimo e, dall'altro, la disponibilità di materiale trasportabile; ciò poiché, come è intuitivo, sarà sempre il minore dei due fattori a determinare l'andamento del fenomeno.

Là dove, cioè, pur esistendo condizioni idraulico-marittime idonee a generare un vettore dotato di una notevole capacità di trasporto manchino, o risultino di modesta entità, i materiali da trasportare, non potranno che esserci blandi

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

e contenutissimi fenomeni evolutivi della geomorfologia costiera e subacquea. Una situazione perfettamente analoga si verificherebbe allorquando, viceversa, si presentassero abbondanti materiali trasportabili posti a fronte di modestissime capacità di trasporto del vettore idraulico-marittimo.

Un litorale presenta, pertanto, un equilibrio sempre instabile in quanto soggetto a sensibili variazioni conseguenti al mutare delle cause che lo determinano.

L'assetto generale della conformazione costiera affonda, infatti, le sue radici nelle evoluzioni climatiche e nei movimenti orogenetici determinatisi nelle passate ere geologiche. Ulteriori profonde variazioni si sono manifestate in epoca storica, sia, in parte, a seguito delle variazioni di piovosità, sia, soprattutto, del profondo mutamento che si andava determinando nel manto forestale in seguito ad una sempre più incisiva azione antropica.

Tali condizioni portarono ad una fase di avanzamento dei litorali, che si protrasse fino ai primi decenni del Novecento.

In questi ultimi lustri si assiste, viceversa, ad un

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

progressivo innescarsi di fenomeni erosivi su tutto il litorale nazionale. Le cause che li determinano sono ol_ tremodo complesse poiché accanto alle erosioni naturali, si è aggiunta sempre più vistosa, come fattore di impor_ tanza fondamentale, l'azione dell'uomo.

Il problema della conoscenza dell'evoluzione dei lito_ rali sorge, in forme ormai drammatiche, in questi anni recenti, dacché si sono sviluppate le grandi vie di comu_ nicazione e con esse i centri industriali, agricoli e tu_ ristici ad alta intensività.

Nei decenni scorsi, infatti, i trasporti venivano ef_ fettuari via mare o per ferrovia e la nascente motorizzazio_ ne non era in grado di porre problemi alla viabilità ordina_ ria lungo la quale, prevalentemente, si muovevano mezzi ip_ potrainati; gli unici impianti industriali che si affaccia_ vano al mare erano rappresentati dai cantieri navali siti all'interno dei porti; i pochi insediamenti turistici frui_ tori del mare erano più che altro destinati a scopi terapeu_ tici e, pertanto, modestamente sviluppati; i borghi marina_ ri, dediti alla pesca, sorgevano in zone che l'esperienza aveva saputo individuare in quelle già naturalmente protette dai marosi.

Ciò comportava che lungo i litorali non esistessero,

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

tra un centro abitato e l'altro, infrastrutture il cui interesse superasse le modeste necessità locali. Oggi, come è lampante agli occhi di tutti, la situazione si presenta profondamente snaturalizzata.

In questi ultimi anni, poi, per i gravi dissesti di molte delle coste nazionali, le accelerate erosioni degli arenili, lo sfondamento delle barriere lagunari, l'arretramento della linea di riva con susseguenti gravi danni alle costruzioni e alle arterie di comunicazione hanno, da un lato, spinto le competenti Autorità ad un massiccio intervento e, dall'altro, indotto gli Studiosi ad approfondire le insufficienti conoscenze sulle leggi naturali che governano l'evoluzione dei litorali e sulle alterazioni indotte dall'azione antropica. L'una e l'altra delle su menzionate operosità hanno messo in risalto le difficoltà di esaminare il processo naturale in parola sia per l'estrema varietà dei diversi casi che si presentano, sia, come cennato, per l'elevato numero di parametri che entrano in gioco.

La natura, ove è libera di estrinsecarsi, si avvale, tuttavia, di un sistema idoneo ad assorbire, senza gravi arretramenti, eventi meteomarini di carattere eccezionale o momentanee carenze di apporti detritici.

TL SINTACO

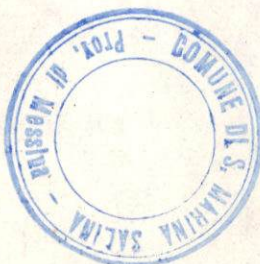


IL SEGRETARIO COMUNALE

Le barre di frangimento costituiscono la prima linea di protezione attiva, mentre il cordone di dune rappresenta una riserva di materiale da mettere in circolo in casi di particolare aggressività dei marosi (Fig. 12). Durante i periodi di calma, la duna erosa si ripasce naturalmente per tornare a costituire nuovamente una efficace difesa passiva in occasione di futuri eventi.

