



Stazione Appaltante
Regione Siciliana
Comune di S. Stefano di Camastra
Provincia di Messina



Procedura aperta ex art. 183 commi 1-14 d.lgs. 50/2016 s.m.i. per l'affidamento in project financing della concessione di lavori pubblici avente per oggetto la progettazione definitiva ed esecutiva, l'esecuzione dei lavori per la REALIZZAZIONE DEL PORTO TURISTICO E DELLE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA nonché della loro gestione economico-finanziaria

C.I.G.67535662F8

C.U.P.H21H07000030003

PROGETTO DEFINITIVO

Concessionario individuato



Rappresentante legale: Cono Bruno

Via Campidoglio, 70 98076 Sant'Agata di Militello (ME)

Titolo elaborato

STUDIO METEOMARINO

Progettista indicato



Dott. Ing. Paolo Turbolente

Via Ajaccio, 14
00198 Roma



Amministratore Unico:
Prof. Ing. Vincenzo Cataliotti
Direttori tecnici:
Arch. Sebastiano Provenzano
Prof. Ing. Antonio Cataliotti
Via Vittorio Emanuele, 492
90134 Palermo

A.2233.17 | PD | R

SM 01

Data
Giugno 2017



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

1. TERMINI DI RIFERIMENTO	2
1.1. Oggetto del presente rapporto.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO	3
3. CARATTERISTICHE METEOMARINE DEL SITO	7
3.1. Esposizione del paraggio, traversia efficace.....	8
3.1.1. <i>Fetch geografici</i>	8
3.1.2. <i>Fetch efficaci</i>	9
3.2. Fonte di dati meteomarini a disposizione	16
3.3. Definizione delle condizioni di moto ondoso in acqua profonda	25
3.3.1. <i>Inquadramento del sito</i>	25
3.3.2. <i>Trasposizione dei dati ondametrici</i>	25
3.3.3. <i>Analisi statistica delle onde estreme al largo per le traversie principali</i>	40



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

1. TERMINI DI RIFERIMENTO

Nell'ambito del progetto definitivo del porto turistico di S. Stefano di Camastra (ME) è stato eseguito lo studio meteomarinario per la definizione delle forzanti meteo-marine e dell'onda di progetto.

1.1. Oggetto del presente rapporto

Scopo del presente rapporto è lo studio dei fattori meteo-marini di maggior interesse ingegneristico utili per la progettazione del porto turistico di Santo Stefano di Camastra. Per la redazione dello studio sono state eseguite le seguenti analisi:

- inquadramento geografico del paraggio;
- individuazione dei fetches geografici ed efficaci e dei settori di traversia;
- reperimento ed analisi dei dati di moto ondoso disponibili;
- definizione del clima del moto ondoso al largo;
- analisi statistica degli eventi estremi al largo;
- propagazione del moto ondoso sotto costa.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO

Il litorale in esame si affaccia sul Mar Tirreno meridionale ad una distanza di circa 115 km a sud-est di Capo Gallo (Palermo) e ad una distanza di circa 46 km a sud-ovest di Capo d'Orlando, ad est si affaccia sulle isole Eolie (vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1** e Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2**). Esso è posto nella parte orientale dell'unità fisiografica lunga circa 52 km delimitata ad ovest dal Capo Raisegerbi e a est dal molo di S. Agata da Militello, posto quest'ultimo circa 30 km a est di Santo Stefano di Camastra (vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3** tratta dalla carte I.M.M).

Caratteristica dell'unità fisiografica in esame è la presenza di numerose foci di corsi d'acqua a carattere torrentizio che alimentano il litorale con materiale grossolano.

Il litorale di Santo Stefano di Camastra è caratterizzato da spiagge emerse ghiaiose e ciottolose e da spiagge sommerse che presentano un fondale sabbioso a 3,0 m di profondità. Il litorale presenta pertanto un'alta ripidità nei fondali vicino a riva ed una più bassa ripidità nei fondali nel tratto più profondo, profondità inferiori di 10 m si registrano ad una distanza di circa 1.200 m dalla riva, gli alti fondali (profondità maggiori di 30 m) si presentano a circa 3,2 km dalla costa, vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3**. La debole ripidità dei profili di spiaggia sommersa conferiscono caratteristiche "dissipative" alla fascia costiera che quindi beneficia di effetti di attenuazione del moto ondoso incidente.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra



Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.1 - Corografia generale del mar Tirreno visto da S. Stefano di Camastra



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Fonte: “Atlante enciclopedico del touring” Vol I Italia (1996)

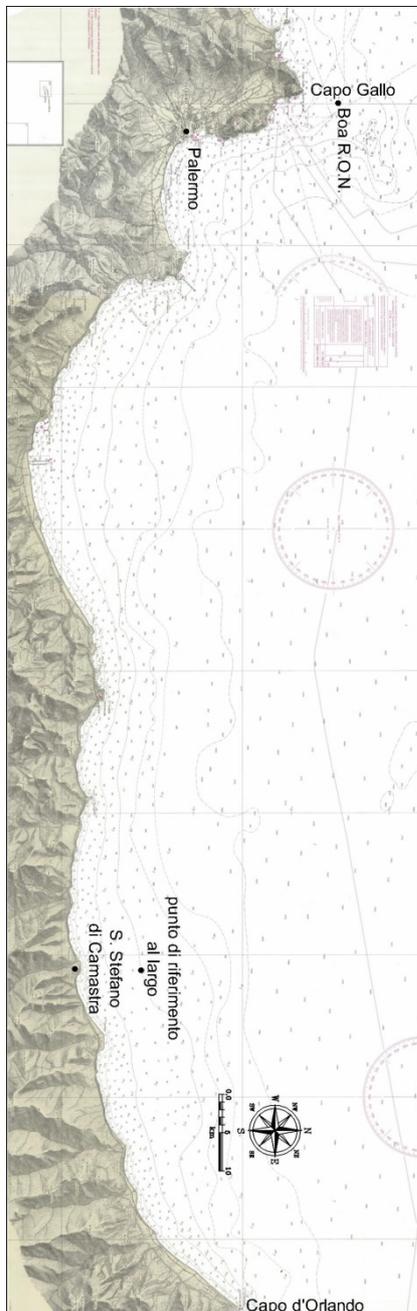


Figura Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2 – Costa settentrionale della Sicilia tra Capo Gallo e Capo d’Orlando e punti di riferimento al largo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Fonte carte I.M.M. n6 scala 1:100.000

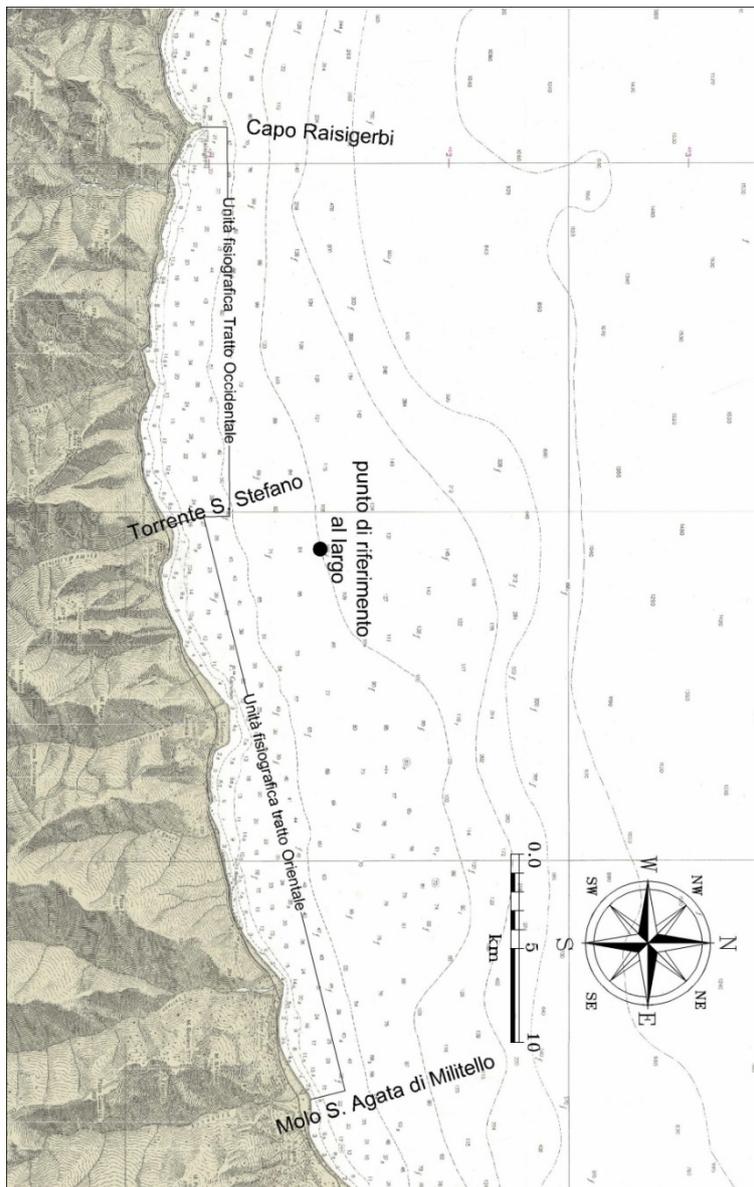


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3 - Unità fisiografica del litorale di Santo Stefano di Camastra e punto di riferimento al largo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Fonte carte I.M.M. n6 scala 1:100.000

3. CARATTERISTICHE METEOMARINE DEL SITO

Scopo del presente capitolo è quello di definire le caratteristiche meteomarine del litorale di Santo Stefano di Camastra ove ricadono le opere in progetto.

Particolare attenzione è stata posta nella determinazione delle caratteristiche (altezze significative e periodo di picco) delle onde estreme al largo ed in prossimità delle opere di progetto, nella determinazione del clima ondometrico al largo (profondità di -100 m sul l.m.m.) utile per le applicazioni modellistiche di morfodinamica costiera.

Si è inizialmente eseguita la raccolta, selezione ed organizzazione dei dati e delle informazioni disponibili, nonché l'analisi dei dati finalizzata alla determinazione delle caratteristiche meteomarine utili per i successivi studi.

La base informativa è costituita dai dati ondometrici registrati nel periodo 2004÷2013 dalla boa direzionale della stazione ondometrica di Palermo, gestita dall'ISPRA e facenti parte della Rete Ondometrica Nazionale (posta su fondali di circa 140 m, vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**2). I dati registrati al largo della boa sono stati trasposti al largo di Santo Stefano di Camastra in un punto posto su fondali di circa 100 m (vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**3) ad una distanza di circa 7,8 km dalla costa verso nord.

Per la definizione delle caratteristiche delle onde estreme al lago si è fatto riferimento ad elaborazioni statistiche delle serie di dati ondometrici trionari ricostruiti con il metodo della trasposizione al largo di Santo Stefano di Camastra in base ai dati delle stazioni ondometriche di Palermo. Per quanto riguarda i valori del periodo di picco (T_p) da associare alle onde estreme si sono ricavate le relazioni funzionali:

$$T_p = c_p (H_s)^{mp}$$



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

3.1. Esposizione del paraggio, traversia efficace

Il paraggio costiero in corrispondenza Santo Stefano di Camastra (punto di riferimento alla profondità di -100 m, vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3**) è situato nel Basso Tirreno. Esso è esposto alle onde provenienti dal I e IV quadrante in un settore angolare compreso tra 280° e 74°N.

Il settore di ponente (280°N-307°N) è limitato dalla presenza della Sardegna (fetch compresi tra i 430 e 500 Km), mentre quelli di maestrale traggurano le coste della Corsica e l'arcipelago toscano (307°N-334°N) con fetch maggiori di 500 km.

Le coste del Lazio e della Campania limitano le mareggiate di tramontana (334°N-25°N) (fetch tra i 500 km e i 240 km). Le coste della Calabria limitano fortemente le mareggiate del settore di levante (25°N-74°N) (fetch tra i 240 km e i 130 km).

Motivi geografici e meteorologici (limitata estensione delle perturbazioni cicloniche) suggeriscono di contenere i massimi fetch a 500 km.

3.1.1. Fetch geografici

L'individuazione dell'esposizione geografica del sito in esame è stata eseguita facendo riferimento al punto indicato nella Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3** localizzato al largo di Santo Stefano di Camastra ad una profondità di circa 100 m sul l.m.m.

Si ricorda che per "fetch" si intende la lunghezza della porzione di mare sulla quale può avvenire la generazione del moto ondoso ad opera dell'azione esercitata dal vento. In bacini semichiusi di estensione limitata, quale risulta essere il Tirreno, si accetta che l'individuazione dei fetches possa essere eseguita facendo ricorso al concetto di "fetch geografico" che indica la distanza geografica tra il punto di interesse e la terra più vicina in relazione ad una prefissata direzione. Tale assunzione risulta plausibile a causa delle dimensioni caratteristiche delle perturbazioni che normalmente interessano il Tirreno le cui estensioni massime sono dello stesso ordine di grandezza dei valori massimi che caratterizzano i fetches geografici (circa 400÷500 km).

Nel diagramma polare di Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4** sono indicati graficamente i valori dei fetches geografici relativi al punto di analisi (ricavati secondo una discretizzazione con passo radiale di 10°). La Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

dello stile specificato. 1 riporta gli stessi valori in forma numerica. Il settore di traversia nel punto al largo considerato è compreso tra la direzione di 280°N e 74° N, i fetch geografici (distanza della costa sopravento più vicina) maggiori di registrano a maestrale (settore direzionale compreso tra 310°N e 330°N) con dimensioni che superano i 500 km.

La distribuzione dei fetch geografici evidenzia una marcata asimmetria, con lunghezze maggiori per i settori di ponente maestrale e tramontana rispetto a quelli di grecale e levante limitati dalla penisola italiana. Lunghezze estremamente brevi per i settori di scirocco, mezzogiorno e libeccio limitati dalla costa della Sicilia.

