



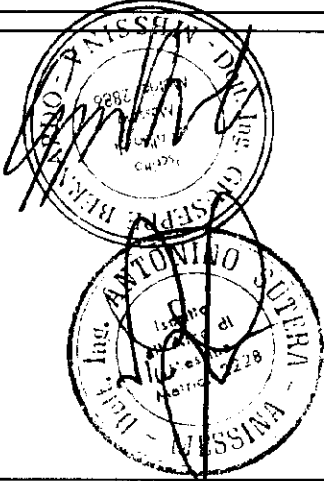
# COMUNE DI CAPO D'ORLANDO

## INTERVENTO URGENTE PER LA DIFESA E SALVAGUARDIA DI TRATTI DELL'ARENILE DI CAPO D'ORLANDO PROGETTO PRELIMINARE



DATA: <b>29 LUG. 2013</b>	SEZIONE: <b>A: RELAZIONI E STUDI AMBIENTALI</b>
------------------------------	--

ELAB./TAV.: <b>A.02</b>	OGGETTO: <b>RELAZIONE TECNICA</b>
----------------------------	--------------------------------------

<p>PROGETTAZIONE:</p> <p><b>DINAMICA s.r.l.</b> Ingegneria - Servizi - Costruzioni</p> <p>Corso Cavour n. 206, is. 371 - 98122 Messina tel.: + 39 090 2921753 - fax: + 39 090 345666 www.dinamica-isc.com segreteria@dinamica-isc.com</p> <p>Certified by Bureau Veritas Italia S.p.A. ISO 9001:2008      ISO 14001:2004 Sistema di Gestione Qualità      Sistema di Gestione Ambientale (certificato n. IT243042)      (certificato n. IT242981/UK)</p> <p>ASSOCIATO <b>oice</b> Associazione delle organizzazioni di ingegneria di architettura e di consulenza tecnico-economica</p>	 <p>PROGETTISTA: Ing. Giuseppe BERNARDO</p> <p>COORDINATORE SICUREZZA: Ing. Salvatore RUSSO</p> <p>PROJECT MANAGER: Ing. Antonino SUTERA (Direttore tecnico)</p> <p>COLLABORATORE: Ing. Giuseppe CUTRUPÌ</p>
---	---

R.U.P.:

Ing. Michele GATTO

VISTI/APPROVAZIONI:

# INDICE

<b>1</b>	<b>STUDI TECNICI DI PRIMA APPROSSIMAZIONE</b>	<b>2</b>
1.1	FINALITÀ DI PROGETTO	2
1.2	OPERE DI PROGETTO	3
1.2.1	OPERE DI RICOSTRUZIONE DELLA SPIAGGIA	3
1.2.2	OPERE DI STABILIZZAZIONE DEL LITORALE DELLA ZONA 1	4
1.2.3	OPERE DI STABILIZZAZIONE DEL LITORALE DELLA ZONA 2	7
<b>2</b>	<b>SPECIFICHE SUGLI ELABORATI DA ADOTTARE IN SEDE DI PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO</b>	<b>11</b>

# RELAZIONE TECNICA

## 1 STUDI TECNICI DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

### **1.1 Finalità di progetto**

Richiamando quanto già sinteticamente riportato nell'elaborato A.01 ("*Relazione Illustrativa*"), l'intervento di progetto si prefigge l'obiettivo di ottenere la **difesa generale della costa**, ottenibile mediante la più naturale delle "opere di protezione" di cui una costa possa dotarsi nei confronti del "suo" mare: la spiaggia emersa, con un consistente avanzamento della linea di riva, specie in coincidenza delle parti di spiaggia ad oggi maggiormente erose (che sono proprio in fregio o nelle vicinanze di interventi antropici non coordinati e/o strutture rigide), anche al fine di assicurare la formazione di volumi di riserva – volano per l'equilibrio del bilancio sedimentologico della sezione trasversale, ma anche per aumentare la superficie emersa disponibile per le attività ludiche e balneari.

