



COMUNE DI VITTORIA

PROVINCIA DI RAGUSA

*RICOSTRUZIONE DELLA SPIAGGIA COMPRESA TRA PUNTA ZAFAGLIONE E SCOGLITTI
NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VITTORIA – PRIMO STRALCIO FUNZIONALE*

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

INDICE

1. PREMESSA	2
2. OPERE PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO	6
3. OPERE PREVISTE NEL PROGETTO ESECUTIVO PRIMO STRALCIO FUNZIONALE	6
4. MOTIVAZIONI CHE HANNO INDOTTO VARIAZIONI RISPETTO A QUANTO PREVISTO NEL PROGETTO DEFINITIVO	8
5. INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI.....	11
5.1 STUDIO IDRAULICO MARITTIMO.....	11
5.2 ASPETTI STRUTTURALI.....	12
5.3 MORFODINAMICA COSTIERA	12
5.4 CARATTERISTICHE CHIMICHE, MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI DA MOVIMENTARE	13
6. TRATTAMENTO MEDIANTE IMPIANTO MOBILE DI “SOIL WASHING”	15
7. ASPETTI AMMINISTRATIVI ED ECONOMICI.....	18
8. ELENCO TITOLI.....	20

1. PREMESSA

Con disciplinare di incarico del 16.11.2012 è stato affidato allo Studio Mallandrino s.r.l il servizio tecnico di progettazione esecutiva, direzione dei lavori, misura e contabilità, coordinamento della sicurezza nella fase di progettazione ed esecuzione del progetto generale e di 1° stralcio dell'intervento di *“Ricostruzione della spiaggia compresa tra Punta Zafaglione e Scoglitti nel territorio del comune di Vittoria”*.

Sulla scorta delle prescrizioni, contenute nel giudizio positivo di compatibilità ambientale espresso dall'Assessorato Territorio e Ambiente con D.D.G. n. 1021 del 24.12.2010 si è proceduto alla redazione del presente progetto esecutivo.

Si riferisce, inoltre, che a seguito dell'esame degli elaborati del progetto definitivo con nota prot. n. 108/12/VF del 26.11.2012 la scrivente, al fine di procedere alla stesura del progetto esecutivo dei lavori in oggetto, comunicava la necessità di eseguire le seguenti indagini:

- Rilievo batimetrico fino alla profondità di -6.00 m l.m.m. e rilievo topografico della spiaggia emersa nel tratto di costa compreso tra Punta Zafaglione e la diga di sopraflutto del porto di Scoglitti;
- Indagini chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche relative ai campioni di sedimento da movimentare per l'intervento di ripascimento, secondo quanto previsto dal D.M. 24/01/1996 e dal *“Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini”* redatto da ICRAM ed APAT.

Con nota prot. n. 3386/LL.PP. del 06.12.2012 il Comune di Vittoria ha invitato lo Studio Mallandrino s.r.l. a motivare in dettaglio le indagini richieste ed a prevederne i costi al fine di autorizzare le indagini stesse. La relazione contenente la descrizione delle indagini richieste ed il relativo costo è stata trasmessa in data 21.12.2012 con nota prot. n. 126/12/VF.

Con riferimento al rilievo topo - batimetrico con nota prot. n. 0013940 del 18.04.2013 il Dirigente del settore LL.PP. del Comune di Vittoria ha autorizzato la Provincia Regionale di Ragusa a procedere all'esecuzione dei rilievi, batimetrici e il prelievo dei campioni di sabbia dai fondali.

Con nota prot. n. 2118/LL.PP. del 12.07.2013 il 10° Settore Geologia e tutela Ambientale della Provincia Regionale di Ragusa comunica che a causa di una imprevedibile e prolungata assenza dell'addetto all'esecuzione dei rilievi topografici e batimetrici non è in grado di eseguire il prelievo dei campioni di sabbia dai fondali e le attività relative ai rilievi succitati.

Con nota prot. 2243/LL.PP. del 24.07.2013 la Stazione Appaltante chiede la disponibilità al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Catania

ad eseguire i rilievi batimetrici e topografici, il prelievo di campioni e le analisi granulometriche dei sedimenti marini. Il DICA con propria nota prot. n. 2332/LL.PP. del 01.08.2013 comunica la propria disponibilità ad eseguire quanto richiesto ma altresì precisa che tali rilievi verranno condotti successivamente ai nulla osta, previsti per legge, e comunque nella seconda metà del mese di Settembre ed a seguito del pagamento del 40% del corrispettivo alla stipula della Convenzione.

L'Amministrazione, al fine di approvare nel più breve tempo possibile il progetto esecutivo, ha ritenuto non compatibili sia i tempi di esecuzione dei rilievi dettati dal DICA che le modalità di corresponsione dell'acconto citato.

Alla luce di quanto sopra il Comune di Vittoria con Determinazione del Dirigente dei LL.PP. del 26.08.2013 n. 1874 ha incaricato lo Studio Mallandrino s.r.l. di eseguire il rilievo topo-batimetrico del tratto di spiaggia interessato dagli interventi, il campionamento di sedimenti marini e la relativa caratterizzazione granulometrica.

I risultati dell'indagine condotta e la relativa relazione tecnica descrittiva, anticipati via e-mail al R.U.P. in data 11.11.2013, sono stati trasmessi in forma cartacea all'Amministrazione Comunale in data 04.12.2013 con nota prot. n. 70/13/VF.

