

## Il Grande Progetto “Interventi di difesa e ripascimento del litorale del golfo di Salerno”

Domenico Ranesi

Provincia di Salerno, Via Roma 104, Salerno, 84121, Italia, domenico.ranesi@provincia.salerno.it

### Riassunto

Nel presente articolo si riporta una sintesi del Grande Progetto “Interventi di difesa e ripascimento del litorale del golfo di Salerno”, sviluppato dalla Provincia di Salerno e finanziato nell’ambito del POR Campania FESR 2007/2013 Obiettivo Operativo 1.5 “Messa in sicurezza dei territori esposti a rischi naturali”.

Il Grande Progetto trae origine dalla necessità di procedere al risanamento ed alla difesa della costa bassa della Piana del Sele, nel corso degli anni sottoposta ad un eccessivo fenomeno erosivo, che in alcuni casi ha determinato l’esposizione diretta delle aree antropiche all’azione del moto ondoso. L’intervento proposto è, pertanto, finalizzato alla stabilizzazione, riassetto e riqualificazione della costa in risposta alle esigenze di difesa dell’abitato e delle infrastrutture immediatamente retrostanti la costa oggetto d’intervento, di valorizzazione e fruizione sostenibile della fascia litoranea, di tutela, ripristino e valorizzazione degli habitat costieri.

**Parole chiave:** difesa costiera, erosione costiera, barriere sommerse, ripascimento, Golfo di Salerno

### Abstract

*The present paper is a summary of the Grande Progetto “Interventi di difesa e ripascimento del litorale del golfo di Salerno”, developed by the Province of Salerno and funded under the POR Campania FESR 2007/2013 Obiettivo Operativo 1.5 “Messa in sicurezza dei territori esposti a rischi naturali”.*

*The project stems from the need to carry out the rehabilitation and the defence of the sandy coast of the Sele River, over the years undergone to excessive erosion phenomenon, which in some cases has determined the direct exposure of anthropogenic areas to the action of waves. The operation is, therefore, aimed at stabilization, rehabilitation and redevelopment of the coast defense needs of the settlement and infrastructure immediately behind the coast, object of exploitation and sustainable use of the coastal strip, the protection, restoration and enhancement of coastal habitats.*

**Key words:** coastal defence, coastal erosion, submerged breakwater, nourishment, Salerno Gulf

### Introduzione

Il Grande Progetto trae origine dalla necessità di individuare interventi di risanamento e difesa di gran parte della costa bassa relativa all’unità fisiografica della Piana del Sele, localizzata nel Golfo di Salerno (Fig. 1) ed in particolare dei delta focali dei Fiumi Sele e Picentino che sono i principali corsi d’acqua che sfociano lungo questo litorale. Le foci di questi fiumi, sensibilmente estroflesse verso il mare, si trovano da circa sessant’anni in una situazione di elevata instabilità morfodinamica dovuta alla drastica riduzione del trasporto solido degli stessi fiumi avvenuta a partire dalla fine del secondo conflitto mondiale (CUGRI 2004). Tale riduzione ha causato il progressivo smantellamento dei delta fluviali ad opera del moto ondoso incidente, compromettendo le infrastrutture, le attività socio-economiche e gli ecosistemi ambientali che sono difesi dai litorali soggetti ad erosione (Fig. 2).

