



Unione Europea



REGIONE CAMPANIA



FESR
P.O. FESR
REGIONE CAMPANIA



provincia di salerno



Città di Battipaglia



Città di Eboli



Comune di Pontecagnano Falano



Comune di Capaccio



Comune di Agropoli

POR Campania FESR 2007/2013

Asse 1 "Sostenibilità ambientale ed attrattiva culturale e turistica"

Obiettivo Operativo 1.5 "Messa in sicurezza dei territori esposti a rischi naturali"

Grande Progetto "Interventi di difesa e ripascimento del litorale del golfo di Salerno"

CCI 2011IT161PR004 - CUP H43E12000040005

PROGETTO DEFINITIVO

Rif. U.P. :

Relazione tecnica studio morfodinamico a 30 anni

R.07.01

File origine:

File archivio:

Scala:

Rev.	Data	Prodotto	Controllato	Approvato	Motivo della revisione
00	ottobre 2013				Emissione
01					
02					

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. Domenico Ranesi

GRUPPO PROGETTAZIONE

ing. Giovanni Cannoniero
(Resp. tecnico della progettazione - Coordinatore)

ing. Giuseppe D'Acunzi
geol. Francesco Peduto
dott. Angelo d'Acquisto
ing. Francesco Sessa
arch. Letteria Spuria
dott. Valerio Catalano
ing. Giuseppe Trotta
geol. Maria Donata Turturiello
arch. Vincenzo Zuccaro
ing. Osvaldo Amoroso
ing. Carmine Greco
geom. Sergio Lauriana

CONSULENZE SPECIALISTICHE

prof. ing. Paolo De Girolamo (*Consulenza idraulico marittima*)
prof. geol. Alessio Valente (*Consulenza analisi sedimentologiche*)
ing. Davide Saltari (*Consulenza per la cantierizzazione*)
ing. Andrea Sanzone (*Consulenza dimensionamento opere marittime*)
prof. ing. Fabio Dentale (C.U.G.RI.) (*Direzione tecnico scientifica campagna rilievi*)

COORD. PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

ing. Giovanni Cannoniero
ing. Giovanna Salzano (*Supporto al RUP per la sicurezza*)

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE

arch. Katja Aversano, geol. Giuseppe D'Urso
ing. Annapaola Fortunato, sig. Gaetano Pierro

CONSULENZE DI SUPPORTO

dott. Claudio Mancuso (*Consulenza ornitologica*)
dott. Giovanni Gammarano (*Consulenza opere di mitigazione*)
arch. Aniello Schiavone (*Consulenza rendering*)
dott. Alessandro Salvatore (*Consulenza Analisi Costi-Benefici*)

Coordinatore Segreteria organizzativa

dott.ssa Bianca Curci

Coordinatore Amministrativo

dott. Alfonso Berardinelli

Collaboratori Segreteria organizzativa

geom. Isidoro Napoli, dott.ssa Chiara Pacelli

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RISPOSTA ALLA OSSERVAZIONE DELL’AUTORITÀ DI BACINO SULLO STUDIO MORFODINAMICO.....	3
3	EVOLUZIONE TRENTENNALE DEL LITORALE.....	7
3.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	7
3.2	EVOLUZIONE IN ASSENZA DI INTERVENTI (OPZIONE ZERO).....	7
3.3	EVOLUZIONE IN PRESENZA DI OPERE SECONDO LA CONFIGURAZIONE DEFINITIVA	10

TAVOLE ALLEGATE

- MD5.01 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Quadro di Unione;
- MD5.02 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 1/8;
- MD5.03 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 2/8;
- MD5.04 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 3/8;
- MD5.05 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 4/8;
- MD5.06 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 5/8;
- MD5.07 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 6/8;
- MD5.08 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 7/8;
- MD5.09 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 8/8.

1 PREMESSA

La presente relazione costituisce un'integrazione dello studio morfodinamico eseguito per la Provincia di Salerno dal Prof. Ing. Paolo De Girolamo a seguito delle osservazioni nate dopo la consegna del progetto definitivo del Grande Progetto "Interventi di difesa e ripascimento del litorale del Golfo di Salerno" CCI 2011/T161PR004 – CUP H43E12000040005.

In particolare l'Autorità di Bacino del Sele sulla base dell'analisi dei risultati dello studio morfodinamico condotto in previsione a 10 anni ha mosso la seguente osservazione:

“Lo studio morfodinamico è stato sviluppato solo a “breve termine” (10 anni) e sembra non tener conto del ripascimento di progetto (200.000 m³); inoltre non si riscontra il medesimo studio a “lungo termine” almeno pari alla vita utile dell’opera.