In data 06.12.2013 durante un incontro svoltosi presso il Comune di Vittoria alla presenza, oltre che del progettista Prof. Ing. G. Mallandrino, del R.U.P. Dott.ssa C. Garofalo, del Dirigente Ing. A. Piccione e dell'Assessore al ramo Arch. A. Dezio è emersa l'esigenza da parte dell'Amministrazione comunale di mantenere parte dell'accumulo di sabbia formatosi a ridosso del molo di ponente del Porto di Scoglitti. Con nota prot. n. 02/14/GAM del 07.01.2014 la scrivente Società comunicava che, nel caso di realizzazione della suddetta ipotesi, per il ripascimento del litorale si dovrà utilizzare materiale proveniente da cave di prestito, non essendo più disponibile la quantità di sabbia necessaria per il raggiungimento dell'obiettivo, e sarà opportuna la sostituzione del sistema continuo di by - pass con un sistema discontinuo.

Il progettista ha, quindi, provveduto a contattare l'Ing. Alberto Tinnirello dell'A.R.T.A. (10.12.2013), il quale nel frattempo è stato spostato presso un altro Servizio. Si è, pertanto, contattato il Dott. Attilio Cutaia del Servizio VAS - VIA dell'A.R.T.A., che durante l'incontro del 12.12.2013 ha accolto l'ipotesi proposta ravvisando, tuttavia, la necessità di integrare nel senso indicato il D.D.G. n. 1021 del 24/12/2010 emesso dall'Assessorato Territorio ed Ambiente, mediante la riedizione del progetto definitivo.

Né, peraltro, l'incontro tenuto presso il Comune di Ragusa in data 18.12.2013 è valso a dirimere la questione. Alla luce di quanto sopra l'Amministrazione Comunale ha, quindi,

manifestato la volontà di mantenere inalterate le previsioni contenute nel progetto definitivo circa l'utilizzo del materiale depositatosi alla radice del molo di ponente del Porto di Scoglitti.

Con nota prot. n. 289/LL.PP. del 30.01.2014 il Comune di Vittoria trasmette le analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei campioni di sedimenti marini prelevati.

In data 04.02.2014 con propria nota prot. n. 09/14/VF la scrivente Società comunica che, in merito agli esiti delle indagini relative ai campioni di sedimento da movimentare per l'intervento di ripascimento, per la quasi totalità dei campioni prelevati è stato rilevato il superamento dei valori soglia di concentrazione prescritti dalla normativa di settore per gli Idrocarburi totali.

Rileva, inoltre, che nonostante siano elencate nella nota di trasmissione prot. n. 2610 dell'ARPA Sicilia – ST Ragusa e nella citata nota della stazione Appaltante, non risultano inoltrate a questa Società le analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità). Tali analisi risultano necessarie al fine di individuare le possibili soluzioni di gestione del sedimento.

Facendo seguito alla propria nota prot. n. 09/14/VF del 04.02.2014 ed alle indicazioni fornite per le vie brevi dal R.U.P. in data 10.02.2014, viene trasmesso con nota prot. n. 10/14/VF del 12.02.2014 il costo relativo alle indagini già descritte nel Piano di Indagini del 21.12.2012 e richieste dall'Amministrazione alla ARPA – ST Ragusa, ma non eseguite da quest'ultima.

In attesa degli esiti delle indagini sui sedimenti, la Scrivente Società trasmette con nota prot. n. 17/14/VF del 28.02.2014 una copia cartacea della bozza del progetto esecutivo, già inoltrata via e-mail in medesima data. La suddetta bozza conteneva i seguenti elaborati:

- 2.1 *Sintesi degli studi specialistici condotti nel progetto definitivo;*
- 2.2 *Studio idraulico marittimo;*
- 2.3 *Interazione moto ondoso – strutture;*
- 2.4 *Analisi della morfodinamica costiera;*
- 3.1 *Documentazione fotografica (3/3);*
- 3.2 *Rilievo topo-batimetrico (2/2);*
- 3.3 *Tendenza evolutiva del litorale (3/3);*
- 3.4.1 *Planimetria del progetto definitivo (2/2);*
- 3.4.2 *Planimetria post operam (2/2);*
- 3.4.3 *Planimetria di raffronto fra lo stato ante e post operam (2/2).*

Con nota prot. n. 53/14/VF del 02.07.2014 si riferiva che, in attesa degli esiti delle analisi ecotossicologiche in corso, il superamento, nella quasi totalità dei campioni prelevati, dei valori soglia di concentrazione degli Idrocarburi Totali comporta il lavaggio della sabbia accumulatasi alla radice della diga di sopraflutto del porto di Scoglitti prima del versamento a ripascimento. Tale processo non è, tuttavia, previsto nel progetto definitivo dei lavori in oggetto e, pertanto, sarà oggetto di una valutazione economica che comporterà un aumento dell'importo complessivo dei lavori.

Alla luce di quanto sopra si riferisce, inoltre, che in alternativa al prelievo del materiale accumulatosi a ridosso del porto di Scoglitti, prescritto dal D.D.G. n. 1021 del 24/12/2010 dell'Assessorato Territorio ed Ambiente, si sarebbe potuto ricorrere al prelievo di materiale da cave di prestito subacquee o subaeree, previo consenso dell'Amministrazione. Anche tale processo non è, comunque, previsto nel progetto definitivo e si dovrà, quindi, procedere alla determinazione del relativo costo con un conseguente aumento dell'importo complessivo dei lavori.

In data 11.07.2014 con nota prot. n. 1771/LL.PP. l'Amministrazione Comunale esprime parere favorevole al lavaggio della sabbia accumulatasi a ridosso del porto di Scoglitti chiedendo, tuttavia, la rimodulazione del quadro economico al fine di non superare l'importo complessivo del finanziamento. Inoltre, trasmette nella medesima occasione copia del rapporto di prova dei saggi biologici, già anticipato via e-mail in data 08.07.2014.

Sulla scorta di una prima analisi di mercato circa il costo del trattamento della sabbia mediante impianto mobile di "soil washing" la scrivente, con nota prot. n. 61/14/VF del 31.07.2014 propone, al fine di rientrare nell'attuale copertura finanziaria, di prevedere nello stralcio del progetto esecutivo la realizzazione dei pennelli, così come descritti nella bozza del progetto esecutivo trasmesso in data 28.02.2014, il prelievo ed il lavaggio di parte della sabbia disponibile ed il relativo versamento per il ripascimento di un tratto di Baia Dorica lungo circa 300 m, posto subito a est di Punta Zafaglione.