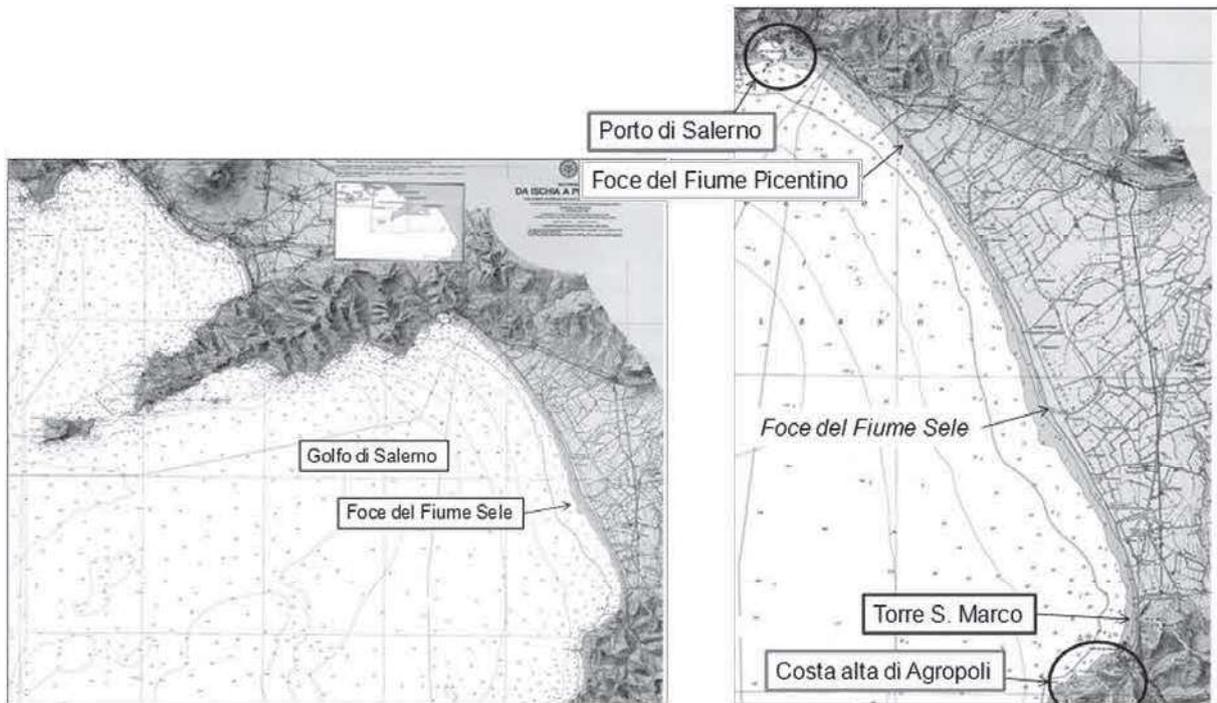


Figura 1. Golfo di Salerno, unità fisiografica della Piana del Sele e zona d'intervento.



Figura 2. Golfo di Salerno, stato della costa.

L'intervento proposto è, pertanto, finalizzato alla stabilizzazione, riassetto e riqualificazione della costa in risposta alle esigenze di difesa dell'abitato e delle infrastrutture immediatamente retrostanti la costa oggetto d'intervento, di valorizzazione e fruizione sostenibile della fascia litoranea, di tutela, ripristino e valorizzazione degli habitat costieri.

### **Stato Attuale**

L'unità fisiografica in questione, che presenta una lunghezza complessiva di circa 40 km, è delimitata a nord dal Porto di Salerno e a sud dalla costa alta di Agropoli. Essa costituisce il bordo costiero del graben peritirrenico del Golfo di Salerno che è quello della sinistra Sele, il più rilevante del Mezzogiorno d'Italia. La zona d'intervento, ricadente all'interno della citata unità, è compresa tra la Foce del Fiume Piceentino (Comune di Pontecagnano) e Torre S. Marco (Comune di Agropoli); essa presenta uno sviluppo costiero complessivo di circa 33 km. Attualmente questa costa è quasi completamente priva di opere di difesa costiere e costituisce senza dubbio una delle principali risorse turistico-ambientali della Provincia di Salerno.

La fascia litoranea interessata dal Grande Progetto è contraddistinta morfologicamente da una costa bassa e sabbiosa. La zona che presenta migliori caratteristiche ambientali è quella centro-meridionale dove tra la strada litoranea ed il mare è presente una fascia di larghezza variabile compresa tra i 150 e i 450 m che presenta tratti con retrostanti cordoni dunali ricoperti da macchia mediterranea e lunghi tratti in cui è presente una rigogliosa pineta.

La zona maggiormente antropizzata è quella settentrionale, dove la distanza tra la strada litoranea e il mare si riduce notevolmente fino ad annullarsi, in alcuni tratti, quasi completamente, lasciando le infrastrutture esposte direttamente all'azione del moto ondoso. In questa zona, dove le dune costiere sono state completamente distrutte per far posto ad abitazioni e strade, la costa presenta un'elevata vulnerabilità all'ingressione del mare. Infatti non è raro assistere ad allagamenti della carreggiata stradale con conseguente interruzione del traffico veicolare durante la stagione invernale, come ad esempio succede lungo la costa del comune di Pontecagnano Faiano.

Nell'ambito del presente progetto si è calcolato che il litorale è in condizioni di "deficit" sedimentario da circa 60 anni e che il valore medio di perdita volumetrica di sabbia sia stato in questo arco di tempo pari a circa 200.000 m<sup>3</sup>/anno. Le analisi eseguite mostrano che la perdita volumetrica totale di sabbia ha raggiunto in meno di sessant'anni il valore di circa 13 milioni di m<sup>3</sup>. Nell'ultimo decennio il rateo medio di perdita annuale di sabbia dal litorale si è ridotto pur rimanendo significativo e pari a circa 140.000 m<sup>3</sup>/anno. Le simulazioni numeriche condotte con un modello previsionale di dinamica costiera nell'ambito del presente progetto, hanno confermato che in assenza d'interventi di stabilizzazione, l'opera di smantellamento del delta fluviale del Sele, che attualmente investe direttamente circa 10 km di litorale posto a cavallo della foce del Sele, è destinata a proseguire inesorabilmente nel tempo (D'Acunzi et al 2008; De Pippo et al 1989).

Sulla base di tali indicazioni e considerazioni è facile dedurre quali siano le motivazioni che giustificano l'intervento di riqualificazione costiera oggetto del presente progetto, che in mancanza d'interventi verrebbe irrimediabilmente compromesso in quanto l'erosione costiera in atto intacca una fondamentale risorsa naturale sulla base della quale è invece possibile impostare una strategia di sviluppo sostenibile dell'area.

### **Obiettivi del progetto**

L'obiettivo del progetto pertanto, è quello di salvaguardare le spiagge e l'ambiente costiero del Golfo di Salerno che costituiscono una delle principali risorse ambientali e socio-economiche della Provincia di Salerno, mediante un intervento di difesa costiera unitario e coordinato.