La continua espansione urbanistica sulle zone costiere ha ormai quasi ovunque manomesso questo efficace sistema naturale di difesa. Notevoli estensioni di dune sono state asportate o spianate per la costruzione di arterie stradali o per l'urbanizzazione del litorale. La mancanza di dune, rendendo impossibili le normali oscillazioni delle spiagge, porta a profondi fenomeni di mutamento del regime e dell'equilibrio del litorale, con conseguenze spesso irreversibili.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

7 - I FATTORI DETERMINANTI IL DEGRADO LITORANEO

Il deflusso dei corsi d'acqua e, di conseguenza, il relativo trasporto solido, risulta per certo intimamente dipendente dalle periodiche mutazioni della piovosità connesse alle modifiche del clima. Tali variazioni di piovosità, in ultima analisi, influenzano il regime dei litorali attraverso i mutamenti delle torbide fluviali.

L'alternanza di avanzamento ed arretramento nella posizione della linea di riva dovuta a variazioni di piovosità risultano, però, macroscopicamente apprezzabili solo in tempi molto lunghi.

In questi ultimi lustri, non si notano, salvo casi particolari, fenomeni di ripascimento delle spiagge o sensibili erosioni che possano, in misura notevole, essere ricondotti a evoluzioni pluviali. La piovosità è influenzata, infatti, dalla conformazione delle terre emerse, sostanzialmente immutata nell'ultima era geologica, e dal clima variabile troppo lentamente per non poterlo ritenere praticamente stazionario da diversi anni.

L'azione del vento si esplica attraverso il sollevamento e successiva asportazione delle sabbie costituenti

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

gli arenili. Ciò comporta la sottrazione, spesso irreversibile, della frazione più fine di materiale verso il largo o verso l'entroterra.

Azioni indirette dovute al vento sono, com'è noto, la generazione del moto ondoso, di correnti superficiali e l'innalzamento del livello marino lungo le coste sottovento. Anche il vento e gli altri fenomeni meteorologici che ne discendono risultano, al pari della piovosità, sostanzialmente non troppo alterati negli anni più recenti.

Salvo talune eccezioni di carattere locale, i movimenti orogenetici non hanno avuto in epoca storica alcun rilievo sull'andamento della costa. Più sensibilmente potrebbero influire i bradisismi o ancor più i fenomeni di subsidenza in atto in alcune zone come quelle padane, anche se tali processi appaiono ancora incapaci di arrecare i vistosi arretramenti della costa, peraltro prevalentemente concentrati alle foci dei corsi d'acqua e nelle zone limitrofe.

Né il lentissimo innalzamento del livello medio del mare, conseguente all'arretramento dei ghiacciai, può ritenersi ancora sufficientemente significativo.

Le conclusioni che imputano la perdita di alcuni litorali ad un abbassamento relativo generalizzato del suolo sono, pertanto,

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

to da respingere decisamente, almeno come effetti a tempi brevi, mentre è certamente vero che, nei lunghi tempi, a causa dell'azione rettilineizzante del mare si assisterà allo smussamento dei capi e alla colmata delle baie.

In sintesi, la relativa stazionarietà climatica che caratterizza l'epoca attuale dovrebbe garantire una sostanziale stabilità dei litorali.

I preoccupanti fenomeni di erosione che di fatto di riscontrano, sono pertanto da imputare all'uomo; ciò, fra l'altro, è dimostrato dal fatto che, ove minore è stata l'attività antropica, più contenuto risulta il degrado delle coste, come accade in buona misura per il continente africano.

Le prime azioni antropiche mirarono alla trasformazione dei terreni a fini agricoli, per il passaggio della vegetazione spontanea alle colture programmate. Ciò nonostante, sino al '600 le coste mantennero pressoché inalterata la conformazione che avevano in epoca greca e romana, nella quale, com'è noto, le foci dei principali corsi d'acqua, oggi completamente interrite, erano sufficientemente ampie e profonde da potere offrire rifugio alle seppur modeste navi del tempo.

Non erano stati ancora arginati i tronchi vallivi dei

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

fiumi che, straripando in occasione delle piene, depositavano la gran parte dei materiali solidi nelle pianure circostanti. Le torbide che giungevano al mare erano quindi notevolmente minori rispetto alle attuali.

Fin dai primi anni del XVII secolo il territorio, originariamente ricoperto quasi ovunque da boschi, ha subito profonde trasformazioni. Il terreno da coltivare fu ricavato a scapito di notevoli estensioni boschive; in particolare nelle zone collinose litoranee, fu modificato il tracciato dei corsi d'acqua e fu ridotta la laminazione naturale.

L'insieme di tali fattori ha portato ad un continuo protrendimento delle coste che si è mantenuto fino ai primi anni di questo secolo, in modo talmente vistoso da indurre alla sdemanializzazione di alcuni tratti di litorale, come dimostrano le numerose pratiche giacenti negli archivi delle Capitanerie di Porto, datate, appunto fra il 1900 e il 1910.

In questi ultimi decenni si sono avuti massicci ed estesi interventi di salvaguardia del suolo e di conservazione del terreno vegetale e conseguenti trasformazioni delle colture da estensive ad intensive. E' impossibile, però, valutare l'effetto di queste recenti trasformazioni poiché, contemporaneamente, si è sempre più accentuata l'azione dell'uomo in conseguenza di attività diverse da quelle agricole.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

Pur tuttavia, i fattori dipendenti dalle tecniche colturali hanno un'importanza notevole sul rarefarsi delle attuali portate solide dei corsi d'acqua.