Ci si prefigge quindi di realizzare una spiaggia più estesa e stabile dell'esistente, sia dal punto di vista del trasporto solido cross-shore che long-shore, adottando a tal fine le più adeguate opere di stabilizzazione dell'arenile ricostruito.

L'esecuzione dei lavori di ricostruzione e riqualificazione generale della fascia costiera mediante ripascimento e conseguente aumento della profondità dell'arenile emerso, consentiranno di conseguire il duplice risultato di aumentare le condizioni di sicurezza delle strutture ed infrastrutture poste a tergo e fornire una spiaggia utilizzabile anche a fini balneari alla popolazione residente e turistica.

Per il conseguimento delle suddette finalità si prevedono i seguenti interventi di seguito descritti.

## 1.2 Opere di progetto

Sotto l'aspetto tecnico ed in relazione al grado di approfondimento connesso con la presente fase di progettazione preliminare, le indicazioni tipologiche qui riportate dovranno essere verificate da adeguate valutazioni di ordine geomorfologico, sedimentologico-fluviale, sedimentologico-costiero, idrologico, idraulico-fluviale ed idraulico-marittimo, tese alla scelta definitiva della soluzione ed a massimizzare / ottimizzare il risultato progettuale, consistente in ultima analisi nel recupero del litorale, e nell'effetto protettivo dello stesso nei confronti delle mareggiate, minimizzando o annullando contestualmente l'impatto delle opere sull'ambiente esistente e migliorandone anzi l'aspetto paesaggistico.

Con riferimento alle finalità di progetto di cui al paragrafo precedente, si prevedono sostanzialmente le seguenti opere:

### 1.2.1 OPERE DI RICOSTRUZIONE DELLA SPIAGGIA

La ricostruzione della spiaggia sarà effettuata mediante il ripascimento artificiale della stessa, volto al recupero ed alla sistemazione dell'arenile nonché alla stabilizzazione della spiaggia emersa e sommersa, ottenibile con versamento di materiale litoide mineralogicamente compatibile con il materiale presente in situ, progettato al fine di garantire la stabilità della spiaggia ricostruita all'equilibrio di medio termine.

La composizione del materiale di prestito sarà pertanto oggetto di apposita verifica / progettazione sulla base delle caratteristiche fisiche ed idraulico-marittime del sito (agitazione ondosa sottocosta, circolazione idrodinamica, tendenze nella evoluzione morfologica della linea di riva e dei profili trasversali, etc.), nonché in funzione dell'andamento dei parametri sedimentologici come rilevati allo stato di fatto (dovranno essere all'uopo redatte le opportune carte di distribuzione areale dei seguenti parametri sedimentologici: percentuale in ghiaia, percentuale in sabbia, distribuzione di eventuali frazioni pelitiche, media, mediana, classazione o cernita, asimmetria, kurtosis).

L'individuazione della fonte di prestito del materiale, normalmente identificata in linea di massima in sede di progettazione definitiva, quindi verificata e confermata in sede di progettazione esecutiva, è effettuata oltre che sulla base delle caratteristiche di cui alla descrizione che precede, anche con riferimento a criteri di economicità e celerità delle operazioni di ricostruzione dell'arenile.

Al riguardo, la principale fonte di prestito può essere individuata in due zone distinte:

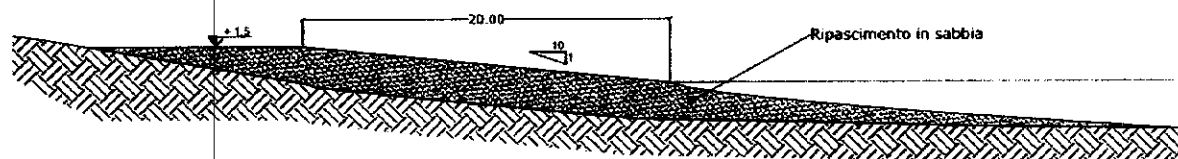
- nelle aree sovralluvionate che dovessero riconoscersi nell'ambito del torrente Zappulla che definisce ad est il territorio comunale di Capo D'Orlando;
- nelle vicinanze del molo di sopraflutto del porto di Capo d'Orlando, dove si è creato un accumulo di materiale solido.

