

Società Agricola Torre Trappola di Giuseppe Visconti & C. S.a.s.
COMUNE DI GROSSETO



**PROGETTO PER LA PROTEZIONE DEL TRATTO DI SPIAGGIA IN DESTRA DELLA
FOCE DEL FIUME OMBRONE NELL'AREA ANTISTANTE IL CASINO DI CACCIA**

PROGETTO ESECUTIVO - RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO



PROGETTISTI

27 giu 2017

Dott. Ing. Francesco Serena

coordinatore



Prof. Ing. Pierluigi Aminti

opere marittime



Dott. Ing. Federica Aminti

valutazione di impatto ambientale

Federica Aminti

Dott. Arch. Alberto Rainaldi

aspetti paesaggistici



Dott. Ing. Piero Boccuni

sicurezza



Dott. For. Gloria Bonfiglioli

studio per la valutazione d'incidenza



For. Ir. Gianluca Renieri

studio per la valutazione d'incidenza

Gianluca Renieri

PROGETTO PER IL RECUPERO ED IL RIEQUILIBRIO DEL LITORALE IN DESTRA DELLA FOCE DEL FIUME OMBRONE NELL'AREA ANTISTANTE IL CASINO DI CACCIA

Il tratto di litorale in destra del Fiume Ombrone, specie in prossimità della foce, è oggi sottoposto ad un processo erosivo che sta facendo arretrare la linea di riva con una velocità media di circa 5-10 metri all'anno. Mentre sul lato sinistro della foce del fiume sono state realizzate delle opere marittime che hanno stabilizzato la linea di riva, sul lato destro non è stato fatto alcun intervento di rilievo, se non una modesta palificata in legno affiancata a tubi in geotessile, che ha consentito di limitare i danni, ma soprattutto di capire meglio la dinamica e gli effetti erosivi conseguenti all'impiego di diverse tipologie di strutture. In particolare si è osservato che nella zona di spiaggia antistante Marina di Alberese, dove sono stati realizzati 6 pennelli soffolti della lunghezza da 170 metri a 290 metri, si sono ottenuti dei buoni risultati in termini di protezione della spiaggia, con effetti positivi anche dal punto di vista paesaggistico, in quanto le opere realizzate sono tutte subacquee e l'aspetto del litorale è ben migliore rispetto a quello che si manifestava con l'erosione in corso con la conseguente distruzione della spiaggia e della duna costiera.

Con il progetto che segue si vuole adeguare la tecnica costruttiva della difesa costiera a quella già adottata dal Parco, ovvero passare dai pali infissi di legno, utilizzati per un intervento di urgenza, a realizzare una scogliera soffolta.

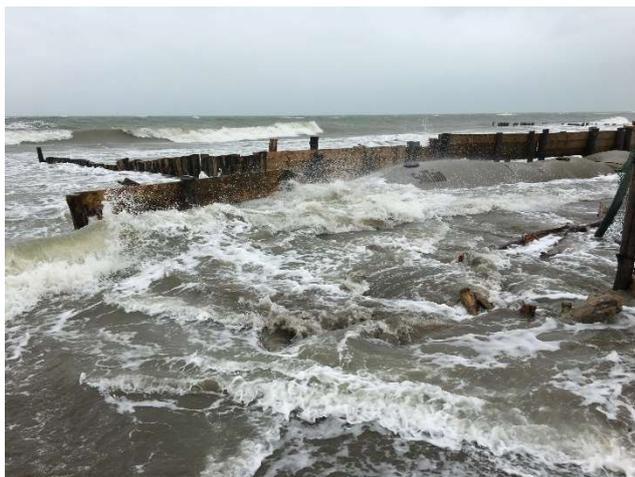
Al fine di diminuire per quanto possibile la dimensione dell'opera da realizzare, e di finalizzare l'intervento, almeno in questa fase, alla spiaggia antistante il Casino di Caccia, si intende costruire una scogliera soffolta, della lunghezza di circa 120 metri ad una distanza da riva di circa 60 metri, unita alla riva da un pennello soffolto.

Il progetto, se pur simile nei materiali e nella scelta paesaggistica, ovvero quella dell'impiego di pietra di cava sotto il livello del mare, è molto più limitato nella dimensione, al fine di contenere anche i costi, e quindi meno rilevanti gli effetti



sull'ambiente, come meglio sarà indicato nella valutazione di incidenza e valutazione di impatto ambientale.

[Digitare qui]



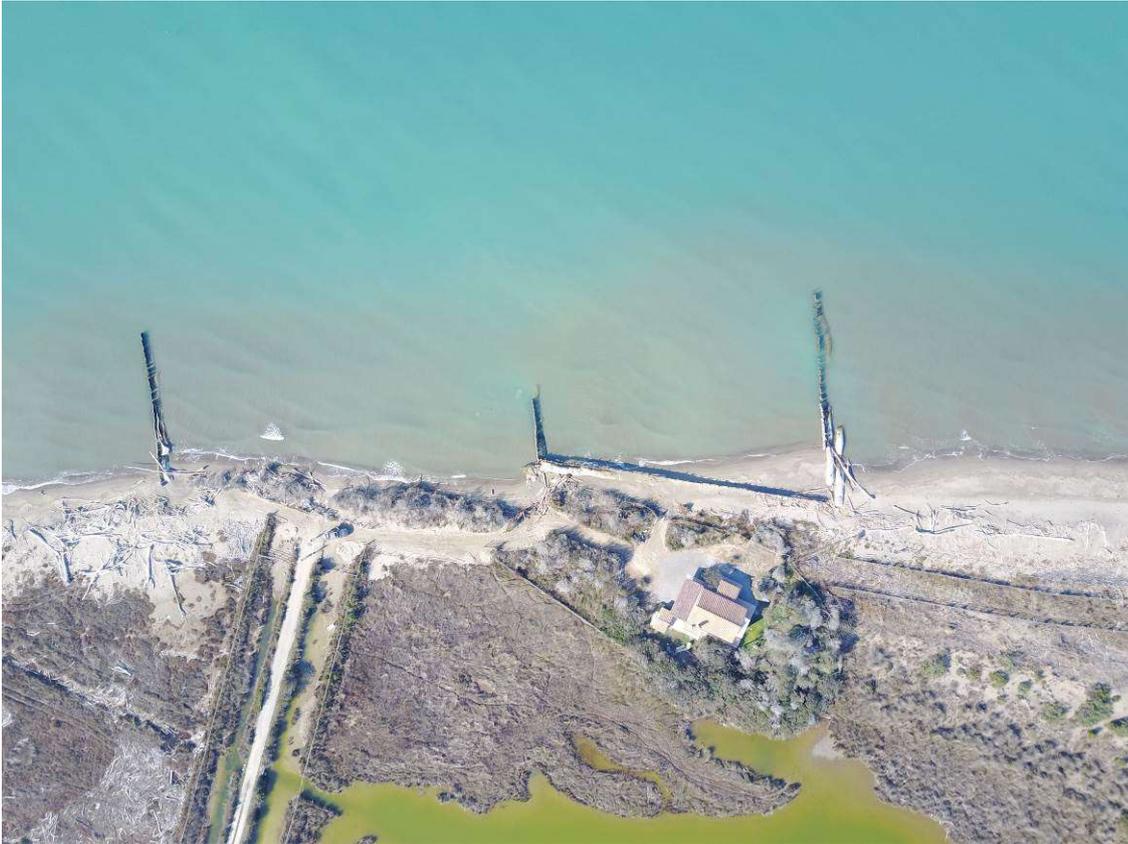
Questa opera ha lo scopo sia di salvaguardare la spiaggia e la linea di riva, ma soprattutto di conservare la storica costruzione del Casino di Caccia, che nel corso delle ultime mareggiate è già stato lambito dal mare.

