

PORTO S. AMPELIO S.r.l.

(PROVINCIA DI IMPERIA)

**Progetto di realizzazione di un approdo turistico per
nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera**

RELAZIONE N°2: Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio

INDICE DEGLI ARGOMENTI TRATTATI

0. Premessa

1. Studio per la determinazione delle condizioni meteomarine su acqua alta

1.0 Statistiche del moto ondoso su acqua alta

1.1 Altezze d'onda spettrali su profondità infinita

2. Determinazione dei parametri sedimentologici del paraggio

2.0 Considerazioni generali

2.1 Studio sedimentologico

3. Conclusioni

Studio di Ingegneria Marittima <i>Ing. Giovanni SPISSU</i> Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 1/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

0. Premessa

Il progetto, prevede la realizzazione del porto di S.Ampelio.

La presente relazione, tratta i seguenti argomenti:

- a. **Paragrafo 1: studio per la determinazione delle condizioni meteomarine su acqua alta.** Lo studio rielabora le statistiche del moto ondoso disponibili al fine di determinare le altezze d'onda spettrali su profondità infinita, propedeutiche per le analisi di progetto, di cui al paragrafo 2.
- b. **Paragrafo 2: Determinazione dei parametri sedimentologici del paraggio.** Tale paragrafo si occuperà di rielaborare le informazioni derivanti dai rilievi sedimentologici effettuati nell'area in oggetto.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 2/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1. Studio per la determinazione delle condizioni meteomarine su acqua alta

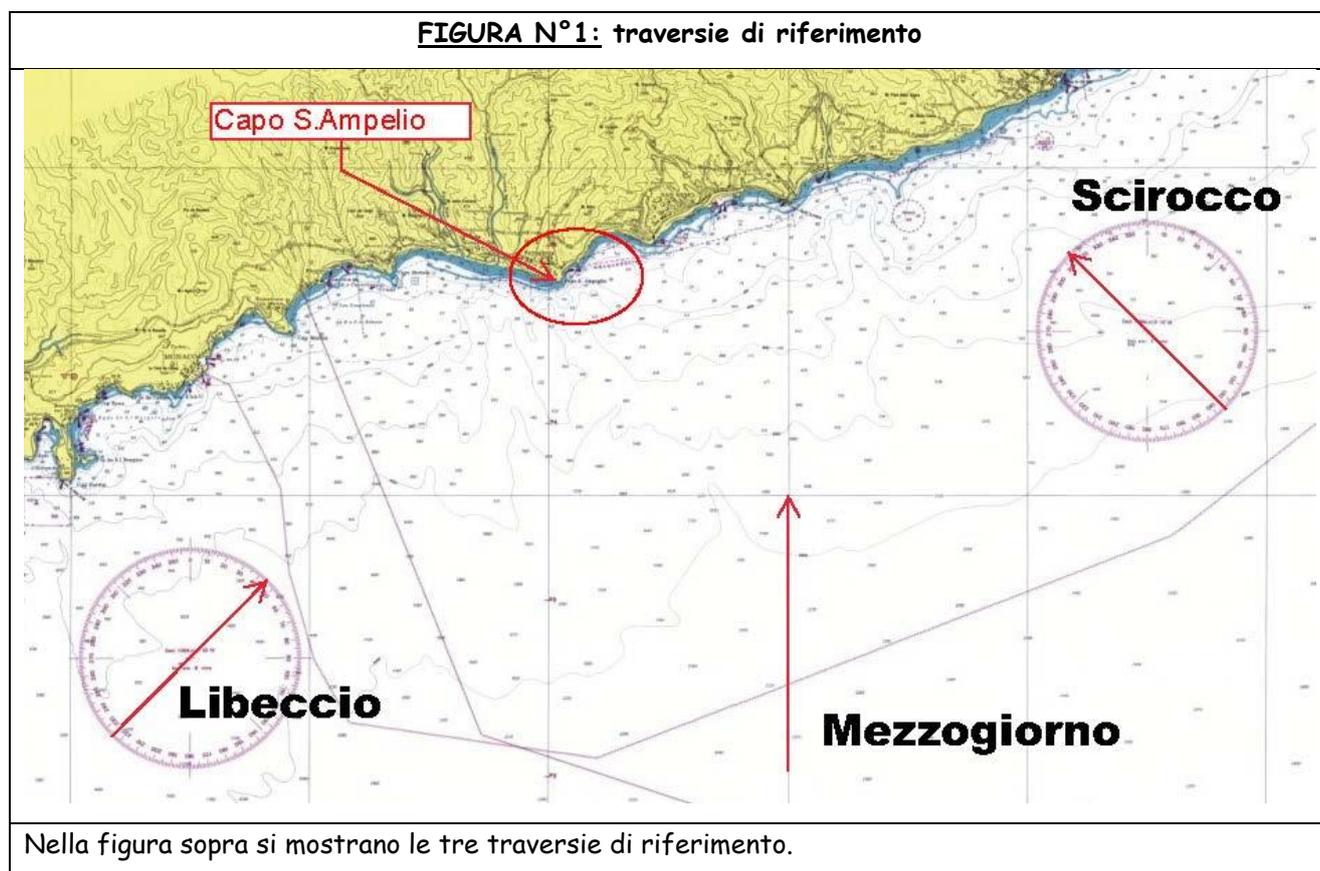
1.0 Statistiche del moto ondoso su acqua alta