3.1.2. Fetch efficaci

Per completare l'inquadramento geografico preliminare del paraggio, sulla base dei valori dei fetches geografici individuati, sono stati calcolati i corrispondenti valori di fetches efficaci, cioè l'effettiva porzione di mare ove è "efficace" l'azione di generazione del moto ondoso ad opera del vento spirante lungo il fetch geografico.

Il calcolo dei fetches efficaci fa riferimento ad una relazione, derivata dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso nota come metodo S.M.B. (Sverdrup, Munk e Bretshneider, 1947) e successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977, S.P.M. 1984, Smith 1991), di seguito riportata nella sua forma più generale:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} F_i \cos^{n+1}(\phi_i - \phi_w)}{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} \cos^n(\phi_i - \phi_w)}$$

dove:

- ϕ_w è la direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia;
- $\phi_i \leq \phi_w \pm \theta$ è la direzione i-esima (riferita al nord geografico) relativa ad un settore di 2θ considerato nell'intorno della direzione ϕ_w . La metodologia sviluppata da Seymour fa riferimento ad un valore di $\theta=90^\circ$ il quale è stato adottato nei calcoli.
- $F_{e,w}$ è la lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione ϕ_w ;



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

– F_i è la lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione i -esima ϕ_i , assunta nei calcoli come il valore medio relativo ad un settore di 15° nell'intorno della direzione i -esima ϕ_i (secondo quanto proposto dal C.E.R.C.)

– n è il termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame, assunto pari a 2, come consigliato da Saville e Seymour in accordo con i risultati ricavati nell'ambito della campagna oceanografica JONSWAP.

Inoltre per la ricostruzione indiretta del moto ondoso (vedi paragrafo successivo) si deve definire la correlazione esistente tra la direzione media del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso e la direzione media risultante dello stato di mare generato. In proposito si è fatto riferimento al criterio introdotto da Donelan ispirato dalle seguenti ipotesi:

- la direzione media del moto ondoso corrisponde alla direzione della componente spettrale associata al periodo di picco;
- il moto ondoso generato dal vento è ben definito e rappresentabile tramite le relazioni introdotte dalla campagna oceanografica JONSWAP (JOint North Sea WAVE Project, Hasselmann 1976).

Si può affermare quindi che la direzione media β del moto ondoso relativa alla direzione media di provenienza del vento ϕ_w è individuata come il valore che rende massima la funzione:

$$f(\phi_w) = F_{e, \phi_w}^{0.28} \cdot (\cos \phi_w)^{0.44}$$

ovvero il valore di β per cui $f'(\beta) = 0$ e $f''(\beta) < 0$

I risultati del calcolo sono riportati nella Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1** ed illustrati nel diagramma polare di Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5**. Il litorale in esame è esposto alla forza di tutte le mareggiate che si generano nel Mar Tirreno nel settore compreso tra la direzione 260°N (ponente) e 60°N (levante). La massima lunghezza di fetch efficace ottenuto al largo di Santo Stefano di Camastra compete alla direzione 330°N (maestrale) con valore di 299 km.

In Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..6** sono riportate graficamente le direzioni di provenienza del vento e quelle degli stati di moto ondoso da essi generati. Le deviazioni tra la direzione del vento e quella del moto ondoso sono riportate graficamente in Figura



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..7 ed in forma numerica nella Tabella
Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1.

Si osserva uno scostamento verso le direzioni foranee tra direzione del vento e direzione media del moto ondoso generato dai venti di ponente compresi tra 280°N e 300°N e di tramontana compresi tra 0°N e 30°N tra i 10° e i 20°. I venti che soffiano sul settore principale di maestrale e tramontana compresi tra 300°N e 360°N presentano uno scostamento con la direzione del moto ondoso inferiore a 10°. Infine lo scostamento verso le direzioni foranee tra direzione del vento e direzione media del moto ondoso generato dai venti di ponente compresi tra le direzioni di 260°N e 280°N e grecale compresi tra le direzioni di 30°N e 60°N risulta dell'ordine dei 20°÷30°.

Peraltro la distribuzione dei moti ondosi dipende anche dal regime dei venti, che nel tirreno meridionale sono più frequenti con provenienza dai settori di ponente e maestrale.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

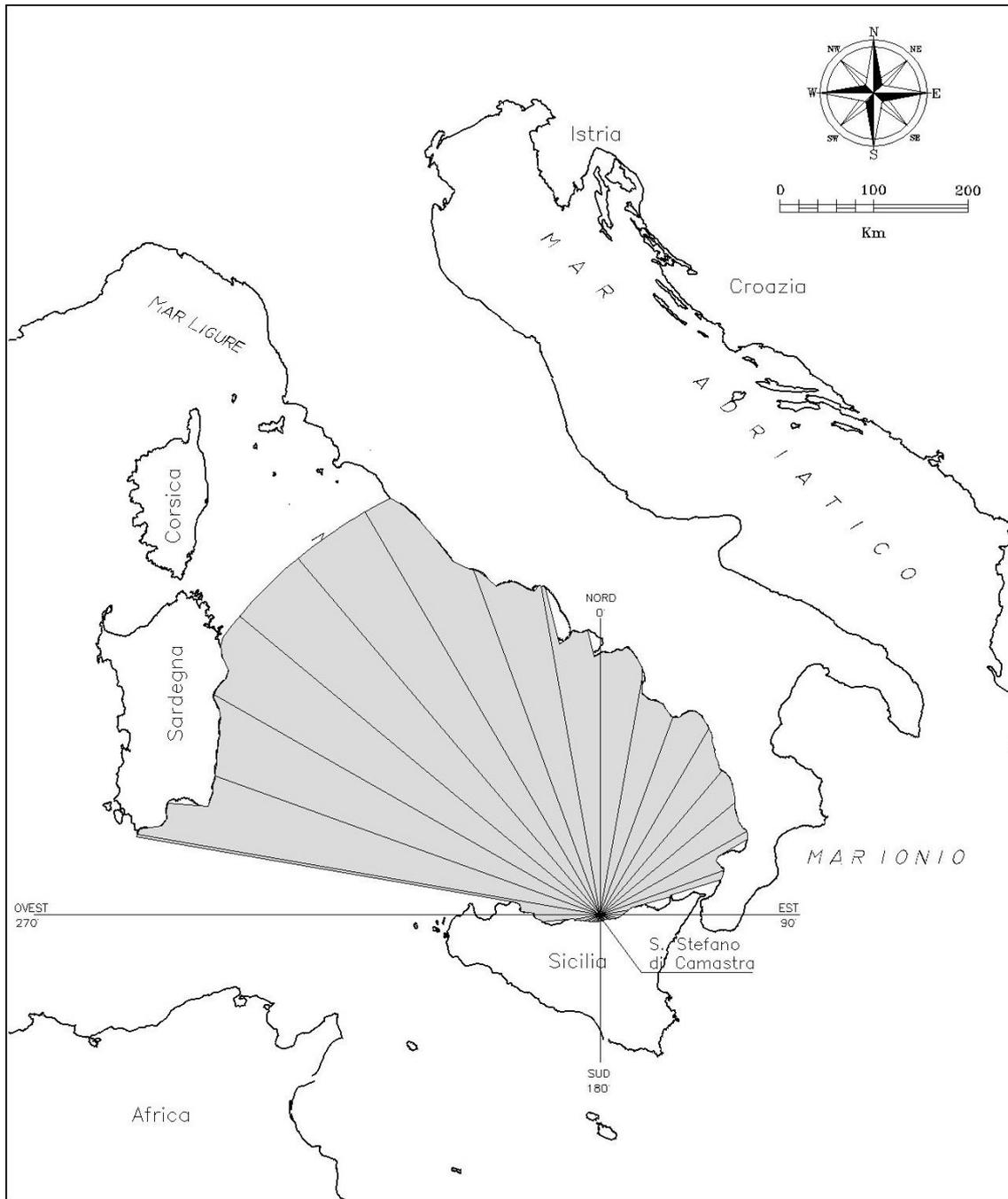


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4 - Fetch geografici al largo di Santo Stefano di Camastra



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

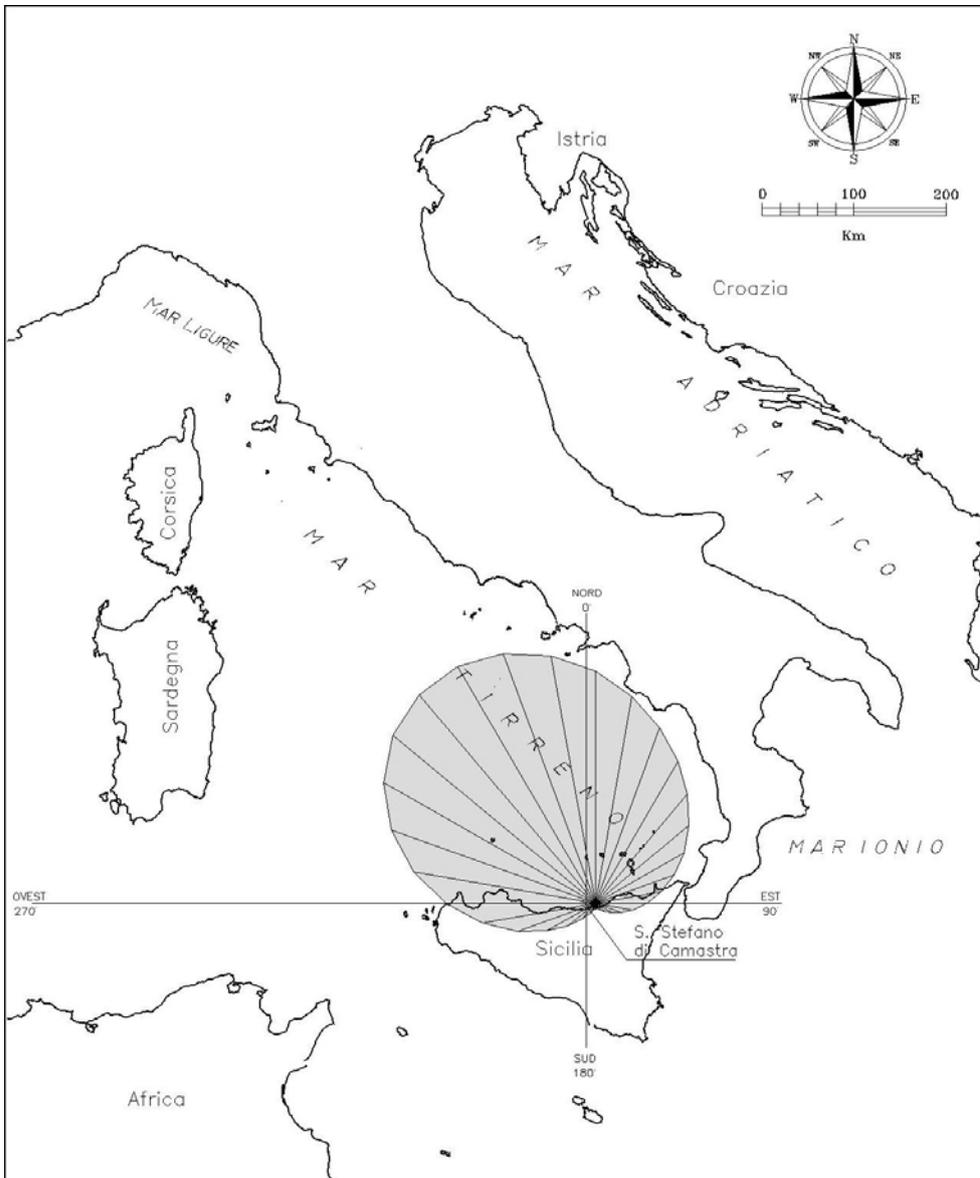


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.5 - Fetch efficaci al largo di Santo Stefano di Camastra



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

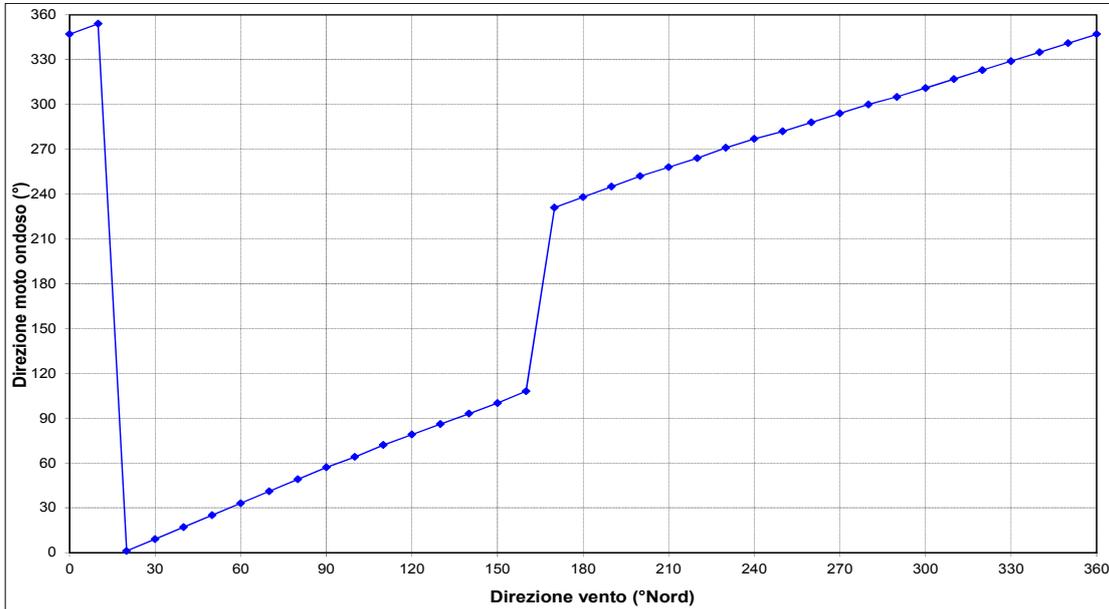


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..6- Direzione di provenienza del vento e degli stati di moto ondoso da esso generati al largo di Santo Stefano di Camastra