Il ripascimento artificiale, in termini di entità di avanzamento della linea di riva, sarà progettato al fine di fornire una configurazione di progetto tale da assecondare la naturale evoluzione della linea di riva stessa, permettere a regime il transito dei sedimenti messi in movimento dal moto ondoso, consentire lo sviluppo di una corrente litoranea per quanto possibile regolare, evitare la formazione di specchi d'acqua con scarso ricambio, ma anche svolgere le indispensabili funzioni di salvaguardia delle infrastrutture litoranee, fornendo la massima protezione dai fenomeni di risalita e frangimento sottocosta del moto

ondoso incidente in relazione alla aumentata profondità trasversale della spiaggia emersa, compatibilmente con l'esigenza imprescindibile di garantire uniformità nell'ambito dell'intervento e soprattutto assenza di fenomeni erosivi sottoflutto.

Nello specifico, tramite gli interventi di ripascimento previsti nelle due zone di progetto, si avrà un avanzamento medio della spiaggia di 20 m , per quanto riguarda la Zona 1, e di 12 m nella Zona 2.

Inoltre, si prevede la realizzazione, a corredo, protezione e completamento dell'intervento di ripascimento "puro", di adeguate opere di stabilizzazione della spiaggia ricostruita, come di seguito descritte.



### 1.2.2 OPERE DI STABILIZZAZIONE DEL LITORALE DELLA ZONA 1

Al fine di conferire la massima stabilità nel tempo al ripascimento della spiaggia, risulta opportuno realizzare le necessarie opere di stabilizzazione, operanti sia in senso longitudinale che trasversale rispetto all'andamento della linea di riva.

Nello specifico si andranno a realizzare n.3 pennelli trasversali stabilizzatori in massi naturali, con funzione di fissaggio della linea di costa in avanzamento sul medio e lungo termine; ed n.1 pennello di transizione. Tale configurazione determina, con la sua disposizione a scalare, una zona di transizione tra il campo di pennelli principale e la spiaggia naturale contigua, che consente di evitare evidenti discontinuità nell'andamento della linea di riva.

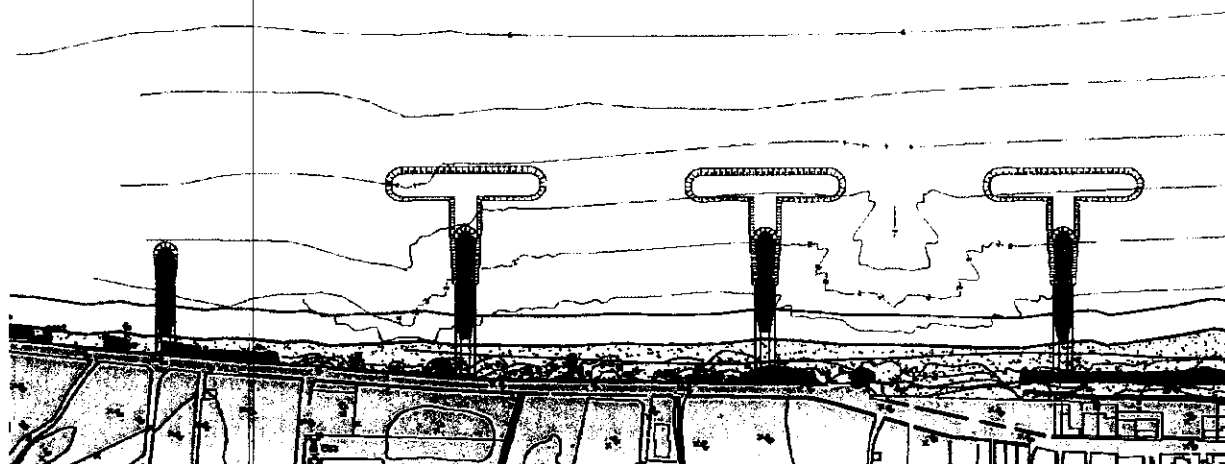


Figura 3 Inquadramento Zona 1

La tipologia di pennello stabilizzatore prevista è caratterizzata da una forma a "T" (fatta eccezione per il pennello prossimo al torrente) la cui parte terminale risulta essere sommersa. Tale configurazione permette di garantire sia una maggiore stabilità della testata stessa che la riduzione del fenomeno "dente di sega" nella evoluzione planimetrica dei campi di spiaggia fra un pennello e l'altro.