1.0.1. Premessa

Il paraggio in esame è esposto alle seguenti traversie:

- traversia principale di Libeccio: Direzione media di avanzamento 225°N;
- traversia secondaria di Scirocco: Direzione media di avanzamento 180°N;
- traversia secondaria di Mezzogiorno: Direzione media di avanzamento 135°N;

Di seguito si mostrano le traversie:



Le fonti ufficiali dei dati meteomarini sono:

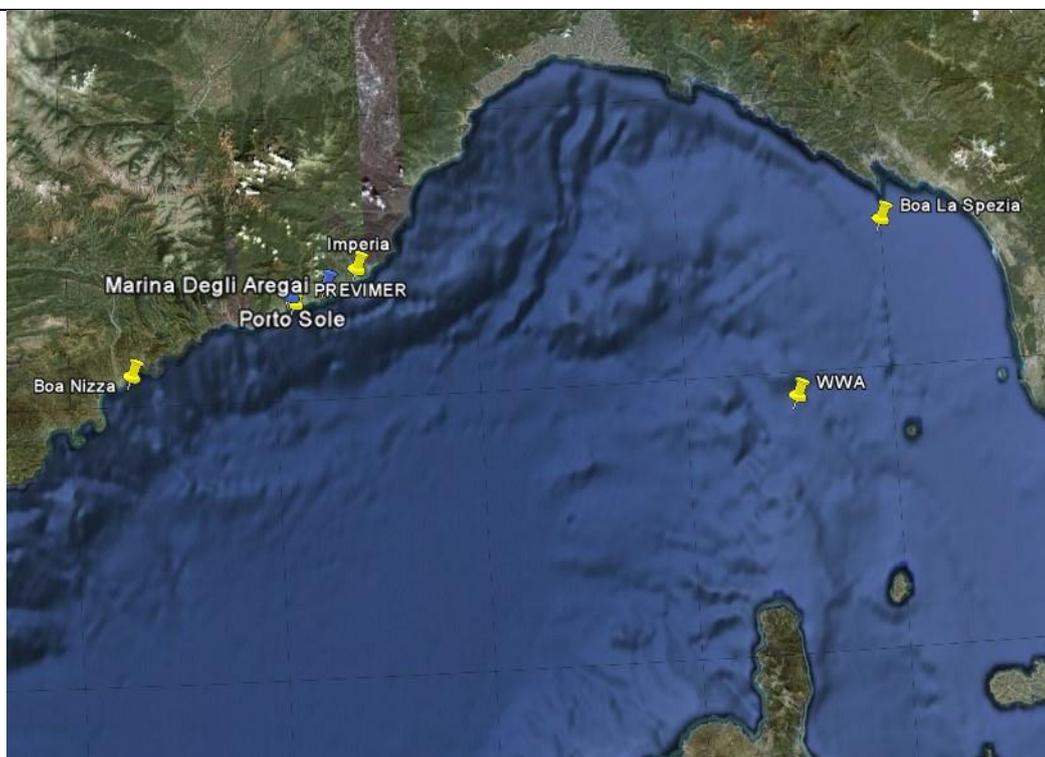
Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>	
Pagina 3/15	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