Con lo scopo di inserire il progetto proposto nell'ambito ed in armonia con quanto già realizzato dal Parco, si esaminano gli effetti sulla costa delle opere fino ad oggi realizzate, anche per trarne importanti indicazioni progettuali.

LITORALE A DESTRA DELLA FOCE DEL FIUME OMBRONE IL CASINO DI CACCIA

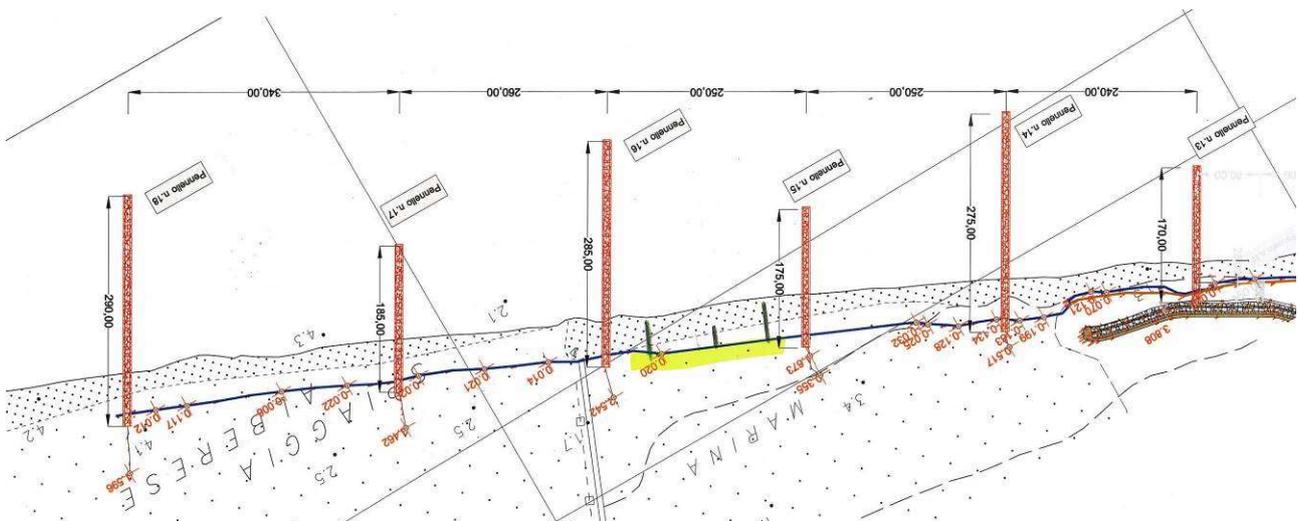
In questo tratto di litorale, subito a nord della foce del fiume, siamo in una fase fortemente erosiva, erosione che minaccia da vicino la storica costruzione del Casino di Caccia.

Per evitarne la distruzione sono state effettuate delle modeste opere di protezione, tre pennelli con pali infissi della lunghezza fino a 40 metri, associati a geotubi, ovvero grandi sacchi di geotessile riempiti di sabbia. Fino ad oggi tali opere hanno evitato il peggio, ma è evidente che non possano da sole resistere nel tempo e salvaguardare la costruzione.



Nella foto il Casino di Caccia ed i tre pennelli in mare

Si sovrappone nella stessa scala le opere realizzate dalla Società Agricola Torre Trappola, a quelle realizzate dal Consorzio Bonifica Grossetana, per rendersi meglio conto della dimensione delle stesse nel contesto del litorale oggetto di studio ed in particolare delle opere realizzate a sud della foce.



Sopra i tre pennelli in verde realizzati a nord della foce (inseriti in questa posizione solo per un confronto dimensionale), quelli in rosso realizzati a sud

[Digitare qui]

Risulta evidente la differenza sostanziale sotto il profilo dimensionale dei due interventi, e quindi se pur molto ridotta la conseguente interferenza con l'ambiente, modesta è anche la capacità di difesa e ripascimento della spiaggia.

Anche per il litorale antistante al Casino di Caccia si effettua una ricostruzione dell'evoluzione della linea di riva mediante l'esame delle carte elaborate dal 1954 ad oggi.

Il processo erosivo in atto ha subito negli anni accelerazioni e regressi come risulta dalle ortofoto che seguono:



Anno 1954: la linea di riva era ad una distanza di oltre 500 m dal Casino di Caccia, In viola la linea della mappa del demanio che, riportandola su ogni ortofoto che segue, è indicativa per avere un immediato riferimento sull'evoluzione negli anni della linea di riva.