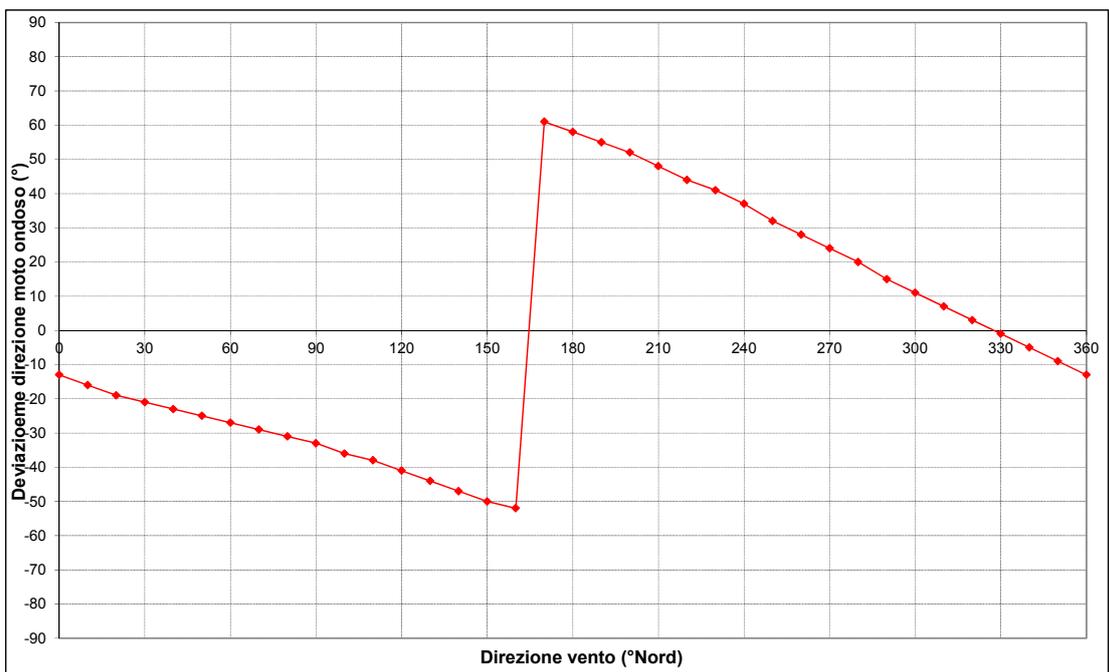


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..7- Deviazioni tra la direzione del vento e quella del moto ondoso al largo di Santo Stefano di Camastra



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

3.2. Fonte di dati meteomarini a disposizione

Per definire anche quantitativamente il regime ondoso (ossia la distribuzione di frequenza delle onde in altezza, periodo e direzione) è necessario raccogliere ed elaborare tutti i dati disponibili.

In ogni caso l'analisi del moto ondoso va basata su dati rilevati o ricostruiti per un periodo di tempo abbastanza lungo.

Le possibili fonti di dati sono costituite da:

- A. misure strumentali dirette (le migliori se esistenti, fonte dati R.O.N.).
- B. osservazioni a vista dalle navi al largo (fonte dati KNMI oppure UKMO);
- C. osservazioni a vista da stazioni costiere (fonte dati M.M.);
- D. ricostruzione indiretta con modelli matematici in funzione di serie storiche dei dati di vento registrate da stazioni costiere;
- E. ricostruzione indiretta con modelli matematici in funzione di serie storiche dei dati meteorologici tarati con misure dirette satellitari;

Nel caso in esame sono disponibili diverse fonti di dati sperimentali:

1. registrazioni con boa accelerometrica direzionale posizionata al largo di Capo Linaro (38°15'30"N 38°20'00"E) della Rete Ondametrica Nazionale (R.O.N.), gestita attualmente dall'ISPRA dal 1 aprile 2004 al 19 dicembre 2013 sul fondale di 140 m (vedi Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2**);
2. osservazioni visuali effettuate da navi in transito al largo e raccolte dal KNMI olandese (1961-1981) e dal MetOffice inglese di Bracknell (1949-1986)
3. ricostruzione eventi ondosi con modello matematico (tipo SMB) basato sui dati di vento di stazioni costiere vicine;

Occorre peraltro osservare che le statistiche basate sulle osservazioni visuali delle onde sia a riva che al largo sono di affidabilità limitata e forniscono indicazioni per lo più qualitative, non solo per l'approssimazione delle stime a vista, ma anche per la scarsa omogeneità spaziale e temporale delle rilevazioni.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Anche le ricostruzioni indirette basate sull'applicazione del metodo SMB risultano comunque affette dalle imprecisioni del modello stesso e dalla imperfetta rappresentatività dei venti misurati da una stazione costiera nei riguardi del campo di vento globale sul fetch.

In Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2** è riportato il calcolo del rendimento dell'ondametro della stazione ondometrica di Palermo per il periodo aprile 2004 dicembre 2013.. Dall'esame della tabella si evince che:

- la boa ha registrato dati da aprile 2002 fino alla fine di ottobre 2007;
- dalla fine di ottobre 2007 alla fine di ottobre 2009 non sono stati registrati dati;
- la boa ha ricominciato a registrare dati dalla fine di ottobre 2009 all'inizio di agosto 2012;
- nel 2013 la boa ha registrato dati a febbraio, ottobre, novembre e dicembre.

Pertanto nei 12 anni compresi tra il 2002 ed il 2013 la boa ha funzionato solamente per 9 anni.

Utilizzando i dati dei mesi di registrazione del 2009 come dati integrativi dei mesi mancanti del 2007 e utilizzando i dati dei mesi di registrazione del 2013 come dati integrativi dei mesi mancanti del 2012 il rendimento della boa di Palermo di 9 anni di registrazione è risultato di circa il 80,16% (vedi Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3**);

Visto che il rendimento dell'ondametro di Palermo su 9 anni di registrazione è maggiore dell'80% per quanto riguarda la ricostruzione del moto ondoso al largo di Santo Stefano di Camastra si ritiene, che la fonte di dati più accurata ed attendibile sia costituita dalle registrazioni ondometriche direzionali della stazione R.O.N. di Palermo.

Si osserva che rispetto a Santo Stefano di Camastra la boa direzionale di Palermo risulta essere posizionata circa 113 km a nord-ovest (vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2**).

Nella Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4**, Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5** e Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..6** e nella Errore. **L'origine riferimento non è stata trovata.** sono sintetizzati i dati ondometrici di Palermo del periodo aprile 2004 dicembre 2013..

Nella Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4** è riportata la distribuzione del numero di eventi ondosi per classi di Hs e direzione di provenienza, mentre nella Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5** è riportata la percentuale



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

annuale degli eventi ondosi per classi di Hs e direzione di provenienza. In Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.6 è riportata la distribuzione dei dati ondametrici per classi di altezze d'onda significativa e periodo di picco.

Dall'esame della Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e dalle tabelle sopra dette risulta che a Capo Gallo alla profondità di -140 m sul l.m.m. sono più frequenti (quasi il 30%) le mareggiate di maestrale (300°-330°N) e quelle di ponente (250°-290°N) (frequenza superiore al 27%), leggermente meno frequenti (circa il 20%) risultano quelle di tramontana (340°-20°N), meno frequenti quelle di grecale (30°-60°N) (frequenza appena superiore al 11%) e quelle di levante (70°-110°N) (frequenza appena superiore al 7%), scarsi gli altri mari.

Periodo di osservazione aprile 2004 – dicembre 2013- numero osservazioni utili 21.080

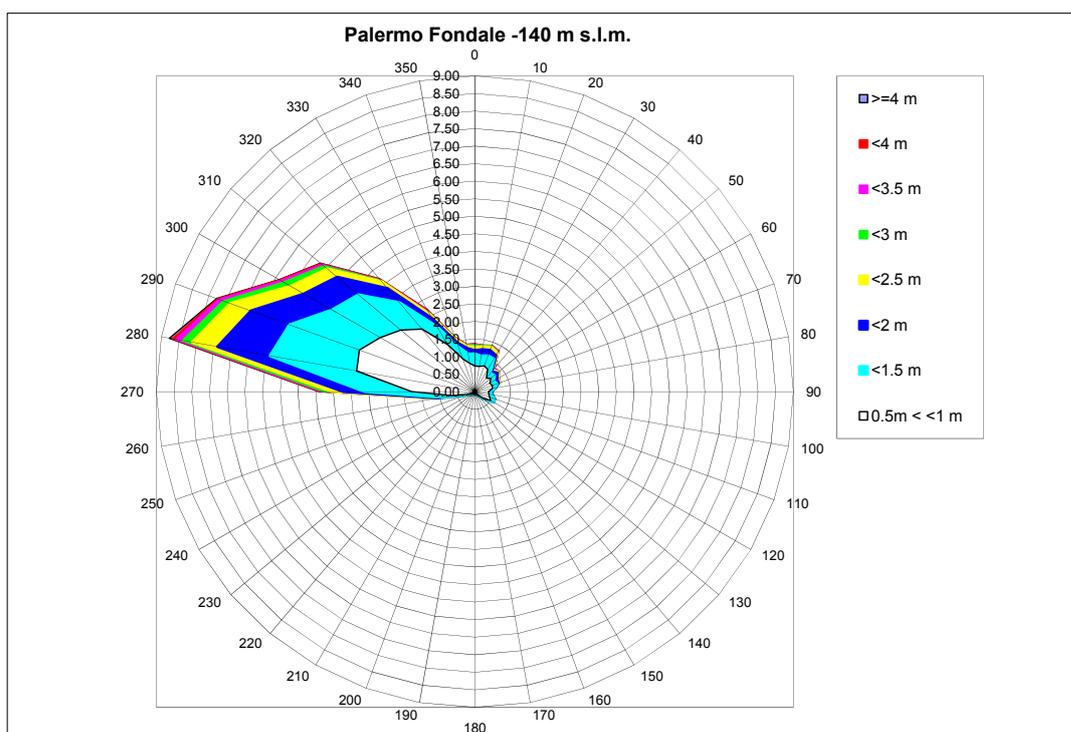


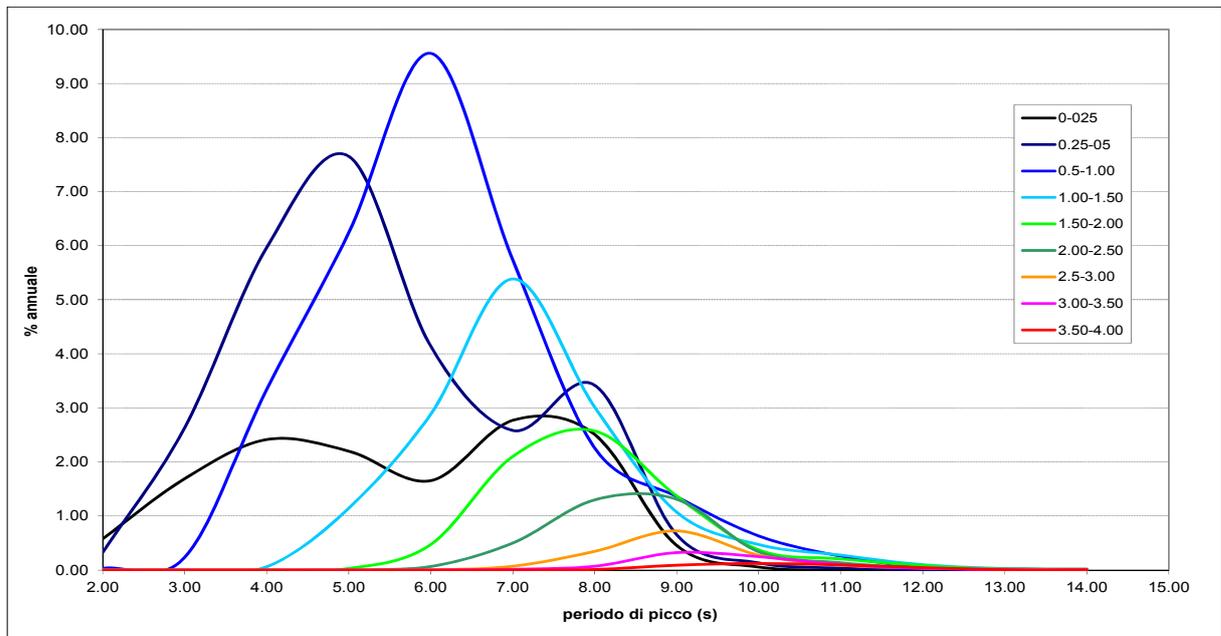
Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.8 – Moto ondoso al largo di Palermo - Distribuzione (%) dei periodi di picco Tp per classi di altezze d'onda Hs -Ricostruzione dai dati dell'ondametro R.O.N. di Capo Gallo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Periodo di osservazione aprile 2004 – dicembre 2013- numero osservazioni utili 21.080





COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Capo Gallo - periodo: aprile 2004 – dicembre 2013