I radicali interventi operati di recente sia sui tratti montani, sia sulle aste terminali dei corsi d'acqua, hanno, infatti, portato ad una serie di fenomeni dannosi che, qui di seguito, si puntualizzano.

- L'arginamento delle sponde nei tratti vallivi comporta maggiori velocità della corrente in prossimità della foce, cosicché i detriti vengono sospinti a mare su maggiori profondità, da cui difficilmente potranno essere rimossi dal moto ondoso.
- La protezione delle sponde, ed in taluni casi anche del fondo, le rende meno erodibili, riducendo quindi drasticamente la captazione di materiale solido.
- La costruzione di briglie e gli interventi di conservazione delle pendici ha come conseguenza la diminuzione del trasporto solido. Dal confronto tra le portate solide dei torrenti allo stato naturale con altri sottoposti a massicci interventi, sembra che questi ultimi convogliino una portata solida minore di un terzo del valore naturale.
- La costruzione di invasi, interrompendo il trasporto dei detriti, causa l'annullamento dell'apporto del materiale

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

necessario all'equilibrio delle coste; l'efficacia dei sistemi di sifonamento è, infatti, limitata, in ogni caso, alla frazione più sottile dei detriti.

L'effetto di laminazione delle piene dovuto alla presenza del lago diminuisce la capacità di trasporto della corrente, con conseguente aumento di pendenza critica, attraverso la formazione di depositi permanenti lungo l'alveo. Solo quando saranno raggiunte le nuove condizioni di equilibrio, con maggiori pendenze dell'alveo, si avrà di nuovo il trasporto a mare dei detriti. La fase transitoria impegna, però, sempre un lungo periodo di anni, talché, nel frattempo, si ravvisa un fortissimo calo delle torbide convogliate a mare, con conseguente arretramento della zona fociale. Un effetto analogo, anche se in misura più contenuta, si presenta in seguito alla costruzione delle traverse.

Ulteriori radicali interventi si sono avuti in tempi più recenti e cioè nel periodo compreso fra l'Unità d'Italia e i primi anni di questo secolo, durante i quali fu realizzata la ramificazione fondamentale della più parte della rete ferroviaria nazionale. L'ambiente subì modificazioni violente che, in alcuni casi, arrivò fino all'alterazione della conformazione topografica dei litorali.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

Squilibri di gran lunga più profondi furono, però, appor-
tati in questi ultimi anni per la realizzazione dei rilevati
delle grandi opere autostradali per i quali si ricorse, in
modo massiccio ed indiscriminato, a cavare dal greto dei cor-
si d'acqua e, in molti casi, addirittura delittuosi, diretta-
mente dagli arenili. Lo stato di avanzata erosione cui sono
stati sottoposti alcuni tratti di litorale, come ad esempio
quello compreso fra Capo Calavà e Capo Milazzo, dimostra qua-
le stretta deleteria connessione esista fra l'arretramento
della battigia e la formazione dei rilevati delle autostrade
rivierasche.

Le estrazioni di inerti dal greto dei corsi d'acqua pro-
ducono, infatti, nel migliore dei casi, un abbassamento del-
l'alveo con conseguente riduzione della pendenza; i materia-
li, pertanto, non possono essere trasportati a valle dalla
corrente. Solo al cessare delle estrazioni, si formerà una fa-
se di deposito che si protenderà nel tempo fino a quando sa-
rà stato accumulato il materiale necessario a ricreare un va-
lore di pendenza capace di garantire alla corrente la veloci-
tà sufficiente per far proseguire il materiale solido fino
alla foce. Talvolta vi è anche di peggio, nel senso che vengo-
no create delle fosse molto profonde che costituiscono delle

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

vere e proprie trappole per il materiale solido. Le estrazioni hanno quindi l'effetto nocivo di ritardare il recapito a mare delle torbide per molti anni.

Le estrazioni dirette dalle spiagge, oggi purtroppo praticate, anche se abusivamente, sono state in passato notevolmente diffuse e ad esse va imputata buona parte del dissesto di alcuni tratti di litorale.

Occorre, infine, ricordare che anche lì dove non sono stati realizzati grandi rilevati autostradali o dove la costruzione di essi è già ultimata da lungo tempo, si continuano ad estrarre, seppure in misura minore, inerti destinati al confezionamento del calcestruzzo necessario a far fronte ai fabbisogni derivanti dall'attuale intensa urbanizzazione.

L'urbanizzazione dei litorali costituisce certamente, fra i diversi fattori fin qui esaminati, il maggiore responsabile dei gravissimi degradi costieri.