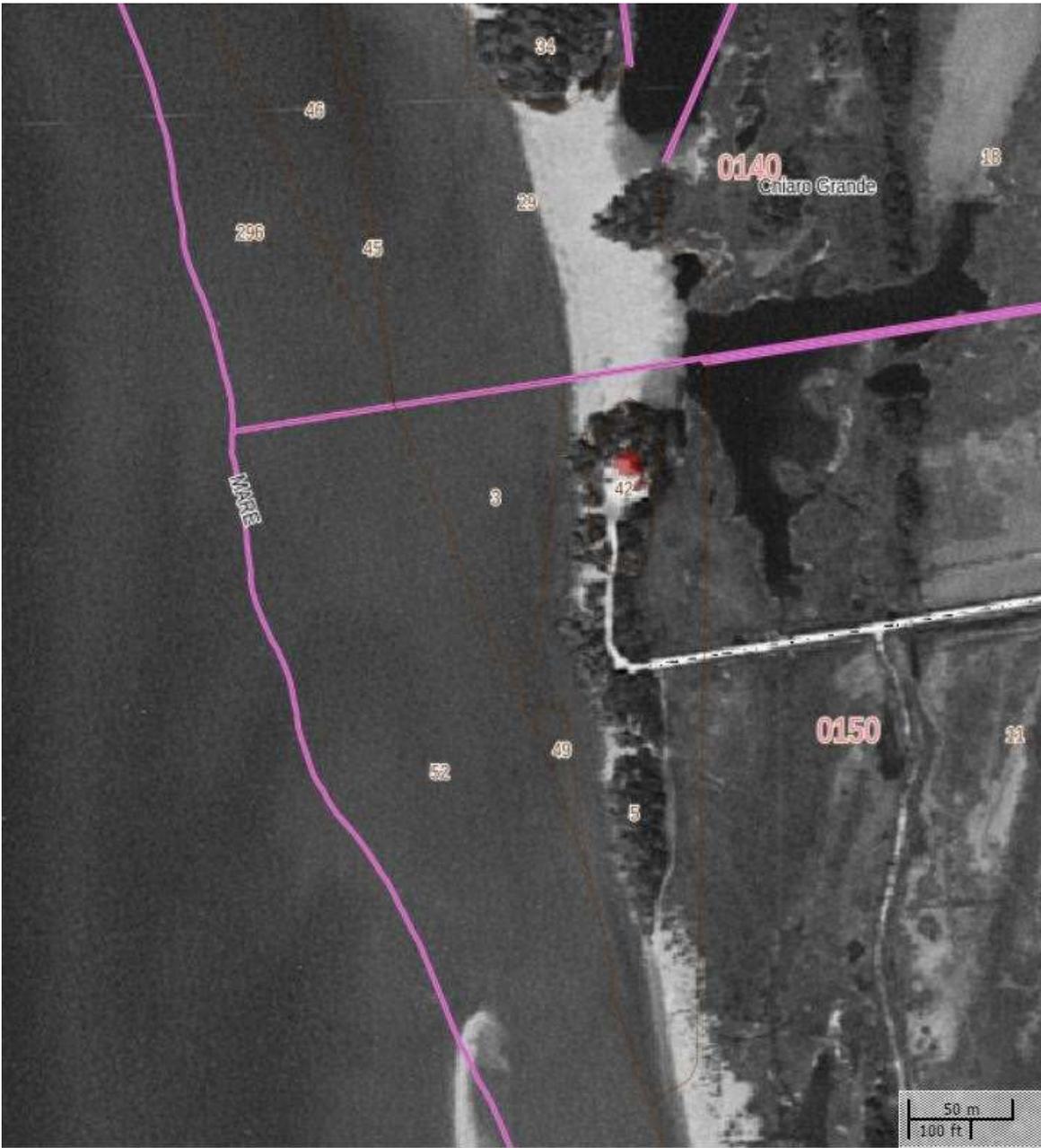
Anno 1978

[Digitare qui]



Anno 1988:

[Digitare qui]



Anno 1996: la linea di riva si trova a meno di 50 metri di distanza dal Casino di Caccia



Anno 2002: si ha un'inversione di tendenza della fase erosiva, si assiste all'inizio della formazione di un laghetto retrodunale, poi eroso dal mare



Anno 2006: riprende corpo la fase erosiva



Anno 2010: una nuova inversione di tendenza della fase erosiva, si registra un buon ripascimento davanti al Casino di Caccia, ma si manifesta un'erosione molto vicino verso sud, contestuale all'arretramento del lato destro della foce.



Anno 2013: il processo erosivo alla foce continua a propagarsi pericolosamente verso nord

Si noti come la duna costiera vegetata era ancora presente fino al 2010 mentre nelle foto del 2017 la duna a sud del Casino di Caccia è scomparsa e la vegetazione è completamente morta a causa dei frequenti allagamenti durante le mareggiate.

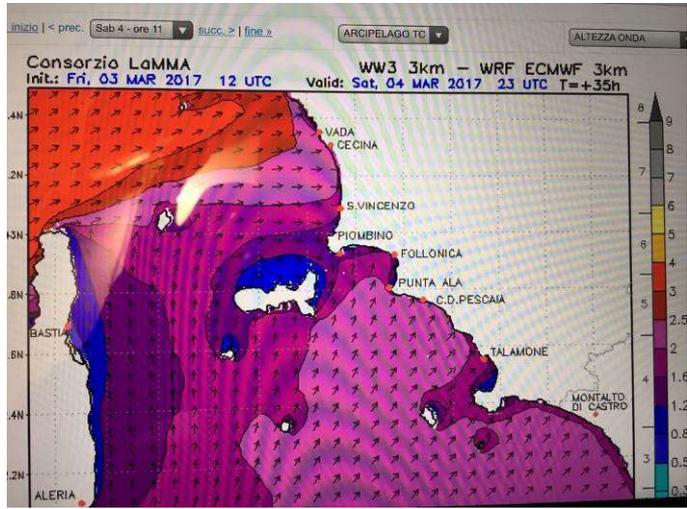


Anno 2017: le opere di presidio del Casino di Caccia danno un contributo troppo modesto a contrastare il processo erosivo che prosegue a nord della foce





Questa mareggiata del 4 marzo 2017, ha sviluppato una altezza d'onda di 2 -2,5 metri, quindi un evento certo non straordinario, e si è constatato che i pennelli vengono aggirati dalle onde, e che



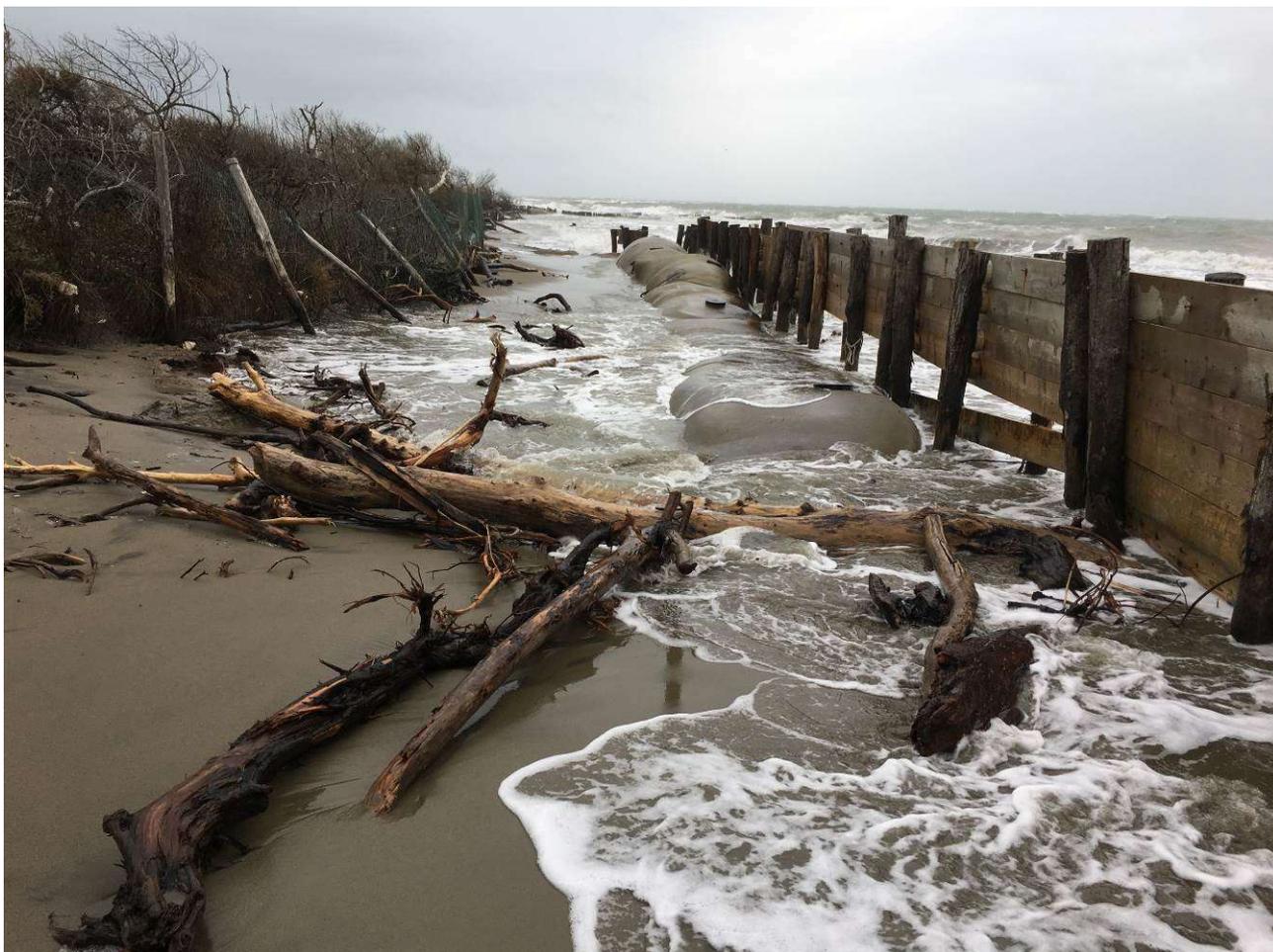
quindi l'insieme delle opere realizzate può costituire solo un intervento che si oppone parzialmente agli effetti erosivi.