L'esigenza d'intervenire in modo unitario e coordinato sull'intera unità fisiografica scaturisce dalla necessità di evitare l'"effetto domino" che si verrebbe a creare qualora si intervenisse in modo sporadico con sistemi di difesa costiera per far fronte ad emergenze locali intervenendo quindi solo su singole porzioni della stessa unità fisiografica. In tal modo, infatti, la protezione parziale del litorale causerebbe l'accelerazione dei fenomeni erosivi nelle zone poste a valle, rispetto alla direzione del trasporto solido longitudinale, delle zone d'intervento (De Girolamo et al 2006, Budillon et al 2006, Ferrante et al 2011). Purtroppo situazioni di questo tipo si sono verificate negli ultimi trent'anni lungo gran parte dei litorali italiani, quali ad esempio le coste adriatiche dell'Emilia Romagna, delle Marche e dell'Abruzzo e di alcuni tratti delle coste del Lazio e della Calabria.

Pertanto sulla base di queste considerazioni la Provincia di Salerno si è resa promotrice del presente progetto coinvolgendo nel processo progettuale tutti i Comuni interessati. Dal punto di vista metodologico le analisi e gli studi morfologici eseguiti hanno riguardato l'intera unità fisiografica la quale è oggetto d'attenzione da parte degli Enti competenti in materia, ovvero in modo particolare dalla Provincia di Salerno e dalla Autorità di Bacino del Sele, da più di un decennio.

In particolare gli interventi devono: essere rivolti a cercare di stabilizzare la configurazione attuale del litorale e ad aumentare la sicurezza dal moto ondoso delle principali infrastrutture presenti lungo la costa; cercare di favorire la fruizione turistico balneare delle spiagge; comprendere il più possibile l'intera unità fisiografica al fine di evitare o quantomeno di contenere l'esportazione dei fenomeni erosivi nelle zone non difese; consentire la realizzazione di azioni mirate alla riqualificazione ambientale; essere sostenibili sul lungo periodo dal punto di vista degli oneri di manutenzione. Inoltre: si deve privilegiare l'impiego di sistemi di protezione costieri caratterizzati da limitati impatti ambientali ponendo una particolare attenzione agli effetti da essi indotti sia sulla qualità delle acque costiere sia sull'impatto visivo; si deve privilegiare l'impiego