La costruzione di strade e di edifici in fregio o addirittura sulla spiaggia, le toglie la capacità di far fronte naturalmente alle conseguenze derivanti da eventi meteomari eccezionali, che sarebbero di per sé capaci solo di causare un arretramento temporaneo. Come cennato, infatti, l'eliminazione delle dune fa sì che venga a mancare la riserva na-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

turale di materiale solido destinato ad essere messo in cir_ colo in occasione di marosi particolarmente violenti.

Ma anche la semplice rimozione della vegetazione sponta_ nea delle dune rappresenta un grave fattore di alterazione irreversibile dei litorali. L'eliminazione del manto vegeta_ le rende, infatti, asportabile la sabbia che pertanto viene dispersa, principalmente dagli agenti eolici, con grave de_ pauperamento per il volano naturale di alimentazione.

Si osservi, infine, che un effetto, seppure secondario, può aversi a causa della presenza dei bagnanti, ognuno dei quali può asportare per aderenza sul corpo o fra le pieghe degli abiti, asciugamani o scarpe, da cento a cinquecento grammi di materiale al giorno.

I muri o altre strutture a parete verticale costruiti sulla spiaggia o, più in generale, in zone raggiungibili dal_ la risalita delle onde, portano al verificarsi di pericolosi fenomeni di riflessione del moto ondoso. In occasione delle mareggiate, la sovrapposizione dell'onda incidente e di quel_ la riflessa esalta, infatti, le capacità erosive del mare de_ terminando, nello specchio liquido antistante le opere, la mi_ grazione dei sedimenti sui fondali che si innalzano a formare una barra, a danno del materiale costituente l'originario a_

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

renile (Fig. 13). La rottura di equilibrio che ne consegue risulta, per lo più, irreversibile. Le onde di buon tempo, infatti, tenderebbero a riportare il materiale solido dalla barra alla spiaggia emersa al piede della parete riflettente; ma se anche tali ultime agitazioni raggiungono la parete, la nuova alterata configurazione diviene definitiva.

L'intensa e arbitraria urbanizzazione di zone che mai avrebbero dovuto essere destinate a questo scopo, ha, peraltro, costretto alla realizzazione di opere di difesa dal mare sia di strade sia di centri abitati. In tempi recenti alcuni edifici, infatti, sono stati avventatamente realizzati, profittando di una temporanea fase di avanzamento della battigia all'interno di una fascia litoranea di per sé soggetta a naturali escursioni cicliche di protendimento e regressione.

Allorquando, innescatasi la fase erosiva, le onde sono andate a lambire gli edifici, i proprietari, attraverso le Autorità competenti, hanno ottenuto che venissero realizzate adeguate opere di difesa, assolutamente non necessarie ove si fosse avuta l'accortezza di ricordare che l'interfaccia terra mare non è mai una linea fissa nel tempo, ma una fascia sottoposta a periodiche oscillazioni. Ove tale striscia fosse stata rispettata, alla fase di arretramento avrebbe fatto se

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

guito, nel tempo, una di nuovo recupero senza danni di parti_ colare rilievo, salvo il temporaneo rimpicciolimento dell'are_ nile.

Valga, infine, il doloroso principio che non tutte le abitazioni, e certamente fra queste' quelle abusive, debbano essere difese quando ciò comporta danno per la cosa pubblica.

Onde ottenere un sempre più intenso sfruttamento del pa_ trimonio marino, infine, si è assistito alla costruzione di dispositivi portuali in siti poco idonei o non sufficientemen_ te studiati.

Gli effetti delle opere marine sul regime delle coste sabbiose sono riducibili fondamentalmente alla riduzione, e talvolta anche ad una prolungata interruzione, della longshore current con conseguente erosione della spiaggia sottoflutto, fino al raggiungimento di un nuovo equilibrio.

La riflessione delle onde sulle opere foranee può, ove si realizzi in termini vistosi, portare alla formazione di zone di concentrazioni energetiche del moto ondoso che causa un flusso locale di detriti capace di modificare il profilo trasversale della spiaggia.

In conclusione può asserirsi che lo stadio evolutivo attuale della gran parte dei litorali siciliani è condiziona_

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

to, in modo estremamente sensibile, dall'azione demolitrice del mare che prevale di gran lunga sull'azione protendente dei corsi d'acqua.

Come accennato, infatti, l'apporto dei corsi d'acqua ha, per il passato, assunto un ruolo prevalente rispetto all'asportazione e trasporto delle azioni marine, con il risultato di portare, in particolare, in corrispondenza delle foci, al protendimento della linea di riva. Basti, a tal fine, pensare ai numerosi pianori alluvionali creati dalle torbide dei corsi d'acqua. Tale fase di avanzamento perdurato nei secoli è, oggi, non solo perduta, ma drasticamente sostituita da una fase di arretramento che tenderà ad invertirsi ancora solo tra svariati anni.

L'origine di tale inversione, particolarmente vistosa in questi ultimi lustri, va cercata, sulla scorta delle cose dette, nel diminuito apporto dei corsi d'acqua.