Anno	Mese	N° Eventi	Rend. (%)	Anno	Mese	N° Eventi	Rend. (%)	Anno	Mese	N° Eventi	Rend. (%)
2'002	1			2006	1	117	47.18	2010	1	244	98.39
	2				2	194	86.61		2	223	99.55
	3				3	196	79.03		3	241	97.18
	4	233	97.08		4	235	97.92		4	237	98.75
	5	245	98.79		5	240	96.77		5	201	81.05
	6	232	96.67		6	236	98.33		6	228	95.00
	7	166	66.94		7	247	99.60		7	230	92.74
	8	107	43.15		8	204	82.26		8	246	99.19
	9	239	99.58		9	69	28.75		9	229	95.42
	10	238	95.97		10	108	43.55		10	246	99.19
	11	201	83.75		11	169	70.42		11	225	93.75
	12	58	23.39		12	0			12	247	99.60
2003	1	227	91.53	2007	1	165	66.53	2011	1	221	89.11
	2	215	95.98		2	152	67.86		2	224	100.00
	3	248	100.00		3	243	97.98		3	248	100.00
	4	240	100.00		4	235	97.92		4	239	99.58
	5	233	93.95		5	241	97.18		5	248	100.00
	6	220	91.67		6	236	98.33		6	237	98.75
	7	241	97.18		7	193	77.82		7	245	98.79
	8	224	90.32		8	248	100.00		8	247	99.60
	9	20	8.33		9	240	100.00		9	239	99.58
	10	140	56.45		10	105	42.34		10	205	82.66
	11	229	95.42		11	0			11	223	92.92
	12	233	93.95		12	0			12	248	100.00
2004	1	145	58.47	2008	1	0		2012	1	248	100.00
	2	215	92.67		2	0			2	232	100.00
	3	207	83.47		3	0			3	248	100.00
	4	161	67.08		4	0			4	240	100.00
	5	188	75.81		5	0			5	246	99.19
	6	239	99.58		6	0			6	240	100.00
	7	247	99.60		7	0			7	237	95.57
	8	248	100.00		8	0			8	133	53.63
	9	240	100.00		9	0			9	0	
	10	239	96.37		10	0			10	0	
	11	237	98.75		11	0			11	0	
	12	246	99.19		12	0			12	0	
2005	1	45	18.15	2009	1	0		2013	1	0	
	2	216	96.43		2	0			2	76	33.93
	3	235	94.76		3	0			3	0	
	4	234	97.50		4	0			4	0	
	5	200	80.65		5	0			5	0	
	6	186	77.50		6	0			6	0	
	7	235	94.76		7	0			7	0	
	8	224	90.32		8	0			8	0	
	9	240	100.00		9	0			9	0	
	10	222	89.52		10	12	4.84		10	158	63.71
	11	238	99.17		11	215	89.58		11	229	95.42
	12	155	62.50		12	247	99.60		12	116	46.77



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2 - **Rendimento ondometro della stazione R.O.N. di Palermo**

Località: Capo Gallo - periodo: aprile 2004 – dicembre 2013

Periodo	N° Eventi	Rend. (%)
apr-dic 2002	1009	78.37
2003	2470	84.57
2004	2612	89.25
2005	2430	83.44
gen-nov 2006	2015	75.49
gen-ott 2007	2058	70.50
2008		
nov-dic 2009	462	94.59
2010	2797	95.82
2011	2824	96.75
gen-ago 2012	1824	93.55
ott-dic 2013	579	59.96
9 anni	21080	80.16%
	dati assenti	
	dati integrativi	

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3 – **Calcolo del rendimento dell'ondometro su 9 anni di registrazione ricostruiti dai dati della stazione R.O.N. di Palermo**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Capo Gallo - periodo: aprile 2004 – dicembre 2013

Dir. °N	Hs (m)															TOT
	0.0+0.25	0.25+0.5	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	0.3+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0	5.0+5.5	5.5+6.0	6.0+6.5	>6.5	
0	266	314	160	76	21	23	12	5	1	0	0	0	0	0	0	878
10	248	293	160	66	41	18	6	1	1	1	0	0	0	0	0	835
20	204	256	171	67	37	21	8	2	1	0	0	0	0	0	0	767
30	187	252	159	77	24	19	8	6	1	0	0	0	0	0	0	733
40	170	241	110	37	16	9	9	7	2	0	0	0	0	0	0	601
50	146	231	129	30	23	9	2	2	1	0	1	0	0	0	0	574
60	139	204	106	28	24	7	5	0	1	1	0	0	0	0	0	515
70	113	222	114	32	9	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	502
80	84	209	110	14	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	422
90	76	184	83	17	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	365
100	47	118	87	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275
110	27	78	96	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236
120	25	55	113	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
130	10	29	61	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
140	5	16	26	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
150	3	11	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
160	5	5	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
170	5	5	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
180	2	6	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
190	7	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
200	1	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
210	2	2	15	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	27
220	1	5	14	3	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	29
230	4	9	22	8	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	47
240	9	11	19	7	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	51
250	17	28	52	14	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	116
260	17	63	142	67	20	16	8	4	0	0	1	0	0	0	0	338
270	24	131	390	292	130	71	47	18	8	7	2	0	0	0	0	1120
280	70	283	742	543	328	160	63	40	21	19	5	2	0	0	0	2276
290	98	383	759	460	253	136	46	30	7	6	4	1	0	0	0	2183
300	118	389	674	345	200	96	51	20	8	2	3	1	1	1	0	1909
310	152	413	597	343	171	81	29	12	9	3	1	1	0	0	0	1812
320	179	464	509	216	114	56	12	4	6	2	2	0	0	0	0	1564
330	229	440	340	129	56	31	13	12	9	1	0	1	0	0	0	1261
340	260	402	217	79	30	20	9	3	3	0	2	0	1	0	0	1026
350	248	337	178	62	34	14	7	3	1	1	1	0	0	0	0	886
INCERTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOT	3198	6095	6417	3106	1557	803	344	174	82	43	22	7	2	1	0	21851

Tabella Erronea. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. 4 - Distribuzione annuale del numero di eventi ondososi, per classi di Hs e direzione di provenienza



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Capo Gallo – periodo: periodo: aprile 2004 – dicembre 2013

Dir (*N)	Hs (m)															Tot.
	0.0 + 0.25	0.25 + 0.5	0.5 + 1.0	1.0 + 1.5	1.5 + 2.0	2.0 + 2.5	2.5 + 3.0	3.0 + 3.5	3.5 + 4.0	4.0 + 4.5	4.5 + 5.0	5.0 + 5.5	5.5 + 6.0	>6.0		
0	1.22	1.44	0.73	0.35	0.10	0.11	0.05	0.02	0.00						4.02	
10	1.13	1.34	0.73	0.30	0.19	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00					3.82	
20	0.93	1.17	0.78	0.31	0.17	0.10	0.04	0.01	0.00						3.51	
30	0.86	1.15	0.73	0.35	0.11	0.09	0.04	0.03	0.00						3.35	
40	0.78	1.10	0.50	0.17	0.07	0.04	0.04	0.03	0.01						2.75	
50	0.67	1.06	0.59	0.14	0.11	0.04	0.01	0.01	0.00		0.00				2.63	
60	0.64	0.93	0.49	0.13	0.11	0.03	0.02		0.00	0.00					2.36	
70	0.52	1.02	0.52	0.15	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00						2.30	
80	0.38	0.96	0.50	0.06	0.01	0.00	0.00								1.93	
90	0.35	0.84	0.38	0.08	0.02	0.00									1.67	
100	0.22	0.54	0.40	0.08	0.02										1.26	
110	0.12	0.36	0.44	0.14	0.02										1.08	
120	0.11	0.25	0.52	0.09											0.97	
130	0.05	0.13	0.28	0.04	0.00										0.50	
140	0.02	0.07	0.12	0.02											0.24	
150	0.01	0.05	0.08	0.01											0.15	
160	0.02	0.02	0.05	0.00											0.10	
170	0.02	0.02	0.03	0.01			0.00								0.09	
180	0.01	0.03	0.08	0.00	0.00										0.12	
190	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00										0.07	
200	0.00	0.01	0.03												0.05	
210	0.01	0.01	0.07	0.02			0.01	0.01							0.12	
220	0.00	0.02	0.06	0.01		0.01	0.01	0.00							0.13	
230	0.02	0.04	0.10	0.04	0.01	0.00			0.00						0.22	
240	0.04	0.05	0.09	0.03	0.01		0.00					0.00			0.23	
250	0.08	0.13	0.24	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00							0.53	
260	0.08	0.29	0.65	0.31	0.09	0.07	0.04	0.02			0.00				1.55	
270	0.11	0.60	1.78	1.34	0.59	0.32	0.22	0.08	0.04	0.03	0.01				5.13	
280	0.32	1.30	3.40	2.49	1.50	0.73	0.29	0.18	0.10	0.09	0.02	0.01			10.42	
290	0.45	1.75	5.47	2.11	1.16	0.62	0.21	0.14	0.05	0.05	0.02	0.00			9.99	
300	0.54	1.78	3.08	1.58	0.92	0.44	0.23	0.09	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	8.74	
310	0.70	1.89	2.73	1.57	0.78	0.37	0.13	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00			8.29	
320	0.82	2.12	2.33	0.99	0.52	0.26	0.05	0.02	0.03	0.01	0.01				7.16	
330	1.05	2.01	1.56	0.59	0.26	0.14	0.06	0.05	0.04	0.00		0.00			5.77	
340	1.19	1.84	0.99	0.36	0.14	0.09	0.04	0.01	0.01		0.01		0.00		4.70	
350	1.13	1.54	0.81	0.28	0.16	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00				4.05	
Tot.	14.64	27.89	29.37	14.21	7.13	3.67	1.57	0.80	0.38	0.20	0.10	0.03	0.01	0.00	100.00	
Tot cumu	14.64	42.53	71.90	86.11	93.24	96.91	98.49	99.28	99.66	99.85	99.95	99.99	100.00	100.00		

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. **.5 - Distribuzione annuale in forma percentuale degli eventi ondososi, per classi di Hs e direzione di provenienza**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Capo Gallo – periodo: periodo: aprile 2004 – dicembre 2013

Ts (s)	Hs (m)														Tot. %	Tot. cumul. %
	0.0 ÷ 0.25	0.25 ÷ 0.5	0.5 ÷ 1.0	1.0 ÷ 1.5	1.5 ÷ 2.0	2.0 ÷ 2.5	2.5 ÷ 3.0	3.0 ÷ 3.5	3.5 ÷ 4.0	4.0 ÷ 4.5	4.5 ÷ 5.0	5.0 ÷ 5.5	5.5 ÷ 6.0	6.0 ÷ 6.5		
0.0 ÷ 2.0	0.58	0.33	0.03												0.94	0.94
2.0 ÷ 3.0	1.69	2.63	0.23												4.56	5.50
3.0 ÷ 4.0	2.41	5.97	3.34	0.06											11.79	17.28
4.0 ÷ 5.0	2.20	7.65	6.24	1.14	0.03	0.00									17.27	34.55
5.0 ÷ 6.0	1.65	4.14	9.56	2.88	0.47	0.07	0.00								18.77	53.32
6.0 ÷ 7.0	2.77	2.58	5.73	5.38	2.10	0.50	0.07	0.01							19.15	72.48
7.0 ÷ 8.0	2.51	3.42	2.26	3.01	2.57	1.30	0.35	0.07	0.01						15.49	87.97
8.0 ÷ 9.0	0.45	0.65	1.36	1.07	1.37	1.31	0.72	0.32	0.09	0.01					7.35	95.32
9.0 ÷ 10.0	0.06	0.13	0.63	0.47	0.37	0.34	0.28	0.25	0.12	0.07	0.03				2.74	98.05
10.0 ÷ 11.0		0.04	0.26	0.28	0.21	0.14	0.09	0.10	0.09	0.08	0.04	0.01			1.33	99.38
11.0 ÷ 12.0	0.00	0.01	0.05	0.10	0.08	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.47	99.85
12.0 ÷ 13.0	0.00			0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00					0.09	99.94
13.0 ÷ 14.0	0.00		0.00		0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00					0.06	100.00
>=14																100.00
TOT	14.34	27.55	29.70	14.42	7.22	3.73	1.57	0.79	0.37	0.19	0.09	0.03	0.00	0.00	100.00	
tot cumulato	14.34	41.88	71.58	86.01	93.22	96.95	98.52	99.31	99.68	99.87	99.96	99.99	100.00	100.00		

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. **.6 - Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

3.3. Definizione delle condizioni di moto ondoso in acqua profonda

La determinazione della distribuzione di frequenza delle onde, secondo l'altezza ed il periodo significativi e la direzione di provenienza, è necessaria per due obiettivi fondamentali:

- a) la definizione del cosiddetto "clima d'onda", comprensivo di tutte le ondazioni nell'ambito del settore di traversia, per la valutazione dei fenomeni di dinamica costiera;
- b) la definizione delle probabilità di occorrenza di eventi ondosi estremi per il dimensionamento delle opere esterne di difesa e la verifica di condizioni idrauliche eccezionali alla foce.

Per la determinazione degli eventi estremi alla profondità di 100 m al largo di S. Stefano di Camastra sono state eseguite le seguenti elaborazioni:

1. trasposizione dei dati ondametrici misurati al largo di Palermo tra il 2004 ed il 2013 nel punto al largo di S. Stefano di Camastra posto su fondali di 100 m (vedi Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**3);
2. analisi statistica della serie dei dati ricostruiti alla profondità di 100 m ed individuazione delle caratteristiche delle onde estreme.

Inoltre per associare ad ogni classe di altezza significativa un periodo d'onda significativo si sono impiegate le correlazioni statistiche eseguite sui dati utilizzate nella statistica degli eventi estremi alla profondità di 100 m.

3.3.1. Inquadramento del sito

La fascia costiera in esame presenta un paesaggio diversificato caratterizzato da strette e brevi pianure alluvionali che si sollevano verso le falde montane, da speroni collinari e versanti scoscesi spesso

3.3.2. Trasposizione dei dati ondametrici

Per la trasposizione dei dati ondamentrici dal punto di misura al punto al largo del litorale in esame si è impiegato un metodo¹ che permette di ricostruire una serie storiche di moto ondoso in un punto di

¹ Il metodo noto come trasposizione geografica è stato sviluppato dal Prof. Ing. Paolo De Girolamo e dal Dott. Ing. Paolo Contini nel 1988



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

interesse a partire da quella rilevata nel punto di misura in funzione dei fetches efficaci e della correlazione tra la direzione del vento e quella del moto ondoso generato. L'ipotesi di base del metodo consiste nel supporre che le stesse condizioni di vento (velocità e direzione), che hanno determinato le condizioni di moto ondoso registrate dall'ondametro, abbiano interessato anche l'area di generazione situata al largo del sito di interesse. Inoltre si suppone che le aree di generazione del moto ondoso possano essere determinate per ciascun punto utilizzando il concetto di "fetch efficace" e che la direzione del moto ondoso è correlata alla direzione del vento che lo ha

generato. Il metodo di trasposizione consiste nel determinare la corrispondenza tra le direzioni, le altezze ed i periodi del moto ondoso relative al punto di misura e a quello di interesse.