Da ciò segue la necessità di procedere con un nuovo progetto realizzato con scogliere come fatto dal parco nel lobo sud, scogliere che hanno dato risultati positivi e che sono realizzate con materiali che possano resistere nel tempo ed ad eventi ben più significativi di questo.

[Digitare qui]

Dunque visto il buon risultato dei pennelli soffolti realizzati nel lobo sud, è ipotizzabile realizzare un intervento analogo, traendo interessanti indicazioni tecniche dai pennelli in legno e geotubi sopra realizzati.

In particolare si osserva che i geotubi, ovvero i grandi sacchi in geotessile riempiti di sabbia, hanno un comportamento idraulico migliore dei pali infissi, in quanto sono meno soggetti all'escavazione dal fronte d'onda e riescono a meglio interferire con la corrente di riva, per trattenere la sabbia.



Se pur con i limiti della modesta dimensione dell'intervento, si è rivelata tendenzialmente efficace l'azione di difesa della costa con questa barriera parallela, che ha assolto la funzione di rallentare l'erosione fino alla costruzione di un'opera più efficace e durevole.

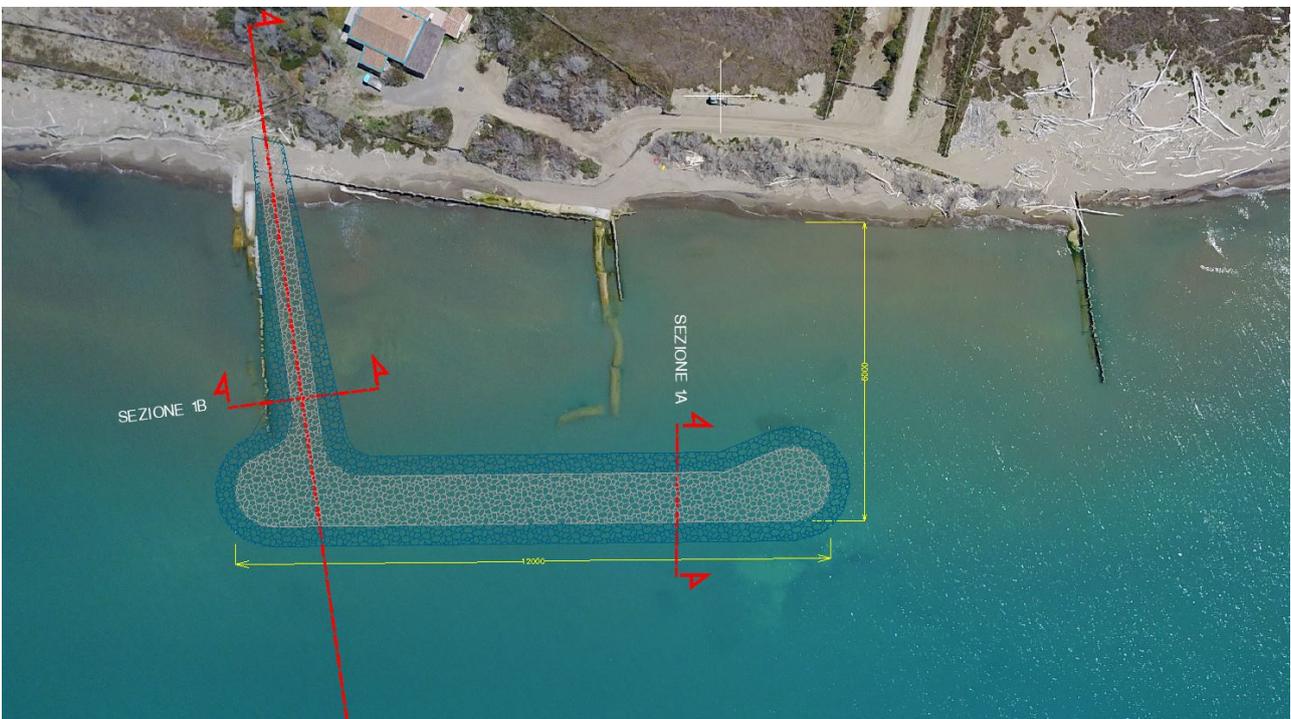
Le nuove opere di protezione del Casino di Caccia

Premesso che le nuove opere di difesa che necessariamente devono essere realizzate a protezione della costa nell'area antistante al Casino di Caccia, non devono interferire in modo significativo con il naturale trasporto solido costiero, ma devono avere solo la funzione di contrastare l'erosione in atto che minaccia da vicino la costruzione e progressivamente demolisce la spiaggia ed il cordone dunale, si prevede di realizzare una scogliera soffolta.

Poiché è stato ipotizzato un corposo intervento pubblico per controllare i fenomeni erosivi nel sito in oggetto, ma gli ordinari tempi tecnici della pubblica amministrazione male si conciliano con la velocità dell'erosione in corso, che potrebbe portare sia alla distruzione del fabbricato che delle spiagge limitrofe, viene proposto un progetto ponte, per assicurare la difesa della costa almeno in questa area.

L'intervento deve essere sufficientemente contenuto nei costi, e di una dimensione tale da poter essere considerato sperimentale e propedeutico per lo studio di un progetto più ampio, che interessi tutto il lobo nord in erosione.

In sostanza si potrebbe ipotizzare la costruzione di una scogliera parallela alla linea di riva, fondata su un fondale di circa 2 metri di profondità ad una distanza dalla costa di 50-60 metri, per una lunghezza di circa 120 metri lineari, e di un pennello che collega la riva alla scogliera,