Con nota prot. n. 2027/LL.PP. del 05.08.2014 l'Amministrazione Comunale invita il progettista a redigere il progetto esecutivo 1° stralcio adottando le tecniche ed i sistemi che riterrà più idonei al fine di rendere tale stralcio funzionale.

Con nota prot. n. 66/14/VF del 18.09.2014 si procede alla trasmissione del progetto esecutivo generale e del progetto esecutivo – primo stralcio funzionale secondo le indicazioni fornite.

L'Amministrazione comunale con nota prot. n. 2516/LL.PP. del 06.10.2014 comunica che da un primo esame istruttorio si rende necessario apportare delle modifiche alla voce "Somme a disposizione dell'Amministrazione" del quadro economico ed invita a utilizzare le economie derivanti da tali modifiche per completare o migliorare il progetto di primo stralcio¹.

¹ Vedi nota prot. n. 73/14/VF del 15/10/2014

2. OPERE PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo “Ricostruzione della spiaggia compresa tra Punta Zafaglione e Scoglitti nel territorio del comune di Vittoria” prevede la realizzazione delle opere sinteticamente di seguito descritte cfr. Tav. 2.2.1):

- a) **Ripascimento artificiale** della spiaggia con sabbie compatibili per granulometria e componenti prelevate dal deposito costituitosi a ridosso del molo di ponente del porto di Scoglitti. Nel tratto di costa a ridosso di Punta Zafaglione e di Punta Bianca (1° e 3° tratto) le sabbie provenienti dal deposito sottostante il molo di Scoglitti verranno miscelate con sabbie a granulometria media provenienti dalla frantumazione di rocce silicee. Per il ripascimento artificiale della spiaggia verranno utilizzati circa 100.000 m³ di sabbia di cui 80.000 m³ con granulometria medio-fine provenienti dal deposito esistente e 20.000 m³ provenienti dalla frantumazione di rocce.
- b) Costruzione di **pennelli** rigidi sommersi orientati trasversalmente alla linea di costa al fine di proteggere il ripascimento realizzato ed intercettare parte dei sedimenti trasportati dalle correnti parallele alla linea di costa. I pennelli saranno realizzati con massi calcarei di 1° e 2° categoria disposti con pendenza 3/1, poggiati direttamente sul fondale. In particolare, saranno realizzati n. 7 pennelli (tipo B) aventi lunghezza di 80,00 m, berma larga 14,00 m ed altezza di 1,50 m e n. 1 pennello (tipo A) di lunghezza pari a 60,00, berma larga 44,00 m ed altezza variabile da 1,20 a 1,80 m.

3. OPERE PREVISTE NEL PROGETTO ESECUTIVO PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Il primo stralcio funzionale redatto sulla scorta delle prescrizioni contenute nel giudizio di compatibilità ambientale, delle indagini eseguite e delle indicazioni fornite dall'Amministrazione Comunale prevede gli interventi descritti nel seguito (cfr. Tav. 2.2.2).

RIPASCIMENTO

Ripascimento della spiaggia effettuato con materiale proveniente dall'accumulo di sabbia formatosi alla radice del molo di Ponente del Porto di Scoglitti (cfr. Tavola 2.3 – *Sezioni tipiche*). Prima del versamento a ripascimento, al fine di decontaminare i sedimenti prelevati, si procederà al relativo trattamento mediante un impianto mobile di “Soil Washing” regolarmente autorizzato.

Il prelievo della sabbia presente nell'accumulo riguarderà la quantità di materiale necessaria alla realizzazione dell'intervento di ripascimento.

Si prevede, in particolare, il ripascimento di un tratto di costa lungo 410 m, posto subito a est di Punta Zafaglione dove i fenomeni erosivi sono gravi.

Sulla scorta dei risultati delle indagini circa la granulometria del sedimento e la morfologia dei fondali, è stato tracciato il profilo teorico della spiaggia a seguito dell'intervento di ripascimento del tratto di costa subito a ridosso di Punta Zafaglione, assumendo una quota della berma pari a +1.40 m s.l.m.m. ed una larghezza della berma pari a 3.0 m.

Per tale ipotesi di accrescimento della spiaggia, è stato tracciato il profilo avente una pendenza 1/45, ossia 2.2%, a cui corrisponde, secondo il profilo di equilibrio di Dean, un diametro dei sedimenti pari a 0.20 mm (Tavola 2.3 - *Sezioni tipiche*).

La spiaggia di nuova formazione presenterà, tuttavia, al termine del versamento una berma a quota + 1.40 m s.l.m.m., una larghezza pari a 52.0 m ed una scarpata con pendenza variabile del 15 ÷ 16%. A seguito, infatti, della inevitabile modellazione naturale della spiaggia, che si osserverà a lungo termine, il profilo di versamento del materiale assumerà una diversa configurazione. L'azione del moto ondoso e delle correnti provvederà, infatti, alla naturale selezione e distribuzione dei sedimenti secondo il profilo di equilibrio.

Sulla base dei rilievi eseguiti sono stati computati i volumi di materiale disponibile ed i volumi versati a ripascimento al termine dei lavori confrontandoli con i profili teorici di equilibrio (Dean). Per ulteriori dettagli si rinvia all'Elaborato 2.5 – *Relazione tecnica circa l'intervento di ripascimento* allegato al progetto esecutivo generale.

PENNELLO DI PUNTA ZAFAGLIONE

Allo scopo di proteggere dagli attacchi del moto ondoso il tratto di litorale interessato dall'intervento di ripascimento, si prevede la realizzazione di un pennello sommerso perpendicolare alla linea di riva lungo 80.0 m. L'opera radicata a terra presenta una berma pari a 14.0 m e sommergenza pari a -0.5 m.