Nel caso di fetches limitati, le leggi che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa spettrale H_{mo} e il periodo di picco spettrale T_m in funzione della lunghezza del fetch e della velocità del vento sono le seguenti (Vincent, 1984, Shore Protection Manual, 1984):

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{gT_m}{U_A^2} = 2.857 \cdot 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{3}}$$

dove U_A è il fattore di velocità del vento ("wind stress factor"), dipendente in modo non lineare dalla velocità del vento misurata alla quota + 10 m s.l.m. ed F è il fetch efficace relativo ad una prefissata direzione geografica.

Indicando con gli apici O e P rispettivamente le grandezze relative al punto di misura e al punto di interesse, e fissata una direzione geografica (direzione media da cui spira il vento) alla quale risultano associati i fetches efficaci F^P ed F^O , le precedenti relazioni permettono di stabilire la ricercata corrispondenza tra le altezze ed i periodi delle onde relative al punto O e al punto P:

$$\frac{H_{mo}^P}{H_{mo}^O} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{2}}$$



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

$$\frac{T_m^P}{T_m^O} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Queste espressioni si ottengono ovviamente nell'ipotesi che il fattore di velocità del vento sia lo stesso nei due punti in esame. Tale assunzione deriva dall'aver ipotizzato che le aree di generazione dei due punti siano caratterizzate dalla stessa velocità del vento; il metodo quindi si completa utilizzando la legge che stabilisce il legame tra la direzione media del vento e la direzione media del moto ondoso da esso generato viste in precedenza.

Affinché la trasposizione dei dati sia aderente alle caratteristiche del moto ondoso del sito in esame, è pertanto necessario che le aree di generazione del punto di misura e di quello di interesse abbiano la stessa esposizione anemometrica. A tal proposito si segnala che il punto al largo di Santo Stefano di Camastra relativo alla profondità di circa 100 m (vedi Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3**) risulta avere aree di generazione del moto ondoso con la stessa esposizione anemometrica di quelle dell'ondametro di Capo Gallo (Palermo). Infatti il primo è posto circa 113 km a sud-est del punto al largo Palermo,.

In primo luogo ci si è serviti dei fetches efficaci calcolati al largo di Santo Stefano di Camastra e riportati nella Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5** e nella Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1**. Necessariamente lo stesso lavoro è stato eseguito per la stazione ondometrica di Palermo. La Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9**-Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..12** e la Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..7** riportano sia in forma grafica che in forma numerica i valori dei fetches geografici ed efficaci ottenuti per l'ondametro di Torre Palermo.

Il confronto tra i fetches efficaci al largo di Palermo con quelli di Santo Stefano di Camastra è riportato in Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..13**. Questa ultima figura mostra che il punto di interesse al largo di Santo Stefano di Camastra presenta una distribuzione dei fetches efficaci abbastanza simile a quella della boa di Palermo. I fetch efficaci di Palermo risultano essere in generale leggermente maggiori di quelli di Santo Stefano di Camastra. In particolare risultano maggiori i fetch efficaci di Palermo per il settore di levante.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Il metodo seguito ha permesso di trasferire al largo di Santo Stefano di Camastra, l'intera serie storica di valori triorari di altezza d'onda significativa spettrale, direzione media di provenienza del moto ondoso e di periodo di picco registrata tra il febbraio 2004 e il dicembre 2013 dall'ondametro di Palermo.

Nella Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..8** e nella Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9** sono riportate le sintesi dei dati ondametrici ricostruiti al largo di Santo Stefano di Camastra in base ai dati di Palermo. Nella Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..8** è riportata la distribuzione annuale degli eventi ondosi, per classi di H_s e direzione di provenienza. In Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9** è riportata la distribuzione per classi di altezze d'onda significativa e periodo di picco. Il grafico del regime annuale del moto ondoso "al largo" di Santo Stefano di Camastra ricavato dal modello della trasposizione dei dati di Palermo è riportato in Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..14** con classificazione in settori direzionali di soli 10 gradi. In Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..15** è riportata invece la distribuzione percentuale dei periodi di picco T_p per classi di altezze d'onda H_s ricostruite in base ai dati dell'ondametro direzionale di Palermo.

Si evidenziano la prevalenza in termini di frequenza dei moti ondosi da maestrale (300° - 330° N) (circa il 33,5%) e da ponente (250° - 290° N) (frequenza di circa il 24%), leggermente meno frequenti (circa il 23%) risultano quelle di tramontana (340° - 20° N), meno frequenti quelle di grecale (30° - 60° N) (frequenza appena superiore al 10%) e quelle di levante (70° - 110° N) (frequenza appena superiore al 5,7%), scarsi gli altri mari.

Le onde più intense ($H_s > 4,0$) hanno direzione di provenienza prevalentemente da ponente, maestrale e tramontana (280° - 340° N), intense risultano anche le mareggiate da grecale 40° N (altezze $H_s > 3,5$ m). Va osservato che le onde alte più di 5,0 m ricostruite con i dati di Palermo nel periodo tra il 2004 ed il 2013 sono comunque rare (frequenza di 0,02%) e provengono da maestrale e tramontana (300° - 340° N).

Dal confronto tra la **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e la Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..14** è evidente per il regime al largo di Santo Stefano di Camastra la rotazione di circa 10° in senso orario dei mari da ponente e la rotazione di



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

circa 10° in senso antiorario dei mari da grecale. In definitiva si riconosce una maggior esposizione rispetto al moto ondoso a Capo Gallo (Palermo) rispetto a S. Stefano di Camastra.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

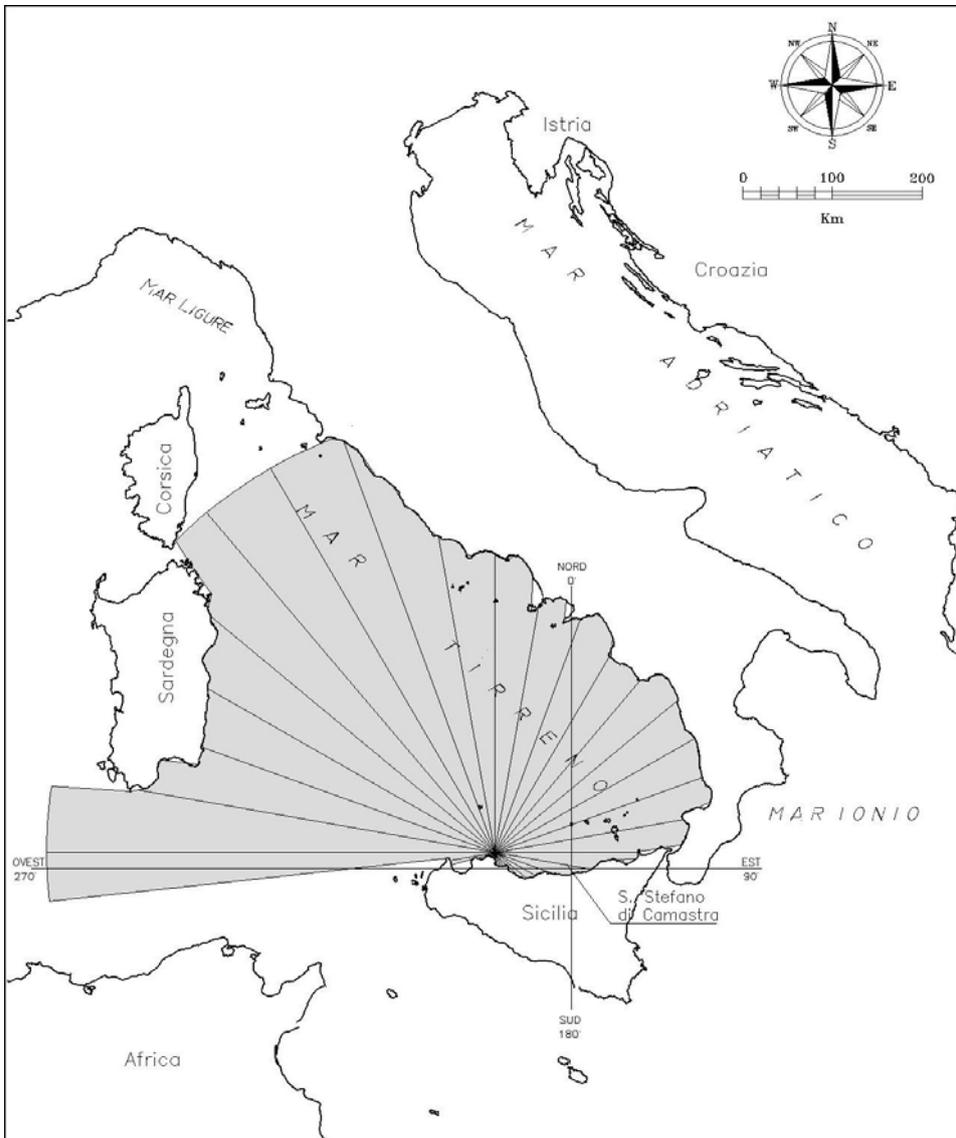


Figura Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9 - Fetch geografici al largo di Capo Gallo (Palermo)



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

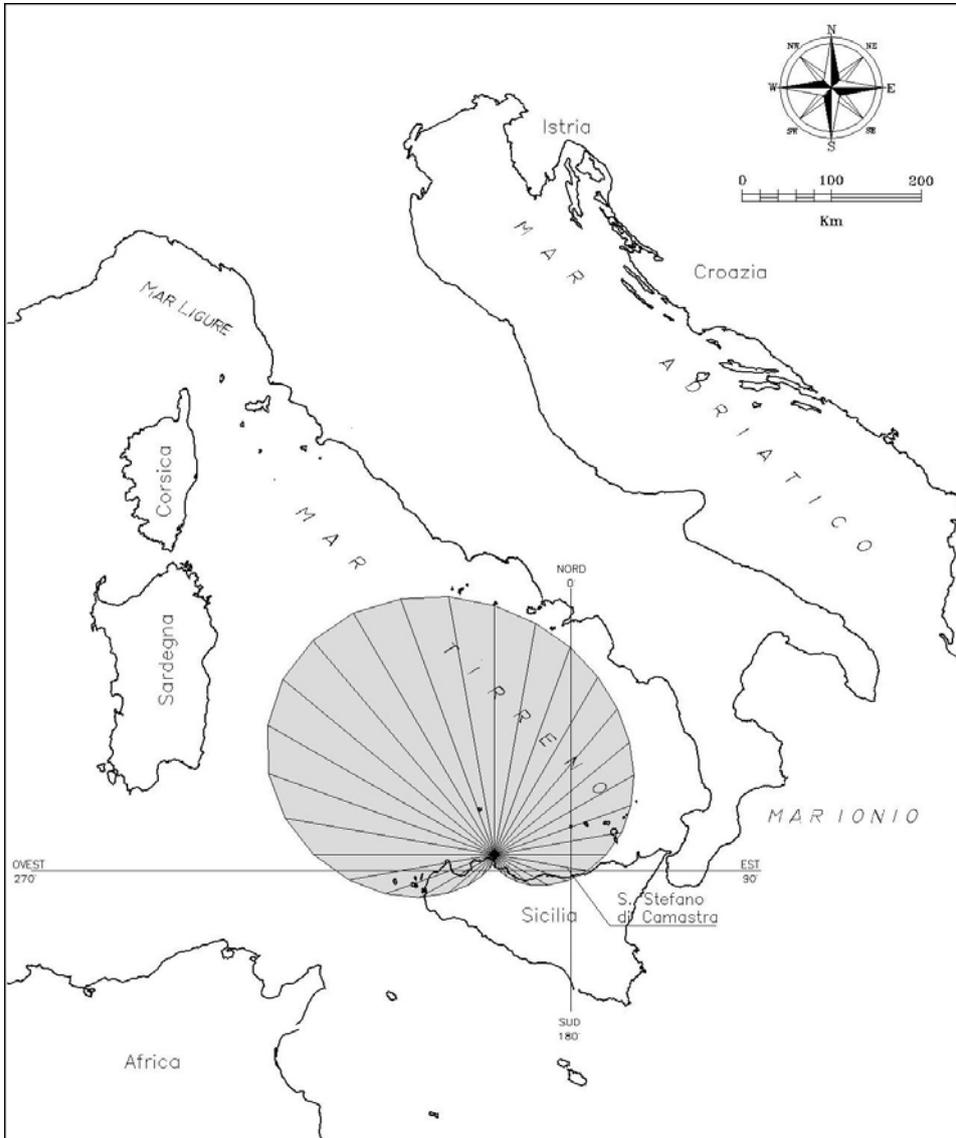


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..10 - Fetch efficaci al largo di Capo Gallo (Palermo)



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

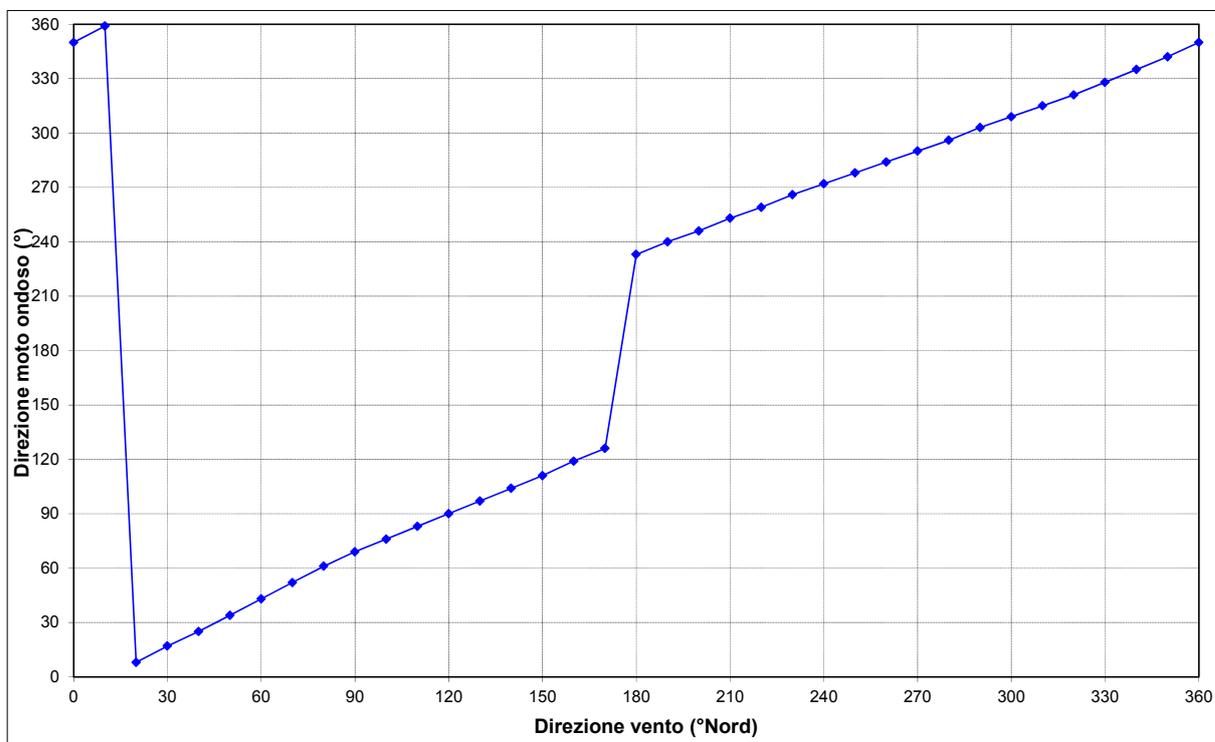


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..11 – Direzione di provenienza del vento e degli stati di moto ondoso da esso generati a Capo Gallo (Palermo)