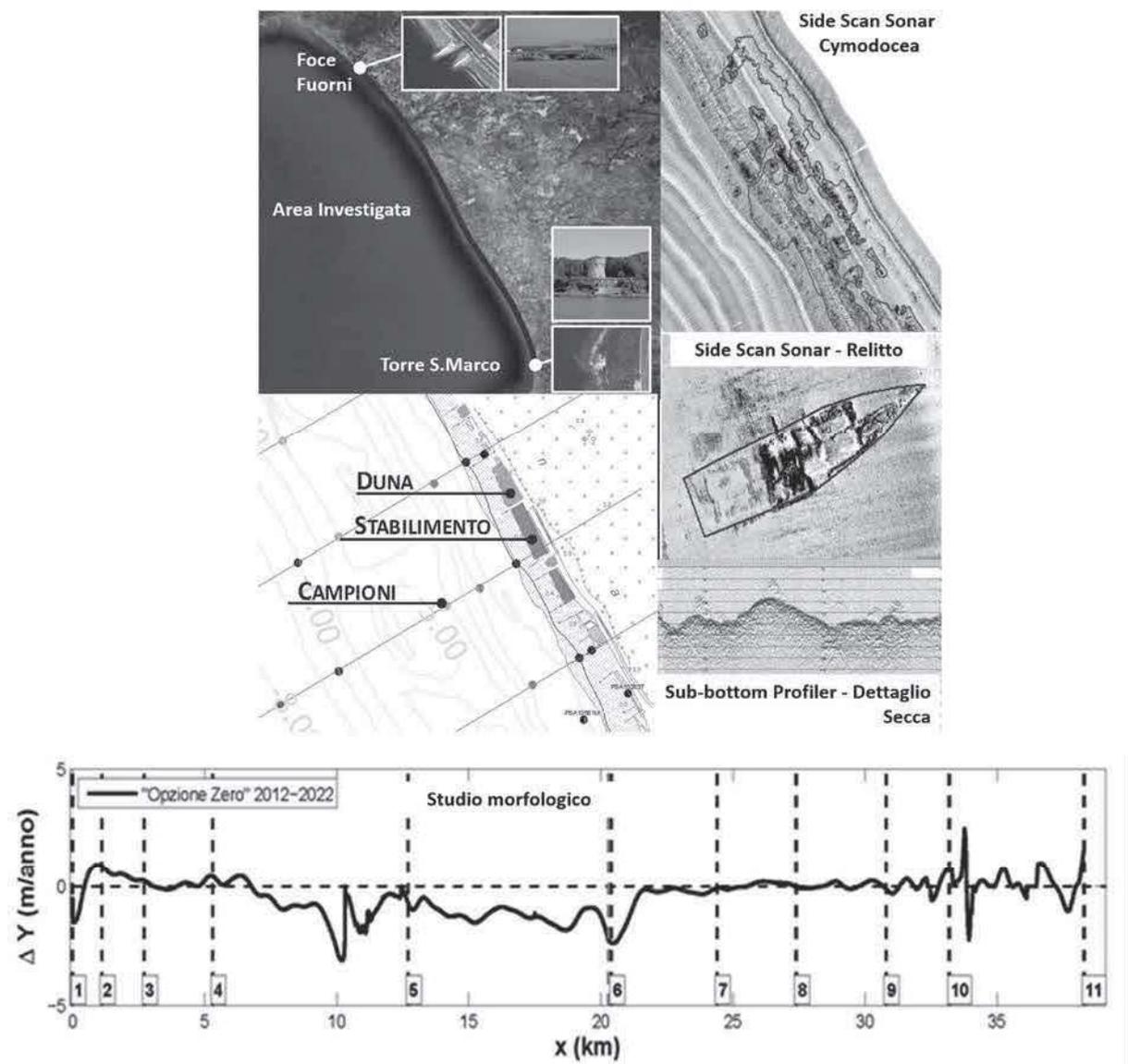


Figura 3. Golfo di Salerno, rilievi e studi a supporto della progettazione definitiva.

della ricostruzione artificiale delle spiagge mediante la tecnica del “ripascimento”; si deve prevedere che gli interventi possano in futuro, qualora si rendesse necessario, essere integrati con altre opere, al fine di aumentare la loro capacità di difendere la costa dal moto ondoso e dai fenomeni erosivi.

### Studi specialistici

Il progetto definitivo degli interventi è stato strutturato sulla base di una profonda conoscenza di tutte le componenti, ambientali e non, che caratterizzano il litorale salernitano, ottenute anche mediante l'esecuzione di una campagna di monitoraggio del tratto costiero (topo-batimetria, *side scan sonar*, campioni sedimenti, boa ondometrica, ricerca sabbie ecc. (Fig. 3) e di studi specialistici (morfologico, morfodinamico, vettori di transito ecc.). Ulteriore fondamentale fase indispensabile all'acquisizione di contributi utili ad assicurare la sostenibilità ambientale dell'opera proposta ed alla sua ottimizzazione, ha riguardato la consultazione dei portatori di interesse svolta attraverso incontri pubblici tenutisi presso tutti i Comuni coinvolti, fornendo loro anche la possibilità di accedere a tutte le informazioni riguardanti il lavoro in progress, consultando il sito web dedicato (<http://grandeprogettodifosalitorale.provincia.salerno.it/>)

### Ipotesi progettuale

Negli studi di tipo ambientale è buona norma prendere in esame come riferimento l'ipotesi di non intervento, spesso denominata “opzione 0” o “scenario 0” o utilizzando un'espressione anglosassone “*do nothing*”. Tale opzione è peraltro di solito utilizzata a scopo comparativo per la valutazione delle ipotesi di intervento.

Tale ipotesi coincide con quella “naturale”, ovvero, nel presente caso, con l'evoluzione morfodinamica del litorale che si verrebbe a determinare a lungo termine (scala temporale degli anni) in assenza di qualsiasi tipo d'intervento di difesa costiera o più in generale di alterazione delle attuali condizioni al contorno del “sistema morfologico costiero”. Nel caso di falcate sabbiose come quella in esame, l'evoluzione morfodinamica del litorale è ben rappresentata dall'evoluzione nel tempo della linea di riva e pertanto si è fatto riferimento a tale elemento morfologico.

Nell'ambito del progetto si è assunto che in assenza di interventi, i processi erosivi tenderebbero ad evolvere in futuro in modo simile a come si sono manifestati nel passato. Tale assunzione è avvalorata dall'ottima conoscenza della storia passata basata sul possesso delle linee di riva storiche dell'intero litorale in questione che coprono con continuità gli ultimi 60 anni (Cocco et al, 1999; Pennetta et 2011). L'evoluzione di tali linee di riva, relative agli anni 1954, 1984, 1994, 2001 e 2009, mostra in modo oggettivo che lo smantellamento delle foci del Sele e del Picentino è avvenuta con continuità dalla fine del secondo conflitto mondiale ad oggi. Tale tendenza è stata ulteriormente confermata dalla linea di riva rilevata a settembre 2012 nell'ambito delle indagini di campo eseguite a supporto del progetto definitivo.

Pertanto, l'ipotesi di non intervento è stata ritenuta non sostenibile al fine di evitare anche che i fenomeni erosivi potessero essere affrontati con la logica dell'“emergenza”, intervenendo solo in seguito al verificarsi di situazioni critiche (dissesti, crolli, allagamenti, ecc.) causate dall'erosione costiera.

Tra le ipotesi d'intervento inoltre, la prima che è stata presa in esame nell'ambito del progetto preliminare, è stata quella che non prevede la realizzazione di alcun intervento di tipo “diretto” di difesa della costa, ovvero di interventi realizzati direttamente lungo la fascia costiera al fine di controllarne l'evoluzione morfologica, limitandosi in tal modo ad attuare esclusivamente interventi di tipo “indiretto”.