Alle numerose sistemazioni di bacino, alle opere di innalzamento e di arginatura, alle mantellate del fondo e delle sponde, ai drizzagni, alla costruzione di sbarramenti di ritenuta, vanno aggiunte le vistose estrazioni di inerti operate per lo più nel passato ma pur tuttavia ancora praticate.

Solo fra molti decenni, forse, potrà, tornando a verifi-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

carsi nuove condizioni di equilibrio, aversi un nuovo adeguato trasporto a mare di detriti.

Ma certamente il fattore che più di ogni altro ha contribuito a sconvolgere il litorale è quello connesso ad una scriteriata urbanizzazione.

In futuro, quindi, si assisterà, salvo a prendere gli idonei provvedimenti, ad un ulteriore arretramento generalizzato della battigia.

Tale arretramento potrà rallentare nel tempo in corrispondenza delle foci, che per prime risentiranno dei benefici effetti dovuti ad un ritorno dell'alimentazione, ma perdurerà nelle zone interfocali a causa del venir meno dell'apporto dovuto alla decelerata demolizione delle foci stesse.

Le opere di difesa, che spesso vengono additate come l'imputato principale dell'erosione, non costituiscono di per sé, nella generalità dei casi, la causa prima dell'arretramento; esse rappresentano invece, in certi siti, l'indice capace di denunciare la generale retrocessione proprio perché mantengono, o addirittura ripristinano, a tergo, una configurazione analoga a quella originaria.

In altri casi le opere di difesa possono effettivamente

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

esaltare il fenomeno erosivo nelle zone sottoflutto; ma non ad esse va imputato tale effetto negativo, bensì alla dissennata costruzione degli edifici difesi dalle opere stesse, fuori da qualunque pianificazione del territorio litoraneo, in zone che già di per sé si presentano labili. La posizione, quindi, dei forti vincoli derivanti dall'urbanizzazione porta come conseguenza scontata a priori, alla realizzazione di opere che raggiungono l'obiettivo primario della difesa dei centri abitati ma inducono, talvolta, effetti nocivi collaterali. Non si può cioè urbanizzare a casaccio, causando una serie di danni irreparabili e pretendere una rapida difesa dei propri beni, senza che questo porti ad un ulteriore danno collettivo secondo una iterativa sequela che, rapidamente, causa il dissesto di intere regioni.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

8 - GLI INTERVENTI DI PRESIDIO E RECUPERO DEI LITORALI

Ogniqualevolta si vogliano ottenere in tempi rapidi risultati atti ad arrestare il progressivo arretramento erosivo di un litorale, è necessario ricorrere alla realizzazione di opere di difesa. Queste possono mirare solo alla conservazione della posizione raggiunta dalla linea di riva, come nel caso delle opere radenti, o, in aggiunta al precedente fine, anche di ricostruire alcuni tratti di litorale, come le barriere frangiflutto isolate parallele alla costa (Fig. 14), i pennelli trasversali (Fig. 15), o, più recentemente, le opere a martello (Fig. 16).

Appare quindi evidente che, spesso, l'unico sistema per presidiare un centro abitato colpito da vistosi processi erosivi è la realizzazione di opere di difesa parallele, trasversali, o a martello; viceversa, per la salvaguardia di una spiaggia pregiata potrà farsi ricorso anche ad altri interventi che verranno richiamati in seguito.

Con riferimento alle opere di difesa tradizionali si osserva che, mentre una sola scogliera parallela può efficacemente raggiungere lo scopo senza eccessivi effetti no-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

civi collaterali, per quanto riguarda le opere trasversali, capaci di incidere più profondamente sulla dinamica della costa, non è mai opportuno utilizzarle singolarmente, ma facendo ricorso ad un sistema di pennelli; le opere a martello verranno utilizzate per far fronte ai casi più difficili.

Per spiagge dotate di particolari pregi paesaggistici ed ambientali o ad alta vocazione turistica e balneare, dovranno adottarsi opere che producano il minore degrado alla fruizione del territorio ed all'aspetto estetico. A tal fine possono vantaggiosamente essere utilizzate barriere sommerse, o soffolte (Fig. 17) che, fra l'altro, presentano una ridotta interferenza con il trasporto litoraneo. Le barriere soffolte, in genere, risultano, a parità di costo, meno capaci di smorzare l'energia dell'onda e, di contro, a parità di effetto dissipativo, più costose delle opere emergenti.

I diversi segmenti che costituiscono un sistema di opere trasversali, parallele o a martello, sia emergenti sia soffolte, vanno inseriti, ogni qualvolta è possibile, in verso opposto a quello della deriva litoranea.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

Un tale logico inserimento delle opere nell'ambiente, che ne razionalizzerebbe l'impatto minimizzando le conseguenti ed inevitabili refluenze negative collaterali, non è però sempre attendibile, per la impellente necessità di intervenire a protezione di questo o quel manufatto malamente posto lungo il litorale, fuori da qualunque buon senso.