La scelta di realizzare una serie di pennelli di siffatta tipologia come elemento stabilizzatore del litorale ricostruito sarà ovviamente oggetto di verifica in funzione dell'entità del trasporto solido longshore e cross-shore, che dovrà essere valutata in sede di modellazione matematica dell'evoluzione morfologica del litorale.

La parte di pennello sommersa è costituita da massi naturali di terza categoria; tale scelta è dovuta al risultato ottenuto dalla formula di Van der Meer per le scogliere sommerse.

### Formula di Van der Meer per scogliere sommerse

La metodologia proposta da Van der Meer per il calcolo dei massi di mantellate di scogliere sommerse propone l'impiego di un numero di stabilità  $N_s^*$  funzione della profondità  $h$  al piede dell'opera, della quota  $h_c$  del coronamento della struttura rispetto al fondo e del grado di danneggiamento ammissibile  $S$ :

$$\frac{h_c}{h} = (2.1 + 0.1S)e^{-0.14N_s^*}$$

Il diametro nominale medio dei massi ( $D_{n50}$ ) che garantisce la stabilità della mantellata nelle ipotesi descritte risulta secondo Van der Meer pari a:

$$D_{n50} = \frac{H^{\frac{2}{3}} L^{\frac{1}{3}}}{N_s^* \left( \frac{\gamma_s}{\gamma_a} - 1 \right)}$$

dove

- H è l'altezza dell'onda di progetto;
- L la lunghezza d'onda al largo, riferita al periodo di picco ( $L = 1.56 \cdot T_P^2$ );
- $\gamma_s$  il peso specifico dei massi;
- $\gamma_a$  il peso specifico dell'acqua di mare.

Per altezza d'onda limitata dal frangimento, come nel caso in esame, il CEM (Coastal Engineering Manual, CERC 2007) consiglia di ricavare l'altezza significativa attraverso la relazione che lega l'altezza significativa alla  $H_{2\%}$ , ragionevolmente assimilabile all'altezza  $H_b$ , massima in relazione al fondale. Per fondali a debole pendenza, si può assumere  $H_b = 0.78 d$ , dove d indica la profondità al piede dell'opera. Va tuttavia segnalato che nei casi sperimentali analizzati da Van der Meer il frangimento era di modesta intensità e comunque del tipo *spilling*: si ritiene pertanto ragionevole e cautelativo seguire le indicazioni dello stesso autore (Van der Meer, 1992), che in caso di frangimento molto intenso e di tipo *plunging* raccomanda di utilizzare come onda di progetto  $H = H_{2\%}/1.1 \div 1.2$  (nel caso specifico si è utilizzato un coefficiente riduttivo di 1.15).

Il peso medio dei massi risulta pari a:

$$W_{50} = \gamma_s D_{n50}^3$$

Nel dimensionamento è stato ammesso un grado di danneggiamento basso S (pari a 2).

Di seguito, in tabella si riportano i valori del peso degli elementi della mantellata del pennello, da cui risulta che i massi devono avere un peso compreso tra 2.34 e 3.91 t. Pertanto, si è scelto di utilizzare esclusivamente massi di III categoria nella realizzazione, della parte di pennello sommersa.

Per soddisfare la verifica dei criteri di ritenzione al di sotto della mantellata è stato posto uno strato di imbasamento costituito da tout-venant di pezzatura compresa tra 50 e 500 kg. Infine, considerata la natura del terreno di fondazione (nel corso del sopralluogo è stata rilevata la presenza di sabbia), tra questo e l'imbasamento verrà posizionato un geocomposito di caratteristiche analoghe a quello utilizzato per le altre sezioni.