Il suddetto studio ha evidenziato che l’opera, in proiezione decennale, fornisce esiti in molti punti peggiorativi rispetto ad una ipotesi di non “non intervento” (opzione 0)“.

La provincia di Salerno ha fornito, in un documento separato, la risposta a tale osservazione decidendo comunque di approfondire lo studio eseguito mediante l'esecuzione di nuove simulazioni numeriche di previsione della linea di riva su un orizzonte temporale di trenta anni, ovvero maggiore rispetto a quello esaminato nello studio precedente (10 anni).

Nei prossimi paragrafi, dopo aver riportato per completezza la risposta all'osservazione di cui sopra, viene descritto il lavoro eseguito ed i risultati ottenuti.

2 RISPOSTA ALLA OSSERVAZIONE DELL'AUTORITÀ DI BACINO SULLO STUDIO MORFODINAMICO

Per quanto riguarda la prima parte della osservazione, ovvero quella relativa alla simulazione numerica del ripascimento, si conferma che nell'ambito dello studio morfodinamico posto a corredo del progetto definitivo è stata effettuata tale simulazione numerica, ma non è stata rappresentata negli elaborati progettuali. La ragione principale di tale mancata rappresentazione è legata alla volontà di utilizzare nelle analisi morfodinamiche, condotte per verificare il conseguimento degli obiettivi progettuali, un approccio a vantaggio di sicurezza in cui si eliminano gli effetti migliorativi del ripascimento per studiare il comportamento delle sole opere rigide. Infatti, come meglio descritto nella seconda parte della presente risposta e come rappresentato negli istogrammi riportati nelle tavole di progetto, avendo dimostrato, in assenza di ripascimento, che la media spaziale della variazione della posizione della linea di riva rispetto a quella relativa all' "opzione zero" dopo dieci anni dall'esecuzione degli interventi produce un effetto positivo in termini di stabilizzazione complessiva del litorale, permette di sostenere con maggiore efficacia la validità della soluzione di intervento proposta in relazione alla tipologia di opere previste ed agli obiettivi che si intendono perseguire. L'introduzione del ripascimento, ulteriore elemento migliorativo in relazione sempre alle finalità, così come configurato, conferma tale "trend" evolutivo ed allo stesso tempo produce un'ottimizzazione dei punti singolari dove è stato rilevato che gli interventi determinano delle condizioni negative rispetto all'"opzione zero".

La seconda parte della osservazione può essere ulteriormente scomposta in due parti, ovvero:

- una prima parte che riguarda la finestra temporale utilizzata (10 anni) per la previsione numerica della risposta morfodinamica del litorale che risulta inferiore rispetto alla durata della vita utile dell'opera pari a circa 25÷30 anni;
- una seconda parte che riguarda gli effetti prodotti dalle opere di difesa costiera che sembrano, in proiezione decennale, in molti punti peggiorativi rispetto ad una ipotesi di "non intervento" (opzione 0).

Nel rispondere si preferisce dare priorità alla seconda parte della osservazione.

Per quanto riguarda l'osservazione mossa dall'Autorità di Bacino circa gli effetti "apparentemente" peggiorativi prodotti, in proiezione decennale, dalle sole opere di difesa rigide, si ritiene che la valutazione degli effetti prodotti dall'intervento non possa prescindere dalle scale spaziali e temporali di riferimento come di seguito specificato.

Fissando l'attenzione alla sola scala spaziale ed in particolare a che cosa succede "localmente" dopo dieci anni dall'esecuzione degli interventi, facendo ricorso alle linee di riva riportate nelle tavole allegate al progetto definitivo (tavole MD3.01÷ MD3.09), in effetti, come osservato dall'Autorità di Bacino, si evidenziano dei punti singolari dove sembra che gli interventi apportino dei peggioramenti rispetto all'opzione zero. Tuttavia tali situazioni locali possono pienamente giustificarsi con le seguenti considerazioni.

