



# INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SPIAGGIA IN LOCALITA' S'ARENA SCOADA

## Progetto esecutivo

*Il Sindaco*  
Luigi Tedeschi

*Il Responsabile Unico del Procedimento*  
Ing. Sara Angius



*Criteria Srl (Mandataria)*  
Città: Ricerche: TERritorio: Innovazione: Ambiente  
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)  
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180  
E-mail: [criteria@criteriaweb.com](mailto:criteria@criteriaweb.com);  
[www.criteriaweb.com](http://www.criteriaweb.com)

Arch. Paolo Falqui – *direttore tecnico*

Geol. Maurizio Costa – *direttore tecnico*

Ing. Silvia Putzolu – *coordinamento operativo*



*PRIMA INGEGNERIA STP S.S. (mandante)*  
Via G. Civinini, 8 – 57128 Livorno  
p.iva 01530730496  
Tel/Fax 0586 372660  
E-mail: [info@primaingegneria.it](mailto:info@primaingegneria.it);  
[www.primaingegneria.it](http://www.primaingegneria.it)

Ing. Maurizio Verzoni

Ing. Pietro Chiavaccini

Ing. Nicola Buchignani

Ing. Nicola Verzoni

### GRUPPO DI LAVORO

*Progettazione*  
Ing. Nicola Buchignani  
Ing. Pietro Chiavaccini  
Geol. Maurizio Costa  
Arch. Paolo Falqui  
Ing. Silvia Putzolu  
Ing. Maurizio Verzoni  
Ing. Nicola Verzoni

*Geologia e Geotecnica*  
Geol. Maurizio Costa  
Geol. Antonio Pitzalis  
Geol. Giuseppe Serventi

*Aspetti ambientali e naturalistici*  
Biol. Patrizia Carla Sechi  
Nat. Riccardo Frau

*Analisi meteomarine*  
Ing. Pietro Chiavaccini

*Sicurezza*  
Ing. Nicola Buchignani

*Rilievi, GIS e Cartografia*  
Cinzia Marcella Orrù

## 1.4.1 RELAZIONE DI CALCOLO

## Indice

1. METODO DI CALCOLO .....	1
2. ALLEGATI: CALCOLO.....	3

## 1. METODO DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo verifica la stabilità dei nuovi massi dal peso compreso tra le 2 e le 4 tonnellate utilizzati per la realizzazione delle scogliere a S'Arena Scoada, indicate nella Figura 1 per il tratto a nord e nella Figura 2 per il tratto a sud, e soggette all'azione di moto ondoso.



Figura 1. Individuazione delle scogliere a nord oggetto di verifica



Figura 2. Individuazione delle scogliere a sud oggetto di verifica

La scogliera presenta una scarpa di 2 su 1. Non si prevedono eccessivi movimenti e cedimenti della scogliera, in ogni caso, per loro natura, l'opera in caso di cedimenti e movimenti imprevisti, può essere ripristinata con l'apporto di nuovi massi senza comprometterne la funzionalità. Tra l'altro, la dimensione generosa dei massi è stata scelta anche perché nel caso si verificassero dei cedimenti, i massi affondino con il loro peso proprio senza dare luogo a rotolamenti che danneggerebbero maggiormente la sagoma della scogliera.

Il metodo utilizzato di verifica della scogliera soggetta alla forza del moto ondoso è quello di Hudson, di cui segue la formula:

$$P := \frac{\gamma_m \cdot H^3}{K \cdot (\delta - 1)^3 \cdot \cot(\theta)}$$

e i simboli con relativi valori sono riportati nel calcolo allegato.

Per il calcolo dell'altezza d'onda incidente, si considera prudenzialmente la massima altezza d'onda che frange in un fondale di 2 mt di profondità secondo il rapporto  $H/d_p=0.78$ , dove "H" è l'altezza d'onda e "dp" la profondità del fondale considerato. Si determina con tale rapporto un'altezza d'onda di 1.56 mt. Considerando che le profondità immediatamente antistanti le scogliere sono inferiori ai 2 mt di profondità, che i siti di costruzione sono per loro natura anche riparati dalle mareggiate e che dalle simulazioni numeriche eseguite l'altezza d'onda sotto costa era di qualche decina di centimetri inferiore al metro, il dimensionamento così effettuato può considerarsi a favore di sicurezza (tra l'altro nella scelta del valore di "K" si considera onda frangente in modo da aumentare la sollecitazione e di conseguenza la dimensione dei massi).

Come si osserva dai calcoli eseguiti, nelle condizioni esaminate il peso minimo degli elementi dovrebbe essere non inferiore a 1.36 tonnellate: nel presente progetto, i massi sono previsti con peso compreso tra 2 e 4 tonnellate.

## **2. ALLEGATI: CALCOLO**

## Unità di misura

$$t := 10^3 \cdot \text{kgf}$$

$$\gamma_m := 2.5 \cdot \frac{t}{m^3}$$

peso specifico dei massi

$$\gamma_a := 1.03 \cdot \frac{t}{m^3}$$

peso specifico acqua di mare

## Calcolo onde

$$dp := 2 \text{ m}$$

profondità fondale antistante  
massima altezza di onda con  
fondale dp

$$H := dp \cdot 0.78 = 1.56 \text{ m}$$

$$\delta := \frac{\gamma_m}{\gamma_a} \quad \delta = 2.427$$

## Scarpa esterna

$$z := 2$$

$$\Theta := \text{atan}\left(\frac{1}{z}\right) = 0.464 \quad \Theta = 26.565 \text{ deg}$$

$$K := 1.2$$

coeff. di stabilità: corrisponde a  
onda frangente per massi  
naturali alla rinfusa per sezione  
corrente

$$P := \frac{\gamma_m \cdot H^3}{K \cdot (\delta - 1)^3 \cdot \cot(\Theta)} \quad P = 1.36 \text{ t}$$

peso minimo massi con f. di  
Hudson

$$Vu := \frac{P}{\gamma_m} = 0.544 \text{ m}^3$$

volume minimo massi da f. di  
Hudson

$$dm := \sqrt[3]{Vu} = 0.816 \text{ m}$$

dimatru minimo equivalente  
massi da f. di Hudson