Profondità (m s.m.m.)	Sovralzo (m s.m.m.)	Sommergenza (m s.m.m.)	$H_b$ (m)	H (m)	$W_{50}$ (t)	W (t)
-3.3	+0.6	-0.50	3.04	2.65	3.13	2.34+3.91

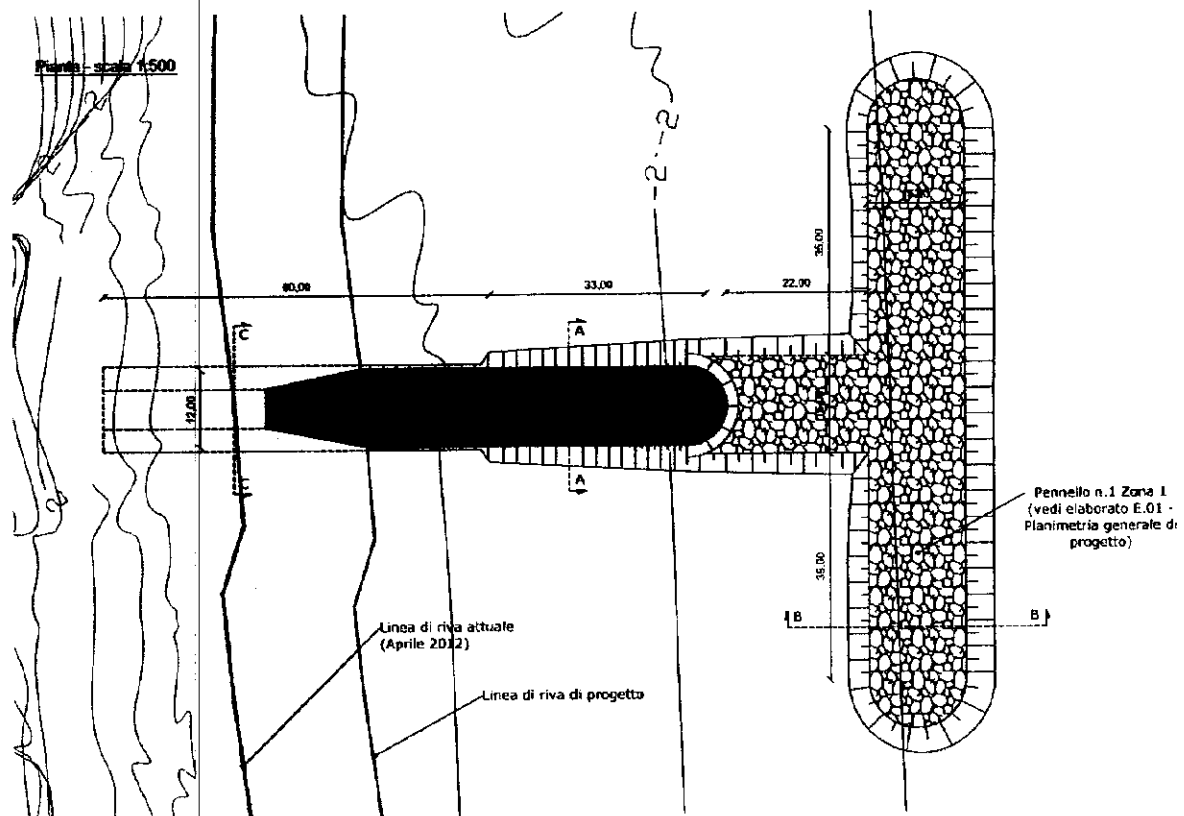


Figura 4 Pianta Pennello n.1 - Zona 1

I pennelli a "T" sono costituiti nel seguente modo:

- III categoria nella zona sommersa;
- II categoria a partire dalla batimetrica -1 m fino al termine del pennello;
- materiale di pezzatura compresa tra 50 e 500 kg, con la funzione di scanno d'imbasamento.

Per ulteriori dettagli riguardanti le opere di progetto si rimanda all'elaborato E.02 – Particolari Costruttivi Zona 1.

### 1.2.3 OPERE DI STABILIZZAZIONE DEL LITORALE DELLA ZONA 2

Come per la Zona 1 (che presenta caratteristiche diverse sia nel clima meteo-marino che in termini di trasporto solido), saranno realizzate opere di stabilizzazione, che conferiranno la massima stabilità nel tempo al ripascimento della spiaggia.

Mediante le opere previste si andrà ad effettuare una stabilizzazione longshore e cross-shore grazie ad opere trasversali (Pennelli e Berme) e longitudinali (Scogliera Radente) alla linea di riva.





Figura 5 Inquadramento Zona 2

Nello specifico, si andranno a realizzare nella *Zona 2*:

- n.6 Pennelli, che proteggono la costa intercettando correnti litoranee, in modo da contrastare fenomeni erosivi in atto. Inoltre, inducono una riduzione dell'energia delle correnti marine costiere ed una parziale attenuazione del moto ondoso. Tali opere sono costituite in massi di III categoria, con scanno d'imbasamento di materiale di pezzatura compresa tra 50 e 500 kg. Da tenere in considerazione che i Pennelli 1,3 e 4 non saranno costruiti ex novo, bensì si andrà a rinforzare i tre pennelli già presenti nella zona d'intervento;

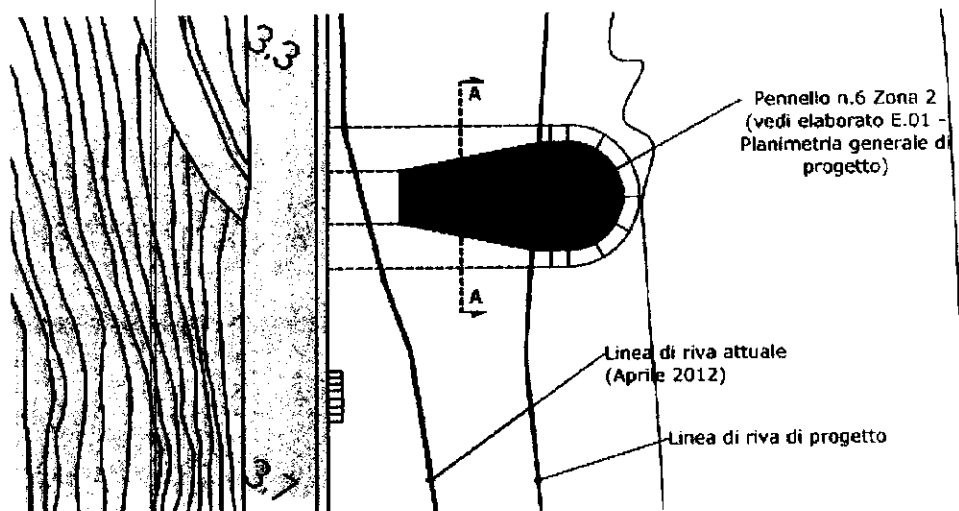


Figura 6 Pianta Pennello n.6 - Zona 2

- n.3 Berme, sono opere con funzioni analoghe ai pennelli, ma differiscono da quest'ultimi per via delle dimensioni (lunghezze nettamente inferiori e larghezza di 10 m). Tali opere sono costituite in massi di III categoria, con scanno d'imbasamento di materiale di pezzatura compresa tra 50 e 500 kg ;

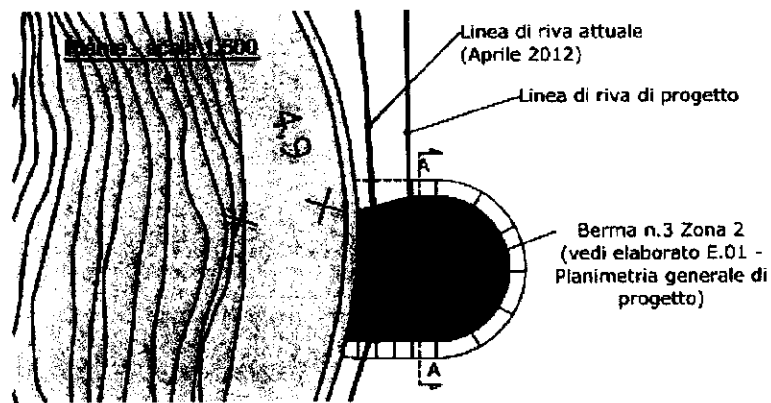


Figura 7 Pianta Berma n.3 - Zona 2

- n.1 Scogliera radente, struttura di difesa costituita da massi naturali disposta parallelamente alla linea di riva, in corrispondenza della spiaggia emersa. Tale tipologia di intervento viene impiegata ove si abbia la necessità di interrompere provvisoriamente l'arretramento dell'arenile e limitare la risalita dell'onda.

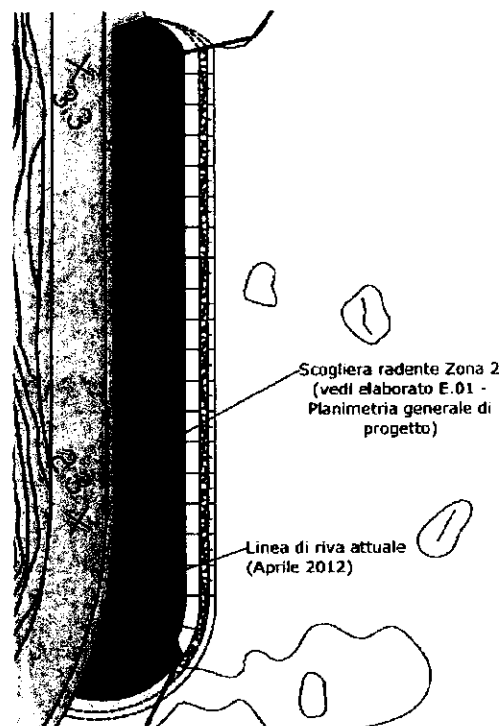


Figura 8 Pianta Scogliera Radente - Zona 2

Le opere da realizzare presentano le seguenti lunghezze:

Lunghezze Pennelli	[m]
1	30
2	33
3	45
4	35
5	30
6	30

Lunghezze Berme	[m]
1	15
2	13.5
3	13.5

Lunghezza Scogliera radente	[m]
1	75

Per ulteriori dettagli riguardanti le opere di progetto si rimanda all'elaborato E.03 – Particolari Costruttivi Zona 2

## **2 SPECIFICHE SUGLI ELABORATI DA ADOTTARE IN SEDE DI PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO**

In fase di progetto definitivo sono previsti i seguenti elaborati:

- Relazione descrittiva (Relazione Generale)
- Relazioni e Studi specialistici, fra i quali si richiede in particolare:
  - studio meteomarinario (clima ondoso al largo)
  - studio idraulico - marittimo (clima ondoso sottocosta)
  - studio idrologico del bacino imbrifero relativo al torrente Zappulla
  - studio sul trasporto solido fluviale del torrente Zappulla
  - studio geotecnico (stabilità delle opere);
- Rilievi planoaltimetrici (rilievi topobatimetrici);
- Elaborati grafici (stralci cartografici; stato di fatto e stato di progetto)
- Calcoli preliminari delle strutture;
- Piano particellare di esproprio (ove richiesto);
- Computo metrico estimativo;
- Quadro economico.

In fase di progetto esecutivo saranno realizzati i seguenti elaborati:

- Relazione generale;
- Relazioni geologica, geotecnica, idrologica e le altre relazioni specialistiche necessarie ed in particolare:
  - studio meteomarinario (clima ondoso al largo)
  - studio idraulico - marittimo (clima ondoso sottocosta)
  - studio idrologico del bacino imbrifero relativo al torrente Zappulla
  - studio sul trasporto solido fluviale del torrente Zappulla
  - studio geotecnico (stabilità delle opere);
- Elaborati grafici stato di fatto
- Elaborati grafici di progetto (planimetrie generali, piante di dettaglio, sezioni trasversali e sezioni tipo, particolari costruttivi);
- Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- Piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- Piani di sicurezza e di coordinamento;
- Computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
- Cronoprogramma;
- Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
- Schema di contratto e capitolato speciale d'appalto