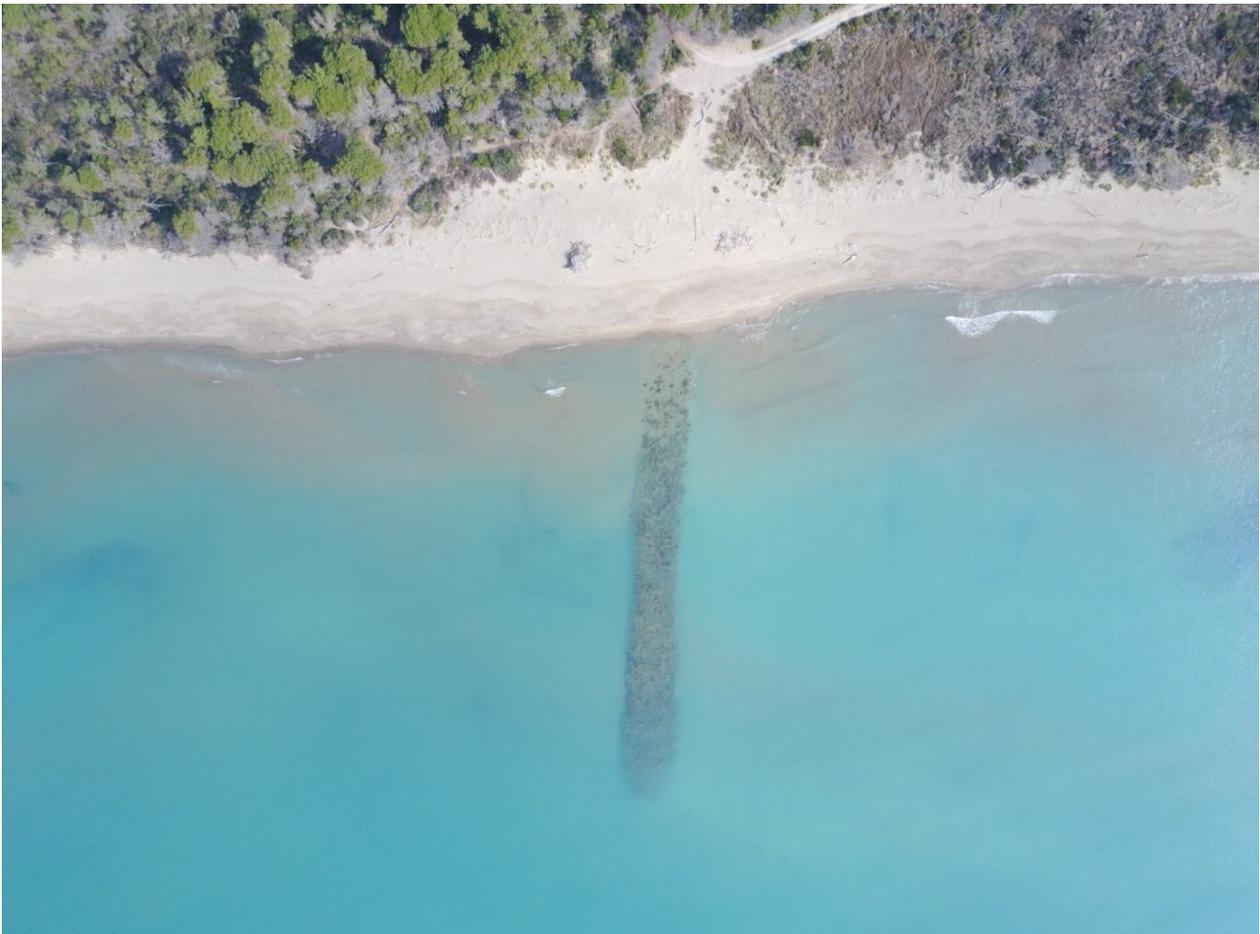


necessario sia per la costruzione stessa della scogliera parallela con mezzi terrestri, e sia per interrompere la corrente di riva ed innescare la formazione di due tomboli di sabbia.

[Digitare qui]

L'efficacia di tali opere sarebbe maggiore se queste fossero emerse e non soffolte, magari anche in via temporanea, ovvero fino alla stabilizzazione della linea di riva o al completamento del progetto regionale. Tali opere non interferirebbero comunque in modo significativo con il movimento delle barre di sabbia, perché queste si trovano ad una distanza maggiore dalla linea di riva, e perché il punto dove si ha inversione delle tendenze evolutive della costa, ovvero dove si ha un accumulo e non erosione, è a nord e relativamente vicino al Casino di Caccia, e quindi si ritiene improbabile che si provochi un effetto erosivo locale. Effetti che saranno meglio valutati nello studio di impatto ambientale.

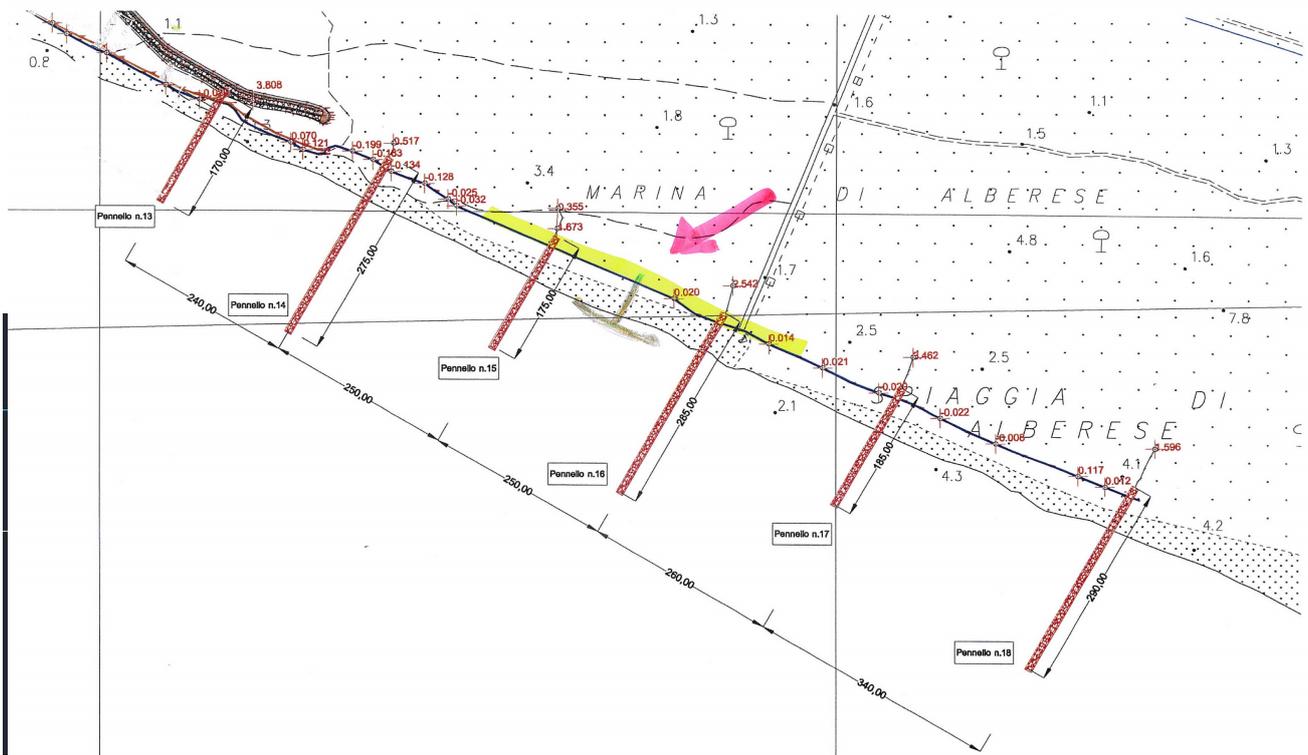
La foto sotto ritrae un pennello soffolto realizzato alla spiaggia di Alberese, con la stessa modalità costruttiva e con gli stessi materiali. La lunghezza di questo pennello è di 175 metri, anziché di 60 come in progetto, ma l'aspetto sarà molto simile.



I pennelli e le scogliere soffolte sono visibili solo dall'alto, come si può notare dalla foto che segue che è scattata proprio dalla spiaggia di Alberese.