Il corpo dell'opera sarà costituito da scogli di seconda categoria. I massi saranno disposti con pendenza 3/1 e poggiati sul fondale previa realizzazione di uno scanno realizzato in scogli di seconda categoria (cfr. Tavola 2.3 – *Sezioni tipiche*). Il materiale rinvenuto dalle operazioni di scavo per la realizzazione del pennello verrà posizionato accanto alla sagome dell'opera e spianato a perfetta regola d'arte.

4. MOTIVAZIONI CHE HANNO INDOTTO VARIAZIONI RISPETTO A QUANTO PREVISTO NEL PROGETTO DEFINITIVO

Nella fase di redazione del progetto esecutivo si è proceduto, innanzitutto ad una verifica dello stato dei luoghi mediante indagini di campo, quali rilievo topografico, rilievo batimetrico della spiaggia emersa e sommersa e caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica di alcuni campioni rappresentativi del sedimento da movimentare.

I risultati di tali attività e le prescrizioni formulate dall'Assessorato Territorio ed Ambiente – Servizio 1 VAS – VIA in fase di espressione del giudizio di compatibilità ambientale, hanno portato ad effettuare delle modifiche al progetto definitivo e, conseguentemente, ad un aggiornamento degli studi specialistici già condotti.

Gli elementi fondamentali che hanno portato ad una riformulazione dell'opera progettuale sono contenuti nel giudizio di compatibilità ambientale espresso con D.D.G. n. 1021 del 24/12/2010 dell'Assessorato Territorio ed Ambiente che testualmente recita:

“a) non dovrà essere realizzato il pennello di tipo A soffolto previsto in corrispondenza di Punta Zafaglione;

b) per il ripascimento in progetto dovrà essere utilizzato esclusivamente il materiale prelevato dal deposito a ridosso del porto di Scoglitti. Non potrà essere utilizzato materiale da cava prodotto dalla frantumazione di rocce;

c) le economie derivanti dalla non realizzazione del pennello di tipo A di Punta Zafaglione dovranno essere utilizzate per la realizzazione di un intervento di by-pass di sedimenti dal deposito a ridosso del Porto di Scoglitti al litorale di Riviera Kamarina, ad est della struttura portuale oltre il sistema di scogliere parallele esistenti...omissis...”

...Omissis...

e) per la realizzazione dei lavori si dovrà procedere da levante verso ponente, ovvero sia da Punta Bianca verso Punta Zafaglione”.

Con riguardo al **punto a)** del decreto è stato necessario verificare la nuova configurazione progettuale con riguardo agli effetti sull'idrodinamica costiera (cfr. elaborato 2.4). E' stata, quindi, condotta un'analisi della morfodinamica costiera al fine di studiare il combinato di onde, correnti e trasporto sedimentario nella zona costiera sotto l'azione di un clima ondosso equivalente. Le simulazioni sono state condotte sia nella configurazione che rappresenta la condizione dell'attuale litorale, che in due configurazioni dove sono rappresentate le ipotesi progettuali esaminate. In particolare, una configurazione (*layout 1*) si riferisce a quella proposta

nel progetto definitivo senza il pennello di tipo A, e l'altra (*layout 2*) si riferisce ad una diversa disposizione planimetrica dei pennelli, prevista poi nel progetto esecutivo. Per eseguire tale studio è stato utilizzato il software Mike 21.

In merito al **punto b)** del decreto, la definizione del profilo trasversale della spiaggia esistente è risultata fondamentale per la determinazione del volume di materiale necessario alla realizzazione di una berma di spiaggia avente quota di coronamento e larghezza pari a quelle fissate nel progetto definitivo. Alla luce della suddetta prescrizione è risultato, infatti, necessario verificare se la sabbia presente alla radice del molo di sopraflutto del porto di Scoglitti fosse sufficiente a fornire il volume di materiale necessario a raggiungere l'avanzamento della linea di riva previsto nel progetto definitivo. A tal fine è stato eseguito il rilievo topografico e batimetrico della spiaggia emersa e sommersa.

Inoltre, l'utilizzo del materiale presente alla radice del molo di Ponente del Porto che presenta una granulometria più fine rispetto a quella che caratterizza la miscela di sabbia e materiale proveniente da cava terrestre, comporta una ridefinizione del profilo di equilibrio della spiaggia dopo il ripascimento con un conseguente aumento della quantità di materiale necessario per ottenere anche minimi avanzamenti della linea di riva.

Infine, con riferimento ai sedimenti da movimentare al fine di verificarne l'idoneità al ripascimento dell'arenile è stata condotta la caratterizzazione chimica, microbiologica ed ecotossicologica di alcuni campioni rappresentativi della spiaggia alla radice del molo di sopraflutto del porto di Scoglitti. La caratterizzazione ha fornito concentrazioni di Idrocarburi Totali superiori ai valori soglia prescritti dalla normativa di settore.

Il superamento dei suddetti valori soglia di concentrazione ha comportato, quindi, la previsione di un processo di lavaggio della sabbia accumulatasi alla radice della diga di sopraflutto del porto di Scoglitti prima del versamento a ripascimento che, tuttavia, non era previsto nel progetto definitivo.

Con riferimento al **punto c)** del decreto si riferisce che il superamento nella quasi totalità dei campioni prelevati, dei valori soglia di concentrazione degli Idrocarburi Totali esclude la possibilità di realizzazione di un sistema di by-pass dei sedimenti se non previo lavaggio della sabbia.