Come noto, gli interventi indiretti sono costituiti da azioni di prevenzione e controllo rivolte a rimuovere, dove e quando possibile, le cause dell'erosione costiera che nel presente caso sono costituite in modo dominante dalla riduzione del trasporto solido fluviale di fiumi Sele e Picentino (CUGRI, 2004).

In questo contesto è necessario evidenziare che la principale causa della riduzione del trasporto solido fluviale è costituita dalle opere di sbarramento e di regimentazione delle acque (dighe, traverse, briglie, ecc.), dalle opere di contenimento dell'erosione dei versanti e di stabilizzazione delle frane. La funzione di queste opere, nel complesso, è proprio quella di ridurre i fenomeni naturali di erosione del suolo e dei letti fluviali, per evitare che si possano creare problemi di instabilità dei versanti con conseguenti danni alle strutture e alle infrastrutture. Accanto a queste cause occorre evidenziare l'estrazione degli inerti dagli alvei fluviali per il loro utilizzo nel campo dell'edilizia. Appare evidente che la rimozione completa di tutte queste cause è praticamente impossibile perché spesso entra in contrasto con l'utilizzo del territorio a scopo antropico. Alcuni accorgimenti possono sicuramente essere intrapresi, ma richiedono tempi piuttosto lunghi sia per la loro attuazione sia per raccoglierne i benefici. Sicuramente questi

accorgimenti devono essere introdotti nell'ambito delle attività di pianificazione del territorio utilizzando "approcci integrati", ovvero in grado di trovare il giusto compromesso tra le varie necessità ambientali e di sviluppo che spesso presentano esigenze di tipo contrapposto. Ad esempio, appare evidente che gli interventi di stabilizzazione del territorio, ovvero le azioni rivolte a mitigare il così detto "dissesto idrogeologico", risultano controproducenti per la stabilità dei litorali in quanto mediamente riducono l'erosività dei suoli e quindi il trasporto solido fluviale. Per questi motivi si è deciso di ricorrere ad interventi di tipo diretto.

L'analisi eseguita ha mostrato chiaramente che la scelta si restringeva alle barriere distaccate o trascinabili (del tipo emerso e/o sommerso) ed ai pennelli. Poiché le prime trovano il loro campo d'impiego ottimale nel caso di litorali soggetti ad attacchi di moto ondoso ortogonali rispetto alla costa, nel caso in questione, essendo in presenza di un delta fluviale e quindi di un litorale caratterizzato in gran parte dalla presenza di trasporto solido longitudinale, il sistema di difesa ottimale è costituito senza dubbio dall'utilizzo di pennelli in serie. Si evidenzia che i pennelli sono opere di difesa solitamente del tipo a gettata realizzati con materiali lapidei con andamento planimetrico ortogonale o leggermente obliquo rispetto alla linea di riva. Il principio di funzionamento dei pennelli si basa sull'intercettazione diretta del trasporto solido longitudinale. Di conseguenza essi, come accennato, trovano la loro immediata applicazione in presenza di attacco di moto ondoso obliquo rispetto alla costa, cioè in presenza, come nel caso dei delta fluviali, di un prevalente trasporto solido longitudinale. Da un punto di vista costruttivo, i pennelli devono essere radicati adeguatamente a terra per evitare che possano essere "aggirati" sopraflutto dal trasporto longitudinale ad opera del "run up" delle onde, oppure "cortocircuitati" sottoflutto a seguito del nuovo orientamento della linea di riva. In conclusione quindi, per le ragioni sopra esposte, si è deciso di adottare quale tipologia principale per le opere di difesa del litorale in questione quella a pennelli a "T" disposti in serie. Limitatamente alla zona nord dell'intervento ricadente in prossimità della foce del Picentino lungo il litorale Magazzeno (Comune di Pontecagnano), dove la costa si presenta fortemente antropizzata con la presenza di infrastrutture litoranee ormai direttamente esposte all'azione del moto ondoso incidente, si è ritenuto che l'adozione di un sistema di difesa costituito da soli pennelli non fosse sufficiente per contrastare l'azione erosiva operata dal moto ondoso. Peraltro lo studio meteomarinario ha confermato che in questa zona, a differenza del restante litorale, la direzione media di attacco del moto ondoso risulta pressoché ortogonale alla linea di costa e pertanto la soluzione ottimale è costituita da un'opera di difesa parallela sommersa trascinabile accoppiata a pennelli, eventualmente parzialmente sommersi. Il principio ispiratore della barriera sommersa è quello di causare il frangimento delle onde determinando al suo tergo una zona protetta dall'attacco diretto del moto ondoso incidente. Il suo comportamento idraulico è simile a quello dei "reef" naturali che delimitano le lagune degli atolli corallini. Si evidenzia che poiché nella zona protetta dalla barriera sommersa si generano correnti longitudinali rilevanti, risulta molto importante che queste barriere vengano sempre accoppiate a pennelli la cui funzione principale è proprio quella di interrompere le correnti longitudinali determinando di fatto un intervento del tipo "a celle", che se ben dimensionato riduce considerevolmente le perdite di sabbia e quindi gli oneri di manutenzione del ripascimento.