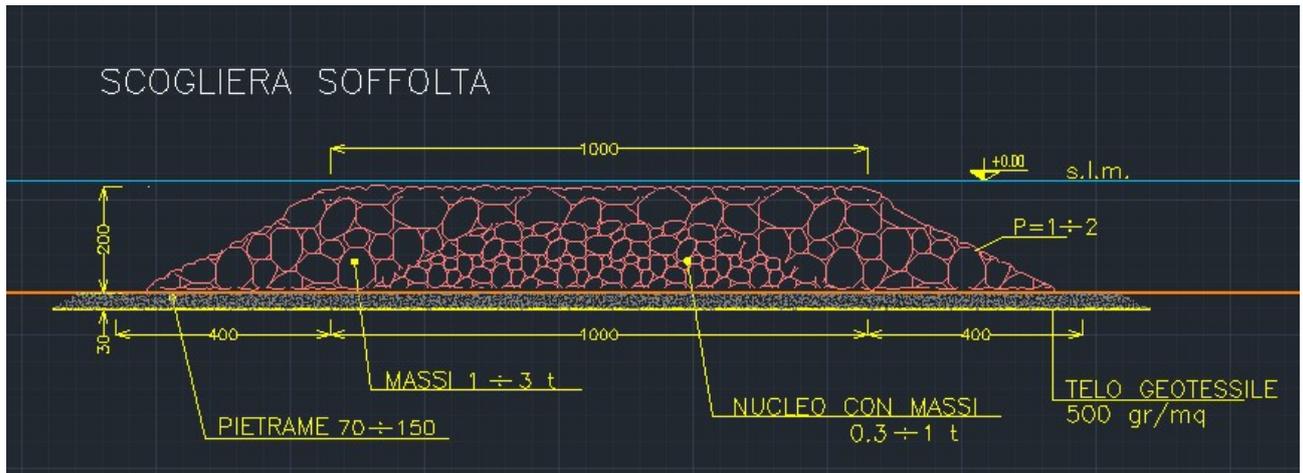


Inoltre si può osservare quanto sia modesta la dimensione della nuova scogliera rispetto a quanto già realizzato alla spiaggia di Alberese, sovrapponendo la nuova opera in scala nella stessa planimetria, dove si vede la dimensione della scogliera soffolta rispetto ai pennelli soffolti (la scogliera in progetto è quella indicata dalla freccia fuxia). La figura dunque non rappresenta la posizione planimetrica della scogliera ma serve solo per confrontare la dimensione delle opere.



Per la costruzione della scogliera si dovrebbero usare dei massi di 2^a categoria, ovvero del peso da 1 ton a 3 ton, con un nucleo meno permeabile formato da massi più piccoli ovvero da 3-1 ton. La scogliera può essere fondata direttamente sulla sabbia naturale, senza opere di scavo salvo che nei primi metri sul bagnasciuga, con l'eventuale impiego di geotessile e comunque di uno strato di circa 30 cm di pietrame di pezzatura 70-150 come basamento. La pendenza delle [Digitare qui]

scarpate dovrà essere modesta, ovvero 1 a 2, per evitare fenomeni di riflessione delle onde, con conseguenti erosioni locali.



Sarà necessario ripristinare la strada aziendale e realizzare una pista di larghezza di almeno 4 metri con una massiciata costituita da pietrame di cava su fondo di non tessuto, per una lunghezza di circa 120 metri, ovvero la distanza compresa fra la strada aziendale esistente ed il punto di attacco del pennello soffolto. Per realizzare la scogliera, il pennello e la pista di raccordo occorrono circa 4500-5000 mc di pietrame che potrebbe essere proveniente dalla cava di Montorsaio, che si trova ad una distanza di circa 39 km, e quindi trasportabili con bilici lungo la strada la E80, poi lungo la Trappola e poi utilizzando una strada aziendale esistente, che arriva fino al mare. Il tempo di percorrenza di tale tratto stradale è stimato in 52 minuti, con bilici con una portata compresa fra i 25 e 33 ton, per un totale di circa 300 viaggi.

Ipotizzando 10 viaggi al giorno, e l'impiego di un escavatore e di una pala per il posizionamento del materiale, si prevede circa 30 giorni lavorativi, in condizioni meteo marine di mare calmo. Pertanto considerando che il lavoro deve essere realizzato nel periodo invernale, si presume il protrarsi dei lavori per circa 3-4 mesi. In cantiere si prevede la presenza di un escavatore e di una pala meccanica, per accumulare il materiale e per mantenere la pista e la strada aziendale, che una volta terminati i lavori avrà bisogno di un ricarico di misto di cava nei tratti in cui risulterà danneggiata dal transito dei mezzi pesanti.

La pista invece sarà ricoperta di sabbia, ed avrà la funzione di difesa del Casino di Caccia qualora si determinassero condizioni meteomarine eccezionali.

Non si prevede di movimentare sabbia se non all'interno dell'area di cantiere, ovvero dell'area interessata alla costruzione delle opere.

Si prevede un cedimento iniziale della scogliera sulla sabbia, per una profondità di almeno 30 cm rispetto alla quota del fondale, pertanto nella fase di costruzione si terrà una quota fuori dal pelo libero, che consentirà di migliorare gli aspetti della sicurezza dei lavoratori, poiché le macchine operatrici, camion ed escavatore, potranno muoversi fuori dall'acqua fino al completamento dell'opera.

L'opera di protezione della linea costiera realizzata nel 2016, costituita da pali di legno infissi, tavolato e geotubi, viene in parte inglobata nella nuova opera in progetto, contribuendo in modo sinergico alla difesa della costa, fino al termine durata delle parti lignee ed al progressivo affondamento dei geotubi.

Si presume che la linea di riva post operam non subirà nel breve periodo variazioni di rilievo, in quanto essendo la costa in erosione, scopo del progetto è difendere l'attuale linea di costa. E' evidente che data la piccola dimensione di questo intervento, la funzione di difesa è solo temporanea, ovvero dovrà essere comunque realizzato un progetto di maggiori dimensioni per evitare il proseguo nel tempo dell'erosione costiera e la conseguente perdita sia del cordone dunare che del Casino di Caccia.

La tipologia di opera è soggetta ad interventi di manutenzione e riparazione dovuti all'azioni di eventi meteomarinari particolarmente intensi, in particolare durante i primi tre anni, periodo nel quale si manifesta in maniera più rilevante un parziale sprofondamento delle opere foranee.

Pertanto nella fase di costruzione si dovrà tenere una quota più alta di quella di progetto, ovvero una parziale costruzione sopra il pelo libero, per ottenere una scogliera soffolta maggiormente stabile.