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

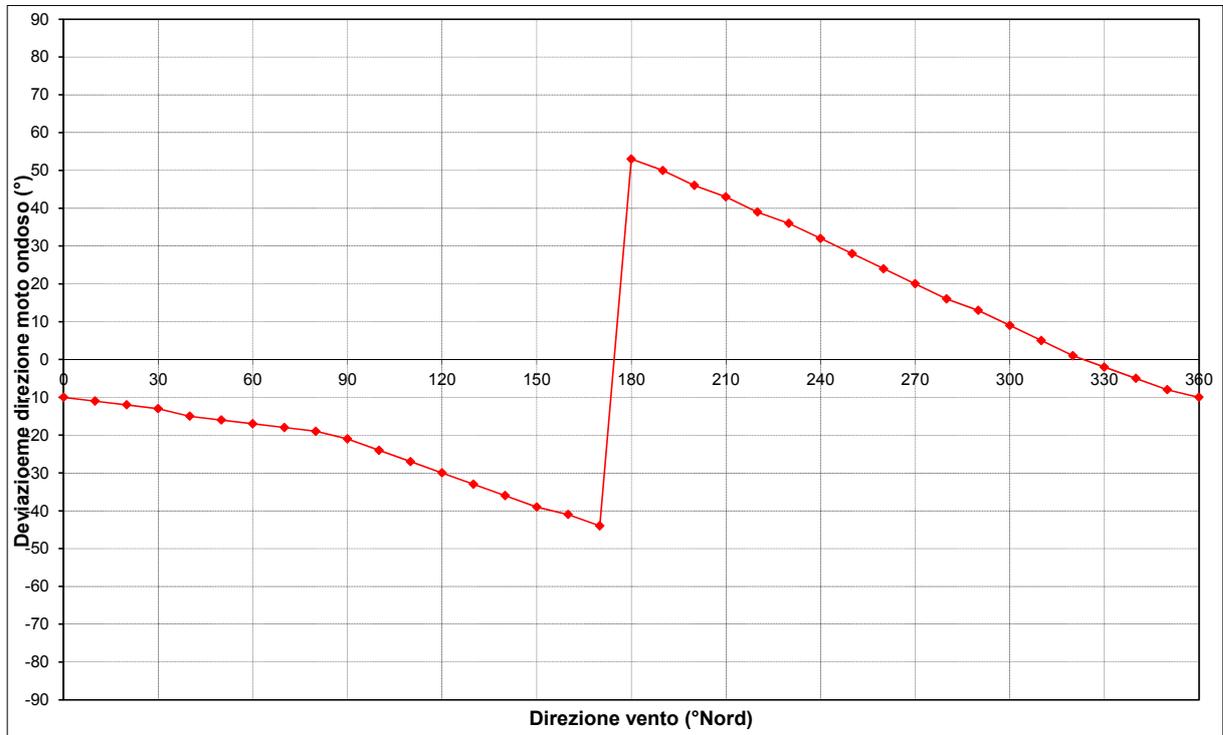


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..12 – Deviazione tra la direzione del vento e quella del moto ondoso a Capo Gallo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

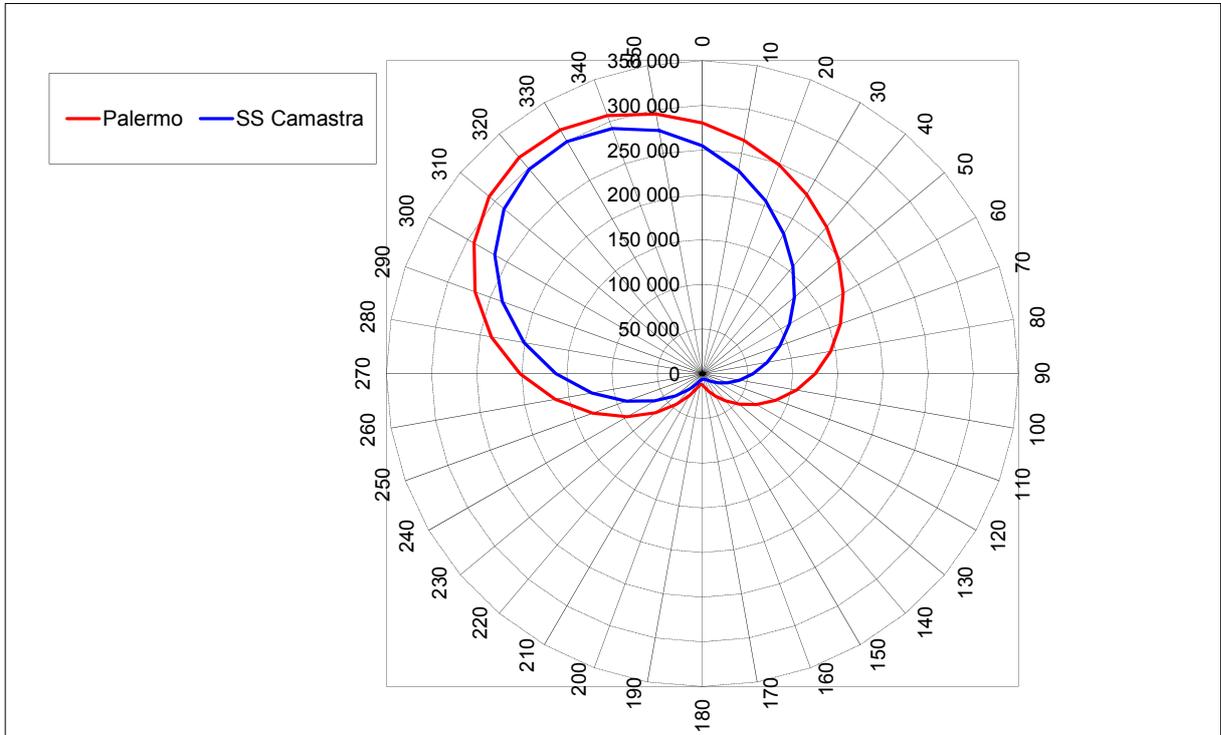


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..13 – Confronto tra fetch efficaci a largo di S. Stefano di Camastra, e Capo Gallo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Periodo di osservazione: aprile 2004 - dicembre 2013 - numero osservazioni utili 21,850

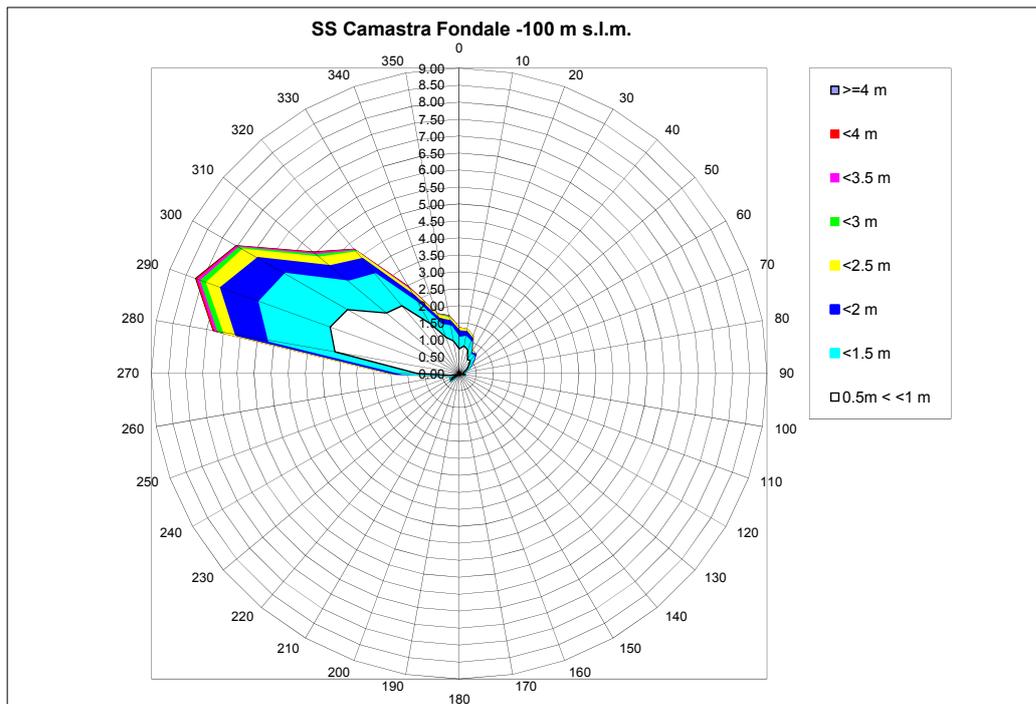


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..14- Diagramma polare del moto ondoso al largo di S. Stefano di Camastra – ricostruzione dai dati dell'ondametro direzionale di Palermo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Periodo di osservazione periodo: aprile 2004 - dicembre 2013 - numero osservazioni utili 21,850

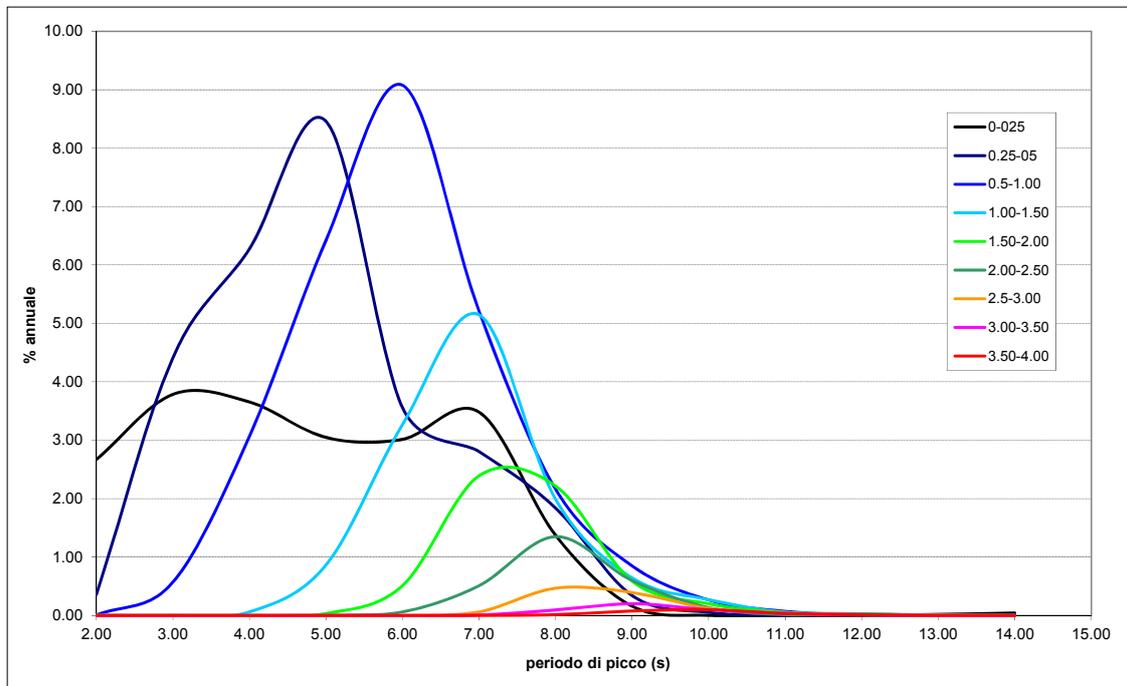


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.15 – Moto ondoso al largo di S. Stefano di Camastra - Distribuzione (%) dei periodi di picco T_p per classi di altezze d'onda H_s -Ricostruzione dai dati dell'ondametro di Palermo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Santo Stefano di Camastra - periodo: aprile 2004 - dicembre 2013