- dati dell'ondametro direzionale di Nizza, ubicato a largo del capoluogo Francese, relativi al periodo 2002 - 2007;
- dati dell'ondametro direzionale di La Spezia, ubicato a largo del capoluogo Ligure, funzionante dal 1989;
- dati di MEDATLAS-3 dell'atlante delle onde e del vento sul mar mediterraneo (WWA), con riferimento alle statistiche del punto a largo di Imperia (periodo di riferimento dal 1997);
- i dati KNMI relativi al periodo 1961-1980 ed osservati a largo del mar Ligure;
- Rielaborazioni dedotte dalla pubblicazione della Regione Liguria "Mappatura della pericolosità da inondazione marina nelle aree costiere della Regione Liguria – Dicembre 2014".

Di seguito si mostrano le ubicazioni dei dati meteremarini rilevati ufficialmente:

FIGURA N°2: Ubicazione boe di rilevamento dati meteomarini



Nella figura sopra si mostrano i punti di rilevamento dati: boa di Nizza, punto WWA e boa di La Spezia.

Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 WaveTransportEvolutionProgramm



Giugno 2021

Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

Pagina 4/15

Ing. Giovanni SPISSU

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

I dati ondametrici di riferimento sono validi nel tratto di costa compreso tra Capo Mele ed il confine francese:

FIGURA N°3: Ubicazione boe di rilevamento dati meteomarini



Nella figura sopra si mostra il tratto di validità dei dati ondametrici presi come riferimento per il presente studio

Da rilevare che rispetto al precedente studio, alla base della modellazione implementata per il porto in oggetto, sono stati presi in considerazione dati statistici di recente formazione, al fine di verificare con la massima affidabilità attualmente possibile le dinamiche morfologiche tridimensionali del paraggio.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 5/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1.0.2. Periodo di ritorno dell'onda di Progetto

Il periodo di ritorno dell'onda di progetto viene definito in conformità alle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996). Il periodo di ritorno dipende dalla vita tecnica dell'opera e dalla massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera. Tale tempo di ritorno verrà utilizzato per i dimensionamenti della diga. La durata minima di vita per le opere si definiva con la tabella seguente:

FIGURA N°4: Vita dell'opera			
Tipo dell'opera	Livello di sicurezza richiesto		
	1	2	3
Vita di progetto (anni)			
Infrastrutture di uso generale	25	50	100
Infrastrutture ad uso specifico	15	25	50

Nel caso in esame imponendo il livello di sicurezza 1, per l'infrastruttura di uso generale, la vita di progetto dell'opera risulta pari a 25 anni.

Per infrastrutture di uso generale si intendono opere di difesa di complessi civili od industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non sia chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera.

Per infrastrutture ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc..

Il livello di sicurezza 1, scelto per la presente opera, si riferisce ad opere o installazioni di interesse locale ed ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee ecc.).

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 6/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Per quanto riguarda la probabilità di occorrenza dell'onda di progetto, si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente.

Per strutture flessibili o comunque per opere riparabili (come le dighe a scogliera in sopraflutto), si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente inteso come il livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione.