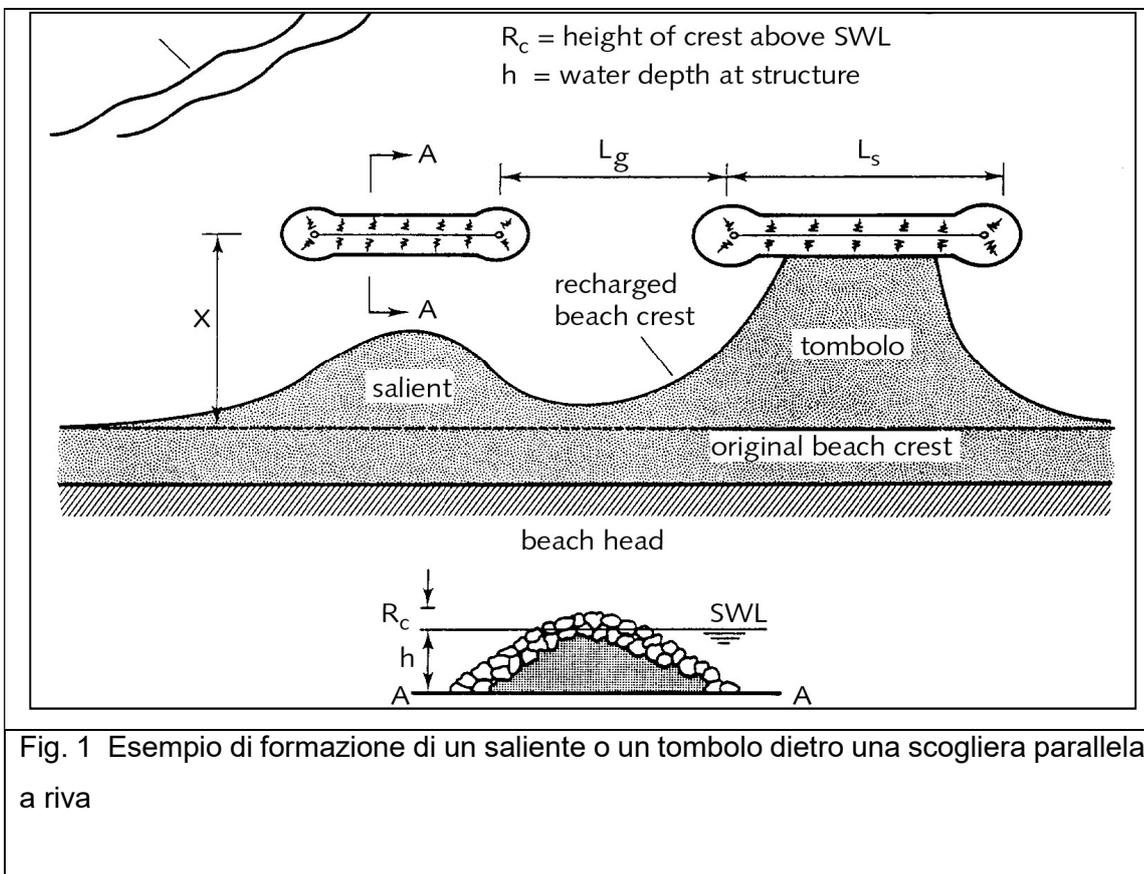
Il periodo temporale dei lavori sarà meglio individuato nello studio di valutazione di incidenza e di impatto ambientale, con lo scopo di evitare ogni interferenza sia con la stagione balneare che con le specie animali.

In ogni caso è già stata verificata l'assenza di Posidonia e qualsiasi altra specie di piante marine protette in tutta l'area occupata o vicina alla scogliera proposta.

RELAZIONE DI CALCOLO

- **Dimensionamento planimetrico della barriera.**

La barriera ha lo scopo di favorire un avanzamento della linea di riva utilizzando la sabbia trasportata dalle correnti litoranee. In funzione della distanza da riva e della lunghezza della barriera si possono verificare, nell'arco di alcuni mesi, due diverse condizioni: la formazione di un saliente o di un tombolo. Si definisce tombolo quando l'avanzamento della linea di riva raggiunge la struttura parallela, saliente quando si ha un avanzamento parziale della linea di riva senza la congiunzione con l'opera parallela.



Esistono diversi criteri per determinare i valori dei parametri che influenzano la risposta della linea di riva in maniera da ottenere la formazione del tombolo o di un saliente. La maggior parte delle relazioni sono state ricavate per barriere emergenti. Ad esempio Ahrens e Cox (1990) definiscono uno Shoreline Index IS definito dalla seguente relazione empirica che correla le dimensioni planimetriche della barriera con la forma assunta a regime dalla linea di riva:

[Digitare qui]

$IS = \exp(1.72 - 0.41 L_s/X)$ dove L_s è la lunghezza della barriera e X la distanza della barriera dalla riva.

In relazione ai valori calcolati di IS vengono definiti 5 tipi di risposta:

Tombolo permanente: $IS=1$;

Tombolo periodico: $IS=2$;

Saliente ben sviluppato: $IS=3$;

Saliente limitato: $IS=4$;

Assenza di modifiche: $IS=5$.

Nel caso in esame dove la lunghezza della barriera $L_s = 120$ m e la distanza da riva X è di 60m si ottiene $IS = 2,45$. In questo caso si otterrebbe un saliente ben sviluppato che in condizioni favorevoli arriva a formare un tombolo.

Nel caso di barriera sommersa con sommità appena sotto il livello del mare, quando si ha la formazione del tombolo questo è in parte sommerso quindi in ogni caso la spiaggia emersa assume la formazione di un saliente.

Per opere sommerse esiste la formulazione più recente di Pilarczyk (2003): che definisce un limite per la formazione di un tombolo quando:

$$L_s/X > (1/1 - K_t)$$

Se il secondo termine è minore del primo si la formazione di un saliente.

In questo caso un parametro fondamentale è il coefficiente di trasmissione K_t definito come il rapporto fra l'altezza d'onda dietro la scogliera sommersa e l'altezza d'onda immediatamente al largo della scogliera.

Per il calcolo di K_t si fa riferimento alla formula D'Angremond et al. 1990

$$K_t = -0.4 \frac{R_c}{H_{si}} + 0.64 \left(\frac{B}{H_{si}} \right)^{-0.31} \left(1 - e^{-0.5 \xi_{op}} \right)$$

dove

B = larghezza berma

[Digitare qui]

Rc= sommergenza

Hsi= altezza d'onda incidente sulla scogliera

ξ_{op} = numero di Iribarren calcolato con valore di altezza d'onda incidente sulla struttura e valore di altezza d'onda a largo e la pendenza del paramento della barriera assunta pari a 1/2 (CEM. VI-5-2)

Stima dell'altezza d'onda incidente

Per il calcolo di ξ_{op} è necessario stimare l'altezza d'onda incidente sulla struttura alla profondità di 2 m.

Considerando un sopralzo d'onda e di marea di 0,7 m si ha una profondità di calcolo $h = 2.0$ m. L'altezza d'onda incidente deve essere stimata tenendo conto che la struttura si trova in piena zona di frangimento e quindi la sua altezza è fortemente condizionata dalla profondità. Assumendo un valore di altezza d'onda al largo di una mareggiata intensa, ma non assolutamente eccezionale, definita con un'altezza significativa di 5 m associata ad un periodo di 9 s, si stima il valore di ripidità d'onda $H_o/L_o = 0.04$ e per la profondità relativa $h/H_o = 0,54$

L'altezza d'onda incidente $H_{1/3}$ è quindi stimata dal grafico seguente pari a 2,0 m