Dir (*N)	Hs (m)														Tot.
	0.0+0.25	0.25+0.5	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	3.5+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0	5.0+5.5	5.5+5.0	>6.0	
0	1.72	1.57	0.73	0.31	0.20	0.08	0.02	0.01	0.00						4.64
10	1.24	1.14	0.83	0.26	0.15	0.06	0.02	0.00							3.69
20	1.26	1.10	0.73	0.26	0.11	0.05	0.03	0.00							3.54
30	1.45	1.04	0.48	0.16	0.05	0.05	0.04								3.27
40	1.41	0.80	0.50	0.16	0.07	0.01	0.00		0.00						2.96
50	1.13	0.68	0.34	0.12	0.04	0.01	0.00	0.00							2.33
60	1.15	0.69	0.26	0.05	0.02		0.00								2.17
70	1.08	0.52	0.16	0.01											1.77
80	1.04	0.43	0.11	0.01											1.60
90	0.73	0.41	0.11												1.24
100	0.44	0.48	0.16												1.08
110	0.15	0.21	0.05												0.40
120															0.00
130	0.02	0.07	0.04												0.14
140	0.04	0.02	0.01												0.07
150															0.00
160	0.03	0.06	0.01												0.10
170															0.00
180	0.01	0.06	0.00												0.08
190															0.00
200	0.02	0.03	0.02												0.08
210	0.01	0.03	0.01												0.05
220															0.00
230	0.32	0.54	0.31	0.01	0.00										1.18
240	0.11	0.24	0.23	0.03	0.02	0.02	0.00								0.65
250	0.11	0.10	0.09	0.01	0.00	0.01			0.00						0.32
260	0.15	0.30	0.28	0.03	0.02	0.02									0.80
270	0.23	0.73	1.20	0.41	0.24	0.09	0.04	0.01	0.00						2.97
280	0.40	1.57	3.69	1.95	0.98	0.34	0.20	0.08	0.05	0.01					9.27
290	0.52	2.05	4.02	2.18	1.20	0.43	0.21	0.09	0.05	0.02	0.00				10.77
300	0.77	2.37	3.77	2.09	0.93	0.50	0.14	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00		10.70
310	0.74	1.85	2.78	1.42	0.71	0.40	0.15	0.06	0.04	0.01		0.00			8.17
320	0.98	2.52	2.61	1.20	0.59	0.26	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01				8.29
330	1.24	2.25	1.70	0.66	0.27	0.15	0.06	0.06	0.03	0.00		0.00			6.43
340	1.67	2.37	1.14	0.38	0.18	0.11	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00			5.93
350	1.70	1.86	0.97	0.43	0.16	0.08	0.06	0.01	0.01						5.29
Tot.	21.89	28.08	27.34	12.16	5.95	2.68	1.09	0.45	0.24	0.08	0.03	0.02	0.00	0.00	100.00
Tot cumu.	21.89	49.97	77.31	89.46	95.41	98.09	99.18	99.63	99.87	99.95	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabella Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. **8 - Distribuzione annuale in forma percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza secondo il metodo della trasposizione - dati di Palermo**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Località: Santo Stefano di Camastra - periodo :aprile 2004 - dicembre 2013

Ts (s)	Hs (m)														Tot. %	Tot. cumul. %
	0.0 ÷ 0.25	0.25 ÷ 0.5	0.5 ÷ 1.0	1.0 ÷ 1.5	1.5 ÷ 2.0	2.0 ÷ 2.5	2.5 ÷ 3.0	3.0 ÷ 3.5	3.5 ÷ 4.0	4.0 ÷ 4.5	4.5 ÷ 5.0	5.0 ÷ 5.5	5.5 ÷ 6.0	6.0 ÷ 6.5		
0.0 ÷ 2.0	2.67	0.36	0.00												3.03	3.03
2.0 ÷ 3.0	3.78	4.41	0.57												8.77	11.80
3.0 ÷ 4.0	3.65	6.27	3.07	0.06											13.05	24.86
4.0 ÷ 5.0	3.05	8.46	6.42	0.86	0.03	0.00									18.83	43.69
5.0 ÷ 6.0	3.01	3.56	9.08	3.27	0.51	0.06									19.48	63.17
6.0 ÷ 7.0	3.48	2.80	5.21	5.15	2.39	0.51	0.06	0.01							19.61	82.78
7.0 ÷ 8.0	1.37	1.84	2.16	1.99	2.22	1.35	0.47	0.09	0.01						11.50	94.28
8.0 ÷ 9.0	0.16	0.34	0.85	0.64	0.59	0.60	0.39	0.20	0.07	0.01					3.85	98.14
9.0 ÷ 10.0		0.05	0.27	0.27	0.20	0.14	0.12	0.10	0.10	0.04	0.01				1.29	99.43
10.0 ÷ 11.0		0.00	0.07	0.06	0.05	0.01	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01			0.35	99.79
11.0 ÷ 12.0		0.00	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01			0.00	0.00		0.14	99.92
12.0 ÷ 13.0	0.02		0.01	0.00			0.00								0.04	99.96
13.0 ÷ 14.0	0.04														0.04	100.00
>=14																100.00
TOT	21.24	28.11	27.71	12.33	6.02	2.69	1.10	0.45	0.23	0.07	0.03	0.01	0.00		100.00	
tot cumulato	21.24	49.35	77.07	89.40	95.41	98.11	99.20	99.65	99.88	99.95	99.98	100.00	100.00			

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9 - Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco secondo il metodo della trasposizione - dati di Palermo



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

3.3.3. Analisi statistica delle onde estreme al largo per le traversie principali

Per la determinazione della cosiddetta "onda di progetto" in acqua profonda, la cui conoscenza è indispensabile per le verifiche strutturali e funzionali, è necessario eseguire un'elaborazione statistica delle altezze d'onda maggiori relative alla serie storica di riferimento. Per il caso in esame l'analisi statistica delle onde estreme è stata effettuata sulla serie di dati ondometrici di Palermo relativi al periodo 2004÷2013 trasposte al largo di S. Stefano di Camastra alla profondità di -100 m sul l.m.m. Mediante regolarizzazione della serie di eventi estremi, secondo note funzioni probabilistiche, è possibile ricavare le caratteristiche del moto ondoso (definite in termini di altezza significativa e periodo) da associare ad assegnati tempi di ritorno (o probabilità di occorrenza). Nel caso di serie di dati relativi a misure di altezza d'onda è più affidabile l'analisi statistica di serie tronche, ottenute selezionando per i diversi settori direzionali di caratteristiche omogenee tutte le altezze d'onda significative, registrate al picco di mareggiate indipendenti superiori ad una soglia prefissata. Infatti, il metodo delle serie tronche è da preferire sia al metodo dei massimi annuali (dati in numero limitato e per alcune "annate" ben poco estremi) sia a quello dell'analisi di tutta la serie di eventi di moto ondoso (sicuramente non indipendenti e poco omogenei). La scelta della soglia di troncamento deve essere effettuata al fine di garantire comunque una selezione di un numero di eventi estremi comparabile con il numero di anni di osservazione.

I valori delle soglie di troncamento utilizzati nell'ambito del presente studio sono pari a:

- 22 eventi ($H_s \geq 2,8$ m – metodo POT) per il settore occidentale e settentrionale 270° - 40° N;
- 74 eventi ($H_s \geq 0,69$ m – metodo POT) per il settore orientale 40° - 90° N;

Le serie tronche sono state elaborate effettuando dapprima una regolarizzazione di tipo statistico delle serie di valori riferita al periodo di misure e successivamente riferite alle usuali leggi di distribuzione probabilistica, al fine di determinare il valore "di progetto" con un prefissato tempo di ritorno, o la probabilità di non superamento durante la vita delle opere. Le leggi adottate di distribuzione di probabilità cumulata di non superamento (funzione di ripartizione) sono quella di Weibull:

$$P(X \leq x) = 1 - e^{-\left[\frac{(x-B)}{A}\right]^x}$$

e la legge di Gumbel (1988):



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

$$P(X \leq x) = \exp[-\exp[-(x-b)/a]]$$

dove X è la variabile aleatoria, x il valore di non superamento e α , A B, a, b sono i parametri delle distribuzioni.

La stima dei parametri delle distribuzioni è stata eseguita sui valori dell'altezza d'onda significativa riportati rispettivamente nella Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**11 e

Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**12. Tenendo conto che la probabilità cumulata di non superamento è legata al tempo di ritorno dell'evento dalla relazione:

$$Tr(X \leq x) = \frac{1}{(1 - P(X \leq x))}$$

sono stati ricavati i grafici dell'altezza d'onda associata a ciascun tempo di ritorno e per ciascun settore di traversia (vedi Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**16÷Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**17). La legge di distribuzione di probabilità cumulata che presenta il miglior adattamento ai dati è risultata quella di Weibul (1.0)..

I risultati delle elaborazioni effettuate al largo di S, Stefano di Camastra a partire dalla serie di registrazioni trasposte da Palermo indicano che:

- nel settore di traversia 270°÷40°N, gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 5,30 m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 6,80 m;
- nel settore di traversia 40°÷90°N, gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 2,60 m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 4,40 m;

In Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**18÷Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**19 per i due settori di provenienza sono riportate le leggi di distribuzione del periodo di picco in funzione dell'altezza significativa che regolarizza i valori delle onde con altezze d'onda significative superiore alla soglia utilizzata nella statistica degli eventi estremi.



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Risulta:

$$\begin{aligned} \text{per il settore di traversia } 270^{\circ}\div 40^{\circ}\text{N} & \quad T_p = 5.26 H_s^{0.4291} \\ \text{per il settore di traversia } 40^{\circ}\div 90^{\circ}\text{N} & \quad T_p = 4.88 H_s^{0.3799} \end{aligned}$$

Nella tabella seguente sono sintetizzati i valori delle caratteristiche del moto ondoso al largo di S. Stefano di Camastra per i due settore di traversia principale con $T_r = 1, 2, 5, 50$ e 100 anni.

Settore di Traversia ($^{\circ}\text{N}$)	T_r (anni)	Altezza significativa al largo H_{so} (m)	Periodo di Picco T_p (s)
270-40	1	4.2	9.75
	2	4.7	10.23
	5	5.3	10.77
	50	6.8	11.98
	100	7.3	12.35
40-90	1	1.3	5.40
	2	1,9	6.93
	5	2.6	7.93
	50	4.4	9.94
	100	5.0	10.50

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..10 – **Riepilogo caratteristiche del moto ondoso al largo di S. Stefano di Camastra per diversi tempi di ritorno**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Numero anni di riferimento		6.98	Media	3.427
Numero totale delle mareggiate		328	Deviazione	0.625
Numero episodi con altezza significativa > m	2.80	74		
Direzione minima (°)		180		
Direzione massima (°)		40		
Altezza significativa di soglia (m)		2.8		
Altezza significativa massima (m)		5.75		

Evento	Altezza significativa (m)	Tempo di ritorno (anni)	Evento	Altezza significativa (m)	Tempo di ritorno (anni)	Evento	Altezza significativa (m)	Tempo di ritorno (anni)	Evento	Altezza significativa (m)	Tempo di ritorno (anni)
1	5.75	12.48	23	3.60	0.31	45	3.04	0.16	67	2.83	0.31
2	5.47	4.48	24	3.57	0.30	46	3.03	0.15	68	2.82	0.30
3	4.53	2.73	25	3.52	0.28	47	3.03	0.15	69	2.82	0.28
4	4.50	1.96	26	3.52	0.27	48	3.03	0.15	70	2.82	0.27
5	4.49	1.53	27	3.51	0.26	49	3.03	0.14	71	2.82	0.26
6	4.47	1.26	28	3.50	0.25	50	3.02	0.14	72	2.81	0.25
7	4.43	1.07	29	3.50	0.24	51	3.02	0.14	73	2.81	0.24
8	4.35	0.92	30	3.46	0.24	52	3.01	0.14	74	2.81	0.24
9	4.29	0.82	31	3.44	0.23	53	2.97	0.13			
10	4.20	0.73	32	3.43	0.22	54	2.95	0.13			
11	4.16	0.66	33	3.41	0.21	55	2.94	0.13			
12	4.16	0.60	34	3.41	0.21	56	2.94	0.13			
13	4.07	0.56	35	3.40	0.20	57	2.91	0.12			
14	3.96	0.52	36	3.38	0.20	58	2.90	0.12			
15	3.78	0.48	37	3.37	0.19	59	2.89	0.12			
16	3.72	0.45	38	3.37	0.19	60	2.88	0.12			
17	3.66	0.42	39	3.23	0.18	61	2.88	0.12			
18	3.66	0.40	40	3.15	0.18	62	2.87	0.11			
19	3.63	0.38	41	3.14	0.17	63	2.87	0.11			
20	3.63	0.36	42	3.14	0.17	64	2.86	0.11			
21	3.62	0.34	43	3.08	0.16	65	2.84	0.11			
22	3.61	0.32	44	3.05	0.16	66	2.83	0.11			

Tempo di ritorno (anni)	GUMBEL		WEI(.75)		WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.
0.1	2.9		2.7		2.7		3.0		3.3	
1	4.3		4.2		4.2		4.4		4.5	
2	4.7	0.3	4.6	0.2	4.7	0.3	4.8	0.3	4.9	0.3
5	5.3	0.4	5.2	0.3	5.3	0.4	5.4	0.4	5.4	0.3
10	5.7	0.5	5.6	0.4	5.8	0.5	5.8	0.5	5.8	0.4
15	6.0	0.5	5.9	0.5	6.0	0.6	6.0	0.5	6.0	0.5
20	6.1	0.6	6.1	0.6	6.2	0.6	6.2	0.6	6.2	0.5
25	6.3	0.6	6.2	0.6	6.4	0.7	6.4	0.6	6.3	0.5
50	6.7	0.7	6.6	0.7	6.8	0.8	6.8	0.7	6.7	0.6
100	7.1	0.9	7.1	0.8	7.3	0.9	7.2	0.9	7.0	0.7
150	7.4	0.9	7.3	0.9	7.6	1.0	7.4	0.9	7.2	0.8
250	7.7	1.0	7.7	1.0	7.9	1.1	7.7	1.0	7.5	0.9
500	8.1	1.2	8.1	1.2	8.4	1.3	8.1	1.2	7.9	1.0
1000	8.5	1.3	8.5	1.3	8.8	1.5	8.5	1.3	8.2	1.1

α	0.545	0.245	0.544	1.163	2.268
β	2.802	3.363	2.791	1.875	0.500
R	0.891	0.863	0.887	0.904	0.917



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..11 – **Statistica delle altezze d’onda significative al largo di S. Stefano di Camastra Settore di traversia 270°-40°N ricostruzione del moto ondoso dati di Palermo (2000-2013)**

Numero anni di riferimento				6.98	Media	1.266			
Numero totale delle mareggiate				41	Deviazione	0.684			
Numero episodi con altezza significativa > m	0.69			22					
Direzione minima (°)				40					
Direzione massima (°)				180					
Altezza significativa di soglia (m)				0.69					
Altezza significativa massima (m)				3.57					