In primo luogo si rammenta che la finalità dell'intervento è quella di stabilizzare un litorale fortemente instabile dal punto di vista morfodinamico. Tale stabilizzazione si può ragionevolmente ottenere solo arrestando il processo di smantellamento del delta fluviale mediante l'impiego di opere rigide (pennelli a "T"). Di conseguenza, come noto nella letteratura di settore, i benefici maggiori si devono attendere proprio in corrispondenza del delta fluviale dove vengono drasticamente ridotti, con i pennelli, i "trend" erosivi riscontrati negli ultimi 60 anni. Allontanandosi dal delta, sia verso Nord sia verso Sud, ci si deve aspettare, come noto e come è stato confermato dalle simulazioni numeriche, che tali benefici tendano progressivamente a ridursi in quanto la sabbia che viene bloccata sul delta fluviale dagli interventi, alimentando in misura ridotta i litorali adiacenti, produce in alcuni

punti un “apparente” peggioramento della posizione della linea di riva rispetto a quella che si verrebbe a determinare in assenza di interventi. A questo comportamento di carattere generale si sommano gli effetti locali causati dalle opere di difesa rigide. Tali effetti sono costituiti dalla conformazione a “lunata” della linea di riva indotta dai pennelli a “T”, ovvero la linea di riva tende ad avanzare in prossimità del radicamento a terra dei pennelli, dove è maggiore il loro effetto di protezione sulla costa, a discapito della linea di riva posta nella zona centrale tra un pennello e l’altro, che tende ad arretrare. Di fatto avviene una ridistribuzione della sabbia tra un pennello e l’altro che porta alla citata conformazione a lunata della linea di riva. In alcuni casi nella zona centrale compresa tra una coppia di pennelli, la lunata determina, in termini di posizione della linea di riva, un “peggioramento” rispetto all’ “opzione zero” al quale, tuttavia, corrisponde sempre un “miglioramento” in prossimità del radicamento a terra dei pennelli, dove la linea di riva avanza. Eseguendo una media nello spazio, questo alternarsi di tipo locale tra “miglioramenti” e “peggioramenti” rispetto all’ “opzione zero”, scompare e consente di mettere in evidenza il comportamento complessivo dell’intervento. Tale operazione di media spaziale è stata effettuata realizzando gli istogrammi, riportati nelle tavole sopra citate e nella relazione morfodinamica, che rappresentano la variazione della posizione della linea di riva rispetto a quella relativa all’ “opzione zero” dopo dieci anni dall’esecuzione degli interventi. Tali istogrammi evidenziano in modo inequivocabile l’effetto positivo in termini di stabilizzazione complessiva del litorale determinato dalla sola realizzazione delle opere “rigide”, ovvero dei pennelli a “T”. Ovviamente, come affermato in precedenza, tale miglioramento complessivo è caratterizzato localmente da alcuni tratti di litorale dove i miglioramenti si alternano ai peggioramenti. In questo contesto la funzione del ripascimento è proprio quella di mitigare, nelle zone più critiche, ovvero nelle zone dove sono presenti infrastrutture balneari che non vengono completamente protette dai pennelli a “T”, questi eventuali peggioramenti.

Come è intuitivo, la stabilizzazione complessiva del litorale prodotta dagli interventi di difesa rigida proposti nel progetto definitivo, diventa sempre più evidente all’aumentare della scala temporale di riferimento. Infatti nel periodo subito seguente alla realizzazione delle opere, il litorale, nelle zone protette dai pennelli, assume velocemente la conformazione a lunate, mentre il processo di smantellamento del delta fluviale è più lento. Di conseguenza nei primi anni che seguono alla realizzazione delle opere, risultano più evidenti, rispetto all’ “opzione zero”, i fenomeni prodotti dalla conformazione a lunate della

linea di riva, ovvero l'alternanza tra zone caratterizzate da "peggioramenti" e zone caratterizzate da "miglioramenti". Per contro al passare del tempo, la linea di riva in assenza degli interventi tende lentamente ma progressivamente a retrocedere, mentre quella relativa alla presenza degli interventi tende a stabilizzarsi. Di conseguenza al passare del tempo l'effetto di stabilizzazione del litorale tende a diventare sempre più marcato.

Allo scopo di evidenziare tale comportamento e allo stesso tempo di derimere ogni dubbio da parte delle Amministrazioni chiamate a valutare il progetto e dei portatori d'interesse circa gli effetti positivi di stabilizzazione del litorale prodotti a lungo termine dagli interventi progettati, si è deciso di aumentare la proiezione in avanti delle simulazioni numeriche fino a raggiungere 30 anni. Nelle nuove simulazioni, come per l'analisi condotta a 10 anni, è stato riprodotto anche il ripascimento da 200.000 m³ posto a base del progetto definitivo, utilizzando quali caratteristiche della sabbia quelle corrispondenti a condizioni compatibili dal punto di vista ambientale.

Il lavoro svolto e i risultati ottenuti con le nuove simulazioni numeriche sono descritti nei prossimi paragrafi.