Infine, con riguardo al **punto e)** del suddetto documento si ribadisce che la definizione del nuovo profilo di equilibrio della spiaggia, dovuto all'utilizzo del solo materiale accumulatosi alla radice del molo di Ponente del Porto di Scoglitti, consente il ripascimento del tratto di costa

posto subito a est di Punta Zafaglione poiché in tale tratto si evidenziano fenomeni erosivi abbastanza gravi. In subordine, si osserva che dopo l'intervento parte del materiale versato potrebbe essere interessato da una corrente litoranea diretta da Nord -Ovest verso Sud - Est (direzione prevalente anche del trasporto solido) favorendo, pertanto, una redistribuzione dei sedimenti sul litorale grazie anche alla presenza dei pennelli sommersi di nuova realizzazione. Con riguardo alla realizzazione dei pennelli si dovrà, invece, procedere alla loro esecuzione procedendo da levante verso ponente, così come prescritto dal suddetto decreto V.I.A.

Le suddette indicazioni hanno condotto, quindi, all'elaborazione della soluzione progettuale prevista nel progetto esecutivo il cui stralcio funzionale è descritto nel paragrafo 3.

5. INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI

Si riporta di seguito una sintesi degli studi specialistici condotti nell'ambito del progetto esecutivo generale inerenti l'aspetto idraulico – marittimo e strutturale. Per gli ulteriori approfondimenti si rinvia ai relativi elaborati.

5.1 STUDIO IDRAULICO MARITTIMO

Nello studio idraulico marittimo allegato al progetto esecutivo viene desunto il regime ondametrico al largo a partire dai dati forniti dal MEDATLAS, che fornisce i dati ondametrici in specifici punti del Mediterraneo facendo riferimento a diverse fonti: boe ondametriche, satelliti e modelli numerici. Si è ritenuto, infatti, opportuno ricorrere ad un metodo diretto di ricostruzione del moto ondoso basato su una più ampia gamma di fonti di dati ondametrici, in estensione al progetto definitivo, nel quale per la definizione delle caratteristiche delle onde al largo si fa riferimento ai dati della boa della stazione ondametrica di Mazara del Vallo.

Il successivo trasferimento delle onde dal largo a sottocosta è stato ottenuto a mezzo di software bidimensionale MIKE 21. Le simulazioni sono state condotte nella configurazione che rappresenta la condizione attuale del litorale acquisita mediante rilievo batimetrico.

Il regime ondametrico così ottenuto è stato, quindi, utilizzato per lo studio dell'idrodinamica costiera mediante il modulo MIKE 21 HD e del trasporto solido mediante il modulo MIKE 21 ST.

Inoltre, al fine di determinare l'onda di progetto da utilizzare per le successive verifiche di stabilità delle opere previste, si è proceduto al trasferimento sottocosta degli eventi estremi al largo calcolati nel progetto definitivo, in maniera tale da poter addivenire alle caratteristiche dell'onda che direttamente incide sulle opere di che trattasi.

Il trasferimento delle condizioni ondametriche dal largo a sottocosta è stato studiato su un dominio spaziale molto ampio, comprendente, al fine di non consentire che una componente significativa resti esclusa, una ragguardevole estensione del mare Mediterraneo.

Le simulazioni sono state condotte per gli eventi estremi al largo associati ai tempi di ritorno 50 e 100 anni. Noti i campi d'onda in tutto il dominio ampio sono stati estratti i valori delle altezze d'onda in due punti sottocosta posti al piede delle opere. Per ulteriori approfondimenti si rinvia all'Elaborato 2.2 – *Studio Idraulico Marittimo* allegato al progetto esecutivo generale.

5.2 ASPETTI STRUTTURALI

L'orientamento normativo in ambito di opere di ingegneria civile sottoposte ad azioni di natura statica e dinamica impone al progettista di mettere in relazione la garanzia delle funzioni e degli standard qualitativi con la durata delle opere in termini temporali, questa correlazione è necessaria per poter valutare le variabili che intervengono nella progettazione. Pertanto, in relazione alla tipologia di opera da realizzare è necessario stabilire la vita utile, arco temporale entro il quale la costruzione deve poter garantire le caratteristiche funzionali e di efficienza per la quale è stata progettata, ed il conseguente tempo di ritorno dell'evento di progetto.

Si è proceduto, quindi, alla determinazione dell'onda di progetto per la tipologia costruttiva prevista per la difesa del tratto di costa dagli attacchi del moto ondoso: opera a gettata. In particolare, si è assunto una vita utile dell'opera, T_v , pari a 25 anni valida per infrastrutture di uso generale e livello di sicurezza richiesto 1. Con riferimento alla massima probabilità di danneggiamento ammissibile, E , è stata considerata, per la struttura gettata, quella corrispondente alla configurazione di danneggiamento incipiente. Si è assunta la condizione di ripercussione economica bassa e rischio per la vita umana limitato poichè il livello di sicurezza 1 corrispondente ad una vita utile di 25 anni si riferisce ad opere di interesse locale ed ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vita umane. L'individuazione della vita utile, T_v , e della probabilità di danneggiamento, E , consente, quindi, la determinazione del tempo di ritorno, T_R :

Tipo opera	T_v (anni)	E	$T_{R, \text{teorico}}$ (anni)	$T_{R, \text{progetto}}$ (anni)
Struttura a gettata	25	0.5	36	50

Le altezze d'onda associate al suddetto tempo di ritorno (cfr. Elaborato 2.2 - *Studio idraulico marittimo* allegato al progetto esecutivo generale) sono state utilizzate per condurre le verifiche di stabilità idraulica delle realizzande opere mediante l'applicazione della formula di Van der Meer valida per opere sommerse. Per ulteriori dettagli si rimanda all'Elaborato 2.3 – *Interazione moto ondoso – strutture* allegato al progetto esecutivo generale.