Nel caso di barriere sommerse a debole sommergezza (dell'ordine di circa - 0,5±- 1,0 m sul livello medio del mare), l'impiego di un varco in ogni cella risulta strettamente necessario per i seguenti motivi: assicurare il necessario ricambio idrico tra la zona protetta ed il largo durante il bel tempo, assicurare l'accessibilità nautica alla costa.

È buona norma inoltre, prevedere sempre un'adeguata protezione del fondo dei varchi con ampie berme in pietrame poiché in corrispondenza di essi si localizzano, durante le mareggiate, forti correnti di ritorno (dette di *rip*) che favoriscono la fuoriuscita del materiale all'esterno del sistema di difesa e lo scalzamento delle testate della difesa sommersa. Per evitare tali fenomeni risulta quindi necessario proteggere sempre i varchi con berme in pietrame (Di Risio et al., 2010; De Girolamo et al., 2000).

In definitiva quindi, gli interventi previsti dal presente progetto definitivo per la difesa del tratto di litorale del golfo di Salerno, compatibili con le esigenze di fruibilità turistico balneare e contraddistinti da condizioni di minimo "impatto" ambientale e paesaggistico, consistono nella realizzazione delle seguenti opere (Fig. 4):

- n. 4 barriere longitudinali sommerse abbinate a n. 19 pennelli parzialmente sommersi, tutte realizzate in massi naturali di natura calcarea, a formare una serie di celle aventi la duplice funzionalità di attenuare il moto ondoso incidente e di contenere la deriva del materiale sabbioso;
- n. 42 pennelli a "T" e n. 3 pennelli parzialmente sommersi, sempre realizzati con massi naturali di natura calcarea e posti ad interasse variabile, al fine di ridurre le correnti longitudinali sotto costa, principali responsabili dell'erosione costiera.

- versamento di 200.000 m<sup>3</sup> di sabbia, idonea per il ripascimento e proveniente tutta da cave terrestri, in alcune aree opportunamente scelte sulla base di oggettive criticità legate all'erosione costiera;
- interventi di riqualificazione ambientale della fascia costiera.

### Indagini preliminari per la ricerca di cave a mare

In virtù dell'importanza assunta dal progetto e nell'ottica di favorire non solo la stabilizzazione della linea di riva, ma una sua evoluzione positiva in termini di larghezza di spiaggia fruibile al turismo, particolare rilevanza ha assunto in ambito progettuale la possibilità di individuare accumuli sabbiosi marini da utilizzare per il ripascimento degli arenili del Golfo di Salerno.

A tal scopo pertanto, nel mese di Maggio 2013 è stata eseguita una campagna geotecnica d'indagini preliminari rivolte alla definizione di cave marine per ripascimento costiero lungo il litorale salernitano dalla foce del Fiume Picentino a Torre S. Marco. La campagna ha incluso l'esecuzione di 24 vibrocarotaggi per una profondità di 5,0 m dal fondo del mare, l'acquisizione di profili sismici rivolti alla definizione della stratigrafia del fondo, il prelievo dalle carote estratte con i vibrocarotaggi di 72 campioni di sedimenti da sottoporre ad analisi granulometrica, colorimetrica e su 20 dei 72 campioni ad analisi chimiche, fisiche ed eco-tossicologiche ad opera dell'ARPAC. Le aree indagate sono state denominate ARS1, ARS2, ARS3 e ARS4 e sono rispettivamente posizionate lungo il litorale a partire da nord verso sud come riportato nella Figura 5.

L'interpretazione dei risultati delle indagini hanno confermato la presenza di rilevanti giacimenti di sabbia utilizzabili a scopo di ripascimento come era stato previsto dallo studio morfologico. Le indagini geofisiche comparate con quelle dei carotaggi attestano che le zone maggiormente "potenti" dal punto di vista produttivo delle sabbie sono l'ARS3 e la l'ARS4 posizionate a ridosso della foce del fiume Sele. In realtà dato che la direzione prevalente del trasporto è discendente, è prevedibile la presenza di sedimenti verso le due aree ed in particolare di quelle dal fiume Sele verso la ARS4.