Tutte le opere di difesa vengono realizzate nel modo più semplice immergendo dei blocchi naturali o artificiali in maniera da costruire una barriera porosa con sezione all'incirca trapezoidale. Le opere così fatte, dette a gettata, presentano la caratteristica di potere sopportare azioni dinamiche del mare superiori a quelle per le quali sono state progettate senza raggiungere il collasso totale. Si presentano, pertanto, come specificamente idonee a proteggere paraggi anche molto esposti, in particolare là dove esistono condizioni di basso fondale facilmente erodibile.

Le azioni che un treno d'onde esercita su un'opera di difesa sono, infatti, troppo complesse perché possano essere analizzate approfonditamente in questa sede in cui può essere sufficiente ricordare che, su bassi fondali, si ha sempre il frangimento dell'onda; e che, se durante il frangimento l'onda investe una struttura rigida e indeformabile

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

le, si destano delle azioni d'urto di gran lunga superiori rispetto a quelle che la stessa onda eserciterebbe in condizioni di non frangimento. Un'opera posta su bassi fondali, pertanto, o viene concepita come fissa e indeformabile e, allora, deve assumere dimensioni e, quindi, costi tali da scartarne la pratica adozione, o deve essere concepita come deformabile. Le opere di tipo a gettata presentano la caratteristica di potere resistere a sollecitazioni estremamente gravose proprio in virtù della loro deformabilità.

La quantità di moto connessa al treno d'onde che le investe si trasforma, cioè, almeno in parte, in lavoro di deformazione rappresentato da un piccolo spostamento reversibile dei blocchi attorno alla loro originaria posizione di equilibrio. Potrebbe, quindi, dirsi che la filosofia delle opere a gettata è quella del "mi piego ma non mi spezzo". Tali considerazioni valgono, ovviamente, fino ad un certo limite poiché, se la quantità di moto del treno d'onde incidente diviene troppo grande, gli spostamenti non risultano più di piccola entità, i blocchi non tornano alla loro originaria posizione e, in senso lato, può darsi che le deformazioni impresse al sistema da reversibili divengano irreversibili.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

Le opere di difesa a gettata si sacrificano lentamente vedendosi private qua e là di qualche loro elemento, a vantaggio dei manufatti da difendere; per tali opere, pertanto, è necessario prevedere adeguati interventi periodici di manutenzione mediante rifiorimento degli elementi dislocati.

Un secondo tipo di intervento è rappresentato dai ripascimenti artificiali che risultano, almeno sotto il profilo concettuale, certamente quanto di meglio si possa prevedere per il recupero di un litorale in erosione, poiché mirano a compensare le carenze nell'apporto di materiale solido. Tali interventi risultano però a tutt'oggi ancora di complessa attuazione, sia per le difficoltà connesse ad una previsione di comportamento assolutamente attendibile, sia per le incertezze di reperimento del materiale, sia per la pochezza delle esperienze finora acquisite, sia per la delicatezza tecnica ed amministrativa di conduzione dei lavori.

Con riferimento a quest'ultimo aspetto occorre insistere, come peraltro già fatto nell'ambito del Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo" (Subprogetto "Dinamica dei Litorali") del C.N.R., sulla validità di tale tipo di interventi in modo da pervenire alla definizione di una normativa specifica che consenta alla Corte dei Conti, che tende

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

a respingere i provvedimenti in parola perché difficilmente verificabili in sede di collaudo tradizionale, di accogliere le proposte di ripascimenti artificiali avanzate dalle diverse Amministrazioni.

Taluni interventi dovrebbero in ogni caso essere attuati proprio per individuare la normativa auspicata.

Salvo taluni sporadici esempi che risalgono al periodo compreso fra le due guerre mondiali, la maggior parte dei primi interventi di ripascimento artificiale ha avuto attuazione negli anni successivi al secondo conflitto, in particolare negli Stati Uniti; in questo stesso periodo si sono operate talune saltuarie, e pertanto poco significative, analoghe esperienze lungo le coste della Liguria.

La riuscita di un ripascimento artificiale dipende in primo luogo da un'attenta analisi della granulometria del materiale da versare in situ e dalle sue caratteristiche fisiche in rapporto alle condizioni meteomarine del paraggio, alla dinamica della costa, alla direzione del trasporto litoraneo ed al deficit di sedimenti.

Per quanto riguarda la distribuzione dei grani, occorre ricordare che l'azione del mare tende a selezionare il materiale versato su di una spiaggia in modo che la frazio-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

ne più sottile andrà ad assumere posizioni profonde, mentre la più grossolana rimarrà nella parte prossima alla battigia. Un materiale monogranulare molto fino si depositerà quindi in profondità senza alcun vantaggio per la spiaggia.

Risultano, pertanto, vani, a lungo termine, gli interventi miranti al protendimento della costa mediante semplice versamento di sabbia dragata dai fondali antistanti la spiaggia. Questa viene infatti coperta da uno strato di materiali finissimi in posizione instabile; la prima mareggiata di una certa entità, quindi, riportando la sabbia alla profondità da cui era stata prelevata, ripristinerà condizioni pressoché identiche a quelle precedenti all'intervento.