5.3 MORFODINAMICA COSTIERA

Al fine di rappresentare il combinato di onde, correnti e trasporto sedimentario che si verifica nella zona costiera sotto l'azione di un clima ondoso equivalente è stato utilizzato il software Mike 21, accoppiando il modulo di propagazione ondosa, quello di idrodinamica e infine il modulo di trasporto solido (SW, HD, ST).

In particolare, sono state condotte simulazioni sia nella configurazione che rappresenta la condizione dell'attuale litorale, che in due configurazioni dove sono rappresentate le ipotesi progettuali esaminate. Si è esaminata la configurazione *layout 1* proposta nel progetto definitivo e caratterizzata dalla presenza di pennelli soffici con berma larga 14.0 m ed altezza pari a 1.50 m disposti perpendicolarmente alla linea di costa, ed il *layout 2* caratterizzato da pennelli sommersi che si chiudono con un tratto parallelo alla costa (*L - shaped*) e da pennelli con andamento rettilineo, anch'essi sommersi, aventi berma pari a 14.0 m, sommergenza pari a -0.5 m e perpendicolari alla linea di riva. Il sistema di difesa proposto presenta nella parte più prossima al porto di Scoglitti pennelli con lunghezze che degradano lungo la costa aventi la funzione di stabilizzare la linea di riva.

Particolare attenzione è stata posta alla caratterizzazione batimetrica del paraggio, nelle tre condizioni analizzate. La corretta e precisa definizione della morfologia del fondo è infatti basilare nel determinare le sue stesse dinamiche evolutive.

Ai fini di una accurata analisi dello stato del litorale in esame è stata valutata, inoltre, l'evoluzione che lo stesso ha subito negli anni, individuando, ove possibile, le probabili cause che hanno portato alla configurazione attuale. Per ulteriori dettagli si rinvia all'Elaborato 2.4 – *Analisi della morfodinamica costiera* allegato al progetto esecutivo generale.

5.4 CARATTERISTICHE CHIMICHE, MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI DA MOVIMENTARE

Con riferimento ai sedimenti da movimentare nell'ambito dei lavori di ricostruzione della spiaggia compresa tra Punta Zafaglione e Scoglitti è stata eseguita la caratterizzazione chimica, microbiologica ed ecotossicologica di alcuni campioni rappresentativi della spiaggia alla radice del molo di Ponente del porto di Scoglitti al fine di verificarne l'idoneità al ripascimento dell'arenile nel rispetto delle indicazioni fornite nel "*Manuale per la movimentazioni dei sedimenti marini*" redatto dall'Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare (ICRAM) e dall'APAT (cfr. Elaborato 2.5 – *Relazione tecnica circa l'intervento di ripascimento* allegato al progetto esecutivo generale).

Con riferimento ai risultati delle analisi chimiche si riferisce che le concentrazioni di metalli, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati sono conformi alle disposizioni contenute nella tabella 1, colonna A dell'Allegato 1 del D.M. 471/99 nonché, nella tabella 1, colonna A dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/06 Parte IV.

Con riguardo alle concentrazioni di Idrocarburi Totali si riferisce che per la quasi totalità dei campioni prelevati è stato rilevato il superamento dei valori soglia di concentrazione

prescritti dalla normativa di settore per gli stessi. La presenza di tale inquinante è da attribuire probabilmente ad apporti antropici delle acque superficiali ed alle attività da diporto del vicino porto di Scoglitti.

I valori di concentrazione della sostanza organica e di fosforo totale indicano la presenza nel sedimento di composti derivanti da residui vegetali ed animali.

La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini permette di rilevare l'eventuale presenza di materiale fecale, tuttavia, attualmente non esistono riferimenti normativi circa i valori soglia dei parametri microbiologici per i sedimenti destinati al ripascimento degli arenili. Dall'analisi microbiologica dei sedimenti emerge la presenza di contaminazione fecale solo per quanto riguarda i campioni prelevati in superficie.

Su un campione di sedimento superficiale sono stati, inoltre, effettuati i saggi biologici di tossicità (analisi ecotossicologiche) per almeno tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici diversi di cui almeno una da applicare alla fase solida del sedimento (sedimento tal quale o privato dell'acqua interstiziale) e almeno una da applicare alla fase liquida.

In particolare, con riferimento alle analisi ecotossicologiche si riferisce che sul campione di sedimento superficiale prelevato sono stati effettuati i seguenti test:

- Test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* eseguito sul sedimento tal quale. Il campione può essere considerato non tossico relativamente al saggio sul batterio, tabella 2.4 colonna A;
- Test di tossicità a 48 ore con *Brachionus plicatilis* eseguito sull'elutriato. Il campione può essere considerato non tossico relativamente al saggio sul rotifero, tabella 2.4 colonna A;
- Test di inibizione della crescita algale con *Pheodactylum tricorutum* eseguito sull'elutriato. Non è stato possibile calcolare l'EC20, in quanto la massima concentrazione testata ha dato effetto ormetico, cioè nel campione si è verificata una crescita algale maggiore del controllo.

I saggi biologici di tossicità sono stati eseguiti dall'ARPA Sicilia- ST Palermo, mentre, le restanti analisi sono state condotte dall'ARPA Sicilia – ST Ragusa.

6. TRATTAMENTO MEDIANTE IMPIANTO MOBILE DI “SOIL WASHING”

Il trattamento dei sedimenti da versare a ripascimento è finalizzato alla decontaminazione da idrocarburi della sabbia presente alla radice del molo di Ponente del porto di Scoglitti che verrà movimentata per la realizzazione dell'intervento.

Il trattamento di “Soil Washing” si basa principalmente sull'applicazione di processi chimico-fisici volti all'ottenimento dei seguenti obiettivi:

- Separazione fisica delle frazioni granulometricamente più grossolane (ghiaie e sabbie), da quelle fini le quali, a causa di interazioni particellari con i contaminanti, risultano maggiormente contaminate;
- Lavaggio delle frazioni grossolane e di quelle fini con acqua (eventualmente con additivi) al fine di trasferire la contaminazione dalla fase solida a quella liquida e depurare poi quest'ultima con metodologie di più facile applicazione.