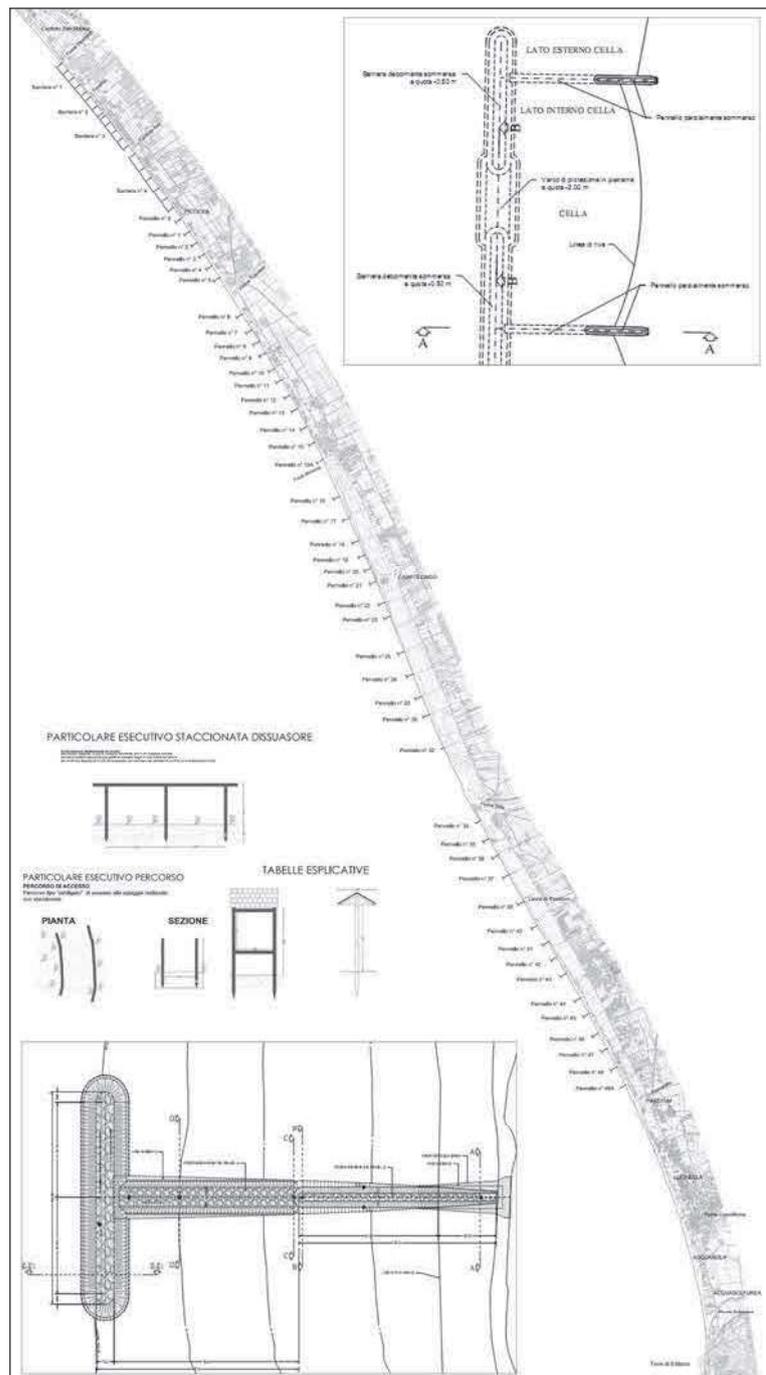


Figura 4. Golfo di Salerno, opere d'intervento.

Una conseguenza di quanto detto è che anche la zona tra le due aree ARS3 ed ARS4 potrebbe presentare una ottima capacità di fornimento delle sabbie relitte. Una ulteriore area che potrebbe risultare idonea, considerandone l'andamento delle batimetriche, è quella all'inizio dell'ARS3 e che quindi si dovrebbe inserire in futuri piani di ricerca. In conclusione quindi si può prevedere, con alto valore di confidenza, che eseguendo ulteriori indagini sia geofisiche (con condizioni meteomarine più propizie) sia una ulteriore campagna di carotaggi in particolare nel corridoio compreso tra le due aree ARS3 e ARS4 si possa ampliare il volume di disponibilità delle sabbie. Infatti alla luce dei risultati ottenuti sia dai tracciati sub-bottom profiler sia dai carotaggi diretti, per poter sopperire alle esigenze di sostegno della fascia costiera, si potrebbe riuscire ad ottenere una importante disponibilità di sabbie di buona qualità e granulometria su fondali non molto profondi. Valutata l'estensione delle aree racchiuse dai punti di campionamento risultati positivi alle indagini dirette e riscontrate positivamente sui profili sub-bottom, e in considerazione degli spessori di sabbie rilevati dalle stratigrafie preliminari, è possibile ipotizzare la presenza di giacimenti di sabbie con capacità anche superiori a 1.000.000 di m<sup>3</sup>.

Tali dati dovranno, allo stato, essere assolutamente confortati da indagini aggiuntive ed ulteriormente dettagliate oltre che confermati dal positivo risultato delle indagini granulometriche, colorimetriche, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche. Da quanto esposto in precedenza emerge l'opportunità di estendere geograficamente ed infittire la campagna di rilievi effettuata eseguendo le indagini su un reticolo più fitto in modo dinamico, cioè a coprire dettagliatamente zone che l'indagine preliminare a grande maglia ha mostrato produttive e non dettagliare quelle scarsamente produttive. Pertanto, al fine di garantire il futuro equilibrio della fascia costiera sarà opportuno estendere le future indagini, in via prioritaria, all'intera area da foce Sele fino ed oltre ARS4".

### Gruppo Progettazione e Consulenti

**Progettazione:** Ing. Giovanni Cannoniero (*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.

**Collaboratori alla progettazione:** Arch. Katja Aversano, Geol. Giuseppe D'Urso, Ing. Annapaola Fortunato, Sig. Gaetano Pierro.

**Coordinamento organizzativo:** Dott.ssa Bianca Curci, Dott. Alfonso Berardinelli, Geom. Isidoro Napoli, Dott.ssa Chiara Pacelli.