Per le scogliere si può assumere un rischio per la vita umana limitato e una ripercussione economica bassa o media, come mostrato nella figura seguente

FIGURA N°5: Ubicazione dati KNMI

Danneggiamento incipiente		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,50	0,30
Media	0,30	0,20
Alta	0,25	0,15
Distruzione totale		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,20	0,15
Media	0,15	0,10
Alta	0,10	0,05

Al livello di rischio limitato per il danneggiamento incipiente, si assume in progetto un livello di ripercussione economica media.

Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 WaveTransportEvolutionProgramm



Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

La combinazione del tempo di vita dell'opera T_v (25 anni), del livello di rischio (limitato) e della probabilità di danneggiamento P_f (30%), determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp} :

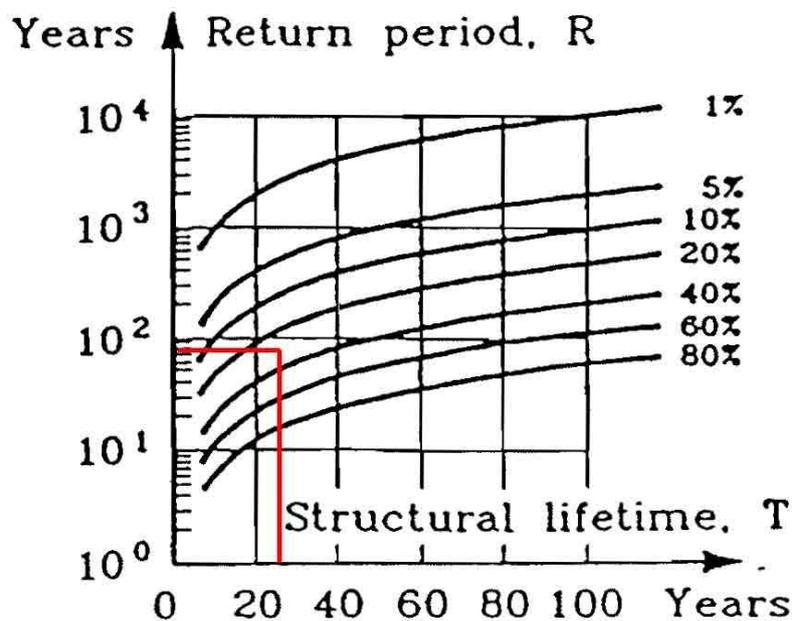
$$T_{rp} = T_v / [-\ln(1 - P_f)]$$

Sulla base delle impostazioni sopra indicate il tempo di ritorno dell'evento di progetto, può essere assunto a base della progettazione pari a:

- **70 anni** per una probabilità di danneggiamento P_f pari al 30%;

La figura seguente mostra il diagramma del tempo di ritorno dell'evento di progetto, che conferma il calcolo sopra riportato del tempo di ritorno dell'evento di progetto (pari a 70 anni):

FIGURA N°6: diagramma tempo di ritorno dell'evento di progetto



Note : P, Encounter probability

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{R}\right)^T$$

T_{rp} è il periodo di ritorno corrispondente a una probabilità P_f che l'altezza d'onda di progetto venga superata durante il la durata dell'opera T_v (pari a 25 anni).

Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 WaveTransportEvolutionProgramm



Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1.1 Altezze d'onda spettrali su profondità infinita

1.1.1. Eventi estremi su profondità infinita

Sulla base delle statistiche di riferimento di cui al paragrafo 1.0 si illustrano di seguito i dati di altezza d'onda utilizzati per il dimensionamento delle opere foranee in progetto:

Modello dello spettro di energia					
Stati del mare eventi estremi – Profondità infinita					
Direzione W - SW [195°N]			Direzione E - SE [135° N]		
Periodo Ritorno	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)	Periodo Ritorno	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)
1/50 anni	6,7	11,0	1/50 anni	2,9	7,2
1/70 anni	7,2	11,4	1/70 anni	3,0	7,4

In via cautelativa, osservando le mareggiate che si abbattono sul ponente ligure, si è scelto di considerare una direzione media di avanzamento che corrisponde al limite estremo della traversia di libeccio compresa tra 240°N e 195°N.