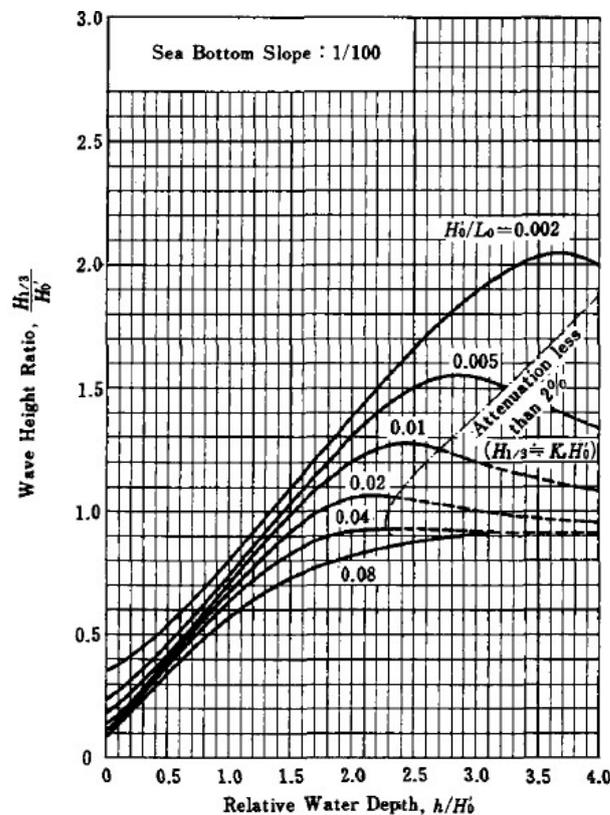


Figura 2 Stima dell'altezza d'onda incidente (Y.Goda, 2000)

Si può calcolare parametro di Iribarren con i seguenti valori:

[Digitare qui]

Pendenza del paramento lato mare della barriera $\text{tg } \alpha = 0,5$

Altezza d'onda incidente $H_{1/3} = 2,0 \text{ m}$

Lunghezza d'onda al largo $L_o = 128 \text{ m}$

Da cui $\xi_{op} = 3,9$

Calcolo del coefficiente di trasmissione

Ritornando alla formula di D'Angremond ed inserendo i valori stimati per la struttura in esame:

$\xi_{op} = 0,3,9$

$H_{si} = H_{1/3} = 2,0 \text{ m}$

$B =$ larghezza berma 10 m

$R_c =$ sommergezza -1 m riferita al livello medio di mareggiata ($+0,7 \text{ m s.l.m.m.}$)

Si ottiene un coefficiente di trasmissione $K_t = 0,58$

Lo stesso risultato può essere ottenuto anche con il grafico seguente

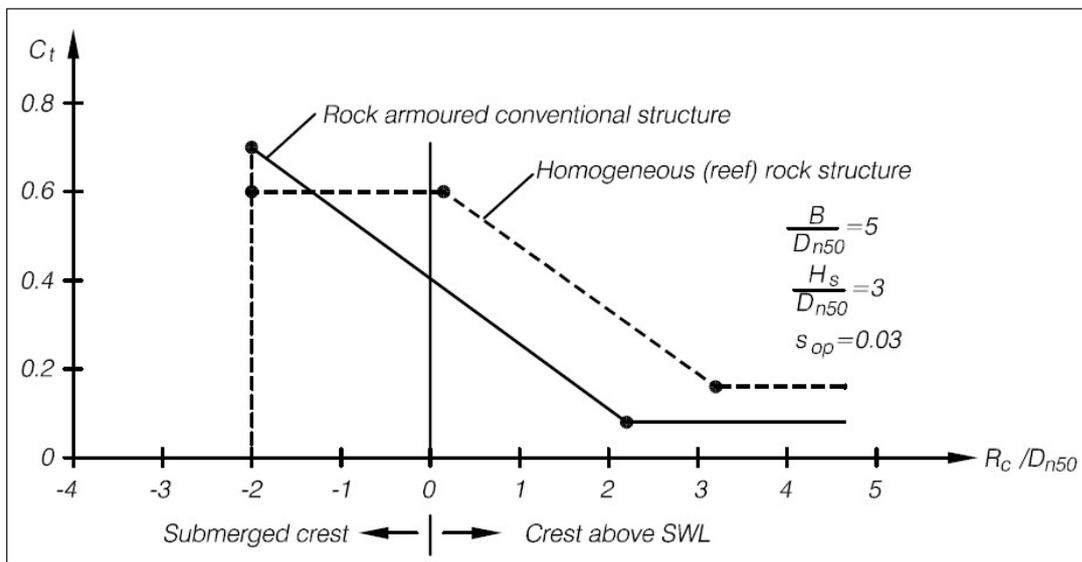


Fig.3 Coefficiente di trasmissione in funzione della sommergezza per opere a scogliera (CEM part.VI cap. 5)

Verifica della morfologia prevista per la linea di riva

[Digitare qui]

Secondo la formula di Pilarczyk

$$Ls/X > (1/1-Kt)$$

si ottiene per il primo membro $Ls/X = 2$ e per il secondo $(1/1-0,58) = 2,38$

Risulta pertanto verificata la formazione di un saliente.

- **Verifica di stabilità e determinazione del peso dei massi per la costruzione della scogliera**

La stima del peso dei massi stabili sotto l'azione del moto ondoso può essere eseguita con la relazione di Hudson

$$\frac{H}{\Delta D_{n50}} = (K_D \cot \alpha)^{1/3}$$

o l'equivalente

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D \Delta^3 \cot \theta}$$

D_{n50} è la dimensione del masso legata al suo peso W dalla relazione $\gamma_r D_{n50}^3 = W$

γ_r è il peso specifico del materiale dei massi 26 t/m³

$H = H/3$ altezza d'onda incidente stimata precedentemente a 2,0 m

K_D è parametro che stima la diversa resistenza al variare della forma dei massi, valutata sperimentalmente, pari a circa 2 per massi naturali

Δ numero adimensionale per la densità del materiale in acqua, rapporto tra $(\rho_r / \rho_w - 1)$ dove ρ_r è la densità del materiale (roccia) e ρ_w densità materiale acqua marina

Angolo di inclinazione della mantellata definito da $\cot \theta = 2$

In queste condizioni il peso medio richiesto è 1,4 t quindi verranno utilizzati per la mantellata esterna massi da 1-3 t

MONITORAGGIO

Premesso che gli interventi in progetto, per le loro dimensioni ridotte, hanno lo scopo prevalente di mantenere un tratto di spiaggia sufficientemente ampio da proteggere la casetta senza apportare modifiche significative nelle aree limitrofe. In particolare non sono previsti effetti sull'ambiente marino e quindi su flora fauna e qualità delle acque marine. In questo caso gli aspetti per i quali svolgere azioni di monitoraggio riguardano:

- il dinamismo geomorfologico del litorale e dei fondali interessati dalle opere;
- il dinamismo delle comunità vegetali del sistema spiaggia-duna e del sistema palustre retrostante;
- stato di conservazione delle opere e interventi preventivi di manutenzione.

2 Metodologia dei rilievi di monitoraggio

1. Rilievo della posizione della linea di riva secondo il seguente programma:

- rilievo della linea di riva all'atto della costruzione dell'opera dalla foce dell'Ombrone fino al confine della Tenuta La Trappola con la tenuta San Carlo.
- rilievo dei fondali mediante una o più sezioni nel tratto dunare e di mare antistante la casetta denominata Casino di Caccia.
- Rilievo di dettaglio della scogliera dopo la sua costruzione
- Ortofoto prima e dopo la realizzazione dell'intervento

Questi rilievi dovranno essere ripetuti con cadenza semestrale per il primo anno e annuale per i successivi due anni per un periodo complessivo di tre anni.

3 Rapporti periodici

[Digitare qui]

Ogni anno verrà prodotto un rapporto annuale nel quale verranno descritti i rilievi eseguiti i risultati ottenuti, ed i confronti con la situazione ante operam.

Verranno anche definiti gli interventi di adeguamento e manutenzione da eseguirsi.