**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.R.I. - Direzione tecnico scientifica campagna rilievi*), Ing. Giovanna Salzano (*Supporto al RUP per la sicurezza*), Dott. Claudio Mancuso (*Consulenza ornitologica*), Dott. Giovanni Gammarano (*Consulenza opere di mitigazione*), Arch. Aniello Schiavone (*Consulenza rendering*), Dott. Alessandro Salvatore (*Consulenza Analisi Costi-Benefici*).

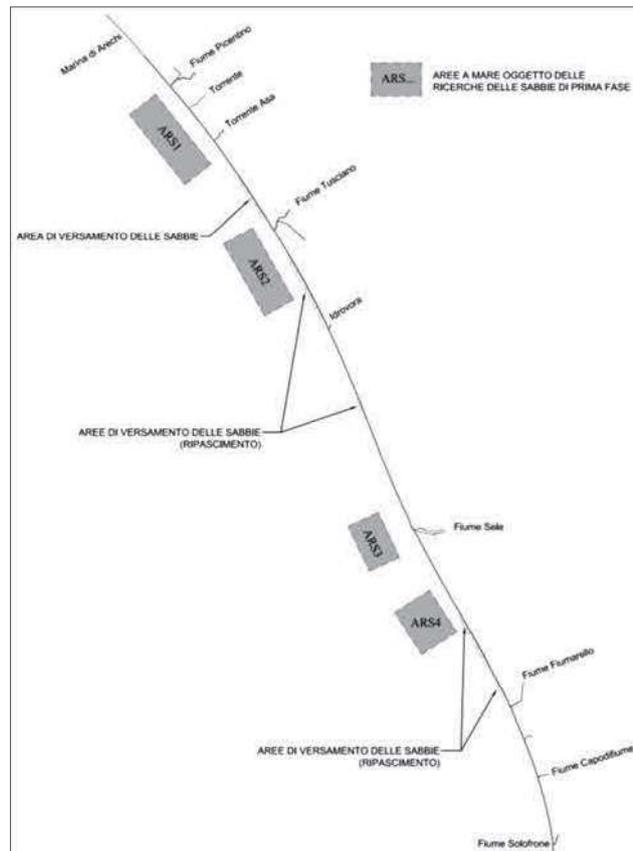


Figura 5. Golfo di Salerno, aree di indagine per la ricerca della cave di sabbia marine.

## Bibliografia

- CUGRI (2004) - *Valutazione dell'apporto solido dei principali corsi d'acqua del golfo di Salerno*. A cura di V. Bovolin V, Assessorato alle Politiche Ambientali, Provincia di Salerno, 303 pp.
- Budillon F., Vicinanza D., Ferrante V., Iorio M. (2006) - *Sediment transport and deposition during extreme sea storm events at the Salerno Bay (Tyrrhenian Sea): comparison of field data with numerical model results*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 6:839–852.
- Cocco E., Iuliano S. (1999) - *L'erosione del litorale in sinistra foce Sele (Golfo di Salerno): dinamica evolutiva e proposte di intervento a difesa e tutela della spiaggia e della pineta litoranea di Paestum*. Il Quaternario, 12: 125-140.
- D'Acunzi G., De Pippo T., Donadio C., Peduto F., Santoro U., Sessa F., Terlizzi F., Turturiello M.D. (2008) - *Studio dell'evoluzione della linea di costa della piana del Sele (Campania) mediante l'uso della cartografia numerica*. Studi costieri, 14: 55-67, 2008.
- De Girolamo P., Noli A., Caputi P., Visca C., Raggi D., Caporale N. (2006) - *Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese. Fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale*. Abruzzo Cronache, settembre 2006.
- De Girolamo P., Noli A., Contini P., Mondini F., Beltrami F., Franco L. (2000) - *Risk analysis in coastal systems planning and management*. Excerpta of the Italian contributions to the field of hydraulic engineering, ISSN: 0394-526x.
- De Pippo T., Cocco E., De Magistris M.A., Efaicchio M.T., Giulivo I., Tarallo F., Valente A. (1989) - *Evoluzione e dinamica litoranea delle spiagge della Piana del Sele (Campania, Italia)*. Pact., 25: 271-277.
- Di Risio, M., Lisi I., Beltrami G.M., De Girolamo P. (2010) - *Physical modeling of the cross-shore short-term evolution of protected and unprotected beach nourishments*. Ocean Engineering, 37: 777–789.
- Ferrante V., Budillon F., Iorio M., Lubritto C., Monaco M., Pugliese Carratelli E., Vicinanza D. (2011) - *Tracing possible offshore sand movement during extreme sea storm events: an example from the Salerno Bay (Southern Tyrrhenian Sea)*. Volume Speciale Mare - Marine Research at CNR, Dipartimento Terra e Ambiente, Chapter: Risks, pp. 1720-1733.
- Pennetta M., Sica M., Abbundo R. (2011) - *Canali da Rip Currents nella spiaggia sommersa presso la foce del Fiume Sele (Golfo di Salerno, Italia)*. Rend. Online Soc. Geol. It., 17: 139-144.

**Manoscritto ricevuto il 13/01/2017; accettato il 12/02/2017**