Per completezza vengono indicati anche gli stati del mare con periodo di ritorno pari a 50 anni.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 9/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1.1.2. Eventi frequenti su profondità infinita

Di seguito si mostra la tabella di riferimento, ove sono raccolti gli stati del mare riferiti ad eventi frequenti sulla profondità infinita:

estremi su prof. Infinita						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 180°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 135°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	3.8	8.3	1.2	4.6	1.1	4.4
5	5.0	9.5	2.0	6.0	1.9	5.9
10	5.5	10.0	2.3	6.5	2.2	6.3

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 10/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

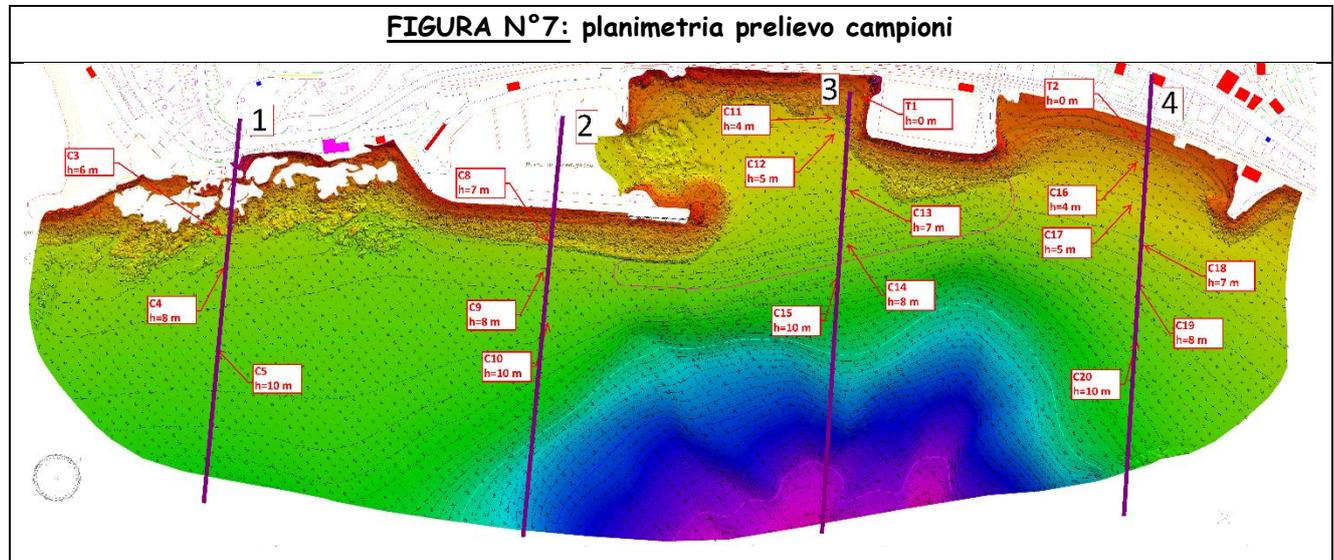
Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

2. Determinazione dei parametri sedimentologici del paraggio

2.0 Considerazioni generali

I rilievi in situ sono stati effettuati nel giugno 2021 ed hanno interessato un prelievo di campioni.

Di seguito la planimetria con le indicazioni dei punti di prelievo:



Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 11/15	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

2.1 Studio sedimentologico

A seguito della campagna di prelievo è stato eseguito uno studio sedimentologico, nel quale sono state selezionate le campionature che interessano il paraggio nello stato di progetto che ha portato ai seguenti risultati riferiti alle tre sezioni indicate nella figura precedente.