Se, di contro, si fa ricorso a materiale più grossolano di quello esistente, questo potrà rimanere almeno in parte nel sito di versamento o nelle sue adiacenze, anche se l'arenile perde in parte il suo pregio primitivo. Il nuovo profilo di equilibrio risulterà più ripido di quello originario con l'immediato vantaggio economico, a parità di avanzamento della battigia, di dovere usare una più limitata quantità di materiale. Peraltro, una lieve pendenza del profilo è un fattore stabilizzante per la spiaggia, sia per la maggiore quantità di materiale che deve essere asportata

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

per porla in erosione, sia perché l'onda frangevi più gradualmente con conseguente distribuzione della dissipazione energetica.

Al diminuire della granulometria, e quindi della pendenza, aumentano pertanto le spese di investimento e decrescono quelle di manutenzione: il problema della scelta definitiva va, in sostanza, affrontato tramite i criteri di ottimizzazione.

Attraverso la costruzione di opportune opere è, comunque, possibile far sì che i granelli assumano nel profilo posizioni che loro non competerebbero naturalmente, con notevoli vantaggi per l'economia del lavoro. Le opere, infatti, consentono di utilizzare i materiali naturali così come disponibili, e quindi di per sé non ottimali sotto il profilo granulometrico, senza bisogno di ricorrere alla frantumazione, al vaglio, al miscelamento o ad altre costose manipolazioni. Resta, in ogni caso, escluso l'uso di elementi di grossa pezzatura o di aliquote limose.

La presenza di blocchi di notevoli dimensioni può portare il pericolo della trasformazione della spiaggia in una scogliera. Solo entro certi limiti e con adeguate tecniche nei versamenti è possibile utilizzare elementi di

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

maggiore granulometria, esclusivamente per la costituzione del letto di posa dei materiali superficiali, più fini e pregiati.

Con riferimento alle sostanze terrose si osserva come esse risultino vane ai fini del ripascimento, oltre che inquinanti. Le particelle più minute andranno, infatti, a depositarsi in alti fondali sotto forma di un sottile velo senza portare alcun beneficio. La presenza di argilla turba in ogni caso l'ecosistema, anche se le particelle hanno matrice inorganica e quindi incapace di generare pericolo sotto il profilo igienico. I limi, infatti, rimangono a lungo in sospensione creando una zona ad elevata torbidità esteticamente sgradevole, inidonea alla balneazione, e dannosa per la flora e la fauna. E' purtuttavia doveroso rilevare che la presenza di una qualcerta torbidità è lo scotto che bisognerà pagare per l'attuazione di un intervento di alimentazione artificiale, almeno durante l'esecuzione dei lavori e per un certo lasso di tempo dopo l'ultimazione degli stessi.

Anche la composizione petrografica dei materiali da versare deve essere esaminata attentamente per evitare che i granelli possano, per abrasione, rapidamente degenerare

IL SINDACO
IL SEGRETARIO COMUNALE

in elementi troppo fini.

Il profilo di equilibrio prevedibile per una spiaggia artificiale, infine, interessa solo allo scopo di computare i volumi di apporto, poiché la modellazione verrà effettuata dagli agenti naturali.

Le modalità di alimentazione sono diverse in funzione dello stato dei luoghi, dei risultati da conseguire, delle condizioni meteomarine del paraggio, della finalità cui il litorale è destinato e, infine, del materiale disponibile nei pressi. Nel caso in cui vogliano conseguirsi risultati in tempi rapidi, il versamento può essere effettuato a mezzo di vettori gommati direttamente lungo la battigia. Obiettivi meno immediati ma più duraturi possono essere ottenuti ricorrendo alla formazione dei pennelli alimentatori, protesi verso il mare con una sagoma sottile e rasata.

Al verificarsi delle mareggiate si manifesta sul pennello una concentrazione energetica del moto ondoso che ne determina una veloce demolizione (Fig. 18). Il vettore idraulico-marittimo esalta le sue capacità di trasporto nella parte che più si protende verso il mare e le sfuma in quelle periferiche. Il risultato finale consta in un arretramento della parte artificiosamente aggettantesi e

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

in un avanzamento delle zone ad essa limitrofe, secondo il processo di "rettilineizzazione" della costa operato dal mare.

Durante l'attacco da parte dei marosi i materiali più fini vengono sollecitamente messi in sospensione e, quindi, trasportati; quelli sabbiosi si dispongono secondo il profilo naturale; i grani di maggiore dimensione contribuiscono ad innalzare il fondo stabilizzandolo e diminuendone la pendenza. Per tali fini è necessario che il pennello alimentatore non si protenda su profondità talmente elevate da impedire l'efficace movimentazione dei grani per effetto dei moti litoranei.

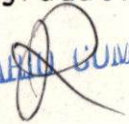
La scelta fra un unico vistoso punto di alimentazione o un frazionamento in più siti di contenuta entità deve essere fatta all'atto della progettazione esecutiva in funzione dei già richiamati diversi fattori che entrano in gioco. La tecnica dianzi descritta consente, comunque, di utilizzare materiali assai poveri, come ad esempio quelli provenienti dagli scavi, ottenendo ciononostante risultati significativi.