Nel caso specifico, dalla caratterizzazione granulometrica dei sedimenti, si evince l'assenza di pelite ed una bassissima percentuale della frazione limo – argillosa, pertanto, la contaminazione riguarda principalmente la matrice sabbia. Alla luce di quanto sopra per la decontaminazione del materiale si propone il lavaggio della sabbia senza l'utilizzo di solventi. Il funzionamento dell'impianto di trattamento di “Soil Washing” sfrutta le diverse proprietà chimico fisiche delle particelle che compongono un sedimento e di quelle dei contaminanti presenti al fine di ottenere il lavaggio della frazione granulometrica più grossolana da riutilizzare e l'addensamento della contaminazione in quella più fine, eventualmente da conferire a discarica.

L'impianto è costituito principalmente dalle seguenti componenti, assemblate tra loro:

- Tramoggia di carico vagliante per l'eliminazione dei trovanti;
- Gruppo di vagliatura;
- Idrociclone per la separazione delle sabbie;
- Filtropressa per la disidratazione del fango;
- Impianto di trattamento acque.

La capacità del sistema è di 10 t/ora ed è in grado di operare in continuo.

Al fine di non alterare il sito dove verrà posizionato l'impianto mobile di “Soil Washing” le apparecchiature saranno montate su appositi rimorchi autorizzati e non sarà necessario il relativo montaggio a terra. Pertanto l'area operativa dell'impianto di trattamento dovrà tenere conto degli ingombri dei rimorchi, degli spazi necessari per le manovre dei mezzi di cantiere adibiti alla movimentazione del sedimento in entrata ed in uscita dall'impianto (escavatori, pale

meccaniche, camion, ecc.) e delle aree per il deposito temporaneo dei materiali in ingresso ed in uscita dal trattamento.

In particolare, l'impianto sarà così articolato: su un rimorchio saranno posizionate le apparecchiature necessarie per il trattamento delle sabbie, l'impianto di trattamento delle acque sarà allocato su un secondo rimorchio ed infine, su un terzo rimorchio verrà ubicata la filtropressa per la disidratazione dei fanghi.

Il sedimento verrà prelevato mediante mezzi meccanici e trasportato all'area di accumulo temporaneo. Da qui una pala meccanica provvederà a prelevarlo e a caricarlo all'interno della tramoggia di alimentazione dell'impianto che è dotata di una griglia di protezione sulla sommità. La griglia permette di trattenere e scaricare a parte i trovanti, quali cassette di legno, bottiglie di plastica, radici, ecc.

Il materiale contaminato, passato attraverso la griglia, sarà quindi convogliato tramite nastro trasportatore o pompa al gruppo di vagliatura ad umido che permetterà di realizzare una prima separazione granulometrica, oltre che il lavaggio del materiale. In particolare, durante la suddetta vagliatura verranno rimossi i materiali di dimensioni molto elevate che saranno trasportati al cumulo di deposito temporaneo.

La frazione più fine contenente sabbia, limo e argilla verrà convogliata insieme all'acqua di lavaggio ad un idrociclone per il recupero ed il lavaggio della sabbia.

La sabbia in uscita dall'idrociclone verrà inviata nelle celle di attrizione per subire un processo di abrasione e sfregamento allo scopo di separare e rimuovere i contaminanti ancora presenti. La sabbia verrà, quindi, scolata ed essiccata su un vaglio: la sabbia in uscita sarà, pertanto, palabile e verrà trasportata al cumulo di deposito temporaneo.

Le acque derivanti dal processo di lavaggio delle matrici contenenti i contaminanti e la frazione fine limo – argillosa, in uscita dalla parte superiore dell'idrociclone, saranno inviate al chiarificatore/sedimentatore. In questa fase verrà realizzata la chiarificazione delle acque, la flocculazione dei solidi in sospensione e la successiva decantazione dei fiocchi originati con ispessimento dei fanghi prodotti. Il fango ispessito verrà inviato tramite idonea pompa per fanghi alla linea mobile indipendente di disidratazione meccanica costituita da una filtropressa a piastre che provvederà a ridurne il contenuto d'acqua. Il pannello scaricato dalla filtropressa sarà palabile e non rilascerà più acqua.

L'acqua in uscita dal sedimentatore verrà raccolta in un serbatoio contiguo per essere riutilizzata nel processo. L'acqua in eccesso verrà depurata dall'impianto di trattamento e restituita in mare nel rispetto della normativa vigente in materia di scarico in corpi idrici superficiali.

Le tipologie di materiale in uscita dall'impianto saranno, quindi:

- Materiale di scarto separato a monte del trattamento, quali bottiglie di plastica, cassette di legno, radici da smaltire in discariche di RSU;
- Materiale grossolano quali pietre, residui di costruzioni e ferromagnetici separato mediante vagliatura (molto ridotto quantitativamente), generalmente non contaminato e quindi da smaltire in discarica di RSU;
- Sabbia: tale frazione risulterà completamente pulita e decontaminata (concentrazioni inferiori ai valori soglia della tabella 1, colonna A dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/06, Parte IV) e sarà pertanto riutilizzabile per il ripascimento costiero;
- Fango disidratato (pannello): tale materiale sarà costituito dalle frazioni limose e argillose separate e disidratate. Il tenore di sostanze contaminanti dipenderà dall'efficacia del processo di lavaggio, ovvero nella capacità di trasferimento degli inquinanti alla fase acquosa. In ogni caso, il materiale sarà smaltito in discarica per rifiuti speciali inerti o non pericolosi e presenterà un codice CER tra i seguenti: 19 12 *“rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (ad esempio selezione, triturazione, compattazione, riduzione in pellet) non specificati altrimenti”* e 19 13 *“rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda”*.
- Acqua trattata: tutta l'acqua di processo utilizzata nell'impianto (proveniente dal contenuto d'acqua del sedimento sommata a quella prelevata ed utilizzata per il lavaggio) verrà ricircolata all'interno del processo e poi, quella in eccesso verrà depurata mediante apposito impianto di trattamento acque, prima di essere reimpressa in mare, previa specifiche analisi.

Infine, al termine dell'intero intervento di trattamento, i filtri a Carboni Attivi utilizzati dall'impianto di depurazione per la filtrazione delle acque, potranno contenere le sostanze contaminate che sono state trasferite dal sedimento all'acqua durante la fase di lavaggio, e saranno, quindi, classificati come rifiuti con Codice CER 190904 – *Carbone Attivo Esaurito* e smaltiti in idonea discarica autorizzata, ma si tratta, tuttavia, di quantità molto ridotte. L'intervallo di sostituzione delle cariche, da conferire in discarica, sarà stabilita sulla base di analisi periodiche.

Il livello qualitativo delle diverse frazioni di sedimento in uscita dall'impianto, verranno controllate mediante campionamenti ed analisi di laboratorio effettuate da laboratori qualificati ed accreditati.

Tutte le macchine che compongono l'impianto dovranno recare marcatura CE ai sensi della Direttiva macchine 2006/42/CE per gli aspetti applicabili ed ai sensi della Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CE.

7. ASPETTI AMMINISTRATIVI ED ECONOMICI

La progettazione è stata condotta in conformità al D.P.R. 207 del 5.10.2010 come recepito dalla L.R. 12 luglio 2011 n. 12. In dipendenza delle risultanze dei rilievi e dei riscontri eseguiti, attraverso i necessari calcoli, è stato effettuato il computo delle varie categorie di lavoro previste in progetto.

Per la redazione del Computo Metrico Estimativo (Elaborato 6) si sono utilizzati, per la quasi totalità, i prezzi vigenti per le opere pubbliche nelle province della Regione Siciliana pubblicati nella GURS Parte I n. 18 del 2009. Sono, altresì, allegati l'Elenco dei Prezzi Unitari (Elaborato 10) e l'Analisi dei prezzi (Elaborato 11).

Infine, allo scopo di regolamentare il rapporto tra Stazione Appaltante ed Impresa sono stati predisposti lo Schema di contratto (Elaborato 12) ed il Capitolato Speciale d'Appalto contenente le prescrizioni tecniche da applicare all'oggetto del contratto stesso (Elaborato 13).

La durata dei lavori è pari a 365 giorni (trecentosessantacinque) giorni naturali, successivi e continui decorrenti dalla data di consegna, come da cronoprogramma dei lavori (Elaborato 9). Detta durata è stata stabilita tenendo in conto la particolare natura e tipologia dei lavori e della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale normale. Si dovrà, tuttavia, prevedere una sospensione dei lavori durante il periodo estivo (dal 15 giugno al 15 settembre) al fine di consentire l'utilizzo della spiaggia a fini balneari.

L'importo complessivo del progetto stralcio è pari a €1.650.000,00 di cui €1.156.636,12 per lavori e € 493.363,88 a disposizione dell'Amministrazione, secondo il seguente quadro economico (Elaborato 8):

a) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni a corpo	€	1.091.810,50
di cui per oneri di sicurezza indiretti 1%	€	10.918,10
a base d'asta	€	1.080.892,40
b) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza	€	64.825,62
<i>Sommano</i>	€	<i>1.156.636,12</i>
c) Somme a disposizione della Stazione Appaltante:		
c1) Rilievo, Prelievo campioni, Analisi	€	26.000,00
c2) Monitoraggio	€	60.000,00
c3) Oneri pubblicazione	€	10.000,00
c4) Spese tecniche relative a: progettazione, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, contabilità – compreso IVA	€	93.314,53

c5) Art. 18 Legge n. 109/94 – Provincia Regionale di Ragusa	€	10.518,51		
c6) Art. 92 D.Leg. n. 163/2006 e s.m.i.– Comune di Vittoria: 2% di €1.080.892,40	€	21.617,85		
c7) IVA su Lavori 22%	€	254.459,95		
c8) Imprevisti	€	17.453,04		
	Sommano		€	493.363,88
	TOTALE		€	1.650.000,00

8. ELENCO TITOLI

Qui di seguito si riporta l'elenco degli elaborati che formano il presente progetto esecutivo – Primo stralcio funzionale:

1. Relazione generale e tecnica;

2. Elaborati grafici:

2.1	Rilievo topo-batimetrico (2/2)	1:4.000
2.2.1	Planimetria del progetto definitivo (2/2)	1:4.000
2.2.2	Planimetria post operam (2/2)	1:4.000
2.2.3	Planimetria di raffronto (2/2)	1:4.000
2.3	Sezioni tipiche	1:100
2.4.1	Planimetria di ubicazione delle sezioni di computo: Pennello	1:2.000
2.4.2	Planimetria di ubicazione delle sezioni di computo: Prelievo	1:2.000
2.4.3	Planimetria di ubicazione delle sezioni di computo: Ripascimento	1:2.000
2.5.1	Sezioni di computo Pennello	1:200
2.5.2	Sezioni di computo Prelievo (2/2)	1:800
2.5.3	Sezioni di computo Ripascimento (2/2)	1:500

3. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;

4. Piano di sicurezza e di coordinamento;

5. Fascicolo tecnico dell'opera;

6. Computo metrico estimativo;

7. Specifica delle competenze tecniche;

8. Quadro economico;

9. Cronoprogramma;

10. Elenco dei prezzi unitari;

11. Analisi dei prezzi;

12. Schema di contratto;

13. Capitolato speciale d'appalto;

14. Incidenza della manodopera;

15. Elenco titoli.