Per la sezione 1 le conclusioni sono le seguenti:

PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI						
STATO ATTUALE - SEZIONE 1 – Prelievi C5-C4-C3						
Parametro	Campione Profondità 0 m	Campione Profondità 4 m	Campione Profondità 5 m	Campione Profondità 6 m	Campione Profondità 8 m	Campione Profondità 10 m
D₁₅ (mm)				0.2	0.2	0.3
D₅₀ (mm)				0.3	0.3	0.3
D₈₅ (mm)				0.5	0.6	0.6

I sedimenti raccolti sono piuttosto fini e si trovano ad una profondità superiore ai 5 m. A profondità inferiori sono presenti le falesie. La foto seguente conferma i risultati dell'analisi sedimentologica:



Si noti che l'andamento dei diametri è decrescente dal diametro D₈₅ al diametro D₁₅.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>	
Pagina 12/15	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

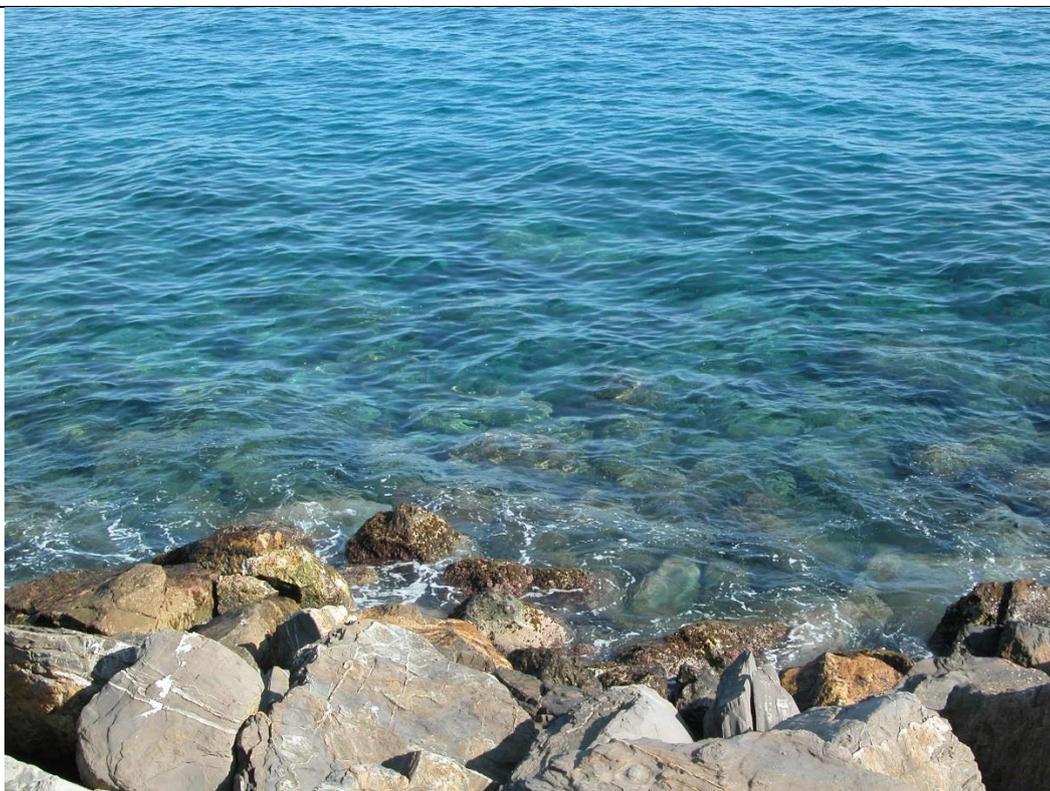
Per la sezione 2 le conclusioni sono le seguenti:

PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI STATO ATTUALE - SEZIONE 2 – Prelievi C10-C9-C8						
Parametro	Campione Profondità 0 m	Campione Profondità 4 m	Campione Profondità 5 m	Campione Profondità 7 m	Campione Profondità 8 m	Campione Profondità 10 m
D₁₅ (mm)				0.2	0.2	0.3
D₅₀ (mm)				0.3	0.3	0.6
D₈₅ (mm)				0.7	0.6	1

I sedimenti raccolti sono piuttosto fini e si trovano ad una profondità superiore ai 6 m. A profondità inferiori è presente la diga marittima. Si noti che il campione prelevato a profondità pari a 7 metri, si trova al margine di una zona ove sono presenti sedimenti di grande diametro adiacenti alla diga.