3 EVOLUZIONE TRENTENNALE DEL LITORALE

3.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Come già osservato nell'ambito dello studio dell'evoluzione decennale del litorale nella configurazione definitiva di intervento, l'analisi dell'evoluzione temporale della tendenza evolutiva del litorale ha mostrato la rapidità con cui la presenza delle opere influisce sulla configurazione della linea di riva. Infatti si è osservato che la configurazione "a lunata" indotta dalla presenza dei pennelli è piuttosto rapida e si esaurisce già dopo un anno. Fanno eccezione alcune aree (a titolo di esempio tra i pennelli 39 e 34, tra i pennelli 15 e 16 e tra i pennelli 5 e 6) e in corrispondenza dei contorni dell'intervento (a titolo di esempio in corrispondenza dei pennelli 48A, 34 e 32 e tra le barriere n. 3 e 4) per cui l'evoluzione della linea di riva sia più rapida negli anni iniziali e tenda a stabilizzarsi con l'aumento dell'orizzonte temporale di simulazione. Tale differenza è da ricondursi all'ampio valore dell'interasse dei pennelli (es. tra i pennelli 5 e 6) che induce un incremento dei tempi di risposta morfodinamica del litorale.

Il presente studio, come già accennato, ha l'obiettivo di estendere l'orizzonte temporale di simulazione precedentemente analizzato nell'ambito del progetto definitivo dell'intervento, illustrando i risultati delle simulazioni numeriche in assenza di interventi (opzione zero) e in presenza di opere nella configurazione definitiva con orizzonte temporale pari a 30 anni.

3.2 EVOLUZIONE IN ASSENZA DI INTERVENTI (OPZIONE ZERO)

La Figure 2-1 e le tavole allegate

- MD5.01 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Quadro di Unione;
- MD5.02 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 1/8;
- MD5.03 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 2/8;
- MD5.04 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 3/8;
- MD5.05 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 4/8;
- MD5.06 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 5/8;
- MD5.07 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 6/8;
- MD5.08 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 7/8;
- MD5.09 – Analisi morfodinamica a 30 anni – Intervento previsto dal Progetto Definitivo – Opere rigide e ripascimento – Stralcio 8/8.

mostrano l'evoluzione nei prossimi trenta anni (2012-2042) dell'intero litorale e dei relativi tratti in assenza d'interventi.

In particolare nelle tavole allegate l'evoluzione della linea di riva a 30 anni (2042) in assenza di interventi è rappresentata dalla linea di colore rosso.

Come atteso, la tendenza futura del litorale in assenza d'interventi rispecchia quanto già osservato nel passato (si veda lo "Studio Morfologico" dello studio in epigrafe) ovvero tende a continuare lo smantellamento degli apparati focali del Sele e del Tusciano ad opera del moto ondoso frangente in quanto l'estroflessione rivolta verso il largo del litorale non corrisponde ad una configurazione planimetrica di equilibrio rispetto agli attuali apporti solidi fluviali che giungono al litorale (come già osservato nell'ambito dello "Studio Morfodinamico"). Nel dettaglio con riferimento anche alla Fig. 2.1, si può osservare, procedendo da Sud verso Nord, quanto segue:

- *Tratto compreso tra Torre San Marco (1) e Foce Fiumarello (4)*

Il tratto di litorale risulta complessivamente mediamente stabile. Fa eccezione una lieve tendenza all'arretramento in corrispondenza di torre San Marco dovuto, tuttavia, all'effetto numerico indotto dalla vicinanza al contorno.

- *Tratto compreso tra litorale Foce Fiumarello(4) e Foce Tusciano (7)*

Il litorale mostra una generale tendenza all'arretramento, con i valori più elevati del rateo di variazione della posizione della linea di riva nelle immediate vicinanze della Foce del Sele (5). E' necessario sottolineare che i ratei di arretramento in tale zona sono influenzati dal fatto che la linea di riva giunge sino alla barriera inerodibile posta sulla sponda sinistra del Sele. Infatti, raggiunta la barriera inerodibile si osserva l'apparente stabilità della linea di riva a cui consegue, tuttavia, una rotazione del profilo trasversale della spiaggia la quale, a lungo andare, tenderebbe a compromettere la stabilità delle strutture e delle stesse "barriere inerodibili".