Evento	Altezza significativa (m)	Tempo di ritorno (anni)
1	3.57	12.53
2	2.50	4.50
3	1.92	2.74
4	1.75	1.97
5	1.74	1.54
6	1.32	1.26
7	1.30	1.07
8	1.21	0.93
9	1.06	0.82
10	1.05	0.73
11	1.02	0.66
12	0.98	0.61
13	0.95	0.56
14	0.94	0.52
15	0.91	0.48
16	0.90	0.45
17	0.90	0.42
18	0.85	0.40
19	0.82	0.38
20	0.76	0.36
21	0.70	0.34
22	0.70	0.33

Tempo di ritorno (anni)	GUMBEL		WEI(.75)		WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.	Hs (m)	Intervallo di conf.
0.1	0.0		-0.5		-0.6		-0.2		0.3	
1	1.5		1.3		1.3		1.5		1.7	
2	1.9	0.3	1.8	0.3	1.9	0.4	2.0	0.4	2.1	0.3
5	2.5	0.4	2.4	0.5	2.6	0.6	2.7	0.6	2.7	0.4
10	2.9	0.5	2.9	0.7	3.1	0.8	3.2	0.8	3.1	0.5
15	3.2	0.6	3.2	0.8	3.5	0.9	3.4	0.9	3.3	0.6
20	3.4	0.7	3.4	0.9	3.7	1.1	3.6	1.0	3.5	0.7
25	3.5	0.7	3.6	1.0	3.9	1.1	3.8	1.1	3.7	0.7
50	4.0	0.8	4.1	1.2	4.4	1.4	4.3	1.3	4.1	0.9
100	4.4	1.0	4.7	1.5	5.0	1.7	4.8	1.6	4.5	1.0
150	4.7	1.1	5.0	1.6	5.3	1.9	5.1	1.8	4.7	1.1
250	5.0	1.2	5.4	1.9	5.8	2.2	5.5	2.0	5.0	1.3
500	5.4	1.4	5.9	2.2	6.4	2.6	6.0	2.4	5.4	1.4
1000	5.9	1.6	6.5	2.5	7.0	3.0	6.5	2.7	5.8	1.6

α	0.779	0.349	0.777	1.673	3.284
β	1.178	2.024	1.167	-0.196	-2.234
R	0.973	0.979	0.974	0.968	0.962

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..12 – **Statistica delle altezze d’onda significative al largo di S. Stefano di Camastra Settore di traversia 40°-90°N ricostruzione del moto ondoso dati di Palermo (2000-2013)**



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

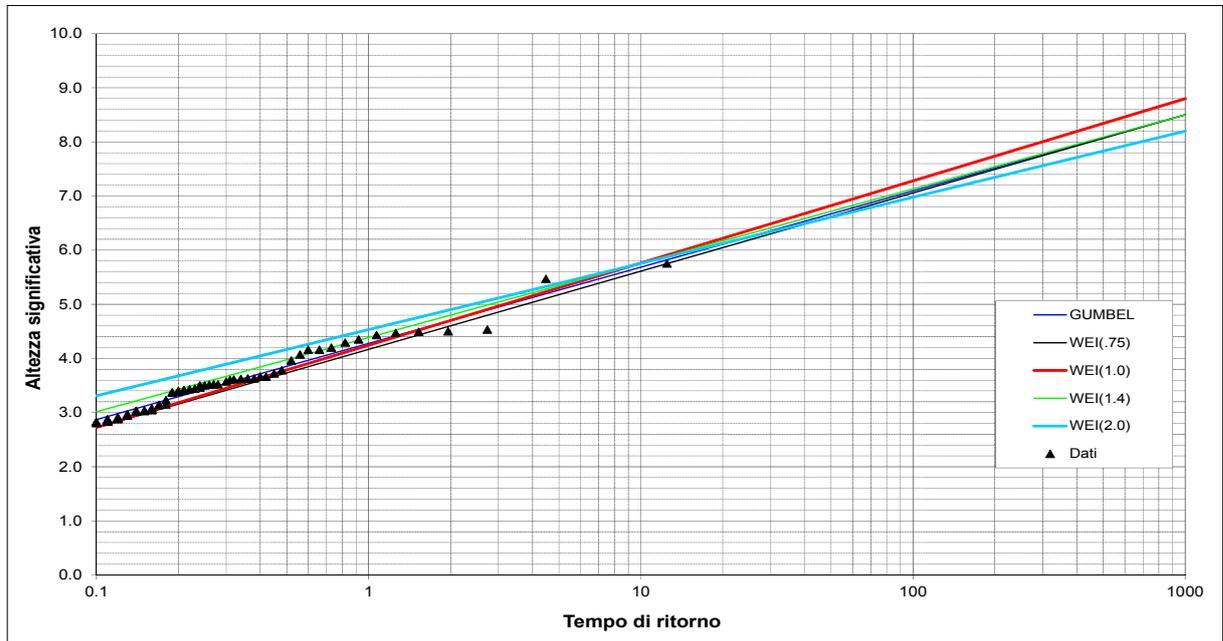
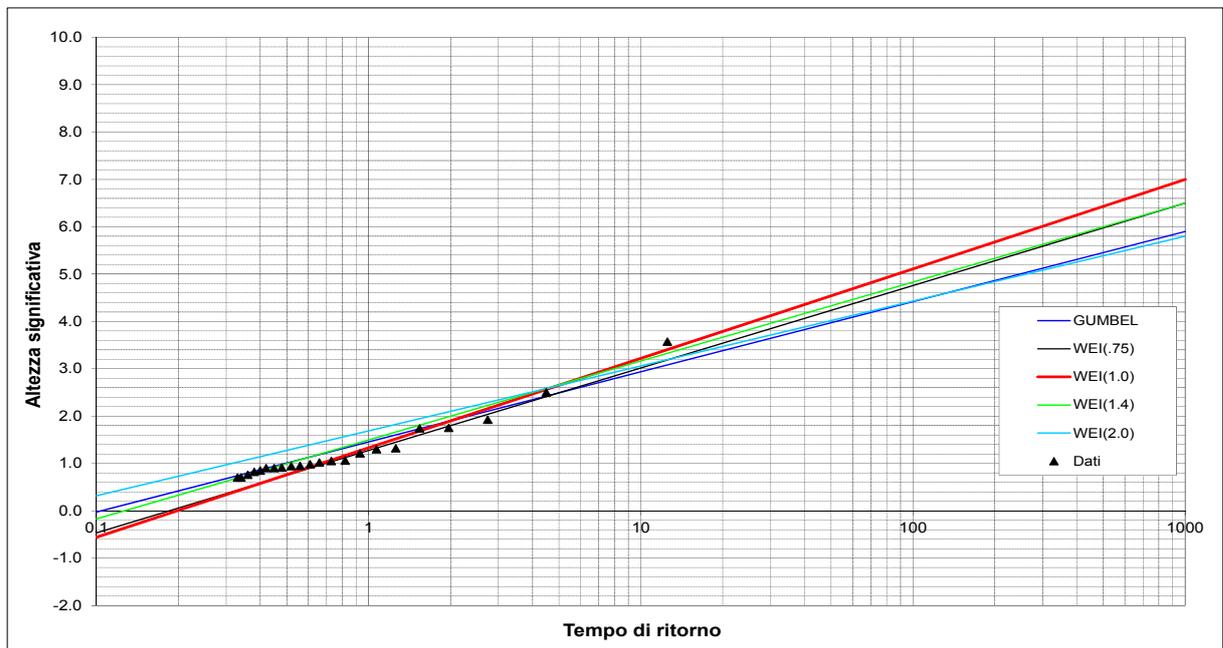


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..16 - Curve probabilistiche di Weibull e Gumbel dell'altezza d'onda significativa al largo di S. Stefano di Camastra – Settore di traversia 270°-40°N ricostruzione del moto ondoso dati di Palermo (2000-2013)





COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..17 - Curve probabilistiche di Weibull e Gumbel dell'altezza d'onda significativa al largo di S. Stefano di Camastra - Settore di traversia 40°-90°N ricostruzione del moto ondoso dati di Palermo (2000-2013)

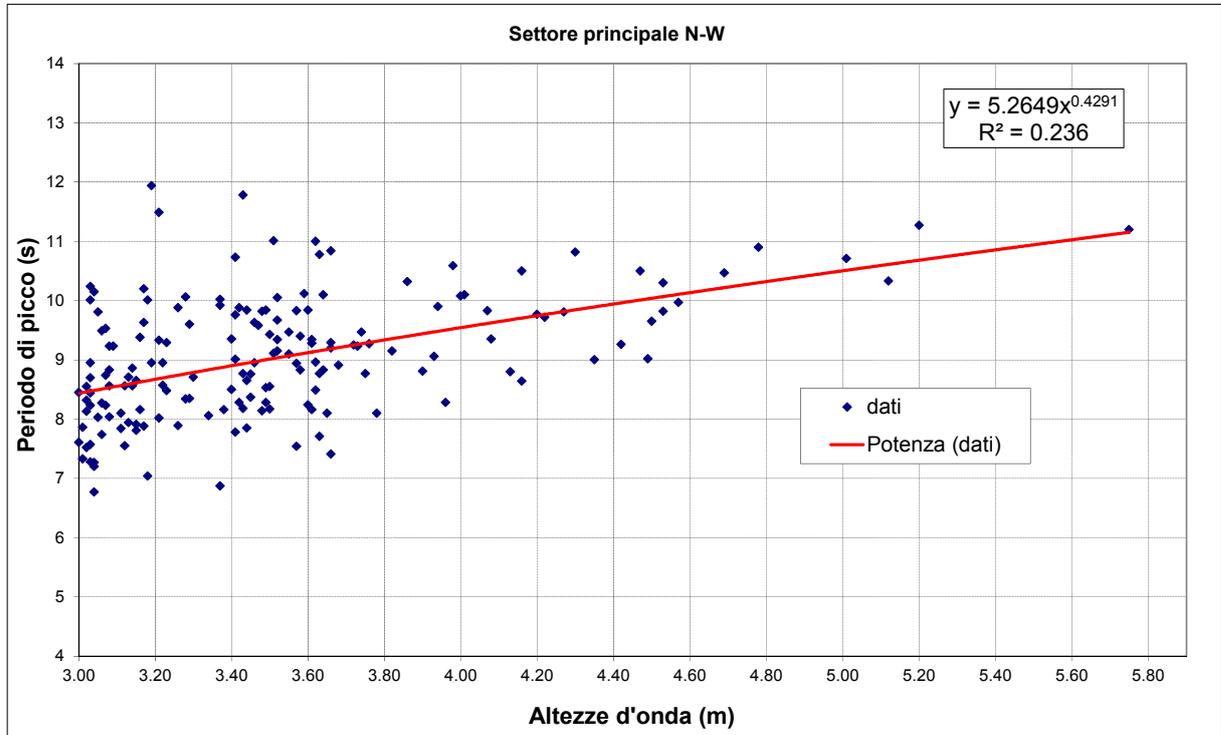


Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..18 - Relazione Periodo di picco - Altezza significativa al largo di S. Stefano di Camastra - Settore di traversia 270°-40 °N onde con Hs>2.8 m



COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA

Affidamento in project financing della concessione dei lavori pubblici relativa a:
Realizzazione del Porto Turistico e delle Opere Connesse nel Comune di Santo Stefano di Camastra

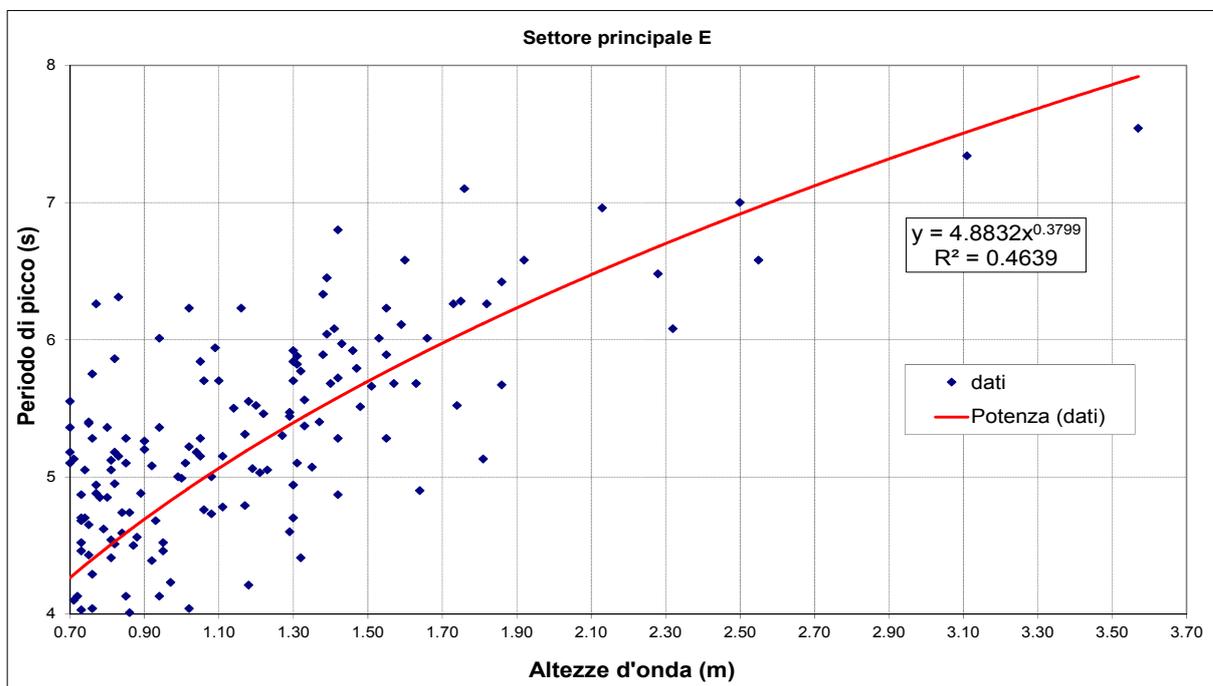


Figura Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..19 - Relazione Periodo di picco - Altezza significativa al largo di S. Stefano di Camastra – Settore di traversia 40°-90°N onde con $H_s > 0.69$ m