La foto seguente conferma i risultati dell'analisi sedimentologica:

FIGURA N°9: foto zona a mare della diga attuale del porto



Si noti che l'andamento dei diametri è decrescente dal diametro D₈₅ al diametro D₁₅.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 13/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Per la sezione 3 le conclusioni sono le seguenti:

PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI						
STATO ATTUALE - SEZIONE 3 – Prelievi C15-C14-C13-C12-C11-T1						
Parametro	Campione Profondità 0 m	Campione Profondità 4 m	Campione Profondità 5 m	Campione Profondità 7 m	Campione Profondità 8 m	Campione Profondità 10 m
D₁₅ (mm)	3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
D₅₀ (mm)	2	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7
D₈₅ (mm)	1	1	1	1	1	1

I sedimenti raccolti sono piuttosto grossolani nella zona della battigia, e piuttosto fini per profondità più elevate.

Si noti che:

- i diametri prelevati sono più grossolani di quelli relativi alle sezioni 1 e 2;
- Dalla sezione 1 alla sezione 4 i diametri dei sedimenti aumentano.

Per la sezione 4 le conclusioni sono le seguenti:

PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI						
STATO ATTUALE - SEZIONE 4 – Prelievi C20-C19-C18-C17-C16-T2						
Parametro	Campione Profondità 0 m	Campione Profondità 4 m	Campione Profondità 5 m	Campione Profondità 7 m	Campione Profondità 8 m	Campione Profondità 10 m
D₁₅ (mm)	7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
D₅₀ (mm)	3	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
D₈₅ (mm)	2	1	1	1	1	1

Nella sezione 4 valgono le conclusioni rilevate per la sezione 3.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>	
Pagina 14/15	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

3. Conclusioni

Nella presente relazione si evidenziano i parametri meteomarini e sedimentologici che vengono utilizzati per la modellazione morfologica tridimensionale del paraggio in esame.

Lo studio meteomarino su profondità infinita è stato sviluppato a partire da statistiche di recente formazione, al fine di verificare con la massima affidabilità attualmente possibile le dinamiche morfologiche tridimensionali del paraggio.

Per le modellazioni dell'agitazione interna portuale e per le modellazioni relative alla dinamica dei sedimenti, sono stati individuati gli stati del mare su profondità infinita, relativi agli specifici periodi di ritorno che vengono utilizzati per le relative verifiche. Le risultanze di tali studi vengono utilizzate nella relazione n.3- Studio meteomarino del litorale su acqua bassa, al fine di calcolare gli stati del mare in prossimità dell'imboccatura portuale ed in prossimità della battigia della spiaggia a nord del porto.

Con l'applicazione delle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996), si è ottenuto il periodo di ritorno di progetto da considerare per la progettazione delle due nuove dighe marittime che è risultato pari a 70 anni.

Al fine di consentire la modellazione dei processi della dinamica costiera, si è proceduto ad un'analisi dei sedimenti rilevati alle varie profondità e per quattro zone specifiche del paraggio in esame.

Le risultanze di tali indagini vengono utilizzate nella relazione n.5- Studio di evoluzione del litorale prima e dopo gli interventi di progetto e confermano le risultanze delle verifiche di progetto effettuate sul ripascimento della spiaggia a nord del porto.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021 Pagina 15/15	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i> Ing. Giovanni SPISSU	