- *Tratto compreso tra Foce Tusciano (7) e Porto Masuccio (11)*

In questo tratto la linea di riva risulta mediamente stabile. Ma tale stabilità è solo apparente in quanto è dovuta alla presenza di "barriere inerodibili" e strutture antropiche che localmente non permettono l'ulteriore arretramento della linea di riva comportandosi di fatto come difese radenti (barriera inerodibile). Pertanto, come osservato per il tratto di litorale precedente, raggiunta la barriera inerodibile si osserva l'apparente stabilità della linea di riva a cui consegue, tuttavia, una rotazione del profilo trasversale della spiaggia la quale, a lungo andare, tenderebbe a compromettere la stabilità delle strutture e delle stesse "barriere inerodibili".

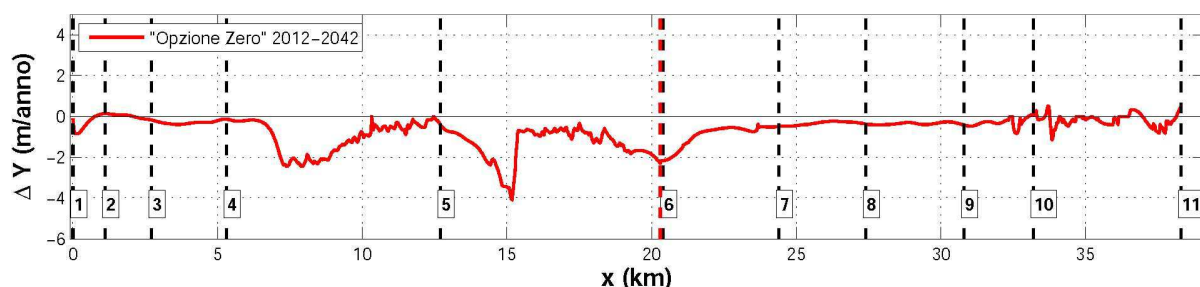


Figura 2- 1: Rateo annuo di variazione della posizione della linea di riva ΔY (m/anno) nell'ipotesi di non intervento ("opzione zero")

3.3 EVOLUZIONE IN PRESENZA DI OPERE SECONDO LA CONFIGURAZIONE DEFINITIVA

Questo paragrafo illustra la tendenza evolutiva del litorale oggetto di intervento in configurazione definitiva con orizzonte temporale pari a 30 anni e versamento di sabbia di 200.000 m³, in maniera del tutto analoga a quanto già esposto nello “Studio Morfodinamico”.

I risultati ottenuti sono riportati nelle tavole allegate.

In particolare nelle tavole sono riportate le seguenti linee di riva:

- linea di riva rilevata nel 2012 (situazione attuale) rappresentata con una linea di colore nero;
- linea di riva prevista numericamente nel 2042 in assenza di interventi (opzione zero) rappresentata con una linea di colore rosso;
- linea di riva prevista numericamente nel 2042 in presenza degli interventi oggetto del progetto definitivo (opere rigide e ripascimento) rappresentata con una linea di colore blu.

La Tavola MD5.01 (quadro di unione) mostra l'istogramma dei ratei di variazione della linea di riva rispetto all'evoluzione della linea di riva ottenuta in assenza d'interventi (opzione zero). Pertanto il grafico deve essere inteso come di miglioramento o peggioramento rispetto all'opzione zero a scala locale. Nell'istogramma in verde sono indicate le aree il cui rateo di miglioramento supera il valore significativo di 0,5 m/anno; le aree in giallo sono quelle per cui il rateo di variazione della posizione della linea di riva rispetto all'opzione zero non è significativo (inferiore al valore di 0,5 m/anno).

L'analisi dell'istogramma mostra in maniera piuttosto chiara che l'intervento nella sua configurazione definitiva soddisfa pienamente, anche su un orizzonte temporale di 30 anni, l'obiettivo progettuale che consiste nella stabilizzazione del litorale interessato dal processo di smantellamento delle foci dei fiumi Sele e Tusciano, laddove si osserva un miglioramento generalizzato rispetto all'opzione zero. Inoltre si osserva che in tutta l'estensione del tratto di litorale interessato dalle opere la linea di riva prevista è sempre in posizione più avanzata rispetto all'opzione zero. Tale osservazione conferma che la realizzazione delle opere induce una rapida evoluzione della linea di riva che poi tende a rimanere sostanzialmente stabile, secondo la classica configurazione a lunata.

L'analisi delle singole Tavole mostra che in generale la linea di riva in assenza d'interventi si presenta sempre arretrata o al più coincidente con quella relativa gli interventi confermando le ipotesi progettuali. Anche l'effetto delle lunate a lungo termine risulta quasi sempre migliorativo rispetto all'ipotesi di non intervento.