Complessa, o talora impossibile, si presenta pertanto la loro attuazione nei siti già fortemente degradati nei

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



quali urge assumere provvedimenti di immediata efficacia.

Gli interventi di ripascimento artificiale, proprio per la lentezza con la quale manifestano i loro benefici effetti, possono adottarsi solo agendo con notevole lungimiranza, addirittura prima ancora che si inneschino i temuti fenomeni erosivi conseguenti al venir meno dell'alimentazione naturale. In linea di massima può dirsi che interventi di questo tipo comportano l'uso di ingenti quantità di materiale, che possono raggiungere il milione di metri cubi e, talvolta, anche più. Il reperimento di volumi così elevati presenta notevolissime difficoltà, talché risulta opportuno profittare, prelieve adeguate indagini, di ogni materiale idoneo disponibile proveniente anche dalla escavazione dei porti e, in taluni casi particolari, addirittura dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere.

Gli interventi integrati che comportino, da un lato, l'esecuzione di approvvigionamenti artificiali e, dall'altro, la realizzazione di opere complementari atte a ridurre l'entità e la frequenza dei versamenti, si presentano spesso, in una visione di globale economia, come la soluzione ottimale di mediato compromesso; si citi, ad esempio, di integrato intervento su coste sottili, il ripascimento

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

artificiale coadiuvato da barriere sommerse realizzate in sacchi di resine poliammidiche ricolmi di sabbia lungo le spiagge abruzzesi, molisane e romagnole. Altri provvedimenti, la cui applicazione ha dato in certi casi risultati incoraggianti, consistono nel porre una serie di corpi galleggianti, di forme e dimensioni opportunamente studiate, ad una certa distanza dalla riva, ancorandoli adeguatamente al fondo (Fig. 19). A tergo dei galleggianti viene a costituirsi una zona caratterizzata da uno stato di agitazione ondoso minore rispetto a quello incidente, certamente efficace nel caso si voglia ottenere una protezione provvisoria come nel caso di delicati lavori particolari o per scopi militari, ma che non sempre porta a significativi e definitivi protendimenti della spiaggia.

Un altro provvedimento di avanguardia è stato adottato di recente a Long Beach, in California; esso consiste in fettuccia di plastica della lunghezza di un metro, ancorata al fondo, che, ondeggiando come le alghe, riducono l'azione erosiva del mare, innescando un fenomeno di sedimentazione che, pare, porti al ripascimento del litorale.

Dalle cose, seppur succintamente esposte, emerge come ancora non si sia trovato uno strumento assolutamente

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

efficace per combattere la diffusa erosione delle coste.
Non resta, pertanto, che auspicare l'avvio di una specifi_
ca ricerca, teorica e di pieno campo, finalizzata all'acqui_
sizione di un sempre più ampio panorama tecnologico che
consenta, a chi è chiamato ad operare, l'adozione di provve_
dimenti diversi da quelli, in molti casi ormai obsoleti,
delle tradizionali opere di difesa ma egualmente capaci
di garantire il conseguimento del risultato in tempi brevi.



IL SEGRETARIO COMUNALE

9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La tipicità isolana del sito in esame comporta lo sviluppo di alcune specifiche considerazioni, da aggiungere alle precedenti, che rivestono carattere di assoluta generalità.

In particolare, sembra doveroso precisare che la maggior parte del litorale isolano è caratterizzato da coste alte integrate da spiagge prevalentemente ghiaiose.

Al piede delle coste alte, prevalentemente costituite da formazioni tufacee che lambiscono il mare, il processo di disgregazione operato da quest'ultimo ha portato alla creazione di strette spiagge costituite da elementi di grossa pezzatura, secondo il meccanismo di progressiva erosione per scalzamento al piede già precedentemente descritto.

L'unico tratto di costa bassa dovuta ad un vecchio processo di accumulo è rintracciabile nella zona di Punta Lingua, dove si presenta un doppio cordone dunale che racchiude un piccolo specchio di acqua salata.

Le correnti che lambiscono il litorale di levante dell'isola verso S e quelle che rasentano la costa meridionale verso oriente, hanno portato alla concentrazione, appunto nella zona di Punta Lingua, dei materiali solidi convogliati

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

verso il mare dai profondi valloni che incidono le falde di SE del monte Fossa delle Felci.

Nel precisare che una struttura del tipo di quella visibile a Punta Lingua si presenta sempre con un elevato grado di mutabilità, a seguito della variazione delle condizioni meteoriche ed ondametriches, si può certamente affermare che la distanza esistente fra il sito di cui sopra e quello ove si prevede la costruzione del porto è già di per sé capace di garantire sull'ininfluenza delle opere aggettanti a mare sull'equilibrio del doppio cordone dunale, anche in virtù delle caratteristiche di costa alta del tratto di litorale frapposto.

IL CONSULENTE

(Ing. Michelangelo Napolitano)

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE