



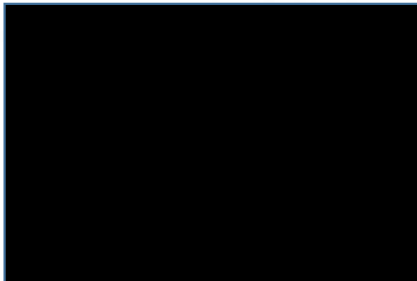
**SCUOLA DI DOTTORATO**  
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI *MEDITERRANEA* DI REGGIO CALABRIA**  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, DELL'ENERGIA, DELL'AMBIENTE E DEI MATERIALI (DICEAM)**

**DOTTORATO DI RICERCA IN**  
**INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DELLA SICUREZZA**  
**CURRICULUM: INGEGNERIA IDRAULICA, COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME,**  
**IDROLOGIA ED ENERGIA DALLE ACQUE**  
**S.S.D. ICAR/02**  
**XXIX CICLO**  
**A.A. 2015/2016**

# **NUOVA TECNICA DI RICOSTRUZIONE DEL MOTO ONDOSO VALIDATA NEL MAR MEDITERRANEO E NELL'OCEANO ATLANTICO MEDIANTE L'UTILIZZO DI UNA BOA VIRTUALE**

**DOTTORANDO:**  
Ing Federica, Adriana Dattilo

**TUTOR:**  
Prof. Ing. Giuseppe Barbaro



**COORDINATORE:**  
Prof. Ing. Felice Arena

REGGIO CALABRIA, APRILE 2017



FEDERICA DATTILO

**NUOVA TECNICA DI RICOSTRUZIONE  
DEL MOTO ONDOSO VALIDATA NEL  
MAR MEDITERRANEO E NELL'OCEANO  
ATLANTICO MEDIANTE L'UTILIZZO DI  
UNA BOA VIRTUALE**



## *Ringrazio*

*la mia famiglia che, come in ogni percorso della mia vita, è sempre stata pilastro per la mia crescita, sostenendomi, incoraggiandomi ed affrontando con me successi e sconfitte, che con il semplice appoggio di chi ti vuole bene ha reso possibile tutto ciò che umanamente e professionalmente ho raggiunto fino ad oggi. Dedico questa tesi ai miei genitori, i cui sacrifici e la cui dedizione mi hanno spronata a fare sempre meglio e a mia sorella che mi ha sempre incitata e rasserenata con il suo affetto.*

*Inoltre, ringrazio i miei colleghi per lo spirito di collaborazione e di complicità che ci ha sempre resi una squadra, per l'aiuto e l'affetto dimostrato sempre in oltre tre anni di lavoro insieme.*

*Per ultimo, non perchè meno importante, ringrazio il mio professore ing. Giuseppe Barbaro, tutor e mentore, che mi ha supportata, prima durante il quinquennio universitario, poi nei tre anni di dottorato di ricerca, con grandi capacità professionali accompagnate da infinite doti umane, tale da rappresentare un esempio da seguire sia come docente universitario che come persona.*



# Indice

CAPITOLO I.....	11
Introduzione al Modello di Trasposizione Geografica del Moto Ondoso .....	11
1.1    Introduzione .....	12
1.2    Fonti e Dati .....	16
1.3    Modelli Indiretti.....	20
1.4    Modelli Diretti .....	21
CAPITOLO II.....	25
Modelli Esistenti in Letteratura .....	25
2.1    Modello Parametrico JONSWAP (1973) .....	26
2.2    “A Parametric Wave Prediction Model”: Hasselmann (1975).....	32
2.3    Seymour (1977) .....	41
2.4    Lo “ <i>Shore Protection Manual</i> ”: il modello S.P.M. (1984) .....	42
2.5    P. Contini e P. De Girolamo (1998).....	57
2.6    L. Cavaleri e M. Sclavo (2006).....	61
CAPITOLO III .....	77
Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso .....	77
3.1    Introduzione: dati di input ed ipotesi.....	78
3.2    Sviluppo del Modello.....	79
3.3    Conclusioni .....	83
CAPITOLO IV .....	85
Applicazione del Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso .....	85
4.1    Dati Trasposizione .....	86
4.2    Verifica del Modello .....	88
4.3    Analisi dei risultati .....	99
4.4    Conclusioni .....	100

BIBLIOGRAFIA .....	105
ALLEGATI A.....	109
ALLEGATI B .....	115

## **PREMESSA**

*Questa tesi propone il risultato finale di un lavoro di ricerca iniziato tre anni fa, il quale si è fondato, e poi sviluppato, sulla creazione di un modello di trasposizione geografica del moto ondoso, basato sulla creazione di una boa ondometrica virtuale in località costiere prive di tale strumentazione.*

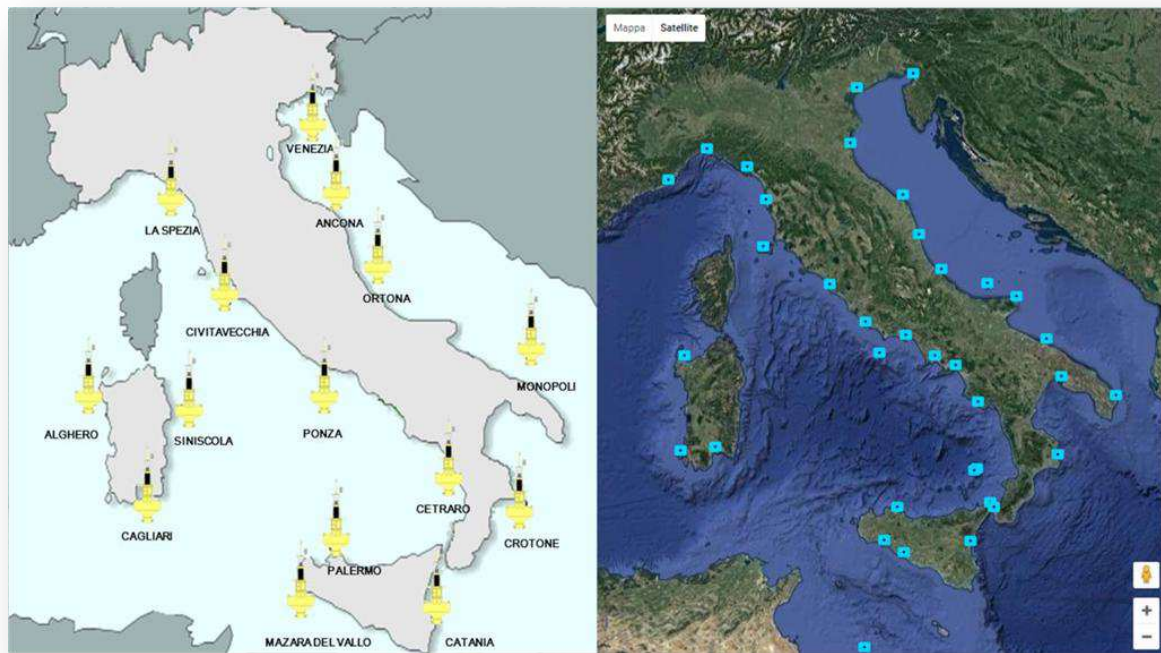
*Lo scopo è stato quello di andare incontro alle necessità degli ingegneri costieri, i quali spesso non hanno a disposizione dati meteomarini per effettuare studi ed analisi a breve e lungo termine. Per fare ciò, la procedura considera sia l'effettiva distanza geografica tra boa reale e boa virtuale, sia la dipendenza delle caratteristiche dello stato di mare dalle condizioni di sviluppo del moto ondoso.*

*Il modello proposto presenta diversi vantaggi rispetto ad altri metodi esistenti in letteratura: può essere utilizzato con facilità, sia in termini di maneggevolezza dei dati di input, sia in termini di processamento degli stessi con l'utilizzo di semplici e diffusi software, e dalle verifiche effettuate si osserva una restituzione positiva dei risultati.*



# CAPITOLO I

## Introduzione al Modello di Trasposizione Geografica del Moto Ondoso



# CAPITOLO I

## Introduzione al Modello di Trasposizione Geografica del Moto Ondoso

### 1.1 Introduzione

La progettazione affidabile di qualsiasi opera di ingegneria marittima e la corretta gestione del territorio costiero richiedono, a monte, uno studio meteomarinario necessario per l'analisi delle condizioni di mare nella località in cui dovrà sorgere l'opera di difesa o in cui si dovrà procedere con il monitoraggio della costa. Per esempio, il clima ondoso riferito ad acque profonde rappresenta un'informazione basilare per la selezione della geometria e delle dimensioni di una struttura al largo, per determinare l'agitazione d'onda all'interno di un porto, e per prevedere l'evoluzione della morfologia del litorale (*Barbaro et al., 2013*).

Oggi, per esempio, in Italia gli ingegneri utilizzano i dati delle boe ondometriche della Rete Ondametrica Nazionale (RON), avviata nel 1989 dal Ministero dei Lavori Pubblici, che registra l'andamento della superficie marina (in termini di altezza d'onda significativa  $H_S$ , periodo  $T_P$  e direzione di propagazione  $\vartheta$ ), in condizioni di acque profonde, e li elaborano secondo analisi statiche o spettrali. I dati, una volta elaborati secondo l'analisi statistica o spettrale, devono essere sviluppati anche in prossimità del litorale per valutare l'azione delle onde sulla spiaggia (*Arena et al., 2013; Tomasicchio et al., 2011, 2013 e 2015*).

Nel 2002 il numero delle stazioni direzionali è aumentato da 8 a 14 e nel 2007 con l'aggiunta di una boa a largo di Cagliari il numero è salito a 15, purtroppo ancora insufficiente rispetto ai 7458 km di costa italiana, anche in considerazione dell'attivazione di alcune "Reti Ondametriche Regionali" (ROR). In effetti, come in Italia, anche in altri paesi è presente una limitata copertura geografica, non in grado di caratterizzare adeguatamente alcuni tratti del litorale.

Inoltre, la necessità di effettuare analisi a breve e lungo termine è ostacolata dall'effettiva distanza tra il luogo di interesse e la posizione della boa ondometrica. Pertanto, gli ingegneri, per svolgere adeguatamente il proprio lavoro e condurre le proprie attività di ricerca e monitoraggio, avrebbero bisogno di un aiuto consistente, il quale potrebbe essere tradotto nella possibilità di utilizzare un modello in grado di garantire loro informazioni meteomarine affidabili in località in cui non sono presenti installazioni di boe ondometriche.

Oggi, in letteratura si dispone di metodi in grado di valutare il clima ondoso di largo grazie ai contributi di diversi autori. Nel 1973, *K. Hasselmann* si è occupato della problematica legata alla misura delle onde di vento e delle onde di mare lungo, convertita nel progetto “*Measurements of Wind-Wave Growth and Swell Decay during the Joint North Sea Wave Project*” (JONSWAP), che può oggi ritenersi la base fondante di tutti i lavori trattati in seguito. Egli, insieme ad altri autori, riuscì a dare un forte contributo al settore di ricerca, un apporto che forse ancora oggi non è stato eguagliato, ma che non è sufficiente a risolvere molteplici problematiche annesse. Il grande vantaggio fu quello di trasmettere gli input giusti alle generazioni di professionisti successive, al fine di un notevole proseguimento del lavoro di ricerca in questo settore.

Nel 1975, il *Journal of Physical Oceanography* promuove, nel suo volume 6, un continuo lavoro di *K. Hasselmann* con il titolo “*A Parametric Wave Prediction Model*”. Egli suggerì dalle indagini sul bilancio energetico spettrale, il quale può essere spiegato con l'influenza della forma stabilizzante delle interazioni non lineari di risonanza onda-onda, che sono anche responsabili della migrazione del picco spettrale a frequenze più basse. Dalle analisi di una serie di gruppi di dati, ottenuti nell'ambito non uniforme, nota che le condizioni di vento non stazionarie mostrano che l'invarianza della forma spettrale non è limitata ad un vento uniforme, in condizioni di fetch limitato, ma si applica in generale per un vento di mare crescente. L'invarianza della forma, osservata da *K. Hasselmann* e dai suoi colleghi, viene sfruttata in un modello di previsione d'onda, proiettando l'equazione del trasporto totale per il continuo spettrale bidimensionale su due variabili, che caratterizzano le scale di energia e di frequenza dello spettro. La verifica delle equazioni risultanti rivela delle semplificazioni tali da consentire al sistema considerato di essere ridotto ad una singola equazione ad un'unica variabile, ovvero la frequenza di picco. La distribuzione direzionale dello spettro d'onda è stabilito localmente e può essere considerato come una funzione adimensionale della frequenza  $f / f_m$  e della velocità  $v$ . Per il restante parametro di scala indipendente, la frequenza di picco, il termine dominante nell'equazione di trasporto è determinato dal trasferimento di energia non lineare, che può essere calcolata in modo rigoroso. Tuttavia, a causa della mancanza di misure dirette in input, la relazione di quasi equilibrio dedotta tra  $\alpha$  (costante di *Phillips*) e  $v$  deve essere calibrata empiricamente, ad esempio, con un confronto con i dati ottenuti in condizione di fetch limitato. La maggior parte dei dati analizzati da *Hasselmann* e dal suo team si sono dimostrati ragionevolmente coerenti con una relazione comune  $\alpha - v$ . La dispersione residua dei dati è stata pensata per essere associata in gran parte con una piccola scala di disomogeneità del campo di vento (detta *sub-grid*) e può rappresentare un limite naturale della precisione raggiungibile con modelli d'onda di tipo deterministico. Un modello d'onda completo avrebbe bisogno di combinare il modello parametrico proposto, per la stima della crescita d'onda a partire dal vento che soffia sul mare, con un modello di propagazione delle onde *swell*.

Successivamente, nel 1984, il CERC (*Coastal Engineering Research Center*) prese in considerazione il contributo di *K. Hasselmann* svolto durante il progetto JONSWAP, insieme anche al lavoro di altri autori, per la stesura dello "*Shore Protection Manual*", nel cui primo volume viene descritta una procedura per la stima della velocità del vento, necessaria ad identificare e prevedere l'altezza dell'onda significativa. Il ragionamento di base fu quello di considerare la crescita delle onde di vento come risultato dell'applicazione di una quantità di moto e di un flusso di energia dall'aria al di sopra della superficie d'acqua, nel campo d'onda di riferimento. La maggior parte delle teorie relative alla crescita d'onda, fino a quel momento, ritengono che gli input di energia e quantità di moto dipendano dalla sollecitazione superficiale, la quale a sua volta è fortemente dipendente dalla velocità del vento e da altri fattori che descrivono lo stato limite atmosferico al di sopra delle onde. I venti necessari ad ottenere previsioni d'onda, venivano normalmente ottenuti da osservazioni dirette dei fetch, per la proiezione dei valori oltre i fetch da osservazioni via terra, o da stime basate su mappe meteorologiche. Nel manuale vengono discussi concetti fisici impiegati per la previsione dell'onda, per sottolineare le carenze ed i meriti di procedure più semplici che possono essere utilizzate in alternativa. Il ragionamento parte dalla considerazione delle diverse tipologie d'onda, corte e lunghe, le cui generazione e sviluppo sono legate all'applicazione di un vento significativo. Se questo soffia da un angolo differente alla direzione di propagazione dell'onda, allora la superficie del mare può sembrare molto irregolare. Perciò, se questa differenza risulta essere molto piccola, le onde di vento possono ignorare quelle esistenti, che poi scompaiono; l'energia trasmessa dal vento è quasi sempre non uniforme e il suo andamento può definirsi curvo, perciò la superficie marina può essere caratterizzata da onde provenienti da direzioni differenti, ma generate dallo stesso campo di vento. Le tempeste possono muoversi più velocemente rispetto alla trasmissione dell'energia alle onde, perciò quest'ultima può rimanere alle spalle della tempesta, mentre la generazione locale è di nuovo in corso. Di conseguenza, le previsioni d'onda su grandi superfici d'acqua hanno un migliore riscontro con l'utilizzo di schemi numerici. Questi sistemi di stima e previsione semplificati del moto ondoso possono, perciò, essere utilizzati solo nei casi in cui l'energia trasmessa da onde già formate ed esistenti può essere trascurata.

Di fatto, *K. Hasselmann* ispirò diversi lavori di ricerca, tra cui, oltre quelli già citati precedentemente, anche quello di Jane M. Smith, ingegnere idraulico del CERC, nel suo studio condotto nel periodo che va da luglio 1987 a maggio 1988 e che lo portò alla stesura e pubblicazione del documento "*Wind-Wave Generation on Restricted Fetches*" nel 1991. Quest'ultimo presenta lo sviluppo e l'applicazione del modello NARFET di generazione del sistema vento-onda in condizioni di fetch limitato, con la novità di osservare e valutare la complessità della geometria dei fetch, non considerata nel metodo S.P.M.

Anche gli autori *P. De Girolamo* e *P. Contini* nel 1998 hanno reso possibile la stima delle caratteristiche del moto ondoso, intese come l'altezza significativa dell'onda  $H_S$  e il periodo di picco  $T_p$ , con tecniche di trasposizione geografica di misure ondametriche che possono essere applicate per definire le condizioni di moto ondoso al largo di un sito costiero.

È possibile affidarsi anche al contributo suggerito dal modello d'onda per il Mar Mediterraneo proposto da *L. Cavaleri* e *M. Sclavo* nel 2006 con l'articolo "*The calibration of wind and wave model data in the Mediterranean Sea*" pubblicato dal *Coastal Engineering*. Gli autori utilizzano le tre fonti disponibili di dati di vento e d'onda a lungo termine reperibili nel Mar Mediterraneo, ovvero dati ricavati dai modelli numerici, dati forniti dai satelliti e quelli registrati dalle boe ondametriche. L'uso di tali informazioni è finalizzato ad ottenere serie storiche decennali calibrate ed un gran numero di punti, distribuiti ad intervalli di 0,5 gradi. Il loro contributo ci fornisce informazioni riguardo l'accuratezza delle tre fonti e ci segnala eventuali errori che influenzano l'accuratezza dei risultati finali.

La ricerca nel campo dell'ingegneria marittima avanza, portando, negli ultimi anni, contributi in grado di supportare le attività progettuali e di ricerca sia con modelli sperimentali di laboratorio che con simulazioni numeriche. Quest'ultime stanno trovando sempre maggior utilizzo grazie ad un aumento significativo delle prestazioni di calcolo e della ricerca nell'ambito della simulazione numerica della meccanica dei fluidi. Inoltre, lo sviluppo di sistemi di misura diretti ed indiretti di grandezze come il moto ondoso, ha messo a disposizione basi di dati solide ed affidabili con cui verificare e validare i modelli numerici (*G. Besio et al., 2014*).

Ad oggi, tuttavia, in diverse occasioni, la stima del clima meteomarinico di largo in località in cui non sono presenti strumenti in grado di misurare e registrare l'andamento della superficie marina non è accurata. Si registra, infatti, una imprecisione nei risultati finali ottenuti con le precedenti procedure, a causa, per esempio, di coperture di paraggi ad alcuni venti che nella località di osservazione, invece, investivano direttamente quella di trasposizione, o viceversa. L'approssimazione ottenuta con l'applicazione dei metodi presenti in letteratura è dovuta principalmente a fattori legati alla geometria dei fetch, ma anche alla determinazione indiretta di alcune variabili, oltre che a considerazioni generali di natura climatica.

L'obiettivo dello studio di ricerca vuole, perciò, essere quello di proporre un modello efficace ed affidabile in grado di stimare in modo accurato il clima ondoso di largo, in una vicina zona costiera o in mare aperto, dove non esistono strumenti di misura, ma creando, in alternativa, una boa ondamentrica virtuale, tale da ridurre il più possibile il range di errori di calcolo presenti nelle procedure attuali.

Il lavoro descritto in questa tesi si basa, nello specifico, sull'ipotesi di condizioni anemometriche iniziali omogenee tra località di osservazione (boa reale) e quella di trasposizione (boa virtuale); il modello tiene conto dell'effettiva distanza geografica tra i due luoghi e considera la dipendenza delle caratteristiche dello stato di mare dalle condizioni di sviluppo del moto ondoso: mare completamente sviluppato e mare limitato dalla lunghezza del fetch e dalla durata del vento.

Nello specifico, la tesi illustra la proposta di un metodo di ricostruzione del moto ondoso, chiamato modello GSM (*Geographical Shifting Model*), basato sul metodo JONSWAP (USACE, 1984), con lo scopo di creare una boa ondometrica virtuale. Essenzialmente, sulla base della conoscenza dell'altezza significativa  $H_S$  e della sua direzione di provenienza  $\vartheta$ , forniti dalle registrazioni disponibili alla boa ondometrica reale collocata nel punto di osservazione, dei fetch geografici della località di osservazione e di quella di trasposizione (luogo della boa virtuale), rispettivamente  $F_O$  e  $F_T$ , è possibile determinare i valori di  $H_S$  e  $T_P$  alla boa virtuale.

Nei capitoli successivi ( III cap. e IV cap.) vengono illustrati il modello ed alcune applicazioni della procedura di trasposizione delle time series delle quali siano noti  $H_S$ ,  $T_P$  e  $\vartheta$ , forniti dalle registrazioni di boe ondometriche reali, e prive d'informazioni riguardo intensità e durata del vento.

## 1.2 Fonti e Dati

I dati di riferimento necessari alla stima del moto ondoso possono essere di quattro tipologie differenti:

1. DATI RON;
2. DATI UKMO;
3. DATI SATELLITARI;
4. DATI SOGGETTIVI.

La Rete Ondometrica Nazionale è attiva dal luglio 1989. La RON originaria era composta da otto boe direzionali di tipo pitch-roll, dislocate al largo di La Spezia, Alghero, Ortona, Ponza, Monopoli, Crotona, Catania e Mazara. Ogni boa, ancorata su fondali dell'ordine di 100 metri, segue il movimento della superficie dell'acqua e permette di determinare l'altezza e la direzione delle onde. Gli strumenti sono dotati di un sistema di localizzazione che utilizza il satellite ARGOS per il controllo continuo della posizione.

Nel 1999 sono state aggiunte alla rete preesistente nel 1998 le ulteriori boe a traslazione di Cetraro ed Ancona ed è stata sostituita con una ulteriore boa a traslazione la boa pitch-roll di Catania. Nel 2002 il numero di installazioni aumentò, arrivando a contare 14

boe ondamiche ancorate ai fondali italiani, fino al 2007 quando venne installata l'ultima a largo della costa di Cagliari. La Rete Ondametrica Nazionale è quindi configurata ora su quindici stazioni di misura, di cui alcune costituite da una boa direzionale Datawell-Wavec di tipo *pitch-roll* ed altre costituite da una boa direzionale Datawell-Waverider di tipo a traslazione. Le stazioni sono completate da un centro di ricezione ed elaborazione a terra dei dati inviati via radio dalla boa.

Il ricevitore fornisce i segnali ricevuti dalla boa in un formato codificato e un apposito computer li decodifica, esegue il controllo sulla qualità dei dati e li pre-elabora. I dati vengono acquisiti normalmente per periodi di 30 minuti ogni tre ore e con intervalli inferiori nel caso di mareggiate particolarmente significative. Si considerano quindi due stati di mare di 20 minuti effettivi ciascuno a registrazione continua in modo da effettuare ogni giorno almeno 4 registrazioni.

I parametri sintetici ottenuti da queste boe sono:

- $H_S$  (metri) altezza d'onda significativa;
- $T_P$  (secondi) periodo di picco;
- $T_m$  (secondi) periodo medio;
- $\theta$  (gradi N) direzione media di propagazione del moto ondoso;

e parametri spettrali per banda di frequenza:

- $E(w)$  densità spettrale di energia o spettro di frequenza;
- $E(w, \theta)$  spettro direzionale;
- *SPREAD* (parametro di dispersione direzionale);
- asimmetria (skewness).

Nei casi di mareggiate particolarmente significative, con valori di  $H_S$  superiori a 3,0 m per Ancona, Pescara, Monopoli, Crotona e Catania, 4,5 m per La Spezia, Ponza, Cetraro e Mazara del Vallo e 5,0 m per Alghero, l'acquisizione dei dati avviene automaticamente in continuo e i dati sono prodotti ogni mezz'ora. Nella stazione a terra, al ricevitore sono collegati due calcolatori mediante i quali si acquisiscono i dati grezzi trasmessi dalla boa e i dati elaborati, e si trasmettono sintesi dei dati al Centro di controllo e gestione della rete presso la Direzione del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

All'inizio del 2002 sono iniziate le attività di potenziamento della RON volte alla realizzazione di un sistema affidabile di monitoraggio e diffusione dei dati in tempo reale. Dal punto di vista dei parametri osservati non ci saranno variazioni rispetto alle grandezze misurate dal 1989, tranne per l'aggiunta delle elaborazioni nel dominio del tempo (analisi *zero-crossing*). Minori differenze sono in gran parte dovute alla migliore affidabilità dei dati conseguente all'incremento delle capacità di elaborazione del

processore sulla boa, all'uso di sensori allo stato solido e all'aumento della frequenza di campionamento dei sensori. Gran parte delle modifiche della rete è stata orientata a migliorare l'efficienza generale del sistema, dotando le boe di dispositivi di data-logging per recuperare i dati non trasmessi a terra, potenziando sensibilmente i centri locali di ricezione con un efficiente file system dotato di un sistema automatico di posizionamento GPS con trasmissione satellitare della posizione. Il numero delle stazioni è stato infine portato a 15, aggiungendo 4 nuove boe posizionate a Capo Linaro (Civitavecchia, Tirreno Centrale), Capo Gallo (Palermo, Sicilia), Punta della Maestra (alto Adriatico), Capo Comino (Sardegna Orientale) e Cagliari. La diffusione dei dati avviene principalmente via Internet, Televideo RAI e Global Telecommunication System.

Gli ondometri direzionali impiegati nella RON dal terzo trimestre 2002 saranno tutti TRIAXYS, modificati per rispondere alle particolari esigenze della RON. La rete sarà comunque in grado di poter gestire tutte le differenti tipologie di ondometro impiegate correntemente in Italia.

Il funzionamento ininterrotto della rete ormai da più di dieci anni, con un rendimento complessivo superiore al 92% in termini di dati archiviati, permette di avere a disposizione una gran quantità di dati validi per elaborazioni scientifiche ed ingegneristiche. Presso l'area marittima dell'APAT, è operativo il Centro di Elaborazione e Archiviazione Dati, che svolge il servizio di supervisione dello stato della rete, acquisizione di dati sintetici in tempo reale, archiviazione ed elaborazione dei dati storici. Tali attività consistono in particolare nella verifica continua della completa funzionalità dei dispositivi; nell'acquisizione di dati sintetici in tempo reale; nell'archiviazione, elaborazione e distribuzione dei dati. L'area marittima cura direttamente l'elaborazione e produzione dei Bollettini delle Rilevazioni Ondametriche. In queste pubblicazioni trimestrali vengono riportati:

- il funzionamento dei sistemi di rilevamento;
- i tabulati dei dati elaborati: altezza significativa, periodo di picco e direzione media;
- le elaborazioni grafiche delle serie temporali delle altezze significative;

le elaborazioni grafiche delle analisi spettrali (quando le altezze significative hanno valori superiori alla soglia prefissata per ogni stazione).

I dati UKMO esistono dal 1986 e provengono dal Centro Meteorologico Met Office di Brackwall (*Illinois*). Sono dati di vento trasposti mediante modelli EWM (*European Web Model*) in dati di mare. Questo modello calcola, a scala globale appunto, le condizioni del moto ondoso al largo (onde di mare vivo e onde *swell*) sulla base di dati meteorologici (campi di vento).

Ci forniscono dati sintetici:

- $H_s$  (metri) altezza d'onda significativa;
- $T_m$  (secondi) periodo medio;
- $\theta$  (gradi N) direzione media di propagazione del moto ondoso;

e dati spettrali per banda di frequenza:

- $E(w)$  densità spettrale di energia o spettro di frequenza;
- $E(w, \theta)$  spettro direzionale;
- *SPREAD* (parametro di dispersione direzionale)
- Variazione di dati di vento rispetto alla quota;
- Dati di vento trasposti (1986) tutti riferiti allo stesso periodo;
- Dati di vento molto larghi (25 X 25) e quindi meno precisi.

I dati satellitari esistono dal 1980 e sono forniti su internet, come i dati RON, dalla Protezione Civile. I satelliti di riferimento sono europei ed americani: EUR S1, EUR S2 e TOPEX. Questi hanno un grande svantaggio che è quello di fornire informazioni su spaziature enormi: un campione ogni secondo per una superficie di  $100 \text{ Km}^2$ .

Grazie all'uso di questi strumenti si ottengono, però, anche le coordinate geografiche del centro esatto della maglia di riferimento e l'istante di tempo in cui viene effettuata la misura, ma non forniscono la direzione del moto ondoso (dato relativo e non assoluto).

I dati ottenuti vengono poi trasposti in dati di moto ondoso con la formula di *Young* (1999):

$$H_s(\text{boe}) = 1,067H_s(\text{TOPEX}) - 0,039 \quad (1.1)$$

I dati soggettivi provengono dall'Istituto Meteorologico Olandese, cioè il *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institute*. Sono informazioni ricavate dai capitani delle navi in transito e quindi sono dati visuali riportati nei registri di bordo, soggetti perciò a molteplici errori: di trascrizione, di valutazione, ecc. D'altra parte riescono comunque a coprire delle zone di mare scoperte da boe e satelliti, fornendo valori di altezza d'onda soggettiva differente da quella significativa.

Per avere un quadro completo della situazione generale, si può dire che: i dati ottenuti dalle registrazioni delle boe ondometriche (intesi come tutti i dati misurati a livello locale nel mare) sono precisi, frequenti (in genere misurati ad intervalli di tre ore), ma in numero è limitato, molto scarso per lo più in prossimità delle coste; i dati satellitari sono di buona precisione, tranne per valori molto bassi e molto alti, sono continui, ma notevolmente intermittenti in una data posizione, e, inoltre, è molto difficile ottenerli vicino alla costa.

Successivamente parleremo anche di dati ottenuti con l'utilizzo di modelli numerici, i quali offrono caratteristiche continue nello spazio e nel tempo, ricche di informazioni complete (spettro d'onda), ma spesso sottovalutano le condizioni reali nei bacini chiusi.

In conclusione, l'affidabilità del dato meteomarinario e la sua copertura totale su tutta la superficie marina/oceanica mondiale si può dire non essere garantita al 100%.

### **1.3 Modelli Indiretti**

In letteratura, tra le diverse metodologie di ricostruzione delle mareggiate, esistono i cosiddetti metodi indiretti, ovvero quelli formulati a partire dai dati di vento. Come per quelli diretti, è necessario disporre di serie storiche piuttosto lunghe per conferire affidabilità alle procedure di tipo statistico, necessarie per la previsione degli eventi estremi e per la ricostruzione del clima ondoso medio.

La difficoltà principale dei metodi indiretti risiede nella forte variabilità spaziale e temporale del vento e, soprattutto, nella quasi totale mancanza di dati all'interno dell'area di generazione. In Italia è possibile reperire dati delle stazioni anemometriche costiere dell'ITAV, che consentono, con opportune procedure, di disporre degli input necessari per i metodi indiretti, ammesso che i venti rivelati possano considerarsi rispettivamente dell'intera area di generazione.

La previsione del moto ondoso viene generalmente effettuata con i metodi di previsione indiretta, tramite cioè una procedura di ricostruzione delle caratteristiche del moto ondoso di largo, partendo dalla descrizione del campo di vento sull'area di generazione. Si riproduce, quindi, la serie delle mareggiate che sono avvenute in passato e si ipotizza che la statistica di questi eventi possa essere rappresentativa anche degli eventi futuri.

Questi modelli forniscono le caratteristiche di uno stato di mare generato da un campo di vento avente velocità e direzione costante per tutta la durata dell'evento anemometrico e su tutta l'area di generazione. Questa semplificazione del fenomeno di trasferimento di energia dal vento alla superficie del mare permette la ricostruzione delle mareggiate una volta note la velocità media, la direzione media, la durata del vento e l'estensione dell'area di generazione. L'applicazione dei modelli di previsione necessita della distribuzione direzionale dei fetch geografici dai quali valutare i fetch efficaci (*Saville, 1958*).

Considerando i fetch efficaci, si associano i valori di fetch non nulli anche alle direzioni esterne prossime ai limiti del settore di traversia. Bisogna tenere presente, infatti, anche i venti provenienti da direzioni esterne attigue al settore geografico contribuiscono allo sviluppo del moto ondoso.

Tra la direzione del vento e quella delle mareggiate esiste una deviazione, a volte, di notevole entità, dovuta al fatto che il trasferimento di energia non è assolutamente trascurabile in settori angolari di  $\pm \pi/2$  a cavallo della direzione di provenienza del vento. La diversa lunghezza dei fetch, in tale settore, determina una dissimmetria nel trasferimento di energia e, quindi, una diversa direzione di propagazione dell'onda. Nei modelli di ricostruzione indiretti si rende perciò necessaria una procedura di calcolo per valutare la deviazione fra la direzione del vento e quella della mareggiata (*Leenknecht et al., 1992 e Seymour, 1977*).

I modelli di previsione si classificano in quattro categorie:

- modelli spettrali: che risolvono l'equazione differenziale del trasporto di energia, calcolando lo spettro di energia su tutti i punti della griglia con cui viene discretizzata l'area di generazione;
- modelli parametrici: che ipotizzano una distribuzione costante dell'energia del moto ondoso rappresentabile in funzione di un numero limitato di parametri;
- modelli statistici: che si basano sulla tecnica della regressione multipla, per valutare la relazione tra il moto ondoso e il campo di vento;
- modelli empirici: i più utilizzati nella pratica ingegneristica, che si basano su relazioni sperimentali tra il vento e le caratteristiche del moto ondoso.

Nei capitoli successivi sono descritti alcuni dei modelli indiretti presenti in letteratura, di maggior successo ed utilizzo nella pratica ingegneristica e, perciò, anche impiegati in fase di studio, tra cui il modello parametrico JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project, Hasselmann, 1973*) ed il modello S.P.M. presentato dallo Shore Protection Manual nel 1984 e ricavato dal *Cerc (Coastal Engineering Research Center)* come semplificazione del modello spettrale di *Hasselmann*.

## 1.4 Modelli Diretti

I dati utilizzabili per una credibile caratterizzazione del clima meteomarinico medio attraverso metodi diretti erano, fino agli anni '80, piuttosto rari, tanto da rendere spesso impossibile la ricostruzione di una serie storica attendibile. Da circa più di un ventennio, sui litorali italiani è attiva una rete onda metrica gestita dal servizio Idrografico e Mareografico della Presidenza del Consiglio, di cui abbiamo parlato prima. Le boe, pur non essendo in grado di caratterizzare l'intero litorale italiano (sia per la limitatezza del periodo di osservazione, sia per la scarsa copertura geografica) consentono interessanti analisi sui metodi di ricostruzione delle mareggiate attualmente in uso.

Entrando nel dettaglio, i metodi diretti consistono nell'elaborazione delle registrazioni ondametriche, delle quali è possibile risalire alla serie storica delle mareggiate verificatesi nel paraggio monitorato.

Per quanto riguarda il metodo diretto, è bene evidenziare che il rilievo del moto ondoso è attualmente limitato a pochi punti e anche se in futuro la rete verrà ulteriormente ampliata, come già fatto in passato, è impensabile che tutte le coste vengano strumentate. Di conseguenza, l'utilizzo di un metodo diretto può fornire risultati attendibili solo in alcuni casi. Si rende, quindi, necessario l'utilizzo di un metodo per la trasposizione spaziale delle registrazioni dal punto di misura ad un paraggio limitrofo, caratterizzato da un'esposizione simile a quella del punto monitorato.

Il metodo di trasposizione si basa sull'ipotesi che le stesse condizioni anemometriche, che hanno generato gli stati di mare rilevati dalla boa, abbiano interessato anche l'area di generazione del paraggio in esame. Si assume, quindi, che nei due luoghi si verifichi un evento anemometrico con la stessa direzione di provenienza, intensità e durata. La tecnica consente di determinare la corrispondenza tra le caratteristiche del moto ondoso (direzione, altezza e periodo) rilevate dalla boa e quelle del paraggio in esame.

Il metodo proposto in letteratura, pur suscettibile di ulteriori sviluppi, allo stato attuale delle conoscenze è affetto da incertezze dovute principalmente alla scarsa copertura spaziale delle boe ed alle ipotesi assunte per definire lo sviluppo delle mareggiate. Esse, infatti, impongono che le mareggiate siano in regime stazionario, sia in corrispondenza della boa, sia nel paraggio dove s'intende ricostruire il clima meteomarinico, ovvero che non sia possibile alcuna differenza tra i due siti circa le modalità di sviluppo del mare.

Se al contrario si ammettesse che almeno in uno dei due siti lo sviluppo del mare fosse limitato dalla durata del vento, sarebbe necessario conoscere le condizioni anemometriche per stabilire la corrispondenza tra le caratteristiche del moto ondoso nei due luoghi considerati. Si deve inoltre osservare che il metodo in esame stabilisce una corrispondenza biunivoca tra le direzioni delle mareggiate rilevate in corrispondenza delle boe e quelle del paraggio esaminato. Può invece accadere che le mareggiate cui compete una particolare direzione nel paraggio d'interesse potrebbero non essere state rilevate dalla boa, poiché provenienti da direzioni non compatibili con la posizione della boa.

La trasposizione geografica può essere effettuata utilizzando le seguenti relazioni che sono state ricavate a partire dal modello S.P.M. (1984):

$$\frac{H_{mo}^P}{H_{mo}^O} = \left( \frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1.2a)$$

$$\frac{T_m^P}{T_m^O} = \left( \frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1.2b)$$

dove gli apici “O” e “P” sono rispettivamente le grandezze nel punto di misura e al punto di trasposizione.

Si osserva che il trasferimento delle grandezze dipende solo dalla geometria della zona. Per quanto riguarda la direzione dell’onda nei due paraggi applicando la *spreading fuction*, la quale considera l’angolo tra la direzione media del vento e le direzioni adiacenti sulle quali avviene il trasferimento di energia (Seymour, 1977), si ricavano le leggi che legano la direzione del vento alla direzione del mare nei due luoghi.

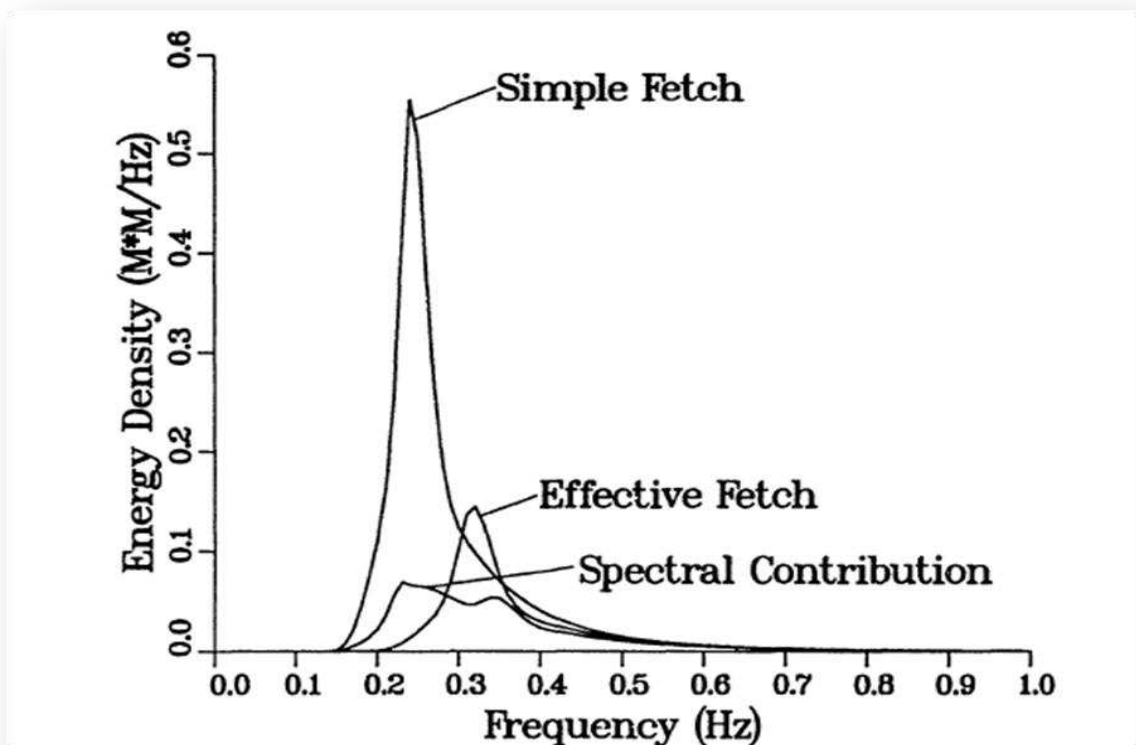
Il passo successivo consiste nel valutare, per ciascun paraggio e direzione di provenienza, il fetch efficace mentre, applicando la *spreading fuction*, si calcola lo scarto tra la direzione del vento e quella del moto ondoso. A questo punto, nota la direzione del moto ondoso nel punto di misura, si calcola la direzione del vento che lo ha generato e, ipotizzando che nel punto d’interesse abbia soffiato un vento con la stessa direzione, si valuta la direzione dell’onda nel paraggio. Dopo aver definito le direzioni dell’onda nei due paraggi, si valutano lungo esse le lunghezze dei fetch efficaci e si calcolano i coefficienti di trasporto delle caratteristiche del moto ondoso.

Si ribadisce che il suddetto metodo è affidabile alle sole mareggiate limitate nel loro sviluppo dalla lunghezza del fetch. Si assume, inoltre, che in entrambi i siti esaminati si verificano le stesse condizioni di sviluppo del moto ondoso, circostanza che si verifica quando i due paraggi sono caratterizzati da una distribuzione direzionale del fetch simile.



## CAPITOLO II

### Modelli Esistenti in Letteratura



## CAPITOLO II

### Modelli Esistenti in Letteratura

#### 2.1 Modello Parametrico JONSWAP (1973)

Questo paragrafo descrive la procedura che ha portato alla definizione del cosiddetto Spettro JONSWAP.

Negli anni '40 – '50 furono messe a punto alcune idee di base sulla generazione del moto ondoso da parte del vento. Da questi concetti, partì un lavoro che si sviluppò immediatamente dopo, tra gli anni '50 e gli anni '60/'70, che racchiude contributi di diversi autori come *Phillips*, *Pierson* e *Moskowitz*.

Per introdurre meglio l'argomento, facciamo un passo indietro e definiamo alcuni di questi concetti base inerenti la teoria degli stati di mare e la definizione della funzione spettro di energia.

Consideriamo un punto in mare fissato ad un certo istante, notiamo che in tale punto cominciano a formarsi delle onde: queste possono essere dovute ad un vento che soffia in zona, o possono essere anche onde che si propagano al di fuori dell'area di generazione, cioè onde generate precedentemente da un vento che ha soffiato in un'altra località, e cioè lontano dal punto che abbiamo fissato. Nel primo caso parleremo di "onde di vento" o *wind waves*, mentre nel secondo caso di "onde di mare lungo" o *swells*. Adesso registriamo la funzione elevazione d'onda  $\eta(t)$  nel punto fissato dopo un certo intervallo di tempo dall'inizio dell'agitazione ondosa che coincide con la durata di uno stato di mare reale. Supponiamo poi che la stessa mareggiata si replichi più e più volte, ciascuna volta con la stessa durata e velocità dei venti sull'intero bacino a cui il nostro punto appartiene. Secondo la "teoria degli stati di mare" al primo ordine di *Stokes*, le  $n$  serie temporali  $\eta_1(t), \eta_2(t), \dots, \eta_n(t)$  sono spezzoni di altrettante realizzazioni di un processo aleatorio stazionario gaussiano.

Ciascuna realizzazione del processo ha durata infinita e quindi rappresenta uno stato di mare ideale. In forma analitica il processo si realizza con la seguente formula:

$$\eta(x, y, t) = \sum_{i=1}^N a_i \cos(\omega_i t + \varepsilon_i) \quad (2.1)$$

dove si assume che le frequenze  $\omega_i$  siano tutte diverse tra loro, il numero  $N$  sia infinitamente grande, gli angoli di fase  $\varepsilon_i$  siano distribuiti uniformemente in  $(0, 2\pi)$  e

siano stocasticamente indipendenti tra loro, e le ampiezze  $a_i$  siano tra loro dello stesso ordine. Si definisce così la funzione spettro:

$$E(\omega) \delta\omega \equiv \sum_i \frac{a_i^2}{2} \quad \text{per } i \text{ t. c. } \omega - \frac{\delta\omega}{2} < \omega_i < \omega + \frac{\delta\omega}{2} \quad (2.2)$$

tale che sia continuo ed uguale ad ogni realizzazione del processo.

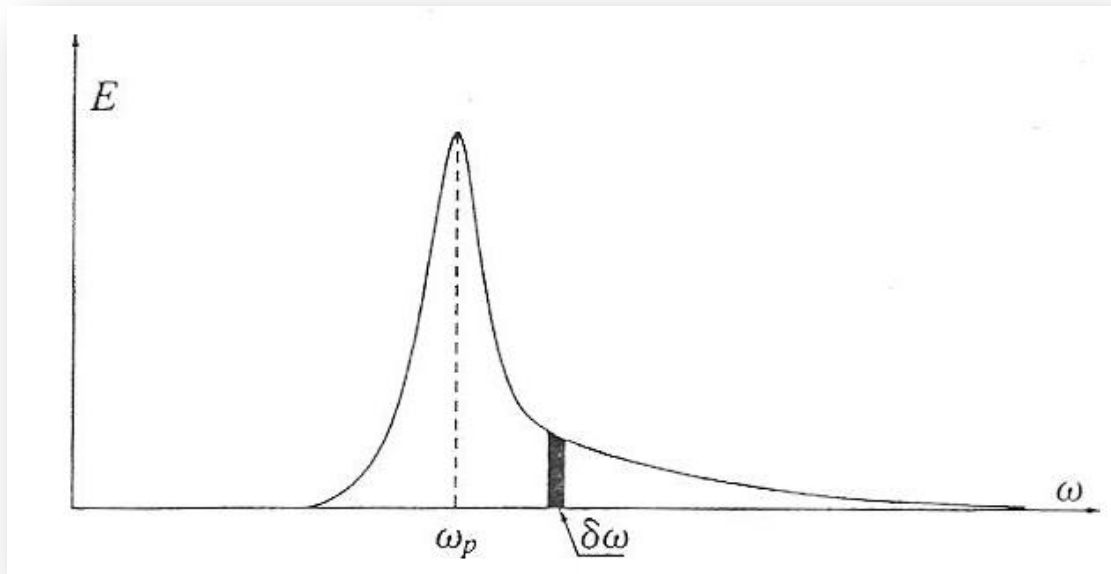


Fig. 2.1 – Rappresentazione grafica della funzione spettro.

Inoltre lo spettro può essere definito graficamente come l'area sottesa della funzione  $E(\omega)$ , che in corrispondenza di un intervallino  $(\omega, \omega + \delta\omega)$ , è uguale alla (2.2) per gli  $i$  tali che  $\omega_i$  cade nel predetto intervallino  $(\omega, \omega + \delta\omega)$ .

Di seguito alcune definizioni di base prima di introdurre lo spettro JONSWAP:

- *Deviazione standard*: dove la media si riferisce all'intera durata dello stato di mare e rappresenta la misura più diretta dell'intensità dell'agitazione ondosa. Più è alta  $\sigma$ , maggiori sono gli spostamenti della superficie libera rispetto al livello medio e quindi più alte sono le onde.

$$\sigma \equiv \sqrt{\langle \eta^2(t) \rangle} \quad (2.3)$$

- *Altezza significativa*: è il parametro più comunemente utilizzato che per le teorie degli anni '50, '60 risultava essere uguale all' $H_{1/3}$  media della terza parte di onde più alte presenti nello stato di mare che ormai sappiamo essere sistematicamente più piccola del 5 ÷ 10% rispetto al livello  $4\sigma$ .

$$H_s \equiv 4\sigma \quad (2.4)$$

- *Frequenza dominante*: è quella in corrispondenza della quale si ha il picco dello spettro.

$$\omega_p \equiv \frac{2\pi}{T_p} \quad (2.5)$$

- *Periodo dominante*: quello in corrispondenza della frequenza dominante.

$$T_p \equiv \frac{2\pi}{\omega_p} \quad (2.6)$$

- *Lunghezza d'onda su profondità infinita*:

$$L_{p0} \equiv \frac{gT^2}{2\pi} \quad (2.7)$$

- *Momento di ordine 0 dello spettro*: rappresenta l'area complessiva sottesa dallo spettro.

$$m_0 \equiv \int_0^{\infty} E(\omega) d\omega \quad (2.8)$$

- *Momento di ordine j dello spettro*:

$$m_j \equiv \int_0^{\infty} \omega^j E(\omega) d\omega \quad (2.9)$$

Quando onde e vento hanno sensibilmente la medesima direzione è il vento stesso che genera quelle che abbiamo definito come "wind waves". Tali onde tendono ad assumere una forma di spettro, come quella di figura (2.1), che evidenzia un andamento differente della  $E(\omega)$  a destra e a sinistra di  $\omega_p$ . L'espressione proposta dal progetto JONSWAP per interpretare questa forma caratteristica è:

$$E(\omega) = Ag^2 \omega^{-5} \exp\left[-\frac{5}{4}\left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)^4\right] \exp\left\{\ln\chi_1 \exp\left[\frac{-(\omega - \omega_p)^2}{2\chi_2^2 \omega_p^2}\right]\right\} \quad (2.10)$$

dove la  $E(\omega)$  va rapidamente a zero a sinistra di  $\omega_p$  e va più gradualmente a zero a destra di  $\omega_p$ . Questa funzione rappresenta il cosiddetto spettro JONSWAP (sigla di *Joint*

North Sea Wave Project) e descrive il risultato di un lavoro sviluppato, come già detto in precedenza, tra gli anni '50 e gli anni '60. Fu Phillips negli anni '50 ad osservare per primo che lo spettro tende a zero, per grandi valori di  $\omega$ , secondo una legge di tipo " $\omega^{-5}$ ". Il pezzo " $A g^2 \omega^{-5}$ " dell'espressione è dovuto a lui, infatti il parametro " $A$ " viene chiamato "*parametro di Phillips*".

La forma:

$$E(\omega) = A g^2 \omega^{-5} \exp \left[ -\frac{5}{4} \left( \frac{\omega_p}{\omega} \right)^4 \right] \quad (2.11)$$

è stata formulata da Pierson e Moskowitz nella metà degli anni '60.

L'ultimo perfezionamento, cioè l'introduzione della seconda esponenziale, fu il contributo vero e proprio del progetto JONSWAP all'inizio degli anni '70.

La formula per alti fondali ottenuta sostituendo nell'espressione del momento di ordine 0 dello spettro, quella dello spettro JONSWAP, risulta:

$$m_0 = A g^2 \int_0^{\infty} \omega^{-5} \exp \left[ -\frac{5}{4} \left( \frac{\omega_p}{\omega} \right)^4 \right] \exp \left\{ \ln \chi_1 \exp \left[ -\frac{(\omega - \omega_p)^2}{2 \chi_2^2 \omega_p^2} \right] \right\} d\omega \quad (2.12)$$

Come quella di Pierson e Moskowitz del '60, anche quest'espressione finale dello spettro ha il suo massimo per  $\omega = \omega_p$  e lo si può dimostrare osservando che :

- la seconda esponenziale è uguale a  $\chi_1$  per  $\omega = \omega_p$  e tende a 1 al crescere di  $|\omega - \omega_p|$ ;
- il parametro  $\chi_1$  assume valori maggiori di 1.

Allora la seconda esponenziale rende ancora più prominente il picco di  $E(\omega)$  in  $\omega_p$ .

Secondo i ricercatori del progetto JONSWAP, i valori più caratteristici dei parametri di forma  $\chi_1$  e  $\chi_2$  sono:

$$\chi_1 = 3,3 \text{ e } \chi_2 = \begin{cases} = 0,07 \text{ se } \omega \leq \omega_p \\ = 0,09 \text{ se } \omega > \omega_p \end{cases}$$

Questi valori fanno riferimento a quello che viene chiamato spettro JONSWAP medio che viene rappresentato nella seguente figura nella forma adimensionale  $E(\omega)/E(\omega_p)$  in funzione di  $\omega/\omega_p$ .

Si noti che tale forma dipende solo dal valore dei parametri  $\chi_1$  e  $\chi_2$  che per tale motivo vengono appunto chiamati *parametri di forma*. Inoltre, si può assumere  $\chi_1 = 3$  e  $\chi_2 = 0,08$  con conseguenze trascurabili.

Quanto al parametro  $A$ , esso dipende dalle caratteristiche della generazione: tanto più piccolo è il fetch  $\mathfrak{F}$  (estensione di mare sulla quale agisce il vento), tanto più grande è la velocità  $u$  del vento e allora tanto più grande risulta  $A$ .

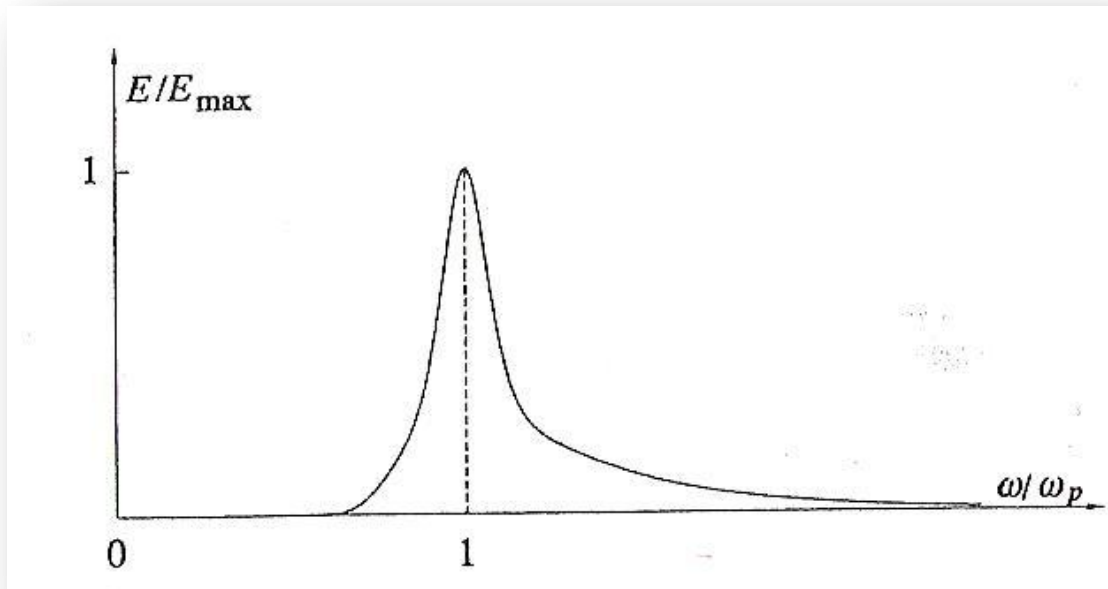


Fig. 2.2 – Spettro JONSWAP medio.

I ricercatori del progetto proposero la seguente relazione:

$$A = 0,076 \left( \frac{gF}{u^2} \right)^{-0,22} \quad (2.13)$$

Considerando l'espressione (2.12) dello spettro JONSWAP medio, passiamo dalla variabile dimensionale  $\omega$  alla variabile adimensionale:

$$w \equiv \omega/\omega_p \quad (2.14)$$

e definiamo lo spettro adimensionale:

$$E(w) \equiv w^{-5} \exp\left(-\frac{5}{4}w^{-4}\right) \exp\left\{\ln\chi_1 \exp\left[-\frac{(w-1)^2}{2\chi_2^2}\right]\right\} \quad (2.15)$$

Sostituendo nella (2.12)  $\omega$  con  $w$ , abbiamo:

$$m_0 = Ag^2\omega_p^{-4} \int_0^{\infty} E(w)dw \quad (2.16)$$

L'integrale di  $E(w)$  può essere eseguito numericamente e, con i valori precedenti dei parametri  $\chi_1$  e  $\chi_2$ , il risultato è 0,305.

Pertanto:

$$m_0 = 0,305Ag^2\omega_p^{-4} \quad (2.17)$$

Note le relazioni:

$$m_0 \equiv \frac{H_s^2}{16} \quad (2.18a)$$

$$T_p \equiv \frac{2\pi}{\omega_p} \quad (2.18b)$$

si ricava la seguente relazione:

$$T_p = \sqrt[4]{\frac{1}{0,305A}} 2\pi \sqrt{\frac{H_s}{4g}} \quad (2.19)$$

Come già detto, il valore di  $A$  dipende dalle caratteristiche della generazione. Un valore tipico per condizioni da progetto è  $A = 0,01$ , con il quale il legame tra  $T_p$  e  $H_s$  diventa:

$$T_p = 8,5\pi \sqrt{\frac{H_s}{4g}} \quad (2.20)$$

Si osserva come il periodo dominante si riduce, a parità di altezza d'onda significativa, al crescere di  $A$ ; poiché  $A$  è tanto più grande quanto più il fetch è piccolo e il vento è forte, ne segue che il periodo dominante sarà tanto più piccolo a parità di altezza d'onda significativa, quanto più il fetch è piccolo ed il vento è forte. Questo ci fa comprendere un fenomeno caratteristico delle onde di vento. Può capitare, infatti, di osservare un fetch relativamente piccolo battuto da un vento forte, sia che ci troviamo su un lago o a mare, ed osservare che in entrambi i casi si forma in acqua della vistosa schiuma bianca anche su alte profondità. Il fenomeno è dovuto al fatto che la maggior parte delle onde frangono, perché sono troppo ripide, e lo sono perché  $A$  è grande a causa del fetch piccolo e del vento forte. La relazione tra  $T_p$  e  $H_s$  permette di calcolare la rapidità caratteristica dell'onda, nel modo seguente:

$$\frac{H_s}{T_{p0}} = \frac{2}{\pi} \sqrt{0,305A} \quad (2.21)$$

## 2.2 “A Parametric Wave Prediction Model”: Hasselmann (1975)

Le misurazioni degli spettri d'onda in condizioni di fetch limitato indicano una invarianza approssimativa della forma spettrale normalizzata con i fetches. Nel 1975, *Hasselmann* suggerì dalle indagini sul bilancio energetico spettrale, il quale può essere spiegato con l'influenza della forma stabilizzante delle interazioni non lineari di risonanza onda-onda, che sono anche responsabili della migrazione del picco spettrale a frequenze più basse. Dalle analisi di una serie di ulteriori gruppi di dati, ottenuti nell'ambito non uniforme, si nota che le condizioni di vento non stazionarie mostrano che l'invarianza della forma spettrale non è limitata ad un vento uniforme, in condizioni di fetch limitato, ma si applica in generale per un vento di mare crescente.

L'invarianza della forma, osservata da *Hasselmann* e dai suoi colleghi, viene sfruttata in un modello di previsione d'onda, proiettando l'equazione del trasporto totale per il continuo spettrale bidimensionale su due variabili, che caratterizzano le scale di energia e di frequenza dello spettro. La verifica delle equazioni risultanti rivela ulteriori semplificazioni, consentendo al sistema di essere ridotto ad una singola equazione ad un'unica variabile, ovvero la frequenza di picco.

Questo è fattibile grazie alla rapida regolazione dello spettro ad un livello di quasi equilibrio, in cui l'ingresso atmosferico viene bilanciato dal trasferimento lineare di energia fuori dalla regione centrale dello spettro di alte e basse frequenze. L'equilibrio si verifica sufficientemente rapido per essere trattato come un processo di risposta locale, fornendo, così, una relazione tra il livello di energia dello spettro (caratterizzata, per esempio, dalla costante  $\alpha$  di *Phillips*), la frequenza di picco  $f_m$  e la velocità del vento locale  $U$  ( gli ultimi due sono verificati solo in combinazione adimensionale  $\nu = U^3 \rho m / g$ ).

La distribuzione direzionale dello spettro d'onda è anche stabilito localmente e può essere considerato come una funzione adimensionale della frequenza  $f / f_m$  e della velocità  $\nu$ . Per il restante parametro di scala indipendente, la frequenza di picco, il termine dominante nell'equazione di trasporto è determinato dal trasferimento di energia non lineare, che può essere calcolata in modo rigoroso. Per l'ordine più basso, il modello d'onda ad un parametro è indipendente dai relativi contributi dell'ingresso atmosferico e di dissipazione nella regione centrale dello spettro. Tuttavia, a causa della mancanza di misure dirette in input atmosferico o di dissipazione, la relazione di quasi equilibrio dedotta tra  $\alpha$  e  $\nu$  deve essere calibrata empiricamente, ad esempio, con un confronto con i dati ottenuti in condizione di fetch limitato. La maggior parte dei dati analizzati da *Hasselmann* e dal suo team si sono dimostrati ragionevolmente coerenti con una relazione comune  $\alpha - \nu$ . La dispersione residua dei dati è stata pensata per essere associata in gran parte con una piccola scala di disomogeneità del campo di vento

(detta *sub-grid*) e può rappresentare un limite naturale della precisione raggiungibile con modelli d'onda di tipo deterministico. Un modello d'onda completo avrebbe bisogno di combinare il modello parametrico proposto, per la stima della crescita d'onda a partire dal vento che soffia sul mare, con un modello di propagazione delle onde *swell*.

I modelli numerici di previsione d'onda sono stati, fino ad esso, tradizionalmente basati su una sintesi di dati empirici, su teorie della dinamica delle onde e su ipotesi, in un situazione in cui sia la teoria sia i dati erano carenti. Questi approcci sono rimasti necessari fino a quando rimase incompleta la conoscenza sui principali processi che controllano il bilancio energetico dello spettro d'onda. Già allora ci si aspettava che questi modelli sarebbero successivamente migliorati, anche grazie ad una maggiore disponibilità dei dati. Dopo il progetto JONSWAP si chiarirono alcuni dei principali meccanismi che controllano l'evoluzione dello spettro d'onda, i quali riescono a dare un nuovo spunto al problema della previsione d'onda.

In passato i dati di crescita d'onda sono stati dotati di funzioni di crescita lineare ed esponenziale, ma l'input atmosferico dedotto risulta essere considerevolmente più grande e, perciò, incompatibile col noto trasferimento della quantità di moto totale attraverso l'interfaccia aria-mare. Questo paradosso è stato risolto ed è stato, anche, dimostrato che la rapida crescita delle onde sulla faccia anteriore dello spettro è associata al flusso di energia non lineare attraverso il picco, dovuto all'iterazione onda-onda di risonanza (*Hasselmann, 1962-1963*). Si è dedotto, inoltre, che il trasferimento di energia non lineare incide non solo sul tasso di crescita delle onde, ma anche sulla forma dello spettro ed, in particolare, sullo sviluppo del picco e sulla sua mitigazione verso le basse frequenze. Per quanto riguarda la previsione d'onda, questi risultati sono importanti non solo per la corretta descrizione della funzione originaria nell'equazione trasporto, ma anche per la scelta di opportune tecniche numeriche. Appena il trasferimento non lineare diventa un termine non trascurabile nel bilancio energetico, diventa necessaria una qualche forma di parametrizzazione dello spettro. Nei modelli di previsione precedenti, i termini di trasferimento di risonanza non lineari sono stati ignorati completamente o sono stati ottenuti in modo semplice. I rimanenti termini di input, di propagazione e di dissipazione, sono considerati come processi disaccoppiati rispetto al numero d'onda; vengono, perciò, trattati numericamente con l'utilizzo di una procedura standard di discretizzazione del numero d'onda bidimensionale dello spettro (oppure frequenza o direzione). Risulta utile descrivere i termini rimanenti nell'equazione di trasporto, o nello stesso spettro, in maggior dettaglio rispetto ai termini lineari.

*Hasselmann* introduce un modello parametrico d'onda in cui l'equazione di trasporto totale, nel dominio della frequenza e della direzione, è proiettata nel minor spazio parametrico utilizzato per rappresentare il trasferimento di energia non lineare. La versione di *Hasselmann* si basa sull'osservazione che per i mari in crescita tutti gli spettri

d'onda sembrano avere una forma piuttosto simile. Si osserva che la forma media degli spettri sottosviluppati, misurati in un'ampia varietà di condizioni, corrisponde abbastanza fedelmente allo spettro medio JONSWAP. Supponendo che questa somiglianza valga anche per le distribuzioni direzionali, l'aliquota necessaria per descrivere le proprietà di uno spettro d'onda in crescita può essere ridotta a due soli parametri, che definiscono le scale di energia e di frequenza dello spettro monodimensionale. I termini non lineari, presenti nelle equazioni parametriche di trasporto, possono essere calcolati con rigore; i termini rimanenti possono essere, invece, ottenuti da una calibrazione con i dati del progetto JONSWAP. Concludendo, si assume che l'input atmosferico sia di tipo lineare rispetto allo spettro d'onda e che la dissipazione sia trascurabile nel corpo centrale dello spettro.

L'indagine sull'equazioni di trasporto, rivela che per i normali campi di vento (cioè per venti non eccessivamente variabili) tutte le soluzioni si avvicinano ad una singola curva parametrica. Ciò implica che i due parametri di scala sono correlati ed il problema può essere ulteriormente ridotto alla determinazione di un singolo parametro d'onda, per esempio alla frequenza di picco. Il picco della funzione non lineare d'origine cambia rapidamente, da valori positivi a valori negativi, ed è in grado di bilanciare più agevolmente la funzione variando gli input atmosferici. Lo squilibrio di questi risultati, relativi ad una banda ristretta di frequenza, nella mitigazione del picco ed il problema della predizione si riducono essenzialmente alla determinazione di questo tasso di spostamento. Per un solo parametro di approssimazione è irrilevante se la dissipazione contribuisce o meno al bilancio energetico nella regione centrale dello spettro, a condizione che la somma d'ingresso più la dissipazione, che insieme devono bilanciare il trasferimento non lineare, sia tale da avere un livello di equilibrio osservato correttamente previsto negli studi del fetch limitato, poiché lo spostamento del picco è controllato dal noto trasferimento non lineare. Quindi, fortunatamente, la poca conoscenza della struttura delle funzioni d'ingresso e di dissipazione non è un fattore critico per il modello.

Le misurazioni delle onde provenienti da diverse fonti si raggruppano, abbastanza bene, lungo una curva universale prevista nel piano delle fasi a due parametri. Tuttavia il primo modello proposto da *Hasselmann* è descritto come essere una prima approssimazione di modelli più sofisticati, che verranno in seguito, basati sull'utilizzo di un numero maggiore di parametri. Quest'approssimazione presuppone che i tempi di rilassamento caratteristici, associati alla stabilizzazione della forma e all'equilibrio dei livelli energetici, sono piccoli rispetto ad altre scale temporali, come il tempo di propagazione delle onde attraverso il campo di vento. I dati presentati da *Hasselmann*, di crescita e spettro pienamente sviluppato d'onda, sembrano sostenere quest'assunzione, ma esistono casi in cui l'approssimazione risulta valida. Un'esempio evidente è fornito dalle onde di tipo *swell*. Qui l'input atmosferico, necessario a supportare lo spettro ad un livello nel quale le interazioni non lineari diventano efficaci, manca. Finora, l'energia delle onde è

pertanto ridotta al fatto che i suoi componenti individuali sono dinamicamente quasi completamente disaccoppiati. Pertanto, in contrasto con il modello “*wind-sea*”, la forma di uno spettro di tipo *swell* non è universale, ma dipende dai dettagli di tempo, posizione ed estensione della sorgente delle onde. La sovrapposizione di onde di tipo *swell*, che è quasi sempre presente, su un mare caratterizzato da onde di vento in via di sviluppo, non pregiudica l’utilizzo e l’applicazione del modello nella regione dello spettro di “*wind-sea*”, dal momento che le risonanti interazioni non lineari tra queste onde di diversa tipologia sono estremamente deboli. Si è comunque tentato di scoprire l’effetto di questa interazione, ma senza successo. L’evidenza ha reso possibile considerare le onde di tipo *swell* disaccoppiate dai componenti caratterizzanti le onde di vento nel modello di *Hasselmann*.

Tuttavia esistono dei passaggi meno evidenti, in cui l’assunzione di una forma spettrale universale potrebbe cedere. Se si considera il caso in cui la velocità del vento parallelo alla direzione di propagazione delle onde inizia a superare la velocità media del moto ondoso, lo spettro delle onde di vento risulta essere costituito da due picchi, uno normale ad alta frequenza riferito alle onde di vento ed quello riferito alle onde di tipo *swell*, che sarà il primo a verificarsi. Questi iniziano ad interagire tra loro in modo non lineare e lo spettro tende presumibilmente a riadattarsi al modulo di equilibrio universale. Tuttavia, il tempo di rilassamento che dipende dalla separazione dei picchi risulta essere generalmente maggiore del tempo di rilassamento per la redistribuzione di energia all’interno di un picco.

Per *Hasselmann* fu necessario pensare ad un modello di previsione d’onda combinato ad un più sofisticato approccio, che considera la regione dello spettro delle onde di vento caratterizzata da più parametri, inclusi i picchi multipli, combinata ad un metodo tradizionale e caratteristico di previsione delle onde *swell*.

Quasi tutti gli spettri di frequenza in condizioni di fetch limitato, misurati durante il progetto JONSWAP, possono essere dotati di una funzione di forma generale del tipo:

$$E(f) = \alpha g^2 (2\pi)^{-4} f^{-5} \exp \left\{ -\frac{5}{4} \left( \frac{f_m}{f} \right)^4 + \ln \gamma \cdot \exp \left[ -\frac{(f - f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2} \right] \right\} \quad (2.22)$$

dove

$$\sigma = \begin{cases} \sigma_a, & f \leq f_m \\ \sigma_b, & f \geq f_m \end{cases}$$

La funzione contiene cinque parametri liberi, due parametri di scala ( $f_m$  rappresenta la frequenza dello spettro di picco e  $\alpha$  la costante di *Phillips*) e tre parametri di forma (il

fattore di valorizzazione del picco  $\gamma$ , ovvero il rapporto del picco dello spettro al valore del picco corrispondente dello spettro di *Pierson-Moskowitz* con gli stessi valori di  $f_m$  e  $\alpha$ ,  $\sigma_a$  la larghezza del picco a sinistra e  $\sigma_b$  la larghezza del picco a destra). L'equazione (2.22) è stata ottenuta da *Pierson-Moskowitz* (PM, 1964) moltiplicando lo spettro completamente sviluppato con la funzione di valorizzazione del picco (detta “*peak-enhancement function*”):

$$\gamma \cdot \exp \left[ -\frac{(f - f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2} \right] \quad (2.23)$$

Si riduce alla forma spettrale PM per  $\gamma = 1$ . I parametri di scala dello stesso spettro PM sono fissati per  $\alpha = 0,0081$ ,

$$f_m = \left( \frac{0,74}{1,25} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{g}{(2\pi U)} = 0,14 \frac{g}{U} \quad (2.24)$$

dove  $U$  è la velocità del vento (definita da *Pierson* e *Moskowitz* come la velocità all'altezza da terra dell'anemometro di 19,5 metri).

Per una semplice geometria, dove il vento è stazionario ed uniforme e soffia perpendicolarmente a largo di una linea costiera dritta, è dimostrato che tutte le variabili del campo d'onda, quando non sono dimensionate in termini di  $g$  ed  $U$ , dovrebbero essere in funzione solo della singola variabile adimensionale  $\xi = gx/U^2$ . La possibile influenza di altri parametri esterni sulla crescita d'onda, come la differenza di temperatura aria-mare e le correnti locali, è stata studiata, ma i tentativi di trovare delle significative correlazioni, in una gamma di condizioni esterne incontrate durante il progetto JONSWAP, non hanno avuto successo.

La dipendenza del fetch dal picco di frequenza adimensionale  $v = Uf_m/g$  e dalla costante  $\alpha$  può essere descritta nel seguente modo:

$$v = 3,5 \xi^{-0,33} \quad (2.25)$$

$$\alpha = 0,076 \xi^{-0,22} \quad (2.26)$$

È utile considerare anche la varianza dello spostamento in superficie  $\mathcal{E} = \int E(f)df$ , o la sua forma adimensionale  $\epsilon = \mathcal{E}g^2/U^4$ , come un parametro di scala alternativo. Nella stessa gamma di fetches, questo mostra una dipendenza lineare al fetch, come segue:

$$\epsilon = 1,6 \cdot 10^{-7} \xi \quad (2.27)$$

Leggi simili sono state proposte anche da altri autori. I dati dell'Atlantico occidentale possono essere esaminati in questo modo e si ottiene  $v \propto \xi^{-0,27}$  e  $\epsilon \propto \xi^{1,1}$ . La costante di *Phillips* mostra, però, una piccola dipendenza da un fetch piuttosto grande. I parametri di forma  $\gamma$ ,  $\sigma_a$  e  $\sigma_b$  espongono una dispersione rilevante, ma non una significativa dipendenza dal fetch. Un parametro di forma alternativo, che dipende mediamente dalle proprietà spettrali e quindi meno influenzato da variazioni individuali dei parametri di forma del picco, può essere definito come:

$$\lambda = \epsilon v^4 / \alpha \quad (2.27)$$

Le relazioni (2.25), (2.26) e (2.27) implicano  $\lambda \sim \xi^{-0,1}$ , ma questa debole dipendenza dal fetch non è distinguibile all'interno della dispersione dei dati del progetto JONSWAP.

La forma dello spettro JONSWAP si accorda bene con le forme di altri spettri misurati in condizioni di fetch limitato. La stessa è stata studiata da diversi autori, i quali hanno effettuato diversi esperimenti ottenendo spettri meno stazionari, in condizioni di fetch limitato, ma per la maggior parte dei casi per venti a largo non perpendicolari.

Per confrontare queste misurazioni, *Hasselmann* analizza una serie di spettri JONSWAP aggiuntivi per venti non perpendicolari a largo; questi potrebbero essere ottenuti, in modo soddisfacente, con la funzione (2.22). Riesce ad ottenere anche buoni risultati, misurando i dati provenienti dall'uragano Ava, verificatosi nel Pacifico nel 1973, e, per l'industria del petrolio, durante l'uragano Camille nel 1974. Sono casi particolari, perché riguardano differenti movimenti e circolarità del campo di vento.

Per ogni set di dati, la dipendenza dei parametri di forma  $s = \gamma, \sigma_a, \sigma_b, \lambda$  sullo sviluppo del campo d'onda, è stato trattato inserendo linee di regressione dei minimi quadrati:

$$\log s = r(\log v - \log v_0) + \log s_0 \quad (2.28)$$

grazie all'utilizzo del  $\log s$  rispetto al logaritmo della frequenza adimensionale  $v$ . La frequenza di riferimento  $v_0 = 0,251$  ( $\log v_0 = -0,60$ ) è definita come la media di  $\log v$  su tutti i set di dati; la linea di regressione determina l'esponente  $r$  ed il fattore  $s_0$  per una legge di potenza che misura  $s = s_0(v/v_0)^r$  per ciascun parametro di forma  $s$ . Gli intervalli d'incertezza rappresentano le deviazioni standard nella determinazione dei parametri lineari di regressione ottenuti da un campione finito.

Queste deviazioni standard si riferiscono al valore efficace di deviazione dei singoli valori di  $\log s$  dalla retta di regressione, espressi in variazioni percentuali equivalenti di  $s$  (Figg. 2.3 e 2.4). I venti utilizzati nei calcoli dei parametri adimensionali sono riferiti a misurazioni effettuate ad un'altezza di 10 metri.

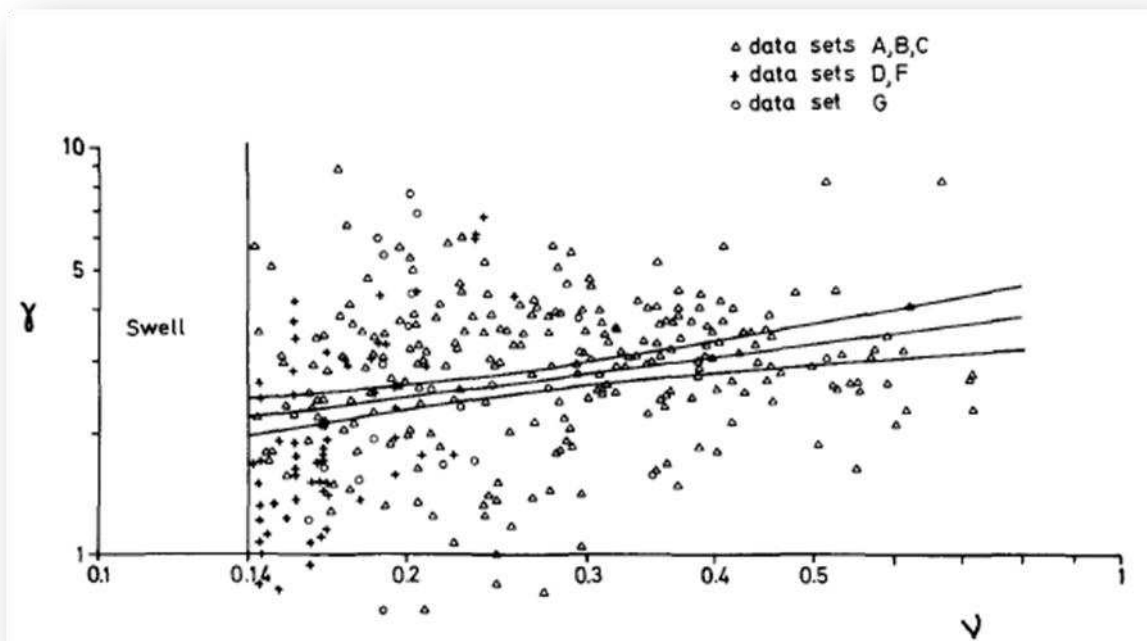


Fig. 2.3 – “Peak enhancement function “ $\gamma$ ”, rispetto al picco adimensionale di frequenza “ $\nu$ ” per i set di dati J. (Haasemann, Ross, Muller e Sell 1976.)

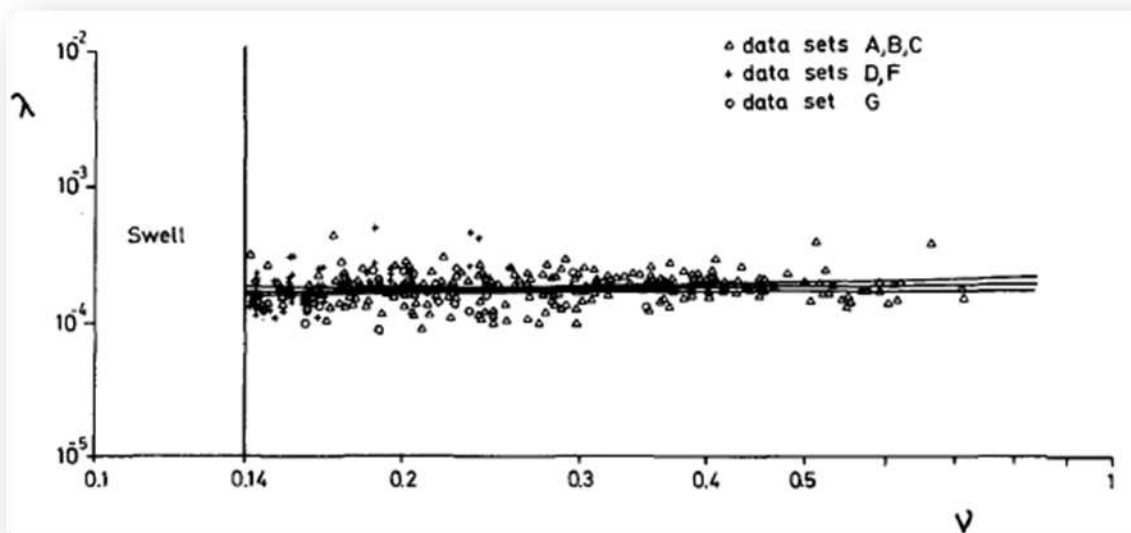


Fig. 2.4 – Parametro di forma “ $\lambda$ ”, rispetto al picco adimensionale di frequenza “ $\nu$ ” per i set di dati J. (Haasemann, Ross, Muller e Sell 1976.)

L'incertezza statistica della linea di regressione è evidenziata dalle due iperboli che rappresentano lo sviluppo della famiglia di linee ottenute variando  $s_0$  e  $r$  tra i limiti stabiliti dalle loro deviazioni standard. Si noti che il fattore  $\gamma$  è maggiormente disperso rispetto al parametro di forma  $\lambda$ .

Le deviazioni standard elencate nella tabella (2.1) indicano che la dispersione per il set di dati considerato non è significativamente maggiore rispetto ai singoli sottoinsiemi, compresi i dati altamente filtrati come la serie A, che sono limitati dalla condizione stazionaria, uniforme, e da campi di vento ortogonali. L'analisi dei singoli casi generati da questo insieme di dati suggerisce che la dispersione non è dovuta a parametri esterni nascosti, ma è associata ad una piccola (sottogriglia) scala di disomogeneità del campo di vento.

Data set	Source	Description	Number of spectra	$\gamma$		S.D. (%)	$\sigma_a$		S.D. (%)	$\sigma_b$		S.D. (%)	$\lambda$		S.D. (%)	$\alpha$		S.D. (%)	$\epsilon$		S.D. (%)
				$\gamma_e$	$\gamma_r$		$\sigma_{ae} \times 10^3$	$\sigma_{ar}$		$\sigma_{be} \times 10^3$	$\sigma_{br}$		$\lambda_e \times 10^4$	$\lambda_r$		$\alpha_e \times 10^3$	$\alpha_r$		$\epsilon_e \times 10^4$	$\epsilon_r$	
A	Hasselmann <i>et al.</i> (1973)	JONSWAP, North Sea, orthogonal fetch	121	3.43 $\pm 0.14$	-0.16 $\pm 0.08$	29	9.12 $\pm 0.69$	-0.34 $\pm 0.16$	55	9.54 $\pm 0.47$	-0.04 $\pm 0.10$	36	2.04 $\pm 0.05$	-0.12 $\pm 0.05$	19	1.00 $\pm 0.05$	1.17 $\pm 0.11$	38.2	5.13 $\pm 0.22$	-2.95 $\pm 0.09$	32.2
B	Ross <i>et al.</i> (1970)	Western Atlantic, orthogonal fetch	25	3.81 $\pm 0.4$	0.74 $\pm 0.28$	32	12.4 $\pm 3.1$	-1.65 $\pm 0.63$	71	11.7 $\pm 1.4$	-0.33 $\pm 0.30$	34	1.78 $\pm 0.14$	0.07 $\pm 0.20$	22	1.09 $\pm 0.05$	0.03 $\pm 0.12$	13.5	5.01 $\pm 0.30$	-3.90 $\pm 0.15$	17.2
C	Hasselmann <i>et al.</i> (1973)	JONSWAP, North Sea, slanting fetch	10	2.43 $\pm 0.12$	-0.07 $\pm 0.18$	48	6.02 $\pm 0.61$	0.36 $\pm 0.36$	84	8.71 $\pm 0.62$	-0.24 $\pm 0.25$	58	1.62 $\pm 0.50$	-0.03 $\pm 0.11$	30	0.93 $\pm 0.03$	0.980 $\pm 0.14$	36.2	3.89 $\pm 0.15$	-3.05 $\pm 0.15$	39.4
D	Moskowitz <i>et al.</i> (1962) Moskowitz <i>et al.</i> (1963)	Atlantic weather ships	49	4.20 $\pm 0.71$	1.83 $\pm 0.40$	40							3.09 $\pm 0.38$	1.10 $\pm 0.29$	29	0.95 $\pm 0.15$	0.48 $\pm 0.39$	38.0	7.24 $\pm 1.06$	2.42 $\pm 0.35$	34.5
E*	Snider and Chakrabarti (1973); Chakrabarti and Snider (1974)	Atlantic weather ship <i>Weather Adesier</i>	14	0.92 $\pm 0.18$	-0.03 $\pm 0.53$	36							1.05 $\pm 0.09$	-0.44 $\pm 0.25$	17	2.56 $\pm 0.38$	2.05 $\pm 0.41$	27.6	6.75 $\pm 0.80$	-1.99 $\pm 0.33$	22.4
F	DeLeonibus <i>et al.</i> (1974); Pickett (1962); Manasseri (1967)	Argus Island	17	5.06 $\pm 1.11$	2.50 $\pm 0.52$	35	13.2 $\pm 5.2$	1.40 $\pm 1.11$	59	9.33 $\pm 3.93$	0.43 $\pm 1.16$	63	2.62 $\pm 0.41$	1.30 $\pm 0.36$	24	1.44 $\pm 0.21$	0.71 $\pm 0.35$	23.2	9.55 $\pm 0.75$	-2.00 $\pm 0.18$	12.3
G	Ross and Cardone (1974); Patterson (1974)	High winds (hurricanes Ava, Camille and North Sea storm)	20	2.67 $\pm 0.52$	0.09 $\pm 0.76$	64	10.4 $\pm 2.9$	-1.52 $\pm 1.18$	55	14.1 $\pm 2.1$	-0.11 $\pm 0.55$	48	1.70 $\pm 0.15$	0.14 $\pm 0.34$	29	1.29 $\pm 0.13$	1.29 $\pm 0.40$	33.8	5.37 $\pm 0.78$	-2.58 $\pm 0.56$	46.5
H*	Dobson (1971); Elliott (1972); Garrett (1969); Snyder (1974)	Spanish Banks, Vancouver Bight of Abaco (low waves)		2.69 $\pm 0.18$	0.14 $\pm 0.19$	19							2.57 $\pm 0.36$	0.38 $\pm 0.36$	33	0.62 $\pm 0.11$	0.48 $\pm 0.42$	61.9	3.89 $\pm 1.17$	-4.34 $\pm 0.80$	108.0
I*	Moskowitz (1963)	Atlantic weather ships, fully developed		3.91 $\pm 3.18$	1.49 $\pm 1.07$	62							3.39 $\pm 1.72$	1.09 $\pm 0.70$	40	2.95 $\pm 1.95$	2.16 $\pm 0.89$	51.5	25.11 $\pm 11.41$	-0.76 $\pm 0.63$	35.6
J		All data except sets E, H and I	333	2.65 $\pm 0.06$	0.32 $\pm 0.06$	44	8.51 $\pm 0.44$	-0.32 $\pm 0.13$	76	9.77 $\pm 0.31$	-0.16 $\pm 0.08$	47	1.82 $\pm 0.27$	0.08 $\pm 0.04$	28	1.09 $\pm 0.02$	0.87 $\pm 0.05$	38.6	5.01 $\pm 0.11$	-3.05 $\pm 0.05$	39.4

Tab. 2.1 – Variabili della linea di regressione dei parametri di forma e dimensionali. (Haaselmann, 1976.)

La tabella (2.1) e le figure (2.3) e (2.4) mostrano alcuna dipendenza sistematica dai parametri di forma sullo stato di sviluppo dello spettro, anche se per gli insiemi di dati D e F le linee di regressione suggeriscono una diminuzione dei fattori  $\gamma$  man mano che ci si avvicina alla frequenza limite  $\nu = 0.14$ , nel caso di uno spettro completamente sviluppato (Pierson-Moskowitz, 1964). Tuttavia, questi dati sono limitati ad una gamma piuttosto stretta di valori di frequenza  $\nu$  e le pendici delle linee non sono ben determinate.

I valori medi dei parametri di forma elencati in tabella (2.1) non differiscono molto dai valori medi dello spettro JONSWAP:

$$\gamma = 3,3 \quad \sigma_a = 0,07 \quad \sigma_b = 0,09 \quad \lambda = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

Le applicazioni successive effettuate dall'autore per il calcolo del trasferimento di energia non lineare, utilizzato per lo spettro JONSWAP medio, utilizzano i precedenti valori. Dei vari risultati ottenuti, si mostra in figura (2.5) quelli conseguiti nel caso dell'Oceano Atlantico.

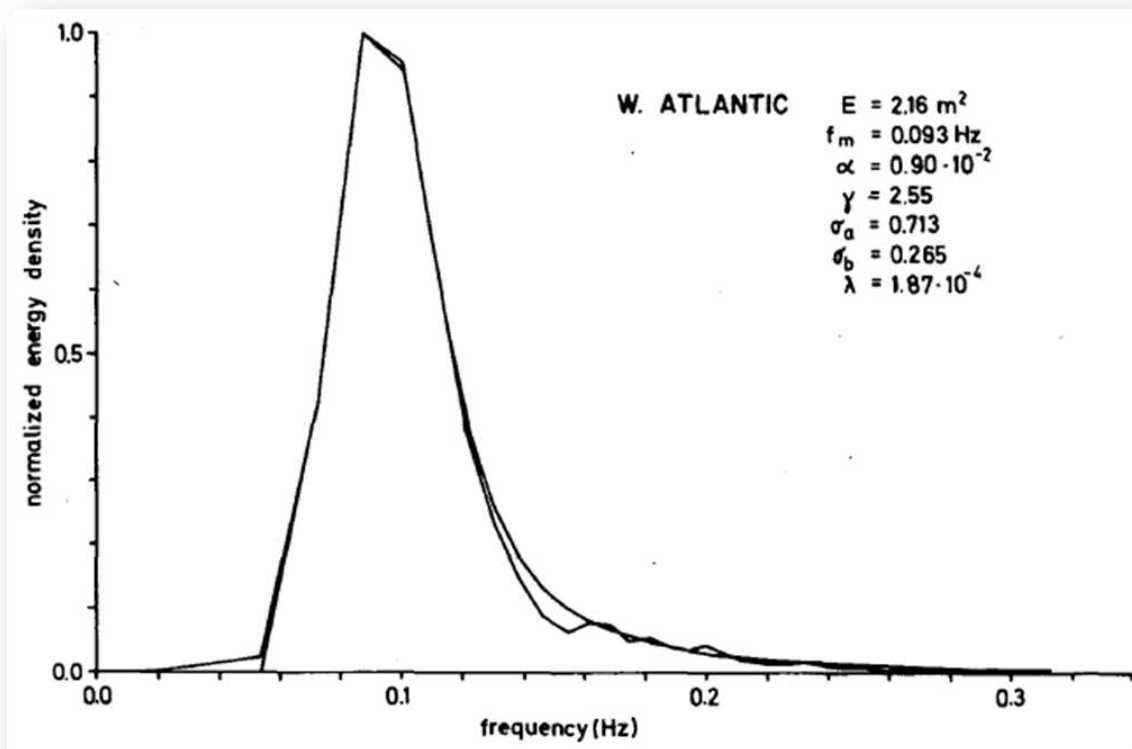


Fig. 2.5 – Esempio di analisi spettrale nell’Atlantico. (Haasemann, 1976.)

Il set spettrale che ha meritato una menzione speciale nell’articolo di *Haasemann* è quello utilizzato da *Pierson* e *Moskowitz* nel 1964 per ricavare la loro formula per il loro spettro pienamente sviluppato. Questo set spettrale *Pierson-Moskowitz* è stato utilizzato con lo stesso schema parametrico ed applicato allo spettro JONSWAP e altri spettri. Il risultato mostra una concordanza tra il valore medio  $\gamma$  dello spettro JONSWAP e quello ottenuto da *Haasemann*. Perciò, si è concluso che uno spettro pienamente sviluppato è considerevolmente piatto rispetto ad uno spettro d’onda crescente e che questa caratteristica non è un artificio della particolare tecnica media applicata. Inoltre, la transizione allo spettro completamente sviluppato si verifica nelle fasi molto finali dello sviluppo e questo processo non è incluso nel semplice modello d’onda a forma costante. Questa imperfezione nel metodo può non essere, però, grave, poiché la transizione allo stato completamente sviluppato avviene apparentemente molto gradualmente e in una fase molto avanzata di sviluppo.

Nella maggior parte dei casi, in particolare per venti forti, la portata e la durata della regione uniforme di vento è insufficiente per raggiungere uno stato pienamente sviluppato e le onde sono trasformate direttamente da uno stato di sottosviluppo in onde di tipo *swell* appena decade il vento o quando si propagano fuori dalla regione di generazione.

## 2.3 Seymour (1977)

Negli anni successivi si inizia a valutare l'applicabilità di modelli unidimensionali di generazione d'onda con l'utilizzo dei fetches, i quali vengono considerati limitati in larghezza e lunghezza: questo tipo di contributo è opera dell'ingegnere *Seymour*, il quale pubblicò nel 1977 il documento "*Estimating Wave Generation on Restricted Fetches*". Questa pubblicazione descrive un approccio di stima analitica; confronta e sviluppa il metodo di stima dell'onda basato su un contributo spettrale, con il metodo introdotto da Lui stesso, basato sul fetch efficace. Egli stima, con la sua procedura, dei campi d'onda e li confronta con i risultati misurati in quattro siti differenti, con diversi gradi di restrizione dei fetches.

In considerazione della condizione di larghezza limitata dai fetches, il metodo basato sul contributo spettrale di energia risulta essere, però, più efficiente rispetto al metodo di stima basato sul concetto di fetch efficace. I indaga, perciò, su due modelli di generazione di onde unidimensionali e su due modelli di distribuzione direzionale. Nel caso di fetches limitati, lo spettro JONSWAP appare leggermente superiore allo spettro Bretschneider e le stime sulla distribuzione effettuate da *Pierson, Neumann, e James* risultano migliori rispetto a quelle di *Longuet-Higgins, Cartwright, e Smith* (1963).

*Seymour* sostiene che le ipotesi sviluppate sul concetto che le direzioni dell'onda e del vento coincidenti e la forma dello spettro di energia sono influenzati dalla forma dei fetches, non sono più valide.

Egli suggerisce che la frequenza e la distribuzione direzionale dello spettro di energia sarebbe più ampia per un fetch limitato che per il mare aperto, così ha proposto il metodo sviluppato sul contributo spettrale. Questo metodo presuppone un coseno quadrato che fornisce la distribuzione di direzione di energia del moto ondoso su un arco di 180 gradi (90 gradi su entrambi i lati della direzione del vento).

L'energia in un dato componente spettrale è data dalla seguente relazione:

$$S_i(f, \theta_i, F_i) = 0,6366 \Delta \theta S(f, F_i) \cos 2\theta_i \quad (2.22)$$

dove

$S_i$  rappresenta l'energia del singolo componente spettrale;

$f$  rappresenta la frequenza;

$F_i$  rappresenta il fetch nella  $i$ -esima direzione  $\theta_i$ ;

$\Delta \theta$  rappresenta l'incremento dell'angolo ;

$S(f, F_i)$  rappresenta lo spettro di energia JONSWAP (Hasselmann, 1973) o quello di Bretschneider (1963).

Lo spettro è ottenuto sommando l'energia di ogni componente per ogni frequenza su tutte le direzioni. Questo metodo è tedioso, ma ha il vantaggio di considerare la geometria dei fetches, nonché la direzione del vento, nella stima della direzione delle onde.

Questo metodo, inoltre, tende a restituire sia valori di altezze d'onda inferiori rispetto a quelli reali, sia periodi di picco più lunghi rispetto ai fetches efficaci ed anche metodi di stima dei fetches molto semplici.

La forma dello spettro di energia è discutibile, perché non tiene conto di sbavature causata dall'interazione onda-onda che tende ad agevolare la conversione della forma spettrale ad una forma simile.

## **2.4 Lo “Shore Protection Manual”: il modello S.P.M. (1984)**

Come già accennato nell'introduzione, nel Volume 1 dello “Shore Protection Manual” si parla di stima del vento di superficie per ricavare il valore dell'altezza d'onda che ha generato. La crescita delle onde di vento sono considerate come risultato dell'applicazione di un momento e di un flusso di energia dall'aria al di sopra della superficie d'acqua, nel campo d'onda di riferimento. La maggior parte delle teorie relative alla crescita d'onda, fino a quel momento, ritengono che l'input di energia e momento dipenda dalla sollecitazione superficiale, la quale a sua volta è fortemente dipendente dalla velocità del vento e da altri fattori che descrivono lo stato limite atmosferico al di sopra delle onde.

I venti necessari ad ottenere previsioni d'onda, venivano normalmente ottenuti da osservazioni dirette dei fetches, mentre per la proiezione dei valori oltre i fetches, da osservazioni via terra o da stime basate su mappe meteorologiche.

Il ragionamento fatto sul fattore vento è molto importante e rappresenta il punto di partenza di tutta la teoria. Il vento viene considerato come risultato di gradienti di pressione, nell'atmosfera, su larga scala che caratterizzano uno stato stazionario vicino. I venti sopra il campo d'onda, quindi, possono essere considerati con il profilo visibile in figura (2.6).

Circa a 1000 m al di sopra della superficie d'acqua, i venti sono trainati dall'equilibrio geotropico tra *Coriolis* e le forze del gradiente di pressione locale. Al di sotto di questo livello, gli attriti dovuti alla presenza dell'oceano distorcono il campo di vento; in tal

modo sia la velocità che la direzione del vento diventano dipendenti dall'elevazione d'onda sopra la superficie media, dalla rugosità della superficie, dalla differenza di temperatura tra l'atmosfera e la superficie d'acqua, perciò dai gradienti di temperatura. Per semplicità quest'ultimi vengono trascurati sul piano orizzontale, perché il loro effetto non incide significativamente in uno schema semplificato di previsione.

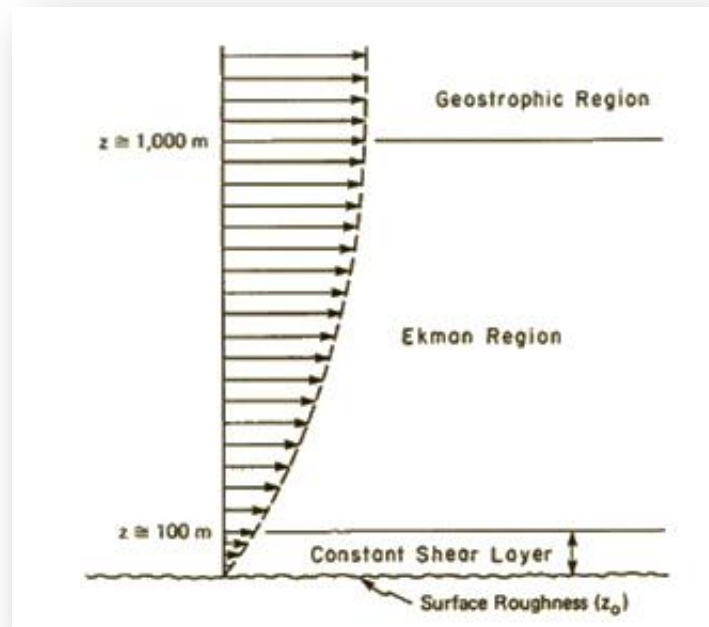


Fig. 2.6 - Stato limite atmosferico sopra le ond. (USACE, 1984)

Sotto la regione geotropica, lo stato limite può essere diviso in due sezioni: uno strato a stress costante (da 10 a 100 m di altezza) e uno strato chiamato di *Ekman* sopra (Ekman Region). Quello da prendere in considerazione è il primo citato, per il quale è possibile scrivere un'equazione per la variazione verticale della velocità del vento:

$$U(z) = \frac{U_*}{0,4} \left[ \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) - \psi \left( \frac{z}{L} \right) \right] \quad (2.23)$$

dove

$U_*$  è la velocità di attrito (la tensione tangenziale è data da  $\rho U_*^2$ );

$z_0$  è la rugosità superficiale;

$\psi$  rappresenta gli effetti della stabilità della colonna d'aria sulla velocità del vento;

$L$  una scala di lunghezza associata al processo di miscelazione, dipendente dalla differenza di temperatura aria-mare.

Come si può notare, la velocità ad un'elevazione  $z$  è dipendente dalla tensione tangenziale attraverso  $U_*$ , dalla rugosità superficiale e dalla differenza di temperatura aria-mare. A complicare le cose c'è che la rugosità superficiale è direttamente correlata alla velocità di attrito. Poiché la tensione tangenziale è direttamente correlata alla crescita d'onda, il rapporto tra velocità del vento osservato e la tensione tangenziale deve, come minimo, dipendere dalla velocità del vento locale e dalla differenza di temperatura aria-mare,  $\Delta T_{as}$  (dove "as" sta per *air-sea*).

Per stimare con maggiore precisione l'effetto che una particolare velocità del vento avrà sulla generazione d'onda, devono essere noti  $\Delta T_{as}$ ,  $U_*$  e  $z_o$ . Perciò, la velocità del vento osservata deve essere aumentata o diminuita per conto dell'effetto di altri fattori. Di questi se ne parla esaurientemente nel manuale.

Parlando di elevazione, se i venti non vengono valutati ad altezze di 10 m sopra il pelo libero, la velocità del vento ha bisogno di un'ulteriore regolarizzazione. È possibile, ma normalmente non fattibile, risolvere l'equazione (2.23) precedente, per  $U_*$  alla  $z$  osservata e successivamente stimare  $U$  a 10 metri.

Una semplice approssimazione può essere:

$$U(10) = U(z) \left( \frac{10}{z} \right)^{1/7} \quad (2.24)$$

la quale può essere utilizzata per  $z < 20$  metri.

Per introdurre il concetto di durata media del vento (tempo riferito alla velocità del vento), è bene notare che in questo lavoro, nel 1977, la velocità era intesa in miglia orarie, e che i valori di velocità del vento frequentemente osservati e considerati erano quelli massimi, ovvero quelli ottenuti in brevi periodi di tempo (in genere meno di 2 minuti), necessari per percorrere 1 miglio. Probabilmente questi valori rappresentano il risultato di temporali di breve durata. Pertanto, questa misurazione della massima velocità del vento, a causa della sua breve durata, non dovrebbe essere usata da sola per determinare la generazione delle onde.

D'altra parte, mancando altri dati, la misurazione può essere modificata per ottenere un valore medio di velocità del vento dipendente dal tempo. Si tratta di una procedura di regolarizzazione, utilizzata nei modelli di previsione del moto ondoso; la massima velocità del vento (in miglia orarie) deve essere convertita in una velocità del vento media, dipendente da periodi temporali come 10, 25 e 50 minuti.

Con questa procedura è possibile calcolare venti medi orari e, se necessario, questi valori medi possono essere mediati per ottenere la durata desiderata in tempi riferiti a più ore. Se le medie variano notevolmente, per esempio più di 3 – 5 m/s, l'assunzione

del vento costante, usato nelle formule per la stima della crescita dell'onda, non è più valido e, perciò, l'accuratezza della previsione d'onda è discutibile. Per lo stesso principio, anche avendo osservazioni dei valori del vento su una base di 3 ore e applicando il metodo per ottenere un valore medio di 3 ore, l'assunzione del vento costante non è comunque valido.

Inoltre, se nei dati sono incluse registrazioni di venti molto forti rispetto alle altre osservazioni, il metodo potrebbe sovrastimare il risultato finale, ma spesso non ci sono altri dati disponibili ai quali fare riferimento.

È necessario, perciò, correggere la velocità del vento e per farlo utilizziamo il delta della temperatura aria-mare:  $\Delta T_{as} = T_a - T_s$ . Se questa differenza è nulla, e quindi aria e mare hanno la stessa temperatura, lo strato limite ha stabilità neutra e, perciò, è necessaria una correzione della velocità del vento. Se  $\Delta T_{as} < 0$  lo strato limite è instabile e la velocità del vento è più efficace nel causare la crescita d'onda; se  $\Delta T_{as} > 0$  lo strato limite è stabile e la velocità del vento è meno efficace.

Nel 1977 fu introdotto da *Resio* e *Vincent* un fattore di correzione  $R_T$  messo in relazione con il  $\Delta T_{as}$  tramite la seguente:

$$U = R_T U(10) \quad (2.25)$$

che serve a calcolare la velocità del vento efficace. Questa correzione può essere notevole e variare stagionalmente, come è visibile in figura (2.7). In assenza di informazioni sulla temperatura bisogna assumere  $R_T = 1,1$ .

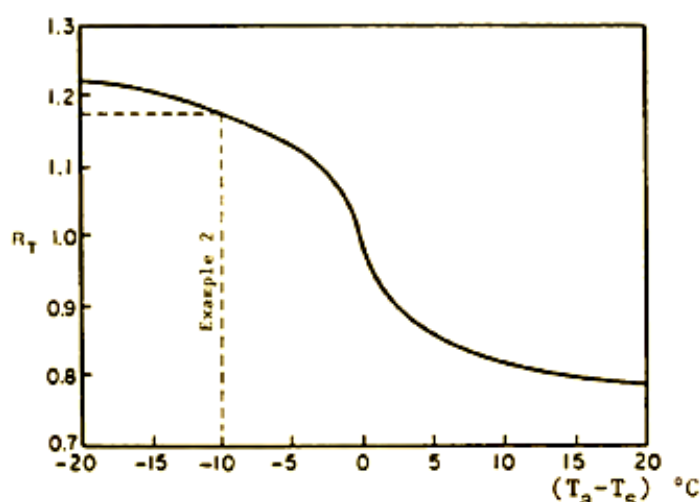


Fig. 2.7 – Rapporto  $R_T$  in funzione della differenza di temperatura aria-mare espressa in °C. (Resio e Vincent, 1977)

A volte capita di non avere a disposizione dati di vento registrati a mare, perciò si utilizzano quelli di terra. È possibile tradurre quest'ultimi in dati meteomarini, se sono il

risultato dello stesso gradiente di pressione atmosferica, perciò, affinché si possa verificare questo, gli anemometri a terra devono trovarsi abbastanza vicini alla costa; l'unica differenza sta nella rugosità superficiale. Il rapporto tra venti terrestri e venti marini è dato dal fattore  $R_L$ . Questo può essere usato come approssimazione a meno del cambiamento dell'aliquota di rugosità.

È noto che temporali e burrasche sono fenomeni di piccola scala e violano l'ipotesi precedente di venti terrestri e marini aventi lo stesso gradiente di pressione, ma se l'anemometro si trova in prossimità della costa, allora i venti registrati non chiedono alcun tipo di aggiustamento per gli effetti di localizzazione ed il rapporto tra i venti potrà essere considerato  $R_L = 1$ . Ciò non toglie che  $R_T$  avrebbe bisogno comunque di un aggiustamento.

Si introduce, adesso, che le formule che valutano la crescita d'onda sono espresse in termini di un fattore di forza del vento detto *Wind-Stress* ( $U_A$ ). Dopo le varie conversioni della velocità del vento, questa viene nuovamente convertita utilizzando una delle seguenti relazioni:

$$U_A = 0,71U^{1,23} \text{ (m/s)} \quad (2.26a)$$

$$U_A = 0,589U^{1,23} \text{ (mph)} \quad (2.26b)$$

Il fattore  $U_A$  descrive il rapporto non lineare tra lo stress e la velocità del vento. Le approssimazioni e le regolazioni utilizzate, servono a ridurre i pregiudizi sui dati di vento e per fornire uno strumento di reperibilità di tali informazioni quando, le stesse, non sono disponibili.

Brevemente, si riassumono di seguito le procedure utilizzate, fino ad ora, per la regolazione dei valori di vento osservati a mare, forniti dalle navi in transito.

Se i venti provengono da misurazioni effettuate dalle navi in transito, allora i dati dovrebbero essere corretti dall'equazione:

$$W = 2,16W_S^{7/9} \quad (2.27)$$

dove  $W_S$  è la velocità del vento riportata dalla nave in nodi e  $W$  quella corretta.

Se i venti sono misurati ad altezze oltre i 10 metri, allora si utilizza la relazione (2.24). Se ci troviamo in una situazione di bassi fondali o di notevole ripidità dell'onda, caratteristiche tali da non deformare notevolmente l'onda, può essere utilizzata la seguente approssimazione:

$$H_{m0} = H_S \quad (2.28)$$

ma la velocità del vento deve essere comunque regolata in funzione del fattore  $R_T$  che a sua volta dipende dalla differenza di temperatura ( $T_a - T_s$ ), come visibile dal grafico in figura (2.4). Mentre i casi in cui la velocità del vento viene stimata in funzione della durata media o viene convertita con l'aiuto del fattore *Wind-Stress*, sono stati già discussi precedentemente.

Arriviamo adesso alla discussione dei metodi semplificati per la stima delle condizioni d'onda proposti da *Hasselmann* nello *Shore Protection Manual*. Le procedure più precise utilizzate fino ad ora sono i metodi numerici di cui parlato prima. Tuttavia ci sono casi in cui né il tempo né i costi possono giustificare l'utilizzo di quest'ultimi, perciò *Hasselmann* presenta una serie di equazioni in grado di ricavare l'altezza significativa delle onde e i periodi di picco, per una data velocità del vento, per un dato fetch, in funzione della durata.

La stima dell'altezza significativa dell'onda, legata all'energia del moto ondoso e perciò al concetto di spettro,  $H_{m0}$ , è data dalla relazione (2.4), che la mette in relazione con la deviazione standard. In acque profonde, vale l'equazione (2.28), dove  $H_S$  si basa sul conteggio e sulla misurazione delle singole onde. In acque poco profonde, invece,  $H_{m0}$  diventa inferiore a  $H_S$ . In ogni caso la  $H_{m0}$  è basata sull'energia delle onde, mentre  $H_S$  no.

Le ipotesi alla base di questi metodi semplificati riguardano la loro stessa applicazione che può avvenire solo nei casi in cui i fetches sono corti (da 80 a 120 km circa) e la condizione che può essere assunto un vento costante ed uniforme per ogni fetch.

Gli altri casi in cui i campi di vento variano rapidamente nel tempo, o i fetches sono troppo lunghi, o in presenza di onde di mare lungo di notevole entità nell'area trattata, è meglio trattarli con metodi numerici. Poiché queste condizioni sono raramente soddisfatte e i campi di vento non sono di solito stimati con precisione, non si assumono i risultati come accurati, perché non garantiti dagli input o dalla semplicità del metodo. Perciò, si dovrebbe cercare di stimare imparzialmente tutti i parametri d'ingrasso delle equazioni d'onda ed i risultati interpretarli in modo conservativo. I singoli parametri di input non devono essere, però, valutati in modo conservativo, così non si pregiudica il risultato finale.

Il fetch è stato definito soggettivamente come una regione di mare in cui velocità e direzione del vento si mantengono costanti. Il problema si presenta, come si può immaginare, quando le variazioni di direzione del vento superano i  $15^\circ$  e, maggiormente, quando le deviazioni direzionali superano i  $45^\circ$ . I risultati calcolati sono sensibili alle variazioni di velocità del vento di picco (circa  $0,5 \text{ m/s}$ ), ma non è possibile stimare la velocità del vento su qualsiasi regione con questa precisione.

Per praticità, per le previsioni d'onda sono, di solito, è soddisfacente considerare una velocità del vento costante, se però le variazioni non superano i 5 nodi (circa  $2,5 \text{ m/s}$ ) dalla media. Un limite al sopravvento del fetch può essere fornito anche dalle curvature terrestri o dalla diffusione delle isobare, oppure mediante lo spostamento preciso della direzione del vento. Spesso la discontinuità di un fronte meteorologico limita i fetches, ma non sempre.

È necessario anche effettuare una stima della durata del vento per ogni previsione d'onda. I risultati così ottenuti al computer, soprattutto per brevi periodi ed alte velocità del vento, possono essere sensibili alle differenze di anche solo pochi minuti dell'aliquota tempo. Le carte meteorologiche vengono preparate, negli anni '70, solo ad intervalli di 6 ore, perciò sono necessarie delle interpolazioni. Si deve far attenzione a non interpolare se sono presenti fenomeni turbolenti di passaggio, cioè di forte intensità e di breve durata.

L'effetto della larghezza dei fetches sulla limitazione delle onde oceaniche, può essere trascurata dal momento che in quasi tutto l'oceano le larghezze dei fetches equivalgono le loro lunghezze. In zone costiere più ristrette, invece, ciò non accade e perciò i fetches risultano essere limitati dalla morfologia terrestre. Quest'ultimo caso è molto frequente, per esempio, nel Mar Mediterraneo, ma, fino adesso, non è chiaro in quale misura la larghezza è limitante per la crescita delle onde.

I litorali sono solitamente irregolari, perciò si deve applicare un metodo più generale per la stima dei fetches. Una procedura raccomandata consiste nel costruire nove radiali dal punto d'interesse, ad intervalli di 3 gradi, ed estendere tali radiali fino alla prima intersezione con la linea di battigia. La lunghezza di ogni radiale è misurabile, come la sua media. In ogni caso, qualsiasi altra distanza angolare utilizzata va bene, 3 gradi rappresentano solo un esempio.

Il concetto basato sulla constatazione che la crescita delle onde di vento sono considerate come risultato dell'applicazione di un momento e di un flusso di energia, può essere facilitato con l'introduzione di ipotesi semplificate, che causano, però, una leggera imprecisione nei calcoli dell'altezza dell'onda significativa o, a volte, una notevole perdita sulla valutazione della distribuzione di energia delle onde con la frequenza.

Un approccio, comunemente utilizzato in quel periodo, è quello di assumere sia durata sia fetch abbastanza grandi da permettere uno stato di equilibrio tra il vento medio, la turbolenza e le onde. Se esiste questa condizione, tutte le altre variabili possono essere determinate dalla velocità del vento.

*Pierson e Moskowitz* (1964) considerano tre espressioni analitiche che soddisfano tutti i vincoli teorici per uno spettro in equilibrio. I dati empirici di *Moskowitz* (1964) vengono usati per dimostrare che il più soddisfacente tra questi è:

$$E(\omega)d\omega = \left(\frac{\alpha g^2}{\omega^5}\right) e^{-\beta\left(\frac{\omega_0^4}{\omega^4}\right)} d\omega \quad (2.29)$$

dove

$\alpha = 8,1 \cdot 10^{-3}$  costante adimensionale;

$\beta = 0,74$  costante adimensionale;

$\omega_0 = g/U$ ;

$g$  = accelerazione di gravità;

$U$  = velocità del vento fornita dalle navi meteorologiche;

$\omega$  = frequenza dell'onda considerata.

Quest'equazione può essere espressa in molte altre forme; a farne una molto simile furono *Roll e Fischer* (1956). La condizione in cui le onde sono in equilibrio con il vento è chiamata "*fully arisen sea*", ovvero mare completamente emerso. L'assunzione di una forma universale, per il mare completamente emerso, permette il calcolo di altre caratteristiche dell'onda come la sua energia totale, l'altezza significativa ed il periodo di massima energia. Lo stato di equilibrio tra il vento e le onde si verifica raramente in mare e non può mai verificarsi per velocità del vento elevate.

Un modello più generale può essere costruito sul concetto che il mare è calmo quando il vento inizia a soffiare. L'integrazione delle equazioni che regolano la crescita d'onda, permette di considerare i cambiamenti in forma spettrale con l'aumentare del fetch e della durata. Se sono disponibili sufficienti onde e vento, i dati empirici possono essere analizzati per fornire informazioni simili.

*Pierson, Neumann e James* (1955) hanno introdotto questo tipo di schema d'onda di previsione basata quasi interamente su dati empirici. *Inoue* (1966, 1967) ha ripetuto questo esercizio in modo più coerente con la teoria *Miles-Phillips*, utilizzando un'equazione differenziale di crescita dell'onda. *Inoue* era un membro del gruppo di *Pierson* quando fu realizzato questo lavoro e il suo sistema di previsione può essere considerato come un sostituto del precedente modello ondulatorio di previsione *Pierson-Neumann-James* (PNJ). Successivamente l'argomento è stato esteso da *Silvester e Vongvisessomjai* (1976) e altri. Questi schemi di previsione dell'onda semplificati si basano sul presupposto implicito che le onde vengono considerate come interamente dovute ad un vento che soffia a velocità e direzione costante e per un tempo determinato. In linea di principio, sarebbe possibile considerare alcuni effetti della

velocità variabile del vento tracciando ciascun treno d'onda. Una volta che le onde lasciano la propria zona di generazione, diventano onde *swell* e l'energia d'onda viene, quindi, propagata in base alla velocità del gruppo di onde.

L'energia totale in un punto ed il quadrato dell'altezza significativa delle onde, potrebbero essere ottenuti con l'aggiunta dei contributi individuali dei treni d'onda. Senza i computer di oggi, però, questa procedura è troppo laboriosa e teoricamente imprecisa.

Una procedura più pratica è, invece, quella di allentare le restrizioni implicite per derivazione di questi regimi. Così la direzione del vento può essere considerata costante se varia di poco rispetto alla sua media, ovvero meno di qualche grado (dicono circa 30°). Mentre, la velocità del vento può essere considerata costante se non supera una variazione dalla sua media di circa  $\pm 5$  nodi ( $\pm 2,5$  m/s). Rimane molta incertezza nell'assunzione di queste ipotesi, che però non supera di molto quella ottenuta dai rapporti delle navi sui dati di vento.

In questa procedura, vengono usati i valori medi, che sono assunti costanti sull'area di estensione dei fetches e per un determinato periodo.

*Hasselmann* (1973) ha dimostrato che lo spettro di crescita attiva del mare dal vento può essere ragionevolmente ben rappresentato da una famiglia di forme spettrali. La forma dello spettro mare-vento è dato da:

$$E(f) = \frac{\alpha g^2}{(2\pi)^4 f^5} e^{a\gamma^b} \quad (2.30)$$

dove

$$a = - \left[ \frac{5}{4} \left( \frac{f_m}{f} \right)^4 \right]$$

$$b = \exp - \left[ \frac{(f - f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2} \right]$$

$f_m$  è la frequenza di picco spettrale, mentre  $a$  e  $b$  sono coefficienti riferiti ad uno spettro osservato o calcolati come funzioni di fetches adimensionali (*Hasselmann*, 1973). Questa formula è chiamata "*Joint North Sea Wave Project*", ovvero è la forma spettrale successive all'esperienza sul campo su cui si basa (JONSWAP). Spesso, un singolo spettro quando raggiunge il picco è caratterizzato da questo modulo, se sono necessari gli spettri di analisi parametriche per l'analisi matematica.

Formule simili possono anche essere sviluppate empiricamente a partire da osservazioni di vento e delle onde. Una procedura combinata empirico-analitica è stata utilizzata da

*Sverdrup e Munk (1947)* in quello che fu il primo sistema di previsione d'onda ampiamente utilizzato. Le curve di previsione *Sverdrup-Munk* sono state poi riviste da *Bretschneider (1952, 1958)* utilizzando dati empirici. Questo sistema di previsione è quindi spesso chiamato il metodo *Sverdrup-Munk-Bretschneider (SMB)*.

Successivi dati raccolti sul campo (*Mitsuyasu, 1968 e Hasselmann, 1973*) hanno portato ad alcune revisioni di questo metodo. Questo sistema di previsione d'onda è utile quando sono disponibili i dati e il tempo limitati.

Concentriamoci adesso sul discorso inerente ai metodi, e perciò alle formule, di previsione del moto ondoso in acque profonde introdotte da *Hasselmann* nel 1977.

La condizione necessaria per avere un metodo semplice ed efficace, capace di effettuare stime dell'altezza d'onda, riguarda sia la geometria del corpo idrico, la quale deve risultare essere relativamente semplice, sia le condizioni d'onda, le quali devono essere caratterizzate da fetch limitato o da durata limitata. Nel primo caso, in condizioni di fetch limitato, i venti hanno soffiato costantemente e a lungo, abbastanza da permettere alle altezze d'onda di raggiungere, alla fine del fetch, l'equilibrio. Nel secondo caso, invece, la condizione di durata limitata implica che le altezze d'onda sono limitate dall'intervallo di tempo in cui il vento ha soffiato.

Queste due condizioni rappresentano approssimazioni asintotiche al problema generale della crescita onda. Nella maggior parte dei casi, il modello di crescita d'onda in un determinato sito è il risultato di una combinazione dei due casi. Dalla semplificazione dell'equazione utilizzata per sviluppare il modello parametrico (*Hasselmann, 1976*), si sono ottenute le seguenti relazioni:

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.31a)$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2,857 \cdot 10^{-1} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.31b)$$

$$\frac{gt}{U_A} = 6,88 \cdot 10^1 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.31c)$$

Nelle figure successive (*Figg. 2.8 e 2.9*) sono indicati due grafici adimensionali rappresentativi della crescita d'onda e comprensivi degli adeguamenti per la condizione di acque poco profonde.

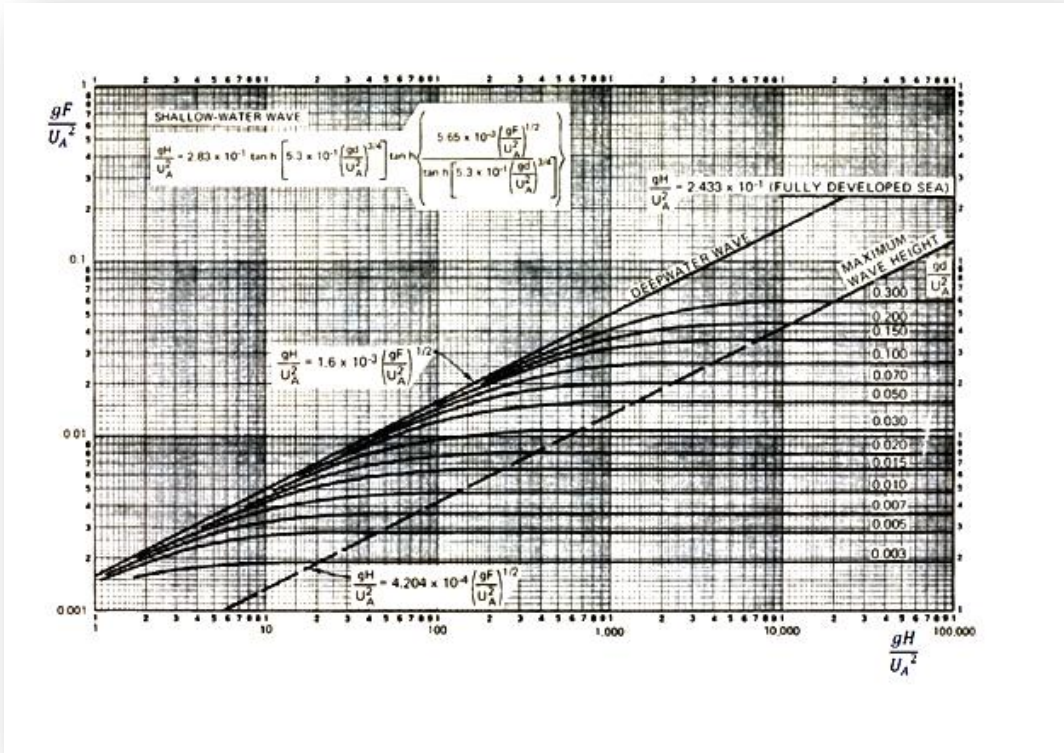


Fig. 2.8 – Curve di previsione dell'altezza d'onda a profondità costante. (USACE, 1984)

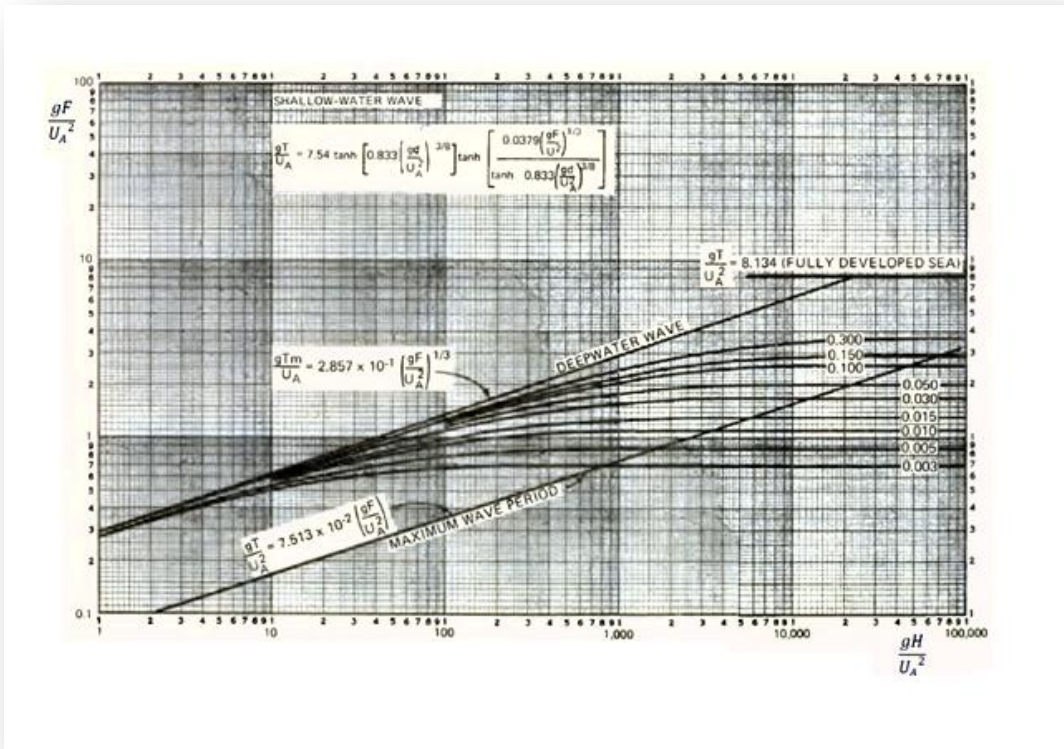


Fig. 2.9 – Curve di previsione del periodo d'onda a profondità costante. (USACE, 1984)

Nel caso di fetch limitato, i parametri richiesti nelle equazioni precedenti sono il fetch  $F$  e il fattore *wind-stress*  $U_A$ , visto in precedenza, dove  $U$  è stato regolato e rappresenta il valore medio della velocità del vento, relativamente costante, per un determinato fetch.

Mentre, l'altezza d'onda spettrale  $H_{m0}$  e il periodo di picco spettrale  $T_m$  sono i parametri previsti.

Le relazioni precedenti sono valide fino alla condizione di onde completamente sviluppate, fornite da:

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 2,433 \cdot 10^{-1} \quad (2.32a)$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 8,134 \quad (2.32b)$$

$$\frac{gt}{U_A} = 7,15 \cdot 10^4 \quad (2.32c)$$

dove

$H_{m0}$  = l'altezza d'onda significativa spettrale

$T_m$  = il periodo di picco dell'onda spettrale

$F$  = il fetch

$t$  = la durata

$U_A$  = il fattore *wind-stress*

Spesso nell'applicazione delle formule di crescita d'onda, l'ingegnere deve determinare anche se la situazione di progetto è caratterizzata da una condizione di fetch limitato o di durata limitata. In questi casi le stime della velocità del vento possono essere disponibili considerando tempi di ritorno, spesso tra 25 e 50 anni. L'obiettivo è quello di trovare l'altezza d'onda massima che si verifica in queste condizioni. Ad esempio, data una velocità del vento in un periodo di riferimento di 30 minuti, anche se di valore più elevato rispetto ad altre, a causa della sua breve durata può produrre un'altezza d'onda inferiore rispetto ad un vento di intensità inferiore, ma che soffia per un'ora intera.

Il calcolo della durata dovrebbe essere controllato per assicurarsi che non superi l'altezza d'onda massima o il massimo periodo possibile per il dato fattore *wind-stress* e per il dato fetch. Nel successivo grafico (*Fig. 2.10*) vengono mostrate le curve di

previsione d'onda in valori empirici, i quali possono essere utilizzati per verificare la congruità delle soluzioni matematiche.

Ad esempio, per il valore del fattore *wind-stress*  $U_A = 20 \text{ m/s}$  e una durata del vento  $t = 5 \text{ ore}$  si legge un'altezza d'onda significativa  $H$  prodotta di  $2,5 \text{ metri}$ . Tuttavia, se il fetch fosse lungo solo  $30 \text{ km}$ , l'altezza significativa massima delle onde può essere solo di  $1,75 \text{ metri}$ , riferita ad un fattore *wind-stress* di  $20 \text{ m/s}$ .

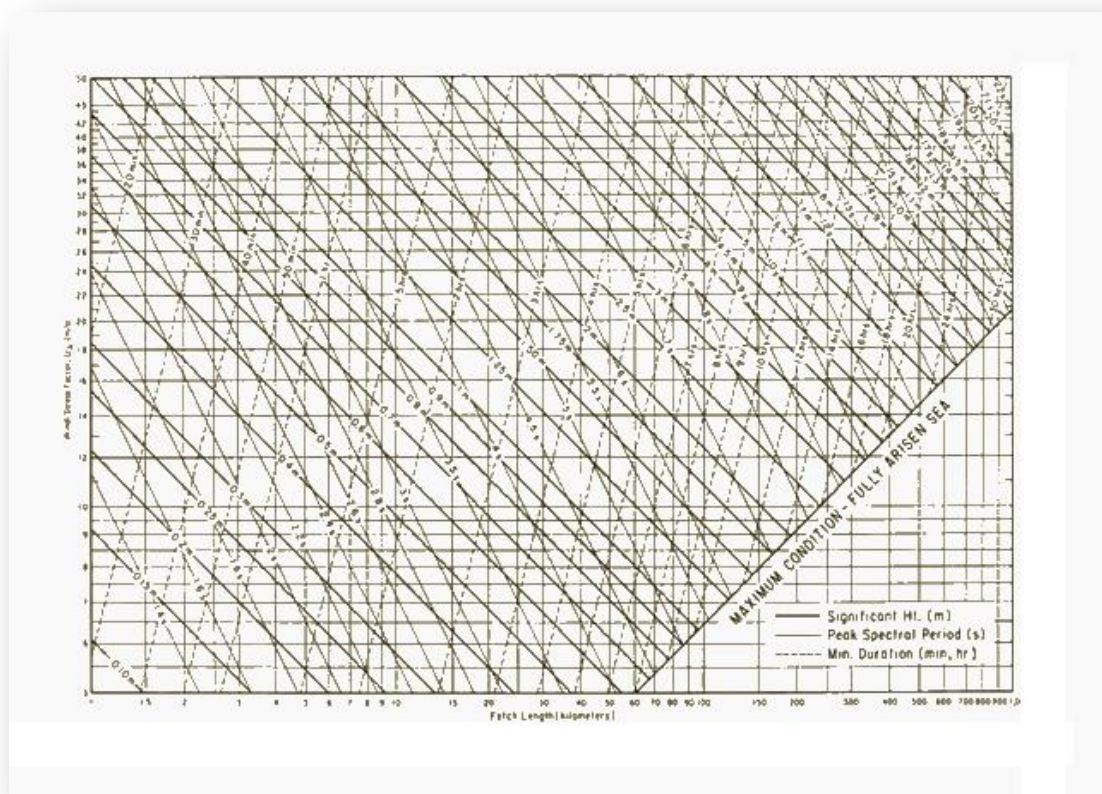


Fig. 2.10 – Nomogramma sullo sviluppo delle curve di previsione dell'altezza d'onda specifica, in funzione del fattore *wind-stress*, della lunghezza del fetch e della durata del vento. (USACE, 1984)

Considerando, invece, lo stesso valore del fattore *wind-stress*, cioè pari a  $20 \text{ m/s}$ , ma ponendo la durata del vento a sole  $3 \text{ ore}$ , l'altezza d'onda significativa di  $2,5 \text{ metri}$  non viene raggiunta per un fetch di  $30 \text{ km}$ ; di conseguenza, si può affermare che l'altezza significativa delle onde risulta essere limitata dalla durata del vento.

È essenziale, perciò, controllare i calcoli dell'altezza d'onda limitata dal fetch per verificare che non ci si trovi anche in condizioni di durata limitata. Allo stesso modo, i casi in cui la durata del vento è limitata devono essere controllati per vedere se sono realmente limitati i fetches. Se vengono utilizzate le formule matematiche, piuttosto che i nomogrammi, le condizioni d'onda dovrebbero anche essere controllate per vedere se superano la condizione di mare completamente sviluppato.

La crescita d'onda non è tanto influenzata dalla durata del vento, quanto, invece, dalla lunghezza del fetch. L'equazione (2.32a) assicura che, con il tempo, le crescite di  $H_{m0}$  e di  $T_m$  raggiungono, in condizioni di fetch limitato, valori a circa la stessa durata ottenuta dall'equazione (2.33) in condizioni di mare completamente sviluppato, che vedremo in seguito. L'approssimazione funziona bene tranne che per lunghi fetches adimensionali (relativamente lunghi fetches e casi di bassa velocità del vento).

Inevitabilmente, si può aggiungere che la stima e dell'altezza e del periodo delle onde richiede dei controlli effettuati tra fetch, durata del vento e limitazioni dovute alla condizione di mare completamente sviluppato. Molte situazioni di progetto richiedono l'iterazione tra questi due approcci ed un'appropriata media tra le durate. Le formule riferite alla crescita d'onda devono utilizzare il fattore *wind-stress* e non la velocità del vento. Devono essere utilizzati tempi di calcolo adeguati per la media dei venti (dipendenti dalla durata e dal fetch). Questo approccio è approssimativo, e il numero di iterazioni e regolazioni utilizzate dovrebbe riflettere una precisione limitata.

Quando si iniziò ad utilizzare le curve precedenti per applicazioni nei bacini interni o nei laghi, si osservò che l'altezza delle onde calcolata era molto più grande di quella osservata; si è, quindi, ipotizzato ed assunto che la ristrettezza del fetch influenzava la crescita dell'onda.

Nasce così il concetto di fetch efficace, che è stato introdotto proprio per ridurre la lunghezza del fetch e per tenere conto della sua ristrettezza. Questo aggiustamento ha migliorato molto la stima dell'altezza d'onda. I dati provenienti dai bacini idrici interni sono stati controllati, calcolando l'altezza d'onda significativa  $H_S$  in funzione del fetch efficace ed i valori ottenuti sono stati messi a confronto con le curve di crescita. Da qui il motivo per cui è stato necessario adeguare il metodo con l'introduzione del fetch efficace, in quanto le curve utilizzate fino ad ora sovrastimano molto di più l'altezza delle onde per piccoli valori di  $F$ . Non è corretto utilizzare il fetch efficace con le curve di crescita; ci può essere un fetch critico la cui larghezza diventa importante, ma al momento non è noto.

La situazione in cui si ha un campo di vento variabile nel tempo e nello spazio e un corpo idrico di geometria irregolare è molto complessa e deve essere trattata utilizzando modelli numerici avanzati di previsione dell'onda, come quello di *Resio* (1981) e *Hasselmann* (1976).

Volendo considerare l'influenza della profondità del fondale sulla generazione delle onde è importante sapere che per un dato insieme di condizioni di vento e fetch, l'altezza d'onda sarà tanto più piccola e con un periodo tanto più breve, tanto meno profondo sarà il fondale, perciò si registreranno valori più alti di  $H_S$  e  $T_p$  quando la generazione avviene in acque profonde.

Non esiste un unico sviluppo teorico per determinare la crescita reale dell'onda generata dal vento in acque poco profonde. Lo *S.P.M.* presenta un metodo basato su una successione di approssimazioni in cui il contributo aggiunto è dato dall'energia delle onde, mentre quello sottratto è relativo all'aliquota di attrito e percolazione del terreno di fondo (componenti considerate da *Bretschneider* e *Reid* nel 1954). Questo metodo utilizza i rapporti di previsione in acque profonde (visti prima nello stesso capitolo) per determinare l'energia aggiunta a causa dello stress del vento.

L'energia dell'onda persa per l'attrito di fondo e per percolazione è determinata dai rapporti sviluppati da *Bretschneider* e *Reid* (1954). L'altezza delle onde risultanti ed i periodi sono, invece, ottenuti dalla combinazione dei suddetti rapporti con metodi numerici che considerano una durata approssimativa. Il risultato sono delle curve di previsione in acque poco profonde (allegati A, da A\_1 ad A\_5) che rappresentano un metodo provvisorio per la previsione delle onde in su bassi fondali. Le modifiche alle equazioni di previsione per acque poco profonde sono state effettuate per fornire una giusta transizione tra le già rivisitate equazioni di previsione d'onda per alti fondali ed il modello di previsione per basi fondali. Finché i risultati di questa ricerca risultano disponibili, è possibile utilizzare le curve ottenute grazie alle seguenti relazioni:

$$\frac{gH}{U_A^2} = 0,283 \tanh \left[ 0,53 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right] \tanh \left\{ \frac{0,00565 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{\tanh \left[ 0,53 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right]} \right\} \quad (2.33a)$$

$$\frac{gH}{U_A} = 7,54 \tanh \left[ 0,833 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right] \tanh \left\{ \frac{0,0379 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{3}}}{\tanh \left[ 0,833 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right]} \right\} \quad (2.33b)$$

$$\frac{gt}{U_A} = 5,37 \cdot 10^2 \left( \frac{gt}{U_A} \right)^{\frac{7}{3}} \quad (2.33c)$$

Dove il fattore *Wind-Stress*  $U_A$  è ottenuto dalla relazione precedentemente vista (2.26a). Negli allegati (A) i grafici delle curve riportano i vari andamenti tracciati per diverse profondità costanti  $d$ . Ogni figura è tracciata per una profondità costante e l'interpolazione lineare tra le figure è sufficientemente accurata per determinare l'altezze d'onda ed i periodi intermedi. Per profondità superiori ai 15 metri (50 piedi) ed inferiore ai 90 metri (300 piedi), si usano le equazioni (2.33a) e (2.33b). Per quelle superiori ai 90 metri (300 piedi), si devono, invece, utilizzare le equazioni di previsione in acque profonde.

La durata minima di tempo  $t$  è stata aggiunta alle curve di previsione in acque poco profonde per semplificare la determinazione del fattore *Wind-Stress*  $U_A$ . Le onde con periodi inferiori al valore specificato sono definite come onde su alti fondali. L'equazione di durata utilizzata è quindi una trasposizione, un'approssimazione semplificata della durata in acque profonde.

## 2.5 P. Contini e P. De Girolamo (1998)

Gli autori *P. Contini* e *P. De Girolamo* hanno spesso e volentieri trattato l'argomento scientifico inerente studi statistici e probabilistici che definiscono modelli di previsione del moto ondoso. Nello specifico la loro trattazione si è soffermata sullo studio dei fetches e sulla loro applicazione geometrica a vari casi studio. Il concetto di fetch efficace rappresenta il pilastro sul quale nel 1998 hanno reso possibile la stima delle caratteristiche del moto ondoso, intese come l'altezza significativa dell'onda  $H_S$  e il periodo di picco  $T_p$ , grazie tecniche di trasposizione geografica di misure ondometriche che possono essere applicate per definire le condizioni di moto ondoso al largo di un sito costiero.

Nell' "*Impatto Morfologico di Opere a Mare: Casi Studio*", pubblicato nel 1998, gli autori riportano e presentano un metodo che consente la trasposizione geografica di misure ondometriche da un luogo di misura fino ad una posizione a largo del sito di interesse.

Nella memoria è scritto che il metodo consente di definire con buona precisione le caratteristiche del moto ondoso da utilizzare per gli studi di morfodinamica costiera e sono riportati alcuni esempi di metodologie utilizzate per gli studi di impatto morfologico di opere a mare. Questo perché la definizione di un metodo di trasposizione di dati meteomarini consente di effettuare molteplici applicazioni ed avere diversi utilizzi nel campo dell'ingegneria marittimo/costiera.

In numerose applicazioni di ingegneria marittima è importante poter disporre di serie storiche di registrazioni del moto ondoso effettuate al largo del paraggio in esame. Tuttavia gli ondometri sono posizionati in un limitato numero di punti geografici ubicati al largo delle coste e ciascuno dei quali è rappresentativo, rispetto alle aree di generazione delle onde, di una limitata porzione di litorale. Talvolta, per utilizzare in zone decentrate rispetto all'ondometro le serie storiche registrate, sorge la necessità di trasporre le registrazioni dal punto di misura sino ad un punto localizzato al largo del paraggio di interesse. A tal fine è stato elaborato un metodo che consente la trasposizione geografica di misure ondometriche tra due punti caratterizzati da un'esposizione simile alle traversie principali.

Perciò, nel caso in cui i dati meteomarini disponibili si riferiscano ad una località differente da quella oggetto di studio, per riferirli alla località in esame è possibile adottare il metodo di trasposizione geografica del clima ondoso formulato da *P. De Girolamo* e *P. Contini* (1998). L'ipotesi di base di tale metodologia consiste nel supporre che lo stesso evento climatico (perturbazione barica), che ha generato il moto ondoso registrato dall'ondametro di riferimento, abbia interessato anche l'area di generazione (fetch efficace) delle mareggiate che investono il sito costiero in esame; nello specifico si ipotizza di avere le stesse condizioni di vento (velocità e direzione), che hanno determinato le condizioni del moto ondoso registrato dalla stazione, anche nell'area di generazione situata a largo del sito di interesse.

Il fenomeno di generazione del moto ondoso è strettamente legato alle condizioni del vento (velocità e direzione) che interessano l'area attraversata dalla perturbazione barica. Inoltre si suppone che le aree di generazione del moto ondoso possano essere determinate per ciascun punto utilizzando il concetto di fetch efficace (*Seymour, 1977*).

Il metodo di trasposizione consiste nel determinare la corrispondenza tra le direzioni, le altezze e i periodi del moto ondoso relative al punto di misura ed a quello di interesse. Nel caso di fetch limitati, le leggi che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa spettrale  $H_S$  ed il periodo di picco spettrale  $T_P$  in funzione della lunghezza del fetch  $F$  e della velocità del vento sono state proposte da Vincent (*Shore Protection Manual, 1984*):

$$\frac{gH_S}{U_A^2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \left( \frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.34a)$$

$$\frac{gT_P}{U_A^2} = 2,857 \cdot 10^{-1} \left( \frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.34b)$$

in cui  $U_A$  è il fattore di velocità del vento, dipendente in modo non lineare dalla velocità del vento misurata alla quota +10 m s.l.m., ed  $F$  il fetch efficace relativo ad una prefissata direzione geografica.

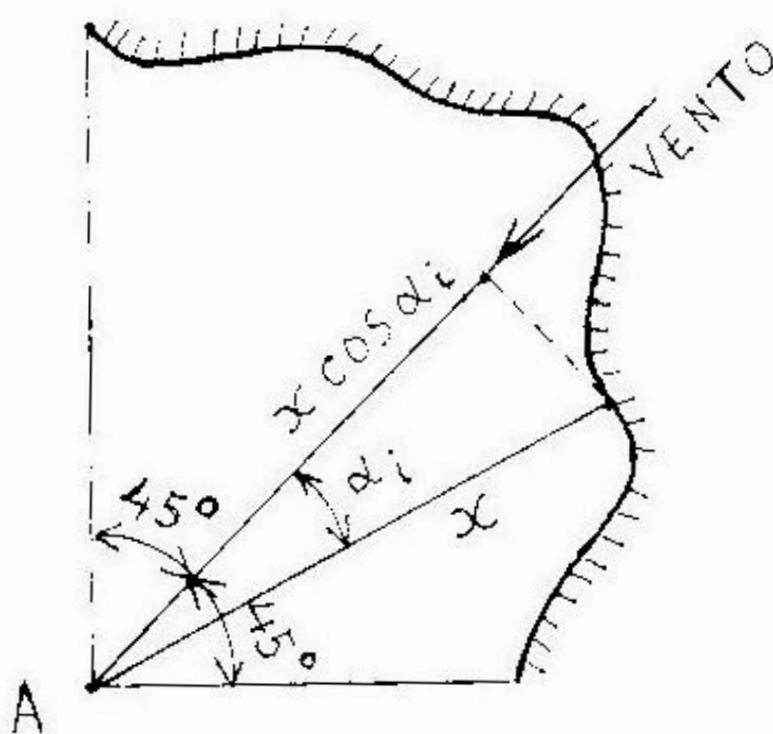
Le relazioni precedenti permettono di stabilire la corrispondenza tra le altezze ed i periodi delle onde relativi al punto di misura  $O$  ed al punto di trasposizione  $P$ , fissata una direzione geografica (direzione media da cui spira il vento) alla quale risultano associati i fetches efficaci  $F_P$  ed  $F_O$ :

$$\frac{H_S^P}{H_S^O} = \left( \frac{F_P}{F_O} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow H_S^P = H_S^O \left( \frac{F_P}{F_O} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.35a)$$

$$\frac{T_p^P}{T_p^O} = \left(\frac{F_P}{F_O}\right)^{\frac{1}{3}} \rightarrow T_p^P = T_p^O \left(\frac{F_P}{F_O}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.35b)$$

Tali relazioni sono state ottenute supponendo 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 interessate dalla stessa perturbazione climatica e quindi dalla stessa velocità del vento.

Il metodo si completa utilizzando la legge *Leenknecht et al., 1992*, che stabilisce il legame tra la direzione media del vento e la direzione media del moto ondoso da esso generato. Pertanto, note le caratteristiche del moto ondoso registrate dall'ondametro, sulla base della legge di correlazione tra la direzione dell'onda e quella del vento, si determina la direzione dell'onda nel punto di interesse e si possono pertanto valutare l'altezza significativa ed il periodo dell'onda risultante nel punto di trasposizione geografica.



*Fig. 2.11 – Settore da cui provengono le onde generate da un vento di assegnata direzione e che convergono in un punto A.*

Per valutare le porzioni di mare effettivamente coinvolte dal fenomeno di generazione del moto ondoso bisogna considerare i limiti geografici del settore di traversia e considerare il fatto che nel Mar Mediterraneo le perturbazioni cicloniche hanno

estensione massima dell'ordine di 500 km, pertanto i fetch geografici vengono limitati a tale dimensione. Il fetch efficace (o effettivo) è l'estensione effettiva della porzione di mare sulla quale si esplica effettivamente l'azione del vento responsabile della generazione del moto ondoso. Il valore del fetch efficace relativo ad una determinata direzione è funzione anche dell'estensione dei fetches geografici associati alle direzioni contigue: in questo modo i fetch efficaci tengono conto del fatto che alla generazione del moto ondoso contribuiscono, oltre alla superficie marina individuata nella direzione media  $\theta_w$  lungo la quale spira il vento, anche le porzioni di mare comprese in un settore di  $\pm\theta$  rispetto alla direzione media di azione del vento.

Il calcolo dei fetches efficaci per ogni direzione di propagazione  $\theta$  può essere eseguito in base alle seguenti relazioni:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\theta_i=\theta_w-\theta}^{\theta_w+\theta} F_i \cos^{n+1}(\theta_i - \theta_w)}{\sum_{\theta_i=\theta_w-\theta}^{\theta_w+\theta} \cos^n(\theta_i - \theta_w)} \quad (2.36)$$

con:

- $F_{e,w}$   
lunghezza del fetch efficace relativo alla direzione  $\theta_w$ ;
- $F_i$   
lunghezza del fetch geografico relativo alla direzione i-esima  $\theta_i$ ;
- $\theta_w$   
direzione media (riferita al Nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso;
- $\theta_w - \theta \leq \theta_i \leq \theta_w + \theta$   
direzione i-esima (riferita al Nord geografico) relativa ad un settore di ampiezza  $2\theta$  considerato nell'intorno della direzione  $\theta_w$ ;
- $\theta$   
ampiezza del settore di possibile provenienza del moto ondoso (il metodo di Saville prevede un valore di  $\theta = \pm 45^\circ$  mentre quello di Seymour fa riferimento ad un valore di  $\theta = \pm 90^\circ$ );
- $n$   
termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di energia del moto ondoso che caratterizzano il sito in esame; i dati relativi alle misure ondametriche condotte negli ultimi anni lungo le coste italiane indicano una variabilità di  $n$  tra 1 e 5: i valori più bassi sono relativi a stati di mare vivo mentre quelli più alti sono relativi a stati di mare morto.

L'espressione sopra riportata per il calcolo dei fetches efficaci deriva dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso, nota anche come metodo SMB (Sverdup-Munk, 1947, Bretschneider, 1952) e dai suoi successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour

1977, Smith 1991). Questo procedimento impone che la distribuzione dello spettro di energia del moto ondoso abbracci un settore di  $\pm 90^\circ$  rispetto a ciascuna direzione di vento considerata, e che ogni direzione compresa in tale settore fornisca un contributo energetico proporzionale al coseno dell'angolo che essa forma con la direzione in cui spira il vento.

## 2.6 L. Cavaleri e M. Sclavo (2006)

È ormai noto come le serie a lungo termine di parametri meteorologici ed oceanografici, quali dati di vento e d'onda, siano necessari per vari ed evidenti scopi, come la valutazione del clima alle esigenze più immediate di ingegneria oceanografica e costiera. Storicamente esistono quattro fonti di dati disponibili a mare: osservazioni visive, boe e piattaforme, satelliti (Topex, ERS1-2,...) e metodi numerici. Per riassumere meglio la situazione possiamo dire che: i dati ottenuti dalle registrazioni delle boe ondometriche (intesi come tutti i dati misurati a livello locale nel mare) sono precisi, frequenti (in genere misurati ad intervalli di tre ore), ma in numero è limitato, molto scarso per lo più in prossimità delle coste; i dati satellitari sono di buona precisione, tranne per valori molto bassi e molto alti, sono continui, ma notevolmente intermittenti in una data posizione, infine è molto difficile ottenerli vicino alla costa; per ultimi, i modelli numerici offrono dati continui nello spazio e nel tempo, ricchi di informazioni complete (spettro d'onda), ma spesso sottovalutano le condizioni reali nei bacini chiusi.

Nessuna di queste fonti riesce a fornire dati precisi e ben distribuiti, necessari a ricoprire un periodo sufficientemente lungo.

Il lavoro degli autori è stato quello di discutere l'accuratezza di queste fonti e di segnalare eventuali errori che influenzano l'accuratezza dei risultati finali. Il tutto viene sintetizzato nella memoria *"The calibration of wind and wave model data in the Mediterranean Sea"* pubblicata nel 2006 dal Coastal Engineering, dove viene descritto come un tale risultato è stato ottenuto nel Mar Mediterraneo, facendo uso solo delle informazioni provenienti dalle diverse fonti disponibili. In particolare, il lavoro si concentra sulla taratura del modello per dati satellitari.

I parametri che considerati in questo lavoro sono la velocità e direzione del vento (a 10 m di altezza), l'altezza significativa delle onde, il periodo d'onda e la direzione di propagazione. La zona in cui è concentrata l'attenzione è il Mar Mediterraneo, esteso dal 6° Ovest a 36° Est di longitudine e 30 – 46° di latitudine nord. Alla sua estremità occidentale è collegato con l'Oceano Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra. Questo stretto collegamento riguarda solo sensibilmente il clima d'onda nel vicino Mare di Alboran ed è spesso trascurato nella modellazione onda locale.

Inoltre, si può aggiungere che il Mar Mediterraneo è in gran parte circondato da catene montuose che ne influenzano e spesso anche controllano il clima locale. Nonostante le grandi dimensioni, oltre 6 milioni di  $km^2$ , la complessa geometria della costa divide il mare in una serie di sottobacini di diverse dimensioni. Alcune aree, come il lato est del Mar adriatico e in particolare il Mar Egeo, sono caratterizzati da un gran numero di isole che contribuiscono a rendere il dominio geografico di riferimento ancor più disomogeneo. Perciò c'è anche da aggiungere che la condizione di alti fondali può essere considerata ovunque, tranne nel Mar Adriatico, nel Golfo delle Sirte sulla costa africana e in tutte le zone vicine alla foce di grandi fiumi, come per esempio il Nilo.

Quando si parla di dati provenienti dalle fonti precedentemente elencate e, nello specifico, nella restituzione di un'informazione non esattamente precisa, si inizia a parlare di errori. È facilmente intuibile come i dati provenienti da osservazioni a mare possano essere ricchi di imprecisioni, a volte di notevole entità.

I dati di vento provenienti da boe ondometriche, invece, sono generalmente di buona qualità. Il vento registrato sulla torre oceanografica è influenzato dalla presenza della struttura. Tuttavia, questi dati sono stati corretti, sia in termini di velocità che di direzione di provenienza del vento, sulla base dei test effettuati in galleria del vento (*Cavaleri et al., 1985*). Le stazioni ondometriche si possono definire strumenti precisi, e l'errore correlato all'altezza d'onda significativa,  $H_S$ , è solitamente stimato in una piccola percentuale. L'incertezza sul singolo dato deriva anche dalla variabilità di campionamento della superficie, in particolare nella forma spettrale. La precisione dei periodi di picco riportati,  $T_p$ , è ulteriormente limitata dalla risoluzione della distribuzione di frequenza.

Per elevate altezze d'onda  $H_S$ , le boe ondometriche hanno la tendenza a sfuggire intorno alle alte creste e così facendo si introduce una distorsione negativa nella stima dei valori più alti.

Molti istituti utilizzano modelli atmosferici e d'onda applicabili in tutto il globo, fornendo previsioni giornaliere ed analisi in tutto il mondo. Tuttavia questi modelli, in particolare quelli d'onda, non hanno una risoluzione sufficiente per descrivere con adeguata accuratezza i campi nei bacini chiusi, come il Mediterraneo. per questo motivo alcune istituzioni, che hanno particolare interesse a conoscere ed avere informazioni nel Mar Mediterraneo, adattano i loro modelli ad aree limitate con versioni che sono inglobate in quelle a larga scala. In effetti esistono diverse fonti di informazioni attualmente disponibili per il Mar Mediterraneo. L'elenco include il Meteorological Office U.K. (UKMO), l'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF, Reading, UK), Meteo France, e gli Stati Uniti Navy Oceanographic Center. La condizione di avere dati disponibili sull'intero Mediterraneo per un intero decennio, limita la scelta per le prime due istituzioni. La scelta finale degli autori è stata dettata da diverse considerazioni: UKMO è stato in esecuzione a livello locale con modelli meteorologici e

d'onda applicati per buone risoluzioni in aree limitate. Tuttavia, mentre ECMWF gestisce un modello ondulatorio avanzata di terza generazione, UKMO è ancora di seconda generazione, anche utilizzando un numero molto inferiore di frequenze. Questo può causare errori di valutazioni per onde di tipo swell e nella stima dei periodi d'onda. Inoltre, le prestazioni avanzate che restituisce il modello UKMO intorno alle isole del Regno Unito, non sono implicite nel Mar Mediterraneo, almeno nella sua parte più a sud, dove non può sviluppare i dettagli associati in linea di principio con la sua risoluzione. Infine, i dati UKMO sono disponibili solo su base commerciale, mentre quelli ECMWF possono essere ottenuti liberamente o con un minimo pagamento, a seconda se lo scopo è puramente scientifico o no. Detto ciò, è facile capire il motivo per cui gli autori scelgono il modello usato dall'ECMWF come sorgente di dati nel Mar Mediterraneo per condurre lo studio.

Il modello operativo dell'ECMWF è di tipo spettrale, i settori orizzontali sono descritti da un'espansione bidimensionale di armoniche sferiche troncate. il troncamento identifica la risoluzione, che si definisce come metà della lunghezza d'onda più piccola. La fisica del problema è ridotta ad una griglia gaussiana nello spazio fisico. La struttura verticale dell'atmosfera è descritta da un ibrido multilivello  $\sigma$  in un sistema di coordinate. Le parametrizzazioni fisiche descrivono i processi fisici fondamentali connessi al trasferimento radiante, alla miscelazione turbolenta, alla resistenza orografica in scala, alla convezione umida, alle nuvole e ai processi del suolo superficiale. Le variabili prognostiche includono componenti di vento, temperatura, umidità specifica, contenuto d'acqua liquida/ghiaccio e una frazione di nube. I regimi parametrizzati sono necessari per descrivere adeguatamente l'impatto dei meccanismi in scala di sottogriglia sul flusso a larga scala dell'atmosfera. I parametri di previsione del tempo, come la copertura delle temperatura a  $2\text{ m}$ , le precipitazioni e le nubi, sono calcolati dalla parametrizzazione fisica del modello. La velocità del vento a  $10\text{ m}$ ,  $U_{10}$ , è derivata con un modello di strato limite dal livello più basso  $\sigma$ , con  $0,9976$  di pressione superficiale, corrispondenti a circa  $20\text{ m}$  di altezza. nel 2000 il modello vantava una risoluzione di circa  $39\text{ km}$ , vale a dire  $60$  livelli verticali e  $40\text{ km}$  di risoluzione alla griglia gaussiana. Ciò ha portato un notevole miglioramento nella qualità dei risultati e nel Mediterraneo ha portato ad un notevole aumento delle velocità del vento, un fatto da considerare nella valutazione dei dati calibrati e delle statistiche finali.

I dati di vento del modello a velocità molto basse non sono affidabili, perché la situazione è dominata dai processi sub-grid (sotto griglia). ciò è particolarmente vero vicino alla terra ferma e un esempio chiaro è rappresentato dalla brezza terra-mare. Perciò nelle zone costiere, i venti ottenuti con l'applicazione del modello sono inaffidabili a causa dell'influenza dominante dell'orografia terrestre, la quale non è adeguatamente rappresentata nel modello meteorologico a causa della sua limitata risoluzione. Anche la poca precisione con cui le batimetriche principali vengono rappresentate nel modello introduce errori nella stima dei campi di vento costieri.

In condizioni di mare aperto molto forte, i venti vengono molto sottostimati, addirittura più a largo che sulla costa. Questo problema non è stato ben compreso dagli autori né da nessun'altro, ma i ruoli dominanti causa di quest'effetto possono essere sicuramente rivestiti dall'orografia e dalla modellazione dello strato limite marino.

Vi è, inoltre, una marcata tendenza a sottovalutare le velocità di picco del vento. Questo è probabilmente collegato alla risoluzione del modello stesso, ma una non corretta parametrizzazione dei processi fisici attivi in condizioni di forti tempeste svolge probabilmente un ruolo fondamentale.

Dal luglio del 1992 l'ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) gestisce, parallelamente al loro modello meteorologico, un modello d'onda. Allo stesso modo delle previsioni meteo, l'obiettivo è quello di produrre delle previsioni delle condizioni d'onda. Il modello ondulatorio usato dall'ECMWF viene chiamato "WAM wave model" e rappresenta un modello avanzato di terza generazione sviluppato alla fine del 1980 con lo sforzo operativo della maggior parte degli esperti disponibili al momento. Nello specifico, il modello si basa sulla descrizione spettrale della superficie del mare, cioè tutti i punti della griglia, rappresentanti l'area di interesse delle condizioni d'onda, sono rappresentati come la sovrapposizione di un numero finito, ma esteso, di componenti sinusoidali, ciascuno caratterizzato da una frequenza  $f$  (Hz), dalla direzione di propagazione  $\theta$  e dall'altezza dell'onda  $h$  (m), quindi l'energia  $F$  è proporzionale ad  $h^2$ . Sapendo che l'evoluzione nel tempo e nello spazio di tutta la materia è regolata dalla cosiddetta equazione di bilancio energetico, si può scrivere:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + c_g \cdot \nabla F = S_{in} + S_{nl} + S_{dis} \quad (2.37)$$

dove i termini a sinistra rappresentano la derivata temporale e la cinematica del campo, mentre a destra sono descritti i processi fisici a lavoro per la sua evoluzione. In particolare  $\partial/\partial t$  è la derivata rispetto al tempo,  $c_g$  è la velocità di gruppo e  $\nabla F$  rappresenta il gradiente spaziale del campo.

una volta definita l'area coperta dal modello, le informazioni in ingresso sono fornite dai campi di vento guida, cioè dal modulo e dalla direzione di  $U_{10}$  (velocità del vento) in ciascun punto della griglia. Più semplicemente  $U_{10}$  viene utilizzato, insieme alle condizioni d'onda esistenti in quel momento e in quel punto, per valutare la velocità di attrito e quindi la sollecitazione superficiale connessa al trasferimento effettivo di energia  $S_{in}$  dal vento alle onde. Il termine  $S_{dis}$  riassume la perdita di energia da parte dei vari processi di dissipazione del lavoro compiuto. Per scopi pratici, l'unico termine dissipativo rilevante in acque profonde è il *white-capping*, cioè la schiuma bianca che appare sulla cresta delle onde, dovuta all'azione del vento. Altri processi, invece, appaiono quando le onde entrano in una zona caratterizzata da bassi fondali; le due più

importanti sono l'attrito di fondo e la profondità di frangimento. Le interazioni non lineari tra le onde,  $S_{nl}$ , rappresentano lo scambio conservativo di energia tra i vari componenti d'onda che si svolge in continuo durante l'evoluzione del campo di vento.

Questo è un modello numerico integrato, che utilizza uno schema semi-implicito per le funzioni di origine, mentre per la riflessione e la rifrazione i termini dell'equazione di bilancio energetico vengono utilizzati con l'utilizzo di precedenti schemi di bolina di primo ordine. A causa dei requisiti di stabilità numerica, il passo temporale di integrazione dipende dalla risoluzione della griglia, essendo tipicamente di 20 minuti ogni  $0,5^\circ$  e di 15 minuti per la risoluzione di  $0,25^\circ$ .

Il centro europeo ECMWF elabora due modelli operativi: uno globale per uso oceanico ed uno per il Mar Mediterraneo. Questa distinzione è dovuta al fatto che nel modello oceanico la massima risoluzione consentita, a causa delle limitazioni di potenza del computer, non sono adeguate nel caso del Mediterraneo, perciò per avere una risoluzione più elevata capace di descrivere adeguatamente le caratteristiche geometriche del bacino mediterraneo, si è formulato nel luglio del 1992 (anno dal quale diventa operativo) un secondo modello d'onda. La sua migliore risoluzione di  $0,5^\circ$  è utilizzata sia in latitudine che in longitudine per un numero complessivo di 950 punti a mare; inoltre, in seguito la sua risoluzione viene aumentata a  $0,25^\circ$  per un totale di circa 4000 punti. Nell'autunno del 1998 è stata resa disponibile un'ulteriore versione migliorata, comprendente l'Oceano Atlantico settentrionale, il Mar di Barents, il Mar Mediterraneo, il Mar Baltico e il Mar Nero, con risoluzione ancora di  $0,25^\circ$ , ma solo nella direzione di latitudine. Per ogni diverso numero di punti di latitudine viene utilizzata una direzione di longitudine, uniformemente distribuita ogni  $27,5 \text{ km}$  di distanza, ovvero ad una distanza corrispondente a  $0,25^\circ$ . Ciò implica che i punti della griglia sono sfalsati ed è necessario qualche ulteriore rimaneggiamento durante il calcolo di avvezione. Il numero di frequenze rimane costante per lungo tempo a  $N_f = 25$ , con  $f_1 = 0,04 \text{ Hz}$  e  $f_{n+1} = 1,1 \cdot f_n$ . Sono stati utilizzati  $N_d = 12$  direzioni uniformemente distanziate. Successivamente questi termini sono stati ulteriormente modificati rispettivamente a 30 frequenze e 24 direzioni.

Le informazioni, disponibili in qualsiasi momento del processo di integrazione, sono rappresentate, in qualsiasi punto della griglia, per l'energia disponibile per ogni componente d'onda, cioè dai due spettri dimensionali  $F(f, \theta)$ . Da questo vengono valutate alcune grandezze.

L'integrazione sulle direzioni fornisce lo spettro di energia monodimensionale  $E(f)$ , cioè una descrizione della distribuzione di energia per mezzo delle frequenze. Un'ulteriore integrazione della frequenza fornisce poi l'energia  $E$  generale, da cui deriva l'altezza d'onda significativa  $H_S$ . Diverse integrazioni forniscono stime del periodo medio  $T_m$ , a volte chiamato periodo di energia, e la direzione di propagazione media  $\theta_m$ . Le formule relative a questi parametri sono riportate di seguito:

$$E(f) = \int F(f, \theta) d\theta \quad (2.38)$$

I momenti dello spettro di frequenza di ordine n-esimo sono definiti come:

$$m_n = \int E(f) f^n df \quad (2.39)$$

da cui

$$H_S = 4\sqrt{m_0} \quad (2.40)$$

$$T_m = \frac{m_{-1}}{m_0} \quad (2.41)$$

$$\theta_m = \tan^{-1} \frac{\int \int F(f, \theta) \sin \theta df d\theta}{\int \int F(f, \theta) \cos \theta df d\theta} \quad (2.42)$$

Si noti che nelle applicazioni numeriche integrali sono sostituiti da sommatorie finite.

I parametri integrati d'onda disponibili dall'archivio dell'ECMWF, insieme ai dati di vento di superficie corrispondenti, sono stati recuperati per l'area del Mediterraneo per più di un decennio a partire dal 1 luglio del 1992. I dati sono stati poi estratti con una risoluzione di  $0,5^\circ$  tra i limiti geografici presenti nella prima versione del modello, cioè tra  $6^\circ$  Ovest e  $36^\circ$  Est di longitudine,  $30^\circ$  e  $46^\circ$  Nord per la latitudine. Questo corrisponde ad una griglia di  $85 \times 33$  punti, di cui circa 950 sono punti a mare.

I dati d'onda ottenuti dal modello non sono, però, affidabili per altezze e periodi riferiti ad una combinazione di onde di bassa entità, perché associati a venti leggeri. Visto che questi non sono valori affidabili, un'incertezza simile segue anche per le corrispondenti altezze d'onda. In connessione alla sottostima delle velocità del vento, il modello ha la tendenza a sottovalutare le altezze d'onda nel Mar Mediterraneo. Questa tendenza è più marcata in corrispondenza dei picchi che si verificano durante una tempesta. I dati d'onda hanno una minore affidabilità vicino alle coste, come già detto, a causa della scarsa accuratezza dei venti in queste condizioni. Inoltre, se il vento soffia a largo i dati d'onda possono essere sostanzialmente errati sino almeno a  $50 - 100 \text{ km}$  dalla costa, a causa degli errori nel campo di vento e all'approssimazione nella definizione del costa, dovuta alla risoluzione della griglia del modello ondulatorio. In più, a causa delle tre diverse griglie utilizzate in tempi diversi, alcuni punti della griglia costiera sono stati alternativamente considerati punti di terra o di mare.

Il primo algoritmo di integrazione utilizzata nel *WAM-model*, ha portato ad una sottostima delle altezze d'onda nelle prime fasi di generazione, che di solito avviene nei primi 100 – 200 km al largo delle coste, in condizioni di vento che soffia in mare aperto. Questo algoritmo è stato poi corretto nel dicembre del 1996 (*Hersbach e Janssen, 1999*).

Le tre fonti di dati citate a inizio paragrafo sono, in qualche modo, complementari tra loro. A questo punto sembra ovvio che i migliori risultati possibili possono essere ottenuti solo mediante l'uso combinato di tutte le informazioni disponibili. Le informazioni fondamentali, di base, vengono fornite dai modelli matematici. I loro risultati sono poi calibrati sulla base dei dati satellitari e, dopo aver verificato l'affidabilità satellitare contro i dati boa, quest'ultimi sono utilizzati per verificare la qualità dei dati del modello calibrati. Su questa scia, gli autori hanno eseguito una tripla analisi di rilocalizzazione, boa-satellite-modello.

La taratura degli strumenti, come l'altimetro e lo scatterometro (è uno strumento per misurare il coefficiente di diffusione della superficie terrestre per segnali radar. È costituito essenzialmente da un radar privato della parte relativa alla misurazione delle distanze e provvisto invece di dispositivi per misurare la potenza degli echi riflessi in rapporto alla potenza trasmessa, deducendone il detto coefficiente di diffusione; viene usato sia nella tecnica radar per valutare la capacità del terreno di dare luogo ad echi e per migliorare quindi la qualità dei segnali, sia nelle tecniche di telerilevamento della superficie terrestre da bordo di satelliti o veicoli spaziali. Il coefficiente di diffusione radar dipende, infatti, dalla costituzione della superficie e dà pertanto informazioni sulla natura delle rocce, della vegetazione e delle strutture presenti sulla superficie medesima), è stata eseguita più volte in mare aperto. Date le differenti condizioni nei grandi spazi aperti, soprattutto in presenza di onde di tipo swell, e nei mari chiusi, la soluzione ad una validazione locale è apparsa come la migliore scelta. Tuttavia, la scarsità di dati idonei a largo della costa, in particolare durante il decennio scelto dagli autori per i loro scopi, ha evidenziato l'impossibilità di validare la velocità del vento all'altimetro. Lo scatterometro non è stato preso in considerazione.

La calibrazione dei dati del modello implica un confronto di lungo periodo tra il modello corrispondente ed i dati satellitari disponibili a, o meglio intorno, ogni punto della griglia. Questo indica la correzione dei dati del modello necessari in quel punto. I dati del modello a disposizione degli autori sono riferiti ad intervalli di  $0,5^\circ$ , perciò ogni punto della griglia viene considerato come rappresentativo di un'area di  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , centrata su di esso.

Per ogni dato satellitare, di cui conosciamo istante di acquisizione e posizione geografica esatta, il valore corrispondente del modello è ottenuto con una doppia interpolazione lineare tra i quattro punti della griglia circostanti ed un'interpolazione temporale-lineare tra i valori dei campi precedenti e quelli seguenti (disponibili ad intervalli di sei ore).

Questo fornisce una coppia di dati ricollocata (modello-satellite), poi assegnata al punto della griglia più prossimo. Vicino alla terra ferma, l'interpolazione è limitata ai circostanti punti sul mare. Per ogni punto della griglia, questo ha fornito una sequenza di coppie di dati, la cui distribuzione ha una buona approssimazione, risultante ad una retta passante per l'origine, considerando, però, un numero minimo di coppie di dati pari a 100. Inoltre, è importante sapere che è stato dato lo stesso peso ad entrambe le fonti, satelliti Topex ed ERS1-2. La procedura eseguita è la stessa ed una volta che le distribuzioni geografiche dei migliori valori vengono analizzate, si osservano alcune dispersione tra punti vicini, anche nelle zone in cui il grande spazio a disposizione suggerirebbe una distribuzione piuttosto liscia. Questo è associato alla casualità implicita del procedimento: i dati utilizzati per ottenere il migliore risultato, risultano rinchiusi da punti discordanti, essendo potenzialmente associati ad eventi differenti, mentre il comportamento dei modelli non è costante nel tempo. Ciò si riflette anche nella dispersione dei dati intorno alla linea di aggiustamento delle singole distribuzioni.

Pertanto, gli autori, hanno dovuto aggiustare, o meglio lisciare, la distribuzione complessiva con una media ponderata dei punti vicini, relativi ai valori originali, mantenendo un peso di 0,5°. Si ricava un fattore di calibrazione per ogni punto della griglia, a partire dai diagrammi di dispersione inerenti all'altezza delle onde e alla velocità del vento, ma ciò implica un appesantimento generale. Risulta che i dati ERS stimano per il 3% in più i valori di altezza d'onda rispetto a quelli ottenuti dai TOPEX e per il 5% in più i valori di velocità del vento con l'utilizzo di costanti di regressione delle tre possibili combinazioni (altimetro contro boa, ecc) ed una stima degli errori presenti in ciascuna delle tre sorgenti, grazie alla così definita "*co-location analysis*" (Janssen, 2003). È stata, perciò, eseguita una terza prova, incorporando dati satellitari, delle boe e del modello. L'analisi è stata fatta solo per l'altezza significativa d'onda, in otto posizioni nel Mar Mediterraneo. Tuttavia rimane un problema fondamentale: i modelli meteorologici dipendono fortemente dai dati misurati e resi disponibili in tempo quasi reale per produrre la migliore analisi possibile, prima di iniziare una nuova previsione. Questo viene fatto con l'assimilazione di dati, cioè correggendo le stime del modello sulla base dei dati misurati. Gli scatterometri sono stati, e sono tuttora, una delle principali fonti di informazione per i modelli meteorologici. In linea di principio, questo non sarebbe un problema, se non fosse che la correzione eseguita con l'assimilazione di dati non pregiudica l'intero campo di velocità del vento allo stesso modo e nella stessa misura. La sua influenza è applicabile al settore delle misurazioni, ma allontanandosi da questo si sfuma gradualmente. Ciò implica che i risultanti campi di vento modellati non hanno la stessa precisione in tutte le posizioni; questa è più elevata nel punto dove e quando i dati misurati sono stati disponibili, è inferiore altrove. Si può dire che questa sia già una fonte di variabilità della qualità del dato, tuttavia il punto cruciale è che, quando il dato e la velocità del vento sembrano essere modellati, questo sembra succedere esattamente in tempi e luoghi in cui il modello era già stato corretto. In altre parole, il

confronto è prevenuto e non rappresenta la qualità effettiva del generico dato del modello.

Ne consegue che non si possono usare i dati dello scatterometro per una correzione a lungo termine del set di dati di vento a disposizione. Infatti, questa informazione è ancora estremamente utile nello studio dei campi globali, ma non lo è nel caso di una calibrazione generale. Lo stesso vale per i dati altimetrici ERS1-2. È stato riscontrato anche un altro problema riguardante l'uso di dati di altezza d'onda significativa ottenuti con l'ERS2. In caso di mal funzionamento dell'altimetro durante la misurazione, qualunque siano le condizioni meteo del mare, i dati riportati sono quasi sempre superiori a 1,2 m. Pertanto, i dati riferiti a basse altezze d'onda vengono sovrastimati e poiché la correzione dell' $H_S$  è stata fatta assimilando i dati altimetrici ERS-2, questa si è trasmessa anche alla correzione del periodo d'onda, che si è falsato. Quindi, in conclusione, si può dire che: i dati dello scatterometro non possono essere utilizzati per la calibrazione; i dati di altezza d'onda significativa dell'ERS-2 non possono essere utilizzati per la calibrazione; i dati utilizzati per l'atlante sono sbilanciati in eccesso rispetto ad una gamma di valori di altezza d'onda significativa  $H_S$  più bassi.

L'esclusione dei dati pervenuti dallo scatterometro nella procedura di calibrazione implica che è impossibile discutere una qualsiasi metodologia in direzione del vento. D'altra parte, un confronto diretto tra il modello e le direzioni di propagazione dell'onda, provenienti dalle misure effettuate per mezzo delle boe ondametriche, indica che il modello WAM coglie bene la struttura dei campi.

Il problema è la sottostima dell'altezza dell'onda significativa. Dato che in un bacino chiuso, come il Mar Mediterraneo, le caratteristiche dell'onda sono fortemente associate a quelle dei campi di vento guida, si assume l'ipotesi che nessuna correzione è necessaria, né per il vento né per le direzioni d'onda.

Pertanto, gli autori per il loro lavoro di calibrazione utilizzano i seguenti dati: velocità del vento, altezza d'onda e dati altimetrici da TOPEX ed ERS-1. Seguendo la procedura precedente, si sono ricavati i coefficienti di calibrazione singola per la velocità del vento (calu) e per l'altezza d'onda (calh), nei vari punti della griglia. Dopo l'estrazione dei dati, da ogni punto della serie temporale del modello ad intervalli di 6 ore, questi si sono tarati moltiplicando i singoli parametri col corretto fattore di calibrazione. Come derivato dalla fisica del processo, cioè dalla limitata importanza del moto ondoso in un mare chiuso e di un confronto diretto con i dati provenienti dalle boe ondametriche, una sottostima di  $H_S$  implica anche una sottostima del periodo dell'onda, in modo tale che la pendenza media delle onde non cambi sensibilmente. Dunque, la lunghezza d'onda varia proporzionalmente all'altezza significativa d'onda  $H_S$ . Dato che la lunghezza d'onda varia, almeno in acque profonde, con il quadrato del periodo d'onda, questi vengono corretti moltiplicandoli per  $\sqrt{\text{calh}}$ .

Come specificato, non viene introdotta nessuna correzione di direzione. Pertanto, le serie storiche finali sono state ottenute moltiplicando le quantità precedenti per:

$H_S$  - calh

$DirH$  - nessuna correzione

$T_P$  - sqrt(calh)

$T_m$  - sqrt(calh)

$U$  - calu

$DirU$  - nessuna correzione

Questa procedura è stata applicata separatamente a dati riferiti a prima e dopo una determinata data (nel novembre del 2000), cioè quando il sostanziale cambio di risoluzione nel modello meteorologico ECMWF implicava un cambiamento della qualità del vento, quindi della qualità dell'onda e dei campi. Inoltre, per il primo periodo, si aveva a disposizione molti più mesi di dati che per quello successivo.

In un primo momento si è pensato di analizzare la precisione di calibrazione dei dati di vento e d'onda. Trascurando i dati satellitari, si confrontano i valori tarati a lungo termine corrispondenti ad otto specifiche boe di misura (dal 1989) disponibili intorno alla penisola italiana. Per l'analisi è stato conveniente dividere le boe in due gruppi: quelli ben esposti, rivolti ad Est nel mar Tirreno (A = Alghero, Ponza, Mazara) e quelli rivolti verso Oriente o situati nei mari Ionio ed Adriatico che sono più chiusi (B = Spezia, Catania, Crotone, Monopoli, Pescara). La differenza è evidente: ad Alghero la maggior parte degli eventi provengono dai settori aperti ad ovest, la costa ha un effetto limitato sui campi d'onda locali ed è possibile una calibrazione affidabile. Al contrario, a Monopoli l'orientamento della costa e la portata limitata del mare Adriatico implica spesso forti gradienti spaziali. Inoltre, le boe sono spesso molto più vicine alla costa rispetto alla distanza nominale nel modello. In quest'ultimo caso il minimo fetch, quando il vento soffia dalla terra al mare, è collegato alla risoluzione del passo della griglia.

Le conseguenze sono la sovrastima dei dati calibrati rispetto alla boa ondometrica e la grande dispersione che caratterizza la distribuzione. Inoltre, si rileva una netta distinzione tra i valori ottenuti dai due gruppi. Ciò accade se la diffusione è semplicemente una conseguenza della qualità variabile dei dati del modello, che è diversa da un evento all'altro, oppure è dovuta anche ai dati ondometrici. Ancora una volta, questo può essere stabilito utilizzando una tripla analisi di rilocalizzazione, tra l'altimetro, il modello e la boa. I risultati mostrano che il più grande errore è associato alla boa ondometrica. Questo non dovrebbe sorprendere, perché la boa onda metrica è l'unica delle tre fonti che fornisce una stima dell'onda significativa  $H_S$  in un punto specifico, perciò, anche se la registrazione viene prolungata nel tempo, mantiene limiti di confidenza non trascurabili. Al contrario, un altimetro fornisce una stima su una vasta scala, per un'area di 1 km di larghezza o più, a seconda delle condizioni del mare.

L'output del modello è essenzialmente una media su una maglia della griglia, che in questo caso è  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , circa  $600 \text{ km}^2$  nel Mar Mediterraneo. Naturalmente, oltre a questo vi è la precisione della sorgente (strumento o modello). Ciò si riflette nei valori maggiori del modello rispetto a quelli altimetrici.

Gli autori sono riusciti a fornire stime di errori globali in otto località nel Mar Mediterraneo, cosa che in generale è molto spesso impossibile da ottenere, in quanto sono presenti poche boe ondametriche nel nostro mare, che si traduce in pochi dati sui quali lavorare, e di solito queste registrazioni non sono rappresentative nelle aree circostanti le stazioni. I dettagli delle varie fonti di errori capaci di influenzare la taratura del vento e dell'altezza d'onda in tutto il bacino mediterraneo devono essere sostenuti sulla base delle caratteristiche dell'altimetro e del modello che sono note e sulla base dei risultati ottenuti.

Le fonti che generano serie di errori capaci di poter influenzare la taratura riguardano principalmente le misurazioni effettuate dai satelliti e dall'incompatibilità dei modelli di potersi adattare ad ogni situazione. Questi errori conducono alla grande dispersione situata attorno alla linea di aggiustamento ricavata dagli autori, in ogni specifica località. Questo è anche il motivo per cui si osserva una variabilità spaziale realistica dei coefficienti di calibrazione che ha portato a dover smussare la loro distribuzione geografica.

Questa procedura ha buona applicabilità nei grandi sottobacini, dove non si ha alcun motivo di aspettarsi grandi gradienti spaziali. Essa diventa discutibile vicino alle coste o in aree complesse in cui una grande variabilità spaziale è una implicazione naturale della geometria locale. Tuttavia, avendo un variabilità naturale sovrapposta a quella derivata dalla taratura, in particolare nelle aree dove i modelli mostrano i più grandi errori, la procedura non è in grado di distinguere tra le varie fonti di variabilità.

La variabilità aumenta lungo le coste settentrionali del Mar Mediterraneo. La ragione è che tutta la costa europea è caratterizzata da un'orografia marcata. Come la maggior parte delle tempeste che colpiscono il Mar Mediterraneo e che provengono dai settori settentrionali, le aree marine lungo le coste settentrionali sono a ridosso dei monti. Si è già parlato del fatto che, quando si tratta del mare aperto, i dati altimetrici di velocità del vento non sono precisi per le caratteristiche specifiche delle prime poche decine di chilometri di mare dalla costa. Questo concetto è assimilato nel modello meteorologico e l'errore viene trasmesso anche al campo d'onda.

Si può avere un'idea della conseguente incertezza della stima finale dei coefficienti di calibrazione, considerando l'indice di dispersione  $SI$  delle singole migliori misurazioni (*best-fits*). Le distribuzioni dei valori  $SI$  nel Mar Mediterraneo, per  $U_{10}$  e  $H_S$ , sono state inserite nell'articolo scientifico e riportati rispettivamente di seguito nelle figure (2.12) e (2.13). Queste informazioni sono essenziali per valutare l'attendibilità dei risultati finali e

dovrebbe essere considerati quando effettuano statistiche delle serie storiche dei dati calibrati.

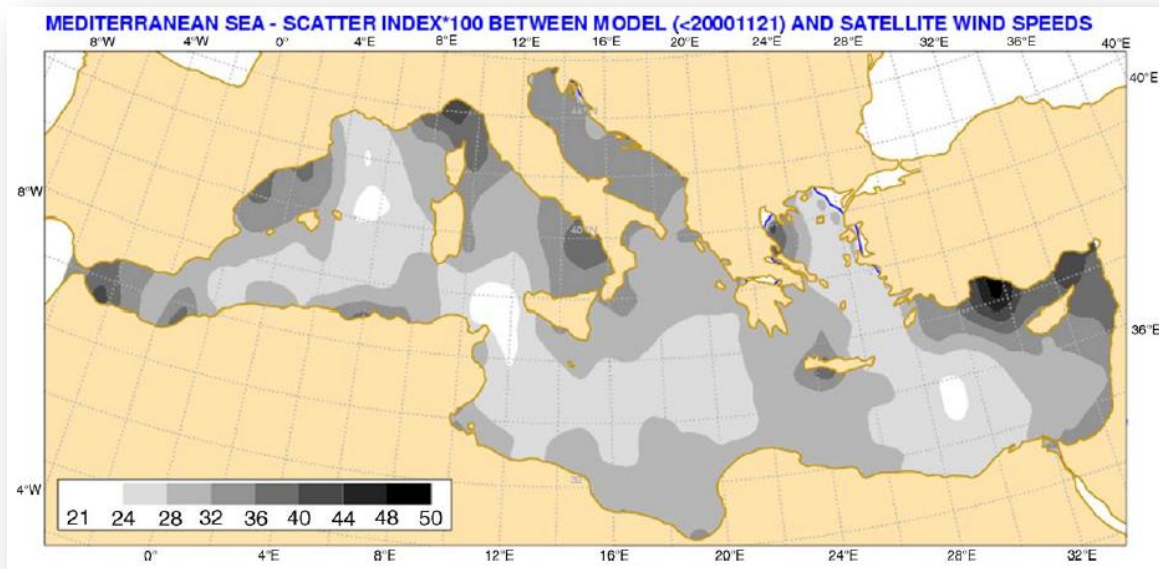


Fig. 2.12 – Distribuzione dell'indice di dispersione  $SI (\times 100)$  per le misurazioni della velocità del vento nel Mar Mediterraneo tra il modello e l'altimetro. (Cavaleri e Sclavo, 2006)

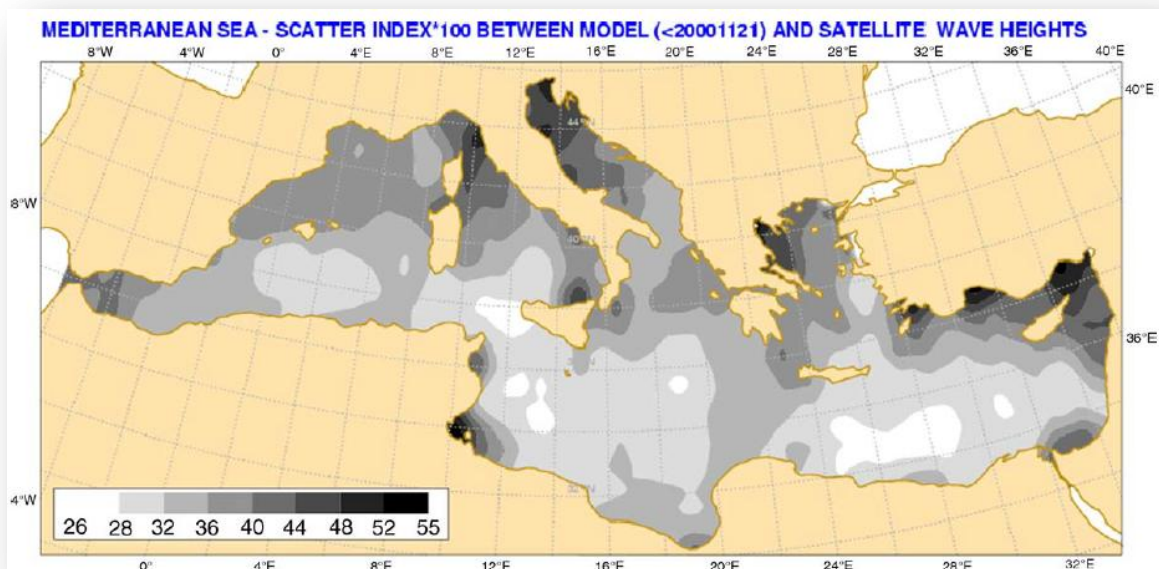


Fig. 2.13 – Distribuzione dell'indice di dispersione  $SI (\times 100)$  per le misurazioni dell'altezza d'onda significativa nel Mar Mediterraneo tra il modello e l'altimetro. (Cavaleri e Sclavo, 2006)

Anche i singoli errori sistematici hanno un forte ruolo; la loro influenza è nascosta, perché in generale si può vedere solo il loro effetto complessivo. La rilevanza di un

errore specifico può essere identificata quando questo errore è stato corretto ad una certa data. Questo è successo con i risultati del “WAM model” nei primi 100 – 200 km dalla costa. In questo intervallo, con il vento che soffia dalla terra al mare, lo schema di integrazione precedente era sbilanciato verso valori bassi. Ma questo è stato corretto nel modello operativo nel dicembre 1996. Pertanto, prima di questa data, tutti i fetch brevi hanno un errore permanente nel campo dei bassi valori. Note le direzioni da cui provengono le tempeste, questo si riscontra particolarmente attendibile lungo le coste settentrionali del Mar Mediterraneo.

In linea di principio, gli errori sistematici vengono presi in considerazione con la calibrazione. Tuttavia, questo non è sempre vero per due motivi: la polarizzazione è più marcata nella fascia bassa dei valori dell’altezza d’onda significativa (cioè nelle prime fasi di generazione dell’onda a largo delle coste) e, anche considerando le variazioni più significative, non è possibile dividere la calibrazione in una serie di piccoli periodi, perché la loro affidabilità risultante sarebbe troppo bassa.

Guardando i risultati della calibrazione, notiamo qualche incongruenza tra i valori di velocità del vento e quelli dell’altezza d’onda risultanti. Le onde sono un prodotto diretto del vento e ogni errore nel campo di vento generato si riflette nel campo d’onda risultante. Pertanto, le due mappe dei coefficienti di calibrazione dovrebbero mostrare un elevato grado di coerenza. Infatti, questo è il caso delle loro distribuzioni geografiche nel Mediterraneo, mostrate precedentemente in figura (Figg. 2.12 e 2.13). Sia per il vento che per le onde, le correzioni più importanti sono richieste lungo le coste europee e lungo quelle turche.

Tuttavia, gli autori sottolineano che le cifre reali non sono pienamente coerenti. Le correzioni per i dati di vento sono molto più basse di quelle che ci si aspettava in riferimento ai dati d’onde. In altre parole, le velocità calibrate del vento sono troppo basse rispetto alle altezze d’onda misurate. In effetti, questo potrebbe essere dovuto ad un errore nel modello ondulatorio che potrebbe sottovalutare le altezze d’onda. Tuttavia, è ampiamente accettato nella letteratura (vedi Komen et al, 1994; Janssen, 1998; Swail, 2000) che l’errore di un modello ondulatorio sofisticato, come il WAM, è sostanzialmente inferiore a quello dei campi di vento generati. Inoltre, è risaputo che la distribuzione delle altezze d’onda in un bacino, rispetto alle misurazioni disponibili localmente, è uno dei modi migliori per giudicare la qualità dei campi di vento in ingresso. Pertanto, si nota un’incoerenza, dell’ordine di almeno il 5%, che non dovrebbe essere prodotta dal modello ondulatorio.

Gli autori credono di aver ottenuto quello che può essere considerato come il miglior set di dati di velocità del vento e di altezza d’onda disponibili nel Mar Mediterraneo. Tuttavia, dovrebbero essere tenute in considerazione alcune caratteristiche e limitazioni dei dati stessi. Per entrambe le tipologie di dato, la pendenza delle linee dei *best-fits* cresce notevolmente muovendosi verso sud, in tutto il bacino. I più grandi errori si

trovano lungo le coste settentrionali, maggiormente dove i bacini più piccoli sono caratterizzati da un'orografia marcata. La precisione delle migliori misurazioni, quindi dei coefficienti di calibrazione, può essere derivata dalla dispersione dei dati intorno alle linee di *best-fits*.

Da un confronto delle tre fonti di dati, i dati forniti dall'altimetro mostrano il minore errore. Mentre, l'errore grande proviene dai dati onda metrici delle boe. Inoltre, in generale, i dati della fascia più bassa delle altezze d'onda risultano essere quelli meno affidabili. Ciò è dovuto ad un errore nel modello d'onda prima di una certa data e ad un problema con le corrispondenti misure dell'altimetro ERS2. I coefficienti di calibrazione per i dati di vento e quelli d'onda non sono pienamente coerenti tra loro. Le velocità del vento calibrate sono più basse di almeno il 5% rispetto alle altezze d'onda misurate.

Come detto prima, gli autori hanno effettuato una tripla analisi seguendo le direttive della procedura di *Janssen* del 2003. Si considerano le tre fonti di dati relativi alla variabile  $T$ . Ogni serie di tre "misurazioni" è ricollocata, cioè i tre dati vengono prelevati contemporaneamente e posizionati. Partendo dal presupposto che i dati si riferiscono a valori reali  $T$  come

$$X = \beta_x T + e_x \quad (2.43a)$$

$$Y = \beta_y T + e_y \quad (2.43b)$$

$$Z = \beta_z T + e_z \quad (2.43c)$$

dove  $\beta$  sono le costanti di calibrazione ed  $e$  rappresenta gli errori non correlati delle misurazioni. Ne consegue che:

$$\langle e_x e_y \rangle = \langle e_x e_z \rangle = \langle e_y e_z \rangle = 0 \quad (2.44)$$

dove  $\langle \rangle$  indica la media su un numero sufficiente di dati disponibili. Dalle relazioni (2.43a,b,c) si può ricavare:

$$e_x/\beta_x - e_y/\beta_y = X/\beta_x - Y/\beta_y \quad (2.45a)$$

$$e_x/\beta_x - e_z/\beta_z = X/\beta_x - Z/\beta_z \quad (2.45b)$$

$$e_y/\beta_y - e_z/\beta_z = Y/\beta_y - Z/\beta_z \quad (2.45c)$$

Con una semplice sostituzione ed utilizzando la relazione (2.44) si ottiene:

$$\langle e_x^2 \rangle = \langle (X - \beta_x Y/\beta_y)(X - \beta_x Z/\beta_z) \rangle \quad (2.46a)$$

$$\langle e_y^2 \rangle = \langle (Y - \beta_y X / \beta_x)(Y - \beta_y Z / \beta_z) \rangle \quad (2.46b)$$

$$\langle e_z^2 \rangle = \langle (Z - \beta_z X / \beta_x)(Z - \beta_z Y / \beta_y) \rangle \quad (2.46c)$$

Quindi, si ottiene una stima della varianza dell'errore in ciascun dato d' origine. Tuttavia, i risultati dipendono dalle ancora sconosciute costanti di calibrazione  $\beta$ . Senza ulteriori informazioni, gli autori hanno potuto raggiungere solo una stima delle relative calibrazioni, per esempio,  $X$  rispetto a  $Y$ , e così via, scegliendo arbitrariamente  $X$  come riferimento. Poi le costanti di taratura per  $Y$  e  $Z$  sono poi ottenute utilizzando la regressione neutra (Marsden, 1999).

Ne consegue che

$$\beta_y = (-B + \text{sqrt}(B^2 - 4AC)) / 2A \quad (2.47)$$

dove

$$A = \gamma \langle XY \rangle$$

$$\gamma = \langle e_x^2 \rangle / \langle e_y^2 \rangle$$

$$B = \langle X^2 \rangle - \gamma \langle Y^2 \rangle$$

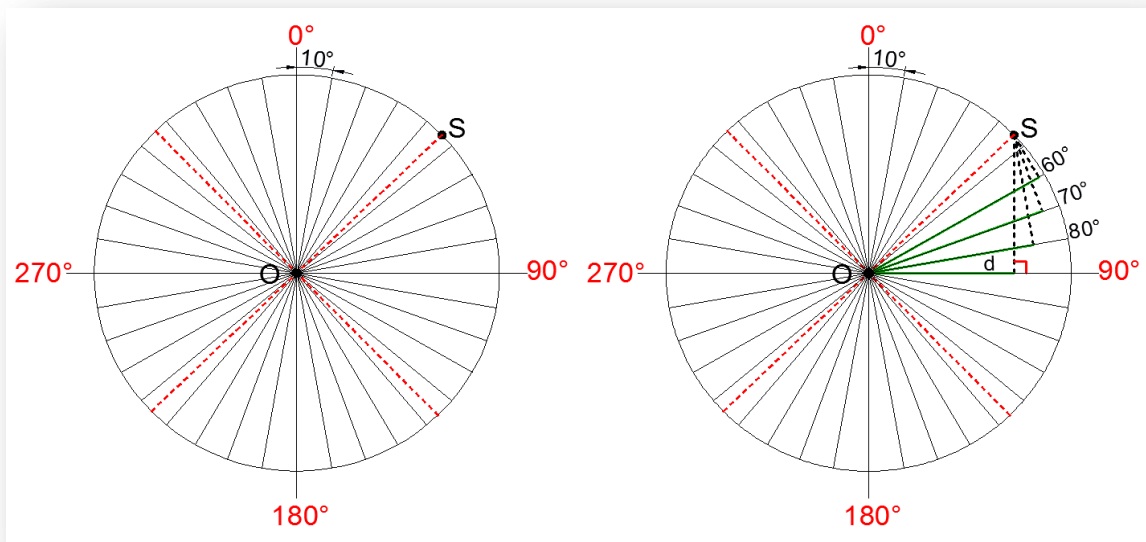
$$C = -\langle XY \rangle$$

Invece,  $\beta_z$  si ottiene sostituendo la  $Y$  con la  $Z$ . Naturalmente la definizione di  $\beta_y$  e di  $\beta_z$  influenzano la stima delle medie  $\langle e_x^2 \rangle$ ,  $\langle e_y^2 \rangle$  e  $\langle e_z^2 \rangle$ . Pertanto, è necessario un procedimento d'iterazione tra le relazioni (2.46a,b,c) e (2.47) che converge rapidamente a vari valori accurati.



# CAPITOLO III

## Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso



## CAPITOLO III

### Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso

#### 3.1 Introduzione: dati di input ed ipotesi

La progettazione affidabile di qualsiasi opera di ingegneria marittima e la corretta gestione del territorio costiero richiedono, a monte, uno studio meteomarino necessario per l'analisi delle condizioni di mare nella località in cui dovrà sorgere l'opera di difesa o in cui si dovrà procedere con il monitoraggio della costa.

Oggi, per esempio, in Italia gli ingegneri utilizzano i dati delle boe ondamiche della Rete Ondametrica Nazionale (RON), avviata nel 1989 dal Ministero dei Lavori Pubblici, che registra l'andamento della superficie marina (in termini di altezza d'onda significativa  $H_s$ , periodo  $T_p$  e direzione di propagazione  $\theta$ ), in condizioni di acque profonde, e li elaborano secondo analisi statiche o spettrali. Nel 2002 il numero delle stazioni direzionali è aumentato da 8 a 15, ancora insufficiente rispetto ai 7458 km di costa italiana, anche in considerazione dell'attivazione di alcune Reti Ondametriche Regionali (ROR). In effetti, come in Italia, anche in altri paesi è presente una limitata copertura geografica, non in grado di caratterizzare adeguatamente alcuni tratti del litorale.

Inoltre, la necessità di effettuare analisi a breve e lungo termine è ostacolata dall'effettiva distanza tra il luogo di interesse e la posizione della boa ondamica. Pertanto, gli ingegneri avrebbero bisogno di un modello in grado di garantire loro informazioni meteomarine affidabili in località in cui non sono presenti installazioni di boe ondamiche.

L'obiettivo è quello di proporre un modello efficace ed affidabile in grado di stimare indirettamente il clima ondoso in una vicina zona costiera o in mare aperto, creando una boa ondamica virtuale.

Oggi, in letteratura si dispone di metodi in grado di valutare il clima ondoso di largo grazie ai contributi citati nel capitolo precedente. Tuttavia, in diverse occasioni, si è registrata una imprecisione dei risultati ottenuti con le precedenti procedure, a causa, per esempio, di coperture di paraggi ad alcuni venti che nella località di osservazione, invece, investivano direttamente quella di trasposizione, o viceversa.

Il modello, invece, si basa sull'ipotesi di condizioni anemometriche iniziali omogenee (Goda, 2004) tra località di osservazione (boa reale) e quella di trasposizione (boa

virtuale); esso tiene conto dell'effettiva distanza geografica tra i due luoghi e considera la dipendenza delle caratteristiche dello stato di mare dalle condizioni di sviluppo del moto ondoso: mare completamente sviluppato e mare limitato dalla lunghezza del fetch e dalla durata del vento.

Questa tesi illustra la proposta di un metodo di ricostruzione geografica del moto ondoso, chiamato GSM (dall'inglese *Geographical Shifting Model*), basato sul metodo JONSWAP (USACE, 1984), con lo scopo di creare una boa ondometrica virtuale. Essenzialmente, sulla base della conoscenza dell'altezza significativa  $H_S$  e della sua direzione di provenienza  $\vartheta$ , forniti dalle registrazioni disponibili alla boa ondometrica reale collocata nel punto di osservazione, dei fetches geografici della località di osservazione e di quella di trasposizione (luogo della boa virtuale), rispettivamente  $F_O$  e  $F_T$ , è possibile determinare i valori di  $H_S$  e  $T_p$  alla boa virtuale.

Di seguito viene illustrato il modello e alcune applicazioni della procedura di trasposizione delle time series delle quali siano noti  $H_S$ ,  $T_p$  e  $\vartheta$ , forniti dalle registrazioni di boe ondometriche reali, e prive d'informazioni riguardo intensità e durata del vento.

### 3.2 Sviluppo del Modello

La nuova procedura di trasposizione dei dati meteomarini prende spunto dalla necessità di trasporre time series delle quali siano note altezze, periodi e direzioni delle onde, ma che non contengano informazioni riguardo intensità e durata del vento.

Oltre a quest'ultimi, possiamo considerare come dati di input della procedura i fetches geografici della località di origine ed una distanza a mare " $d$ ", per ogni direzione, che la correla con la località di trasposizione.

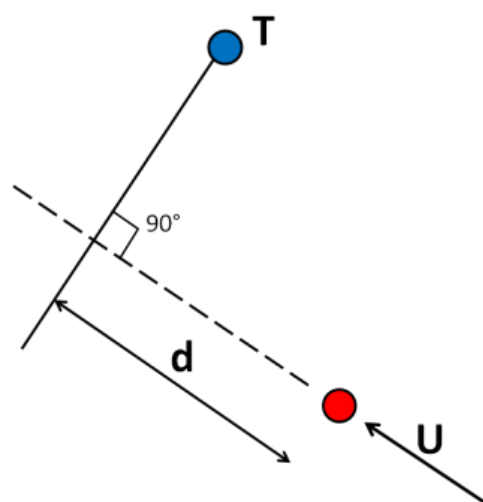


Fig. 3.1 – Calcolo geometrico della distanza " $d$ ".

Il ragionamento proposto è del tutto geografico, geometrico ed intuitivo, in quanto fa entrare in gioco l'effettiva posizione delle due località, la loro distanza geometrica e la differente esposizione del luogo di trasposizione rispetto al luogo di osservazione delle *time series*.

Si inizia col calcolo geometrico di questa distanza, per ogni direzione di provenienza del vento considerata nello studio, generalmente ogni 10 gradi o meno, in modo tale da ricavare una distanza  $d$  per ogni fetch geografico. Si pone come punto centrale la località di origine "O", si traccia così un cerchio con centro in "O" e raggio  $\overline{OT}$ , ovvero la retta congiungente le due località. Si prolunga questo raggio fino alla lunghezza del diametro del cerchio; successivamente, si traccia un diametro ortogonale, che, insieme al precedente, divide il cerchio in quattro settori, definendo, così, il confine tra i due quadranti positivi (lato località di trasposizione "T") e quelli negativi (lato opposto), come riportato nella seguente figura (3.2).

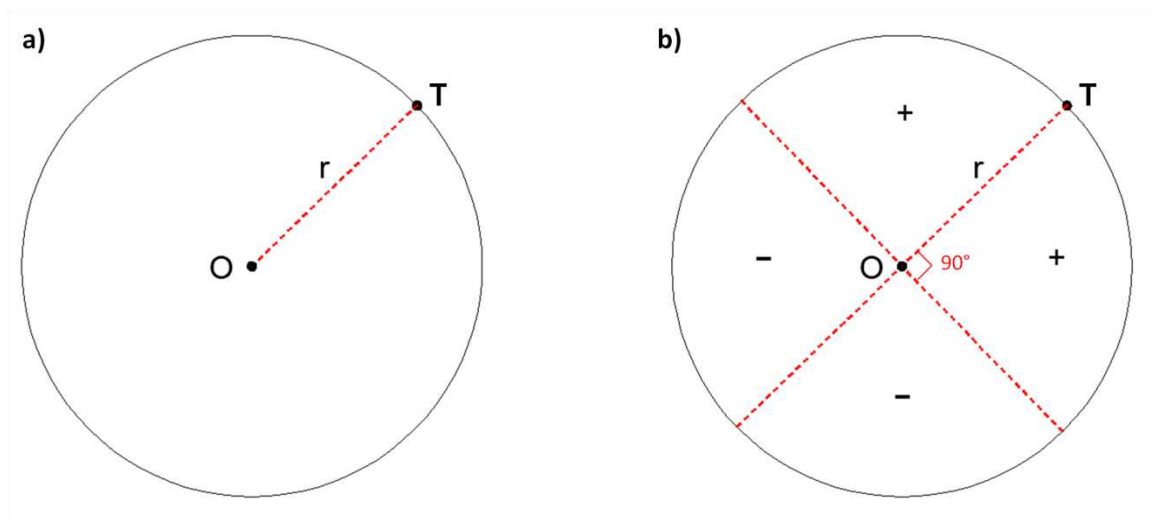


Fig. 3.2 – Definizione dei quadranti positivi e negativi: la figura (a) mostra come tracciare il raggio  $\overline{OT}$  all'interno del cerchio di centro "O"; la figura (b) mostra il prolungamento del raggio precedente ed il suo rispettivo diametro ortogonale, i quali, insieme, dividono i due quadranti positive dai due negativi.

Per ogni direzione di propagazione, a partire da  $0^\circ$  Nord, si tracciano i restanti raggi e si procede tracciando dalla località di trasposizione "T" una retta ortogonale ad ogni direzione di propagazione. La distanza  $d$  risulta essere quel segmento che va da "O" al punto d'intersezione tra la retta ortogonale e la  $i$ -esima direzione (Fig. 3.3).

È facile intuire che si avrà lo stesso valore di " $d$ " per due direzioni di vento opposte, in quanto, per due raggi opposti, la retta ortogonale sarà una sola. Perciò, per quelle due direzioni opposte la distanza " $d$ " sarà la stessa, ma nei calcoli successivi verrà considerata positiva o negativa in base al quadrante in cui si trova. È importante capire che si parla di distanza a mare, cioè se durante la costruzione grafica la misura di " $d$ "

dovesse andare oltre la linea di battigia (o meglio la batimetrica zero), la misura si interrompe dove termina il mare o l'oceano.

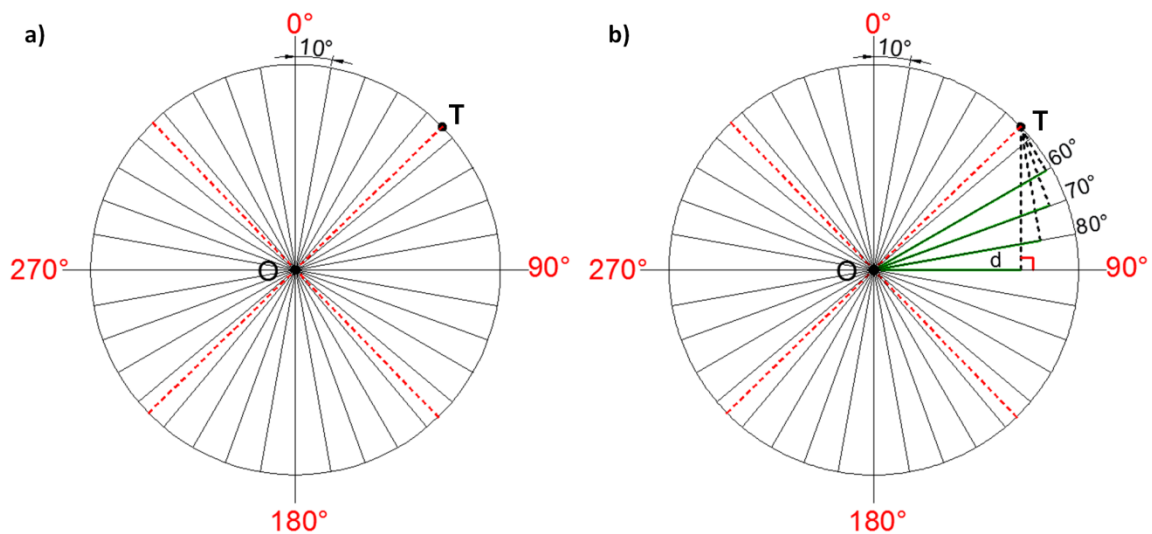


Fig. 3.3 – Costruzione grafica per il calcolo geometrico della distanza “d”: la figura (a) mostra come tracciare ogni 10° (in questo esempio) le varie direzioni di propagazione, a partire dagli 0° Nord; la figura (b) mostra un esempio di calcolo geometrico della distanza “d” (in verde), per le direzioni a 60°, 70°, 80° e 90°.

Partendo dall’ipotesi che la località in cui saranno trasposti i dati sia caratterizzata dallo stesso evento anemometrico che ha generato il moto ondoso nella località in cui sono disponibili le *time series*, si procede con le seguenti fasi:

- si determina il fattore di forza del vento  $U_a$  (wind-stress) e della rispettiva velocità  $U$  ad esso strettamente legata dalla relazione:

$$U_a = 0,71U^{1,23} \quad (3.1)$$

capace di generare uno stato di mare di fissata altezza significativa e fetch geografico, sia nell’ipotesi di mare limitato che di mare completamente sviluppato, nella località di origine. Per il calcolo si utilizzano le seguenti espressioni:

$$H_s = 0.0016 \frac{U_a^2}{g} \sqrt{\frac{g F_{geo}}{U_a^2}} \quad \text{per mare limitato} \quad (3.2a)$$

$$H_s = 0.2433 \frac{U_a^2}{g} \quad \text{per mare completamente sviluppato} \quad (3.2b)$$

- si calcola la durata dell'azione costante del vento, in entrambe le ipotesi, nella località di origine tramite le seguenti espressioni:

$$t_{r,0(lim)} = 68.8 \frac{U_a}{g} \left( \frac{g F_{geo}}{U_a^2} \right)^{2/3} \quad \text{per mare limitato} \quad (3.3a)$$

$$t_{r,0(svl)} = 7.15 * 10^4 \frac{U_a}{g} \quad \text{per mare completamente sviluppato} \quad (3.3b)$$

- si determina la condizione di mare (limitato o completamente sviluppato) nella località di origine, che risulterà essere quella riferita alla durata maggiore tra le due, e conseguentemente si sceglie il valore di  $U$ ;
- si calcola la durata dell'azione costante del vento, in entrambe le ipotesi, nella località di trasposizione (assumendo come velocità  $U$  del vento quella determinata nella località di origine), utilizzando le espressioni:

$$t_{r,T} = t_{r,0(lim)} + \frac{d}{u} \quad \text{per mare limitato} \quad (3.4a)$$

$$t_{r,T} = t_{r,0(svl)} + \frac{d}{u} \quad \text{per mare completamente sviluppato} \quad (3.4b)$$

- si determina la condizione di mare (limitato o completamente sviluppato) nella località di trasposizione, come nel caso precedente nella località d'origine;
- si calcola il fetch fittizio  $F_{fitt,T}$ , che sarà di riferimento per la località di trasposizione e da cui dipende la trasposizione stessa; in seguito si stima il valore di  $H_{s,T}$ ; il calcolo si esegue utilizzando la seguente relazione:

$$F_{fitt,T} = F_{geo,0} + d \quad (3.5)$$

dove  $d$  si assume positivo o negativo in base al settore di provenienza;

- si calcola l'altezza significativa nella località di trasposizione tramite le seguenti espressioni:

$$H_{s,T(lim)} = 0.0016 \frac{U_a^2}{g} \sqrt{\frac{g F_{fitt,T}}{U_a^2}} \quad \text{per mare limitato in entrambe le località} \quad (3.6a)$$

$$H_{s,T(svl)} = 0.2433 \frac{U_a^2}{g} \quad \text{per mare completamente sviluppato in entrambe le località} \quad (3.6b)$$

$$H_{s,T} = \frac{H_{s,T(lim)} + H_{s,T(svl)}}{2} \quad \text{se lo sviluppo dell'onda è discorde nelle due località} \quad (3.6c)$$

Lo schema si basa sulla considerazione che, in presenza di mare completamente sviluppato o limitato in entrambe le località l'evento anemometrico ricostruito nella località di trasposizione ha una condizione completamente sviluppata o limitata; se invece lo sviluppo risulta essere discorde tra le due località, una soluzione corretta è data dalla media tra i due valori precedenti. Questo può avvenire perché, anche se alla località di trasposizione corrisponde una determinata condizione di mare, non è sempre corretto utilizzare la corrispettiva formula di  $H_S$ , anzi l'aliquota più significativa è data dall'influenza della condizione d'onda della località di osservazione, da cui deriva il dato primario, ovvero la registrazione dell'altezza d'onda significativa.

### 3.3 Conclusioni

Il modello nasce dalla conoscenza del metodo JONSWAP (USACE, 1984) e si erge a partire dalle relazioni note del metodo S.P.M., con lo scopo di creare una boa ondometrica virtuale, tale da colmare i vuoti geografici lasciati dalle installazioni delle stazioni ondometriche lungo il territorio costiero. L'interpretazione data fa sì che si elimini la dipendenza dal fetch efficace e si consideri, più semplicemente, quello geografico (sempre noto). L'introduzione, poi, di un fetch fittizio, la cui dipendenza fondamentale ricade nell'aliquota della distanza a mare "d", precedentemente descritta, fa da arricchimento a questa nuova interpretazione.

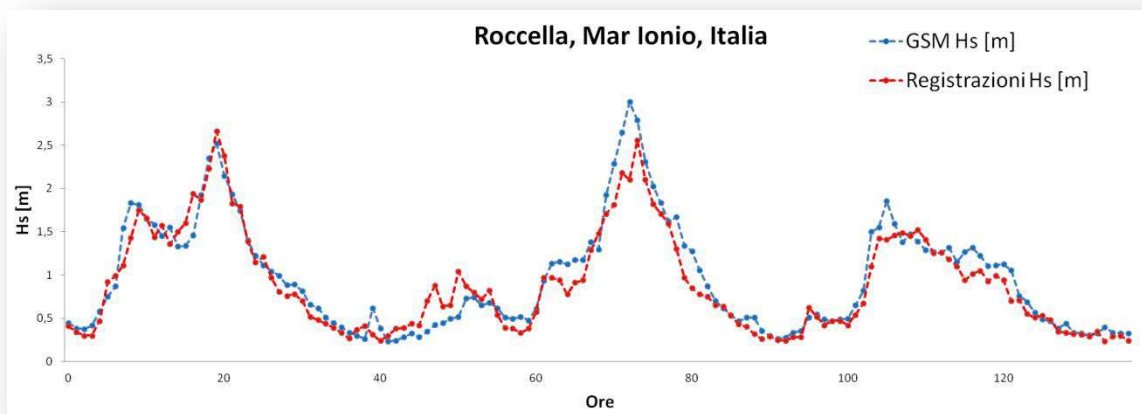
L'obiettivo prefissato è stato raggiunto e risulta, perciò, essere un valido strumento di lavoro e di ricerca per ogni ingegnere marittimo che opera a mare e non ha a disposizione dati meteomarini garantiti.

Quindi, la consapevolezza che la necessità di tale conoscenza è fondamentale e di primaria importanza, rende il metodo GSM indispensabile per ogni tipo di studio, lavoro e/o ricerca di ingegneria marittima. Si potrebbe dire che un professionista che non ha a disposizione informazioni sul proprio dominio di competenza rischia di fallire, causando disagi ed effetti negativi di ogni tipo a se stesso, al territorio ed alla comunità. Questo è proprio quello che questo modello intende.



# CAPITOLO IV

## Applicazione del Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso



## CAPITOLO IV

### Applicazione del Modello di Ricostruzione del Moto Ondoso

#### 4.1 Dati Trasposizione

I dati utilizzati in questa procedura provengono dalle Reti Ondametriche Nazionali italiana e spagnola, e dalla Rete Ondametrica Regionale della Calabria (Italia).

La RON dispone di boe ondametriche ancorate su fondali dell'ordine di 100 metri, in grado di seguire il movimento della superficie dell'acqua, determinare l'altezza, il periodo e la direzione delle onde. Gli strumenti sono dotati di un sistema di localizzazione che utilizza il satellite ARGOS per il controllo continuo della posizione.



*Fig. 4.1 – Boe Ondametriche Nazionali (RON), Italia.*

I dati vengono acquisiti normalmente per periodi di 30 minuti ogni tre ore e con intervalli inferiori nel caso di mareggiate particolarmente significative. Si considerano

quindi due stati di mare di 20 minuti effettivi ciascuno a registrazione continua in modo da effettuare ogni giorno almeno 4 registrazioni.

I parametri sintetici ottenuti da queste boe sono:

- $H_S$  (metri) altezza d'onda significativa;
- $T_p$  (secondi) periodo di picco;
- $T_m$  (secondi) periodo medio;
- $\vartheta$  (gradi N) direzione media di propagazione del moto ondoso.

I parametri spettrali per banda di frequenza:

- $E(w)$  densità spettrale di energia o spettro di frequenza;
- $E(w, \theta)$  spettro direzionale;
- *SPREAD* (parametro di dispersione direzionale);
- asimmetria (skewness).



*Fig. 4.2 – Boe Ondametriche Nazionali, Spagna.*

Nei casi di mareggiate particolarmente significative, dove si registrano altezze d'onda considerevoli (ad esempio Ancona, Crotona superano i 3 m, Ponza i 4,5 m),

l'acquisizione dei dati avviene automaticamente in continuo e i dati sono prodotti ogni mezz'ora.

La posizione geografica delle installazioni delle boe ondometriche utilizzate per la validazione di questo modello sono raffigurate nelle immagini satellitari riportate nelle figure (4.1) e (4.2).

## 4.2 Verifica del Modello

Con la prima applicazione del modello si prendono in considerazione i dati RON delle boe di Capo Linaro e di Ponza che rientrano nella zona omogenea del Tirreno (Goda 2004), nelle posizioni riportate in figura (4.1).

Il metodo GSM proposto utilizza le informazioni della boa RON di Ponza (località d'origine) per creare una boa ondometrica virtuale a Capo Linaro (località di trasposizione), prendendo in considerazione un arco temporale di sviluppo delle time series di due anni (dal 2004 al 2006). La verifica consiste nel confrontare, a fine procedura, i risultati ottenuti con l'applicazione del modello con le registrazioni reali della boa ondamentrica di Capo Linaro.

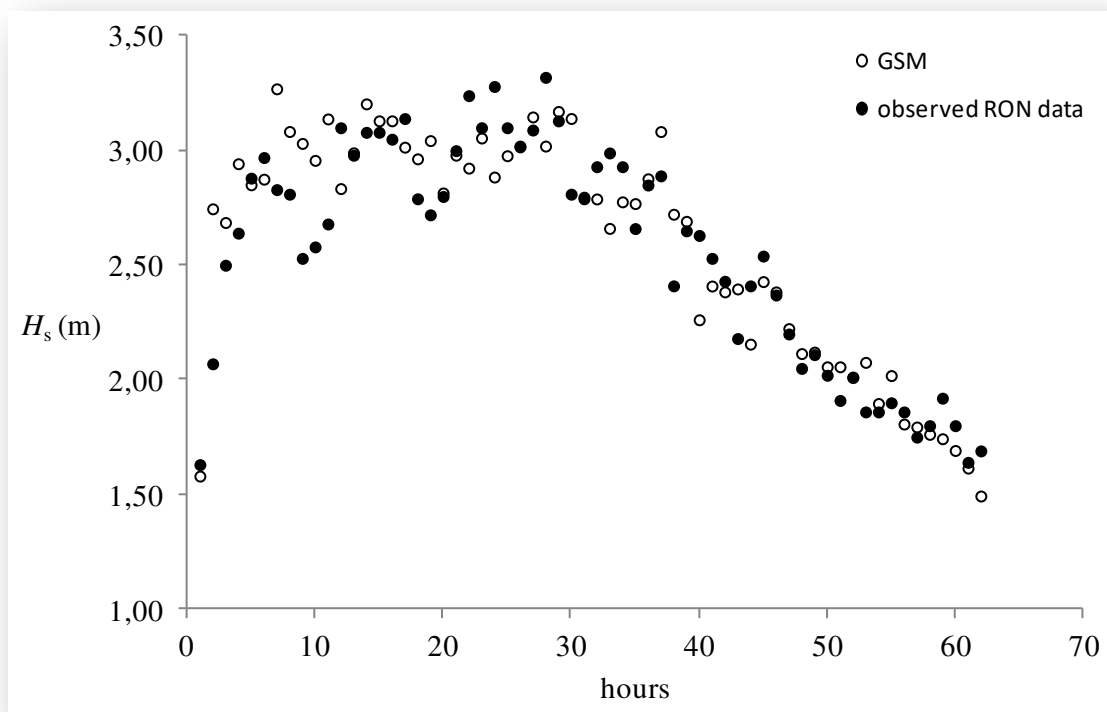


Fig. 4.3a – Dati osservati (●) vs dati stimati (◦), valori di  $H_s$  [m].

Al termine della procedura si è potuto osservare come i valori di altezza significativa  $H_S$  stimati col modello GSM seguissero, con una certa costanza, l'andamento delle registrazioni realmente effettuate dalla boa ondometrica nella località di trasposizione.

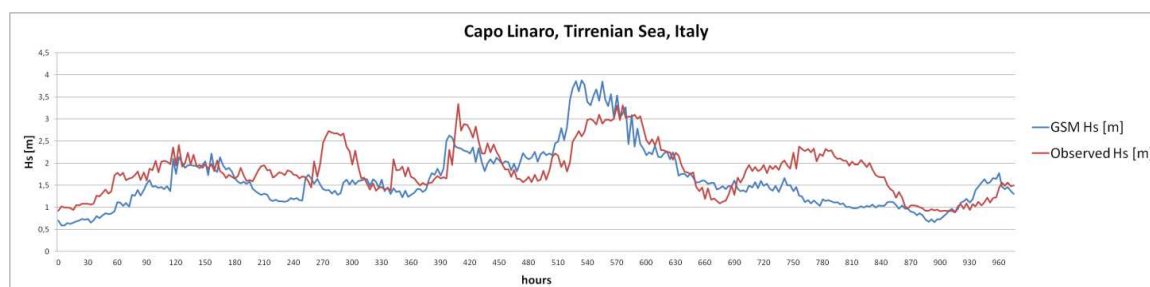


Fig. 4.3b – Capo Linaro, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_S$  [m].

Come esempio, in riferimento ad una mareggiata di durata di 60 ore (248 °N direzione dominante), la figura (4.3a) mostra il confronto tra i valori di  $H_S$  [m] a Capo Linaro osservati (cerchi neri) e quelli stimati (cerchi bianchi). La figura (4.3b), invece, mostra l'andamento degli stessi risultati ampliati, però, ad un intervallo di circa 960 ore di registrazione; la traccia rossa si riferisce ai dati di  $H_S$  in metri osservati dalla boa ondometrica a Capo Linaro, mentre la traccia blu a quelli stimati col modello GSM. Si può notare come i due andamenti risultano essere alquanto concordi. In tabella (allegato B\_1a) sono esposti i dati a confronto della mareggiata in dettaglio e subito dopo (allegato B\_1b) sono presentati, in maggior numero, quelli estratti dalla serie completa.

Una seconda validazione del metodo proposto è stata effettuata nel Mar Adriatico tra le località di Ortona e Ancona (Fig. 4.4a), caratterizzate da clima meteomarinico e natura del fondale profondamente diversi rispetto al Mar Tirreno. La scarsa omogenea visibilità dei risultati ottenuti ne costituisce la prova evidente.

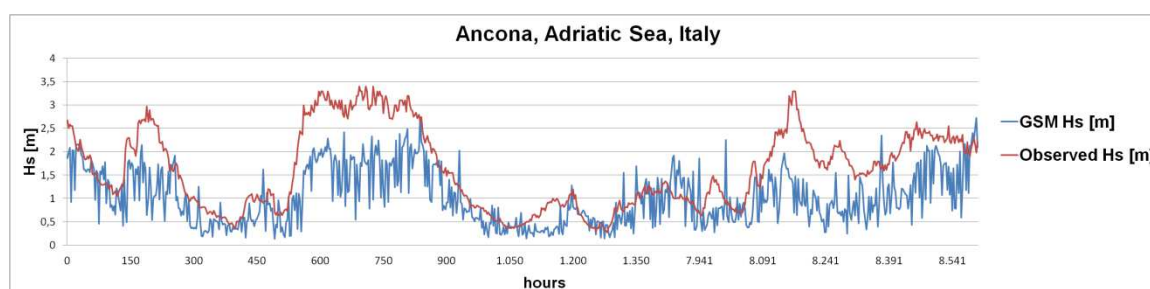


Fig. 4.4a – Ancona, Mar Adriatico, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_S$  [m].

L'andamento in blu, ottenuto col l'utilizzo del modello, evidenzia la forte dipendenza della nuova procedura dalle condizioni geomorfologiche, batimetriche ed ambientali, che caratterizzano il bacino in questione.

Il successivo plot (Fig. 4.4b) mette ancor più in risalto questo concetto: il grafico a dispersione mostra l'andamento non lineare dei valori di  $H_S$  [m] della serie precedente

ad Ancona, stimati in ascissa ed osservati in ordinata, fattore di una scarsa omogeneità dei risultati.

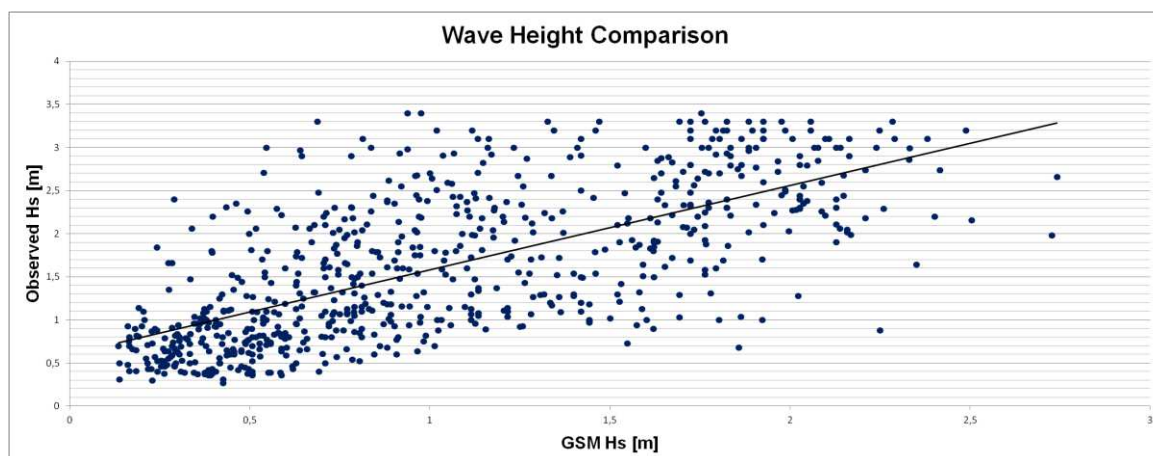


Fig. 4.4b – Ancona, Mar Adriatico, Italia: confronto valori di altezza d’onda significativa  $H_s$  [m].

A questo punto, si è passati all’analisi nel Mar Ionio, il quale è caratterizzato da una forte esposizione a grandi fetch e a venti (soprattutto di Scirocco) forti e duraturi. Il problema, però, si è avuto nell’individuazione di due località omogenee, cioè con simili caratteristiche meteomarine, di cui si dispongono serie di registrazioni di  $H_s$ . Ad oggi l’unica boa ondometrica della rete nazionale in grado di restituirci dati RON in termini di  $H_s$ ,  $T_p$  e  $\vartheta$  in questa zona del Mar Mediterraneo è quella di Crotona.

Pertanto, si è pensato di utilizzare anche i dati ROR (Rete Ondamentica Regionale) della regione Calabria, nello specifico quelli registrati dalle boe di Capo Spartivento e di Roccella. Le due località si affacciano sul Mar Ionio con massima esposizione in direzione Sud, Sud/Est e, perciò, significative in termini di lunghi fetches e di consistente moto ondoso proveniente da queste direzioni.

In questa fase si è applicato il modello GSM inizialmente tra le località di Capo Spartivento e Roccella, piuttosto vicine tra loro, e successivamente tra Crotona e le due località.

#### **-Primo Caso Studio-**

Nel primo caso si è considerata come origine la località di Capo Spartivento e Roccella come località di trasposizione dei dati meteomarini, in un arco temporale di tre anni (dal 2003 al 2006). Infine, come nei casi precedenti, si sono confrontati i risultati ottenuti con le registrazioni della boa ROR di Roccella.

Nelle successive figure (Figg. 4.5a e 4.5b) si riportano due estrazioni del grafico della serie completa, le quali mostrano i due distinti andamenti dell’altezza d’onda significativa  $H_s$  [m] nel tempo, nei colori blu per i valori stimati col modello GSM e rosso per la registrazione ROR di Roccella.

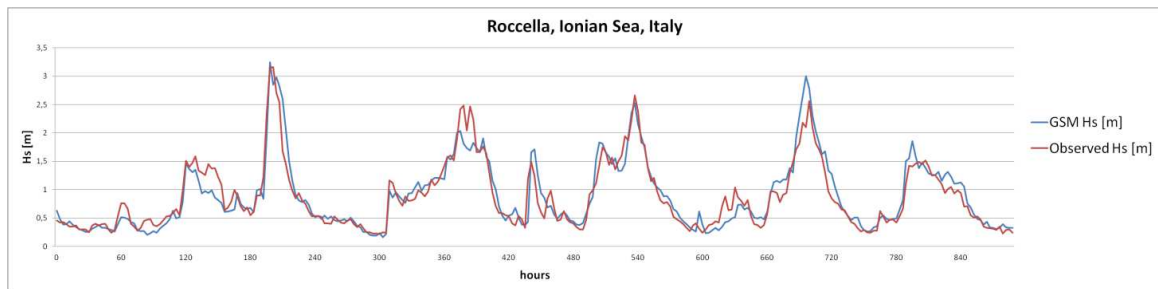


Fig. 4.5a – Roccella, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_s$  [m].

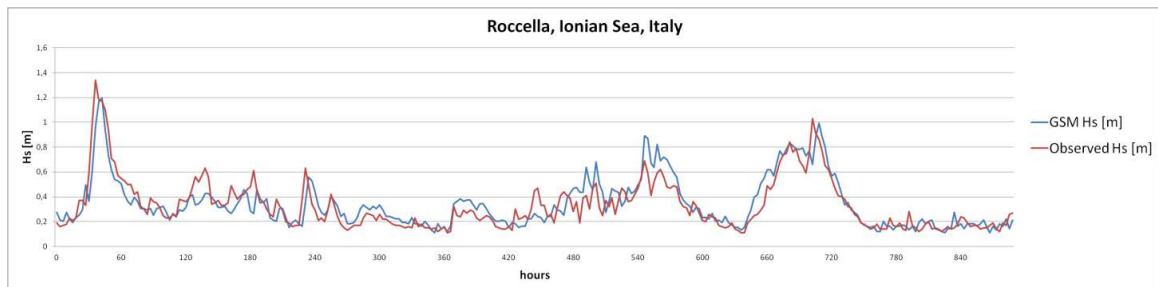


Fig. 4.5b – Roccella, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_s$  [m].

Si osserva come, in questo caso, la coincidenza dell'andamento di  $H_s$  [m] stimata con la nuova procedura, rispetto al valore fornito dalla registrazione, è maggiormente marcata. Questo è dovuto molto probabilmente alla maggiore vicinanza geografica delle due località di riferimento. Pertanto si può affermare che, tanto più è vicina la località da trasporre rispetto a quella di origine, migliore sarà l'affidabilità del metodo e la precisione del dato finale.

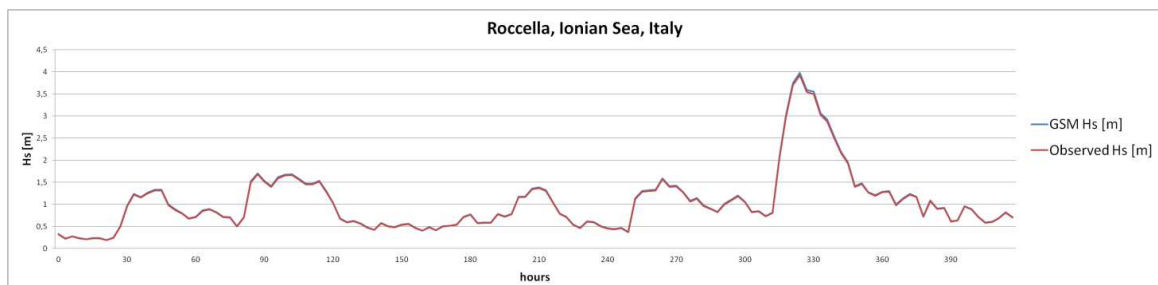


Fig. 4.5c – Roccella, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_s$  [m].

Questo lo si può meglio osservare nel terzo dei grafici di riferimento (un'estrazione di quello completo), dove l'andamento blu ottenuto con il metodo GSM non visibile, in quanto coincide perfettamente con l'andamento rosso della registrazione ROR di Roccella; per la maggior parte della serie di dati analizzati si sovrappone completamente (Fig. 4.5c).

Inoltre, rispetto alla prova effettuata ad Ancona (Fig. 4.4b), il raffronto di quest'ultima estrazione di altezze d'onda significativa dalla serie completa di Roccella (Fig. 4.5d), con l'utilizzo di un grafico a dispersione, mostra la forte linearità dei risultati messi a confronto.

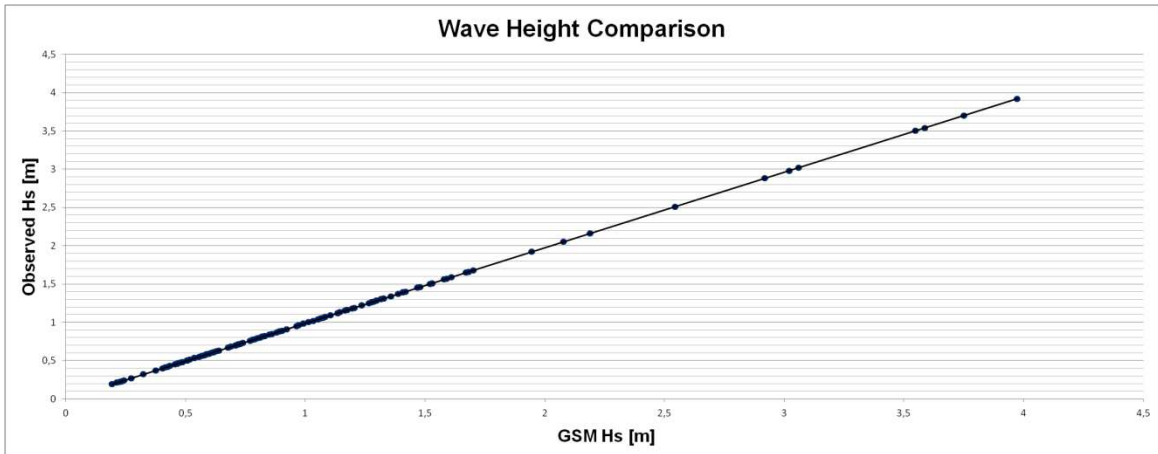


Fig. 4.5d – Roccella, Mar Ionio, Italia: confronto valori di altezza d’onda significativa  $H_s$  [m].

**-Secondo Caso Studio-**

Nel secondo caso di questa terza prova si è considerata come origine la località di Crotona (serie RON) e sia Capo Spartivento sia Roccella come località di trasposizione dei dati meteomarini, in un arco temporale di due anni (dal 2003 al 2005).

Anche per questa prova, ad ulteriore conferma, l’andamento del modello restituisce risultati, in termini di altezza significativa d’onda  $H_s$  [m] ben approssimati e, perciò, con una discreta convergenza ai dati osservati, sia tra Crotona e Capo Spartivento (Fig. 4.6a), sia tra Crotona e Roccella (Fig. 4.6b).

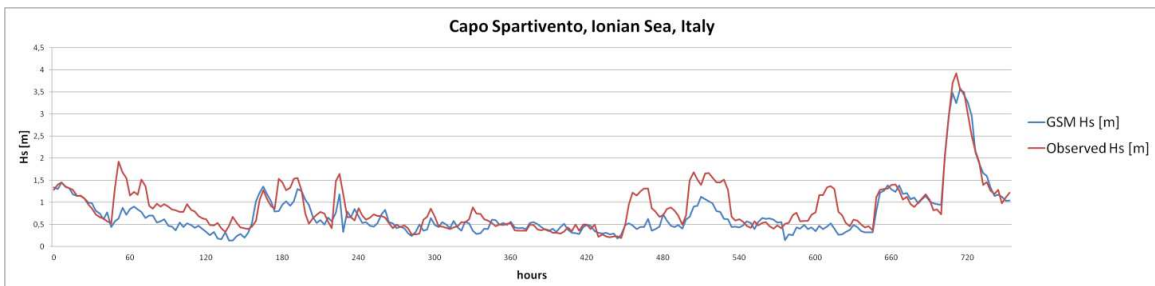


Fig. 4.6a – Capo Spartivento, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_s$  [m].

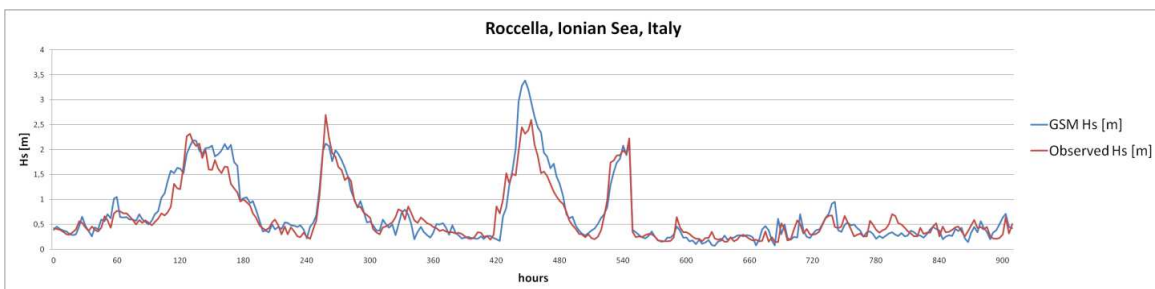


Fig. 4.6b – Roccella, Mar Ionio, Italia: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_s$  [m].

Si è voluto aggiungere anche un'ultima rappresentazione grafica (Figg. 4.6c e 4.6d) relativa alle ultime due prove descritte ed effettuata nel Mar Ionio a Capo Spartivento e Roccella.

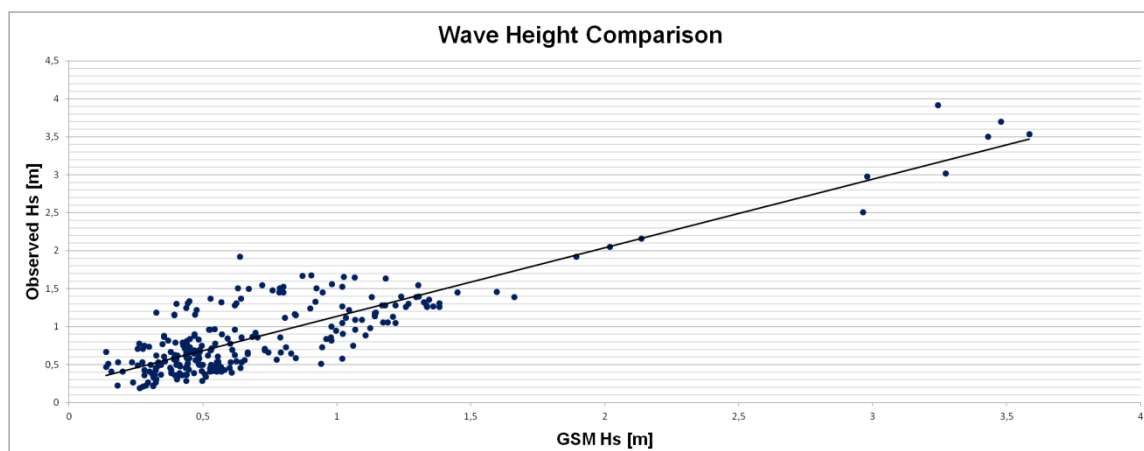


Fig. 4.6c – Capo Spartivento, Mar Ionio, Italia: confronto valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  [m].

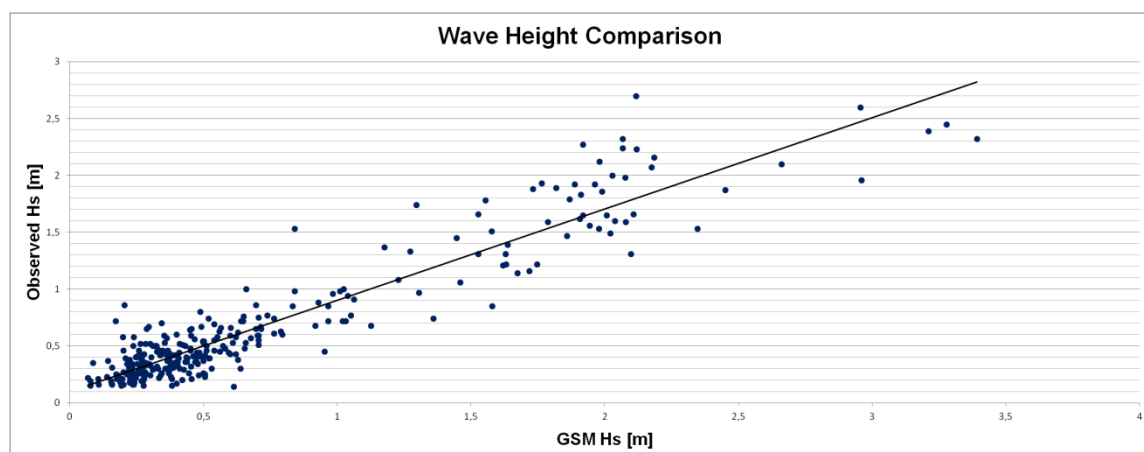


Fig. 4.6d – Roccella, Mar Ionio, Italia: confronto valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  [m].

### **Procedura Comparativa**

La terza prova è stata svolta considerando serie di dati meteomarini con provenienza differente (registrazioni della RON e quelle della ROR). Si è perciò effettuata una procedura comparativa, tra queste serie riconosciute, che ha reso i dati sovrapponibili.

In questo caso, si è pensato di effettuare il procedimento inverso, come controprova. Si sono considerate, perciò, come località di origine Capo Spartivento e Roccella (con registrazioni effettuate da boe ROR) e come località da trasporre quella di Crotona (con registrazioni effettuate da boe RON), analizzando lo stesso arco temporale precedentemente descritto, relativo a due anni (dal 2003 al 2005).

I risultati ottenuti hanno confermato due caratteristiche fondamentali della nuova procedura: la prima relativa alla dipendenza del modello GSM dalla distanza tra le

località in esame, la seconda legata all'influenza dell'esposizione delle stesse, ovvero dalle condizioni iniziali di omogeneità meteomarina e climatica tra il luogo di origine ed il luogo di trasposizione.

Nello specifico la località di Capo Spartivento (origine1), rispetto a Roccella (origine2), è da un lato più distante da Crotona (località di trasposizione) e dall'altro maggiormente esposta a grandi fetches a causa di un ventaglio più ampio, di circa 40° in direzione sud-ovest. Confrontando i risultati ottenuti è possibile osservare che si è ottenuta un'altezza significativa  $H_S$  [m] a Crotona mediamente superiore di circa 4 cm nel primo caso (Capo Spartivento→Crotona) rispetto al secondo (Roccella→Crotona). Valore poco significativo, ma che comunque rappresenta un risultato scientifico valutabile.

Quanto detto si può osservare nelle estrazioni dei grafici delle serie complete. Analizzando le figure (4.7a) e (4.7b), in particolare nel caso Capo Spartivento→Crotona (Figg. 4.7a e 4.7b) l'andamento blu scuro del nuovo metodo tende ad essere mediamente al di sopra del corrispettivo valore nel caso della prova Roccella→Crotona (andamento blu chiaro, Figg. 4.7a e 4.7b).

La differenza è certamente minima, ma risulta confermata la dipendenza del metodo dalla distanza geografica tra le due località e dalla loro esposizione.

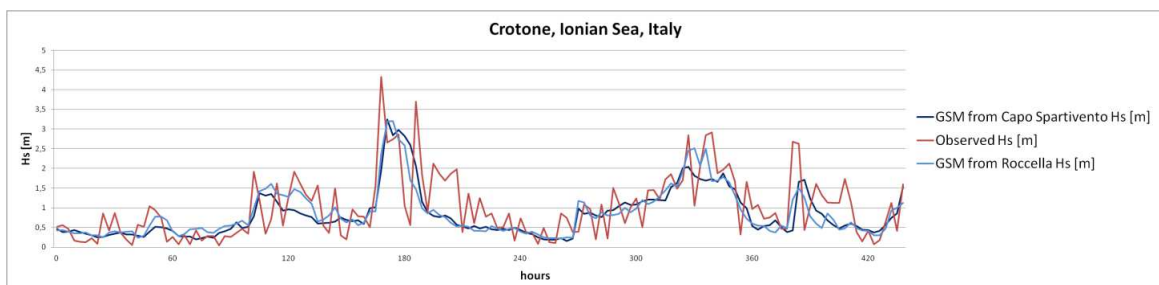


Fig. 4.7a – Crotona, Mar Ionio, Italia: dati osservati (—) vs dati stimati da Capo Spartivento (—) e dati stimati da Roccella (—), valori di  $H_s$  [m].

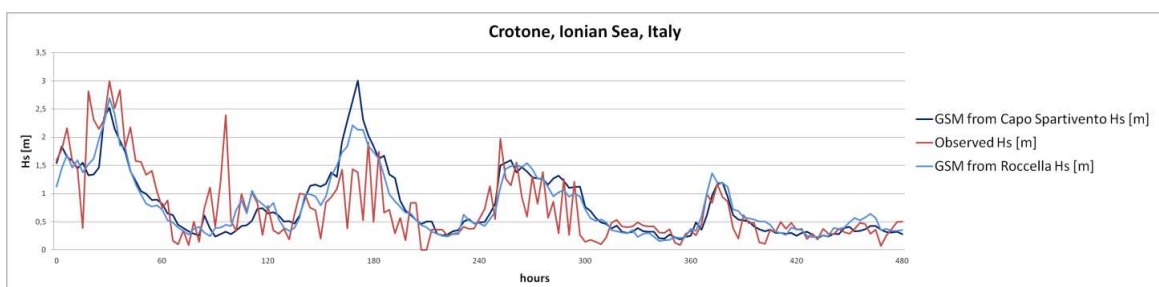


Fig. 4.7b – Crotona, Mar Ionio, Italia: dati osservati (—) vs dati stimati da Capo Spartivento (—) e dati stimati da Roccella (—), valori di  $H_s$  [m].

Il concetto viene anche evidenziato dal seguente grafico (Fig. 4.7c), il quale mette in relazione i valori di  $H_S$  [m] stimati a Crotona dall'utilizzo della serie registrata a Capo

Spartivento, di colore blu scuro, e da quella fornita dalla boa ondometrica di Roccella, di colore azzurro, con i valori osservati e registrati nella località di trasposizione.

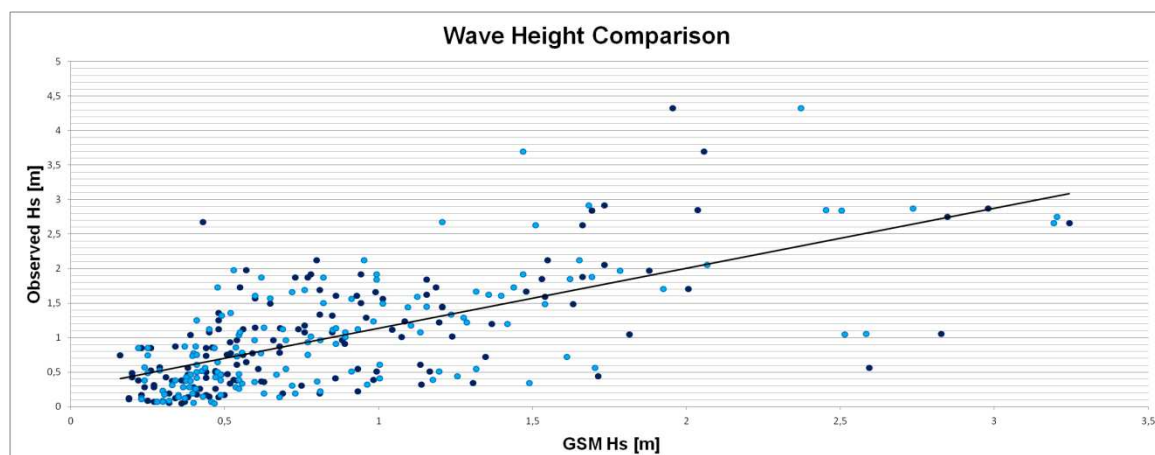


Fig. 4.7c – Crotone, Mar Ionio, Italia: confronto valori di altezza d'onda significativa stimati da Capo Spartivento (●) e da Roccella (●),  $H_s$  [m].

Da questo si deduce che la lunghezza del tratto che unisce i luoghi in esame è inversamente proporzionale alla corrispondenza del risultato finale, infatti maggiore è la coincidenza tra le direzioni di provenienza del moto ondoso della località di origine con quella di trasposizione, maggiore sarà l'accuratezza della procedura sperimentale.

Inoltre se si considera il primo caso della terza fase, dove si è ottenuta, in un determinato intervallo di tempo, una coincidenza assoluta tra l'andamento delle registrazioni delle  $H_s$  [m] e l'andamento del valore di  $H_s$  [m] stimato (Fig. 4.5c), si può concludere che il campo migliore di applicabilità della procedura si estende entro un raggio di circa 60 km dalla località di origine. Questa distanza può anche raddoppiare e non portare alcuna significativa variazione di affidabilità della procedura al risultato finale.

### **Dal Mediterraneo all'Atlantico**

Procedendo con l'analisi, si sono presi in considerazione altri scenari possibili, nei quali l'applicazione del modello GSM potesse portare a nuovi accrescimenti. Si è pensato di utilizzare i dati provenienti da fonti diverse da quelle italiane. Il metodo di trasposizione si è, perciò, applicato sempre nel bacino Mediterraneo, più precisamente nel Mar delle Baleari, ma utilizzando dati forniti dalla rete ondometrica spagnola. Sono state scelte, per le loro simili caratteristiche, le località di Cabo Begur e Mahon (Figg. 4.8a, 4.8b), considerando la prima come origine e la seconda come località di trasposizione, in un arco temporale di sei anni (dal 2004 al 2010).

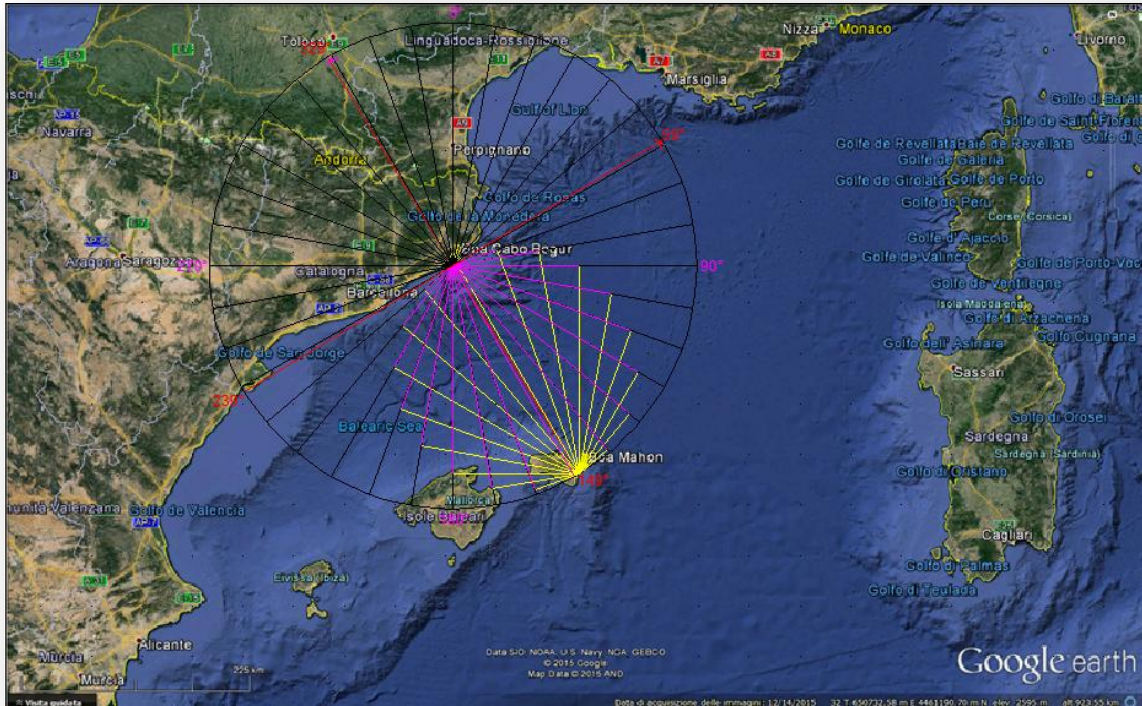


Fig. 4.8a – Cabo Begur e Mahon, Mare delle Baleari, Spagna: posizione geografica e calcolo della distanza a mare “d” (magenta).

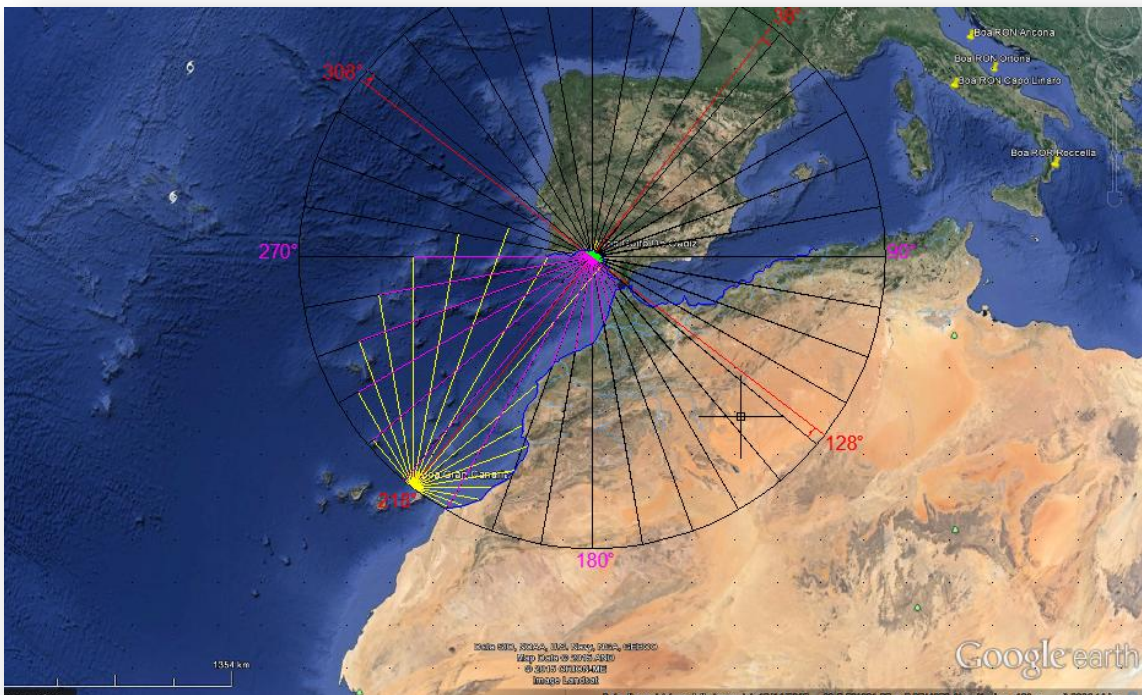


Fig. 4.8b – Golfo De Cadiz e Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: posizione geografica e calcolo della distanza a mare “d” (magenta).

Nelle successive figure (Figg. 4.9a, 4.9b) vengono riportate due estrazioni del grafico inerente il confronto dei dati ottenuti con quelli osservati a Mahon della serie completa, le quali mostrano i due andamenti dell'altezza d'onda significativa  $H_s$  [m] nel tempo, riferiti ai due casi: in blu il modello GSM e in rosso la serie registrata.

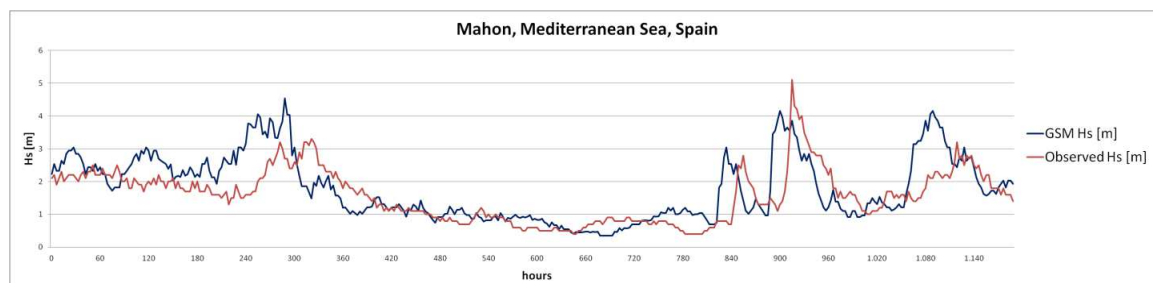


Fig. 4.9a – Mahon, Mar delle Baleari, Spagna: dati osservati (—) vs dati stimati (—), valori di  $H_s$ [m].

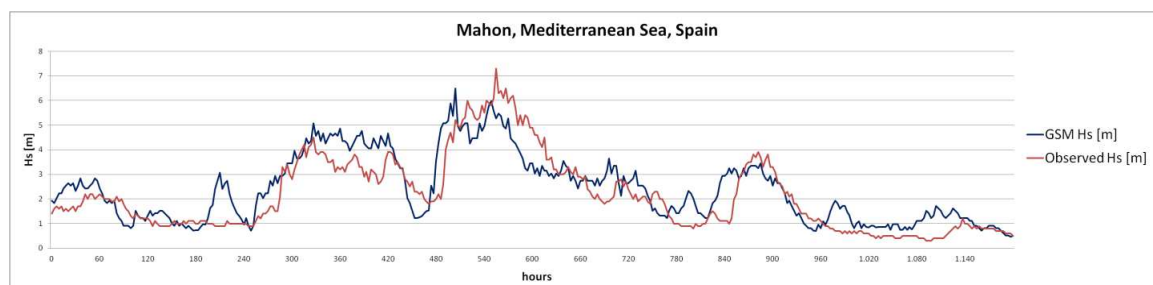


Fig. 4.9b – Mahon, Mar delle Baleari, Spagna: dati osservati (—) vs dati stimati (—), valori di  $H_s$ [m].

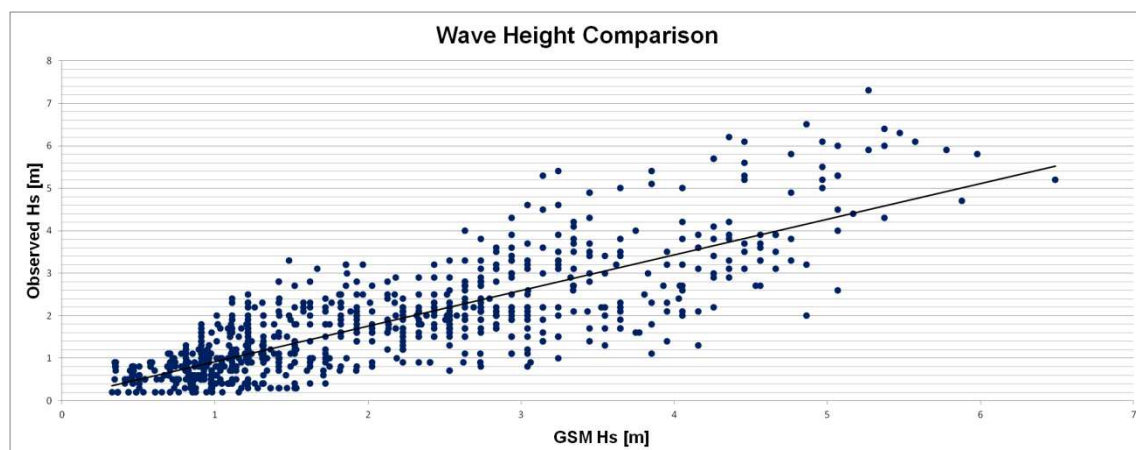


Fig. 4.9c – Mahon, Mar delle Baleari, Spagna: confronto valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  [m].

Oltre al grafico a dispersione (Figg. 4.9c), è possibile esaminare l'allegato B\_7 per consultare una tabella indicativa di un campione rappresentativo di dati (più di 2 mila, riferiti ad oltre 12 mila ore di registrazione) ottenuti con l'applicazione del modello GSM, tra le località di Cabo Begur e Mahon.

Successivamente si è condotta una prova opposta, invertendo il luogo di osservazione con quello di trasposizione (come per tutti i casi precedenti). L'effetto ottenuto eguaglia il primo risultato, mantenendo alta la prospettiva di successo.

Si osserva come l'andamento dell'altezza significativa  $H_S$  in metri, ottenuta dall'applicazione del metodo GSM (blu), segua costantemente l'andamento del valore reale (rosso).

Continuando ad utilizzare i dati della rete ondometrica spagnola, si è proceduto in una quinta prova con l'applicazione del metodo di ricostruzione del moto ondoso nell'Oceano Atlantico. Si sono scelte, per le loro simili caratteristiche oceanografiche, le località del Golfo De Cadiz e di Gran Canaria, considerando la prima come origine e la seconda come località di trasposizione, in un arco temporale di sette anni (dal 2003 al 2010). Si sono confrontati i risultati finali con le registrazioni della località del Golfo De Cadiz.

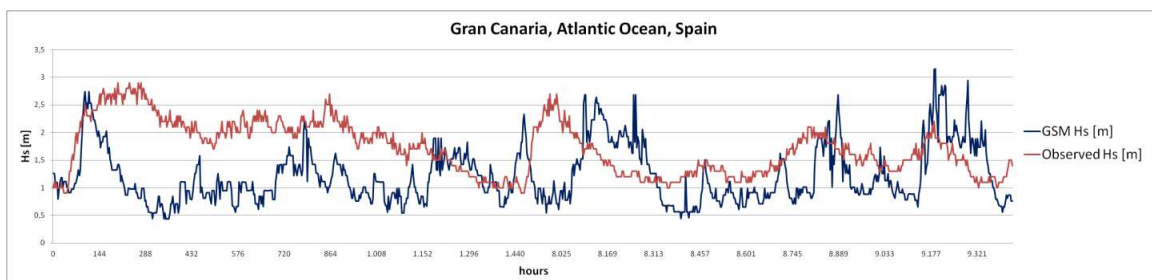


Fig. 4.10a – Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_S$  [m].

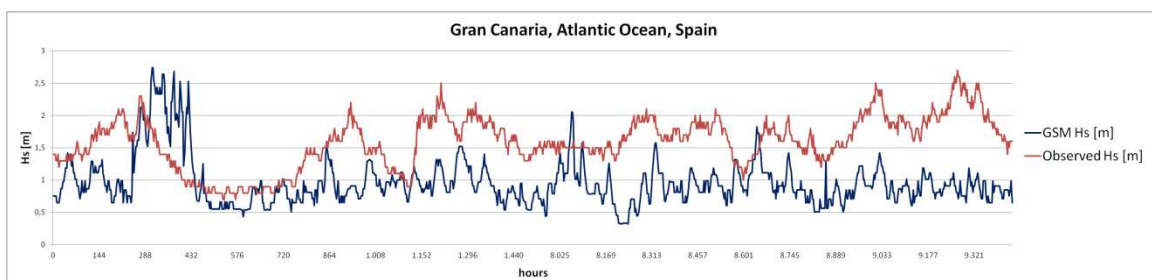


Fig. 4.10b – Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: dati osservati (–) vs dati stimati (–), valori di  $H_S$  [m].

Si sono ottenuti dei dati confrontabili, di cui vengono riportate due estrazioni del grafico della serie completa, le quali mostrano i due andamenti dell'altezza d'onda significativa  $H_S$  [m] nel tempo riferiti ai due casi: in blu i valori ottenuti con il modello GSM e in rosso la serie registrata (Figg. 4.10a, 4.10b).

Le condizioni oceaniche rendono l'applicazione del modello più complessa, ma comunque efficiente. Ciò è visibile, anche, nell'allegato B\_8, dove i valori di  $H_S$  [m] stimati col modello GSM, non si differiscono molto da quelli registrati dalla boa ondometrica. La serie stimata complessivamente restituisce valori di  $H_S$  con uno scarto

medio del 15% rispetto ai valori reali, ma c'è da tener conto della maggiore quantità di dati utilizzati (circa 40.000), il vasto arco temporale considerato, di 7 anni, e la notevole distanza geografica tra le due località, oltre 1700 km giustificano i risultati ottenuti.

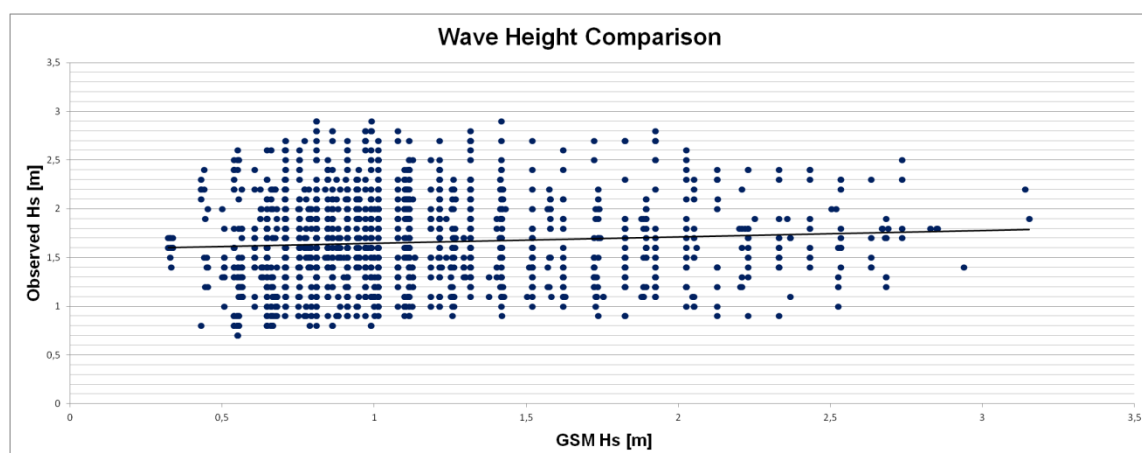


Fig. 4.10c – Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: confronto valori di altezza d’onda significativa Hs [m].

Le applicazioni effettuate, invece, nel Mar delle Baleari arrivano ad uno scarto medio dell’8%, in riferimento ad una distanza geografica di circa 240 km tra Cabo Begur e Mahon. Nel caso oceanico, perciò, la notevole distanza tra le boe (oltre 1700 km) inficia il risultato finale suggerendo un limite superiore del campo di applicabilità dell’ordine di poche centinaia di chilometri.

Osservati questi risultati, si può affermare che le condizioni al contorno iniziali incidono sul risultato finale, ma che, nonostante ciò, rimane fisicamente accettabile nel settore costiero.

### 4.3 Analisi dei risultati

Caso studio	Distanza tra boa reale e boa virtuale [Km]	Coefficiente di correlazione
Ponza-Capo Linaro	150	0,69
Ortona-Ancona	158	0,33
Capo Spartivento-Roccella	60	0,84
Crotone-Capo Spartivento	170	0,64
Crotone-Roccella	110	0,68
Capo Spartivento-Crotone	170	0,64
Roccella-Crotone	110	0,68
Cabo Begur-Mahon	250	0,80
Golfo De Cadiz-Gran Canaria	1280	0,10

Tab. 4.1 – Coefficiente di correlazione e distanza tra boa reale e boa virtuale per ciascun caso studio.

Nella tabella precedente è riportato il coefficiente di correlazione ottenuto per ciascun caso studio.

È possibile notare (Figg. 4.10c) che i coefficienti di correlazione più elevati si osservano tra Capo Spartivento e Roccella (0,84) e tra Cabo Begur e Mahon (0,80), mentre i valori minori si osservano tra Ortona e Ancona (0,33) e tra Golfo De Cadiz e Gran Canaria (0,10). Negli altri casi studio analizzati, invece, i valori sono tutti compresi tra 0,64 e 0,69.

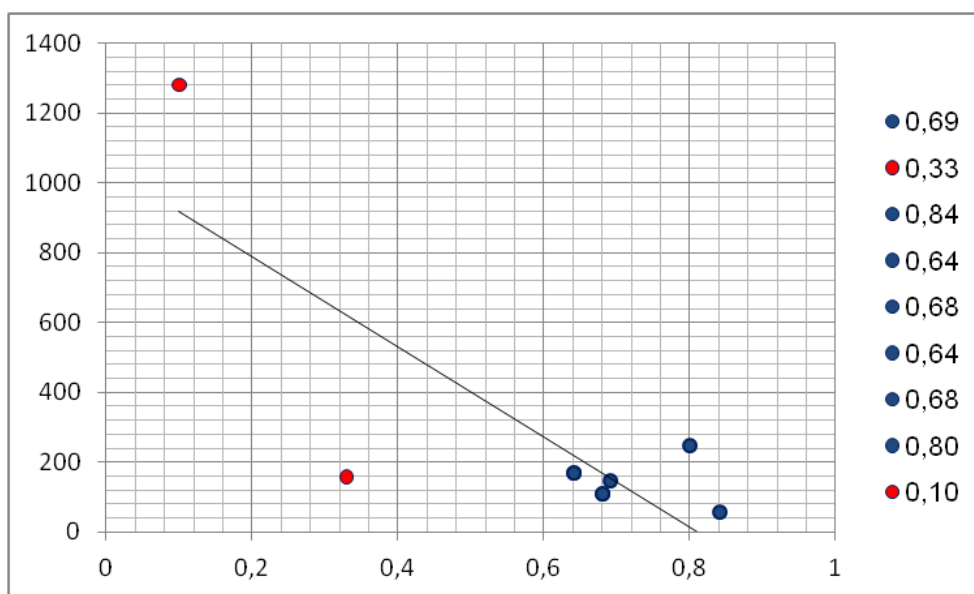


Fig. 4.10c – Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: confronto valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  [m].

L'allegato B offre la possibilità di consultare in una serie di tabelle contenenti diversi campioni rappresentativi di dati ottenuti con l'applicazione del modello GSM e messi a confronto con i rispettivi delle serie registrate con l'utilizzo delle boe ondamiche, presenti nella stessa località. Per ogni serie, i dati sono più di 2 mila, in relazione ad oltre 12 mila ore di registrazione, e riportati per ogni applicazione effettuata a mare e in oceano.

## 4.4 Conclusioni

La progettazione di una qualsiasi opera di ingegneria marittima e la corretta gestione del territorio costiero richiedono, preliminarmente, lo studio del clima ondoso di largo e sottocosta che caratterizza la località oggetto dell'intervento.

Allo stato attuale in Italia professionisti e ricercatori del settore dell'idraulica marittima possono utilizzare i dati di libero accesso delle boe ondamiche della Rete

Ondametrica Nazionale (RON). Il numero di queste stazioni RON è però insufficiente rispetto ai circa 7500 km di costa italiana e anche tenendo conto della presenza di alcune Reti Ondametriche Regionali (ROR), non risulta comunque possibile analizzare efficacemente il clima ondoso di diverse località. Tale problematica non riguarda solo l'Italia, ma anche in altri paesi ci si trova in una condizione di limitata copertura delle boe ondametriche o di carenza di dati alternativi di libero accesso, come ad esempio quelli di vento trasformati, con opportuni modelli matematici, in dati del moto ondoso.

Nella tesi è stato proposto un modello efficace ed affidabile, in grado di ricostruire in modo accurato il clima ondoso in località in cui non sono presenti strumenti di misura dello stesso e che presenta un minor numero di imprecisioni rispetto a procedure attuali. In particolare, si tratta di un metodo di trasposizione (in inglese inteso come "shifting", da cui poi prende il nome) del moto ondoso, chiamato modello GSM (*Geographical Shifting Model*), basato sul metodo JONSWAP (USACE, 1984), sul successivo modello S.P.M. e sull'ipotesi di condizioni anemometriche iniziali omogenee tra località di osservazione (in cui è presente una boa reale) e quella di trasposizione (in cui si ipotizza la presenza di una boa virtuale).

La procedura proposta considera come dati di input registrazioni ondametriche, fetches geografici della località di origine ( $F_O$ ) e della località di trasposizione ( $F_T$ ) ed una distanza a mare  $d$ , per ogni direzione  $\vartheta$ , che le mette in relazione (vedi relazione 3.5). Tiene conto dell'effettiva distanza geografica tra le due località e considera la dipendenza delle caratteristiche dello stato di mare dalle condizioni di sviluppo del moto ondoso (mare completamente sviluppato e mare limitato dalla lunghezza del fetch e dalla durata del vento). In particolare, in presenza di mare completamente sviluppato o limitato in entrambe le località, l'evento anemometrico ricostruito nella località di trasposizione ha medesima condizione. Se invece lo sviluppo risulta essere discorde tra le due località, una stima attendibile è data dalla media tra i due valori dei due differenti sviluppi (come spiegato nel capitolo precedente). Il concetto di fetch efficace non vuole essere sorpassato né ignorato, ma sostituito da una procedura che ingloba il suo significato fisico con l'introduzione della distanza a mare  $d$  necessaria alla costruzione del fetch fittizio (Equ. 3.5). Quest'ultimo è ciò che alimenta il modello, conferendogli la possibilità di effettuare una corretta interpretazione e valutazione delle condizioni necessarie al calcolo dell'altezza d'onda significativa finale.

Sono state condotte prove nel Mar Mediterraneo (coste italiane e spagnole) e nell'Oceano Atlantico (coste spagnole) per considerare differenti condizioni e scenari; le time series prese in esame considerano diversi archi temporali che vanno da 2 a 3 anni, fino ad un massimo di 7 anni di registrazioni.

Da un confronto dei risultati ottenuti dalle varie applicazioni con i valori di altezza significativa  $H_S$  [m] delle registrazioni delle stazioni ondametriche, si osservano ottimi esiti, concordi con quelli reali.

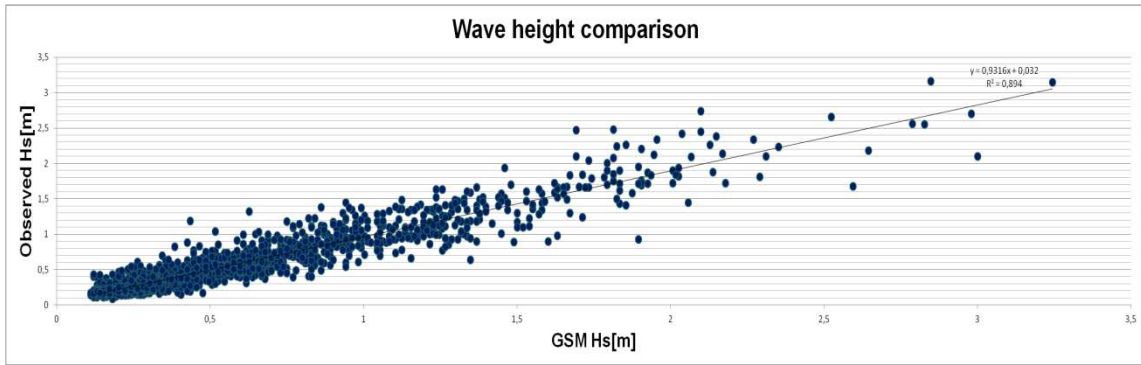


Fig. 4.11 – Grafico a dispersione: confronto valori di altezza d’onda significativa  $H_s$  [m].

La figura precedente (Fig. 4.11) si riferisce alla prova condotta tra Capo Spartivento e Roccella nel Mar Ionio, in Italia, che rappresenta l’esempio più significativo di quanto appena detto.

In questo settore dell’ingegneria, come per altri, quando si affronta un percorso di ricerca di questo tipo, basata su dati statistici e previsionali, e si cerca di trovare soluzioni più efficienti e, perciò, procedure che restituiscono risultati migliori, la prima cosa da fare è sempre quella di paragonare il proprio lavoro con metodi e procedure già esistenti in letteratura. Già dall’inizio della taratura del modello non sono mancati questi confronti; nello specifico si è data molta considerazione ai raffronti effettuati sui risultati ottenuti con la procedura proposta da De Girolamo e Contini. Quest’ultima, confrontata al metodo GSM, ha prodotto verifiche che evidenziano la buona e concreta risolutezza del modello proposto (Figg. 4.12, 4.13).

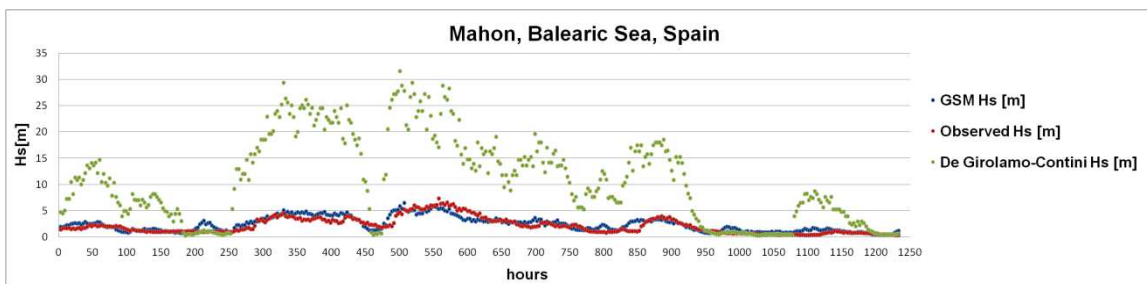


Fig. 4.12 – Mahon, Mar delle Baleari, Spagna: dati osservati (●) vs dati stimati col metodo GSM (●) e dati stimati con il metodo De Girolamo-Contini (●), valori di  $H_s$  [m].

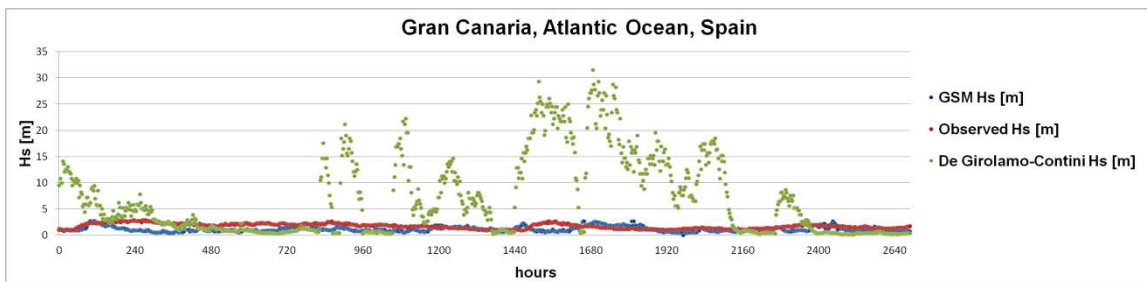


Fig. 4.13 – Gran Canaria, Oceano Atlantico, Spagna: dati osservati (●) vs dati stimati col metodo GSM (●) e dati stimati con il metodo De Girolamo-Contini (●), valori di  $H_s$  [m].

Nel caso di Mahon, per esempio, l'errore standard della serie GSM è di 0,57, mentre quello della serie ottenuta applicando il metodo De Girolamo-Contini è di 4,02. Il coefficiente di correlazione di quest'ultima serie è inferiore di 0,14 decimi e non è mai superiore.

L'apporto innovativo, rispetto alle tradizionali procedure già esistenti in letteratura ed utilizzate oggi, è fornito sia dalla semplicità di utilizzo del modello (anche con un semplice foglio excel), sia da un miglior risultato in output (che riesce a leggere meglio i picchi delle mareggiate), sia dalla possibilità di poterlo ancora adattare a diverse situazioni climatiche, in quanto si basa su considerazioni geografiche, geometriche ed intuitive e dipende esclusivamente dall'effettiva posizione delle due località, dalla loro distanza geometrica e dalla differente esposizione del luogo di trasposizione ( $T$ ) rispetto al luogo di osservazione ( $O$ ).

In prospettiva ci si augura di riuscire a perfezionare ancora di più la procedura di trasposizione, affinché si arrivi ad interpretare, in maggior misura, i picchi delle mareggiate in condizioni geomorfologiche, ambientali e climatiche particolari ed insidiose, così a migliorare il risultato finale di questi specifici casi.

Infine, si vuole inglobare la procedura in una serie di algoritmi, tali da restituire un software applicativo capace di calcolare immediatamente e con estrema facilità le condizioni meteomarine di una qualsiasi località, di cui non disponiamo di registrazioni ondometriche, semplicemente inserendo come dati in input quelli ondometrici del luogo più prossimo ad esso.

In conclusione, visti i proficui risultati della ricerca, l'attendibilità dei dati scientifici ottenuti e la loro utilità in campo professionale, oltre che scientifico e didattico, si può oggettivamente affermare che gli obiettivi prefissati sono stati ampiamente raggiunti. Si è giunti, infatti, dopo un intenso periodo di studi e ricerche, alla progettazione di un modello di ricostruzione dell'andamento del moto ondoso certamente innovativo, semplice nell'utilizzazione e, soprattutto, molto più attendibile e prossimo alla realtà rispetto ai sistemi oggi esistenti.



## BIBLIOGRAFIA

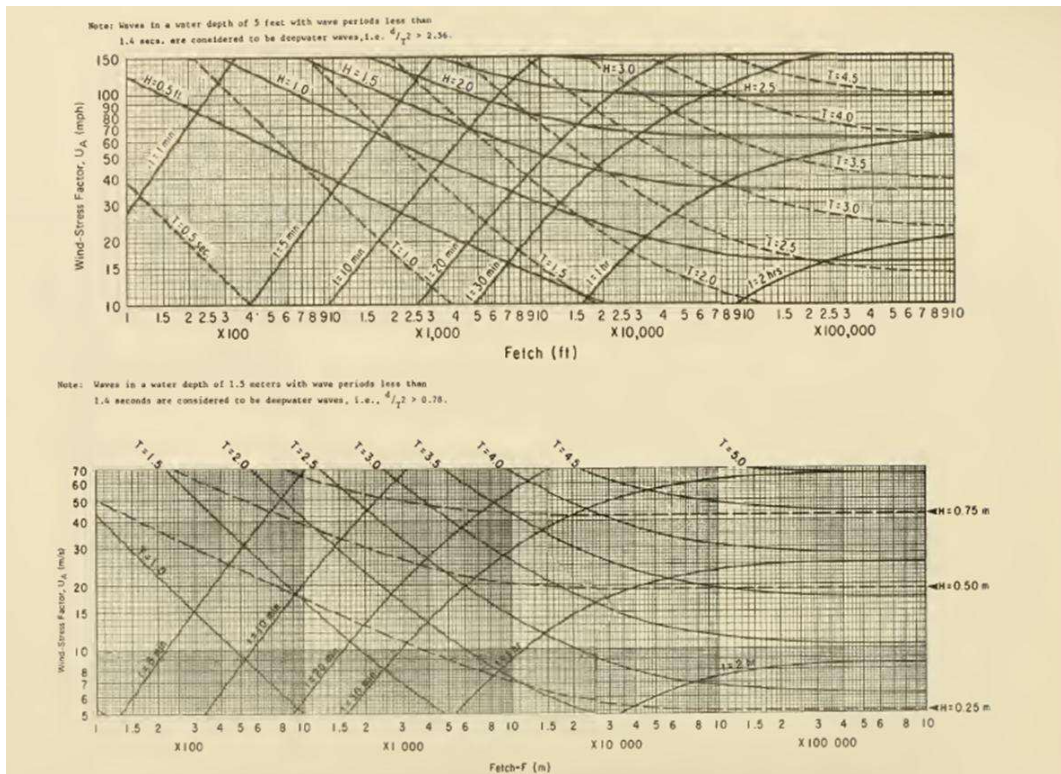
- Arena, F., Laface, V., Barbaro, G., Romolo, A. (2013). Effects of sampling between records for intensity and duration of severe sea storms. *International Journal of Geosciences*, 4 (1), pp. 240-248
- Barbaro, G., Foti, G., (2013). Shoreline behind a breakwater: comparison between theoretical models and field measurements for the Reggio Calabria sea. *Journal of Coastal Research*, 29(1), pp. 216-224.
- Besio, G., Cassola, F., Mentaschi, L., Sartini, L., (2014). Modellistica di previsione e reanalisi per l'ingegneria marittima. *Giornate di Studio AIOM - La modellistica a supporto dell'Ingegneria marittima*, Palermo, Italia.
- Bishop, C. T. (1983). "Comparison of Manual Wave Prediction Models," *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*. American Society of Civil Engineers, Vol 109, No. 1, pp 1-17.
- Bretschneider, C. L. (1952). The generation and decay of wind waves in deep water. *Trans. A. G. U.*, 33, 381-389.
- Bretschneider, C. L. (1958). "Engineering Aspects of Hurricane Surge. " *Proc. , Tech. Conf. on Hurricanes*, American Meteorological Society, Miami Beach, Florida.
- Bretschneider, C. L. (1963). "A One-Dimensional Gravity Wave Spectrum," *Ocean Wave Spectra*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp 41-56.
- Bretschneider, C. L. and R. O. Reid, (1954). Changes in wave height due to bottom friction, percolation, and refraction. *Techn. Mem. US Army Eros. Bd. No 45*, 36 pp.
- Bretschneider, C. L., (1952). The generation and decay of wind waves in deep water: *Amer. Geophys. Union Trans.*, v. 33, p. 381-389.
- Cavaleri L., Sclavo M. (2006). The calibration of wind and wave model data in the Mediterranean Sea. *Coastal Engineering*, 53 (7), pp. 613-627.
- Cavaleri, L., Pianta', P., Iuso, G., (1985). Influence of a sea structure on the surrounding wind field. *Nuovo Cim.* 7C (4), 440-446.
- Contini P., De Girolamo P. (1998) *Impatto morfologico di opere a mare: casi di studio*. Atti del VIII Convegno AIOM, Lerici, 28-29 may.
- Goda, Y. (2004). Spread parameter of extreme wave height distribution for performance-based design of maritime structures. *J. Waterway, Port, Ocean and Coastal Eng.*, vol. 130, No. 1, pp. 29-38, ASCE.
- Hasselmann, K. (1973). Measurements of Wind-Wave Growth and Swell Decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP). *German Hydrographic Journal*, Published by the German Hydrographic Institute.
- Hasselmann, K. (1975). A parametric wave prediction model. *Journal of Physical Oceanography*, 6, pp. 200-228.
- Hasselmann K., (1976). Stochastic climate models Part I. Theory, *Tellus*, 28:6, 473-485, DOI: 10.3402/tellusa.v28i6.11316
- Hasselmann, K., (1962). On the non-linear energy transfer in a gravity-wave spectrum. 1: General theory. *J. Fluid Mech.* 12, 481.
- Hasselmann, K., (1963)a.: On the non-linear energy transfer in a gravity-wave spectrum. 2: Conservation theorems, wave-particle correspondence, irreversibility. *J. Fluid Mech.* Hi, 273.

- Hasselmann, K., (1963)b. On the non-linear energy transfer in a gravity-wave spectrum. 3: Computation of the energy flux and swell-sea interaction for a Neumalm spectrum. *J. Fluid Mech.* 15, 385.
- Hersbach, H., Janssen, P.A.E.M., (1999). Improvement of short fetch behavior in the wave ocean model (WAM). *Atmos. Ocean Tech.* 16 (7), 884–892.
- Inoue T., (1966). On the growth of the spectrum of a wind generated sea according to a modified Miles-Phillips mechanism. Geophysical Sciences Lab. Report No. TR 66-6, New York University, School of Engineering and Science, New York.
- Inoue T., (1967). Ocean wave spectra estimated from three hour pressure Lab. Report records No. TR67-1, obtained by New FLIP. York University, Geophysical Sciences Lab. Report No. TR 67-1, New York University, School of Engineering and Science, New York.
- Janssen, P.A.E.M., (1998). On Error Growth in Wave Models. Tech. Memo. No. 249, ECMWF. 12 pp.
- Janssen, P.A.E.M., Abdalla, S., Hersbach, H., (2003). Error estimation of buoy, satellite and model wave height data. Tech. Memo 402, ECMWF. 17 pp.
- Kamphuis, J. W. (2000). Introduction to coastal engineering and management. Advanced Series on Coastal Engineering - Volume 16, World Scientific.
- Komen, G.J., Cavaleri, L., Donelan, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S., Janssen, P.A.E.M., (1994). Dynamics and Modelling of Ocean Waves. Cambridge University Press. 536 pp.
- Leenknecht D.A. et altri, (1992). "Automated Coastal Engineering System – Technical Reference", C.E.R.C. – W.E.S., Vicksburg, Version 1.06 January 1992.
- Longuet-Higgins, M.S., Cartwright, D.E., Smith, N.D., (1963). Observations of the directional spectrum off sea waves using the motion of a floating buoy.
- Marsden, R.E., (1999). A proposal for a neutral regression. *J. Atmos. Ocean. Technol.* 16, 876–883.
- Mitsuyasu, H., (1968)a. On the growth of the spectrum of wind-generated waves. 1. Rep. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ. 16,459.
- Mitsuyasu, H., (1968)b. A note on the non-linear energy transfer in the spectrum of wind-generated waves. Rep. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ. 16, 251.
- Moskowitz, L., (1964). Estimates of the power spectrums for fully developed seas for wind speeds of 20 to 40 knots. *J. Geophys. Res.*, 69, 5161-5179.
- Phillips, O. M., (1958). The equilibrium range in the spectrum of wind-generated ocean wave. *J. Fluid Mech.* 4,426.
- Pierson, IV. J., Jr. and L. Moskowitz, (1964). A proposed spectral form for fully developed wind seas based on the similarity theory of S. A. Kitaigorodskii. *J. geophys. Res.* 69, 5181.
- Pierson, W. J., Neumann, G. & James, R. W., (1955). U.S. Naay Dept. Hydrog. Off. (Wash), Publ. no. 603.
- Resio, D. T., (1981). The Estimation of Wind-Wave Generation in a Discrete Spectral Model. *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 11, No. 4. Published online on 1 Apr 1981.
- Roll, H. U., and G. Fischer, (1956). Eine kritisehe Bemerkung zum Neumann-Spektrum des Seeganges. *Dr. Hydrogr. Z.* 9, 9.
- Saville T., (1958). Wave runup on composite slopes, Proc. 6th Coast. Eng. Conf., ASCE, 691–699.

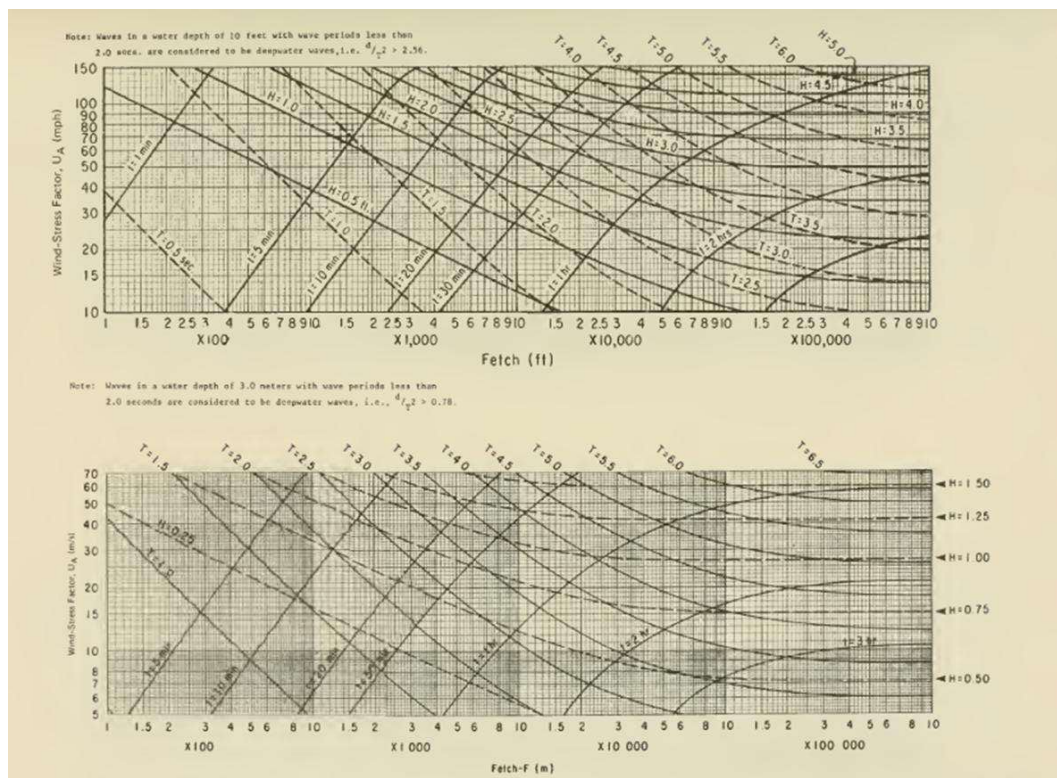
- Saville, T. (1954). "The Effect of Fetch Width on Wave Generation," Technical Memorandum 70, Beach Erosion Board, Washington, DC.
- Seymour, R. J. (1977). Estimation Wave Generation on Restricted Fetches. Proc. ASCE vol 103 n. WW2.
- Smith, J. M. (1991). Wind-Wave Generation on Restricted Fetches. Coastal Engineering Center, Department of the Army, Waterways Experiments Station, Corps of Engineers.
- Sverdrup, H. U., Munk, W. H. (1947). Wind, sea, and swell; Theory of relation for forecasting: Hydrographic Office, U. S. Navy, Publ. No. 601.
- Swail, V.R., (2000). On the use of NCEP–NCAR reanalysis surface marine wind fields for a long-term North Atlantic wave hindcast. *J. Atmos. Ocean. Technol.* 17, 532–545.
- Tomasicchio GR, D’Alessandro F. and Barbaro G., (2011). Composite modelling for large-scale experiments on wave-dune interaction. *Journal of Hydraulic Research*, 49, pp. 15-19.
- Tomasicchio GR, D’Alessandro F., Barbaro G., Musci E. and De Giosa TM (2015). Longshore transport at shingle beaches: an independent verification of the general model. *Coastal Engineering*, 104, pp. 69-75.
- Tomasicchio GR, D’Alessandro F., Barbaro G and Malara G., (2013). A general longshore transport model. *Coastal Engineering*, 71, pp. 28-36.
- USACE, (1984). Shore Protection Manual, 1984, 4th ed., US Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington, DC.
- Vincent C.L, Resio D.T., (1977). An eigenfunction parameterization of a time sequence of wave spectra. *Coast. Eng.* Vol. 1, pp. 185-205.
- Vongvisessomjai, S., Silvester, R. (1976). Wave forces on submerged objects. *Coastal Engineering Proceedings*, 15, Hawaii, pp. 2387–2412.
- WAM-DI Group, (1988). The WAM model—a third generation ocean wave prediction model. *J. Phys. Oceanogr.* 18, 1775–1810.
- Young, I.R., (1998). An intercomparison of the GEOSAT, TOPEX and ERS1 measurements of wind speed and wave height. *Ocean Eng.* 26, 67–81.
- Young, I.R., (1999)a. Seasonal variability of the global ocean wind and wave climate. *Int. J. Climatol.* 19, 931–950.
- Young, I.R., (1999)b. *Wind Generated Ocean Waves*. Elsevier. 288 pp.



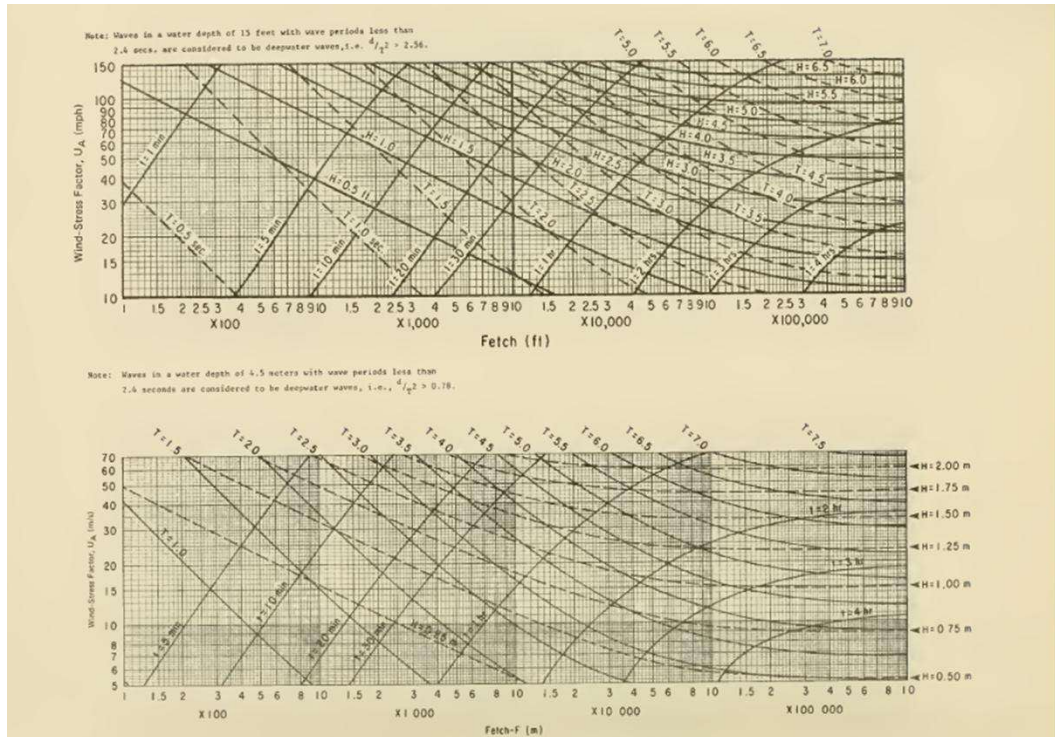
# **ALLEGATI A**



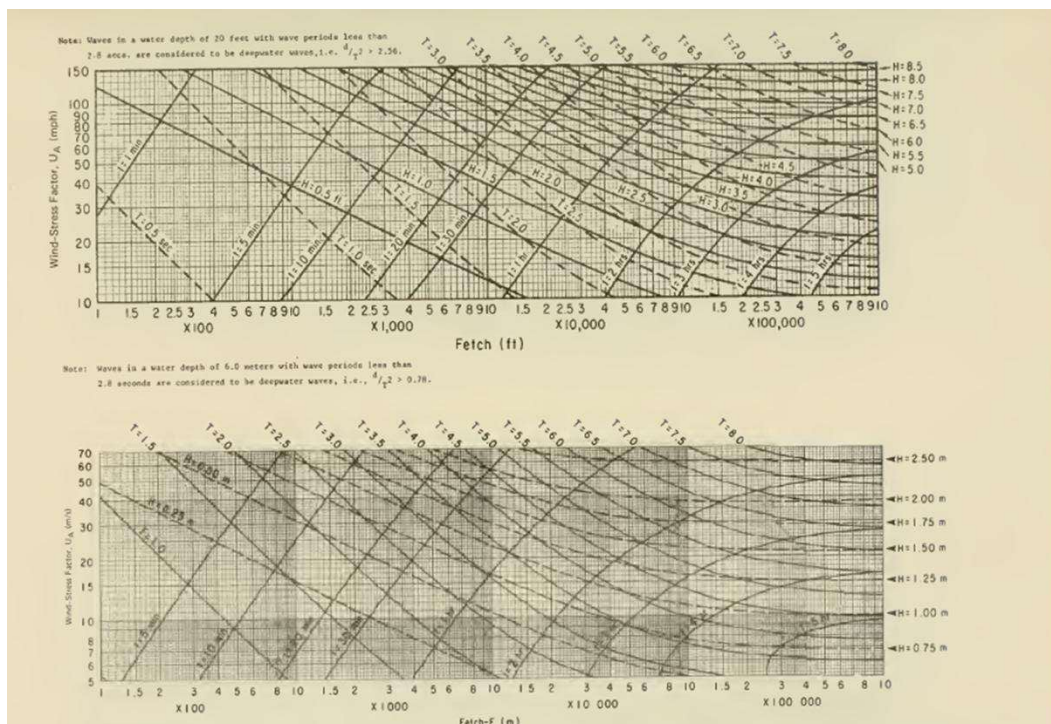
**A\_1/a** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 5 piedi (grafico in alto); profondità costante di 1,5 m (grafico in basso; USACE (1984).



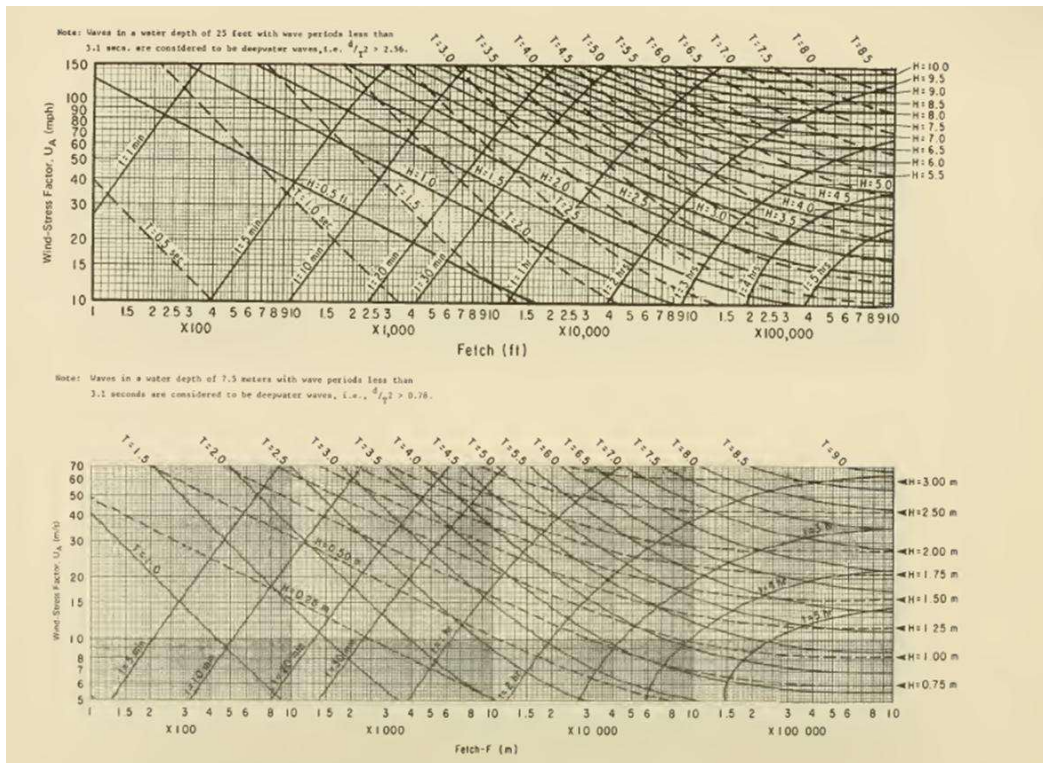
**A\_1/b** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 10 piedi (grafico in alto); profondità costante di 3 m (grafico in basso); USACE (1984).



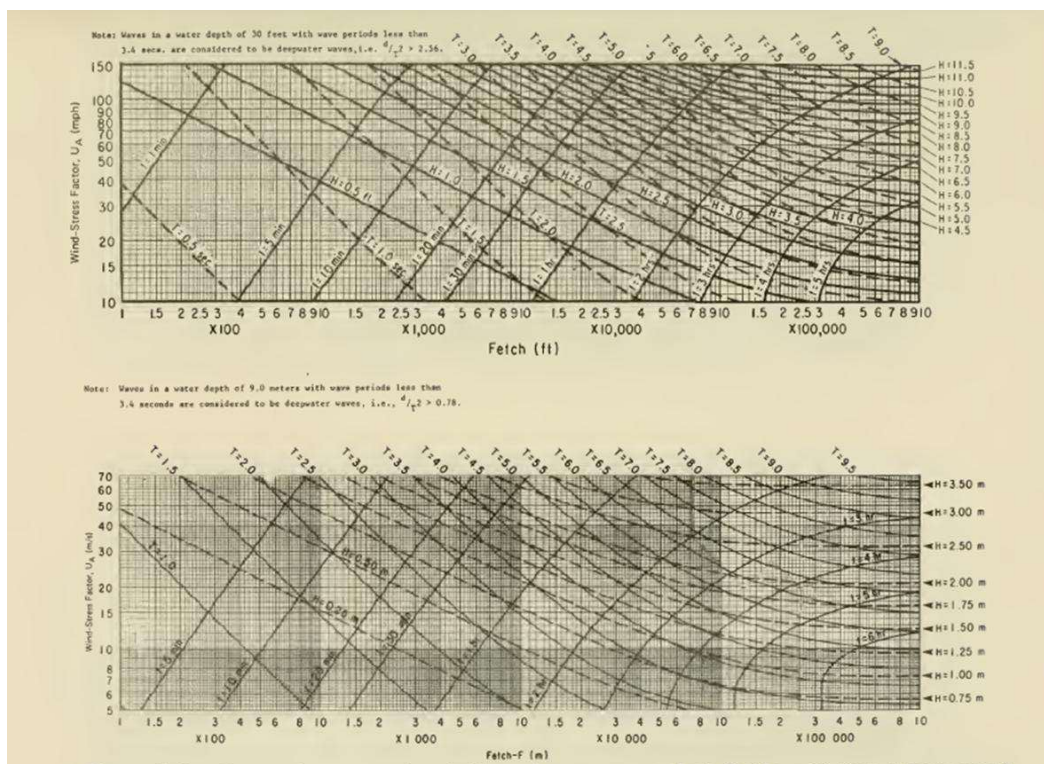
**A\_2/a** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 15 piedi (grafico in alto); profondità costante di 4,5 m (grafico in basso; USACE (1984).



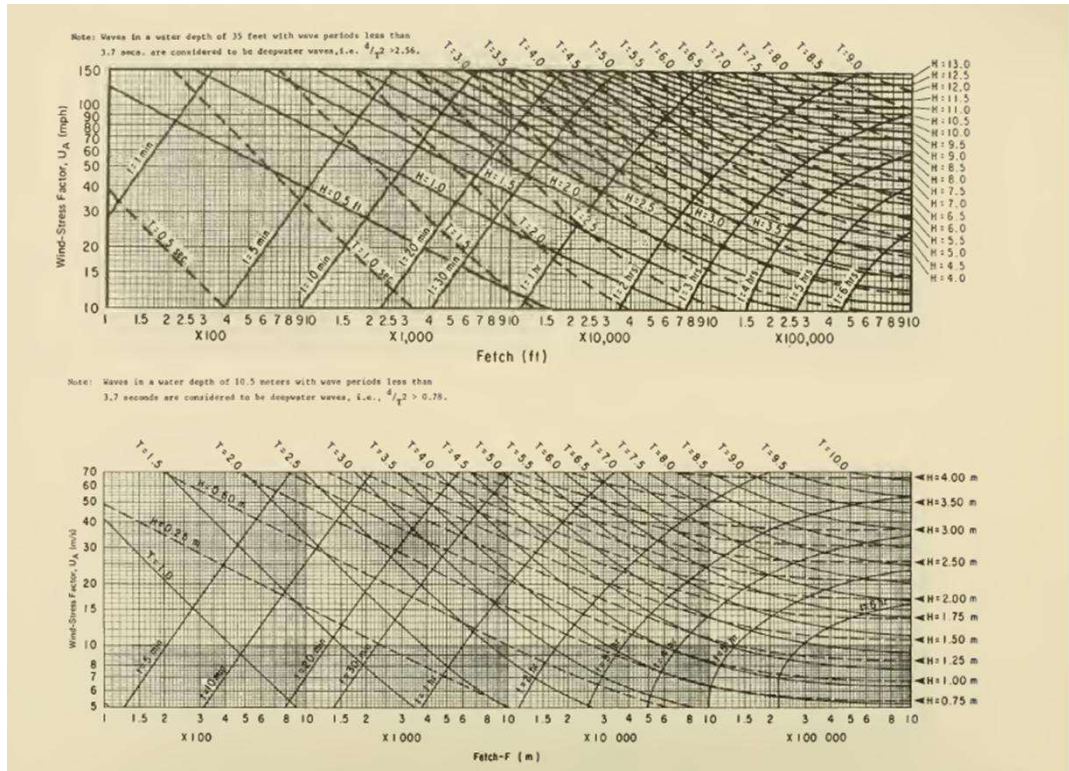
**A\_2/b** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 20 piedi (grafico in alto); profondità costante di 6 m (grafico in basso); USACE (1984).



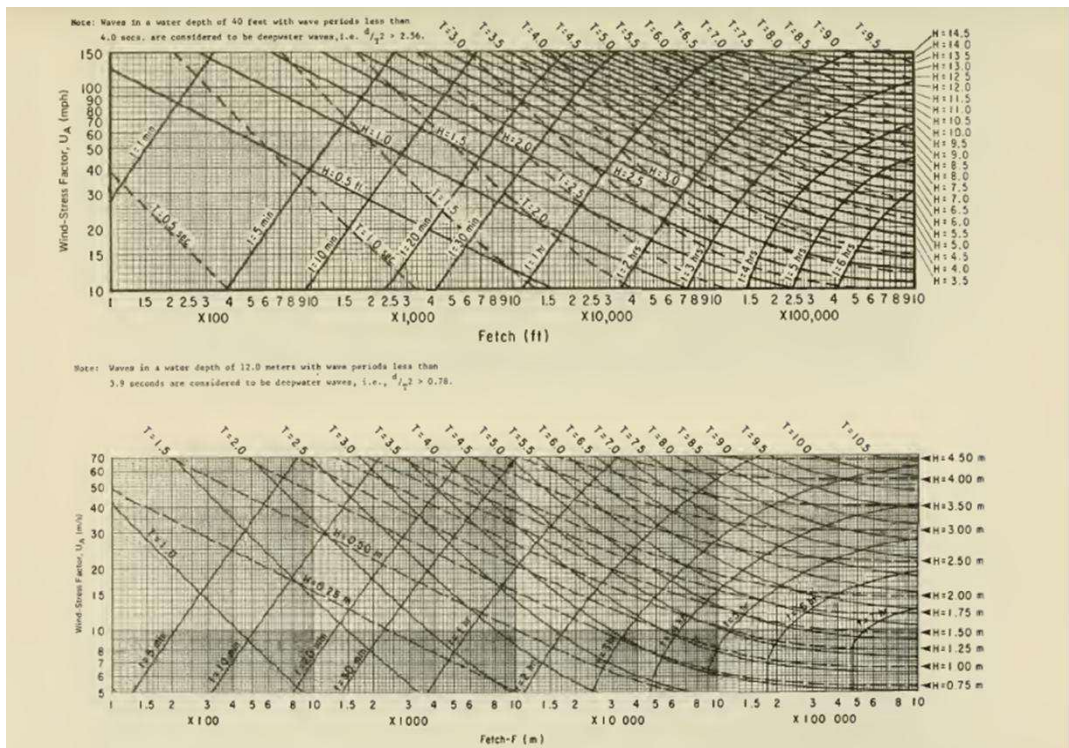
**A\_3/a** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 25 piedi (grafico in alto); profondità costante di 7,5 m (grafico in basso); USACE (1984).



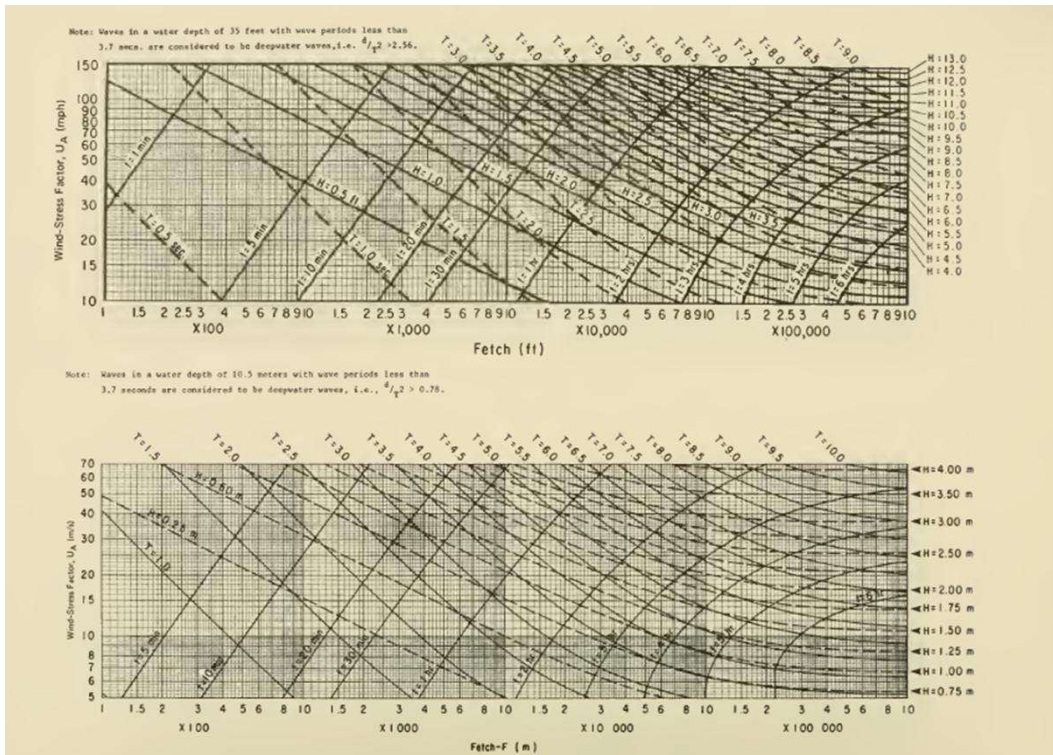
**A\_3/b** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 30 piedi (grafico in alto); profondità costante di 9 m (grafico in basso); USACE (1984).



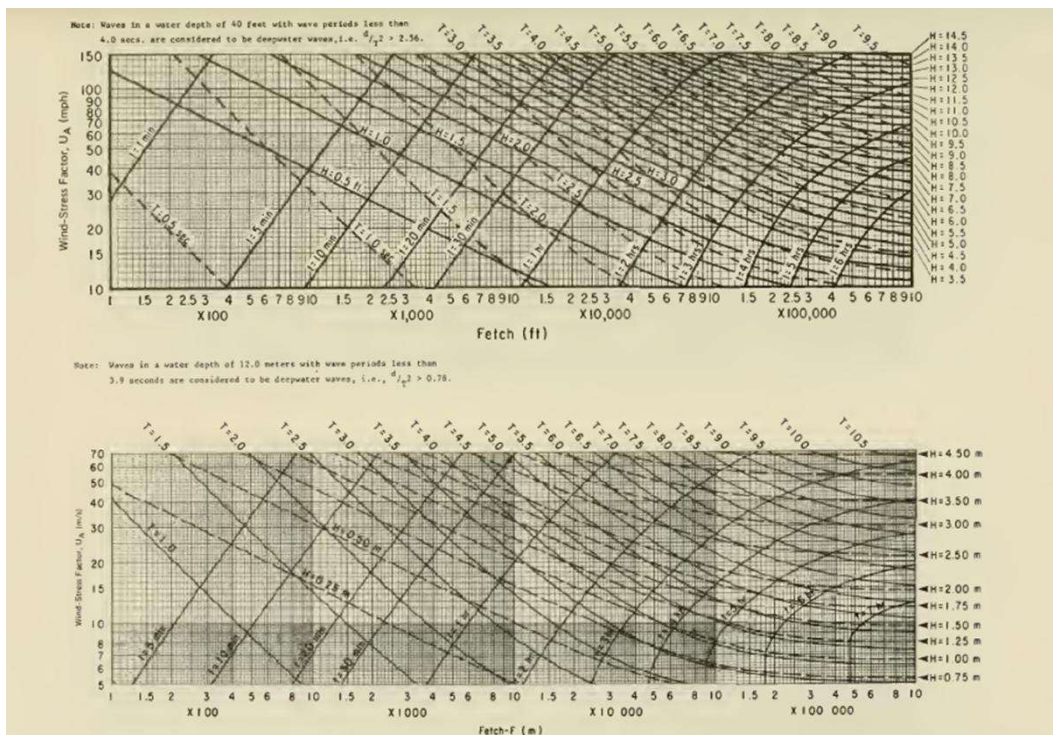
**A\_4/a** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 35 piedi (grafico in alto); profondità costante di 10,5 m (grafico in basso); USACE (1984).



**A\_4/b** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 40 piedi (grafico in alto); profondità costante di 12 m (grafico in basso); USACE (1984).



**A\_5/a** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 45 piedi (grafico in alto); profondità costante di 13,5 m (grafico in basso); USACE (1984).



**A\_5/b** – Curve di previsione d’onda in acque poco profonde: profondità costante di 50 piedi (grafico in alto); profondità costante di 15 m (grafico in basso); USACE (1984).

# **ALLEGATI B**

## ALLEGATO B\_1a

Prova: Ponza (O) → Capo Linaro (T)

Valori di  $H_s$  riferiti alla mareggiata di figura 4.3 per circa 960 ore di registrazione.

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,70	0,92		1,95	2,24
	0,59	1,02		1,96	1,97
	0,59	1,00		1,94	2,19
	0,65	1,00		1,94	1,92
	0,62	0,99		1,89	1,96
	0,65	0,94		1,96	1,89
	0,68	1,05		2,04	1,98
	0,70	1,04		1,73	1,88
	0,74	1,08		2,22	1,98
	0,72	1,08		1,85	1,82
	0,73	1,08		1,80	2,06
	0,66	1,06		2,13	1,82
	0,70	1,09		1,94	1,76
	0,80	1,26		1,86	1,66
	0,75	1,25		1,89	1,74
	0,82	1,33		1,81	1,69
	0,87	1,40		1,67	1,65
	0,85	1,31		1,58	1,71
	0,86	1,36		1,54	1,89
	0,91	1,73		1,58	1,73
	1,11	1,78		1,53	1,60
	1,10	1,72		1,58	1,62
	1,04	1,78		1,42	1,59
	1,10	1,62		1,37	1,71
	1,01	1,65		1,32	1,84
	1,29	1,67		1,28	1,93
	1,26	1,73		1,31	1,95
	1,39	1,81		1,28	1,84
	1,27	1,62		1,17	1,85
	1,39	1,79		1,15	1,67
	1,54	1,60		1,17	1,72
	1,62	1,88		1,14	1,79
	1,47	1,84		1,14	1,77
	1,48	2,05		1,13	1,73
	1,44	1,79		1,15	1,84
	1,46	2,04		1,21	1,81
	1,41	2,05		1,18	1,74

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,64	1,69		2,51	1,66
	1,51	1,98		2,63	2,30
	1,42	2,46		2,58	1,96
	1,39	2,61		2,38	2,74
	1,40	2,73		2,35	3,34
	1,31	2,69		2,33	2,74
	1,37	2,67		2,28	2,89
	1,28	2,67		2,27	2,87
	1,32	2,63		2,22	2,76
	1,56	2,67		2,36	2,58
	1,62	2,37		2,02	2,83
	1,52	2,27		2,34	2,50
	1,61	1,97		2,02	2,22
	1,53	2,28		1,82	2,22
	1,59	1,90		2,00	2,45
	1,61	1,65		2,09	2,25
	1,63	1,67		1,99	2,42
	1,63	1,53		2,13	2,25
	1,49	1,40		2,06	2,14
	1,64	1,54		1,98	1,98
	1,58	1,38		2,04	1,86
	1,44	1,44		2,02	1,86
	1,62	1,46		1,84	1,69
	1,36	1,40		1,99	1,85
	1,45	1,43		1,82	1,64
	1,30	1,38		2,00	1,64
	1,43	2,09		2,23	1,57
	1,34	1,84		2,14	1,62
	1,36	1,85		2,09	1,69
	1,23	1,92		2,13	1,57
	1,37	1,70		2,26	1,73
	1,24	1,91		2,03	1,60
	1,28	1,69		2,20	1,63
	1,33	1,65		2,26	1,83
	1,41	1,57		2,18	1,63
	1,41	1,50		2,22	1,84
	1,35	1,55		2,18	2,14
	1,40	1,50		2,45	2,22
	1,62	1,55		2,48	2,17
	1,77	1,56		2,79	1,91
	1,74	1,64		2,53	2,05

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,86	2,61		1,59	1,19
	3,63	2,73		1,53	1,43
	3,87	2,61		1,55	1,17
	3,77	2,71		1,55	1,20
	3,39	2,98		1,40	1,14
	3,31	3,01		1,43	1,09
	3,53	2,96		1,48	1,13
	3,67	2,88		1,41	1,15
	3,42	3,09		1,49	1,29
	3,85	2,89		1,47	1,50
	3,44	2,98		1,61	1,28
	3,29	2,99		1,42	1,67
	3,56	2,96		1,36	1,56
	3,04	3,01		1,39	1,67
	3,54	3,30		1,34	1,85
	3,03	2,98		1,49	1,96
	3,12	3,31		1,45	1,82
	3,26	3,03		1,57	1,91
	2,43	3,05		1,43	1,82
	3,09	3,05		1,59	1,85
	2,38	3,10		1,49	1,96
	2,79	3,01		1,54	1,77
	2,43	3,06		1,42	1,94
	2,32	2,77		1,37	1,87
	2,18	2,52		1,49	1,94
	2,25	2,43		1,35	1,85
	2,20	2,54		1,49	2,01
	2,39	2,40		1,67	2,06
	2,14	2,60		1,49	1,95
	2,13	2,29		1,50	1,88
	2,22	2,29		1,37	2,24
	2,27	2,25		1,46	1,87
	2,09	2,25		1,26	2,38
	2,25	2,08		1,25	2,32
	2,05	2,23		1,12	2,27
	1,72	2,17		1,16	2,32
	1,76	1,96		1,09	2,25
	1,76	1,80		1,15	2,33
	1,69	1,79		1,10	2,04
	1,77	1,76		1,04	2,21
	1,67	1,79		1,18	2,16

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,11	2,15		1,13	0,97
	1,12	2,10		1,19	1,09
	1,07	2,11		1,11	0,94
	1,08	2,06		1,18	1,07
	1,00	2,05		1,38	1,02
	1,02	1,94		1,47	1,13
	0,98	2,03		1,56	1,04
	0,98	1,97		1,63	1,12
	0,99	1,97		1,54	1,22
	1,02	2,07		1,57	1,11
	0,99	2,00		1,66	1,21
	1,03	1,91		1,64	1,23
	1,01	2,00		1,78	1,44
	1,06	1,86		1,47	1,56
	1,00	1,73		1,41	1,49
	1,04	1,69		1,46	1,56
	1,03	1,68		1,37	1,48
	1,03	1,68		1,30	1,50
	1,12	1,50		2,10	2,36
	1,13	1,41		1,76	1,95
	1,12	1,37		2,13	2,41
	1,05	1,22		2,01	1,92
	0,97	1,35		1,89	2,00
	1,04	1,22		1,15	1,70
	0,97	1,02		1,67	1,68
	0,97	0,98		1,74	1,59
	0,90	1,04		1,65	1,45
	0,88	1,04		1,53	2,04
	0,82	1,03		0,92	0,91
	0,87	1,01		0,97	0,92
	0,82	0,98		0,89	0,88
	0,73	0,92		0,97	1,02
	0,67	0,92		1,11	1,07
	0,73	0,96		1,04	2,21
	0,66	0,93		1,18	2,16
	0,73	0,95		1,14	2,32
	0,73	0,92		1,17	2,27
	0,80	0,92		1,13	2,29
	0,84	0,92		1,77	1,76
	0,92	0,91		0,89	0,88
	0,97	0,92		0,97	1,02

## ALLEGATO B\_1b

Prova: Ponza (O) → Capo Linaro (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 5000 ore di registrazione.

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,13	0,51		0,70	0,35
	2,03	0,52		0,70	0,35
	0,99	0,53		0,66	0,33
	0,97	0,51		0,68	0,31
	0,98	0,48		0,64	0,30
	0,97	0,44		0,68	0,32
	0,97	0,44		0,65	0,31
	0,92	0,42		0,63	0,29
	0,88	0,41		0,62	0,30
	0,82	0,40		0,61	0,24
	0,86	0,44		0,61	0,24
	0,79	0,46		0,50	0,23
	0,83	0,44		0,49	0,22
	0,77	0,40		0,50	0,23
	0,82	0,44		0,45	0,29
	0,75	0,44		0,48	0,29
	0,67	0,39		0,46	0,26
	0,73	0,39		0,44	0,24
	0,65	0,36		0,44	0,25
	0,74	0,32		0,42	0,24
	0,88	0,32		0,41	0,24
	0,91	0,32		0,39	0,26
	0,94	0,32		0,39	0,29
	0,91	0,31		0,38	0,28
	0,92	0,29		0,38	0,31
	0,87	0,30		0,39	0,29
	0,78	0,32		0,36	0,26
	0,85	0,35		0,37	0,26
	0,75	0,38		0,41	0,29
	0,76	0,40		0,48	0,33
	0,72	0,37		0,46	0,30
	0,56	0,36		0,45	0,36
	0,56	0,35		0,43	0,32
	0,57	0,34		0,42	0,35
	0,56	0,35		0,38	0,30
	0,54	0,34		0,36	0,32
	0,50	0,35		0,34	0,30

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,37	0,29		0,53	1,77
	0,38	0,29		0,55	1,97
	0,39	0,27		0,56	1,95
	0,39	0,27		0,57	2,26
	0,40	0,27		0,54	2,00
	0,40	0,27		0,56	2,14
	0,37	0,26		0,60	2,13
	0,39	0,26		0,62	2,08
	0,36	0,28		0,62	2,19
	0,43	0,30		0,67	2,11
	0,46	0,30		0,70	2,21
	0,40	0,33		0,71	2,14
	0,44	0,31		0,73	2,11
	0,56	0,35		0,78	1,86
	0,62	0,34		0,88	1,96
	0,60	0,36		0,98	1,95
	0,62	0,42		1,00	1,72
	0,58	0,47		1,01	1,89
	0,60	0,50		1,13	1,79
	0,63	0,60		1,13	1,70
	0,71	0,74		1,20	1,65
	0,70	0,87		1,28	1,58
	0,65	0,94		1,45	1,48
	0,61	0,97		1,42	1,49
	0,58	0,96		1,55	1,29
	0,55	1,08		1,76	1,15
	0,56	1,15		2,01	1,17
	0,59	1,16		1,88	1,15
	0,61	1,21		2,01	1,17
	0,65	1,24		1,93	1,01
	0,63	1,30		1,81	1,08
	0,61	1,22		1,85	1,06
	0,59	1,25		1,71	1,07
	0,59	1,36		1,76	1,00
	0,55	1,41		1,70	1,08
	0,52	1,54		1,70	1,04
	0,51	1,65		1,73	0,98
	0,51	1,77		1,72	1,11
	0,53	1,83		1,73	1,17
	0,53	1,69		1,68	1,26
	0,52	1,91		1,73	1,22

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,87	1,19		1,85	0,93
	1,87	1,35		1,89	0,84
	1,89	1,31		1,85	0,76
	1,93	1,60		1,85	0,77
	2,00	1,66		1,46	0,75
	2,12	1,74		1,43	0,69
	2,07	1,60		1,39	0,68
	2,36	1,81		1,26	0,68
	2,32	1,94		1,39	0,66
	2,49	1,86		1,26	0,74
	2,48	1,80		1,16	0,76
	2,52	1,84		1,06	0,75
	2,70	1,71		0,96	0,78
	2,48	1,61		1,03	0,75
	2,49	1,74		0,94	0,74
	2,48	1,61		1,06	0,67
	2,61	1,67		0,89	0,62
	2,39	1,49		0,91	0,58
	2,52	1,47		0,86	0,53
	2,40	1,50		0,82	0,50
	2,52	1,43		0,81	0,46
	2,47	1,32		0,82	0,44
	2,47	1,32		0,69	0,42
	2,34	1,34		0,72	0,39
	2,45	1,26		0,68	0,38
	2,31	1,25		0,78	0,36
	2,42	1,24		0,88	0,33
	2,48	1,22		1,00	0,33
	2,30	1,22		1,01	0,33
	2,19	1,24		1,09	0,36
	2,05	1,28		1,16	0,38
	2,07	1,34		1,23	0,39
	1,98	1,24		1,12	0,40
	2,04	1,20		1,20	0,39
	1,99	1,20		1,58	0,42
	1,95	1,08		1,55	0,42
	1,78	1,19		1,58	0,46
	1,66	1,00		1,60	0,57
	1,76	1,03		1,60	0,63
	1,64	0,93		1,58	0,66
	1,65	0,92		1,41	0,72

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,61	0,78		0,41	0,55
	1,53	0,78		0,43	0,56
	1,58	0,80		0,40	0,61
	1,54	0,84		0,41	0,59
	1,57	0,82		0,43	0,60
	1,24	0,90		0,43	0,64
	1,22	0,93		0,43	0,65
	1,13	1,06		0,47	0,69
	1,10	1,08		0,41	0,75
	1,13	1,08		0,44	0,77
	1,11	1,06		0,59	0,84
	0,93	0,99		0,64	0,96
	0,81	0,98		0,69	1,11
	0,80	0,90		0,75	1,21
	0,74	0,87		0,66	1,43
	0,78	0,82		0,73	1,57
	0,72	0,77		0,78	1,69
	0,63	0,73		0,71	1,66
	0,59	0,67		0,72	1,74
	0,57	0,64		0,66	1,66
	0,55	0,61		0,69	1,66
	0,55	0,61		0,64	1,54
	0,54	0,63		0,67	1,39
	0,50	0,60		0,64	1,42
	0,53	0,59		0,70	0,00
	0,49	0,55		0,73	1,39
	0,54	0,52		0,68	1,29
	0,52	0,50		0,70	1,26
	0,53	0,49		1,18	1,22
	0,58	0,49		1,19	1,25
	0,57	0,47		1,18	1,28
	0,51	0,46		1,21	0,99
	0,55	0,45		1,19	1,00
	0,49	0,46		1,19	0,99
	0,50	0,45		1,14	0,87
	0,50	0,44		1,22	0,78
	0,50	0,44		1,14	0,71
	0,45	0,45		1,19	0,68
	0,47	0,47		1,13	0,78
	0,43	0,53		1,18	0,74
	0,45	0,56		1,22	0,72

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,04	0,56		1,25	0,55
	0,98	0,58		1,26	0,61
	0,95	0,55		1,34	0,62
	0,92	0,52		1,42	0,59
	0,95	0,64		1,30	0,70
	0,91	0,61		1,40	0,76
	1,12	0,63		1,46	0,70
	1,42	0,56		1,49	0,67
	1,57	0,59		1,34	0,83
	1,44	0,57		1,39	0,84
	1,54	0,52		1,32	0,89
	1,96	0,54		1,34	0,86
	2,09	0,48		1,23	0,82
	2,30	0,46		1,29	0,76
	2,23	0,50		1,27	0,72
	2,33	0,44		1,20	0,73
	2,19	0,40		1,26	0,74
	2,15	0,38		1,17	0,62
	2,04	0,34		1,23	0,69
	2,35	0,34		1,16	0,67
	2,11	0,32		1,17	0,65
	2,33	0,33		1,12	0,68
	2,11	0,39		1,13	0,67
	1,83	0,37		1,11	0,73
	1,63	0,34		0,90	0,63
	1,77	0,34		0,87	0,68
	1,64	0,31		0,79	0,61
	1,73	0,34		0,75	0,62
	1,63	0,47		0,76	0,60
	1,65	0,48		0,75	0,63
	1,49	0,52		0,62	0,61
	1,45	0,54		0,60	0,63
	1,29	0,57		0,56	0,64
	1,44	0,54		0,54	0,63
	1,27	0,54		0,55	0,64
	1,25	0,51		0,52	0,60
	1,25	0,55		0,58	0,63
	1,24	0,53		0,56	0,66
	1,34	0,61		0,59	0,71
	1,25	0,59		0,55	0,63
	1,28	0,57		0,53	0,63

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,51	0,60		0,62	0,35
	0,55	0,59		0,61	0,32
	0,54	0,58		0,61	0,33
	0,52	0,58		0,63	0,35
	0,71	0,53		0,63	0,34
	0,53	0,53		0,61	0,34
	0,68	0,51		0,62	0,34
	0,81	0,50		0,59	0,34
	0,80	0,53		0,53	0,34
	0,78	0,51		0,53	0,34
	0,81	0,49		0,52	0,32
	0,79	0,49		0,48	0,32
	0,81	0,51		0,49	0,32
	0,74	0,48		0,45	0,30
	0,75	0,50		0,48	0,29
	0,76	0,48		0,45	0,29
	0,72	0,47		0,43	0,27
	0,74	0,43		0,45	0,25
	0,68	0,42		0,46	0,25
	0,71	0,47		0,42	0,26
	0,72	0,43		0,45	0,26
	0,77	0,42		0,48	0,25
	0,78	0,46		0,49	0,25
	0,75	0,45		0,47	0,24
	0,77	0,47		0,45	0,26
	0,73	0,47		0,45	0,23
	0,70	0,46		0,43	0,23
	0,73	0,46		0,45	0,22
	0,64	0,56		0,40	0,26
	0,65	0,45		0,40	0,25
	0,61	0,45		0,38	0,26
	0,64	0,44		0,37	0,23
	0,58	0,40		0,36	0,22
	0,58	0,39		0,35	0,24
	0,57	0,41		0,33	0,22
	0,56	0,42		0,32	0,23
	0,55	0,40		0,32	0,25
	0,62	0,41		0,32	0,29
	0,64	0,41		0,40	0,31
	0,65	0,36		0,40	0,35
	0,63	0,33		0,45	0,32

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,46	0,33		0,71	0,24
	0,42	0,33		0,72	0,23
	0,44	0,29		0,70	0,22
	0,45	0,33		0,69	0,22
	0,45	0,33		0,69	0,21
	0,41	0,36		0,67	0,23
	0,43	0,35		0,54	0,25
	0,40	0,35		0,49	0,28
	0,40	0,35		0,50	0,26
	0,49	0,38		0,46	0,24
	0,51	0,35		0,39	0,25
	0,50	0,35		0,35	0,23
	0,51	0,36		0,33	0,22
	0,49	0,34		0,31	0,24
	0,49	0,39		0,31	0,24
	0,48	0,38		0,30	0,29
	0,48	0,36		0,31	0,29
	0,46	0,39		0,32	0,33
	0,49	0,33		0,32	0,36
	0,48	0,30		0,28	0,38
	0,45	0,28		0,29	0,41
	0,41	0,29		0,27	0,43
	0,47	0,28		0,22	0,44
	0,53	0,27		0,22	0,39
	0,58	0,27		0,21	0,38
	0,51	0,30		0,42	0,34
	0,54	0,34		0,26	0,36
	0,67	0,38		0,39	0,34
	0,63	0,40		0,83	0,32
	0,58	0,41		0,92	0,29
	0,67	0,41		1,04	0,27
	0,74	0,39		1,01	0,27
	0,64	0,38		1,07	0,38
	0,72	0,32		0,98	0,37
	0,76	0,36		1,04	0,36
	0,77	0,32		1,12	0,35
	0,71	0,29		1,01	0,38
	0,71	0,27		0,91	0,33
	0,69	0,27		1,01	0,35
	0,66	0,25		0,91	0,33
	0,66	0,25		0,79	0,35

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,91	0,31		0,37	0,44
	0,84	0,33		0,48	0,47
	0,92	0,32		0,47	0,48
	0,97	0,40		0,49	0,50
	0,91	0,35		0,44	0,50
	0,90	0,39		0,47	0,49
	0,99	0,43		0,45	0,52
	1,00	0,39		0,44	0,53
	0,93	0,37		0,44	0,49
	0,89	0,37		0,44	0,49
	0,93	0,38		0,40	0,51
	0,88	0,32		0,41	0,50
	0,73	0,33		0,45	0,50
	0,70	0,29		0,42	0,55
	0,64	0,30		0,44	0,52
	0,69	0,27		0,45	0,49
	0,61	0,27		0,41	0,51
	0,51	0,29		0,42	0,55
	0,52	0,29		0,42	0,70
	0,49	0,29		0,43	0,63
	0,45	0,30		0,43	0,59
	0,46	0,32		0,45	0,66
	0,43	0,29		0,40	0,74
	0,38	0,32		0,42	0,76
	0,35	0,31		0,44	0,77
	0,34	0,33		0,42	0,83
	0,32	0,34		0,45	0,84
	0,34	0,32		0,42	0,89
	0,32	0,36		0,43	0,95
	0,33	0,35		0,39	0,91
	0,32	0,37		0,44	1,05
	0,33	0,35		0,42	1,00
	0,34	0,36		0,44	1,10
	0,30	0,36		0,47	1,09
	0,32	0,36		0,50	1,05
	0,32	0,34		0,45	1,12
	0,34	0,34		0,46	1,16
	0,35	0,35		0,57	1,14
	0,35	0,38		0,54	1,19
	0,40	0,40		0,75	1,26
	0,34	0,43		0,58	1,21

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,68	1,21		1,89	1,14
	1,01	1,32		1,89	1,19
	1,12	1,33		1,83	1,21
	1,20	1,35		1,94	1,13
	1,14	1,39		1,83	1,19
	1,14	1,32		1,90	1,17
	1,11	1,50		1,90	1,26
	1,32	1,52		1,90	1,13
	1,34	1,74		1,82	1,25
	1,33	1,55		1,74	1,22
	1,45	1,48		1,76	1,14
	1,73	1,40		1,82	1,26
	1,42	1,49		1,75	1,14
	1,71	1,52		1,83	1,14
	1,98	1,32		1,54	1,30
	1,86	1,48		1,78	1,32
	1,93	1,43		1,55	1,21
	1,80	1,36		1,62	1,26
	2,04	1,61		1,55	1,15
	2,10	1,58		1,61	1,25
	2,18	1,59		1,68	1,21
	2,04	1,61		1,69	1,17
	2,33	1,43		1,77	1,22
	1,99	1,38		1,78	1,26
	2,27	1,34		1,69	1,20
	2,10	1,42		1,76	1,20
	2,18	1,44		1,92	1,17
	2,16	1,13		1,89	1,18
	2,09	1,16		1,75	1,27
	2,17	1,19		1,82	1,25
	2,06	1,36		1,74	1,36
	2,13	1,35		1,85	1,40
	2,21	1,27		1,74	1,44
	2,15	1,44		1,68	1,44
	2,04	1,26		1,65	1,60
	2,13	1,19		1,50	1,55
	2,01	1,26		1,50	1,48
	2,03	1,25		1,48	1,55
	2,12	1,31		1,50	1,48
	1,93	1,22		1,44	1,59
	1,90	1,17		1,33	1,50

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,35	1,42		1,92	2,48
	1,32	1,37		1,87	2,41
	1,33	1,42		1,88	2,35
	1,18	1,33		1,86	2,41
	1,12	1,38		1,77	2,55
	1,05	1,38		1,97	2,55
	1,20	1,34		2,04	2,40
	1,03	1,29		1,95	2,42
	1,19	1,28		2,02	2,34
	1,17	1,32		1,94	1,87
	1,16	1,28		2,22	1,76
	1,15	1,29		2,06	2,63
	1,18	1,26		2,14	2,71
	1,18	1,22		1,99	2,64
	1,14	1,25		2,21	2,62
	1,31	1,20		1,96	2,70
	1,37	1,16		2,20	2,73
	1,39	1,33		2,19	2,91
	1,40	1,27		2,08	2,57
	1,43	1,33		2,17	2,69
	1,37	1,47		2,34	2,56
	1,55	1,38		2,11	2,64
	1,66	1,40		2,35	2,49
	1,54	1,43		2,42	2,84
	1,62	1,42		2,62	2,32
	1,54	1,31		2,71	2,30
	1,58	1,28		2,58	2,00
	1,51	1,45		2,74	2,00
	1,62	1,57		2,56	1,89
	1,43	1,47		2,64	2,74
	1,47	1,50		2,56	2,83
	1,38	1,75		2,55	2,69
	1,43	2,13		2,42	2,63
	1,53	2,14		2,51	2,64
	1,46	2,30		2,39	2,66
	1,45	2,18		2,57	2,76
	1,70	2,33		2,49	2,54
	1,80	2,37		2,69	2,49
	1,69	2,67		2,47	2,66
	1,73	2,52		2,70	2,48
	1,86	2,53		2,49	2,53

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,54	2,38		1,52	2,86
	2,57	2,55		2,00	2,69
	2,44	2,20		2,22	2,72
	2,48	2,32		2,32	2,75
	2,33	2,56		2,25	2,97
	2,48	2,18		2,27	3,13
	2,24	2,19		2,21	3,04
	2,37	1,94		2,17	2,98
	2,29	1,84		2,12	3,09
	2,40	1,97		2,18	2,99
	2,31	1,83		2,18	2,88
	2,13	1,84		2,19	3,14
	2,33	1,73		2,15	2,83
	2,26	1,67		2,09	3,09
	2,14	1,87		2,14	2,81
	2,13	1,78		2,07	2,50
	1,98	1,86		2,19	3,13
	2,15	1,80		2,05	2,97
	1,80	1,61		2,22	3,29
	1,77	1,80		1,92	3,05
	1,86	1,54		1,86	3,00
	1,71	1,50		1,90	2,97
	1,89	1,67		1,96	2,73
	1,66	1,48		1,89	2,95
	1,54	1,66		1,91	2,72
	1,65	1,72		1,75	2,70
	1,42	1,53		1,88	2,50
	1,57	1,57		1,80	2,45
	1,39	1,54		1,78	2,38
	1,51	2,02		1,73	2,31
	1,48	1,69		1,92	1,93
	1,34	1,90		1,71	1,99
	1,35	2,03		1,91	1,87
	1,32	2,22		1,85	2,10
	1,35	2,27		1,95	2,21
	1,31	2,58		1,92	2,48
	1,35	2,87		2,03	2,55
	1,39	2,99		2,09	2,84
	1,41	2,84		2,21	3,00
	1,51	2,90		2,40	2,93
	1,41	2,89		2,24	3,09

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,38	3,03		1,44	0,79
	2,41	3,28		1,31	0,79
	2,37	3,05		1,29	0,68
	2,27	3,04		1,21	0,66
	2,45	3,11		1,13	0,62
	2,49	3,60		1,12	0,62
	2,42	3,60		1,17	0,65
	2,62	3,55		1,08	0,61
	2,51	3,30		0,96	0,61
	2,53	3,84		0,94	0,64
	2,59	3,61		0,95	0,65
	2,65	3,21		0,87	0,65
	2,89	3,07		0,84	0,67
	2,93	2,66		0,92	0,68
	2,60	2,60		0,87	0,65
	2,24	2,44		0,92	0,61
	2,32	2,32		0,95	0,63
	2,63	2,05		0,96	0,63
	2,67	1,82		0,96	0,63
	2,72	1,76		0,94	0,66
	2,85	1,64		1,00	0,70
	2,73	1,63		1,02	0,72
	2,57	1,52		1,05	0,80
	3,02	1,49		1,06	0,89
	2,89	1,43		1,13	0,94
	2,85	1,32		1,09	0,90
	2,59	1,40		1,09	0,95
	2,69	1,40		1,06	0,96
	2,65	1,34		1,04	1,05
	2,54	1,22		1,06	1,12
	2,43	1,24		1,05	1,15
	2,24	1,09		1,03	1,13
	2,21	1,09		1,03	1,14
	2,12	1,11		1,00	1,07
	2,08	1,09		0,96	0,98
	1,80	0,98		0,91	0,93
	1,88	0,97		0,85	0,93
	1,83	0,95		0,85	0,94
	1,58	0,87		0,81	0,93
	1,52	0,89		0,79	0,91
	1,45	0,79		0,79	0,91

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,81	0,93		1,08	1,22
	0,85	0,88		1,18	1,26
	0,82	0,85		1,13	1,18
	0,85	0,83		1,20	1,21
	0,85	0,79		1,19	1,33
	0,76	0,77		1,29	1,40
	0,81	0,71		1,26	1,45
	0,78	0,70		1,37	1,60
	0,73	0,70		1,39	1,82
	0,69	0,70		1,47	2,09
	0,67	0,76		2,17	2,16
	0,65	0,82		1,56	2,32
	0,61	0,75		1,56	2,30
	0,63	0,74		1,56	2,36
	0,62	0,80		1,50	2,12
	0,59	0,78		1,53	2,15
	0,58	0,79		1,52	2,04
	0,56	0,76		1,48	1,99
	0,62	0,75		1,49	1,98
	0,66	0,76		1,59	1,78
	0,73	0,74		1,58	1,65
	0,71	0,74		1,56	1,76
	0,72	0,71		1,59	1,67
	0,71	0,67		1,73	1,46
	0,71	0,66		1,93	1,92
	0,69	0,61		1,99	2,41
	0,66	0,60		1,83	2,56
	0,68	0,60		1,95	2,84
	0,70	0,56		1,76	2,96
	0,74	0,54		1,86	2,89
	0,75	0,57		1,75	2,93
	0,82	0,60		1,80	2,94
	0,73	0,62		1,67	3,09
	0,75	0,63		1,67	3,12
	0,74	0,66		1,73	3,33
	0,79	0,71		1,83	3,31
	0,80	0,78		1,73	3,39
	0,81	0,80		1,86	3,80
	0,83	0,95		1,82	3,51
	0,94	1,01		2,09	3,63
	0,95	1,13		1,97	3,71

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,23	3,29		3,55	2,58
	2,32	3,89		4,03	2,68
	2,22	3,89		3,93	3,10
	2,25	3,48		3,74	2,98
	2,22	3,47		3,65	3,08
	2,15	3,19		3,87	3,08
	2,34	3,28		3,50	3,05
	2,10	3,17		3,69	3,14
	2,02	3,04		3,95	2,79
	2,15	2,90		3,86	2,72
	2,22	2,80		3,86	2,80
	2,16	2,80		3,72	3,00
	2,03	2,54		3,78	3,24
	2,14	2,39		3,88	3,10
	2,02	2,34		3,69	3,28
	1,93	2,21		3,80	3,10
	2,00	2,33		3,83	3,02
	1,74	2,04		4,00	3,09
	1,72	1,78		3,68	3,32
	1,77	1,62		3,90	3,13
	1,70	1,61		3,95	2,81
	1,82	1,55		4,01	2,79
	1,99	1,54		3,85	2,93
	1,94	1,44		4,12	2,99
	2,04	1,48		3,76	2,93
	2,21	1,46		3,75	2,66
	2,13	1,50		3,49	2,85
	2,30	1,45		3,64	2,89
	2,40	1,41		3,77	2,41
	2,29	1,34		4,15	2,65
	2,21	1,40		3,57	2,63
	2,30	1,49		3,53	2,53
	2,51	1,63		3,58	2,43
	2,89	2,07		3,81	2,18
	3,21	2,50		3,77	2,41
	3,05	2,64		3,79	2,54
	3,09	2,88		3,52	2,37
	3,25	2,97		3,84	2,20
	3,31	2,83		3,77	2,05
	3,49	2,81		3,52	2,11
	3,52	2,53		3,35	2,02

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,36	1,91		1,34	1,76
	3,25	2,01		1,39	1,75
	3,25	1,86		1,29	1,47
	3,18	1,86		1,49	1,50
	3,28	1,90		1,57	1,46
	3,00	1,86		1,66	1,46
	3,19	1,75		1,73	1,46
	2,86	1,80		1,82	1,34
	2,84	1,92		1,77	1,29
	2,79	1,80		1,86	1,25
	2,76	1,64		1,96	1,23
	2,68	1,69		1,99	1,20
	2,55	1,61		1,92	1,12
	2,36	1,62		2,00	0,98
	2,31	1,61		1,79	0,95
	2,30	1,56		1,93	0,95
	2,11	1,51		1,73	0,91
	2,14	1,40		1,70	0,92
	2,39	1,40		1,62	0,81
	2,19	1,48		1,61	0,78
	2,38	1,50		1,69	0,82
	2,10	1,38		1,74	0,74
	2,27	1,40		1,57	0,69
	2,14	1,36		1,46	0,66
	1,95	1,19		1,44	0,64
	1,92	1,20		1,49	0,62
	1,71	0,00		1,30	0,60
	1,70	1,31		1,18	0,59
	1,62	1,26		1,15	0,61
	1,64	1,30		1,16	0,58
	1,69	1,26		1,28	0,58
	1,63	1,30		1,14	0,61
	1,66	1,24		0,92	0,64
	1,57	1,33		1,03	0,63
	1,61	1,37		1,14	0,65
	1,54	1,36		1,05	0,66
	1,56	1,34		1,04	0,68
	1,50	1,43		0,89	0,65
	1,45	1,51		0,85	0,66
	1,45	1,49		0,79	0,63
	1,34	1,58		0,90	0,67

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,96	0,64		1,02	0,46
	1,07	0,67		1,01	0,43
	1,04	0,65		0,95	0,43
	1,21	0,62		1,02	0,44
	1,21	0,62		1,12	0,44
	1,34	0,67		1,18	0,44
	1,28	0,70		1,22	0,43
	1,22	0,68		1,10	0,40
	1,31	0,67		1,10	0,41
	1,25	0,70		1,07	0,41
	1,12	0,69		1,01	0,39
	1,26	0,64		0,97	0,43
	1,12	0,63		0,97	0,43
	1,07	0,60		0,94	0,32
	1,03	0,58		0,95	0,34
	0,97	0,58		0,97	0,33
	1,02	0,56		0,94	0,33
	1,06	0,58		0,89	0,29
	1,06	0,62		0,83	0,30
	1,00	0,69		0,85	0,30
	0,98	0,64		0,79	0,35
	1,00	0,68		0,71	0,39
	0,93	0,68		0,66	0,43
	0,98	0,66		0,64	0,38
	0,91	0,69		0,60	0,41
	0,87	0,72		0,61	0,42
	0,94	0,75		0,67	0,40
	0,96	0,70		0,71	0,40
	0,94	0,71		0,71	0,41
	0,89	0,74		0,71	0,41
	0,92	0,72		0,68	0,40
	0,91	0,74		0,66	0,39
	0,89	0,72		0,65	0,38
	0,88	0,73		0,65	0,37
	0,86	0,73		0,67	0,38
	0,91	0,66		0,65	0,47
	0,98	0,68		0,63	0,46
	0,97	0,60		0,61	0,61
	1,07	0,56		0,60	0,62
	1,07	0,56		0,61	0,59
	1,06	0,52		0,63	0,56

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,64	0,59		0,56	0,52
	0,67	0,58		0,59	0,56
	0,95	0,61		0,63	0,47
	0,90	0,66		0,72	0,45
	0,91	0,61		0,80	0,46
	1,02	0,64		0,81	0,44
	1,04	0,62		0,77	0,43
	1,05	0,60		0,76	0,39
	1,00	0,60		0,81	0,33
	0,91	0,60		0,84	0,32
	0,86	0,57		0,86	0,31
	0,83	0,60		0,83	0,31
	0,73	0,58		0,85	0,34
	0,75	0,60		0,75	0,39
	0,73	0,68		0,82	0,39
	0,67	0,61		0,79	0,39
	0,68	0,64		0,82	0,35
	0,66	0,62		0,82	0,35
	0,70	0,58		0,83	0,38
	0,71	0,49		0,78	0,42
	0,71	0,51		0,75	0,48
	0,71	0,55		0,73	0,47
	0,69	0,53		0,72	0,54
	0,72	0,55		0,67	0,65
	0,73	0,53		0,68	0,66
	0,76	0,51		0,70	0,64
	0,80	0,50		0,71	0,65
	0,80	0,53		0,66	0,67
	0,88	0,52		0,67	0,67
	0,92	0,51		0,65	0,64
	0,92	0,52		0,66	0,65
	0,75	0,53		0,68	0,74
	0,76	0,60		0,67	0,82
	0,71	0,61		0,69	0,85
	0,66	0,58		0,71	0,79
	0,67	0,64		0,74	0,78
	0,63	0,60		0,74	0,74
	0,61	0,62		0,75	0,75
	0,58	0,60		0,72	0,71
	0,60	0,57		0,74	0,73
	0,54	0,56		0,69	0,70

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,65	0,72		1,18	1,29
	0,61	0,69		1,27	1,30
	0,65	0,67		1,30	1,27
	0,63	0,66		1,31	1,29
	0,68	0,64		1,25	1,27
	0,71	0,65		1,23	1,28
	0,68	0,61		1,16	1,32
	0,67	0,60		1,12	1,36
	0,64	0,57		1,16	1,46
	0,69	0,53		1,14	1,43
	0,63	0,55		1,10	1,45
	0,67	0,57		1,15	1,62
	0,73	0,59		1,18	1,61
	0,87	0,58		1,14	1,60
	0,58	0,57		1,24	1,62
	1,12	0,55		1,33	1,49
	1,22	0,57		1,29	1,68
	1,21	0,61		1,38	1,64
	1,23	0,62		1,36	1,64
	1,27	0,64		1,47	1,75
	1,31	0,59		1,45	1,45
	1,29	0,60		1,79	1,78
	1,29	0,59		1,67	1,86
	1,29	0,62		1,68	1,76
	1,21	0,62		1,81	1,82,
	1,32	0,63		1,92	1,81
	1,32	0,62		2,05	1,69
	1,28	0,66		2,07	1,80
	1,29	0,67		2,15	2,16
	1,26	0,70		1,99	2,51
	1,34	0,74		2,10	2,20
	1,48	0,76		2,25	1,96
	1,38	0,83		2,40	1,83
	1,41	0,81		2,42	1,78
	1,46	0,85		2,71	1,73
	1,36	0,89		2,73	1,67
	1,38	1,04		2,80	1,73
	1,29	1,09		2,86	1,61
	1,17	1,19		2,67	1,66
	1,22	1,18		2,85	1,65
	1,23	1,27		2,68	1,54

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,61	1,63		2,59	1,02
	2,82	1,45		2,47	0,97
	2,76	1,49		2,47	0,90
	2,70	1,52		2,49	0,85
	2,39	1,56		2,30	0,88
	2,45	1,51		2,12	0,87
	2,50	1,51		1,99	0,85
	2,46	1,66		1,88	0,88
	2,56	1,70		1,83	0,76
	2,17	1,72		1,78	0,83
	2,48	1,72		1,81	0,83
	2,33	1,85		1,79	0,80
	2,19	1,95		1,80	0,77
	2,33	1,83		1,81	0,71
	2,38	1,65		2,29	0,79
	2,13	1,46		2,17	0,76
	2,18	1,53		2,02	0,80
	2,12	1,40		1,85	0,79
	2,13	1,34		1,78	0,73
	1,95	1,40		1,75	0,74
	1,94	1,32		1,62	0,76
	1,91	1,33		1,70	0,78
	2,02	1,24		1,75	0,86
	2,11	1,23		1,82	0,85
	2,17	1,17		1,90	0,84
	1,86	1,12		1,89	0,86
	1,80	1,06		2,19	0,86
	1,62	0,92		1,90	0,94
	1,59	0,89		1,87	1,09
	1,53	0,80		1,91	1,10
	1,51	0,87		2,06	1,21
	1,37	0,84		2,12	1,06
	1,50	0,81		2,14	1,18
	1,75	0,72		2,12	0,98
	1,95	0,80		2,17	0,94
	2,25	0,74		2,17	0,97
	2,51	0,79		2,19	0,93
	2,74	0,88		2,16	0,81
	2,76	0,89		1,77	0,77
	2,67	0,90		1,54	0,78
	2,54	0,95		1,51	0,75

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,51	0,76		0,91	0,25
	1,53	0,79		0,95	0,27
	1,34	0,80		0,89	0,24
	1,38	0,75		0,79	0,24
	1,39	0,74		0,76	0,25
	1,48	0,74		0,78	0,29
	1,36	0,70		0,74	0,23
	1,46	0,80		0,70	0,27
	1,28	0,77		0,70	0,38
	1,32	0,74		0,69	0,40
	1,27	0,70		0,61	0,47
	1,35	0,69		0,59	0,52
	1,28	0,68		0,60	0,45
	1,35	0,68		0,57	0,50
	1,26	0,69		0,59	0,64
	1,27	0,71		0,57	0,69
	1,33	0,70		0,55	0,67
	1,32	0,70		0,58	0,67
	1,31	0,68		0,58	0,65
	1,32	0,61		0,62	0,64
	1,27	0,62		0,57	0,81
	1,22	0,61		0,60	0,90
	1,27	0,62		0,59	0,96
	1,19	0,56		0,60	0,97
	1,21	0,57		0,59	1,07
	1,17	0,52		0,59	0,91
	1,21	0,49		0,57	1,06
	1,04	0,43		0,63	1,23
	1,10	0,39		0,65	1,22
	1,12	0,41		0,67	1,23
	1,10	0,36		0,77	1,29
	1,10	0,31		0,64	1,15
	1,08	0,30		0,75	1,26
	1,02	0,33		0,75	1,33
	0,97	0,36		0,70	1,27
	1,02	0,30		0,69	1,14
	0,96	0,35		0,70	1,12
	1,02	0,33		0,68	1,17
	0,93	0,30		0,69	1,01
	0,91	0,31		0,72	1,08
	0,91	0,28		0,69	1,18

Capo Linaro	GSM	Registrazione	Capo Linaro	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,73	1,22		2,54	1,41
	0,80	1,16		2,55	1,47
	0,73	1,22		2,29	1,27
	0,79	1,19		2,59	1,48
	0,92	1,18		2,31	1,25
	0,89	1,18		2,06	1,66
	0,91	1,18		2,21	1,65
	0,86	1,18		2,06	1,55
	0,85	1,14		1,92	1,53
	0,85	1,18		2,08	1,53
	0,76	1,09		1,89	1,51
	0,77	1,08		2,09	1,46
	0,74	1,03		2,47	1,39
	0,75	0,99		2,33	1,49
	0,79	1,00		2,15	1,38
	1,04	1,14		2,35	1,18
	1,03	1,28		2,27	1,18
	1,09	1,16		2,27	1,17
	1,61	1,02		2,20	1,14
	1,73	1,13		2,09	1,14
	1,63	1,01		2,17	1,12
	1,72	0,94		2,03	1,10
	1,98	0,92		2,01	0,92
	2,41	0,94		2,02	0,87
	2,32	1,05		1,91	0,90
	2,41	0,93		1,99	0,84
	2,34	1,02		1,83	0,90
	2,41	1,68		1,71	0,82
	2,98	1,71		1,83	0,78
	2,57	1,68		1,73	0,85
	3,12	2,07		1,67	0,76
	2,94	1,95		1,58	0,84
	3,12	2,04		1,67	0,75
	2,92	1,94		1,53	0,64
	2,92	2,18		1,33	0,62
	3,02	2,06		1,25	0,59
	2,61	2,01		1,22	0,53
	2,75	2,11		1,18	0,51
	2,56	2,00		1,13	0,51
	2,67	1,50		1,17	0,50
	2,64	1,47		1,12	0,57

## ALLEGATO B\_2

Prova: Ortona (O) → Ancona (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 1900 ore di registrazione.

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,87	2,67		1,42	1,50
	1,99	2,51		0,75	2,05
	2,09	2,59		0,49	2,26
	0,92	2,55		1,77	2,30
	2,04	2,55		1,82	2,30
	2,03	2,40		1,63	2,13
	1,18	2,27		1,76	2,09
	2,13	2,11		1,70	2,08
	2,16	2,05		0,96	2,04
	2,16	2,02		1,63	1,91
	2,09	2,26		1,52	2,10
	1,93	2,10		1,68	2,61
	1,89	2,02		0,96	2,67
	1,62	1,92		1,93	2,60
	1,61	1,83		2,15	2,68
	1,57	1,84		1,34	2,67
	1,62	1,90		1,77	2,70
	1,62	1,85		1,62	2,65
	1,56	1,93		0,64	2,97
	1,83	1,86		1,01	2,64
	1,76	1,53		1,66	2,89
	1,62	1,50		1,25	2,67
	0,97	1,54		0,54	2,71
	1,59	1,51		1,00	2,70
	1,53	1,42		1,05	2,59
	0,46	1,35		1,06	2,58
	1,58	1,32		1,26	2,55
	1,52	1,30		1,73	2,56
	1,69	1,29		0,97	2,20
	1,40	1,30		1,61	2,18
	1,78	1,31		1,67	2,22
	0,89	1,33		0,96	2,02
	1,40	1,28		0,52	2,06
	1,33	1,20		1,14	2,06
	0,82	1,26		1,09	2,00
	0,86	1,29		1,58	1,87
	0,73	1,09		1,10	1,60

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,63	1,44		0,33	0,50
	0,73	1,37		0,51	0,52
	0,65	1,25		0,60	0,59
	0,99	1,15		0,28	0,57
	1,12	1,07		0,59	0,64
	0,52	1,09		0,60	0,78
	0,97	0,97		0,16	0,93
	0,42	0,95		0,51	1,00
	0,36	1,02		0,54	1,03
	0,38	1,00		0,89	1,06
	0,35	1,04		0,58	1,07
	0,37	0,98		0,51	1,10
	0,35	0,96		0,54	0,96
	0,58	0,92		0,41	0,92
	1,26	0,93		0,54	1,00
	0,61	0,80		0,57	1,09
	0,19	0,81		0,64	1,02
	0,19	0,82		0,72	0,96
	0,29	0,82		1,06	0,94
	0,30	0,81		0,94	0,94
	0,29	0,74		1,62	0,90
	0,26	0,67		0,87	0,95
	0,31	0,69		0,30	0,94
	0,56	0,72		1,13	0,96
	0,51	0,70		0,87	1,20
	0,17	0,66		0,89	1,18
	0,56	0,74		0,73	1,06
	0,53	0,66		0,79	1,09
	0,51	0,60		0,43	1,10
	0,50	0,62		0,14	0,70
	0,33	0,61		0,44	0,65
	0,91	0,60		0,38	0,70
	0,53	0,58		0,97	0,64
	0,44	0,59		0,77	0,66
	0,46	0,60		0,28	0,70
	0,45	0,60		0,39	0,64
	0,21	0,55		0,22	0,71
	0,42	0,50		0,16	0,75
	0,45	0,45		0,50	0,77
	0,29	0,46		0,53	0,73
	0,29	0,47		1,03	1,00
	0,40	0,43		0,19	1,14

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,74	1,77		1,83	2,90
	1,12	1,73		1,89	2,96
	0,34	2,06		1,89	3,00
	1,10	2,27		0,55	3,00
	0,96	2,45		1,72	3,20
	0,29	2,40		1,34	3,20
	0,88	2,37		0,94	3,40
	1,60	3,00		1,76	3,30
	1,52	2,79		1,69	3,30
	1,67	2,83		2,16	3,10
	1,72	2,80		1,79	3,20
	1,63	2,85		1,75	3,40
	1,91	2,77		1,72	3,30
	1,16	3,00		1,82	2,93
	2,03	2,90		0,78	2,90
	2,08	2,85		1,91	3,00
	1,87	3,10		2,33	2,99
	1,77	3,00		0,98	3,40
	1,83	3,00		1,90	3,20
	1,98	3,30		2,14	3,00
	1,93	3,20		1,93	3,30
	2,06	3,30		2,25	3,20
	1,89	3,30		1,82	3,30
	1,99	3,20		1,02	3,20
	2,11	3,10		1,82	3,20
	2,01	3,10		1,15	2,82
	2,28	3,30		0,81	3,10
	2,06	3,20		1,81	3,20
	2,07	3,00		1,72	3,10
	1,78	3,10		0,92	2,93
	0,94	2,98		1,76	2,72
	1,79	2,92		1,70	2,72
	1,93	3,10		1,81	2,70
	1,76	3,00		1,87	2,80
	1,07	2,93		1,23	3,00
	1,80	3,10		2,24	3,00
	1,04	2,91		1,27	2,87
	1,16	3,10		1,39	2,89
	1,72	2,80		2,38	3,10
	2,42	2,74		1,13	3,10
	0,84	3,00		2,10	3,10
	1,84	2,79		2,13	3,00

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,12	3,20		0,77	1,07
	2,08	3,00		0,70	1,05
	2,16	2,90		0,73	0,99
	1,64	2,88		0,72	0,93
	1,86	2,75		0,99	0,82
	2,05	2,79		0,60	0,85
	1,97	2,84		0,58	0,85
	1,97	2,72		0,51	0,80
	2,03	2,80		0,59	0,81
	2,74	2,66		0,58	0,85
	2,21	2,74		0,57	0,83
	2,15	2,44		0,54	0,82
	2,03	2,30		0,81	0,80
	1,26	2,19		0,37	0,79
	2,02	2,28		0,52	0,80
	1,26	2,34		0,23	0,73
	1,83	2,21		0,49	0,74
	0,98	2,19		0,29	0,67
	0,92	1,97		0,17	0,70
	1,71	2,07		0,48	0,65
	1,73	2,05		0,46	0,63
	1,72	2,00		0,85	0,60
	1,76	1,93		0,42	0,56
	1,67	1,72		0,78	0,54
	1,81	1,69		0,26	0,52
	1,28	1,70		0,24	0,52
	1,79	1,60		0,81	0,52
	0,75	1,58		0,24	0,57
	0,84	1,54		0,22	0,50
	0,76	1,66		0,27	0,48
	0,92	1,48		0,39	0,42
	0,91	1,60		0,23	0,43
	1,40	1,54		0,38	0,37
	0,81	1,54		0,24	0,40
	1,25	1,55		0,49	0,38
	0,63	1,54		0,39	0,37
	1,14	1,37		0,39	0,36
	1,12	1,30		0,38	0,39
	0,68	1,32		0,39	0,36
	0,96	1,28		0,41	0,40
	2,02	1,28		0,58	0,39
	0,92	1,16		0,32	0,39

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,22	0,43		0,66	0,66
	0,25	0,46		0,64	0,65
	0,48	0,46		0,70	0,61
	0,14	0,50		0,74	0,57
	0,29	0,50		0,71	0,50
	0,42	0,50		0,63	0,50
	0,27	0,55		0,62	0,46
	0,25	0,53		0,62	0,43
	0,26	0,64		0,31	0,40
	0,18	0,65		0,55	0,39
	0,45	0,66		0,40	0,38
	0,30	0,60		0,59	0,36
	0,29	0,63		0,56	0,39
	0,28	0,59		0,23	0,30
	0,27	0,64		0,51	0,37
	0,30	0,80		0,51	0,36
	0,30	0,76		0,49	0,45
	0,26	0,79		0,16	0,48
	0,36	0,74		0,50	0,43
	0,33	0,84		0,51	0,40
	0,38	0,91		0,14	0,31
	0,18	0,90		0,43	0,31
	0,20	0,93		0,43	0,27
	0,28	0,91		0,26	0,38
	0,21	1,00		0,17	0,41
	0,34	0,96		0,26	0,46
	0,36	0,95		0,31	0,53
	0,41	1,00		0,48	0,63
	0,39	0,97		0,17	0,80
	0,24	0,90		0,91	0,77
	0,85	0,83		0,33	0,72
	0,30	0,84		0,65	0,87
	0,23	0,87		0,63	0,96
	0,53	0,82		0,46	0,77
	0,44	0,85		0,65	0,74
	0,41	0,95		1,55	0,73
	0,90	0,93		0,42	0,80
	0,75	1,07		0,41	0,82
	0,81	1,10		0,70	0,81
	1,28	1,07		0,49	0,90
	0,82	1,19		0,74	0,88
	0,78	0,99		0,36	0,89

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,69	1,03		1,58	0,94
	1,12	1,13		0,33	0,84
	1,14	1,08		0,33	0,77
	1,12	1,00		0,42	0,72
	0,89	1,01		0,98	0,75
	1,05	1,14		1,86	0,68
	0,57	1,21		0,59	0,67
	1,29	1,27		0,30	0,63
	1,42	1,10		0,71	0,80
	1,10	1,15		0,32	0,79
	1,36	1,27		0,37	1,02
	0,55	1,24		0,44	1,11
	1,22	1,14		0,63	1,13
	0,37	1,08		0,71	1,10
	1,22	1,10		0,64	1,31
	0,39	1,15		0,56	1,43
	0,77	1,13		0,79	1,48
	1,44	1,18		0,28	1,35
	1,21	1,11		0,81	1,40
	0,45	1,12		0,42	1,30
	1,42	1,20		0,79	1,31
	0,68	1,32		0,79	1,15
	0,76	1,32		0,81	1,15
	1,19	1,37		0,83	1,13
	1,14	1,34		0,55	1,00
	1,32	1,30		0,89	0,98
	0,60	1,19		2,25	0,88
	1,34	1,17		0,63	0,95
	1,59	1,13		0,49	0,86
	1,86	1,04		1,02	0,88
	1,92	1,00		0,73	0,80
	1,02	1,00		0,55	0,77
	1,60	1,00		0,49	0,76
	1,50	1,02		0,49	0,72
	1,80	1,00		0,59	0,80
	1,36	1,09		1,01	0,70
	1,22	1,04		0,55	0,71
	1,44	0,99		0,88	0,68
	1,44	1,00		0,60	0,68
	0,40	0,93		0,86	0,70
	0,97	1,04		0,91	0,80
	1,44	0,97		0,76	0,88
	1,25	0,92		0,43	1,11

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,48	1,44		1,34	2,18
	0,45	1,52		0,70	2,20
	0,63	1,74		0,40	2,20
	1,07	1,80		0,76	2,17
	1,46	1,79		0,67	2,06
	1,42	1,49		1,18	2,04
	0,51	1,27		1,08	1,86
	0,49	1,28		1,01	1,80
	1,53	1,21		0,73	1,83
	0,71	1,50		1,04	1,78
	1,26	1,43		0,70	1,66
	0,90	1,69		0,63	1,79
	0,97	1,75		0,50	1,81
	0,91	1,79		0,55	1,80
	0,97	1,85		0,27	1,66
	1,62	1,80		0,29	1,66
	1,37	2,01		0,88	1,61
	1,53	1,90		0,40	1,78
	1,28	2,12		0,86	1,73
	0,83	2,11		0,91	1,90
	1,45	2,42		0,95	1,84
	1,17	2,42		0,79	2,02
	0,46	2,35		0,91	2,14
	0,69	2,48		1,55	2,12
	1,10	2,37		0,71	2,10
	1,64	2,48		0,68	2,10
	1,82	2,30		0,71	2,24
	1,98	2,45		0,63	2,07
	1,72	2,48		0,73	2,01
	1,63	2,40		0,50	2,00
	1,64	2,70		0,77	1,99
	1,46	3,20		0,74	1,87
	1,42	3,10		0,24	1,84
	1,41	3,00		1,49	1,82
	1,33	3,30		0,71	1,70
	0,69	3,30		0,53	1,70
	1,47	3,30		0,77	1,65
	0,64	2,90		0,94	1,59
	1,42	2,91		0,63	1,40
	0,96	2,68		1,13	1,47
	0,89	2,62		0,80	1,50
	0,84	2,44		0,47	1,49

Ancona	GSM	Registrazione	Ancona	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,75	1,53		1,82	2,40
	0,54	1,50		0,57	2,29
	0,34	1,47		1,13	2,41
	0,60	1,60		1,99	2,49
	1,04	1,53		0,97	2,40
	0,54	1,55		2,13	2,40
	1,03	1,59		2,03	2,40
	0,70	1,60		2,03	2,44
	0,86	1,79		0,90	2,35
	0,84	1,80		2,04	2,35
	1,22	1,70		1,32	2,24
	0,39	1,80		2,03	2,29
	0,85	1,79		2,13	2,30
	1,59	1,64		2,05	2,38
	2,35	1,64		1,96	2,24
	1,36	1,72		1,91	2,34
	0,93	1,60		1,72	2,32
	0,65	1,72		1,07	2,32
	0,72	1,61		1,70	2,33
	1,23	1,74		1,74	2,20
	1,31	1,73		1,76	2,25
	0,67	1,90		1,18	2,30
	1,13	1,98		1,68	2,55
	1,77	1,88		1,07	2,23
	1,24	1,92		1,55	2,18
	1,15	1,81		0,74	2,30
	0,80	1,86		1,65	2,33
	0,80	1,90		0,79	2,18
	0,76	1,95		0,78	2,31
	0,81	2,04		1,72	2,34
	1,21	2,14		1,11	2,20
	1,20	2,20		2,01	2,27
	1,15	2,18		0,59	2,22
	1,08	2,43		1,21	2,37
	1,06	2,43		2,00	2,03
	0,78	2,30		2,17	1,99
	0,99	2,38		1,18	1,96
	1,29	2,02		2,21	2,18
	0,43	2,31		1,12	1,99
	1,37	2,26		2,13	1,90
	1,54	2,47		2,14	2,06
	1,12	2,47		2,40	2,20
	1,74	2,64		2,26	2,29

## ALLEGATO B\_3

Prova: Capo Spartivento (O) → Roccella (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 3000 ore di registrazione.

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,63	0,46		1,31	1,47
	0,48	0,42		1,35	1,59
	0,39	0,43		1,16	1,34
	0,40	0,39		0,93	1,30
	0,45	0,35		0,97	1,26
	0,39	0,35		0,94	1,45
	0,34	0,37		0,99	1,37
	0,30	0,30		0,86	1,38
	0,28	0,30		0,82	1,22
	0,25	0,30		0,77	1,09
	0,26	0,25		0,61	0,64
	0,31	0,37		0,62	0,69
	0,34	0,40		0,63	0,79
	0,38	0,37		0,65	1,00
	0,32	0,39		0,94	0,89
	0,32	0,40		0,75	0,71
	0,30	0,30		0,69	0,62
	0,29	0,24		0,66	0,69
	0,26	0,29		0,68	0,55
	0,40	0,54		0,60	0,61
	0,52	0,76		0,99	0,90
	0,51	0,76		1,01	0,90
	0,49	0,67		0,84	1,22
	0,43	0,40		1,96	2,34
	0,41	0,35		3,24	3,15
	0,28	0,28		2,85	3,16
	0,27	0,33		2,98	2,70
	0,27	0,45		2,83	2,55
	0,20	0,47		2,60	1,68
	0,23	0,48		2,06	1,45
	0,27	0,38		1,50	1,17
	0,24	0,36		1,16	0,98
	0,31	0,39		0,90	0,85
	0,36	0,46		0,81	0,94
	0,41	0,53		0,78	0,81
	0,48	0,54		0,82	0,75
	0,63	0,59		0,74	0,62

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,47	0,53		1,73	1,66
	0,45	0,47		1,66	1,67
	0,46	0,42		1,91	1,76
	0,48	0,41		1,57	1,63
	0,45	0,46		1,50	1,30
	0,51	0,48		1,16	0,95
	0,45	0,39		1,00	0,71
	0,36	0,34		0,70	0,59
	0,33	0,39		0,55	0,59
	0,25	0,32		0,46	0,55
	0,25	0,25		0,55	0,54
	0,20	0,25		0,57	0,41
	0,19	0,23		0,68	0,37
	0,19	0,23		0,52	0,54
	0,23	0,22		0,39	0,48
	0,16	0,25		0,38	0,33
	0,22	0,24		0,44	1,19
	0,98	1,16		1,66	1,49
	0,86	1,12		1,71	1,24
	0,95	0,93		1,26	0,77
	0,88	0,80		0,94	0,60
	0,82	0,72		0,86	0,49
	0,77	0,88		0,69	0,85
	0,93	0,80		0,72	0,98
	0,94	0,81		0,57	0,68
	1,04	0,84		0,49	0,45
	1,14	0,99		0,56	0,47
	0,98	0,95		0,61	0,62
	1,07	0,88		0,55	0,48
	1,08	0,97		0,46	0,43
	1,17	1,18		0,45	0,41
	1,21	1,08		0,39	0,34
	1,21	1,14		0,38	0,30
	1,20	1,27		0,42	0,30
	1,19	1,42		0,58	0,47
	1,58	1,57		0,75	0,92
	1,53	1,60		0,87	0,99
	1,63	1,52		1,54	1,11
	2,01	1,90		1,83	1,43
	2,04	2,42		1,81	1,75
	1,81	2,48		1,65	1,66
	1,73	2,04		1,58	1,44

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,33	1,50		0,52	0,33
	1,34	1,60		0,48	0,38
	1,46	1,94		0,61	0,57
	1,93	1,87		0,93	0,97
	2,35	2,23		1,14	0,97
	2,52	2,66		1,16	0,94
	2,15	2,38		1,13	0,78
	1,94	1,83		1,18	0,91
	1,74	1,79		1,18	0,94
	1,40	1,39		1,38	1,29
	1,23	1,15		1,30	1,48
	1,12	1,21		1,93	1,71
	1,04	0,97		2,29	1,81
	0,99	0,81		2,65	2,18
	0,88	0,76		3,00	2,10
	0,89	0,78		2,79	2,56
	0,81	0,70		2,31	2,10
	0,66	0,52		2,03	1,82
	0,62	0,48		1,83	1,71
	0,51	0,44		1,62	1,59
	0,45	0,39		1,67	1,30
	0,40	0,33		1,34	0,97
	0,33	0,27		1,28	0,85
	0,29	0,37		1,05	0,78
	0,26	0,41		0,87	0,75
	0,62	0,31		0,70	0,65
	0,39	0,24		0,62	0,64
	0,23	0,30		0,54	0,53
	0,24	0,38		0,47	0,43
	0,28	0,39		0,51	0,40
	0,32	0,44		0,51	0,32
	0,28	0,42		0,35	0,26
	0,34	0,70		0,29	0,29
	0,43	0,88		0,26	0,25
	0,45	0,64		0,27	0,24
	0,50	0,65		0,33	0,28
	0,52	1,04		0,35	0,28
	0,73	0,87		0,51	0,62
	0,74	0,80		0,55	0,52
	0,65	0,72		0,49	0,42
	0,68	0,82		0,47	0,47
	0,62	0,54		0,49	0,47

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,82	0,67		0,50	0,33
	1,50	1,10		0,36	0,59
	1,55	1,42		0,61	0,99
	1,86	1,41		0,96	1,34
	1,59	1,46		1,17	1,18
	1,38	1,49		1,20	1,17
	1,47	1,45		0,93	1,10
	1,39	1,52		0,73	0,93
	1,29	1,41		0,62	0,71
	1,27	1,25		0,54	0,68
	1,26	1,26		0,53	0,57
	1,32	1,18		0,51	0,55
	1,16	1,10		0,42	0,53
	1,27	0,94		0,36	0,50
	1,32	1,01		0,33	0,50
	1,23	1,05		0,40	0,42
	1,10	0,93		0,36	0,44
	1,12	0,99		0,30	0,32
	1,13	0,94		0,30	0,30
	1,05	0,70		0,29	0,26
	0,76	0,71		0,30	0,39
	0,69	0,55		0,25	0,36
	0,57	0,51		0,30	0,35
	0,49	0,53		0,31	0,31
	0,47	0,48		0,32	0,25
	0,39	0,35		0,27	0,23
	0,44	0,33		0,21	0,23
	0,33	0,32		0,26	0,26
	0,32	0,31		0,24	0,24
	0,30	0,29		0,29	0,38
	0,32	0,35		0,28	0,37
	0,40	0,23		0,31	0,36
	0,33	0,29		0,40	0,39
	0,32	0,30		0,42	0,48
	0,32	0,24		0,33	0,56
	0,27	0,19		0,34	0,52
	0,21	0,16		0,38	0,57
	0,20	0,17		0,43	0,63
	0,27	0,18		0,43	0,56
	0,22	0,23		0,40	0,34
	0,19	0,21		0,36	0,35
	0,23	0,23		0,31	0,37

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,28	0,35		0,29	0,26
	0,26	0,49		0,32	0,25
	0,30	0,43		0,30	0,21
	0,34	0,38		0,33	0,26
	0,39	0,41		0,29	0,22
	0,46	0,42		0,24	0,22
	0,43	0,46		0,24	0,20
	0,28	0,48		0,23	0,18
	0,26	0,61		0,22	0,17
	0,46	0,45		0,22	0,17
	0,39	0,35		0,19	0,16
	0,35	0,36		0,19	0,15
	0,39	0,30		0,18	0,16
	0,23	0,26		0,23	0,15
	0,21	0,24		0,18	0,23
	0,20	0,38		0,18	0,16
	0,30	0,33		0,16	0,18
	0,30	0,29		0,20	0,15
	0,23	0,20		0,17	0,15
	0,15	0,19		0,13	0,14
	0,19	0,16		0,11	0,15
	0,21	0,17		0,18	0,12
	0,18	0,17		0,14	0,14
	0,16	0,38		0,15	0,16
	0,35	0,63		0,12	0,11
	0,56	0,49		0,16	0,12
	0,53	0,34		0,34	0,32
	0,44	0,29		0,36	0,25
	0,32	0,21		0,39	0,24
	0,27	0,23		0,36	0,29
	0,25	0,20		0,38	0,27
	0,29	0,29		0,38	0,29
	0,41	0,42		0,33	0,28
	0,36	0,33		0,29	0,23
	0,32	0,24		0,34	0,21
	0,24	0,18		0,34	0,23
	0,26	0,15		0,30	0,25
	0,18	0,13		0,26	0,24
	0,18	0,15		0,23	0,21
	0,19	0,17		0,20	0,16
	0,23	0,17		0,20	0,15
	0,30	0,17		0,21	0,14

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,19	0,13		0,64	0,52
	0,18	0,30		0,82	0,59
	0,15	0,22		0,69	0,62
	0,16	0,23		0,72	0,56
	0,16	0,25		0,70	0,48
	0,22	0,22		0,65	0,47
	0,22	0,30		0,60	0,49
	0,26	0,45		0,56	0,48
	0,24	0,47		0,43	0,36
	0,23	0,33		0,38	0,32
	0,19	0,33		0,34	0,31
	0,24	0,24		0,32	0,25
	0,24	0,26		0,27	0,36
	0,33	0,19		0,31	0,33
	0,29	0,31		0,30	0,27
	0,28	0,41		0,23	0,21
	0,25	0,44		0,23	0,20
	0,39	0,41		0,22	0,26
	0,43	0,39		0,26	0,24
	0,47	0,28		0,20	0,23
	0,48	0,36		0,21	0,17
	0,44	0,19		0,19	0,16
	0,44	0,39		0,24	0,15
	0,64	0,41		0,19	0,16
	0,52	0,30		0,17	0,19
	0,46	0,47		0,15	0,14
	0,68	0,51		0,15	0,13
	0,51	0,31		0,13	0,11
	0,44	0,25		0,15	0,11
	0,27	0,37		0,23	0,19
	0,36	0,32		0,29	0,22
	0,47	0,39		0,40	0,25
	0,45	0,26		0,42	0,26
	0,44	0,37		0,51	0,29
	0,32	0,47		0,55	0,33
	0,36	0,44		0,62	0,49
	0,48	0,36		0,62	0,46
	0,43	0,37		0,57	0,50
	0,45	0,42		0,68	0,60
	0,50	0,47		0,77	0,68
	0,54	0,56		0,73	0,74
	0,89	0,69		0,78	0,75

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,78	0,79		0,13	0,14
	0,78	0,69		0,12	0,12
	0,79	0,65		0,11	0,14
	0,73	0,59		0,14	0,16
	0,77	0,75		0,14	0,14
	0,66	1,03		0,27	0,15
	0,88	0,91		0,16	0,18
	0,99	0,86		0,18	0,24
	0,89	0,78		0,14	0,23
	0,80	0,65		0,18	0,19
	0,65	0,62		0,18	0,16
	0,57	0,55		0,18	0,17
	0,59	0,47		0,16	0,17
	0,52	0,41		0,18	0,14
	0,43	0,40		0,21	0,15
	0,33	0,38		0,15	0,15
	0,35	0,32		0,11	0,17
	0,29	0,31		0,16	0,19
	0,27	0,26		0,13	0,14
	0,25	0,24		0,18	0,12
	0,19	0,19		0,16	0,19
	0,17	0,18		0,22	0,17
	0,16	0,16		0,14	0,26
	0,15	0,14		0,21	0,27
	0,16	0,15		0,15	0,19
	0,12	0,18		0,16	0,20
	0,12	0,14		0,14	0,20
	0,20	0,14		0,13	0,21
	0,16	0,14		0,15	0,20
	0,16	0,23		0,17	0,18
	0,13	0,17		0,15	0,18
	0,16	0,16		0,20	0,22
	0,16	0,19		0,12	0,21
	0,17	0,14		0,15	0,19
	0,16	0,13		0,21	0,17
	0,13	0,28		0,26	0,19
	0,16	0,17		0,19	0,23
	0,12	0,15		0,23	0,18
	0,19	0,12		0,18	0,12
	0,22	0,14		0,17	0,15
	0,18	0,18		0,17	0,19
	0,20	0,20		0,15	0,17

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,21	0,23		0,51	0,46
	0,15	0,23		0,35	0,29
	0,16	0,26		0,26	0,26
	0,20	0,26		0,32	0,23
	0,16	0,20		0,30	0,28
	0,18	0,20		0,33	0,30
	0,19	0,19		0,31	0,32
	0,21	0,20		0,27	0,38
	0,16	0,19		0,31	0,24
	0,21	0,29		0,24	0,19
	0,18	0,43		0,28	0,26
	0,19	0,31		0,23	0,24
	0,19	0,24		0,23	0,21
	0,21	0,18		0,20	0,16
	0,15	0,16		0,20	0,17
	0,14	0,15		0,24	0,29
	0,17	0,20		0,25	0,33
	0,21	0,22		0,21	0,32
	0,22	0,33		0,18	0,21
	0,14	0,38		0,20	0,16
	0,20	0,28		0,21	0,24
	0,15	0,21		0,21	0,17
	0,15	0,13		0,21	0,19
	0,15	0,14		0,24	0,19
	0,13	0,16		0,26	0,22
	0,16	0,32		0,32	0,24
	0,17	0,23		0,34	0,24
	0,32	0,38		0,26	0,21
	0,22	0,28		0,20	0,21
	0,25	0,23		0,21	0,17
	0,21	0,17		0,13	0,20
	0,25	0,28		0,12	0,16
	0,27	0,55		0,16	0,15
	0,36	0,49		0,18	0,09
	0,53	0,67		0,21	0,15
	0,54	0,48		0,15	0,20
	0,40	0,38		0,13	0,23
	0,28	0,34		0,19	0,22
	0,26	0,28		0,12	0,40
	0,20	0,34		0,13	0,39
	0,21	0,42		0,13	0,23
	0,27	0,46		0,15	0,25

<b>Roccella</b>	<b>GSM</b>	<b>Registrazione</b>	<b>Roccella</b>	<b>GSM</b>	<b>Registrazione</b>
	<b>Hs [m]</b>	<b>Hs [m]</b>		<b>Hs [m]</b>	<b>Hs [m]</b>
	0,28	0,29		0,23	0,29
	0,19	0,34		0,30	0,47
	0,14	0,42		0,34	0,43
	0,21	0,26		0,26	0,40
	0,19	0,18		0,24	0,25
	0,18	0,18		0,25	0,16
	0,18	0,31		0,20	0,16
	0,17	0,30		0,19	0,19
	0,16	0,29		0,21	0,17
	0,15	0,20		0,26	0,16
	0,41	0,15		0,28	0,31
	0,40	0,18		0,25	0,25
	0,24	0,26		0,25	0,25
	0,24	0,34		0,21	0,21
	0,28	0,33		0,26	0,18
	0,29	0,37		0,18	0,19
	0,25	0,53		0,17	0,18
	0,23	0,50		0,20	0,22
	0,24	0,54		0,27	0,20
	0,26	0,34		0,24	0,25
	0,41	0,43		0,24	0,33
	0,47	0,47		0,29	0,24
	0,12	0,43		0,32	0,26
	0,14	0,32		0,26	0,36
	0,13	0,21		0,25	0,38
	0,21	0,22		0,20	0,41
	0,21	0,28		0,31	0,33
	0,23	0,26		0,35	0,40
	0,29	0,26		0,44	0,40
	0,21	0,23		0,29	0,31
	0,17	0,22		0,27	0,20
	0,21	0,23		0,24	0,20
	0,17	0,31		0,27	0,32
	0,19	0,23		0,24	0,23
	0,19	0,35		0,28	0,30
	0,29	0,31		0,31	0,42
	0,51	0,39		0,32	0,26
	0,43	0,36		0,26	0,23
	0,42	0,32		0,21	0,16
	0,23	0,37		0,20	0,26
	0,36	0,29		0,24	0,31
	0,30	0,26		0,25	0,35

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,34	0,31		0,21	0,23
	0,47	0,32		0,15	0,18
	0,41	0,31		0,21	0,15
	0,68	0,59		0,23	0,14
	0,83	0,64		0,20	0,29
	0,69	0,50		0,41	0,35
	0,71	0,61		0,41	0,39
	0,75	0,52		0,40	0,42
	0,95	0,76		0,38	0,32
	1,54	1,22		0,29	0,17
	1,33	1,00		0,21	0,15
	1,22	0,86		0,23	0,20
	1,49	0,89		0,23	0,15
	1,22	1,17		0,27	0,15
	0,99	0,94		0,23	0,34
	1,04	0,77		0,41	0,39
	0,95	1,37		0,21	0,28
	1,52	1,10		0,20	0,21
	1,37	1,19		0,22	0,18
	1,63	0,98		0,20	0,16
	1,29	0,93		0,21	0,27
	1,25	0,99		0,22	0,14
	1,18	0,99		0,23	0,36
	1,18	0,91		0,21	0,48
	1,10	0,73		0,27	0,39
	0,94	0,54		0,19	0,19
	0,74	0,50		0,16	0,20
	0,25	0,19		0,16	0,21
	0,18	0,21		0,21	0,18
	0,19	0,17		0,17	0,17
	0,18	0,19		0,15	0,20
	0,15	0,29		0,18	0,16
	0,48	0,17		0,20	0,15
	0,34	0,19		0,21	0,14
	0,19	0,19		0,13	0,21
	0,22	0,18		0,15	0,18
	0,17	0,19		0,20	0,20
	0,15	0,23		0,19	0,16
	0,21	0,16		0,19	0,16
	0,24	0,18		0,26	0,18
	0,17	0,15		0,25	0,20
	0,28	0,15		0,19	0,31

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,23	0,22		1,06	1,12
	0,29	0,20		1,06	0,90
	0,23	0,23		0,89	0,69
	0,20	0,24		0,81	0,59
	0,20	0,15		0,59	0,45
	0,15	0,16		0,60	0,47
	0,13	0,19		0,50	0,36
	0,17	0,13		0,45	0,42
	0,13	0,19		0,52	0,47
	0,17	0,20		0,65	0,42
	0,17	0,16		0,64	0,39
	0,15	0,18		0,67	0,47
	0,22	0,27		0,84	0,56
	0,43	0,37		0,77	1,11
	0,43	0,20		0,70	0,69
	0,46	0,25		0,52	0,67
	0,39	0,29		0,58	0,51
	0,29	0,33		0,51	0,45
	0,48	0,48		0,42	0,55
	0,25	0,42		0,56	0,57
	0,41	0,28		0,48	0,56
	0,40	0,25		0,55	0,44
	0,32	0,28		0,59	0,58
	0,30	0,26		0,68	0,68
	0,31	0,32		0,73	0,73
	0,28	0,37		0,71	0,92
	0,22	0,34		0,93	0,87
	0,24	0,25		1,35	0,94
	0,26	0,18		1,31	1,20
	0,31	0,29		0,83	1,11
	0,34	0,32		0,86	1,07
	0,42	0,43		0,97	1,15
	0,33	0,33		1,05	1,17
	0,35	0,35		1,05	1,03
	0,39	0,82		1,05	1,12
	1,31	0,93		0,94	1,20
	1,24	1,00		0,92	1,14
	1,00	0,97		0,81	0,96
	1,37	1,34		0,80	0,88
	1,82	1,50		0,82	0,89
	1,34	1,15		0,84	0,83
	0,94	0,96		0,95	0,88

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,37	0,90		1,20	0,97
	0,80	0,63		1,38	1,21
	0,78	0,49		1,27	1,41
	0,55	0,51		1,70	1,67
	0,47	0,64		1,63	1,66
	0,34	0,35		1,78	1,80
	0,41	0,25		1,91	1,69
	0,77	0,39		1,91	1,73
	0,56	0,42		2,18	1,72
	0,59	0,47		2,02	1,84
	0,38	0,44		1,81	1,85
	0,42	0,28		1,63	1,64
	0,38	0,25		1,44	1,52
	0,31	0,34		1,24	1,38
	0,23	0,27		1,25	1,13
	0,28	0,21		1,14	1,03
	0,33	0,55		0,90	1,17
	0,53	0,68		0,85	1,02
	0,72	0,62		0,90	0,88
	0,79	0,80		0,89	0,91
	1,09	0,93		0,75	0,73
	0,95	0,77		0,84	0,74
	0,83	0,50		0,62	0,72
	0,82	0,41		0,57	0,65
	0,75	0,45		0,64	0,58
	0,69	0,48		0,63	0,58
	0,60	0,54		0,56	0,46
	0,60	0,39		0,62	0,45
	0,47	0,48		0,62	0,42
	0,40	0,60		0,63	0,42
	0,52	0,58		0,60	0,45
	0,63	0,53		0,67	0,44
	0,73	0,46		0,57	0,50
	0,54	0,44		0,49	0,44
	0,59	0,41		0,48	0,41
	0,52	0,30		0,46	0,45
	0,40	0,34		0,52	0,43
	0,61	0,86		0,54	0,43
	0,96	1,05		0,43	0,38
	1,22	1,00		0,29	0,31
	0,88	1,00		0,27	0,23
	0,87	1,02		0,22	0,23

## ALLEGATO B\_4

Prova: Crotone (O) → Capo Spartivento (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 6500 ore di registrazione.

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,52	0,47		1,63	0,85
	0,57	0,38		1,35	0,81
	0,47	0,39		1,18	0,76
	0,17	0,44		1,57	0,60
	0,14	0,38		0,55	0,61
	0,13	0,34		0,37	0,62
	0,23	0,30		1,50	0,64
	0,08	0,25		0,31	0,74
	0,87	0,26		0,20	0,68
	0,43	0,31		0,97	0,65
	0,87	0,34		0,78	0,67
	0,37	0,37		0,78	0,59
	0,19	0,32		0,51	0,98
	0,06	0,32		1,56	1,00
	0,57	0,29		4,39	1,93
	0,53	0,26		2,70	3,20
	1,04	0,39		2,78	2,81
	0,94	0,51		2,91	2,94
	0,75	0,50		1,07	2,79
	0,14	0,48		0,56	2,56
	0,26	0,42		3,75	2,03
	0,07	0,28		1,84	1,14
	0,31	0,27		0,93	0,89
	0,07	0,27		2,15	0,80
	0,43	0,20		1,90	0,77
	0,17	0,23		1,71	0,81
	0,29	0,27		1,87	0,73
	0,29	0,24		2,00	0,57
	0,05	0,36		0,39	0,53
	0,29	0,40		1,38	0,48
	0,26	0,47		0,62	0,54
	0,36	0,62		1,25	0,48
	0,47	0,49		0,77	0,52
	0,34	0,51		0,87	0,46
	1,95	0,77		0,51	0,44
	1,22	1,35		0,50	0,47

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,48	0,20		0,47	0,38
	0,12	0,19		2,71	0,43
	0,11	0,19		2,67	1,64
	0,86	0,23		0,44	1,69
	0,75	0,16		1,02	1,24
	0,39	0,22		1,63	0,93
	0,40	0,97		1,34	0,85
	1,09	0,85		1,15	0,68
	0,97	0,87		1,12	0,56
	0,20	0,81		1,13	0,48
	1,09	0,76		1,75	0,55
	0,22	0,92		1,14	0,60
	1,50	0,93		0,38	0,54
	1,12	1,03		0,15	0,45
	0,62	1,12		0,42	0,44
	1,01	1,06		0,07	0,37
	1,24	1,07		0,18	0,41
	0,51	1,15		0,65	0,57
	1,46	1,19		1,12	0,74
	1,47	1,19		0,41	0,86
	1,22	1,18		1,59	1,52
	1,73	1,17		1,79	1,81
	1,88	1,51		2,19	1,63
	1,48	1,61		1,58	1,56
	1,71	1,98		1,45	1,43
	2,88	2,01		0,39	1,53
	1,06	1,79		2,85	1,31
	2,08	1,71		2,31	1,32
	2,88	1,67		2,17	1,44
	2,96	1,71		2,31	2,32
	1,88	1,64		2,99	2,49
	1,97	1,88		2,51	2,12
	2,12	1,55		2,88	1,91
	1,67	1,48		1,84	1,72
	0,32	1,14		2,17	1,38
	1,66	0,99		1,58	1,21
	0,97	0,54		1,59	1,03
	1,08	0,45		1,33	0,98
	0,73	0,54		1,43	0,87
	0,75	0,56		1,03	0,88
	0,87	0,67		0,76	0,80
	0,47	0,51		0,88	0,65

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,17	0,61		0,30	1,26
	0,10	0,44		0,58	0,86
	0,34	0,39		0,17	0,69
	0,09	0,33		0,83	0,61
	0,50	0,29		0,83	0,53
	0,15	0,26		0,36	0,50
	0,74	0,61		0,36	0,29
	1,11	0,38		0,36	0,26
	0,41	0,24		0,25	0,27
	1,22	0,28		0,29	0,33
	2,43	0,32		0,30	0,35
	0,53	0,28		0,42	0,50
	0,34	0,34		0,37	0,54
	1,01	0,42		0,39	0,46
	0,70	0,44		0,56	0,48
	1,04	0,51		0,73	0,49
	0,83	0,72		1,13	0,64
	0,26	0,73		0,55	0,81
	0,79	0,64		2,00	1,48
	0,34	0,67		1,27	1,53
	0,29	0,61		1,14	1,57
	0,37	0,50		1,58	1,36
	0,19	0,51		0,96	1,45
	0,62	0,47		0,59	1,37
	1,00	0,60		1,31	1,27
	1,00	0,92		0,82	1,25
	0,75	1,12		1,38	1,24
	0,71	1,14		0,57	1,14
	0,21	1,11		0,87	1,25
	0,85	1,16		0,30	1,30
	0,95	1,36		1,26	1,21
	1,09	1,28		0,27	1,09
	1,44	1,90		1,21	1,10
	0,38	2,26		0,26	1,11
	1,43	2,61		0,15	0,75
	1,39	2,96		0,18	0,68
	0,53	2,28		0,15	0,56
	1,91	2,00		0,10	0,48
	0,50	1,81		0,22	0,46
	1,77	1,60		0,13	0,22
	0,67	1,65		0,08	0,19
	0,72	1,32		0,28	0,23

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,34	0,25		0,49	0,30
	0,26	0,49		0,19	0,38
	0,46	0,36		0,11	0,45
	1,01	0,60		0,22	0,42
	0,83	0,95		0,12	0,28
	1,18	1,15		0,09	0,26
	0,94	1,18		0,28	0,45
	0,86	0,92		0,29	0,38
	0,39	0,61		0,13	0,38
	0,21	0,53		0,12	0,23
	0,62	0,52		0,72	0,21
	0,48	0,50		0,46	0,20
	0,48	0,41		0,28	0,30
	0,14	0,36		0,28	0,30
	0,11	0,33		0,25	0,23
	0,36	0,36		0,28	0,19
	0,32	0,30		0,47	0,21
	0,50	0,30		0,15	0,18
	0,38	0,29		0,12	0,16
	0,48	0,30		0,42	0,35
	0,36	0,25		0,28	0,55
	0,38	0,30		0,36	0,52
	0,19	0,32		0,17	0,32
	0,29	0,27		0,07	0,27
	0,19	0,21		0,14	0,25
	0,38	0,26		0,26	0,29
	0,29	0,24		0,29	0,40
	0,28	0,29		0,25	0,36
	0,37	0,28		0,10	0,32
	0,32	0,39		0,02	0,26
	0,29	0,41		0,11	0,18
	0,38	0,33		0,19	0,18
	0,49	0,34		0,07	0,19
	0,46	0,37		0,08	0,23
	0,29	0,42		0,02	0,30
	0,36	0,42		0,13	0,33
	0,07	0,36		0,21	0,29
	0,26	0,31		0,05	0,32
	0,38	0,31		0,17	0,30
	0,49	0,32		0,23	0,33
	0,50	0,28		0,21	0,29
	0,28	0,26		0,13	0,24

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,20	0,24		0,34	0,19
	0,05	0,22		0,08	0,24
	0,05	0,22		0,10	0,33
	0,05	0,19		0,07	0,29
	0,10	0,19		0,56	0,28
	0,03	0,18		0,43	0,25
	0,02	0,23		0,21	0,38
	0,12	0,18		0,62	0,42
	0,11	0,16		0,30	0,46
	0,02	0,20		1,85	0,47
	0,02	0,17		1,30	0,43
	0,09	0,13		1,18	0,63
	0,09	0,11		1,46	0,51
	0,20	0,18		0,94	0,45
	0,12	0,14		1,10	0,67
	0,11	0,12		0,75	0,50
	0,02	0,16		0,95	0,43
	0,35	0,34		0,42	0,36
	0,22	0,36		1,35	0,46
	0,19	0,38		0,27	0,44
	0,13	0,36		1,10	0,43
	0,20	0,37		0,37	0,32
	0,13	0,33		0,38	0,36
	0,11	0,29		0,22	0,47
	0,09	0,34		0,08	0,42
	0,08	0,34		0,62	0,49
	0,19	0,30		0,15	0,53
	0,19	0,26		0,25	0,88
	0,25	0,23		0,84	0,86
	0,19	0,20		0,72	0,66
	0,18	0,21		0,72	0,63
	0,09	0,20		0,77	0,68
	0,02	0,15		0,61	0,71
	0,24	0,19		0,10	0,17
	0,19	0,18		0,19	0,54
	0,21	0,15		0,24	0,61
	0,19	0,16		0,28	0,61
	0,30	0,22		0,37	0,56
	0,28	0,22		0,38	0,67
	0,34	0,26		0,47	0,76
	0,10	0,24		0,57	0,72
	0,19	0,23		0,67	0,82

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,75	0,80		0,21	0,14
	0,83	0,77		0,73	0,14
	0,44	0,77		0,43	0,27
	0,62	0,78		0,36	0,16
	0,77	0,72		0,19	0,18
	0,88	0,76		0,21	0,14
	0,75	0,87		0,19	0,18
	0,87	0,98		0,25	0,18
	0,58	0,88		0,57	0,16
	0,20	0,79		0,36	0,18
	0,18	0,64		0,36	0,21
	0,87	0,56		0,20	0,15
	0,61	0,58		0,10	0,11
	0,46	0,42		0,06	0,13
	0,07	0,33		0,24	0,18
	0,36	0,35		0,39	0,16
	0,26	0,29		0,66	0,22
	0,19	0,27		0,58	0,14
	0,19	0,25		0,26	0,21
	0,19	0,19		0,19	0,15
	0,06	0,16		0,21	0,14
	0,02	0,15		0,07	0,13
	0,29	0,16		0,07	0,15
	0,19	0,12		0,37	0,17
	0,23	0,12		0,29	0,15
	0,24	0,20		0,24	0,20
	0,24	0,16		0,12	0,12
	0,25	0,13		0,18	0,21
	0,17	0,16		0,19	0,26
	0,19	0,16		0,42	0,19
	0,17	0,17		0,17	0,23
	0,31	0,16		0,22	0,18
	0,19	0,13		0,19	0,17
	0,24	0,16		0,25	0,17
	0,10	0,19		0,10	0,16
	0,38	0,22		0,40	0,18
	0,39	0,18		0,49	0,21
	0,13	0,20		0,50	0,15
	0,09	0,21		0,09	0,16
	0,21	0,14		0,24	0,20
	0,25	0,13		0,25	0,16
	0,02	0,11		0,18	0,19

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,25	0,21		0,20	0,23
	0,25	0,16		0,25	0,23
	0,14	0,21		0,24	0,20
	0,22	0,18		0,20	0,20
	0,25	0,19		0,28	0,24
	0,20	0,19		0,28	0,25
	0,30	0,15		0,10	0,18
	0,19	0,14		0,02	0,20
	0,23	0,17		0,12	0,21
	0,29	0,21		0,06	0,21
	0,11	0,22		0,17	0,21
	0,09	0,14		0,28	0,24
	0,18	0,20		0,19	0,26
	0,24	0,15		0,19	0,34
	0,20	0,15		0,25	0,26
	0,13	0,13		0,10	0,20
	0,22	0,16		0,13	0,21
	0,21	0,17		0,13	0,13
	0,40	0,32		0,07	0,12
	0,31	0,22		0,19	0,16
	0,73	0,21		0,17	0,21
	0,86	0,25		0,19	0,15
	1,09	0,27		0,11	0,13
	0,85	0,36		0,19	0,19
	0,34	0,52		0,29	0,12
	0,75	0,53		0,19	0,13
	0,56	0,39		0,25	0,13
	1,57	0,26		0,24	0,20
	1,82	0,20		0,19	0,20
	1,45	0,21		0,17	0,28
	1,64	0,27		0,25	0,19
	1,21	0,47		0,07	0,14
	0,61	0,44		0,09	0,19
	0,72	0,50		0,29	0,18
	0,72	0,26		0,19	0,18
	0,12	0,32		0,24	0,17
	0,45	0,30		0,32	0,16
	0,34	0,33		0,39	0,15
	0,19	0,31		0,19	0,40
	0,32	0,27		0,25	0,24
	0,05	0,31		0,36	0,24
	0,24	0,28		0,09	0,28

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,18	0,29		0,29	0,24
	0,20	0,25		0,23	0,24
	0,09	0,23		0,26	0,32
	0,23	0,26		0,05	0,26
	0,18	0,40		0,26	0,25
	0,30	0,46		0,18	0,20
	0,08	0,12		0,12	0,31
	0,25	0,14		0,28	0,35
	0,23	0,13		0,33	0,43
	0,23	0,21		0,97	0,27
	0,35	0,23		0,96	0,24
	0,50	0,29		1,02	0,27
	0,38	0,21		1,14	0,24
	0,06	0,17		0,45	0,28
	0,22	0,21		0,28	0,31
	0,44	0,17		0,05	0,32
	0,26	0,19		0,84	0,21
	0,05	0,29		0,38	0,20
	0,29	0,50		0,21	0,24
	0,22	0,42		0,47	0,25
	0,06	0,41		0,45	0,34
	0,16	0,23		0,35	0,37
	0,18	0,36		0,10	0,34
	0,22	0,34		0,27	0,40
	0,24	0,33		0,34	0,67
	0,36	0,23		0,61	0,82
	0,32	0,30		0,55	0,68
	0,20	0,34		0,20	0,70
	0,19	0,26		0,83	0,74
	0,05	0,24		1,17	0,94
	0,16	0,20		1,22	1,31
	0,53	0,19		1,59	1,20
	0,56	0,21		1,81	1,47
	0,51	0,26		1,27	1,20
	0,11	0,28		1,03	0,98
	0,29	0,25		1,48	1,03
	0,19	0,25		0,61	0,94
	0,06	0,26		1,27	1,35
	0,17	0,18		1,28	1,61
	0,09	0,17		0,27	1,27
	0,20	0,20		1,05	1,23
	0,20	0,27		0,68	1,16

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,74	1,16		0,06	0,21
	0,68	1,09		0,10	0,17
	0,98	0,73		0,58	0,15
	0,39	0,25		0,19	0,18
	0,07	0,18		0,14	0,20
	0,40	0,19		0,16	0,21
	0,25	0,15		0,16	0,15
	0,23	0,47		0,10	0,20
	0,32	0,34		0,23	0,19
	0,73	0,19		0,19	0,19
	0,29	0,22		0,29	0,26
	0,29	0,17		0,21	0,25
	0,09	0,15		0,17	0,19
	0,28	0,24		0,20	0,18
	0,24	0,17		0,19	0,23
	0,10	0,28		0,22	0,29
	0,66	0,35		0,32	0,23
	0,50	0,22		0,05	0,20
	0,20	0,21		0,05	0,20
	0,09	0,15		0,14	0,15
	0,53	0,23		0,11	0,17
	0,38	0,20		0,03	0,13
	0,44	0,40		0,16	0,17
	0,63	0,40		0,18	0,17
	0,37	0,39		0,24	0,15
	0,23	0,37		0,30	0,22
	0,19	0,29		0,68	0,42
	0,06	0,23		0,52	0,42
	0,23	0,23		0,17	0,45
	0,19	0,27		0,45	0,38
	0,15	0,23		0,12	0,29
	0,09	0,40		0,08	0,47
	0,13	0,21		0,30	0,25
	0,08	0,20		0,09	0,39
	0,34	0,20		0,39	0,32
	0,24	0,21		0,55	0,30
	0,04	0,22		0,45	0,31
	0,12	0,23		0,48	0,28
	0,20	0,21		0,65	0,22
	0,18	0,27		0,99	0,24
	0,03	0,19		0,83	0,31
	0,21	0,16		0,33	0,34

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,31	0,41		2,15	0,93
	1,22	0,33		1,41	0,91
	0,82	0,35		1,44	0,80
	0,74	0,38		1,15	0,79
	0,64	1,29		0,23	0,81
	1,54	0,99		0,84	0,94
	1,17	1,35		0,93	1,04
	2,03	1,80		1,11	0,86
	1,66	1,32		1,40	1,35
	0,35	0,93		1,45	0,79
	2,02	0,87		1,10	0,77
	1,69	0,90		0,95	0,54
	1,06	1,05		0,64	0,34
	0,86	0,88		0,56	0,40
	1,21	0,80		0,61	0,76
	1,08	0,58		0,91	0,55
	0,18	0,59		0,53	0,58
	0,11	0,49		0,51	0,37
	0,42	0,44		0,30	0,41
	0,40	0,64		0,27	0,31
	0,35	0,63		0,27	0,23
	0,27	0,66		0,35	0,28
	0,43	0,83		1,02	0,33
	0,89	0,76		0,48	0,52
	0,90	0,69		0,42	0,71
	0,57	0,51		2,06	0,78
	0,72	0,50		0,37	0,94
	0,17	0,41		0,42	0,82
	0,25	0,55		1,51	0,81
	0,25	0,47		0,89	0,74
	1,13	0,54		0,34	0,68
	0,48	0,58		1,23	0,59
	0,74	0,67		0,61	0,59
	0,93	0,70		0,35	0,39
	1,05	0,92		0,54	0,51
	1,94	1,33		0,84	0,62
	1,50	1,29		0,71	0,72
	2,61	0,82		0,51	0,53
	2,56	0,85		0,51	0,58
	2,10	0,96		0,14	0,51
	1,85	1,04		0,74	0,60
	1,76	1,04		0,48	0,95

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,25	1,20		0,51	0,30
	0,83	0,87		0,25	0,21
	0,76	0,86		0,09	0,21
	0,71	0,86		0,15	0,27
	0,91	1,24		0,26	0,30
	0,42	1,36		0,24	0,26
	1,91	1,25		0,34	0,27
	1,93	1,68		0,35	0,31
	1,82	1,61		0,41	0,32
	1,55	1,76		0,34	0,35
	0,54	1,88		0,27	0,32
	1,27	1,88		0,19	0,26
	1,00	1,99		0,17	0,22
	1,86	1,79		0,24	0,25
	1,36	1,61		0,17	0,20
	1,52	1,42		0,09	0,29
	0,63	1,22		0,29	0,39
	0,99	1,23		0,28	0,42
	1,06	1,12		0,11	0,32
	1,04	0,84		0,26	0,28
	0,22	0,89		0,08	0,22
	0,77	0,88		0,29	0,19
	0,80	0,74		0,24	0,19
	0,56	0,83		0,26	0,17
	0,64	0,61		0,22	0,15
	0,50	0,56		0,04	0,14
	0,54	0,62		0,26	0,15
	0,10	0,55		1,17	0,14
	0,51	0,61		0,49	0,32
	0,11	0,61		1,11	0,68
	0,42	0,62		0,85	0,76
	0,34	0,59		0,73	0,66
	0,33	0,66		0,81	0,55
	0,29	0,48		1,41	0,63
	0,41	0,47		0,37	0,73
	0,51	0,45		1,11	0,72
	0,52	0,51		0,92	0,62
	0,40	0,53		0,71	0,56
	0,42	0,42		0,48	0,44
	0,11	0,29		0,28	0,40
	0,17	0,22		0,30	0,29
	0,16	0,22		0,31	0,29

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,13	0,31		0,24	0,28
	0,32	0,30		0,07	0,28
	0,33	0,29		0,07	0,30
	0,11	0,30		0,35	0,27
	0,48	0,25		0,47	0,26
	0,92	0,44		0,31	0,26
	0,26	0,63		0,24	0,25
	0,91	0,73		0,23	0,34
	0,53	0,79		0,33	0,40
	0,25	0,72		0,37	0,41
	0,93	0,61		0,52	0,44
	0,77	0,63		0,70	0,51
	0,18	0,69		0,81	0,45
	0,20	0,73		0,72	0,42
	0,75	0,56		0,68	0,48
	0,65	0,43		0,43	0,62
	0,53	0,41		0,90	0,54
	0,58	0,37		0,48	0,55
	0,42	0,35		0,99	0,43
	0,48	0,35		0,83	0,50
	0,41	0,34		0,58	0,39
	0,39	0,24		0,84	0,41
	0,32	0,24		0,56	0,42
	0,13	0,23		0,77	0,39
	0,29	0,23		0,46	0,42
	0,22	0,23		0,16	0,49
	0,16	0,26		0,61	0,54
	0,11	0,24		0,36	0,49
	0,25	0,19		0,30	0,88
	0,06	0,22		0,54	0,91
	0,23	0,20		0,76	0,80
	0,22	0,31		1,76	0,94
	0,39	0,36		1,53	0,90
	0,43	0,32		1,45	0,63
	0,34	0,35		0,82	0,62
	0,06	0,35		1,38	0,91
	0,27	0,32		0,80	0,71
	0,06	0,32		0,69	0,55
	0,06	0,25		0,37	0,64
	0,27	0,24		0,66	0,65
	0,07	0,27		0,68	0,59
	0,30	0,27		0,46	0,36

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,45	0,39		1,34	0,93
	0,33	0,37		0,72	0,88
	0,40	0,31		1,00	0,78
	0,35	0,35		1,06	0,71
	0,34	0,35		0,61	0,68
	0,42	0,34		0,37	0,63
	0,33	0,32		0,98	0,58
	0,07	0,25		0,54	0,61
	0,64	0,24		0,51	0,83
	0,37	0,32		0,33	1,33
	0,40	0,33		0,33	1,17
	0,37	0,37		1,05	1,18
	0,21	0,32		0,54	1,37
	0,27	0,29		1,30	1,32
	0,27	0,27		1,11	1,85
	0,34	0,27		1,74	1,31
	0,44	0,38		2,02	1,11
	0,08	0,37		1,34	0,98
	0,40	0,33		1,52	1,03
	0,24	0,28		1,20	1,00
	0,27	0,32		0,84	0,82
	0,25	0,36		0,88	0,79
	0,18	0,31		1,01	0,92
	0,17	0,29		1,17	0,92
	0,88	0,45		0,83	1,01
	0,72	0,57		0,41	0,96
	0,73	0,75		1,32	0,91
	0,86	0,75		0,90	0,73
	0,91	0,91		0,38	0,87
	1,17	1,00		0,25	0,68
	1,49	1,25		0,87	0,88
	1,12	1,43		0,85	0,77
	1,90	1,87		0,87	0,71
	1,05	1,87		0,68	0,50
	2,97	1,81		0,66	0,51
	0,84	1,77		0,70	0,44
	0,39	1,46		0,73	0,51
	0,37	1,35		0,86	0,48
	0,67	1,22		1,24	0,50
	0,70	1,20		0,86	0,52
	0,57	1,21		1,15	0,67
	1,62	1,12		0,88	0,51

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,38	0,59		0,53	0,87
	0,91	0,70		0,74	0,66
	0,43	0,75		1,44	0,75
	0,99	0,99		0,37	0,72
	1,26	1,12		1,50	0,97
	1,51	0,96		1,22	1,45
	0,74	0,66		1,65	1,22
	0,23	0,58		1,95	1,27
	1,04	0,60		0,65	1,56
	0,18	0,53		0,87	1,36
	0,68	0,53		1,16	1,22
	0,53	0,62		0,43	0,82
	0,34	0,48		0,70	0,66
	0,56	0,44		0,28	0,52
	0,21	0,43		0,69	0,59
	0,35	0,31		0,57	0,80
	0,60	0,32		0,57	0,74
	0,39	0,31		0,75	0,90
	0,37	0,48		0,97	1,07
	0,11	0,40		1,26	1,00
	0,14	0,36		1,27	0,89
	0,29	0,33		1,36	0,79
	0,30	0,30		1,84	1,11
	0,38	0,25		1,32	1,38
	0,44	0,26		1,62	1,98
	1,00	0,24		0,40	1,67
	0,73	0,45		1,97	1,70
	1,32	0,46		2,24	2,11
	1,27	0,44		1,84	2,07
	0,97	0,60		2,06	2,14
	0,19	0,58		2,01	1,88
	0,24	0,48		0,52	1,65
	1,30	0,49		1,83	1,63
	0,50	0,57		1,96	1,51
	0,84	0,78		0,42	1,33
	0,22	0,97		2,14	1,16
	0,66	0,78		1,33	1,16
	0,78	0,59		1,56	1,09
	0,45	0,56		1,53	0,90
	0,28	0,52		0,51	0,78
	0,49	0,82		1,21	0,54
	0,72	1,04		1,15	0,80

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,49	0,82		1,15	0,95
	0,47	0,74		1,28	1,14
	1,17	0,71		1,04	0,78
	1,66	0,68		1,45	0,85
	2,00	0,63		0,53	1,08
	2,58	0,59		0,66	1,30
	1,72	0,66		0,50	1,21
	1,40	1,15		1,08	1,28
	1,70	1,21		1,42	1,35
	0,87	1,58		1,13	1,26
	1,45	1,25		1,72	1,55
	1,88	1,13		0,99	1,81
	0,48	1,05		1,65	2,04
	1,44	1,07		2,57	2,24
	1,86	1,42		2,43	2,07
	0,42	1,28		2,82	2,10
	1,20	1,21		2,39	1,83
	1,03	1,05		2,08	1,79
	0,27	1,10		1,38	1,77
	0,81	0,90		1,28	0,95
	0,42	0,87		1,32	1,00
	0,14	0,67		1,30	1,24
	0,57	0,57		1,48	1,40
	0,44	0,48		1,43	1,32
	0,45	0,48		1,24	1,19
	0,16	0,44		1,09	1,22
	0,16	0,85		1,13	1,09
	0,95	0,97		1,13	1,23
	1,04	0,85		1,22	1,18
	0,68	0,80		1,25	1,15
	0,46	0,76		1,00	1,25
	0,74	0,75		0,99	1,43
	0,66	0,78		0,79	1,19
	0,15	0,67		0,69	1,03
	0,17	0,62		0,73	0,93
	0,84	0,62		1,05	0,87
	0,41	0,55		0,68	0,83
	1,18	0,57		0,55	0,72
	0,78	0,48		0,15	0,72
	1,04	0,59		0,84	0,73
	1,19	0,55		0,75	0,79
	1,03	0,82		0,69	0,94

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,80	0,79		0,80	0,81
	0,74	0,77		0,69	0,80
	0,66	0,88		0,70	0,74
	0,54	1,13		0,24	0,85
	0,76	1,38		0,77	0,79
	1,43	1,34		0,30	0,58
	1,20	1,41		0,86	0,55
	1,07	1,22		0,43	0,47
	0,24	1,25		1,38	0,53
	0,97	1,09		1,18	0,52
	1,10	0,98		1,05	0,48
	0,74	0,90		0,94	0,50
	0,20	0,67		0,79	0,87
	0,72	0,77		0,24	0,92
	0,66	0,69		1,19	1,05
	0,57	0,71		1,67	1,22
	0,14	0,66		0,53	1,22
	0,16	0,53		2,11	1,02
	0,58	0,57		1,35	1,02
	0,40	0,43		1,62	1,09
	0,46	0,32		1,68	1,22
	0,07	0,33		3,03	2,21
	0,22	0,34		3,63	1,70
	0,27	0,34		2,27	2,20
	0,39	0,32		2,39	2,30
	0,08	0,40		2,10	2,13
	0,36	0,31		2,02	1,79
	0,12	0,34		0,65	1,60
	0,16	0,43		2,27	1,46
	0,32	0,47		1,39	1,27
	0,26	0,46		0,37	1,43
	0,30	0,55		1,47	1,28
	0,10	0,81		1,90	1,56
	0,66	1,26		1,96	1,36
	0,19	1,40		1,10	1,07
	0,90	1,29		1,03	1,23
	1,20	0,96		1,46	1,45
	0,76	0,88		0,21	1,27
	0,72	0,93		1,33	0,92
	0,83	0,94		0,52	1,06
	0,97	0,86		0,98	0,81
	0,83	0,84		0,81	0,64

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,68	0,62		0,91	1,04
	0,59	0,66		1,15	1,02
	0,44	0,65		0,20	1,04
	0,46	0,46		0,45	0,68
	0,20	0,50		0,53	0,71
	0,66	0,55		0,13	0,60
	0,17	0,43		0,78	0,56
	1,11	0,50		0,55	0,55
	0,32	0,29		0,93	0,53
	0,51	0,28		0,57	0,53
	0,47	0,25		0,13	0,42
	0,38	0,28		0,42	0,45
	0,10	0,26		0,91	0,41
	0,44	0,22		1,34	0,38
	0,18	0,24		2,11	1,10
	0,15	0,22		2,22	2,46
	0,29	0,24		0,87	1,94
	0,15	0,27		1,76	1,31
	0,22	0,55		0,45	1,49
	0,06	0,61		1,27	1,56
	0,22	0,55		1,29	1,07
	0,24	0,49		1,97	1,33
	0,20	0,42		2,39	1,33
	0,09	0,42		2,04	1,36
	0,07	0,52		0,55	1,36
	0,14	0,65		2,04	1,63
	0,43	0,74		1,44	1,42
	0,12	0,77		1,64	1,56
	0,51	0,93		1,80	1,43
	0,15	0,98		0,71	1,29
	1,13	1,27		1,47	1,26
	1,18	1,58		1,25	1,25
	0,85	1,72		1,57	1,24
	1,28	1,96		2,62	1,46
	1,72	2,01		1,16	1,75
	1,34	2,01		3,10	1,89
	1,34	2,15		3,10	1,85
	1,39	1,92		2,69	1,89
	1,07	1,52		2,31	2,27
	0,98	1,21		1,54	2,55
	1,02	1,19		3,58	2,91
	0,27	1,10		3,30	3,04

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,94	3,49		0,18	0,27
	1,41	3,61		0,47	0,54
	1,34	1,35		0,54	0,64
	1,29	1,23		0,37	0,55
	0,81	1,16		0,37	0,63
	0,89	0,97		0,15	0,60
	0,64	0,87		0,09	0,52
	0,43	0,71		0,42	0,54
	0,90	0,76		0,43	0,49
	1,46	0,66		0,37	0,57
	0,42	0,61		0,69	0,59
	1,18	0,66		0,68	0,60
	1,36	0,58		0,88	0,53
	0,90	0,75		0,94	0,91
	2,42	0,60		1,04	1,24
	1,96	0,41		0,31	1,26
	0,48	1,75		1,41	1,48
	1,73	0,94		0,96	1,51
	3,27	0,93		0,48	1,33
	2,11	1,01		1,08	0,85
	1,62	0,73		1,03	0,76
	0,67	0,69		0,73	0,66
	1,95	1,05		0,28	0,76
	2,62	1,11		0,23	0,78
	1,61	0,93		1,16	0,78
	0,95	0,93		1,92	0,71
	1,45	0,68		2,16	1,02
	0,78	0,61		2,43	1,68
	0,72	0,53		2,28	1,87
	0,70	0,57		1,85	1,22
	0,81	0,49		0,67	0,90
	0,15	0,44		1,41	1,05
	0,49	0,39		2,34	1,13
	0,37	0,33		1,30	2,03
	0,45	0,29		1,47	2,04
	0,54	0,30		3,93	1,62
	0,33	0,30		1,03	1,41
	0,19	0,28		2,96	1,59
	0,29	0,29		1,73	1,22
	0,12	0,27		1,89	1,02
	0,14	0,26		2,73	0,96
	0,19	0,28		1,09	0,92

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,97	0,80		0,47	0,39
	2,03	0,66		0,44	0,37
	0,71	0,61		0,43	0,40
	1,38	0,61		0,43	0,32
	0,69	0,53		0,41	0,29
	0,84	0,53		0,34	0,30
	0,62	0,50		0,26	0,27
	0,52	0,54		0,27	0,26
	0,36	0,50		0,50	0,26
	0,35	0,55		0,53	0,42
	0,40	0,42		0,53	0,54
	0,45	0,43		0,55	0,57
	0,35	0,35		0,50	0,61
	0,10	0,58		0,47	0,76
	0,45	0,74		0,43	0,46
	0,37	0,91		0,30	0,55
	0,66	0,97		0,51	0,56
	1,56	0,87		0,46	0,55
	1,56	1,18		0,44	0,60
	1,33	1,35		0,60	0,51
	1,58	1,48		0,81	0,88
	1,46	2,00		0,77	0,76
	1,57	1,72		0,65	0,95
	1,87	1,75		0,62	0,94
	1,34	1,93		0,65	0,90
	1,59	2,38		0,60	0,86
	1,81	2,58		0,47	0,91
	2,80	2,49		0,66	0,60
	0,53	2,06		0,49	0,45
	0,84	2,06		0,54	0,48
	0,40	0,43		0,52	0,52
	0,47	0,60		0,45	0,45
	0,43	0,56		0,39	0,46
	0,49	0,52		0,48	0,44
	0,50	0,50		0,50	0,88
	0,44	0,65		0,44	0,86
	0,39	0,59		0,41	0,86
	0,30	0,56		0,49	0,91
	0,33	0,51		0,57	0,58
	0,51	0,44		0,71	0,49
	0,53	0,41		0,79	0,43
	0,49	0,36		0,65	0,52

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,70	0,58		1,18	1,28
	0,53	0,61		1,14	1,14
	0,62	0,60		1,14	1,15
	0,47	0,54		1,09	1,09
	0,42	0,50		1,00	0,95
	0,48	0,49		0,98	0,86
	0,51	0,39		0,81	0,73
	0,77	0,42		0,74	0,66
	0,55	0,61		0,62	0,63
	1,02	0,81		0,77	0,57
	0,40	0,73		0,44	0,52
	0,16	0,64		0,57	1,32
	0,27	0,43		0,64	1,92
	0,31	0,29		0,87	1,67
	0,33	0,36		0,72	1,55
	0,40	0,43		0,85	1,15
	0,48	0,42		0,90	1,24
	0,50	0,45		0,84	1,17
	0,44	0,40		0,79	1,51
	0,38	0,37		0,64	1,37
	0,47	0,73		0,70	0,92
	0,69	0,69		0,70	0,86
	0,81	0,97		0,54	0,97
	1,06	0,99		0,57	0,90
	1,05	0,97		0,62	0,96
	0,69	1,02		0,47	0,90
	0,66	1,03		0,45	0,84
	0,79	0,81		0,37	0,82
	0,66	0,71		0,55	0,78
	0,61	0,79		0,44	0,78
	0,79	0,74		0,52	0,96
	0,95	0,99		0,48	0,83
	0,92	0,93		0,42	0,79
	1,10	0,89		0,47	0,69
	1,43	1,19		0,40	0,63
	1,20	1,41		0,33	0,62
	1,25	1,41		0,25	0,49
	1,33	1,28		0,33	0,48
	1,31	1,40		0,18	0,53
	1,45	1,45		0,16	0,41
	1,34	1,36		0,31	0,33
	1,32	1,32		0,14	0,47

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,14	0,67		0,53	0,41
	0,23	0,53		0,41	0,50
	0,28	0,43		0,45	0,44
	0,20	0,41		0,41	0,48
	0,31	0,39		0,30	0,41
	0,53	0,45		0,24	0,27
	1,02	0,58		0,32	0,27
	1,22	1,05		0,50	0,29
	1,36	1,27		0,35	0,61
	1,17	1,06		0,38	0,67
	1,02	0,91		0,64	0,86
	0,79	0,86		0,49	0,67
	0,80	1,53		0,44	0,46
	0,95	1,45		0,55	0,45
	1,02	1,27		0,50	0,42
	0,92	1,33		0,41	0,39
	1,02	1,53		0,58	0,43
	1,30	1,55		0,43	0,46
	1,26	1,26		0,36	0,55
	1,06	0,75		0,56	0,54
	0,94	0,51		0,52	0,62
	0,67	0,64		0,35	0,88
	0,53	0,72		0,28	0,75
	0,60	0,78		0,30	0,74
	0,50	0,75		0,41	0,62
	0,65	0,56		0,39	0,59
	0,57	0,41		0,60	0,53
	0,76	1,48		0,60	0,46
	1,18	1,64		0,50	0,50
	0,32	1,19		0,53	0,49
	0,79	0,66		0,48	0,51
	0,67	0,66		0,56	0,52
	0,85	0,59		0,43	0,37
	0,68	0,87		0,41	0,36
	0,53	0,70		0,42	0,36
	0,55	0,61		0,39	0,36
	0,47	0,65		0,53	0,50
	0,45	0,73		0,55	0,49
	0,53	0,69		0,51	0,38
	0,73	0,69		0,44	0,37
	0,83	0,65		0,38	0,39
	0,55	0,53		0,34	0,37

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,40	0,31		0,98	1,56
	0,33	0,31		0,80	1,45
	0,44	0,29		0,78	1,45
	0,51	0,34		0,63	1,51
	0,38	0,43		0,62	1,28
	0,31	0,35		0,44	0,67
	0,30	0,50		0,45	0,59
	0,28	0,36		0,43	0,62
	0,44	0,50		0,47	0,56
	0,49	0,50		0,57	0,47
	0,47	0,39		0,54	0,42
	0,34	0,50		0,39	0,57
	0,31	0,22		0,55	0,48
	0,29	0,27		0,64	0,53
	0,31	0,23		0,62	0,55
	0,28	0,21		0,64	0,46
	0,29	0,23		0,61	0,40
	0,18	0,23		0,54	0,48
	0,26	0,19		0,55	0,41
	0,49	0,50		0,15	0,51
	0,53	0,96		0,27	0,53
	0,48	1,22		0,26	0,71
	0,39	1,15		0,43	0,76
	0,44	1,25		0,40	0,57
	0,44	1,31		0,49	0,58
	0,62	1,31		0,39	0,58
	0,35	0,87		0,43	0,72
	0,40	0,79		0,35	0,77
	0,45	0,67		0,47	1,16
	0,73	0,71		0,39	1,16
	0,59	0,85		0,45	1,34
	0,47	0,88		0,53	1,37
	0,44	0,81		0,40	1,30
	0,49	0,70		0,26	0,78
	0,40	0,50		0,27	0,71
	0,61	0,70		0,33	0,53
	0,67	1,50		0,38	0,46
	0,90	1,68		0,48	0,61
	0,92	1,51		0,44	0,59
	1,13	1,39		0,34	0,50
	1,07	1,65		0,32	0,43
	1,03	1,66		0,32	0,46

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,32	0,37		1,11	0,63
	0,81	1,12		1,15	0,95
	1,22	1,28		1,05	0,88
	1,27	1,30		0,93	0,71
	1,38	1,31		0,82	0,58
	1,30	1,39		0,72	0,68
	1,24	1,40		0,82	0,81
	1,38	1,26		0,90	0,70
	1,19	1,06		0,98	0,71
	1,21	1,13		1,21	1,26
	1,07	0,96		2,05	1,35
	1,11	0,89		2,17	1,68
	0,98	1,00		1,51	1,54
	1,07	1,09		1,44	1,44
	1,14	1,18		1,33	1,23
	1,02	1,05		1,60	1,30
	0,98	0,82		1,27	1,20
	0,96	0,84		1,15	1,21
	0,94	0,73		1,02	1,15
	2,02	2,05		1,04	1,08
	2,98	2,98		1,05	1,16
	3,48	3,70		1,64	1,30
	3,24	3,92		1,86	1,52
	3,58	3,54		1,31	1,25
	3,43	3,50		0,94	1,23
	3,27	3,02		0,91	1,22
	2,96	2,51		0,96	0,91
	2,14	2,16		0,95	1,05
	1,89	1,92		0,83	0,75
	1,66	1,39		0,98	0,96
	1,60	1,46		0,83	0,92
	1,34	1,26		0,71	0,77
	1,14	1,19		0,62	0,94
	1,17	1,28		0,96	0,98
	1,12	0,98		1,24	0,94
	1,03	1,12		1,01	0,86
	1,04	1,22		0,87	0,87
	1,02	1,16		0,93	0,94
	1,13	0,72		0,72	1,10
	0,83	1,07		0,59	0,74
	0,72	0,91		0,36	0,52
	0,69	0,61		0,25	0,58

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,34	0,69		0,50	0,52
	0,30	0,64		0,45	0,50
	0,27	0,55		0,77	0,40
	0,28	0,61		0,70	0,55
	0,35	0,84		0,57	0,48
	0,39	1,57		0,53	0,40
	0,43	1,95		0,45	0,36
	0,50	2,17		0,43	0,38
	0,52	2,35		0,56	0,40
	0,55	2,24		0,83	0,39
	0,59	1,69		1,04	0,41
	0,66	1,58		1,23	0,47
	0,64	1,85		1,10	0,99
	0,69	1,70		0,97	1,05
	0,69	1,70		1,19	0,82
	0,77	1,70		1,00	0,86
	0,77	2,14		1,11	0,79
	0,85	1,82		0,96	0,72
	0,73	1,54		0,86	0,58
	0,57	1,55		1,03	0,60
	0,51	1,39		0,93	0,60
	0,48	1,08		0,94	0,70
	0,41	0,94		0,78	0,76
	0,34	0,76		0,77	0,62
	0,38	0,75		0,46	0,47
	0,51	0,66		0,46	0,48
	0,36	0,83		0,42	0,41
	0,33	0,89		0,38	0,40
	0,24	1,03		0,34	0,51
	0,21	0,83		0,37	0,50
	0,15	0,75		0,46	0,55
	0,27	0,62		0,43	0,58
	0,38	0,58		0,41	0,49
	0,53	0,60		0,43	0,47
	0,76	0,97		0,42	0,49
	1,44	1,55		0,46	0,49
	2,18	1,81		0,57	0,45
	2,83	1,57		0,64	0,35
	2,72	1,76		0,32	0,37
	0,98	0,94		0,30	0,42
	0,76	0,63		0,19	0,52
	1,08	0,51		0,29	0,63

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,46	0,45		1,10	0,65
	0,54	0,38		1,25	0,89
	0,43	0,28		1,73	1,13
	0,49	0,42		1,83	1,23
	0,34	0,52		1,74	1,32
	0,38	0,51		1,60	1,35
	0,34	0,39		1,60	1,27
	0,27	0,30		1,51	1,31
	0,38	0,27		1,31	1,53
	0,45	0,27		1,34	1,39
	0,37	0,25		1,15	1,46
	0,34	0,24		0,99	1,08
	0,30	0,21		1,15	0,99
	0,25	0,22		0,94	1,49
	0,24	0,27		1,00	1,57
	0,21	0,25		1,27	1,11
	0,17	0,22		1,15	0,81
	0,19	0,20		0,98	0,52
	0,35	0,21		0,80	0,55
	0,39	0,18		0,87	0,75
	0,32	0,28		1,32	1,22
	0,23	0,30		1,31	1,41
	0,20	0,22		1,34	1,50
	0,21	0,26		1,43	1,59
	0,19	0,26		1,53	1,46
	0,16	0,24		1,53	1,41
	0,28	0,20		1,62	1,21
	0,23	0,21		1,49	1,25
	0,18	0,21		1,53	1,34
	0,26	0,22		1,42	1,12
	0,59	0,18		1,49	1,08
	0,45	0,52		1,37	1,18
	0,59	0,43		1,51	1,42
	0,61	0,43		1,45	1,19
	0,45	0,33		0,92	1,06
	0,43	0,41		0,89	0,85
	0,41	0,39		0,79	0,87
	0,71	0,52		0,89	0,94
	0,62	0,71		0,86	1,07
	0,72	0,54		0,96	1,13
	0,99	1,34		1,04	1,00
	1,27	1,35		0,85	0,87

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,63	1,01		0,46	0,50
	0,65	0,98		0,39	0,48
	0,64	1,02		0,46	0,42
	0,49	0,87		0,41	0,46
	0,43	0,88		0,38	0,46
	0,47	0,76		0,36	0,41
	0,51	0,60		0,31	0,35
	0,33	0,69		0,28	0,35
	0,40	0,66		0,30	0,36
	0,35	0,66		0,47	0,42
	0,48	0,74		0,66	0,51
	0,68	1,52		0,47	0,46
	1,26	1,81		0,36	0,41
	1,68	1,92		0,26	0,43
	1,66	1,75		0,44	0,38
	1,54	1,44		0,40	0,34
	1,16	1,50		0,60	0,62
	1,06	1,26		0,56	0,65
	0,91	1,44		0,70	0,39
	1,00	1,58		0,62	0,99
	1,84	1,59		1,02	0,75
	1,96	1,65		1,05	0,77
	2,31	1,58		0,65	0,68
	2,07	1,49		0,64	0,64
	1,82	1,49		0,65	0,77
	1,56	1,77		0,60	0,53
	1,55	1,35		0,60	0,52
	1,35	1,10		0,57	0,54
	1,07	1,06		0,71	0,46
	1,03	1,03		0,61	0,46
	0,98	0,88		0,55	0,51
	0,92	0,88		0,50	0,54
	0,86	0,75		0,58	0,46
	0,72	0,70		0,71	0,48
	0,74	0,51		0,76	0,51
	0,51	0,47		1,03	0,57
	0,41	0,44		1,13	0,57
	0,45	0,44		1,36	0,70
	0,46	0,42		1,58	0,69
	0,52	0,46		1,53	1,41
	0,64	0,52		1,63	1,14
	0,53	0,47		1,62	1,13

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,53	1,88		0,68	0,88
	1,92	2,10		1,23	1,39
	2,07	2,09		1,96	2,43
	2,18	2,28		2,12	2,77
	2,18	1,89		2,07	2,68
	1,98	1,76		1,76	2,08
	1,91	1,64		1,99	2,00
	2,03	1,62		1,92	1,90
	2,04	1,62		1,79	1,71
	2,08	1,60		1,64	1,56
	1,87	1,67		1,45	1,41
	1,91	1,37		1,18	1,29
	1,98	1,57		1,01	1,00
	2,11	1,51		0,83	0,83
	2,01	1,66		0,97	0,66
	2,10	1,12		0,76	0,58
	1,75	1,16		0,54	0,56
	1,67	1,19		0,56	0,60
	0,98	1,14		0,48	0,32
	1,02	1,06		0,39	0,31
	1,04	1,09		0,38	0,34
	0,93	0,87		0,59	0,36
	0,97	0,68		0,51	0,37
	0,79	0,54		0,43	0,24
	0,58	0,55		0,50	0,49
	0,36	0,45		0,29	0,75
	0,37	0,46		0,49	0,68
	0,34	0,70		0,74	0,69
	0,50	0,81		0,79	0,87
	0,40	0,51		0,70	0,57
	0,45	0,32		0,52	0,78
	0,41	0,56		0,20	0,79
	0,54	0,27		0,35	0,37
	0,53	0,23		0,45	0,43
	0,48	0,35		0,35	0,47
	0,47	0,44		0,28	0,53
	0,44	0,35		0,24	0,44
	0,48	0,28		0,33	0,48
	0,40	0,24		0,50	0,38
	0,22	0,30		0,50	0,34
	0,45	0,32		0,52	0,32
	0,52	0,57		0,44	0,29

Capo Spartivento	GSM	Registrazione	Capo Spartivento	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,30	0,34		0,31	0,28
	0,48	0,34		0,27	0,23
	0,33	0,30		0,33	0,30
	0,28	0,40		0,38	0,26
	0,22	0,26		0,42	0,21
	0,24	0,21		0,51	0,39
	0,25	0,24		0,63	0,60
	0,22	0,24		0,70	0,85
	0,22	0,26		0,84	1,25
	0,21	0,24		1,30	1,87
	0,26	0,31		1,55	2,04
	0,21	0,22		1,73	1,93
	0,27	0,17		1,82	1,79
	0,27	0,33		2,08	1,76
	0,23	0,85		1,89	2,02
	0,20	0,73		2,12	2,02
	0,17	0,86		0,39	0,25
	0,66	1,81		0,34	0,24
	0,84	1,72		0,28	0,26
	1,27	1,78		0,25	0,25
	1,58	1,67		0,22	0,25
	2,02	1,72		0,27	0,26
	2,96	1,87		0,36	0,30
	3,28	2,17		0,26	0,25
	3,39	2,16		0,19	0,22
	3,21	2,44		0,16	0,18
	2,96	2,50		0,16	0,17
	2,66	2,77		0,23	0,19
	2,45	2,45		0,23	0,26
	2,35	2,06		0,30	0,31
	1,94	1,48		0,45	0,36
	1,86	1,31		0,37	0,32
	1,63	1,37		0,23	0,54
	1,72	1,29		0,23	0,38
	1,46	1,24		0,16	0,28
	1,30	1,02		0,17	0,21
	1,06	0,94		0,11	0,17
	0,70	0,73		0,20	0,24
	0,62	0,69		0,11	0,22
	0,65	0,65		0,14	0,34
	0,47	0,45		0,18	0,29
	0,37	0,41		0,09	0,27

Prova: Crotone (O) → Roccella (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 7000 ore di registrazione.

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,52	0,42		1,63	1,38
	0,57	0,43		1,35	1,22
	0,47	0,39		1,18	1,09
	0,17	0,35		1,57	0,64
	0,14	0,35		0,55	0,69
	0,13	0,37		0,37	0,79
	0,23	0,30		1,50	1,00
	0,08	0,30		0,31	0,71
	0,87	0,25		0,20	0,62
	0,43	0,37		0,97	0,69
	0,87	0,40		0,78	0,55
	0,37	0,37		0,78	0,61
	0,19	0,39		0,51	0,90
	0,06	0,40		1,56	0,90
	0,57	0,24		4,39	2,34
	0,53	0,29		2,70	3,15
	1,04	0,54		2,78	3,16
	0,94	0,76		2,91	2,70
	0,75	0,76		1,07	2,55
	0,14	0,67		0,56	1,68
	0,26	0,40		3,75	1,45
	0,07	0,28		1,84	0,98
	0,31	0,33		0,93	0,85
	0,07	0,45		2,15	0,94
	0,43	0,47		1,90	0,81
	0,17	0,48		1,71	0,75
	0,29	0,38		1,87	0,62
	0,29	0,36		2,00	0,53
	0,05	0,46		0,39	0,54
	0,29	0,53		1,38	0,52
	0,26	0,54		0,62	0,41
	0,36	0,59		1,25	0,41
	0,47	0,66		0,77	0,40
	0,34	0,55		0,87	0,53
	1,95	0,98		0,51	0,47
	1,22	1,40		0,50	0,41
	0,34	1,47		0,87	0,46

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,48	0,25		0,47	0,48
	0,12	0,23		2,71	1,19
	0,11	0,23		2,67	1,49
	0,86	0,22		0,44	1,24
	0,75	0,25		1,02	0,77
	0,39	0,24		1,63	0,60
	0,40	1,16		1,34	0,49
	1,09	1,12		1,15	0,85
	0,97	0,80		1,12	0,68
	0,20	0,72		1,13	0,45
	1,09	0,88		1,75	0,47
	0,22	0,80		1,14	0,62
	1,50	0,81		0,38	0,48
	1,12	0,84		0,15	0,43
	0,62	0,99		0,42	0,41
	1,01	0,88		0,07	0,30
	1,24	0,97		0,18	0,30
	0,51	1,18		0,65	0,47
	1,46	1,08		1,12	0,92
	1,47	1,14		0,41	0,99
	1,22	1,27		1,59	1,11
	1,73	1,42		1,79	1,43
	1,88	1,60		2,19	1,66
	1,48	1,52		1,58	1,44
	1,71	1,90		1,45	1,57
	2,88	2,42		0,39	1,36
	1,06	2,48		2,85	1,50
	2,08	2,04		2,31	1,60
	2,88	2,47		2,17	1,94
	2,96	1,66		2,31	2,23
	1,88	1,67		2,99	2,66
	1,97	1,76		2,51	2,38
	2,12	1,63		2,88	1,83
	1,67	1,30		1,84	1,79
	0,32	0,95		2,17	1,39
	1,66	0,71		1,58	1,15
	0,97	0,59		1,59	0,97
	1,08	0,55		1,33	0,81
	0,73	0,54		1,43	0,76
	0,75	0,41		1,03	0,78
	0,87	0,37		0,76	0,70
	0,47	0,54		0,88	0,52

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,17	0,48		0,30	0,85
	0,10	0,39		0,58	0,75
	0,34	0,33		0,17	0,65
	0,09	0,27		0,83	0,64
	0,50	0,37		0,83	0,53
	0,15	0,41		0,36	0,32
	0,74	0,31		0,36	0,29
	1,11	0,24		0,36	0,25
	0,41	0,38		0,25	0,24
	1,22	0,39		0,29	0,28
	2,43	0,44		0,30	0,28
	0,53	0,42		0,42	0,62
	0,34	0,70		0,37	0,52
	1,01	0,88		0,39	0,47
	0,70	0,64		0,56	0,47
	1,04	1,04		0,73	0,42
	0,83	0,87		1,13	0,54
	0,26	0,80		0,55	0,67
	0,79	0,72		2,00	1,10
	0,34	0,82		1,27	1,42
	0,29	0,54		1,14	1,46
	0,37	0,39		1,58	1,49
	0,19	0,33		0,96	1,45
	0,62	0,38		0,59	1,52
	1,00	0,57		1,31	1,41
	1,00	0,97		0,82	1,25
	0,75	0,97		1,38	1,26
	0,71	0,94		0,57	1,10
	0,21	0,78		0,87	0,94
	0,85	0,94		0,30	1,01
	0,95	1,29		1,26	1,05
	1,09	1,48		0,27	0,93
	1,44	1,71		1,21	0,99
	0,38	1,81		0,26	0,94
	1,43	2,18		0,15	0,71
	1,39	2,10		0,18	0,55
	0,53	2,10		0,15	0,51
	1,91	1,82		0,10	0,53
	0,50	1,71		0,22	0,48
	1,77	1,59		0,13	0,23
	0,67	1,30		0,08	0,21
	0,72	0,97		0,28	0,23

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,34	0,37		0,49	0,43
	0,26	0,33		0,19	0,41
	0,46	0,59		0,11	0,42
	1,01	0,99		0,22	0,46
	0,83	1,34		0,12	0,48
	1,18	1,18		0,09	0,61
	0,94	1,17		0,28	0,45
	0,86	1,10		0,29	0,35
	0,39	0,71		0,13	0,30
	0,21	0,68		0,12	0,26
	0,62	0,57		0,72	0,24
	0,48	0,55		0,46	0,38
	0,48	0,53		0,28	0,33
	0,14	0,50		0,28	0,29
	0,11	0,50		0,25	0,20
	0,36	0,44		0,28	0,16
	0,32	0,32		0,47	0,17
	0,50	0,30		0,15	0,17
	0,38	0,26		0,12	0,38
	0,48	0,39		0,42	0,63
	0,36	0,36		0,28	0,49
	0,38	0,35		0,36	0,34
	0,19	0,25		0,17	0,21
	0,29	0,23		0,07	0,23
	0,19	0,23		0,14	0,20
	0,38	0,26		0,26	0,29
	0,29	0,24		0,29	0,42
	0,28	0,38		0,25	0,33
	0,37	0,37		0,10	0,24
	0,32	0,39		0,02	0,15
	0,29	0,48		0,11	0,13
	0,38	0,56		0,19	0,15
	0,49	0,52		0,07	0,17
	0,46	0,57		0,08	0,17
	0,29	0,63		0,02	0,17
	0,36	0,56		0,13	0,23
	0,07	0,35		0,21	0,26
	0,26	0,37		0,05	0,25
	0,38	0,33		0,17	0,21
	0,49	0,33		0,23	0,26
	0,50	0,35		0,21	0,22
	0,28	0,49		0,13	0,22

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,20	0,20		0,34	0,33
	0,05	0,17		0,08	0,26
	0,05	0,17		0,10	0,19
	0,05	0,16		0,07	0,31
	0,10	0,15		0,56	0,41
	0,03	0,16		0,43	0,44
	0,02	0,15		0,21	0,41
	0,12	0,23		0,62	0,39
	0,11	0,18		0,30	0,28
	0,02	0,15		1,85	0,36
	0,02	0,15		1,30	0,39
	0,09	0,14		1,18	0,41
	0,09	0,15		1,46	0,30
	0,20	0,12		0,94	0,47
	0,12	0,14		1,10	0,51
	0,11	0,11		0,75	0,31
	0,02	0,12		0,95	0,25
	0,35	0,32		0,42	0,32
	0,22	0,25		1,35	0,39
	0,19	0,24		0,27	0,26
	0,13	0,29		1,10	0,37
	0,20	0,27		0,37	0,47
	0,13	0,28		0,38	0,44
	0,11	0,23		0,22	0,36
	0,09	0,21		0,08	0,37
	0,08	0,23		0,62	0,47
	0,19	0,25		0,15	0,56
	0,19	0,24		0,25	0,69
	0,25	0,21		0,84	0,59
	0,19	0,15		0,72	0,41
	0,18	0,14		0,72	0,52
	0,09	0,14		0,77	0,62
	0,02	0,16		0,61	0,56
	0,24	0,13		0,19	0,33
	0,19	0,30		0,24	0,49
	0,21	0,22		0,28	0,46
	0,19	0,25		0,37	0,50
	0,30	0,22		0,38	0,60
	0,28	0,30		0,47	0,68
	0,34	0,45		0,57	0,74
	0,10	0,47		0,67	0,84
	0,19	0,33		0,75	0,76

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,83	0,79		0,73	0,14
	0,44	0,69		0,43	0,15
	0,62	0,65		0,36	0,18
	0,77	0,59		0,19	0,24
	0,88	0,75		0,21	0,23
	0,75	0,91		0,19	0,16
	0,87	0,86		0,25	0,17
	0,58	0,78		0,57	0,17
	0,20	0,65		0,36	0,14
	0,18	0,62		0,36	0,15
	0,87	0,55		0,20	0,15
	0,61	0,47		0,10	0,17
	0,46	0,40		0,06	0,14
	0,07	0,38		0,24	0,12
	0,36	0,32		0,39	0,19
	0,26	0,31		0,66	0,17
	0,19	0,26		0,58	0,26
	0,19	0,24		0,26	0,27
	0,19	0,19		0,19	0,19
	0,06	0,16		0,21	0,20
	0,02	0,14		0,07	0,21
	0,29	0,15		0,07	0,20
	0,19	0,18		0,37	0,18
	0,23	0,14		0,29	0,18
	0,24	0,14		0,24	0,22
	0,24	0,14		0,12	0,21
	0,25	0,17		0,18	0,17
	0,17	0,16		0,19	0,19
	0,19	0,19		0,42	0,23
	0,17	0,14		0,17	0,18
	0,31	0,13		0,22	0,12
	0,19	0,28		0,19	0,15
	0,24	0,17		0,25	0,19
	0,10	0,12		0,10	0,22
	0,38	0,14		0,40	0,19
	0,39	0,18		0,49	0,23
	0,13	0,20		0,50	0,23
	0,09	0,14		0,09	0,26
	0,21	0,15		0,24	0,26
	0,25	0,14		0,25	0,20
	0,02	0,14		0,18	0,19
	0,21	0,16		0,25	0,20

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,25	0,19		0,25	0,21
	0,14	0,29		0,24	0,16
	0,22	0,43		0,20	0,17
	0,25	0,31		0,28	0,29
	0,20	0,24		0,28	0,33
	0,30	0,16		0,10	0,21
	0,19	0,15		0,02	0,16
	0,23	0,20		0,12	0,24
	0,29	0,22		0,06	0,17
	0,11	0,33		0,17	0,19
	0,09	0,38		0,28	0,19
	0,18	0,28		0,19	0,22
	0,24	0,13		0,19	0,24
	0,20	0,14		0,25	0,21
	0,13	0,16		0,10	0,21
	0,22	0,32		0,13	0,17
	0,21	0,23		0,13	0,20
	0,40	0,38		0,07	0,16
	0,31	0,28		0,19	0,15
	0,73	0,17		0,17	0,15
	0,86	0,28		0,19	0,20
	1,09	0,55		0,11	0,23
	0,85	0,49		0,19	0,22
	0,34	0,67		0,29	0,40
	0,75	0,48		0,19	0,39
	0,56	0,38		0,25	0,23
	1,57	0,28		0,24	0,22
	1,82	0,34		0,19	0,21
	1,45	0,42		0,17	0,29
	1,64	0,46		0,25	0,34
	1,21	0,67		0,07	0,42
	0,61	0,77		0,09	0,18
	0,72	0,46		0,29	0,18
	0,72	0,26		0,19	0,31
	0,12	0,23		0,24	0,30
	0,45	0,28		0,32	0,29
	0,34	0,30		0,39	0,20
	0,19	0,32		0,19	0,15
	0,32	0,38		0,25	0,26
	0,05	0,24		0,36	0,34
	0,24	0,26		0,09	0,33
	0,20	0,24		0,18	0,37

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,20	0,53		0,23	0,33
	0,09	0,50		0,26	0,26
	0,23	0,34		0,05	0,36
	0,18	0,43		0,26	0,38
	0,30	0,47		0,18	0,41
	0,08	0,43		0,12	0,33
	0,25	0,32		0,28	0,40
	0,23	0,21		0,33	0,40
	0,23	0,28		0,97	0,20
	0,35	0,26		0,96	0,20
	0,50	0,26		1,02	0,32
	0,38	0,23		1,14	0,23
	0,06	0,22		0,45	0,30
	0,22	0,23		0,28	0,42
	0,44	0,31		0,05	0,26
	0,26	0,35		0,84	0,16
	0,05	0,31		0,38	0,26
	0,29	0,39		0,21	0,31
	0,22	0,36		0,47	0,35
	0,06	0,32		0,45	0,50
	0,16	0,37		0,35	0,42
	0,18	0,29		0,10	0,31
	0,22	0,21		0,27	0,31
	0,24	0,16		0,34	0,59
	0,36	0,29		0,61	0,64
	0,32	0,47		0,55	0,50
	0,20	0,43		0,20	0,61
	0,19	0,40		0,83	0,52
	0,05	0,25		1,17	0,76
	0,16	0,16		1,22	1,00
	0,53	0,19		1,59	0,86
	0,56	0,17		1,81	0,89
	0,51	0,16		1,27	1,17
	0,11	0,31		1,03	0,94
	0,29	0,25		1,48	0,77
	0,19	0,25		0,61	1,37
	0,06	0,18		1,27	1,19
	0,17	0,19		1,28	0,98
	0,09	0,18		0,27	0,93
	0,20	0,22		1,05	0,99
	0,20	0,20		0,68	0,99
	0,29	0,25		0,74	0,91

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,68	0,73		0,10	0,17
	0,98	0,50		0,58	0,20
	0,39	0,19		0,19	0,16
	0,07	0,21		0,14	0,15
	0,40	0,17		0,16	0,14
	0,25	0,29		0,16	0,18
	0,23	0,17		0,10	0,20
	0,32	0,19		0,23	0,16
	0,73	0,19		0,19	0,16
	0,29	0,18		0,29	0,18
	0,29	0,19		0,21	0,20
	0,09	0,23		0,17	0,31
	0,28	0,18		0,20	0,21
	0,24	0,15		0,19	0,22
	0,10	0,15		0,22	0,20
	0,66	0,19		0,32	0,23
	0,50	0,20		0,05	0,24
	0,20	0,23		0,05	0,15
	0,09	0,18		0,14	0,16
	0,53	0,14		0,11	0,13
	0,38	0,29		0,03	0,19
	0,44	0,35		0,16	0,20
	0,63	0,39		0,18	0,16
	0,37	0,42		0,24	0,18
	0,23	0,32		0,30	0,27
	0,19	0,17		0,68	0,37
	0,06	0,20		0,52	0,20
	0,23	0,15		0,17	0,25
	0,19	0,15		0,45	0,29
	0,15	0,34		0,12	0,33
	0,09	0,39		0,09	0,48
	0,13	0,28		0,30	0,42
	0,08	0,21		0,09	0,25
	0,34	0,16		0,39	0,28
	0,24	0,27		0,55	0,26
	0,04	0,14		0,45	0,32
	0,12	0,36		0,48	0,37
	0,20	0,48		0,65	0,34
	0,18	0,39		0,99	0,25
	0,03	0,19		0,83	0,29
	0,21	0,21		0,33	0,32
	0,06	0,18		0,31	0,43

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,22	0,33		1,41	1,14
	0,82	0,35		1,44	0,96
	0,74	0,82		1,15	0,88
	0,64	0,93		0,23	0,89
	1,54	0,97		0,84	0,88
	1,17	1,34		0,93	0,92
	2,03	1,50		1,11	1,11
	1,66	1,15		1,40	0,90
	0,35	0,96		1,45	0,63
	2,02	0,95		1,10	0,49
	1,69	1,08		0,95	0,51
	1,06	0,90		0,64	0,35
	0,86	0,69		0,56	0,25
	1,21	0,59		0,61	0,39
	1,08	0,45		0,91	0,42
	0,18	0,47		0,53	0,47
	0,11	0,36		0,51	0,44
	0,42	0,42		0,30	0,28
	0,40	0,42		0,27	0,34
	0,35	0,39		0,27	0,27
	0,27	0,47		0,35	0,21
	0,43	0,56		1,02	0,55
	0,89	1,11		0,48	0,68
	0,90	0,69		0,42	0,62
	0,57	0,67		2,06	0,80
	0,72	0,45		0,37	0,77
	0,17	0,55		0,42	0,50
	0,25	0,57		1,51	0,41
	0,25	0,56		0,89	0,45
	1,13	0,44		0,34	0,48
	0,48	0,58		1,23	0,54
	0,74	0,68		0,61	0,39
	0,93	0,92		0,35	0,60
	1,05	0,87		0,54	0,58
	1,94	0,94		0,84	0,53
	1,50	1,20		0,71	0,46
	2,61	1,11		0,51	0,44
	2,56	1,07		0,51	0,41
	2,10	1,15		0,14	0,30
	1,85	1,03		0,74	0,86
	1,76	1,12		0,48	1,05
	2,15	1,20		1,25	1,00

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,83	1,00		0,25	0,22
	0,76	1,02		0,09	0,22
	0,71	1,06		0,15	0,23
	0,91	1,08		0,26	0,22
	0,42	1,21		0,24	0,22
	1,91	1,41		0,34	0,22
	1,93	1,67		0,35	0,35
	1,82	1,66		0,41	0,33
	1,55	1,80		0,34	0,29
	0,54	1,69		0,27	0,26
	1,27	1,73		0,19	0,20
	1,00	1,84		0,17	0,18
	1,86	1,85		0,24	0,18
	1,36	1,64		0,17	0,19
	1,52	1,52		0,09	0,19
	0,63	1,38		0,29	0,36
	0,99	1,13		0,28	0,52
	1,06	1,03		0,11	0,37
	1,04	1,02		0,26	0,24
	0,22	0,88		0,08	0,25
	0,77	0,91		0,29	0,25
	0,80	0,73		0,24	0,22
	0,56	0,74		0,26	0,23
	0,64	0,72		0,22	0,20
	0,50	0,65		0,04	0,14
	0,54	0,58		0,26	0,16
	0,10	0,46		1,17	0,17
	0,51	0,45		0,49	0,48
	0,11	0,42		1,11	0,75
	0,42	0,42		0,85	0,84
	0,34	0,45		0,73	0,71
	0,33	0,44		0,81	0,56
	0,29	0,44		1,41	0,86
	0,41	0,41		0,37	0,68
	0,51	0,45		1,11	0,62
	0,52	0,43		0,92	0,43
	0,40	0,43		0,71	0,46
	0,42	0,38		0,48	0,36
	0,11	0,31		0,28	0,34
	0,17	0,23		0,30	0,25
	0,16	0,19		0,31	0,28
	0,51	0,23		0,13	0,25

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,32	0,32		0,07	0,40
	0,33	0,34		0,07	0,38
	0,11	0,26		0,35	0,35
	0,48	0,22		0,47	0,32
	0,92	0,43		0,31	0,26
	0,26	0,53		0,24	0,31
	0,91	0,54		0,23	0,22
	0,53	0,79		0,33	0,46
	0,25	0,80		0,37	0,39
	0,93	0,76		0,52	0,49
	0,77	0,65		0,70	0,57
	0,18	0,67		0,81	0,54
	0,20	0,58		0,72	0,50
	0,75	0,56		0,68	0,62
	0,65	0,54		0,43	0,73
	0,53	0,39		0,90	0,73
	0,58	0,39		0,48	0,53
	0,42	0,53		0,99	0,43
	0,48	0,37		0,83	0,36
	0,41	0,38		0,58	0,29
	0,39	0,28		0,84	0,39
	0,32	0,22		0,56	0,37
	0,13	0,20		0,77	0,36
	0,29	0,25		0,46	0,50
	0,22	0,22		0,16	0,48
	0,16	0,22		0,61	0,46
	0,11	0,21		0,36	0,44
	0,25	0,21		0,30	0,56
	0,06	0,20		0,54	0,99
	0,23	0,25		0,76	0,83
	0,22	0,21		1,76	0,94
	0,39	0,64		1,53	0,97
	0,43	0,50		1,45	0,67
	0,34	0,40		0,82	1,32
	0,06	0,38		1,38	0,86
	0,27	0,34		0,80	0,62
	0,06	0,35		0,69	0,48
	0,06	0,31		0,37	0,51
	0,27	0,28		0,66	0,51
	0,07	0,46		0,68	0,52
	0,30	0,36		0,46	0,40
	0,24	0,44		0,45	0,38

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,33	0,36		0,72	0,95
	0,40	0,29		1,00	0,83
	0,35	0,42		1,06	0,74
	0,34	0,54		0,61	0,92
	0,42	0,49		0,37	0,75
	0,33	0,35		0,98	0,61
	0,07	0,25		0,54	0,62
	0,64	0,26		0,51	0,67
	0,37	0,26		0,33	0,64
	0,40	0,34		0,33	1,06
	0,37	0,34		1,05	1,10
	0,21	0,31		0,54	1,46
	0,27	0,27		1,30	1,34
	0,27	0,21		1,11	1,58
	0,34	0,18		1,74	1,44
	0,44	0,29		2,02	1,36
	0,08	0,33		1,34	1,05
	0,40	0,28		1,52	1,18
	0,24	0,24		1,20	1,19
	0,27	0,25		0,84	0,93
	0,25	0,20		0,88	0,76
	0,18	0,22		1,01	0,78
	0,17	0,24		1,17	1,06
	0,88	0,64		0,83	0,88
	0,72	0,71		0,41	1,04
	0,73	0,83		1,32	0,97
	0,86	0,70		0,90	0,81
	0,91	0,91		0,38	0,87
	1,17	0,94		0,25	0,99
	1,49	1,11		0,87	0,92
	1,12	1,47		0,85	0,86
	1,90	1,71		0,87	0,70
	1,05	1,95		0,68	0,54
	2,97	1,90		0,66	0,65
	0,84	2,00		0,70	0,59
	0,39	1,70		0,73	0,66
	0,37	1,66		0,86	0,75
	0,67	1,52		1,24	0,68
	0,70	1,34		0,86	0,85
	0,57	1,32		1,15	0,79
	1,62	1,10		0,88	0,57
	1,34	1,07		0,38	0,53

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,91	0,73		0,74	0,91
	0,43	0,91		1,44	0,76
	0,99	1,26		0,37	0,76
	1,26	1,08		1,50	0,61
	1,51	1,10		1,22	1,34
	0,74	0,75		1,65	1,63
	0,23	0,72		1,95	1,40
	1,04	0,65		0,65	1,34
	0,18	0,66		0,87	1,29
	0,68	0,50		1,16	1,22
	0,53	0,47		0,43	1,10
	0,34	0,37		0,70	0,61
	0,56	0,35		0,28	0,47
	0,21	0,27		0,69	0,54
	0,35	0,32		0,57	0,62
	0,60	0,34		0,57	1,18
	0,39	0,40		0,75	0,82
	0,37	0,41		0,97	1,10
	0,11	0,38		1,26	1,19
	0,14	0,36		1,27	1,14
	0,29	0,32		1,36	1,02
	0,30	0,30		1,84	1,48
	0,38	0,29		1,32	1,32
	0,44	0,23		1,62	1,72
	1,00	0,35		0,40	2,10
	0,73	0,52		1,97	1,66
	1,32	0,83		2,24	1,88
	1,27	0,73		1,84	2,45
	0,97	0,70		2,06	2,14
	0,19	0,76		2,01	2,20
	0,24	0,35		0,52	1,83
	1,30	0,33		1,83	1,57
	0,50	0,66		1,96	1,47
	0,84	1,14		0,42	1,19
	0,22	0,95		2,14	1,03
	0,66	0,71		1,33	1,06
	0,78	0,61		1,56	1,12
	0,45	0,54		1,53	0,91
	0,28	0,43		0,52	0,72
	0,49	0,40		1,21	0,67
	0,72	0,87		1,15	0,93
	0,53	0,90		0,49	0,71

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,47	0,71		1,28	0,66
	1,17	0,54		1,04	0,71
	1,66	0,49		1,45	0,86
	2,00	0,52		0,53	1,07
	2,58	0,48		0,66	1,04
	1,72	0,83		0,50	1,13
	1,40	0,97		1,08	1,13
	1,70	1,01		1,42	1,18
	0,87	0,90		1,13	1,25
	1,45	0,82		1,72	1,28
	1,88	0,95		0,99	1,62
	0,48	1,19		1,65	2,09
	1,44	1,33		2,57	2,34
	1,86	1,40		2,43	2,74
	0,42	1,44		2,82	2,26
	1,20	1,35		2,39	2,26
	1,03	1,29		2,08	2,08
	0,27	1,36		1,38	1,90
	0,81	0,99		1,28	0,95
	0,42	0,84		1,32	1,09
	0,14	0,71		1,30	1,15
	0,57	0,60		1,48	1,15
	0,44	0,46		1,43	1,09
	0,45	0,48		1,24	1,34
	0,16	0,44		1,09	1,38
	0,16	0,61		1,13	1,39
	0,95	0,84		1,13	1,36
	1,04	0,86		1,22	1,27
	0,68	0,90		1,25	1,34
	0,46	0,89		1,00	1,24
	0,74	0,89		0,99	1,01
	0,66	0,84		0,79	1,05
	0,15	0,75		0,69	0,88
	0,17	0,68		0,73	0,93
	0,84	0,61		1,05	0,72
	0,41	0,55		0,68	0,78
	1,18	0,50		0,55	0,61
	0,78	0,54		0,15	0,46
	1,04	0,55		0,84	0,54
	1,19	0,73		0,75	0,67
	1,03	0,62		0,69	0,70
	1,15	0,82		0,80	0,76

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,74	0,74		0,69	0,60
	0,66	0,59		0,70	0,69
	0,54	0,87		0,24	0,82
	0,76	1,15		0,77	0,71
	1,43	1,13		0,30	0,56
	1,20	1,20		0,86	0,41
	1,07	0,91		0,43	0,39
	0,24	1,02		1,38	0,67
	0,97	0,87		1,18	0,78
	1,10	0,74		1,05	0,72
	0,74	0,75		0,94	0,49
	0,20	0,67		0,79	0,71
	0,72	0,67		0,24	0,87
	0,66	0,59		1,19	1,24
	0,57	0,70		1,67	1,14
	0,14	0,67		0,53	1,19
	0,16	0,56		2,11	1,21
	0,58	0,51		1,35	1,14
	0,40	0,40		1,62	1,18
	0,46	0,37		1,68	1,22
	0,07	0,29		3,03	2,52
	0,22	0,32		3,63	2,14
	0,27	0,29		2,27	1,75
	0,39	0,27		2,39	1,98
	0,08	0,27		2,10	2,03
	0,36	0,31		2,02	2,04
	0,12	0,29		0,65	1,65
	0,16	0,29		2,27	1,54
	0,32	0,36		1,39	1,39
	0,26	0,39		0,37	1,24
	0,30	0,36		1,47	1,35
	0,10	0,47		1,90	1,33
	0,66	0,91		1,96	1,25
	0,19	1,23		1,10	1,24
	0,90	1,32		1,03	1,06
	1,20	1,02		1,46	1,06
	0,76	0,81		0,21	0,98
	0,72	0,75		1,33	0,86
	0,83	0,81		0,52	0,73
	0,97	0,83		0,98	0,72
	0,83	0,76		0,81	0,60
	0,80	0,74		0,68	0,54

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,59	0,55		1,15	0,89
	0,44	0,51		0,20	0,85
	0,46	0,46		0,45	0,65
	0,20	0,38		0,53	0,60
	0,66	0,38		0,13	0,56
	0,17	0,31		0,78	0,52
	1,11	0,28		0,55	0,60
	0,32	0,32		0,93	0,64
	0,51	0,32		0,57	0,59
	0,47	0,40		0,13	0,49
	0,38	0,25		0,42	0,43
	0,10	0,27		0,91	0,38
	0,44	0,26		1,34	0,41
	0,18	0,26		2,11	1,77
	0,15	0,26		2,22	2,03
	0,29	0,24		0,87	1,83
	0,15	0,22		1,76	0,84
	0,22	0,30		0,45	0,89
	0,06	0,44		1,27	0,81
	0,22	0,41		1,29	0,84
	0,24	0,34		1,97	0,91
	0,20	0,33		2,39	0,98
	0,09	0,32		2,04	1,12
	0,07	0,27		0,55	1,51
	0,14	0,36		2,04	1,80
	0,43	0,48		1,44	1,56
	0,12	0,57		1,64	1,47
	0,51	0,56		1,80	1,62
	0,15	0,74		0,71	1,28
	1,13	0,81		1,47	1,20
	1,18	1,43		1,25	1,07
	0,85	1,70		1,57	1,03
	1,28	1,52		2,62	1,49
	1,72	1,58		1,16	1,57
	1,34	1,62		3,10	2,05
	1,34	1,60		3,10	1,65
	1,39	1,56		2,69	2,02
	1,07	1,33		2,31	2,23
	0,98	1,18		1,54	2,13
	1,02	1,17		3,58	2,54
	0,27	1,05		3,30	3,12
	0,91	1,12		2,94	3,28

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,41	3,72		0,47	0,67
	1,34	1,45		0,54	0,65
	1,29	1,21		0,37	0,60
	0,81	0,86		0,37	0,50
	0,89	0,93		0,15	0,53
	0,64	0,87		0,09	0,53
	0,43	0,76		0,42	0,45
	0,90	0,72		0,43	0,43
	1,46	0,68		0,37	0,42
	0,42	0,66		0,69	0,39
	1,18	0,66		0,68	0,34
	1,36	0,62		0,88	0,33
	0,90	0,40		0,94	0,39
	2,42	0,42		1,04	0,39
	1,96	1,82		0,31	0,37
	0,48	1,32		1,41	0,47
	1,73	1,04		0,96	0,51
	3,27	0,53		0,48	0,37
	2,11	0,41		1,08	0,34
	1,62	0,38		1,03	0,29
	0,67	0,40		0,73	0,25
	1,95	0,39		0,28	0,27
	2,62	0,35		0,23	0,25
	1,61	0,31		1,16	0,33
	0,95	0,36		1,92	0,29
	1,45	0,34		2,16	0,28
	0,78	0,50		2,43	0,28
	0,72	0,47		2,28	0,30
	0,70	0,54		1,85	0,31
	0,81	0,52		0,67	0,27
	0,15	0,51		1,41	0,27
	0,49	0,39		2,34	0,26
	0,37	0,36		1,30	0,24
	0,45	0,38		1,47	0,27
	0,54	0,36		3,93	0,28
	0,33	0,38		1,03	0,32
	0,19	0,54		2,96	0,32
	0,29	0,54		1,73	0,54
	0,12	0,64		1,89	1,08
	0,14	0,78		2,73	1,55
	0,19	0,64		1,09	1,59
	0,18	0,74		1,97	1,70

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,03	1,60		0,44	1,15
	0,71	1,45		0,43	1,23
	1,38	1,04		0,43	1,24
	0,69	0,93		0,41	1,04
	0,84	0,83		0,34	0,95
	0,62	1,01		0,26	1,35
	0,52	1,02		0,27	1,45
	0,36	1,10		0,50	1,41
	0,35	0,94		0,53	1,20
	0,40	0,71		0,53	1,01
	0,45	0,63		0,55	1,21
	0,35	0,45		0,50	1,08
	0,10	1,97		0,47	1,22
	0,45	2,41		0,43	0,90
	0,37	2,19		0,30	1,52
	0,66	1,86		0,51	1,48
	1,56	2,01		0,46	0,72
	1,56	1,86		0,44	0,43
	1,33	1,78		0,60	0,50
	1,58	1,74		0,81	0,86
	1,46	1,53		0,77	0,68
	1,57	1,52		0,65	0,66
	1,87	1,20		0,62	0,76
	1,34	0,95		0,65	0,67
	1,59	0,79		0,60	0,66
	1,81	0,75		0,47	0,69
	2,80	0,77		0,66	0,66
	0,53	0,67		0,49	0,57
	0,84	0,47		0,54	0,49
	0,40	0,61		0,52	0,47
	0,47	0,67		0,45	0,46
	0,43	0,83		0,39	0,36
	0,49	0,80		0,48	0,36
	0,50	1,06		0,50	0,72
	0,44	1,38		0,44	0,74
	0,39	1,17		0,41	0,63
	0,30	1,24		0,49	0,71
	0,33	1,48		0,57	0,46
	0,51	1,41		0,71	0,46
	0,53	1,43		0,79	0,69
	0,49	1,50		0,65	0,58
	0,47	1,44		0,70	0,74

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,53	0,71		1,14	0,99
	0,62	0,69		1,14	1,01
	0,47	0,65		1,09	0,81
	0,42	0,77		1,00	0,77
	0,48	0,59		0,98	0,81
	0,51	0,59		0,81	0,60
	0,77	0,63		0,74	0,68
	0,55	0,68		0,62	0,56
	1,02	0,84		0,77	0,54
	0,40	0,68		0,44	0,61
	0,16	0,43		0,57	1,24
	0,27	0,33		0,64	1,54
	0,31	0,27		0,87	1,33
	0,33	0,49		0,72	1,03
	0,40	0,42		0,85	1,08
	0,48	0,43		0,90	1,28
	0,50	0,44		0,84	1,44
	0,44	0,34		0,79	1,54
	0,38	0,37		0,64	1,15
	0,47	0,45		0,70	0,90
	0,69	0,46		0,70	0,83
	0,81	0,55		0,54	0,96
	1,06	1,02		0,57	0,98
	1,05	0,93		0,62	1,03
	0,69	1,07		0,47	0,98
	0,66	1,10		0,45	0,87
	0,79	0,99		0,37	0,89
	0,66	0,95		0,55	0,82
	0,61	0,92		0,44	1,10
	0,79	1,27		0,52	0,96
	0,95	1,06		0,48	1,15
	0,92	1,09		0,42	0,88
	1,10	1,01		0,47	0,87
	1,43	1,21		0,40	0,72
	1,20	1,39		0,33	0,57
	1,25	1,37		0,26	0,50
	1,33	1,28		0,33	0,54
	1,31	1,18		0,18	0,44
	1,45	1,28		0,16	0,42
	1,34	1,11		0,32	0,40
	1,32	1,08		0,14	0,53
	1,18	1,01		0,14	0,56

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,23	0,44		0,41	0,50
	0,28	0,44		0,45	0,44
	0,20	0,49		0,41	0,48
	0,31	0,47		0,30	0,41
	0,53	0,44		0,24	0,27
	1,02	0,64		0,32	0,27
	1,22	1,18		0,50	0,29
	1,36	1,15		0,35	0,61
	1,17	1,04		0,38	0,67
	1,02	0,94		0,64	0,86
	0,79	0,94		0,49	0,67
	0,80	0,93		0,44	0,46
	0,95	1,16		0,55	0,45
	1,02	1,19		0,50	0,42
	0,92	1,34		0,41	0,39
	1,02	1,79		0,58	0,43
	1,30	1,75		0,43	0,46
	1,26	1,38		0,36	0,55
	1,06	1,17		0,56	0,54
	0,94	0,48		0,52	0,62
	0,67	0,59		0,35	0,88
	0,53	0,54		0,28	0,75
	0,60	0,71		0,30	0,74
	0,50	0,50		0,41	0,62
	0,65	0,64		0,39	0,59
	0,57	0,44		0,60	0,53
	0,76	1,27		0,60	0,46
	1,18	1,31		0,50	0,50
	0,32	1,08		0,53	0,49
	0,79	0,85		0,48	0,51
	0,67	1,01		0,56	0,52
	0,85	0,80		0,43	0,37
	0,68	1,05		0,41	0,36
	0,53	0,59		0,42	0,36
	0,55	0,68		0,39	0,36
	0,47	0,74		0,53	0,50
	0,45	0,72		0,55	0,49
	0,53	0,73		0,51	0,38
	0,73	0,68		0,44	0,37
	0,83	0,61		0,38	0,39
	0,55	0,53		0,34	0,37
	0,53	0,41		0,40	0,31

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,33	0,31		0,80	1,45
	0,44	0,29		0,78	1,45
	0,51	0,34		0,63	1,51
	0,38	0,43		0,62	1,28
	0,31	0,35		0,44	0,67
	0,30	0,50		0,45	0,59
	0,28	0,36		0,43	0,62
	0,44	0,50		0,47	0,56
	0,49	0,50		0,57	0,47
	0,47	0,39		0,54	0,42
	0,34	0,50		0,39	0,57
	0,31	0,22		0,55	0,48
	0,29	0,27		0,64	0,53
	0,31	0,23		0,62	0,55
	0,28	0,21		0,64	0,46
	0,29	0,23		0,61	0,40
	0,18	0,23		0,54	0,48
	0,26	0,19		0,55	0,41
	0,49	0,50		0,15	0,51
	0,53	0,96		0,27	0,53
	0,48	1,22		0,26	0,71
	0,39	1,15		0,43	0,76
	0,44	1,25		0,40	0,57
	0,44	1,31		0,49	0,58
	0,62	1,31		0,39	0,58
	0,35	0,87		0,43	0,72
	0,40	0,79		0,35	0,77
	0,45	0,67		0,47	1,16
	0,73	0,71		0,39	1,16
	0,59	0,85		0,45	1,34
	0,47	0,88		0,53	1,37
	0,44	0,81		0,40	1,30
	0,49	0,70		0,26	0,78
	0,40	0,50		0,27	0,71
	0,61	0,70		0,33	0,53
	0,67	1,50		0,38	0,46
	0,90	1,68		0,48	0,61
	0,92	1,51		0,44	0,59
	1,13	1,39		0,34	0,50
	1,07	1,65		0,32	0,43
	1,02	1,66		0,32	0,46
	0,98	1,56		0,32	0,37

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,81	1,12		1,15	0,95
	1,22	1,28		1,05	0,88
	1,27	1,30		0,93	0,71
	1,38	1,31		0,82	0,58
	1,30	1,39		0,72	0,68
	1,24	1,40		0,82	0,81
	1,38	1,26		0,90	0,70
	1,19	1,06		0,98	0,71
	1,21	1,13		1,21	1,26
	1,07	0,96		2,05	1,35
	1,11	0,89		2,17	1,68
	0,98	1,00		1,51	1,54
	1,07	1,09		1,44	1,44
	1,14	1,18		1,33	1,23
	1,02	1,05		1,60	1,30
	0,98	0,82		1,27	1,20
	0,96	0,84		1,15	1,21
	0,94	0,73		1,02	1,15
	2,02	2,05		1,04	1,08
	2,98	2,98		1,05	1,16
	3,48	3,70		1,64	1,30
	3,24	3,92		1,86	1,52
	3,58	3,54		1,31	1,25
	3,43	3,50		0,94	1,23
	3,27	3,02		0,91	1,22
	2,96	2,51		0,96	0,91
	2,14	2,16		0,95	1,05
	1,89	1,92		0,83	0,75
	1,66	1,39		0,98	0,96
	1,60	1,46		0,83	0,92
	1,34	1,26		0,71	0,77
	1,14	1,19		0,62	0,94
	1,17	1,28		0,96	1,17
	1,12	0,98		1,24	1,07
	1,03	1,12		1,01	1,08
	1,04	1,22		0,87	1,31
	1,02	1,16		0,93	1,08
	1,13	0,72		0,72	1,02
	0,83	1,07		0,59	0,81
	0,72	0,91		0,36	0,51
	0,69	0,61		0,25	0,57
	1,11	0,63		0,34	0,64

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,30	0,56		0,45	0,54
	0,27	0,56		0,77	0,53
	0,28	0,74		0,70	0,47
	0,35	1,01		0,57	0,46
	0,39	1,29		0,53	0,62
	0,43	1,12		0,45	0,47
	0,50	1,39		0,43	0,34
	0,52	1,59		0,56	0,36
	0,55	1,49		0,83	0,37
	0,59	1,38		1,04	0,54
	0,66	1,50		1,23	0,51
	0,64	1,33		1,10	0,59
	0,69	1,38		0,97	0,82
	0,69	1,46		1,19	0,95
	0,77	1,55		1,00	0,85
	0,77	1,55		1,11	0,77
	0,85	1,35		0,96	0,70
	0,73	1,44		0,86	0,59
	0,57	1,25		1,03	0,68
	0,51	0,94		0,93	0,64
	0,48	0,89		0,94	0,67
	0,41	0,86		0,78	0,62
	0,34	0,86		0,77	0,53
	0,38	0,69		0,46	0,44
	0,52	0,72		0,46	0,60
	0,36	0,75		0,42	0,64
	0,33	0,81		0,38	0,52
	0,24	0,74		0,34	0,52
	0,21	0,63		0,37	0,53
	0,15	0,52		0,46	0,51
	0,27	0,52		0,43	0,48
	0,38	0,42		0,41	0,53
	0,53	0,44		0,43	0,48
	0,76	0,66		0,42	0,43
	1,44	1,56		0,46	0,41
	2,18	1,93		0,57	0,42
	2,83	2,24		0,64	0,34
	2,72	2,15		0,32	0,35
	0,98	0,84		0,30	0,70
	0,76	0,59		0,19	0,73
	1,08	0,55		0,29	0,56
	0,50	0,52		0,46	0,40

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,54	0,37		1,25	0,93
	0,43	0,47		1,73	1,26
	0,49	0,54		1,83	1,30
	0,34	0,55		1,74	1,04
	0,38	0,48		1,60	1,40
	0,34	0,37		1,60	1,39
	0,27	0,26		1,51	1,22
	0,38	0,21		1,31	1,13
	0,45	0,21		1,34	1,14
	0,37	0,25		1,15	1,12
	0,34	0,31		0,99	0,95
	0,30	0,34		1,15	0,73
	0,25	0,35		0,94	0,91
	0,24	0,25		1,00	1,26
	0,21	0,22		1,27	1,23
	0,17	0,18		1,15	1,23
	0,19	0,18		0,98	0,77
	0,35	0,20		0,80	0,65
	0,39	0,21		0,87	0,64
	0,32	0,25		1,32	1,27
	0,23	0,22		1,31	1,22
	0,20	0,21		1,34	1,43
	0,21	0,24		1,43	1,54
	0,19	0,26		1,53	1,53
	0,16	0,27		1,53	1,40
	0,28	0,24		1,62	1,48
	0,23	0,19		1,49	1,51
	0,18	0,17		1,53	1,39
	0,26	0,15		1,42	1,42
	0,59	0,16		1,49	1,41
	0,45	0,21		1,37	1,38
	0,59	0,55		1,51	1,55
	0,61	0,57		1,45	1,41
	0,45	0,35		0,92	0,96
	0,43	0,52		0,89	0,95
	0,41	0,57		0,79	0,81
	0,71	0,49		0,89	0,80
	0,62	0,64		0,86	0,92
	0,72	0,65		0,96	0,90
	0,99	1,29		1,04	0,90
	1,27	1,23		0,85	0,79
	1,10	0,87		0,63	0,93

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,65	1,08		0,39	0,42
	0,64	1,06		0,46	0,41
	0,49	0,89		0,41	0,39
	0,43	0,67		0,38	0,35
	0,47	0,44		0,36	0,30
	0,51	0,41		0,31	0,29
	0,33	0,52		0,28	0,34
	0,40	0,47		0,30	0,40
	0,35	0,43		0,47	0,56
	0,48	0,40		0,66	0,53
	0,68	1,53		0,47	0,44
	1,26	1,86		0,36	0,37
	1,68	1,88		0,26	0,46
	1,66	1,84		0,44	0,39
	1,54	1,42		0,40	0,36
	1,16	1,40		0,60	0,43
	1,06	1,01		0,56	0,66
	0,91	1,23		0,70	0,59
	1,00	1,39		0,62	0,43
	1,84	1,73		1,02	0,72
	1,96	1,47		1,05	0,77
	2,31	1,34		0,65	0,76
	2,07	1,22		0,64	0,72
	1,82	1,22		0,65	0,72
	1,56	1,33		0,60	0,66
	1,55	1,09		0,60	0,59
	1,35	1,22		0,57	0,50
	1,07	0,99		0,71	0,59
	1,03	0,95		0,61	0,53
	0,98	0,85		0,55	0,58
	0,92	0,80		0,50	0,53
	0,86	0,85		0,58	0,48
	0,72	0,70		0,71	0,55
	0,74	0,41		0,76	0,61
	0,51	0,37		1,03	0,72
	0,41	0,44		1,13	0,68
	0,45	0,41		1,36	0,74
	0,46	0,45		1,58	0,85
	0,52	0,49		1,53	1,31
	0,64	0,48		1,63	1,22
	0,53	0,44		1,62	1,21
	0,46	0,45		1,53	1,66

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,92	2,27		1,23	1,08
	2,07	2,32		1,96	1,92
	2,18	2,16		2,12	2,70
	2,18	2,07		2,07	2,24
	1,98	2,12		1,76	1,93
	1,91	1,83		1,99	1,86
	2,03	2,00		1,92	1,65
	2,04	1,60		1,79	1,59
	2,08	1,59		1,64	1,39
	1,87	1,79		1,45	1,45
	1,91	1,62		1,18	1,37
	1,98	1,53		1,01	0,98
	2,11	1,66		0,83	0,85
	2,01	1,65		0,97	0,85
	2,10	1,31		0,76	0,74
	1,75	1,22		0,54	0,69
	1,67	1,14		0,56	0,63
	0,98	0,96		0,48	0,41
	1,02	1,00		0,39	0,34
	1,04	0,94		0,38	0,30
	0,93	0,88		0,59	0,44
	0,97	0,72		0,51	0,46
	0,79	0,63		0,43	0,50
	0,58	0,48		0,50	0,54
	0,36	0,42		0,29	0,65
	0,37	0,38		0,49	0,80
	0,34	0,42		0,74	0,77
	0,50	0,54		0,79	0,60
	0,40	0,60		0,69	0,86
	0,45	0,48		0,52	0,74
	0,41	0,30		0,20	0,58
	0,54	0,46		0,35	0,53
	0,53	0,30		0,45	0,64
	0,48	0,44		0,35	0,59
	0,47	0,36		0,28	0,52
	0,44	0,26		0,24	0,50
	0,48	0,24		0,33	0,45
	0,40	0,33		0,50	0,42
	0,22	0,25		0,50	0,37
	0,45	0,21		0,52	0,39
	0,52	0,39		0,44	0,36
	0,68	0,57		0,30	0,34

Roccella	GSM	Registrazione	Roccella	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,48	0,34		0,27	0,24
	0,33	0,32		0,33	0,30
	0,28	0,33		0,38	0,23
	0,22	0,31		0,42	0,20
	0,24	0,26		0,51	0,25
	0,25	0,22		0,63	0,38
	0,22	0,21		0,70	0,65
	0,22	0,24		0,84	0,98
	0,21	0,34		1,30	1,74
	0,26	0,33		1,55	1,78
	0,21	0,25		1,73	1,88
	0,27	0,27		1,82	1,89
	0,27	0,19		2,08	1,98
	0,23	0,29		1,89	1,92
	0,20	0,86		2,12	2,23
	0,17	0,72		0,39	0,35
	0,66	1,00		0,34	0,24
	0,84	1,53		0,28	0,26
	1,27	1,33		0,25	0,24
	1,58	1,51		0,22	0,28
	2,02	1,49		0,27	0,31
	2,96	1,96		0,36	0,30
	3,28	2,45		0,26	0,26
	3,39	2,32		0,19	0,18
	3,21	2,39		0,16	0,17
	2,96	2,60		0,16	0,16
	2,66	2,10		0,23	0,16
	2,45	1,87		0,23	0,17
	2,35	1,53		0,30	0,24
	1,94	1,56		0,45	0,65
	1,86	1,47		0,37	0,44
	1,63	1,31		0,23	0,34
	1,72	1,16		0,23	0,34
	1,46	1,06		0,16	0,31
	1,30	0,97		0,17	0,25
	1,06	0,91		0,11	0,21
	0,70	0,75		0,20	0,21
	0,62	0,58		0,11	0,16
	0,65	0,48		0,14	0,23
	0,47	0,41		0,18	0,23
	0,37	0,31		0,09	0,35
	0,31	0,30		0,07	0,22

## ALLEGATO B\_6

**Prova: Capo Spartivento (O) e Roccella (O) → Crotone (T)**

**Valori di  $H_s$  per oltre 6500 ore di registrazione.**

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,47	0,43	0,52		0,86	1,40	1,61
	0,38	0,44	0,56		0,81	1,24	1,33
	0,39	0,39	0,46		0,76	1,10	1,18
	0,44	0,35	0,17		0,60	0,65	1,57
	0,38	0,35	0,14		0,61	0,70	0,54
	0,34	0,37	0,13		0,62	0,80	0,37
	0,30	0,30	0,23		0,65	1,01	1,50
	0,25	0,30	0,08		0,75	0,72	0,31
	0,26	0,25	0,85		0,69	0,63	0,19
	0,31	0,38	0,43		0,66	0,70	0,96
	0,34	0,41	0,87		0,68	0,56	0,78
	0,37	0,38	0,37		0,59	0,62	0,77
	0,32	0,40	0,19		0,99	0,91	0,51
	0,32	0,40	0,06		1,01	0,91	1,56
	0,29	0,24	0,57		1,96	2,37	4,33
	0,26	0,29	0,52		3,24	3,19	2,66
	0,39	0,55	1,04		2,85	3,20	2,75
	0,52	0,77	0,94		2,98	2,74	2,87
	0,51	0,77	0,75		2,83	2,59	1,06
	0,48	0,68	0,14		2,60	1,70	0,56
	0,42	0,41	0,26		2,06	1,47	3,70
	0,28	0,28	0,07		1,16	0,99	1,84
	0,27	0,33	0,31		0,89	0,86	0,91
	0,27	0,46	0,07		0,80	0,95	2,12
	0,20	0,47	0,43		0,77	0,82	1,87
	0,23	0,49	0,17		0,81	0,76	1,69
	0,27	0,39	0,28		0,73	0,62	1,87
	0,24	0,36	0,28		0,57	0,53	1,97
	0,36	0,47	0,05		0,53	0,55	0,39
	0,40	0,54	0,28		0,48	0,52	1,36
	0,47	0,55	0,26		0,54	0,41	0,61
	0,63	0,60	0,36		0,48	0,41	1,25
	0,49	0,67	0,47		0,52	0,40	0,77
	0,52	0,56	0,34		0,46	0,54	0,86
	0,78	0,99	1,92		0,44	0,48	0,50

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,20	0,25	0,48		0,38	0,49	0,46
	0,19	0,23	0,12		0,43	1,21	2,67
	0,19	0,23	0,11		1,66	1,51	2,63
	0,23	0,22	0,85		1,71	1,26	0,44
	0,16	0,25	0,74		1,24	0,78	1,02
	0,22	0,24	0,38		0,93	0,60	1,61
	0,98	1,18	0,39		0,85	0,49	1,32
	0,85	1,14	1,08		0,68	0,86	1,14
	0,88	0,81	0,97		0,56	0,69	1,12
	0,81	0,73	0,19		0,48	0,45	1,13
	0,76	0,89	1,08		0,55	0,48	1,73
	0,93	0,81	0,22		0,60	0,63	1,14
	0,94	0,82	1,50		0,54	0,49	0,38
	1,04	0,85	1,12		0,45	0,43	0,15
	1,14	1,00	0,61		0,44	0,41	0,42
	1,07	0,89	1,01		0,37	0,30	0,07
	1,08	0,98	1,24		0,41	0,30	0,17
	1,17	1,20	0,51		0,57	0,48	0,65
	1,21	1,09	1,44		0,74	0,93	1,12
	1,21	1,16	1,45		0,86	1,00	0,41
	1,20	1,29	1,22		1,54	1,13	1,59
	1,19	1,44	1,73		1,83	1,45	1,79
	1,53	1,62	1,85		1,65	1,68	2,16
	1,63	1,54	1,48		1,58	1,46	1,58
	2,01	1,93	1,71		1,45	1,59	1,43
	2,04	2,45	2,85		1,55	1,38	0,39
	1,81	2,51	1,05		1,33	1,52	2,82
	1,73	2,07	2,05		1,34	1,62	2,31
	1,69	2,50	2,84		1,46	1,97	2,14
	1,73	1,68	2,92		2,35	2,26	2,31
	1,66	1,69	1,88		2,52	2,70	2,99
	1,88	1,78	1,97		2,15	2,41	2,51
	1,55	1,65	2,12		1,94	1,86	2,84
	1,48	1,32	1,67		1,74	1,81	1,82
	1,14	0,96	0,32		1,40	1,41	2,17
	0,99	0,72	1,66		1,23	1,17	1,58
	0,54	0,60	0,97		1,04	0,98	1,56
	0,45	0,55	1,08		0,99	0,82	1,33
	0,54	0,54	0,73		0,88	0,77	1,41
	0,56	0,41	0,75		0,89	0,79	1,03

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]			Hs [m]	Hs [m]	
	0,20	0,25	0,48		0,38	0,49	0,46
	0,19	0,23	0,12		0,43	1,21	2,67
	0,19	0,23	0,11		1,66	1,51	2,63
	0,23	0,22	0,85		1,71	1,26	0,44
	0,16	0,25	0,74		1,24	0,78	1,02
	0,22	0,24	0,38		0,93	0,60	1,61
	0,98	1,18	0,39		0,85	0,49	1,32
	0,85	1,14	1,08		0,68	0,86	1,14
	0,88	0,81	0,97		0,56	0,69	1,12
	0,81	0,73	0,19		0,48	0,45	1,13
	0,76	0,89	1,08		0,55	0,48	1,73
	0,93	0,81	0,22		0,60	0,63	1,14
	0,94	0,82	1,50		0,54	0,49	0,38
	1,04	0,85	1,12		0,45	0,43	0,15
	1,14	1,00	0,61		0,44	0,41	0,42
	1,07	0,89	1,01		0,37	0,30	0,07
	1,08	0,98	1,24		0,41	0,30	0,17
	1,17	1,20	0,51		0,57	0,48	0,65
	1,21	1,09	1,44		0,74	0,93	1,12
	1,21	1,16	1,45		0,86	1,00	0,41
	1,20	1,29	1,22		1,54	1,13	1,59
	1,19	1,44	1,73		1,83	1,45	1,79
	1,53	1,62	1,85		1,65	1,68	2,16
	1,63	1,54	1,48		1,58	1,46	1,58
	2,01	1,93	1,71		1,45	1,59	1,43
	2,04	2,45	2,85		1,55	1,38	0,39
	1,81	2,51	1,05		1,33	1,52	2,82
	1,73	2,07	2,05		1,34	1,62	2,31
	1,69	2,50	2,84		1,46	1,97	2,14
	1,73	1,68	2,92		2,35	2,26	2,31
	1,66	1,69	1,88		2,52	2,70	2,99
	1,88	1,78	1,97		2,15	2,41	2,51
	1,55	1,65	2,12		1,94	1,86	2,84
	1,48	1,32	1,67		1,74	1,81	1,82
	1,14	0,96	0,32		1,40	1,41	2,17
	0,99	0,72	1,66		1,23	1,17	1,58
	0,54	0,60	0,97		1,04	0,98	1,56
	0,45	0,55	1,08		0,99	0,82	1,33
	0,54	0,54	0,73		0,88	0,77	1,41
	0,56	0,41	0,75		0,89	0,79	1,03

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,62	0,49		1,28	0,86	0,30	
	0,45	0,40		0,87	0,76	0,57	
	0,39	0,33		0,70	0,66	0,17	
	0,33	0,27		0,62	0,65	0,83	
	0,29	0,38		0,53	0,53	0,83	
	0,26	0,41		0,50	0,32	0,36	
	0,61	0,31		0,29	0,29	0,36	
	0,38	0,24		0,26	0,25	0,36	
	0,24	0,39		0,27	0,24	0,25	
	0,28	0,40		0,33	0,28	0,29	
	0,32	0,45		0,35	0,28	0,30	
	0,28	0,43		0,51	0,63	0,41	
	0,34	0,71		0,55	0,53	0,37	
	0,43	0,88		0,47	0,48	0,38	
	0,44	0,65		0,49	0,48	0,55	
	0,52	1,05		0,50	0,43	0,73	
	0,73	0,88		0,65	0,55	1,13	
	0,74	0,81		0,82	0,68	0,55	
	0,65	0,73		1,50	1,12	1,97	
	0,67	0,83		1,55	1,44	1,27	
	0,61	0,55		1,59	1,48	1,14	
	0,50	0,40		1,38	1,51	1,56	
	0,51	0,33		1,47	1,47	0,95	
	0,47	0,39		1,39	1,54	0,59	
	0,61	0,58		1,29	1,43	1,31	
	0,92	0,98		1,27	1,27	0,82	
	1,14	0,98		1,26	1,28	1,38	
	1,16	0,95		1,16	1,12	0,56	
	1,13	0,79		1,27	0,95	0,85	
	1,18	0,95		1,32	1,02	0,29	
	1,38	1,31		1,23	1,06	1,26	
	1,30	1,50		1,10	0,94	0,27	
	1,93	1,73		1,12	1,00	1,21	
	2,29	1,83		1,13	0,95	0,26	
	2,65	2,21		0,76	0,72	0,15	
	3,00	2,13		0,69	0,56	0,18	
	2,31	2,13		0,57	0,52	0,15	
	2,03	1,85		0,49	0,54	0,10	
	1,83	1,73		0,46	0,49	0,22	
	1,62	1,61		0,38	0,35	0,48	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,30	0,29		0,41	0,49			
	0,32	0,35		0,33	0,57			
	0,39	0,23		0,34	0,53			
	0,33	0,29		0,37	0,58			
	0,32	0,30		0,43	0,64			
	0,32	0,24		0,43	0,57			
	0,21	0,16		0,36	0,35			
	0,20	0,17		0,31	0,38			
	0,27	0,18		0,31	0,33			
	0,22	0,23		0,32	0,33			
	0,19	0,21		0,28	0,35			
	0,23	0,23		0,26	0,50			
	0,25	0,38		0,30	0,44			
	0,49	0,33		0,38	0,42			
	0,36	0,60		0,46	0,43			
	0,61	1,00		0,43	0,47			
	0,96	1,36		0,28	0,49			
	1,17	1,20		0,26	0,62			
	1,20	1,19		0,46	0,46			
	0,93	1,12		0,39	0,35			
	0,62	0,72		0,39	0,30			
	0,54	0,69		0,23	0,26			
	0,53	0,58		0,21	0,24			
	0,51	0,56		0,20	0,39			
	0,42	0,54		0,30	0,33			
	0,36	0,51		0,30	0,29			
	0,33	0,51		0,23	0,20			
	0,36	0,45		0,19	0,16			
	0,30	0,32		0,21	0,17			
	0,30	0,30		0,18	0,17			
	0,29	0,26		0,16	0,39			
	0,30	0,40		0,35	0,64			
	0,25	0,36		0,56	0,50			
	0,30	0,35		0,53	0,34			
	0,32	0,25		0,32	0,21			
	0,27	0,23		0,27	0,23			
	0,21	0,23		0,25	0,20			
	0,26	0,26		0,29	0,29			
	0,24	0,24		0,40	0,43			
	0,29	0,39		0,36	0,33			

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,18	0,13		0,21	0,14	0,18	
	0,18	0,15		0,20	0,14	0,09	
	0,19	0,17		0,15	0,16	0,02	
	0,23	0,17		0,19	0,13	0,24	
	0,30	0,17		0,18	0,30	0,19	
	0,33	0,23		0,15	0,22	0,21	
	0,29	0,26		0,16	0,25	0,19	
	0,32	0,25		0,22	0,22	0,30	
	0,30	0,21		0,22	0,30	0,28	
	0,33	0,26		0,26	0,46	0,34	
	0,29	0,22		0,24	0,48	0,10	
	0,24	0,22		0,23	0,33	0,19	
	0,24	0,20		0,19	0,33	0,34	
	0,22	0,17		0,24	0,26	0,08	
	0,22	0,17		0,33	0,19	0,10	
	0,19	0,16		0,29	0,31	0,07	
	0,19	0,15		0,28	0,42	0,56	
	0,18	0,16		0,25	0,45	0,42	
	0,23	0,15		0,38	0,42	0,21	
	0,18	0,23		0,42	0,40	0,62	
	0,16	0,18		0,46	0,28	0,30	
	0,20	0,15		0,47	0,36	1,83	
	0,17	0,15		0,43	0,40	1,28	
	0,13	0,14		0,63	0,42	1,18	
	0,11	0,15		0,51	0,30	1,46	
	0,18	0,12		0,45	0,47	0,93	
	0,14	0,14		0,67	0,52	1,10	
	0,12	0,11		0,50	0,31	0,74	
	0,16	0,12		0,43	0,25	0,94	
	0,34	0,32		0,36	0,32	0,41	
	0,36	0,25		0,46	0,39	1,35	
	0,38	0,24		0,44	0,26	0,27	
	0,36	0,29		0,43	0,37	1,10	
	0,37	0,27		0,32	0,48	0,37	
	0,33	0,28		0,36	0,45	0,38	
	0,29	0,23		0,48	0,36	0,22	
	0,34	0,21		0,43	0,38	0,08	
	0,34	0,23		0,50	0,48	0,62	
	0,30	0,25		0,54	0,57	0,15	
	0,26	0,24		0,89	0,70	0,25	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]			Hs [m]	Hs [m]	
	0,64	0,53	0,72		0,16	0,13	0,31
	0,69	0,63	0,76		0,13	0,28	0,19
	0,72	0,57	0,60		0,16	0,17	0,24
	0,55	0,33	0,19		0,19	0,12	0,10
	0,62	0,50	0,24		0,22	0,14	0,38
	0,62	0,47	0,28		0,18	0,18	0,39
	0,57	0,51	0,37		0,20	0,20	0,13
	0,68	0,61	0,38		0,21	0,14	0,09
	0,77	0,69	0,47		0,14	0,15	0,21
	0,73	0,75	0,57		0,13	0,14	0,25
	0,83	0,85	0,67		0,11	0,14	0,02
	0,81	0,77	0,75		0,14	0,16	0,21
	0,78	0,80	0,82		0,14	0,14	0,72
	0,78	0,70	0,44		0,27	0,15	0,43
	0,79	0,66	0,62		0,16	0,18	0,36
	0,73	0,60	0,77		0,18	0,24	0,19
	0,77	0,76	0,86		0,14	0,23	0,21
	0,88	0,92	0,74		0,18	0,16	0,19
	0,99	0,87	0,85		0,18	0,17	0,25
	0,89	0,79	0,57		0,16	0,17	0,56
	0,80	0,66	0,19		0,18	0,14	0,36
	0,65	0,63	0,18		0,21	0,15	0,36
	0,57	0,56	0,85		0,15	0,15	0,20
	0,59	0,48	0,60		0,11	0,17	0,10
	0,43	0,41	0,46		0,13	0,14	0,06
	0,33	0,39	0,07		0,18	0,12	0,24
	0,35	0,32	0,36		0,16	0,19	0,39
	0,29	0,31	0,26		0,22	0,17	0,65
	0,27	0,26	0,19		0,14	0,26	0,57
	0,25	0,24	0,19		0,21	0,27	0,26
	0,19	0,19	0,19		0,15	0,19	0,19
	0,16	0,16	0,06		0,14	0,20	0,21
	0,15	0,14	0,02		0,13	0,21	0,07
	0,16	0,15	0,28		0,15	0,20	0,07
	0,12	0,18	0,19		0,17	0,18	0,37
	0,12	0,14	0,23		0,15	0,18	0,29
	0,20	0,14	0,24		0,20	0,22	0,24
	0,16	0,14	0,24		0,12	0,21	0,12
	0,13	0,17	0,25		0,21	0,17	0,18
	0,16	0,16	0,17		0,26	0,19	0,19

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,18	0,12		0,47	0,68	1,21	
	0,17	0,15		0,45	0,78	0,60	
	0,17	0,19		0,51	0,47	0,72	
	0,16	0,22		0,26	0,26	0,71	
	0,18	0,19		0,32	0,23	0,12	
	0,21	0,23		0,30	0,28	0,45	
	0,15	0,23		0,33	0,30	0,34	
	0,16	0,26		0,31	0,32	0,19	
	0,20	0,26		0,27	0,39	0,32	
	0,16	0,20		0,31	0,24	0,05	
	0,19	0,19		0,28	0,26	0,24	
	0,21	0,20		0,23	0,24	0,20	
	0,16	0,19		0,23	0,21	0,25	
	0,21	0,29		0,20	0,16	0,24	
	0,18	0,44		0,20	0,17	0,20	
	0,19	0,31		0,24	0,29	0,28	
	0,19	0,24		0,25	0,33	0,28	
	0,15	0,16		0,18	0,21	0,10	
	0,14	0,15		0,20	0,16	0,02	
	0,17	0,20		0,21	0,24	0,12	
	0,21	0,22		0,21	0,17	0,06	
	0,22	0,33		0,21	0,19	0,17	
	0,14	0,39		0,24	0,19	0,28	
	0,20	0,28		0,26	0,22	0,19	
	0,15	0,13		0,34	0,24	0,19	
	0,15	0,14		0,26	0,21	0,25	
	0,13	0,16		0,20	0,21	0,10	
	0,16	0,32		0,21	0,17	0,13	
	0,17	0,23		0,13	0,20	0,13	
	0,32	0,39		0,12	0,16	0,07	
	0,22	0,28		0,16	0,15	0,19	
	0,21	0,17		0,21	0,15	0,17	
	0,25	0,28		0,15	0,20	0,18	
	0,27	0,55		0,13	0,23	0,11	
	0,36	0,50		0,19	0,22	0,19	
	0,53	0,68		0,12	0,41	0,28	
	0,53	0,49		0,13	0,39	0,19	
	0,39	0,39		0,13	0,23	0,25	
	0,26	0,28		0,20	0,22	0,24	
	0,20	0,34		0,20	0,21	0,19	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]			Hs [m]	Hs [m]	
	0,14	0,43	0,07		0,19	0,19	0,53
	0,19	0,18	0,09		0,21	0,17	0,56
	0,18	0,18	0,28		0,26	0,16	0,51
	0,18	0,31	0,19		0,28	0,31	0,11
	0,17	0,30	0,24		0,25	0,25	0,29
	0,16	0,29	0,32		0,25	0,25	0,19
	0,15	0,20	0,39		0,26	0,18	0,06
	0,41	0,15	0,19		0,18	0,19	0,17
	0,24	0,26	0,25		0,17	0,18	0,09
	0,24	0,34	0,36		0,20	0,22	0,20
	0,28	0,33	0,09		0,27	0,20	0,20
	0,29	0,38	0,18		0,24	0,25	0,28
	0,25	0,54	0,20		0,24	0,33	0,23
	0,23	0,51	0,09		0,32	0,26	0,26
	0,26	0,34	0,23		0,26	0,36	0,05
	0,40	0,43	0,18		0,25	0,39	0,26
	0,46	0,48	0,30		0,20	0,42	0,18
	0,12	0,43	0,08		0,31	0,33	0,12
	0,14	0,32	0,25		0,35	0,41	0,28
	0,13	0,21	0,23		0,43	0,41	0,33
	0,21	0,28	0,23		0,27	0,20	0,97
	0,23	0,26	0,35		0,24	0,20	0,96
	0,29	0,26	0,49		0,27	0,32	1,02
	0,21	0,23	0,38		0,24	0,23	1,13
	0,17	0,22	0,06		0,28	0,30	0,45
	0,21	0,23	0,22		0,31	0,43	0,28
	0,17	0,31	0,44		0,32	0,26	0,05
	0,19	0,35	0,26		0,21	0,16	0,84
	0,29	0,31	0,05		0,20	0,26	0,38
	0,50	0,40	0,29		0,24	0,31	0,21
	0,42	0,36	0,22		0,25	0,35	0,46
	0,42	0,32	0,06		0,34	0,51	0,45
	0,23	0,38	0,16		0,37	0,43	0,35
	0,36	0,29	0,18		0,34	0,31	0,10
	0,34	0,21	0,22		0,40	0,31	0,27
	0,33	0,16	0,24		0,68	0,60	0,34
	0,23	0,29	0,35		0,83	0,65	0,61
	0,30	0,48	0,32		0,68	0,51	0,55
	0,34	0,44	0,20		0,70	0,62	0,20
	0,26	0,40	0,19		0,74	0,53	0,83

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,22	0,87		0,40	0,40	0,09	
	1,49	0,90		0,21	0,28	0,13	
	1,22	1,19		0,20	0,21	0,08	
	0,99	0,95		0,20	0,16	0,34	
	1,04	0,78		0,21	0,27	0,24	
	0,95	1,39		0,22	0,14	0,04	
	1,37	1,21		0,23	0,36	0,12	
	1,63	0,99		0,21	0,49	0,20	
	1,29	0,94		0,27	0,40	0,18	
	1,25	1,00		0,19	0,19	0,03	
	1,18	1,00		0,16	0,21	0,21	
	1,18	0,92		0,21	0,18	0,06	
	1,10	0,74		0,17	0,17	0,10	
	0,74	0,51		0,15	0,20	0,57	
	0,25	0,19		0,18	0,16	0,19	
	0,18	0,21		0,20	0,15	0,14	
	0,19	0,17		0,21	0,14	0,16	
	0,15	0,29		0,15	0,18	0,16	
	0,48	0,17		0,20	0,20	0,10	
	0,34	0,19		0,19	0,16	0,23	
	0,19	0,19		0,19	0,16	0,19	
	0,22	0,18		0,26	0,18	0,28	
	0,17	0,19		0,25	0,20	0,21	
	0,15	0,23		0,19	0,31	0,17	
	0,24	0,18		0,18	0,21	0,20	
	0,17	0,15		0,23	0,22	0,18	
	0,28	0,15		0,29	0,20	0,22	
	0,35	0,19		0,23	0,23	0,32	
	0,22	0,20		0,20	0,24	0,05	
	0,21	0,23		0,20	0,15	0,05	
	0,15	0,18		0,15	0,16	0,14	
	0,23	0,14		0,17	0,13	0,11	
	0,20	0,29		0,13	0,19	0,03	
	0,40	0,35		0,17	0,20	0,16	
	0,40	0,40		0,17	0,16	0,18	
	0,39	0,42		0,15	0,18	0,24	
	0,37	0,32		0,22	0,27	0,30	
	0,29	0,17		0,42	0,37	0,68	
	0,23	0,20		0,42	0,20	0,52	
	0,23	0,15		0,45	0,25	0,17	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,47	0,49	0,09		0,59	0,58	0,47	
	0,25	0,43	0,30		0,68	0,68	0,74	
	0,39	0,25	0,09		0,71	0,93	0,93	
	0,32	0,28	0,39		0,93	0,88	1,05	
	0,30	0,26	0,55		1,33	0,95	1,91	
	0,31	0,32	0,45		1,31	1,22	1,48	
	0,28	0,38	0,48		0,82	1,13	2,57	
	0,22	0,34	0,64		0,85	1,08	2,53	
	0,24	0,25	0,98		0,96	1,17	2,08	
	0,31	0,29	0,82		1,05	1,04	1,83	
	0,34	0,32	0,33		1,05	1,14	1,76	
	0,41	0,44	0,31		0,93	1,22	2,13	
	0,33	0,33	1,20		0,91	1,16	1,41	
	0,35	0,35	0,82		0,81	0,97	1,44	
	0,38	0,83	0,73		0,80	0,89	1,13	
	1,31	0,94	0,64		0,82	0,90	0,23	
	1,00	0,98	1,52		0,95	0,88	0,84	
	1,37	1,36	1,15		1,05	0,93	0,93	
	1,82	1,52	2,00		0,86	1,13	1,09	
	1,34	1,17	1,66		1,37	0,91	1,38	
	0,94	0,97	0,35		0,79	0,64	1,43	
	0,87	0,96	2,02		0,77	0,50	1,09	
	0,91	1,09	1,67		0,54	0,52	0,95	
	1,06	0,91	1,06		0,34	0,35	0,64	
	0,89	0,70	0,85		0,41	0,25	0,56	
	0,81	0,60	1,20		0,77	0,40	0,61	
	0,58	0,46	1,06		0,56	0,43	0,90	
	0,59	0,48	0,18		0,59	0,48	0,53	
	0,49	0,36	0,11		0,37	0,45	0,51	
	0,44	0,43	0,42		0,41	0,28	0,30	
	0,64	0,43	0,40		0,31	0,34	0,27	
	0,64	0,39	0,35		0,23	0,27	0,27	
	0,67	0,48	0,26		0,28	0,21	0,35	
	0,84	0,57	0,43		0,33	0,56	1,02	
	0,77	1,13	0,89		0,52	0,69	0,48	
	0,70	0,70	0,90		0,72	0,63	0,42	
	0,52	0,68	0,56		0,79	0,81	2,06	
	0,51	0,46	0,71		0,95	0,78	0,37	
	0,41	0,56	0,17		0,83	0,51	0,41	
	0,55	0,58	0,25		0,81	0,41	1,51	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,59	0,55		0,60	0,46	0,34	
	0,59	0,40		0,67	0,45	0,33	
	0,39	0,61		0,49	0,45	0,29	
	0,51	0,59		0,48	0,42	0,41	
	0,63	0,54		0,46	0,46	0,50	
	0,73	0,47		0,52	0,44	0,52	
	0,53	0,45		0,53	0,44	0,40	
	0,58	0,42		0,42	0,39	0,41	
	0,51	0,30		0,29	0,31	0,10	
	0,61	0,87		0,22	0,23	0,17	
	0,96	1,06		0,22	0,19	0,15	
	1,22	1,01		0,30	0,23	0,51	
	0,88	1,01		0,21	0,22	0,25	
	0,87	1,03		0,21	0,22	0,09	
	0,86	1,07		0,27	0,23	0,15	
	1,24	1,09		0,30	0,22	0,26	
	1,38	1,23		0,26	0,22	0,24	
	1,25	1,43		0,27	0,22	0,34	
	1,68	1,69		0,31	0,35	0,35	
	1,63	1,68		0,32	0,33	0,41	
	1,78	1,82		0,35	0,29	0,34	
	1,91	1,71		0,32	0,26	0,27	
	1,91	1,75		0,26	0,20	0,19	
	2,02	1,87		0,22	0,18	0,17	
	1,81	1,88		0,25	0,18	0,23	
	1,63	1,66		0,20	0,19	0,17	
	1,44	1,54		0,29	0,19	0,09	
	1,24	1,40		0,39	0,36	0,29	
	1,25	1,15		0,43	0,53	0,28	
	1,14	1,04		0,32	0,38	0,11	
	0,85	1,03		0,28	0,24	0,26	
	0,90	0,89		0,22	0,25	0,08	
	0,89	0,92		0,19	0,25	0,28	
	0,75	0,74		0,19	0,22	0,24	
	0,84	0,75		0,17	0,23	0,26	
	0,62	0,73		0,15	0,20	0,22	
	0,57	0,66		0,14	0,14	0,04	
	0,63	0,59		0,15	0,16	0,25	
	0,56	0,47		0,14	0,17	1,17	
	0,61	0,46		0,32	0,49	0,49	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,67	0,72	0,72		0,31	0,21	0,22	
	0,56	0,57	0,81		0,36	0,65	0,39	
	0,64	0,87	1,41		0,32	0,51	0,43	
	0,74	0,69	0,37		0,35	0,41	0,34	
	0,73	0,63	1,11		0,35	0,39	0,06	
	0,63	0,44	0,92		0,32	0,34	0,27	
	0,57	0,47	0,71		0,32	0,35	0,06	
	0,44	0,36	0,48		0,25	0,31	0,06	
	0,40	0,34	0,28		0,24	0,28	0,27	
	0,29	0,25	0,30		0,27	0,47	0,07	
	0,29	0,28	0,31		0,27	0,36	0,30	
	0,31	0,25	0,13		0,28	0,44	0,24	
	0,30	0,32	0,32		0,28	0,40	0,07	
	0,29	0,34	0,33		0,30	0,38	0,07	
	0,30	0,26	0,10		0,27	0,35	0,35	
	0,25	0,22	0,48		0,26	0,32	0,46	
	0,44	0,44	0,92		0,26	0,26	0,31	
	0,63	0,54	0,25		0,25	0,31	0,24	
	0,74	0,55	0,90		0,34	0,22	0,23	
	0,80	0,80	0,52		0,40	0,47	0,33	
	0,73	0,81	0,25		0,42	0,40	0,37	
	0,62	0,77	0,91		0,45	0,50	0,52	
	0,64	0,66	0,77		0,52	0,58	0,70	
	0,70	0,68	0,18		0,46	0,55	0,81	
	0,74	0,59	0,20		0,43	0,51	0,72	
	0,57	0,57	0,75		0,49	0,63	0,68	
	0,44	0,55	0,65		0,62	0,74	0,42	
	0,42	0,40	0,53		0,54	0,74	0,90	
	0,37	0,40	0,57		0,55	0,54	0,48	
	0,35	0,54	0,42		0,43	0,44	0,99	
	0,35	0,37	0,48		0,50	0,36	0,83	
	0,34	0,38	0,41		0,39	0,29	0,58	
	0,24	0,28	0,38		0,41	0,39	0,83	
	0,24	0,22	0,32		0,42	0,38	0,56	
	0,23	0,20	0,13		0,39	0,36	0,76	
	0,23	0,25	0,29		0,42	0,51	0,46	
	0,23	0,22	0,22		0,50	0,49	0,15	
	0,26	0,22	0,16		0,55	0,47	0,61	
	0,24	0,21	0,11		0,49	0,45	0,36	
	0,19	0,21	0,25		0,89	0,57	0,30	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,95	0,95		1,45	1,49	1,11	
	0,91	0,98		1,90	1,73	1,90	
	0,64	0,68		1,90	1,98	1,04	
	0,62	1,34		1,83	1,93	2,93	
	0,91	0,87		1,77	2,03	0,84	
	0,71	0,63		1,46	1,72	0,39	
	0,55	0,49		1,35	1,68	0,37	
	0,64	0,52		1,22	1,54	0,66	
	0,65	0,52		1,20	1,36	0,69	
	0,60	0,53		1,21	1,34	0,56	
	0,36	0,40		1,12	1,12	1,60	
	0,39	0,39		0,93	1,08	1,34	
	0,37	0,36		0,88	0,96	0,72	
	0,31	0,29		0,78	0,84	0,98	
	0,35	0,43		0,71	0,75	1,06	
	0,35	0,55		0,68	0,93	0,60	
	0,34	0,50		0,63	0,76	0,36	
	0,32	0,35		0,58	0,62	0,97	
	0,25	0,25		0,61	0,63	0,54	
	0,24	0,26		0,83	0,68	0,50	
	0,32	0,26		1,35	0,65	0,32	
	0,33	0,34		1,19	1,07	0,32	
	0,37	0,34		1,20	1,12	1,05	
	0,32	0,31		1,39	1,48	0,54	
	0,29	0,27		1,34	1,36	1,29	
	0,27	0,21		1,88	1,60	1,11	
	0,27	0,18		1,33	1,46	1,71	
	0,39	0,29		1,11	1,38	1,99	
	0,38	0,33		0,99	1,06	1,34	
	0,33	0,28		1,04	1,20	1,52	
	0,28	0,24		1,01	1,21	1,18	
	0,32	0,25		0,83	0,94	0,82	
	0,36	0,20		0,80	0,77	0,88	
	0,31	0,22		0,93	0,79	1,01	
	0,29	0,24		0,93	1,07	1,17	
	0,45	0,65		1,02	0,89	0,83	
	0,58	0,72		0,97	1,05	0,41	
	0,76	0,84		0,92	0,98	1,32	
	0,76	0,71		0,74	0,82	0,90	
	0,92	0,92		0,88	0,88	0,38	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,78	0,87		0,48	0,35			
	0,72	0,71		0,49	0,33			
	0,50	0,55		0,57	0,67			
	0,52	0,66		0,78	1,16			
	0,44	0,60		0,98	0,96			
	0,51	0,67		0,79	0,72			
	0,48	0,76		0,59	0,62			
	0,50	0,69		0,56	0,55			
	0,53	0,86		0,52	0,44			
	0,68	0,80		0,83	0,41			
	0,52	0,58		1,05	0,88			
	0,59	0,54		0,88	0,91			
	0,70	0,74		0,67	0,92			
	0,76	0,92		0,76	0,77			
	1,00	1,28		0,73	0,77			
	1,14	1,09		0,98	0,62			
	0,97	1,12		1,47	1,36			
	0,67	0,76		1,24	1,65			
	0,59	0,73		1,29	1,42			
	0,61	0,66		1,58	1,36			
	0,54	0,67		1,38	1,31			
	0,53	0,51		1,24	1,24			
	0,62	0,47		0,83	1,12			
	0,48	0,38		0,67	0,62			
	0,44	0,35		0,52	0,48			
	0,43	0,27		0,60	0,55			
	0,31	0,32		0,81	0,63			
	0,32	0,34		0,75	1,20			
	0,31	0,40		0,91	0,83			
	0,48	0,41		1,08	1,12			
	0,40	0,39		1,01	1,21			
	0,36	0,36		0,90	1,16			
	0,33	0,32		0,80	1,03			
	0,30	0,30		1,13	1,50			
	0,25	0,29		1,40	1,34			
	0,26	0,23		2,01	1,74			
	0,24	0,35		1,69	2,13			
	0,45	0,53		1,72	1,68			
	0,46	0,84		2,14	1,91			
	0,44	0,74		2,10	2,48			

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,65	1,86	0,51		0,76	0,90	0,73
	1,65	1,59	1,81		0,79	0,85	0,65
	1,53	1,49	1,96		0,68	0,76	0,15
	1,35	1,21	0,42		0,63	0,69	0,17
	1,18	1,04	2,11		0,63	0,62	0,84
	1,18	1,07	1,33		0,56	0,56	0,41
	1,10	1,14	1,54		0,58	0,51	1,18
	0,90	0,92	1,51		0,48	0,55	0,77
	0,79	0,73	0,52		0,60	0,56	1,02
	0,54	0,68	1,21		0,55	0,74	1,20
	0,81	0,94	1,13		0,83	0,63	1,03
	0,83	0,72	0,48		0,96	0,83	1,15
	0,75	0,72	0,48		1,16	0,67	1,28
	0,72	0,55	1,17		0,79	0,72	1,02
	0,68	0,50	1,64		0,86	0,87	1,43
	0,63	0,53	1,98		1,09	1,08	0,52
	0,60	0,49	2,55		1,32	1,05	0,66
	0,67	0,84	1,72		1,23	1,15	0,49
	1,17	0,98	1,38		1,30	1,15	1,06
	1,23	1,02	1,68		1,37	1,20	1,43
	1,60	0,91	0,86		1,28	1,27	1,13
	1,27	0,83	1,43		1,57	1,30	1,70
	1,15	0,96	1,86		1,83	1,64	0,99
	1,06	1,21	0,48		2,07	2,12	1,63
	1,08	1,35	1,42		2,27	2,37	2,53
	1,44	1,42	1,86		2,10	2,78	2,39
	1,30	1,46	0,41		2,13	2,29	2,82
	1,23	1,37	1,20		1,86	2,29	2,36
	1,05	1,31	1,02		1,81	2,11	2,08
	1,12	1,38	0,27		1,79	1,93	1,36
	0,90	1,00	0,81		0,96	0,96	1,28
	0,87	0,85	0,42		1,01	1,10	1,32
	0,67	0,72	0,14		1,26	1,17	1,30
	0,57	0,61	0,57		1,42	1,17	1,46
	0,48	0,47	0,44		1,34	1,10	1,41
	0,48	0,49	0,45		1,21	1,36	1,24
	0,44	0,45	0,16		1,24	1,40	1,09
	0,86	0,62	0,16		1,10	1,41	1,13
	0,98	0,85	0,95		1,25	1,38	1,13
	0,86	0,87	1,04		1,20	1,29	1,22

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,45	1,02	0,99		0,55	0,36	0,30	
	1,21	1,06	0,79		0,81	0,48	0,10	
	1,04	0,89	0,68		1,28	0,92	0,66	
	0,94	0,94	0,73		1,42	1,25	0,19	
	0,88	0,73	1,04		1,31	1,34	0,89	
	0,84	0,79	0,68		0,97	1,03	1,19	
	0,73	0,62	0,55		0,89	0,82	0,76	
	0,73	0,47	0,15		0,94	0,76	0,72	
	0,74	0,55	0,84		0,95	0,82	0,83	
	0,80	0,68	0,74		0,87	0,84	0,96	
	0,95	0,71	0,69		0,85	0,77	0,83	
	0,79	0,77	0,80		0,82	0,75	0,80	
	0,77	0,75	0,74		0,81	0,61	0,68	
	0,88	0,60	0,66		0,75	0,70	0,69	
	1,15	0,88	0,54		0,86	0,83	0,24	
	1,40	1,17	0,75		0,80	0,72	0,77	
	1,36	1,15	1,41		0,59	0,57	0,30	
	1,43	1,22	1,19		0,56	0,42	0,86	
	1,24	0,92	1,07		0,47	0,40	0,43	
	1,27	1,03	0,24		0,54	0,68	1,36	
	1,10	0,88	0,96		0,52	0,79	1,16	
	0,99	0,75	1,09		0,48	0,73	1,03	
	0,91	0,76	0,73		0,50	0,50	0,94	
	0,67	0,68	0,20		0,87	0,72	0,78	
	0,78	0,68	0,72		0,92	0,88	0,24	
	0,70	0,60	0,66		1,06	1,26	1,17	
	0,72	0,71	0,57		1,24	1,16	1,64	
	0,67	0,68	0,14		1,24	1,21	0,52	
	0,53	0,57	0,16		1,03	1,23	2,08	
	0,57	0,52	0,58		1,03	1,16	1,33	
	0,43	0,41	0,40		1,10	1,20	1,62	
	0,32	0,38	0,46		1,24	1,24	1,65	
	0,33	0,29	0,07		2,24	2,55	3,03	
	0,34	0,32	0,21		1,72	2,17	3,58	
	0,34	0,29	0,27		2,23	1,77	2,24	
	0,32	0,27	0,39		2,33	2,01	2,36	
	0,40	0,27	0,08		2,16	2,06	2,10	
	0,31	0,31	0,35		1,81	2,07	2,02	
	0,34	0,29	0,12		1,62	1,67	0,64	
	0,43	0,29	0,16		1,48	1,56	2,24	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,30	1,37		1,60	1,45	1,18	
	1,58	1,35		1,74	1,72	0,84	
	1,38	1,27		1,99	1,54	1,28	
	1,08	1,26		2,04	1,60	1,70	
	1,25	1,07		2,04	1,64	1,34	
	1,47	1,07		2,18	1,62	1,32	
	1,29	0,99		1,95	1,58	1,39	
	0,93	0,87		1,54	1,35	1,07	
	1,07	0,74		1,23	1,20	0,97	
	0,82	0,73		1,21	1,19	1,00	
	0,65	0,61		1,12	1,06	0,27	
	0,63	0,55		1,05	1,14	0,90	
	0,67	0,56		1,03	0,90	1,15	
	0,66	0,52		1,05	0,86	0,20	
	0,46	0,47		0,68	0,66	0,45	
	0,51	0,39		0,72	0,61	0,53	
	0,56	0,39		0,61	0,57	0,13	
	0,43	0,31		0,57	0,53	0,77	
	0,51	0,28		0,56	0,61	0,55	
	0,29	0,32		0,54	0,65	0,93	
	0,28	0,32		0,54	0,60	0,56	
	0,25	0,41		0,43	0,50	0,12	
	0,28	0,25		0,46	0,44	0,42	
	0,26	0,27		0,42	0,39	0,90	
	0,22	0,26		0,38	0,42	1,32	
	0,24	0,26		1,12	1,79	2,08	
	0,22	0,26		2,49	2,06	2,19	
	0,24	0,24		1,97	1,86	0,87	
	0,27	0,22		1,33	0,85	1,74	
	0,55	0,30		1,51	0,90	0,44	
	0,62	0,45		1,58	0,82	1,27	
	0,56	0,42		1,08	0,85	1,29	
	0,50	0,34		1,35	0,92	1,94	
	0,43	0,33		1,35	0,99	2,39	
	0,42	0,32		1,38	1,14	2,02	
	0,53	0,27		1,38	1,53	0,55	
	0,66	0,36		1,65	1,82	2,04	
	0,75	0,49		1,44	1,58	1,42	
	0,78	0,58		1,58	1,49	1,64	
	0,94	0,57		1,45	1,64	1,80	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,27	1,08	1,23		0,39	0,40	0,49
	1,26	1,04	1,55		0,33	0,36	0,37
	1,48	1,51	2,58		0,29	0,38	0,45
	1,77	1,59	1,16		0,30	0,36	0,53
	1,92	2,08	3,10		0,30	0,38	0,33
	1,88	1,67	3,06		0,28	0,55	0,19
	1,92	2,05	2,65		0,29	0,55	0,29
	2,30	2,26	2,31		0,27	0,65	0,12
	2,59	2,16	1,52		0,26	0,79	0,14
	2,95	2,57	3,53		0,28	0,65	0,19
	3,08	3,16	3,26		0,27	0,75	0,17
	3,54	3,33	2,93		0,55	0,68	0,47
	3,66	3,77	1,41		0,64	0,66	0,54
	1,25	1,23	1,27		0,55	0,61	0,36
	1,18	0,87	0,81		0,64	0,51	0,36
	0,98	0,94	0,89		0,61	0,54	0,15
	0,88	0,88	0,64		0,53	0,54	0,09
	0,72	0,77	0,42		0,55	0,45	0,42
	0,77	0,73	0,90		0,50	0,43	0,43
	0,67	0,69	1,46		0,58	0,43	0,37
	0,61	0,66	0,41		0,60	0,39	0,69
	0,66	0,66	1,18		0,61	0,34	0,68
	0,58	0,62	1,35		0,54	0,33	0,87
	0,75	0,40	0,90		0,92	0,40	0,94
	0,60	0,42	2,39		1,26	0,40	1,04
	0,41	1,85	1,96		1,28	0,37	0,31
	1,77	1,34	0,48		1,50	0,48	1,39
	0,95	1,05	1,71		1,53	0,52	0,94
	0,94	0,53	3,22		1,35	0,38	0,48
	1,02	0,41	2,08		0,86	0,34	1,08
	0,73	0,38	1,62		0,77	0,29	1,01
	0,69	0,40	0,66		0,67	0,25	0,72
	1,06	0,39	1,95		0,77	0,27	0,28
	1,13	0,35	2,58		0,79	0,25	0,23
	0,94	0,31	1,61		0,79	0,33	1,15
	0,94	0,36	0,93		0,72	0,29	1,92
	0,68	0,34	1,43		1,03	0,28	2,16
	0,61	0,51	0,77		1,70	0,28	2,40
	0,53	0,48	0,71		1,90	0,30	2,28
	0,57	0,55	0,70		1,24	0,31	1,83

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,15	0,26		0,56	0,84	0,43	
	2,06	0,24		0,52	0,81	0,49	
	2,07	0,27		0,50	1,07	0,50	
	1,64	0,28		0,65	1,40	0,44	
	1,43	0,32		0,59	1,19	0,39	
	1,61	0,32		0,56	1,26	0,30	
	1,24	0,55		0,51	1,50	0,33	
	1,03	1,09		0,44	1,43	0,51	
	0,97	1,57		0,41	1,45	0,53	
	0,93	1,61		0,36	1,52	0,49	
	0,80	1,72		0,39	1,46	0,47	
	0,66	1,62		0,37	1,17	0,44	
	0,61	1,47		0,40	1,25	0,43	
	0,61	1,05		0,32	1,26	0,43	
	0,53	0,94		0,29	1,05	0,41	
	0,53	0,84		0,30	0,96	0,34	
	0,50	1,02		0,27	1,37	0,26	
	0,54	1,03		0,26	1,47	0,27	
	0,50	1,12		0,26	1,43	0,50	
	0,55	0,95		0,42	1,22	0,53	
	0,42	0,72		0,55	1,02	0,53	
	0,43	0,63		0,58	1,23	0,55	
	0,35	0,46		0,62	1,09	0,50	
	0,59	2,00		0,77	1,24	0,47	
	0,75	2,44		0,47	0,91	0,43	
	0,92	2,22		0,55	1,54	0,30	
	0,97	1,89		0,56	1,50	0,51	
	0,88	2,04		0,55	0,73	0,46	
	1,20	1,89		0,60	0,44	0,44	
	1,37	1,80		0,51	0,51	0,60	
	1,50	1,76		0,88	0,87	0,80	
	2,03	1,55		0,76	0,69	0,76	
	1,74	1,54		0,96	0,67	0,64	
	1,77	1,22		0,94	0,77	0,62	
	1,96	0,96		0,90	0,68	0,65	
	2,41	0,80		0,86	0,67	0,60	
	2,62	0,76		0,91	0,70	0,47	
	2,52	0,78		0,60	0,67	0,65	
	2,09	0,68		0,45	0,58	0,49	
	2,09	0,47		0,48	0,50	0,54	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Registrazione
	GSM	GSM			GSM	GSM	
	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,46	0,36	0,39		0,94	1,10	0,92
	0,45	0,36	0,48		0,90	1,02	1,10
	0,89	0,73	0,50		1,21	1,23	1,43
	0,87	0,75	0,44		1,43	1,41	1,20
	0,87	0,64	0,41		1,43	1,39	1,25
	0,92	0,72	0,49		1,30	1,30	1,33
	0,59	0,47	0,57		1,42	1,20	1,31
	0,50	0,47	0,71		1,47	1,30	1,45
	0,44	0,70	0,79		1,38	1,13	1,34
	0,52	0,59	0,65		1,34	1,09	1,32
	0,58	0,75	0,70		1,30	1,02	1,18
	0,61	0,72	0,53		1,16	1,00	1,14
	0,60	0,70	0,62		1,17	1,02	1,14
	0,54	0,66	0,47		1,10	0,82	1,09
	0,50	0,78	0,42		0,96	0,78	1,00
	0,49	0,60	0,48		0,87	0,82	0,98
	0,39	0,60	0,51		0,73	0,61	0,81
	0,42	0,64	0,77		0,66	0,69	0,74
	0,62	0,69	0,55		0,63	0,57	0,62
	0,82	0,85	1,01		0,57	0,55	0,76
	0,74	0,69	0,40		0,52	0,62	0,44
	0,64	0,44	0,16		1,34	1,26	0,57
	0,43	0,33	0,27		1,95	1,56	0,64
	0,29	0,27	0,31		1,69	1,35	0,86
	0,36	0,50	0,33		1,57	1,04	0,72
	0,43	0,43	0,40		1,17	1,09	0,83
	0,42	0,43	0,48		1,24	1,30	0,90
	0,45	0,44	0,50		1,17	1,46	0,84
	0,40	0,34	0,44		1,53	1,56	0,79
	0,37	0,37	0,38		1,39	1,17	0,64
	0,74	0,46	0,47		0,93	0,91	0,69
	0,70	0,47	0,69		0,86	0,84	0,70
	0,98	0,56	0,81		0,97	0,97	0,54
	1,00	1,03	1,06		0,90	0,99	0,57
	0,98	0,94	1,05		0,96	1,04	0,62
	1,03	1,08	0,69		0,90	0,99	0,47
	1,04	1,12	0,66		0,84	0,88	0,45
	0,82	1,00	0,79		0,83	0,90	0,37
	0,72	0,96	0,66		0,78	0,83	0,55
	0,80	0,93	0,61		0,78	1,12	0,44

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,79	0,89		0,59	0,81	0,83	
	0,69	0,88		0,87	1,06	0,67	
	0,63	0,73		0,70	0,60	0,53	
	0,62	0,58		0,61	0,69	0,55	
	0,49	0,51		0,65	0,75	0,47	
	0,48	0,55		0,74	0,73	0,45	
	0,53	0,44		0,69	0,74	0,53	
	0,41	0,42		0,69	0,69	0,72	
	0,33	0,40		0,65	0,62	0,83	
	0,47	0,54		0,53	0,53	0,55	
	0,68	0,57		0,41	0,41	0,53	
	0,53	0,45		0,50	0,51	0,41	
	0,43	0,45		0,44	0,44	0,45	
	0,41	0,49		0,48	0,48	0,41	
	0,39	0,47		0,41	0,41	0,30	
	0,45	0,44		0,27	0,27	0,24	
	0,59	0,65		0,27	0,27	0,32	
	1,06	1,20		0,29	0,29	0,50	
	1,29	1,17		0,62	0,62	0,35	
	1,07	1,05		0,67	0,68	0,38	
	0,92	0,95		0,87	0,87	0,64	
	0,87	0,95		0,67	0,68	0,48	
	1,55	0,94		0,46	0,47	0,44	
	1,47	1,18		0,46	0,46	0,55	
	1,29	1,21		0,42	0,43	0,50	
	1,35	1,36		0,39	0,39	0,41	
	1,55	1,81		0,43	0,43	0,58	
	1,57	1,77		0,46	0,46	0,43	
	1,28	1,40		0,55	0,56	0,36	
	0,75	1,19		0,54	0,55	0,56	
	0,51	0,49		0,63	0,63	0,52	
	0,65	0,60		0,89	0,89	0,35	
	0,73	0,55		0,76	0,76	0,28	
	0,79	0,72		0,75	0,75	0,30	
	0,76	0,51		0,62	0,63	0,41	
	0,57	0,65		0,60	0,60	0,39	
	0,42	0,45		0,53	0,54	0,60	
	1,50	1,29		0,46	0,47	0,60	
	1,66	1,33		0,50	0,51	0,50	
	1,21	1,09		0,49	0,50	0,53	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,37	0,37		0,82	0,82			
	0,36	0,36		0,71	0,71			
	0,36	0,36		0,51	0,51			
	0,36	0,36		0,71	0,71			
	0,50	0,51		1,52	1,52			
	0,49	0,50		1,70	1,70			
	0,38	0,38		1,53	1,53			
	0,37	0,37		1,41	1,41			
	0,39	0,40		1,67	1,67			
	0,37	0,37		1,68	1,68			
	0,31	0,31		1,58	1,58			
	0,31	0,31		1,47	1,47			
	0,29	0,29		1,47	1,47			
	0,34	0,34		1,53	1,53			
	0,43	0,44		1,30	1,30			
	0,35	0,35		0,68	0,68			
	0,50	0,51		0,59	0,60			
	0,36	0,36		0,62	0,63			
	0,50	0,51		0,56	0,57			
	0,50	0,51		0,47	0,47			
	0,39	0,40		0,42	0,42			
	0,50	0,51		0,57	0,58			
	0,22	0,22		0,48	0,48			
	0,27	0,27		0,53	0,54			
	0,23	0,23		0,55	0,56			
	0,21	0,21		0,46	0,47			
	0,23	0,23		0,40	0,40			
	0,23	0,23		0,48	0,49			
	0,19	0,19		0,41	0,41			
	0,51	0,51		0,51	0,52			
	0,97	0,97		0,53	0,54			
	1,24	1,24		0,72	0,72			
	1,17	1,17		0,77	0,77			
	1,27	1,27		0,57	0,58			
	1,33	1,33		0,58	0,59			
	1,33	1,33		0,59	0,59			
	0,88	0,88		0,72	0,73			
	0,80	0,80		0,78	0,78			
	0,67	0,68		1,18	1,18			
	0,71	0,72		1,18	1,18			

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	1,32	1,32	0,40		1,21	1,21	1,14
	0,79	0,79	0,26		1,30	1,30	1,17
	0,72	0,72	0,27		0,99	0,99	1,12
	0,54	0,54	0,33		1,14	1,14	1,03
	0,46	0,47	0,38		1,24	1,24	1,04
	0,61	0,62	0,48		1,18	1,18	1,02
	0,59	0,60	0,44		0,72	0,73	1,13
	0,50	0,51	0,34		1,08	1,08	0,83
	0,43	0,43	0,32		0,92	0,92	0,72
	0,46	0,46	0,32		0,61	0,62	0,69
	0,37	0,38	0,32		0,63	0,64	1,11
	1,14	1,14	0,81		0,96	0,96	1,15
	1,30	1,30	1,22		0,88	0,89	1,05
	1,32	1,32	1,27		0,71	0,72	0,93
	1,33	1,33	1,38		0,58	0,58	0,82
	1,41	1,41	1,30		0,68	0,69	0,72
	1,42	1,42	1,24		0,82	0,82	0,82
	1,28	1,28	1,38		0,70	0,71	0,90
	1,06	1,07	1,19		0,71	0,72	0,98
	1,13	1,15	1,21		1,28	1,28	1,21
	0,96	0,97	1,07		1,35	1,37	2,05
	0,89	0,90	1,11		1,70	1,70	2,17
	1,00	1,01	0,98		1,56	1,56	1,51
	1,09	1,10	1,07		1,46	1,46	1,44
	1,20	1,20	1,14		1,25	1,25	1,33
	1,06	1,06	1,02		1,32	1,32	1,60
	0,82	0,83	0,98		1,22	1,22	1,27
	0,84	0,85	0,96		1,23	1,23	1,15
	0,73	0,74	0,94		1,17	1,17	1,02
	2,08	2,08	2,02		1,09	1,09	1,04
	3,02	3,02	2,98		1,18	1,18	1,05
	3,75	3,75	3,48		1,32	1,32	1,64
	3,97	3,97	3,24		1,54	1,54	1,86
	3,59	3,59	3,58		1,27	1,27	1,31
	3,55	3,55	3,43		1,25	1,25	0,94
	3,06	3,06	3,27		1,24	1,24	0,91
	2,54	2,54	2,96		0,92	0,92	0,96
	2,19	2,19	2,14		1,06	1,06	0,95
	1,95	1,95	1,89		0,76	0,76	0,83
	1,41	1,41	1,66		0,97	0,97	0,98

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,95	0,95		0,58	0,42			
	0,99	1,19		0,60	0,44			
	0,95	1,08		0,97	0,67			
	0,87	1,09		1,57	1,58			
	0,88	1,33		1,83	1,96			
	0,95	1,09		1,59	2,27			
	1,12	1,03		1,78	2,18			
	0,74	0,82		0,95	0,85			
	0,52	0,52		0,63	0,60			
	0,58	0,58		0,51	0,56			
	0,70	0,65		0,52	0,53			
	0,65	0,57		0,50	0,55			
	0,55	0,57		0,40	0,53			
	0,62	0,75		0,55	0,48			
	0,85	1,02		0,49	0,47			
	1,59	1,31		0,40	0,63			
	1,98	1,14		0,36	0,48			
	2,20	1,41		0,38	0,34			
	2,38	1,61		0,40	0,36			
	2,27	1,51		0,39	0,38			
	1,71	1,40		0,41	0,55			
	1,60	1,52		0,48	0,52			
	1,88	1,35		1,00	0,60			
	1,72	1,40		1,06	0,83			
	1,72	1,48		0,83	0,96			
	1,72	1,57		0,86	0,86			
	2,17	1,57		0,79	0,78			
	1,85	1,37		0,72	0,71			
	1,56	1,46		0,58	0,60			
	1,57	1,27		0,60	0,69			
	1,41	0,95		0,60	0,65			
	1,09	0,90		0,70	0,67			
	0,94	0,87		0,76	0,63			
	0,76	0,87		0,62	0,54			
	0,75	0,70		0,48	0,45			
	0,66	0,72		0,48	0,61			
	0,83	0,76		0,41	0,65			
	0,89	0,82		0,40	0,53			
	1,04	0,75		0,51	0,53			
	0,83	0,64		0,50	0,54			

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,49	0,54	0,41	0,44	0,56	0,59	
	0,47	0,49	0,43	0,44	0,58	0,61	
	0,49	0,44	0,42	0,33	0,35	0,45	
	0,49	0,42	0,46	0,42	0,53	0,43	
	0,45	0,43	0,57	0,40	0,58	0,41	
	0,35	0,34	0,64	0,53	0,50	0,71	
	0,37	0,35	0,32	0,72	0,65	0,62	
	0,42	0,71	0,30	0,55	0,66	0,72	
	0,52	0,74	0,19	1,36	1,31	0,99	
	0,63	0,57	0,29	1,37	1,25	1,27	
	0,45	0,41	0,46	0,65	0,88	1,10	
	0,38	0,38	0,54	0,90	0,94	1,25	
	0,28	0,48	0,43	1,15	1,28	1,73	
	0,42	0,55	0,49	1,25	1,32	1,83	
	0,53	0,55	0,34	1,34	1,05	1,74	
	0,52	0,49	0,38	1,35	1,42	1,60	
	0,39	0,38	0,34	1,29	1,41	1,60	
	0,30	0,26	0,27	1,33	1,24	1,51	
	0,27	0,21	0,38	1,55	1,15	1,31	
	0,27	0,21	0,45	1,41	1,16	1,34	
	0,25	0,25	0,37	1,48	1,14	1,15	
	0,24	0,31	0,34	1,09	0,96	0,99	
	0,21	0,34	0,30	1,00	0,74	1,15	
	0,22	0,35	0,25	1,51	0,92	0,94	
	0,27	0,25	0,24	1,59	1,28	1,00	
	0,25	0,22	0,21	1,13	1,25	1,27	
	0,22	0,18	0,17	0,82	1,25	1,15	
	0,20	0,18	0,19	0,53	0,78	0,98	
	0,21	0,20	0,35	0,56	0,66	0,80	
	0,18	0,21	0,39	0,76	0,65	0,87	
	0,28	0,25	0,32	1,24	1,29	1,32	
	0,30	0,22	0,23	1,43	1,24	1,31	
	0,22	0,21	0,20	1,52	1,45	1,34	
	0,26	0,24	0,21	1,61	1,56	1,43	
	0,26	0,26	0,19	1,48	1,55	1,53	
	0,24	0,27	0,16	1,43	1,42	1,53	
	0,20	0,24	0,28	1,23	1,50	1,62	
	0,21	0,19	0,23	1,25	1,53	1,49	
	0,21	0,17	0,18	1,36	1,41	1,53	
	0,22	0,15	0,26	1,12	1,44	1,42	

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM		GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,44	1,57		1,51		0,76	0,86	0,86
	1,21	1,43		1,45		0,71	0,71	0,72
	1,07	0,97		0,92		0,52	0,42	0,74
	0,86	0,96		0,89		0,47	0,38	0,51
	0,88	0,82		0,79		0,45	0,45	0,41
	0,95	0,81		0,89		0,45	0,42	0,45
	1,08	0,93		0,86		0,43	0,46	0,46
	1,15	0,91		0,96		0,46	0,50	0,52
	1,01	0,91		1,04		0,53	0,49	0,64
	0,88	0,80		0,84		0,48	0,45	0,53
	1,02	0,94		0,63		0,50	0,46	0,46
	0,98	1,09		0,65		0,48	0,43	0,39
	1,03	1,07		0,64		0,42	0,42	0,46
	0,87	0,90		0,49		0,47	0,40	0,41
	0,88	0,68		0,43		0,47	0,35	0,38
	0,77	0,45		0,47		0,42	0,30	0,36
	0,60	0,42		0,51		0,35	0,29	0,31
	0,69	0,53		0,33		0,35	0,34	0,28
	0,66	0,48		0,40		0,36	0,41	0,30
	0,66	0,44		0,35		0,43	0,57	0,47
	0,75	0,41		0,48		0,52	0,54	0,66
	1,54	1,55		0,68		0,47	0,45	0,47
	1,83	1,89		1,26		0,42	0,38	0,36
	1,95	1,91		1,68		0,43	0,47	0,26
	1,77	1,87		1,66		0,38	0,40	0,44
	1,46	1,44		1,54		0,34	0,36	0,40
	1,52	1,42		1,16		0,63	0,44	0,60
	1,28	1,02		1,06		0,66	0,67	0,56
	1,46	1,25		0,91		0,40	0,60	0,70
	1,60	1,41		1,00		1,00	0,44	0,62
	1,61	1,75		1,84		0,76	0,73	1,02
	1,67	1,49		1,96		0,78	0,78	1,05
	1,60	1,36		2,31		0,69	0,77	0,65
	1,51	1,24		2,07		0,65	0,73	0,64
	1,51	1,24		1,82		0,78	0,73	0,65
	1,79	1,35		1,56		0,54	0,67	0,60
	1,37	1,10		1,55		0,53	0,60	0,60
	1,12	1,24		1,35		0,55	0,51	0,57
	1,07	1,00		1,07		0,46	0,60	0,71
	1,04	0,96		1,03		0,46	0,54	0,61

Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)	Crotone	Capo Spartivento (O)	Roccella (O)		
	GSM	GSM		Registrazione	GSM	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]	Hs [m]
	0,46	0,49		0,27	0,47	0,54	
	0,48	0,56		0,23	0,30	0,53	
	0,51	0,62		0,35	0,45	0,48	
	0,57	0,73		0,44	0,36	0,47	
	0,57	0,69		0,35	0,26	0,44	
	0,71	0,75		0,28	0,24	0,48	
	0,69	0,86		0,24	0,33	0,40	
	1,43	1,33		0,30	0,25	0,22	
	1,16	1,24		0,32	0,21	0,45	
	1,15	1,23		0,57	0,40	0,52	
	1,91	1,68		0,89	0,58	0,68	
	2,13	2,30		1,41	1,09	1,23	
	2,12	2,35		2,46	1,95	1,96	
	2,31	2,19		2,81	2,74	2,12	
	1,92	2,10		2,72	2,27	2,07	
	1,78	2,15		2,11	1,96	1,76	
	1,66	1,86		2,03	1,89	1,99	
	1,64	2,03		1,93	1,67	1,92	
	1,62	1,62		1,73	1,61	1,79	
	1,60	1,61		1,58	1,41	1,64	
	1,67	1,81		1,41	1,47	1,45	
	1,37	1,64		1,31	1,39	1,18	
	1,59	1,55		1,00	0,99	1,01	
	1,53	1,68		0,83	0,86	0,83	
	1,68	1,67		0,66	0,86	0,97	
	1,12	1,33		0,58	0,75	0,76	
	1,16	1,24		0,56	0,70	0,54	
	1,21	1,16		0,61	0,64	0,56	
	1,16	0,97		0,32	0,42	0,48	
	1,07	1,01		0,31	0,34	0,39	
	1,10	0,95		0,34	0,30	0,38	
	0,88	0,89		0,36	0,45	0,59	
	0,68	0,73		0,37	0,47	0,51	
	0,54	0,64		0,24	0,51	0,43	
	0,55	0,49		0,49	0,55	0,50	
	0,46	0,43		0,76	0,66	0,29	
	0,47	0,39		0,69	0,81	0,48	
	0,71	0,43		0,70	0,78	0,74	
	0,82	0,55		0,88	0,61	0,79	
	0,52	0,61		0,57	0,87	0,69	

Prova: Cabo Begur (O) → Mahon (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 6500 ore di registrazione.

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,23	2,10		2,94	2,10
	2,53	2,20		2,94	1,90
	2,33	1,90		2,69	2,20
	2,33	2,10		2,64	2,00
	2,64	2,30		2,58	2,00
	2,53	2,00		2,53	1,80
	2,84	2,10		2,38	2,00
	2,94	2,20		2,52	2,00
	2,94	2,20		2,03	2,10
	3,04	2,20		2,13	1,80
	2,84	2,10		2,18	2,00
	2,84	2,00		2,13	1,80
	2,74	2,20		2,35	1,80
	2,53	2,30		2,18	1,70
	2,23	2,10		2,23	1,70
	2,43	2,30		2,43	1,70
	2,43	2,30		2,32	2,00
	2,33	2,50		2,13	1,80
	2,53	2,20		2,23	2,00
	2,33	2,20		2,13	1,70
	2,43	2,20		2,53	1,70
	2,23	2,40		2,53	1,70
	2,23	2,20		2,74	1,90
	1,93	2,20		2,33	1,80
	1,82	2,20		2,13	1,60
	1,72	2,10		2,13	1,60
	1,82	2,30		1,93	1,60
	1,82	2,50		2,33	1,60
	1,82	2,30		2,43	1,50
	2,23	2,00		2,74	1,60
	2,23	2,00		2,64	1,70
	2,33	2,10		2,53	1,30
	2,43	1,80		2,53	1,50
	2,53	1,80		2,94	1,50
	2,74	2,10		2,51	1,90
	2,84	2,00		3,04	1,70
	2,64	1,90		3,04	1,50

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,65	1,70		0,98	1,60
	4,06	2,00		1,09	1,70
	3,95	2,10		1,02	1,80
	3,43	2,10		1,12	1,60
	3,53	2,20		1,22	1,60
	3,34	2,60		1,22	1,50
	3,93	2,70		1,24	1,40
	3,80	2,50		1,42	1,50
	3,34	2,70		1,52	1,20
	3,32	2,90		1,52	1,30
	3,62	3,20		1,32	1,30
	3,83	3,00		1,32	1,10
	4,53	2,70		1,22	1,20
	4,04	2,70		1,12	1,10
	4,03	2,40		1,22	1,20
	2,80	2,40		1,22	1,10
	3,05	2,60		1,22	1,30
	2,52	2,50		1,32	1,20
	2,18	2,90		1,22	1,10
	1,86	2,70		1,12	1,10
	1,86	3,20		0,93	1,10
	1,86	3,20		1,14	1,20
	1,67	3,10		1,14	1,10
	1,48	3,30		1,31	1,10
	1,97	3,20		1,24	1,10
	1,86	3,00		1,11	1,10
	2,17	2,50		1,42	1,10
	1,97	2,50		1,20	1,10
	1,81	2,50		1,09	1,00
	2,01	2,30		1,04	1,00
	2,17	2,30		0,93	1,00
	1,76	2,30		0,83	0,90
	1,89	2,10		0,74	0,90
	1,58	2,30		0,91	0,90
	1,58	2,10		0,91	0,80
	1,48	2,00		0,91	0,90
	1,21	1,80		1,01	0,80
	1,22	2,00		1,02	0,80
	1,11	1,90		1,24	0,90
	1,02	1,80		1,14	0,80
	1,11	1,80		1,01	0,80
	1,04	1,70		1,14	0,80

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,14	0,70		0,65	0,50
	1,20	0,70		0,54	0,50
	1,04	0,70		0,54	0,50
	0,98	0,70		0,54	0,50
	0,98	0,70		0,45	0,50
	0,87	0,80		0,41	0,40
	0,87	0,90		0,46	0,40
	1,05	1,00		0,45	0,50
	0,93	1,10		0,45	0,50
	0,90	1,20		0,46	0,60
	0,78	1,10		0,47	0,60
	0,82	0,90		0,47	0,70
	0,81	1,00		0,45	0,70
	0,81	0,90		0,47	0,70
	0,93	0,90		0,46	0,80
	0,93	1,00		0,47	0,80
	0,82	0,90		0,35	0,80
	1,05	0,90		0,35	0,70
	0,93	0,90		0,35	0,80
	0,78	0,80		0,35	0,90
	0,90	0,80		0,35	0,90
	0,87	0,80		0,35	0,90
	0,93	0,60		0,47	0,80
	0,99	0,60		0,46	0,80
	0,91	0,60		0,58	0,80
	0,89	0,60		0,51	0,80
	0,93	0,50		0,58	0,80
	0,91	0,50		0,58	0,90
	0,93	0,60		0,59	0,90
	0,98	0,60		0,70	0,80
	0,84	0,60		0,69	0,80
	0,87	0,60		0,70	0,80
	0,83	0,60		0,69	0,80
	0,83	0,50		0,81	0,80
	0,87	0,50		0,82	0,80
	0,76	0,50		0,82	0,80
	0,72	0,50		0,81	0,70
	0,62	0,50		0,83	0,70
	0,76	0,50		0,95	0,80
	0,67	0,60		0,93	0,70
	0,67	0,60		0,94	0,80
	0,54	0,50		1,06	0,80

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,04	0,80		0,96	1,30
	1,04	0,80		0,96	1,30
	1,20	0,70		1,72	1,50
	1,12	0,70		3,45	1,40
	1,20	0,70		3,55	1,30
	1,01	0,60		3,85	1,10
	1,01	0,60		4,16	1,30
	1,04	0,50		3,95	1,40
	1,14	0,50		3,55	1,70
	1,20	0,40		3,65	2,30
	1,09	0,40		3,55	3,40
	1,09	0,40		3,85	5,10
	0,98	0,40		3,45	4,30
	1,01	0,40		3,35	4,20
	1,01	0,40		2,94	3,90
	1,05	0,40		2,64	4,00
	1,05	0,40		2,84	3,50
	0,93	0,50		2,64	3,30
	0,81	0,50		2,84	3,10
	0,70	0,60		2,53	2,90
	0,70	0,60		2,33	2,90
	0,70	0,60		1,93	2,80
	0,74	0,80		1,62	2,80
	1,82	0,80		1,42	2,80
	1,93	0,80		1,22	2,50
	2,74	0,80		1,12	2,40
	3,04	0,80		1,22	2,20
	2,53	0,70		1,42	2,40
	2,53	0,70		1,75	1,80
	2,23	1,20		1,39	1,80
	2,53	1,70		1,39	1,50
	2,13	2,50		1,17	1,70
	1,72	2,40		1,10	1,50
	1,42	2,80		1,10	1,50
	1,12	2,30		0,91	1,60
	1,01	2,00		0,91	1,70
	1,12	1,90		1,10	1,60
	1,22	1,80		1,10	1,60
	1,47	1,50		0,91	1,40
	1,31	1,30		0,91	1,30
	1,20	1,30		0,96	1,10
	1,09	1,30		0,96	1,10

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,34	1,00		2,74	2,70
	1,34	1,00		2,74	2,80
	1,50	1,10		2,43	2,50
	1,39	1,10		2,13	2,40
	1,31	1,10		1,93	2,50
	1,53	1,20		1,82	2,20
	1,37	1,20		1,62	2,00
	1,32	1,40		1,58	2,20
	1,22	1,70		1,62	2,20
	1,22	1,70		1,72	1,80
	1,12	1,70		1,72	1,80
	1,16	1,50		1,62	1,80
	1,22	1,60		1,82	1,80
	1,32	1,50		1,93	1,60
	1,22	1,60		2,03	1,80
	1,22	1,60		1,82	1,60
	1,62	1,40		2,03	1,60
	1,93	1,70		2,03	1,60
	2,33	1,50		1,93	1,40
	3,14	1,40		1,82	1,60
	3,14	1,40		2,03	1,70
	3,24	1,50		2,23	1,60
	3,24	1,50		2,23	1,70
	3,45	1,70		2,43	1,50
	3,85	1,80		2,53	1,60
	3,55	2,20		2,64	1,50
	4,06	2,10		2,53	1,60
	4,16	2,10		2,64	1,70
	3,95	2,30		2,33	1,50
	3,85	2,30		2,53	1,70
	3,65	2,20		2,84	1,70
	3,65	2,10		2,53	1,90
	3,24	2,20		2,43	2,20
	3,04	2,20		2,43	2,00
	3,04	2,10		2,53	2,20
	2,53	2,30		2,64	2,20
	2,53	2,60		2,84	2,00
	2,43	3,20		2,74	2,10
	2,74	2,70		2,43	2,20
	2,64	2,80		2,23	2,10
	3,04	2,50		1,93	2,00
	2,64	2,80		1,82	2,00

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,93	2,00		1,64	1,00
	1,82	1,90		1,75	1,00
	1,93	1,90		2,41	0,90
	1,42	2,10		2,74	0,90
	1,22	1,90		3,06	0,90
	1,12	2,00		2,41	0,90
	0,91	1,80		2,63	0,90
	0,91	1,60		2,74	1,10
	0,91	1,50		2,19	1,00
	0,81	1,30		1,86	1,00
	0,91	1,20		1,64	1,00
	1,52	1,40		1,42	1,00
	1,32	1,30		1,31	1,00
	1,22	1,20		1,16	1,00
	1,22	1,20		0,96	1,00
	1,12	1,20		1,22	1,00
	1,32	1,20		0,91	0,90
	1,52	1,10		0,71	0,90
	1,32	0,90		0,91	0,90
	1,42	1,10		1,72	1,10
	1,42	1,00		2,23	1,30
	1,52	0,90		2,23	1,20
	1,52	0,90		2,03	1,40
	1,42	0,90		2,23	1,40
	1,32	0,90		2,23	1,50
	1,22	0,90		2,74	1,70
	1,01	1,00		2,53	1,70
	0,91	1,10		2,94	1,50
	1,12	1,00		2,64	1,50
	0,91	1,00		2,94	2,10
	1,01	1,00		2,94	3,30
	0,91	1,10		3,04	3,10
	0,81	1,00		3,45	3,40
	0,91	1,10		3,45	3,00
	0,81	1,10		3,45	2,80
	0,71	1,10		3,95	3,20
	0,72	1,00		3,65	3,50
	0,74	1,00		3,65	3,80
	0,85	1,10		3,75	4,00
	0,98	1,10		4,06	4,20
	0,96	1,10		4,46	3,70
	1,20	1,00		4,26	4,10

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	4,36	4,20		1,52	2,70
	5,07	4,50		1,22	2,30
	4,56	3,90		1,22	2,30
	4,76	3,80		1,26	2,20
	4,36	3,90		1,31	2,30
	4,66	3,90		1,42	2,00
	4,26	3,80		1,50	1,90
	4,46	3,50		1,53	1,80
	4,66	3,50		2,53	1,90
	4,56	3,60		2,23	1,90
	4,66	3,10		3,55	2,00
	4,56	3,30		4,26	2,20
	4,87	3,20		4,87	2,00
	4,36	3,30		5,07	2,60
	4,36	3,10		5,07	4,00
	4,26	3,40		5,17	4,40
	3,95	3,50		5,88	4,70
	4,16	3,60		5,37	4,30
	4,36	3,80		6,49	5,20
	4,56	3,70		4,97	5,00
	4,56	3,30		4,76	4,90
	4,76	3,30		4,97	5,20
	4,26	2,90		5,07	5,30
	4,16	3,10		5,07	6,00
	4,06	2,70		4,26	5,70
	4,06	3,20		4,46	5,60
	4,46	3,10		4,46	5,30
	4,26	3,00		4,46	5,20
	4,06	2,60		5,07	5,30
	4,56	2,70		4,76	5,80
	4,36	2,90		4,97	5,50
	4,16	3,60		5,37	6,00
	4,66	3,90		5,78	5,90
	4,16	3,90		5,98	5,80
	4,06	3,80		5,58	6,10
	3,65	3,40		5,27	7,30
	3,45	3,50		5,47	6,30
	3,24	3,30		5,37	6,40
	3,24	3,20		4,97	6,10
	2,74	2,80		4,87	6,50
	2,03	2,70		5,27	5,90
	1,82	2,50		4,46	6,10

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	4,36	6,20		3,35	2,10
	4,26	5,70		3,35	2,70
	4,06	5,00		2,64	2,70
	3,85	5,40		2,13	2,80
	3,65	5,00		2,94	2,50
	3,24	5,40		2,64	2,70
	3,14	5,30		2,64	2,40
	3,45	4,90		2,74	2,20
	3,45	4,90		2,84	2,00
	3,04	4,60		3,14	2,20
	3,24	4,60		2,53	1,90
	2,94	4,30		2,53	2,00
	3,35	4,10		2,53	2,10
	3,14	4,50		2,43	2,10
	3,14	3,60		2,13	1,90
	2,94	3,60		1,93	1,80
	3,04	3,70		1,52	2,20
	2,84	3,20		1,62	2,30
	3,04	3,20		1,42	2,30
	2,94	3,00		1,32	2,00
	3,14	3,00		1,32	2,00
	3,55	3,00		1,32	1,80
	3,35	3,10		1,22	1,50
	3,24	3,30		1,52	1,30
	2,74	3,10		1,72	1,20
	2,94	3,00		1,62	1,00
	2,74	3,30		1,42	1,00
	2,43	2,90		1,42	1,00
	2,74	2,90		1,62	0,90
	2,74	2,80		1,72	0,90
	2,94	2,90		2,03	0,90
	2,74	2,40		2,33	0,90
	2,74	2,30		2,23	0,90
	2,74	2,10		2,03	0,80
	2,53	2,00		1,72	1,00
	2,84	2,20		1,42	0,90
	2,53	2,00		1,42	0,90
	2,74	1,90		1,32	1,00
	2,84	1,80		1,22	1,00
	3,14	1,90		1,22	1,20
	3,65	1,90		1,52	1,40
	3,04	2,00		1,82	1,50

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,93	1,40		0,69	1,10
	2,13	1,20		0,95	1,20
	2,64	1,10		0,81	1,10
	2,94	1,10		1,10	1,00
	2,94	1,10		0,96	0,90
	3,04	1,10		1,17	0,90
	3,24	1,00		1,50	0,80
	3,04	1,20		1,75	0,80
	3,24	2,00		1,92	0,70
	3,14	2,20		1,82	0,70
	2,84	2,80		1,60	0,70
	2,94	3,00		1,71	0,60
	3,24	3,10		1,71	0,70
	2,94	3,40		1,46	0,60
	3,24	3,50		1,34	0,70
	3,35	3,50		1,01	0,60
	3,35	3,80		0,81	0,70
	3,35	3,70		1,01	0,60
	3,24	3,90		1,10	0,70
	3,45	3,70		0,81	0,70
	3,04	3,30		0,98	0,60
	2,84	3,60		0,85	0,60
	2,74	3,80		0,84	0,60
	2,94	3,30		0,91	0,50
	2,53	3,30		0,91	0,50
	2,84	3,10		0,84	0,40
	2,64	2,70		0,85	0,50
	2,64	2,60		0,85	0,40
	2,43	2,50		0,85	0,50
	2,23	2,20		0,85	0,50
	1,82	2,30		0,98	0,50
	1,93	2,10		0,75	0,50
	1,72	2,20		0,98	0,50
	1,52	1,80		0,98	0,40
	1,32	1,80		0,98	0,40
	1,42	1,60		0,75	0,40
	1,22	1,40		0,75	0,50
	1,01	1,40		0,85	0,50
	0,91	1,40		0,75	0,50
	0,81	1,20		0,85	0,50
	0,81	1,20		0,77	0,50
	0,71	1,10		0,91	0,50

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,12	0,50		0,44	0,50
	1,12	0,40		0,35	0,50
	1,12	0,40		0,46	0,50
	1,22	0,40		0,47	0,40
	1,52	0,30		0,51	0,40
	1,42	0,30		0,51	0,40
	1,22	0,30		0,81	0,30
	1,32	0,40		0,98	0,30
	1,72	0,40		1,17	0,30
	1,62	0,40		1,28	0,30
	1,52	0,40		1,53	0,30
	1,32	0,40		1,53	0,30
	1,22	0,50		1,42	0,30
	1,32	0,60		1,53	0,30
	1,42	0,70		1,37	0,30
	1,62	0,80		1,47	0,30
	1,52	0,90		1,37	0,30
	1,42	0,80		1,26	0,40
	1,22	0,90		1,31	0,40
	1,22	1,20		1,09	0,40
	1,22	1,00		1,09	0,40
	1,22	1,00		0,98	0,30
	1,12	0,90		0,88	0,30
	1,12	0,80		0,84	0,30
	0,91	0,90		0,74	0,30
	0,91	0,80		0,71	0,20
	0,81	0,90		0,71	0,20
	0,71	0,80		0,66	0,20
	0,81	0,80		0,51	0,30
	0,81	0,80		0,53	0,20
	0,91	0,80		0,61	0,20
	0,91	0,80		0,49	0,20
	0,91	0,80		0,44	0,20
	0,81	0,70		0,44	0,20
	0,81	0,70		0,49	0,20
	0,71	0,70		0,37	0,20
	0,61	0,70		0,37	0,20
	0,51	0,60		0,37	0,20
	0,51	0,60		0,37	0,20
	0,46	0,60		0,33	0,20
	0,50	0,50		0,61	0,20
	0,41	0,50		0,77	0,20

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,85	0,20		0,53	0,20
	0,85	0,20		0,44	0,20
	0,88	0,20		0,66	0,20
	0,98	0,20		0,53	0,20
	1,05	0,20		0,66	0,20
	0,95	0,20		0,88	0,20
	1,16	0,20		0,84	0,20
	1,16	0,20		0,95	0,20
	1,16	0,20		0,95	0,20
	1,05	0,20		1,16	0,30
	1,16	0,00		1,05	0,20
	1,20	0,20		0,98	0,20
	1,26	0,20		0,98	0,20
	1,20	0,30		0,98	0,20
	1,26	0,20		0,98	0,30
	1,26	0,20		0,88	0,30
	1,16	0,20		0,77	0,20
	0,95	0,20		0,64	0,20
	1,09	0,20		0,75	0,20
	1,07	0,20		0,85	0,30
	1,22	0,20		0,98	0,30
	0,96	0,20		0,85	0,30
	1,10	0,20		0,85	0,30
	0,91	0,20		0,81	0,30
	0,91	0,20		0,61	0,30
	0,81	0,20		0,81	0,30
	1,10	0,20		0,51	0,20
	0,81	0,20		0,61	0,30
	0,88	0,20		0,43	0,40
	0,88	0,20		0,49	0,30
	0,88	0,20		0,43	0,40
	0,66	0,30		0,54	0,30
	0,77	0,20		0,49	0,30
	0,77	0,20		0,61	0,30
	0,64	0,20		0,49	0,30
	0,66	0,20		0,54	0,30
	0,66	0,20		0,53	0,20
	0,53	0,20		0,43	0,30
	0,43	0,20		0,53	0,30
	0,43	0,20		0,51	0,30
	0,49	0,00		0,61	0,20
	0,49	0,20		0,71	0,30

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,81	0,30		0,43	0,60
	0,81	0,30		0,43	0,50
	0,91	0,30		0,54	0,50
	0,81	0,30		0,37	0,50
	0,81	0,40		0,40	0,50
	0,81	0,40		0,40	0,50
	1,22	0,40		0,40	0,50
	1,12	0,40		0,40	0,50
	1,32	0,40		0,40	0,50
	1,22	0,60		0,41	0,50
	1,22	0,50		0,41	0,50
	1,22	0,50		0,41	0,40
	1,01	0,50		0,59	0,40
	0,91	0,50		0,59	0,30
	0,91	0,50		0,51	0,30
	0,81	0,50		0,51	0,30
	0,91	0,60		0,51	0,20
	0,81	0,60		0,67	0,20
	1,01	0,60		0,67	0,20
	1,12	0,60		0,41	0,20
	1,01	0,70		0,41	0,20
	0,91	0,90		0,54	0,20
	0,91	0,90		0,54	0,20
	0,91	1,00		0,41	0,20
	0,81	1,20		0,54	0,20
	0,71	0,90		0,49	0,20
	0,71	0,90		0,61	0,20
	0,65	1,00		0,54	0,20
	0,61	1,00		0,51	0,20
	0,61	0,90		0,48	0,20
	0,61	1,00		0,59	0,20
	0,61	1,00		0,58	0,20
	0,61	1,00		0,71	0,20
	0,61	1,00		0,71	0,20
	0,51	0,90		0,70	0,20
	0,61	0,90		0,70	0,10
	0,51	0,90		0,81	0,20
	0,50	0,80		0,67	0,20
	0,51	0,80		0,67	0,20
	0,45	0,70		0,70	0,20
	0,41	0,70		0,70	0,10
	0,41	0,60		0,56	0,10

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,58	0,20		0,98	1,00
	0,56	0,20		0,88	1,10
	0,46	0,20		0,85	1,30
	0,47	0,20		0,71	1,60
	0,35	0,20		0,98	1,70
	0,35	0,30		0,96	1,90
	0,35	0,20		1,93	2,00
	0,35	0,20		2,94	1,80
	0,24	0,20		4,56	1,60
	0,43	0,20		4,97	1,50
	0,23	0,20		4,66	2,10
	0,41	0,20		4,06	2,40
	0,44	0,20		3,85	3,30
	0,44	0,20		3,24	3,80
	0,30	0,20		3,75	4,40
	0,41	0,20		3,45	4,70
	0,40	0,30		3,75	3,90
	0,41	0,30		4,06	3,30
	0,33	0,40		4,26	3,80
	0,30	0,40		4,06	3,60
	0,30	0,40		4,16	3,60
	0,34	0,40		3,45	3,40
	0,30	0,40		3,55	3,50
	0,33	0,40		3,75	3,60
	0,00	0,30		3,95	4,10
	0,43	0,30		4,26	4,50
	0,55	0,40		3,95	4,50
	0,61	0,30		3,85	4,90
	0,66	0,30		3,75	4,90
	0,55	0,30		3,95	5,00
	0,53	0,40		3,35	4,80
	0,44	0,40		3,45	4,30
	0,42	0,30		3,55	3,80
	0,44	0,40		3,35	3,50
	0,44	0,50		3,55	3,70
	0,44	0,50		3,55	3,80
	0,43	0,50		3,55	3,30
	0,43	0,50		3,85	3,30
	0,53	0,60		3,45	3,80
	0,53	0,70		3,65	3,30
	0,75	0,70		3,75	3,80
	0,81	0,80		3,24	4,30

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,24	3,60		2,94	1,70
	2,64	4,20		2,53	1,70
	2,53	4,00		2,74	1,80
	2,23	3,50		3,04	1,80
	2,74	3,20		2,84	1,80
	2,84	2,90		2,94	1,80
	2,53	3,00		2,74	1,60
	2,64	2,50		2,64	1,80
	2,74	2,50		2,33	1,80
	2,74	2,40		1,82	1,80
	2,74	2,20		1,82	1,60
	2,53	1,70		1,62	1,50
	2,43	1,50		1,62	1,60
	2,64	1,60		1,62	1,30
	2,53	1,50		1,62	1,40
	2,23	1,50		1,72	1,30
	2,64	1,50		1,62	1,30
	2,53	1,60		1,52	1,20
	2,64	1,70		1,42	1,00
	2,84	1,70		1,62	1,20
	3,04	1,50		2,13	1,10
	2,94	1,60		1,72	1,00
	2,74	1,40		1,52	1,10
	2,43	1,50		1,62	1,00
	2,53	2,20		1,22	1,00
	2,43	2,30		1,12	0,90
	2,53	2,60		1,01	1,00
	3,45	3,00		0,91	1,00
	3,75	2,80		0,91	1,10
	3,24	2,20		0,81	1,10
	3,85	2,20		0,81	1,20
	3,55	2,30		0,71	1,10
	3,75	2,40		0,71	1,10
	3,45	2,10		0,61	0,90
	3,35	2,10		0,61	0,90
	2,94	2,10		0,71	0,90
	2,74	2,30		0,81	0,90
	2,74	1,90		0,81	0,90
	2,84	1,80		0,81	0,90
	3,14	1,90		0,81	0,80
	3,14	1,80		1,01	0,80
	2,84	1,70		0,91	0,70

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,81	0,70		5,07	3,90
	0,71	0,60		5,27	4,20
	0,61	0,60		4,87	4,40
	0,61	0,60		5,37	4,30
	0,73	0,60		4,76	4,10
	0,53	0,60		5,17	4,60
	0,61	0,50		5,78	5,10
	0,71	0,60		5,47	4,70
	1,01	0,50		5,37	4,50
	1,32	0,50		5,78	4,20
	1,52	0,50		5,07	4,90
	2,64	0,50		5,07	4,50
	3,04	0,50		5,37	4,70
	3,55	0,90		5,78	4,80
	3,75	1,20		5,78	4,20
	4,66	1,50		4,97	4,40
	4,66	1,80		5,17	4,10
	4,87	2,10		5,27	4,00
	5,27	2,60		5,47	4,30
	4,66	3,70		4,46	4,00
	4,76	3,90		4,36	3,90
	4,76	4,30		4,46	4,00
	4,36	4,40		4,97	4,20
	4,76	4,00		5,27	3,90
	4,97	4,00		5,27	3,80
	4,56	3,70		5,17	3,50
	4,36	3,70		4,26	3,50
	3,75	3,90		3,85	3,60
	3,85	4,00		4,06	3,50
	3,65	3,50		3,75	4,00
	3,85	3,20		4,06	3,70
	3,85	3,30		3,75	3,80
	4,36	3,40		3,95	3,80
	3,85	3,30		4,46	4,10
	4,36	3,60		3,85	4,20
	4,66	3,80		4,46	4,60
	4,26	3,50		4,87	4,40
	4,56	3,60		4,97	4,30
	4,87	4,00		4,97	3,90
	5,07	4,00		5,07	3,90
	5,27	3,80		5,07	4,00
	4,97	3,90		4,46	4,20

<b>Mahon</b>	<b>GSM</b>	<b>Registrazione</b>	<b>Mahon</b>	<b>GSM</b>	<b>Registrazione</b>
	<b>Hs [m]</b>	<b>Hs [m]</b>		<b>Hs [m]</b>	<b>Hs [m]</b>
	4,87	4,10		2,64	2,70
	4,56	3,80		2,74	2,50
	4,87	4,10		2,94	2,80
	4,56	3,60		3,04	2,90
	4,76	3,20		2,84	2,40
	4,66	3,30		3,24	2,10
	4,26	3,20		3,14	2,00
	4,26	3,00		2,94	2,00
	4,16	3,60		3,04	2,20
	3,95	3,00		3,24	2,20
	3,75	3,20		3,75	2,30
	3,55	3,20		3,95	2,30
	3,55	2,90		4,46	2,30
	3,24	3,00		4,16	2,60
	3,65	2,70		4,66	2,80
	3,35	2,60		4,97	3,30
	3,35	2,40		4,66	3,50
	3,35	2,50		3,75	3,20
	3,35	2,30		3,65	3,40
	3,45	2,10		4,46	2,80
	4,06	2,00		4,06	3,10
	3,85	2,10		4,36	3,00
	3,45	2,40		4,06	2,90
	3,65	2,50		4,16	3,00
	3,55	2,60		4,36	2,80
	3,95	2,50		4,66	3,20
	4,16	2,20		4,16	3,40
	3,75	2,80		4,06	3,00
	3,65	2,60		4,06	3,10
	3,35	2,20		3,65	3,40
	3,55	2,50		4,36	3,50
	3,75	2,30		3,55	3,10
	4,06	2,30		4,16	3,20
	3,85	2,40		3,24	3,10
	3,65	2,50		3,55	3,50
	3,65	2,60		3,55	3,30
	3,14	2,90		3,14	3,50
	3,45	2,60		3,24	3,30
	3,04	2,50		3,04	3,00
	3,04	2,20		2,53	2,90
	2,74	2,30		3,24	2,80
	2,74	2,20		3,24	2,90

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,55	2,90		4,97	2,20
	3,24	2,70		4,36	2,30
	3,75	2,50		4,56	2,30
	3,55	2,60		4,97	2,70
	3,75	2,60		5,17	2,80
	3,45	2,40		1,39	1,00
	3,85	2,60		1,64	1,00
	3,95	2,90		1,82	0,80
	3,95	2,80		1,71	0,90
	4,06	2,40		2,08	0,80
	4,16	2,60		2,08	0,90
	3,95	2,70		2,41	0,80
	4,36	3,00		2,41	0,90
	4,16	2,70		2,41	1,10
	4,06	2,80		2,30	1,10
	3,75	3,10		1,82	1,20
	3,75	3,10		2,08	1,40
	3,35	3,20		1,60	1,50
	3,85	2,90		1,83	1,60
	3,55	2,60		1,60	1,50
	3,45	2,90		1,71	1,50
	3,45	2,90		1,42	1,60
	3,24	2,60		1,83	1,70
	3,45	2,50		1,95	1,70
	3,65	2,50		1,42	1,70
	3,75	2,70		1,95	1,70
	4,36	2,30		1,83	1,60
	3,85	2,40		1,71	1,50
	3,45	2,50		1,58	1,50
	3,14	2,30		1,75	1,50
	3,24	2,30		1,60	1,40
	3,24	2,40		1,50	1,40
	3,04	2,60		1,53	1,40
	2,94	2,20		1,60	1,30
	2,64	2,30		1,53	1,40
	2,43	2,30		1,42	1,20
	2,23	2,40		1,32	1,10
	2,53	2,30		1,82	1,20
	3,65	2,40		1,93	1,10
	4,26	2,30		1,93	1,10
	4,16	2,40		2,13	1,00
	4,56	2,30		2,33	1,10

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,64	1,10		3,24	1,90
	3,14	1,10		2,74	1,90
	2,94	1,10		2,84	1,90
	3,24	1,40		2,33	2,00
	3,04	1,50		2,13	2,10
	3,04	1,70		2,43	1,90
	2,84	2,00		2,64	1,90
	3,14	2,30		2,94	1,90
	3,85	2,50		2,43	1,70
	3,55	2,30		2,84	1,90
	3,55	2,60		3,04	1,80
	3,24	2,60		2,64	1,80
	3,55	2,80		3,35	2,00
	3,24	2,60		2,94	2,00
	3,14	2,60		3,04	2,20
	3,65	2,80		2,74	2,10
	3,85	2,50		2,94	2,00
	3,95	2,20		2,84	2,20
	3,45	2,50		3,14	2,20
	4,06	2,50		3,04	2,30
	4,06	2,60		3,14	2,40
	3,75	2,50		3,14	2,30
	3,85	2,70		3,24	2,70
	3,45	2,60		3,35	2,50
	3,55	2,70		3,65	2,70
	2,74	2,60		3,24	2,50
	2,53	2,60		3,14	2,80
	1,93	2,50		3,14	3,00
	1,62	2,40		3,24	3,00
	1,42	2,50		3,95	3,40
	1,22	2,10		4,06	3,30
	1,01	2,10		4,56	3,60
	1,62	1,90		4,36	3,20
	2,64	1,60		4,66	3,30
	3,35	1,70		4,36	3,20
	3,35	2,00		4,56	3,90
	3,14	2,00		4,56	3,80
	3,04	2,00		4,66	3,70
	3,35	1,90		3,95	3,60
	3,47	1,60		3,75	3,40
	3,14	1,50		3,95	3,70
	2,84	1,50		3,55	3,80

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	3,55	4,00		2,53	2,00
	3,85	3,50		2,43	2,10
	4,36	3,50		2,84	2,30
	4,87	3,30		2,64	2,30
	4,06	3,50		2,13	2,20
	0,91	0,40		1,93	2,20
	1,01	0,60		1,52	2,30
	1,32	0,70		1,52	2,00
	1,42	0,90		1,52	2,00
	1,32	1,10		1,52	2,10
	1,22	1,30		1,42	2,10
	1,72	1,20		1,22	1,80
	1,72	1,20		1,32	1,60
	1,62	1,20		1,32	1,70
	1,32	1,00		1,22	1,40
	1,32	1,20		1,22	1,50
	1,22	1,30		1,42	1,40
	1,22	1,40		1,62	1,30
	1,12	1,40		1,42	1,20
	1,01	1,60		1,12	1,00
	1,12	1,50		1,01	1,20
	1,32	1,80		0,91	1,00
	1,42	1,90		0,81	1,10
	1,52	1,90		0,84	1,10
	1,42	2,10		0,74	1,00
	1,42	2,10		0,75	1,10
	1,22	2,00		0,61	1,00
	1,12	1,80		0,61	1,10
	1,22	1,70		0,61	1,00
	1,42	1,90		0,61	1,00
	1,42	1,70		0,61	0,90
	1,52	1,70		0,61	1,00
	1,52	1,70		0,61	1,10
	1,62	1,70		0,61	1,00
	2,13	1,60		0,81	1,00
	1,93	1,50		0,81	1,10
	2,13	1,50		1,42	1,20
	2,23	1,50		1,72	1,10
	2,43	1,50		1,82	1,10
	3,04	1,50		1,93	1,00
	2,94	1,50		1,72	1,00
	2,33	1,60		1,62	0,90

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,32	0,90		1,62	1,20
	1,62	0,90		2,03	1,10
	1,62	0,90		1,93	1,20
	1,62	0,90		1,82	1,10
	1,62	1,00		1,72	1,10
	1,62	1,10		1,72	1,10
	1,52	1,10		1,62	1,20
	1,12	1,30		1,72	1,10
	0,91	1,40		1,62	1,20
	0,81	1,40		1,62	1,00
	0,61	1,40		1,52	1,00
	0,61	1,30		1,52	1,20
	0,51	1,30		1,32	1,10
	0,77	1,40		1,22	1,00
	0,96	1,40		1,01	1,20
	0,96	1,40		0,91	0,90
	0,81	1,30		0,91	1,10
	0,96	1,10		0,91	0,90
	1,20	1,40		0,81	0,90
	1,31	1,30		0,61	0,90
	1,09	1,30		0,61	0,90
	1,09	1,30		0,61	0,80
	1,12	1,20		0,61	0,80
	1,22	1,30		0,91	0,80
	1,32	1,20		0,91	0,70
	1,42	1,00		0,91	0,70
	1,52	0,90		0,84	0,70
	1,52	0,90		0,74	0,60
	1,32	0,90		0,66	0,60
	1,22	0,80		0,53	0,60
	1,32	0,80		0,55	0,60
	1,62	0,90		0,61	0,60
	1,62	0,80		0,61	0,50
	1,93	0,80		0,61	0,50
	1,62	0,80		0,51	0,50
	1,52	0,90		0,51	0,40
	1,82	1,10		0,61	0,40
	2,03	1,10		0,61	0,40
	2,03	1,20		0,51	0,40
	1,93	1,20		0,51	0,30
	2,13	1,10		0,51	0,30
	1,82	1,20		0,51	0,30

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,61	0,30		1,65	1,50
	0,61	0,40		1,51	1,50
	0,51	0,40		1,63	1,60
	0,41	0,40		1,63	1,60
	0,41	0,40		1,51	1,50
	0,37	0,40		1,53	1,50
	0,41	0,40		1,39	1,40
	0,44	0,50		1,45	1,30
	0,41	0,50		1,52	1,40
	0,56	0,60		1,74	1,50
	0,65	0,60		1,74	1,30
	0,70	0,60		1,68	1,40
	0,71	0,60		1,74	1,20
	0,71	0,60		1,86	1,30
	0,70	0,70		1,68	1,20
	0,59	0,70		1,74	1,50
	0,69	0,70		1,79	1,40
	0,82	0,70		1,68	1,40
	0,82	0,70		1,79	1,40
	0,82	0,70		1,79	1,30
	0,61	0,80		1,52	1,20
	0,71	0,90		1,63	1,10
	0,61	0,90		1,57	1,20
	0,61	0,90		1,31	1,00
	0,70	0,90		1,34	1,10
	0,61	1,00		1,31	1,10
	0,71	1,10		1,21	1,20
	1,05	1,00		1,12	1,10
	0,91	1,00		1,12	1,10
	1,05	1,30		1,01	1,10
	1,01	1,30		0,91	1,10
	1,28	1,20		0,81	1,10
	1,17	1,20		0,72	1,00
	1,28	1,40		0,71	1,00
	1,51	1,30		0,81	1,00
	1,27	1,30		0,70	1,10
	1,27	1,30		0,69	1,10
	1,42	1,40		0,61	1,00
	1,42	1,40		0,61	1,00
	1,50	1,50		0,59	1,00
	1,54	1,50		0,61	1,00
	1,65	1,30		0,51	1,00

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,51	1,00		0,23	0,60
	0,51	1,00		0,29	0,50
	0,51	0,90		0,24	0,50
	0,51	0,80		0,29	0,50
	0,67	0,80		0,29	0,50
	0,54	0,70		0,29	0,40
	0,51	0,70		0,29	0,50
	0,54	0,70		0,29	0,50
	0,53	0,60		0,20	0,50
	0,43	0,50		0,40	0,50
	0,44	0,50		0,29	0,50
	0,43	0,40		0,24	0,60
	0,61	0,40		0,29	0,60
	0,61	0,50		0,29	0,60
	0,53	0,50		0,29	0,60
	0,61	0,40		0,30	0,60
	0,64	0,40		0,30	0,60
	0,66	0,40		0,34	0,60
	0,88	0,40		0,33	0,60
	0,88	0,30		0,24	0,60
	0,85	0,40		0,24	0,60
	0,75	0,40		0,36	0,60
	0,85	0,30		0,43	0,50
	0,88	0,30		0,41	0,50
	0,77	0,30		0,41	0,60
	0,66	0,30		0,54	0,50
	0,66	0,30		0,67	0,50
	0,53	0,30		0,61	0,60
	0,44	0,40		0,61	0,70
	0,43	0,30		0,61	0,80
	0,43	0,40		0,81	0,70
	0,40	0,40		0,51	0,70
	0,30	0,40		0,41	0,70
	0,41	0,40		0,41	0,70
	0,41	0,50		0,41	0,60
	0,41	0,50		0,36	0,60
	0,51	0,50		0,30	0,70
	0,41	0,50		0,36	0,60
	0,41	0,50		0,30	0,50
	0,41	0,50		0,47	0,60
	0,30	0,60		0,43	0,60
	0,30	0,60		0,29	0,50

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,20	0,60		0,44	0,30
	0,43	0,50		0,49	0,30
	0,20	0,40		0,40	0,40
	0,35	0,50		0,41	0,40
	0,30	0,40		0,48	0,50
	0,24	0,40		0,41	0,50
	0,36	0,40		0,51	0,60
	0,40	0,30		0,41	0,60
	0,49	0,30		0,47	0,50
	0,49	0,30		0,35	0,50
	0,43	0,30		0,47	0,50
	0,43	0,30		0,46	0,50
	0,43	0,30		0,47	0,60
	0,44	0,20		0,47	0,60
	0,43	0,20		0,47	0,60
	0,49	0,20		0,47	0,60
	0,32	0,20		0,41	0,50
	0,32	0,20		0,58	0,60
	0,37	0,20		0,59	0,60
	0,37	0,20		0,58	0,60
	0,24	0,20		0,58	0,50
	0,43	0,20		0,51	0,60
	0,29	0,10		0,70	0,60
	0,00	0,10		0,58	0,60
	0,30	0,10		0,58	0,60
	0,67	0,10		0,58	0,60
	0,81	0,10		0,58	0,60
	0,64	0,10		0,58	0,70
	0,66	0,10		0,59	0,60
	0,66	0,10		0,58	0,60
	0,66	0,20		0,70	0,60
	0,63	0,10		0,70	0,60
	0,55	0,20		0,70	0,50
	0,66	0,20		0,69	0,60
	0,55	0,20		0,69	0,70
	0,55	0,10		0,69	0,60
	0,55	0,10		0,81	0,70
	0,43	0,20		0,95	0,60
	0,43	0,20		0,83	0,60
	0,44	0,20		0,92	0,60
	0,42	0,20		0,81	0,70
	0,44	0,30		0,95	0,90

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,94	1,00		1,12	0,60
	0,82	0,90		1,12	0,60
	0,83	0,90		1,01	0,70
	0,82	0,70		1,01	0,70
	0,83	0,70		1,01	0,80
	0,81	0,70		1,22	0,80
	0,71	0,60		1,22	0,80
	0,81	0,60		1,42	0,90
	0,81	0,60		1,52	1,10
	0,81	0,60		1,52	1,30
	0,94	0,60		1,72	2,00
	0,95	0,60		1,82	1,80
	0,83	0,50		2,23	1,80
	0,92	0,50		2,53	1,90
	0,83	0,60		2,33	2,00
	0,81	0,50		2,13	2,00
	0,81	0,50		2,23	2,00
	0,81	0,50		2,13	1,70
	0,70	0,40		2,13	1,70
	0,81	0,40		2,43	1,50
	0,69	0,40		2,43	1,90
	0,70	0,40		2,64	2,00
	0,58	0,40		2,74	1,70
	0,69	0,40		2,64	1,70
	0,71	0,40		2,84	1,60
	0,91	0,40		2,43	1,70
	0,81	0,40		2,43	1,60
	0,91	0,40		2,43	1,50
	0,91	0,40		2,53	1,60
	0,91	0,30		2,74	1,60
	1,01	0,40		2,84	1,70
	1,01	0,40		2,84	1,70
	1,12	0,40		3,24	1,80
	0,91	0,40		2,94	2,20
	1,01	0,40		3,24	2,20
	0,91	0,40		3,35	2,60
	1,01	0,50		3,45	2,80
	1,12	0,50		2,94	2,90
	1,12	0,70		3,14	2,80
	1,32	0,60		2,74	3,00
	1,22	0,70		2,53	2,70
	1,12	0,70		2,53	2,90

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,43	2,40		0,91	0,40
	2,43	2,30		0,91	0,40
	2,64	2,40		1,12	0,40
	2,84	2,10		1,12	0,40
	2,64	2,10		1,01	0,30
	2,43	2,30		1,01	0,40
	2,23	1,90		0,81	0,30
	2,03	2,00		0,71	0,30
	1,82	1,60		0,71	0,30
	1,52	1,70		0,61	0,20
	1,52	1,70		0,51	0,30
	1,42	1,70		0,51	0,30
	1,42	1,60		0,41	0,30
	1,32	1,50		0,41	0,30
	1,32	1,40		0,37	0,30
	1,52	1,40		0,33	0,40
	1,42	1,40		0,37	0,40
	1,22	1,30		0,33	0,40
	1,42	1,20		0,30	0,50
	1,42	1,00		0,20	0,50
	1,32	1,00		0,21	0,50
	1,42	0,90		0,20	0,50
	1,12	1,00		0,20	0,40
	1,12	1,10		0,20	0,40
	1,01	1,10		0,30	0,40
	0,91	1,10		0,19	0,30
	0,71	1,10		0,22	0,30
	0,61	1,10		0,24	0,20
	0,61	1,10		0,29	0,30
	0,51	0,90		0,24	0,30
	0,61	0,90		0,29	0,30
	0,66	0,80		0,23	0,30
	0,66	0,80		0,20	0,30
	0,53	0,90		0,35	0,40
	0,67	0,80		0,35	0,30
	0,67	0,70		0,33	0,30
	0,67	0,70		0,35	0,30
	0,67	0,60		0,34	0,20
	0,91	0,60		0,49	0,20
	0,81	0,50		0,49	0,20
	0,81	0,50		0,30	0,20
	1,01	0,40		0,29	0,20

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,29	0,20		0,19	0,60
	0,24	0,20		0,20	0,60
	0,29	0,20		0,23	0,60
	0,24	0,20		0,29	0,60
	0,29	0,30		0,24	0,50
	0,33	0,40		0,35	0,50
	0,30	0,30		0,35	0,50
	0,36	0,30		0,47	0,50
	0,29	0,30		0,46	0,40
	0,27	0,30		0,47	0,40
	0,33	0,30		0,47	0,40
	0,33	0,30		0,47	0,40
	0,20	0,30		0,54	0,30
	0,27	0,30		0,76	0,40
	0,24	0,30		0,91	0,30
	0,23	0,30		1,04	0,30
	0,24	0,30		1,24	0,30
	0,41	0,20		1,24	0,30
	0,30	0,20		1,14	0,30
	0,30	0,40		1,19	0,30
	0,22	0,40		1,04	0,30
	0,24	0,30		1,04	0,30
	0,51	0,20		1,24	0,40
	0,61	0,20		1,21	0,50
	0,61	0,30		1,24	0,60
	0,61	0,30		1,14	0,60
	0,71	0,40		1,04	0,70
	0,71	0,30		1,14	0,80
	0,71	0,30		1,04	0,90
	0,61	0,30		0,93	0,90
	0,61	0,40		0,93	0,90
	0,51	0,40		0,83	0,80
	0,51	0,40		0,83	0,80
	0,41	0,40		0,76	0,80
	0,30	0,40		0,76	0,70
	0,30	0,50		0,76	0,80
	0,20	0,50		0,90	0,90
	0,30	0,60		0,78	0,90
	0,20	0,60		0,78	1,00
	0,71	0,90		0,78	0,90
	0,82	0,90		0,70	0,90
	0,81	0,90		0,81	0,90

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,83	0,90		0,85	0,40
	0,81	0,80		0,77	0,40
	0,93	0,80		0,85	0,50
	0,94	0,80		0,96	0,40
	0,81	0,70		0,96	0,40
	0,76	0,70		0,85	0,40
	0,81	0,70		0,77	0,40
	0,81	0,60		0,85	0,40
	0,91	0,70		0,81	0,30
	0,81	0,60		0,85	0,30
	0,71	0,60		0,73	0,30
	0,81	0,70		0,73	0,30
	0,81	0,80		0,81	0,30
	0,81	0,80		0,88	0,20
	0,91	0,70		0,71	0,30
	0,81	0,60		0,71	0,20
	0,81	0,60		0,81	0,20
	0,71	0,70		0,91	0,30
	0,61	0,70		0,91	0,20
	0,61	0,80		0,91	0,20
	0,51	0,90		0,71	0,20
	0,55	0,80		0,71	0,20
	0,55	0,80		0,71	0,00
	0,53	0,90		0,61	0,40
	0,53	0,90		0,60	0,40
	0,64	0,80		0,70	0,40
	0,53	0,70		0,51	0,40
	0,64	0,80		0,61	0,50
	0,64	0,70		0,54	0,50
	0,64	0,60		0,54	0,60
	0,53	0,60		0,51	0,70
	0,73	0,60		0,70	0,80
	0,43	0,60		0,90	0,90
	0,43	0,50		0,83	1,10
	0,41	0,50		0,93	1,20
	0,53	0,50		0,93	1,20
	0,73	0,40		0,93	1,60
	0,73	0,40		1,32	1,50
	0,73	0,40		1,42	1,50
	0,85	0,40		1,42	1,50
	0,85	0,40		1,52	1,50
	0,85	0,40		1,42	1,60

Mahon	GSM	Registrazione	Mahon	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,52	1,50		0,91	1,10
	1,52	1,60		0,91	1,20
	1,82	1,80		0,91	1,20
	1,93	1,80		0,81	1,20
	2,23	1,70		0,71	1,10
	2,53	1,90		0,61	1,00
	2,13	1,80		0,61	1,00
	2,43	1,90		0,51	1,10
	2,23	1,80		0,61	1,00
	1,72	1,90		0,81	0,90
	1,32	2,00		0,67	0,80
	1,52	2,00		0,61	0,90
	2,43	2,20		0,61	0,80
	2,74	2,20		0,53	0,70
	2,84	2,30		0,64	0,80
	2,64	2,30		0,64	0,70
	2,74	1,90		0,64	0,80
	2,53	2,00		0,88	0,70
	2,64	1,90		0,64	0,70
	2,74	2,00		0,73	0,60
	2,64	2,10		0,73	0,60
	2,74	2,80		0,73	0,60
	2,74	2,50		0,61	0,50
	2,43	2,70		0,67	0,40
	2,53	2,50		0,61	0,40
	2,23	2,50		0,73	0,40
	1,82	2,30		0,64	0,30
	1,72	2,20		0,73	0,30
	1,72	2,20		0,64	0,30
	1,52	2,00		0,77	0,20
	1,52	1,80		0,85	0,20
	1,82	1,90		0,96	0,20
	1,93	1,80		0,85	0,20
	1,82	1,60		0,98	0,20
	1,62	1,50		0,96	0,20
	1,72	1,30		0,96	0,20
	1,42	1,30		0,85	0,20
	1,52	1,20		0,96	0,20
	1,32	1,10		0,96	0,20
	1,12	1,00		0,98	0,20
	1,01	1,10		0,88	0,30
	0,91	1,10		0,88	0,00

Prova: Golfo De Cadiz (O) → Gran Canaria (T)

Valori di  $H_s$  per oltre 6500 ore di registrazione.

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,26	1,00		2,23	2,40
	1,26	1,10		2,23	2,40
	1,10	1,00		2,13	2,40
	1,10	1,10		2,03	2,40
	1,10	1,00		1,93	2,50
	0,79	1,00		2,03	2,50
	1,00	1,00		1,93	2,70
	1,10	1,00		1,72	2,50
	1,19	1,10		1,82	2,70
	1,19	1,00		1,82	2,70
	1,01	1,00		1,93	2,80
	1,12	0,90		1,93	2,70
	1,12	0,90		1,93	2,50
	1,12	0,90		2,03	2,60
	1,01	0,90		1,82	2,70
	1,01	1,00		1,62	2,60
	0,91	1,10		1,72	2,70
	0,91	1,30		1,52	2,70
	0,91	1,30		1,42	2,50
	0,97	1,50		1,32	2,70
	0,97	1,60		1,32	2,70
	0,97	1,50		1,32	2,60
	1,08	1,70		1,32	2,80
	1,08	1,90		1,32	2,50
	1,12	2,00		1,32	2,70
	1,22	1,80		1,42	2,90
	1,32	2,00		1,42	2,70
	1,22	2,00		1,32	2,70
	1,32	2,20		1,12	2,70
	1,62	2,10		1,22	2,70
	2,03	2,30		1,12	2,50
	2,33	2,30		1,08	2,70
	2,64	2,30		0,97	2,60
	2,74	2,50		0,86	2,70
	2,43	2,40		0,86	2,80
	2,53	2,30		0,86	2,80
	2,43	2,30		0,99	2,80

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,97	2,70		0,54	2,20
	1,08	2,80		0,71	2,10
	0,91	2,70		0,71	2,30
	0,91	2,50		0,71	2,10
	0,81	2,90		0,54	2,30
	0,81	2,80		0,68	2,20
	0,81	2,80		1,10	2,30
	0,81	2,90		1,11	2,10
	0,99	2,60		1,11	2,20
	0,99	2,80		1,10	2,20
	0,99	2,80		1,10	2,10
	0,76	2,60		1,10	2,10
	0,77	2,70		0,71	2,00
	0,65	2,60		0,94	2,10
	0,66	2,60		0,94	2,10
	0,56	2,50		0,95	2,10
	0,56	2,50		0,79	1,90
	0,55	2,50		0,79	2,00
	0,55	2,60		0,79	2,20
	0,44	2,40		0,94	2,00
	0,54	2,40		1,11	2,00
	0,54	2,50		1,26	2,20
	0,55	2,40		1,26	2,20
	0,54	2,40		1,41	2,00
	0,65	2,30		1,41	2,00
	0,85	2,40		1,42	2,00
	0,85	2,30		1,58	2,00
	0,65	2,10		0,91	1,90
	0,71	2,30		1,01	1,90
	0,71	2,20		0,91	1,80
	0,57	2,20		0,81	1,80
	0,43	2,20		0,81	1,90
	0,54	2,20		0,81	1,90
	0,43	2,30		0,91	1,90
	0,43	2,10		0,91	1,80
	0,44	2,20		0,91	1,80
	0,43	2,20		0,91	1,80
	0,54	2,40		0,81	1,90
	0,71	2,20		0,71	1,80
	0,71	2,20		0,94	1,80
	0,85	2,10		0,95	1,70
	0,71	2,10		0,95	1,70

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,68	1,80		0,71	2,30
	0,79	1,80		0,71	2,20
	1,10	2,00		0,71	2,40
	1,26	2,00		0,61	2,20
	1,10	1,90		0,85	2,40
	0,79	2,00		0,85	2,30
	1,10	2,00		0,71	2,20
	1,10	2,20		0,85	2,30
	0,94	2,00		0,66	2,20
	0,94	2,00		0,94	2,30
	0,94	2,00		0,95	2,40
	0,95	1,90		0,95	2,20
	0,95	2,00		0,95	2,30
	1,10	2,20		0,94	2,10
	1,11	2,10		0,95	2,10
	1,11	2,20		0,95	2,10
	1,11	2,10		0,95	2,10
	0,95	1,90		0,95	2,00
	0,68	2,20		0,79	2,00
	0,67	2,20		0,79	2,00
	0,63	2,20		0,79	2,00
	0,56	2,10		1,10	2,00
	0,66	2,00		1,26	2,20
	0,66	2,10		1,41	2,20
	0,67	2,00		1,26	2,30
	1,10	2,00		1,41	2,30
	1,00	2,00		1,41	2,30
	0,91	2,30		1,42	2,20
	1,10	2,30		1,26	2,20
	1,11	2,40		1,42	2,10
	1,10	2,30		1,42	2,10
	1,10	2,10		1,42	2,00
	1,10	2,10		1,42	2,00
	0,94	2,20		1,58	2,00
	0,94	2,00		1,58	2,10
	0,95	1,90		1,74	2,00
	0,95	1,90		1,58	2,10
	0,95	2,10		1,58	2,00
	0,95	2,00		1,58	2,10
	1,11	2,20		1,58	1,90
	0,88	2,30		1,22	1,90
	0,89	2,20		1,42	2,00

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,32	1,90		1,52	2,40
	1,22	1,90		1,42	2,20
	1,32	2,10		1,42	2,20
	1,42	2,00		1,42	2,20
	1,42	2,00		1,42	2,10
	1,32	2,20		1,32	2,10
	1,22	2,30		1,22	2,20
	1,32	2,20		1,42	2,00
	2,05	2,30		1,32	2,30
	2,21	2,20		1,32	2,10
	2,05	2,20		1,22	2,10
	2,05	2,10		1,22	2,30
	1,12	2,10		1,12	2,20
	1,89	2,10		1,01	2,00
	1,74	2,10		1,01	2,10
	1,74	2,20		0,91	2,10
	1,58	2,20		0,81	2,10
	1,42	2,20		0,81	2,00
	1,42	2,40		0,99	1,90
	1,42	2,10		0,86	2,00
	1,42	2,20		0,76	1,80
	1,27	2,10		0,76	1,80
	1,26	2,10		0,76	1,70
	1,26	2,20		0,76	1,70
	1,13	2,10		0,86	1,80
	1,01	2,20		0,81	1,90
	1,22	2,20		0,91	2,00
	1,12	2,10		0,91	1,90
	1,12	2,10		1,01	2,00
	1,12	2,30		1,01	1,80
	1,12	2,40		1,01	1,90
	1,01	2,60		0,91	1,90
	1,01	2,50		0,91	1,90
	0,91	2,50		0,91	1,80
	1,01	2,50		0,81	1,80
	1,01	2,70		0,81	1,90
	1,12	2,30		0,71	1,90
	1,19	2,50		0,71	1,80
	1,22	2,40		0,79	2,00
	1,42	2,20		1,26	2,00
	1,52	2,20		1,26	2,00
	1,62	2,40		1,11	2,00

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,11	1,90		0,91	1,70
	1,11	2,10		0,81	1,80
	1,11	2,10		0,71	1,70
	1,10	1,90		0,71	1,80
	1,10	2,00		0,85	1,80
	1,10	2,00		0,85	2,00
	1,11	1,90		0,85	1,80
	1,10	2,00		0,65	1,80
	0,75	2,00		0,71	1,90
	0,68	2,00		0,71	1,70
	0,68	1,90		0,67	1,70
	0,56	1,80		1,10	1,60
	0,85	1,80		1,11	1,60
	0,61	1,80		1,27	1,60
	0,71	1,80		1,27	1,70
	0,81	1,90		1,41	1,70
	0,91	1,70		1,58	1,50
	0,91	2,00		1,89	1,50
	0,91	1,70		1,89	1,60
	0,81	1,80		1,89	1,50
	0,81	1,80		1,32	1,50
	0,99	1,60		1,32	1,50
	0,71	1,60		1,89	1,50
	0,99	1,70		1,32	1,60
	0,85	1,80		1,22	1,50
	0,85	1,60		1,89	1,70
	0,54	1,60		1,32	1,60
	0,54	1,60		1,42	1,60
	0,54	1,60		1,52	1,70
	0,71	1,70		1,72	1,70
	0,71	1,60		1,62	1,60
	0,81	1,40		1,52	1,50
	0,81	1,60		1,42	1,50
	1,01	1,50		1,32	1,50
	1,01	1,80		1,42	1,50
	1,12	1,70		1,52	1,50
	1,22	1,70		1,52	1,40
	1,42	1,70		1,52	1,40
	1,22	1,80		1,62	1,40
	1,01	1,70		1,72	1,40
	1,01	1,70		1,52	1,40
	0,91	1,70		1,62	1,30

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,62	1,30		0,95	1,10
	1,72	1,30		0,94	1,00
	1,72	1,40		0,66	1,00
	1,52	1,40		0,66	1,00
	1,42	1,30		0,66	1,00
	1,42	1,30		0,65	1,00
	1,42	1,30		0,65	1,10
	1,62	1,30		0,85	1,20
	1,52	1,30		0,71	1,20
	1,62	1,30		0,81	1,20
	1,82	1,30		0,81	1,10
	1,52	1,30		0,91	1,00
	1,42	1,20		1,12	1,00
	1,32	1,20		1,01	1,10
	1,32	1,20		0,91	1,00
	1,42	1,20		0,91	1,00
	1,52	1,20		1,12	1,10
	1,52	1,20		1,22	1,10
	1,42	1,20		1,42	1,10
	1,32	1,20		1,52	1,20
	1,32	1,10		1,62	1,10
	1,22	1,10		1,62	1,10
	1,22	1,00		1,62	1,00
	1,22	1,10		1,52	1,00
	1,22	1,10		1,82	0,90
	1,22	1,10		1,82	0,90
	1,01	1,10		2,23	0,90
	1,01	1,20		2,33	0,90
	0,91	1,10		2,13	1,00
	0,91	1,20		1,93	1,10
	0,91	1,10		1,62	1,20
	0,91	1,10		1,52	1,20
	1,01	1,10		1,52	1,30
	1,01	1,10		1,42	1,50
	1,42	1,10		1,32	1,50
	1,26	1,10		1,12	1,80
	1,26	1,10		1,12	1,90
	1,10	1,00		1,12	2,10
	1,10	1,10		1,01	2,10
	1,10	1,00		0,81	2,10
	1,10	1,00		0,81	2,10
	0,95	1,00		0,71	2,00

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,99	2,10		1,42	1,90
	0,99	2,20		1,32	1,80
	0,99	2,10		1,52	1,80
	0,81	2,20		1,52	1,80
	0,71	2,20		1,52	1,60
	0,99	2,40		2,53	1,60
	0,85	2,50		2,68	1,70
	0,85	2,40		2,68	1,70
	0,54	2,40		1,82	1,70
	0,71	2,30		2,03	1,80
	0,71	2,60		2,03	1,70
	0,85	2,30		1,82	1,80
	0,71	2,70		1,93	1,70
	0,71	2,40		2,23	1,80
	0,81	2,50		2,23	1,80
	0,91	2,40		2,23	1,70
	1,13	2,50		2,23	1,70
	0,91	2,60		2,53	1,70
	0,81	2,50		2,64	1,70
	0,71	2,70		2,53	1,60
	0,71	2,50		2,53	1,60
	0,61	2,40		2,33	1,60
	0,84	2,20		2,43	1,60
	0,94	2,20		2,43	1,50
	0,95	2,20		2,33	1,50
	0,79	2,00		2,33	1,50
	0,95	2,10		2,23	1,40
	1,10	2,40		2,23	1,50
	0,77	2,20		2,23	1,50
	0,78	2,10		2,13	1,40
	0,77	2,20		2,03	1,40
	0,88	2,10		1,82	1,50
	0,94	2,30		1,82	1,50
	0,71	2,00		1,82	1,40
	0,91	2,00		1,93	1,40
	1,32	2,00		1,82	1,40
	1,42	2,00		1,82	1,40
	1,22	1,90		1,72	1,30
	1,42	2,00		1,72	1,30
	1,42	1,90		1,82	1,20
	1,52	2,00		1,72	1,20
	1,42	1,90		1,93	1,20

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,03	1,20		1,00	1,10
	2,03	1,20		0,79	1,20
	1,93	1,20		0,75	1,10
	1,93	1,30		0,68	1,10
	1,93	1,30		0,68	1,10
	2,03	1,20		0,68	1,10
	2,13	1,20		0,68	1,10
	2,03	1,20		0,57	1,10
	1,93	1,20		0,68	1,00
	1,93	1,20		0,68	1,00
	1,72	1,20		0,68	1,00
	1,82	1,20		0,68	1,10
	1,82	1,20		0,68	1,10
	1,62	1,30		0,68	1,10
	1,62	1,30		0,68	1,10
	2,68	1,30		0,57	1,10
	1,82	1,30		0,57	1,10
	2,68	1,30		0,57	1,10
	1,72	1,30		0,57	1,10
	1,93	1,20		0,56	1,10
	1,82	1,30		0,56	1,10
	1,52	1,20		0,56	1,10
	1,52	1,10		0,44	1,20
	1,42	1,10		0,56	1,20
	2,05	1,10		0,56	1,20
	1,89	1,10		0,56	1,20
	1,73	1,10		0,56	1,20
	1,89	1,20		0,57	1,20
	1,58	1,20		0,57	1,30
	1,42	1,20		0,45	1,20
	1,43	1,10		0,56	1,30
	1,41	1,20		0,56	1,30
	1,26	1,10		0,56	1,30
	1,26	1,10		0,56	1,20
	1,26	1,10		0,67	1,20
	1,26	1,10		0,56	1,30
	1,26	1,10		0,67	1,30
	1,26	1,20		0,67	1,20
	1,26	1,10		0,55	1,40
	1,00	1,10		0,56	1,50
	1,00	1,20		0,56	1,40
	1,00	1,20		0,66	1,40

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,86	1,40		0,99	1,30
	0,97	1,40		0,65	1,20
	1,30	1,30		0,65	1,20
	1,40	1,40		0,65	1,20
	1,51	1,40		0,65	1,20
	1,30	1,50		0,76	1,10
	1,19	1,50		0,99	1,10
	1,08	1,40		0,81	1,20
	1,08	1,40		0,91	1,10
	1,01	1,40		0,91	1,20
	0,91	1,30		0,91	1,10
	0,91	1,40		0,91	1,20
	0,81	1,40		0,91	1,30
	0,81	1,40		1,01	1,20
	0,81	1,30		0,91	1,20
	0,99	1,30		0,91	1,30
	0,76	1,30		0,91	1,30
	0,76	1,30		0,81	1,30
	0,76	1,30		0,71	1,30
	0,76	1,30		0,71	1,30
	0,65	1,30		0,71	1,30
	0,65	1,40		0,71	1,30
	0,76	1,40		0,71	1,20
	0,86	1,30		0,81	1,20
	0,86	1,30		0,99	1,30
	0,86	1,30		0,81	1,30
	0,97	1,10		0,81	1,20
	0,97	1,10		0,91	1,30
	0,91	1,20		0,81	1,30
	1,12	1,20		0,81	1,30
	1,12	1,20		0,91	1,50
	0,91	1,20		0,91	1,40
	0,91	1,20		0,91	1,40
	0,91	1,20		0,91	1,40
	0,81	1,20		0,91	1,30
	0,81	1,10		1,01	1,40
	0,71	1,10		1,12	1,30
	0,71	1,10		1,12	1,40
	0,71	1,10		1,22	1,30
	0,61	1,10		1,32	1,50
	0,71	1,10		1,62	1,50
	0,99	1,10		1,42	1,40

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,52	1,50		1,73	1,90
	1,52	1,50		1,57	2,00
	1,52	1,50		1,89	1,90
	1,42	1,50		1,89	2,10
	1,32	1,50		1,74	1,90
	1,12	1,70		2,05	1,80
	1,01	1,60		2,20	1,80
	0,91	1,60		2,21	1,80
	0,81	1,70		1,32	1,80
	0,81	1,70		1,89	1,80
	0,81	1,70		1,01	1,80
	0,71	1,80		1,58	1,80
	0,71	1,60		1,42	1,90
	0,81	1,60		1,74	1,70
	0,71	1,70		2,05	1,70
	0,99	1,70		2,37	1,70
	0,99	1,80		2,68	1,70
	0,81	1,90		2,37	1,70
	0,97	1,80		2,21	1,60
	0,86	1,90		1,89	1,60
	0,97	1,80		1,89	1,60
	0,91	1,90		1,12	1,80
	1,01	2,00		1,58	1,50
	1,01	1,90		1,42	1,70
	1,01	1,90		1,27	1,80
	1,01	1,90		1,41	1,70
	0,91	1,80		1,26	1,70
	0,91	2,10		1,26	1,80
	0,91	2,10		1,41	1,60
	0,91	2,10		1,01	1,60
	0,81	2,10		0,97	1,60
	0,81	1,90		1,01	1,60
	0,88	2,00		1,01	1,60
	0,91	2,10		1,01	1,60
	1,42	1,90		0,91	1,60
	1,74	2,00		0,91	1,40
	1,73	2,00		1,00	1,50
	1,89	1,90		0,89	1,50
	1,89	2,00		0,86	1,50
	1,89	1,90		0,88	1,60
	1,89	2,00		0,97	1,50
	1,89	2,00		1,08	1,40

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,97	1,40		0,90	1,50
	0,88	1,50		0,89	1,50
	0,89	1,50		0,78	1,50
	0,88	1,60		0,78	1,50
	0,88	1,50		0,78	1,50
	0,88	1,60		0,88	1,50
	0,88	1,70		0,89	1,50
	0,99	1,70		0,89	1,50
	0,88	1,80		0,89	1,50
	0,97	1,60		0,88	1,60
	0,97	1,60		0,89	1,60
	1,10	1,60		0,89	1,70
	1,21	1,50		0,77	1,60
	1,24	1,50		0,78	1,80
	1,11	1,50		0,77	1,60
	1,22	1,40		0,65	1,50
	1,12	1,40		0,86	1,70
	1,25	1,30		1,00	1,50
	1,73	1,30		1,13	1,50
	1,38	1,30		1,74	1,70
	1,25	1,40		2,06	1,60
	1,25	1,40		2,22	1,80
	1,57	1,40		1,89	1,80
	1,13	1,50		1,24	1,90
	1,13	1,40		1,40	1,90
	1,13	1,40		1,43	2,00
	1,25	1,40		1,88	1,90
	1,01	1,30		2,36	1,90
	1,13	1,30		2,52	2,00
	1,13	1,30		2,25	1,90
	1,00	1,30		2,13	2,10
	0,90	1,30		2,51	2,00
	0,86	1,30		3,14	2,20
	0,81	1,30		3,15	1,90
	0,91	1,30		2,43	1,90
	1,01	1,30		2,33	1,90
	1,12	1,30		1,82	1,90
	1,01	1,40		2,68	1,90
	0,91	1,30		2,67	1,80
	0,91	1,30		2,68	1,70
	0,91	1,40		2,85	1,80
	0,97	1,40		2,67	1,80

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,69	1,80		1,75	1,10
	2,85	1,80		2,05	1,10
	2,83	1,80		1,63	1,10
	1,82	1,80		1,50	1,10
	1,82	1,70		1,38	1,10
	1,93	1,50		1,25	1,20
	1,93	1,60		1,25	1,10
	1,82	1,60		1,13	1,20
	1,82	1,70		1,13	1,20
	1,93	1,80		1,00	1,20
	1,93	1,60		1,00	1,20
	2,23	1,60		0,91	1,20
	2,03	1,60		0,79	1,10
	2,13	1,40		0,79	1,00
	2,03	1,50		0,75	1,00
	1,93	1,50		0,68	1,10
	1,82	1,50		0,68	1,10
	1,72	1,50		0,67	1,10
	1,72	1,50		0,67	1,10
	1,82	1,50		0,56	1,10
	1,93	1,60		0,66	1,20
	1,82	1,50		0,65	1,20
	1,82	1,50		0,76	1,20
	2,33	1,40		0,86	1,20
	2,64	1,50		0,81	1,30
	2,94	1,40		0,86	1,40
	2,23	1,30		0,86	1,50
	1,93	1,30		0,86	1,50
	1,62	1,20		0,76	1,50
	1,89	1,20		0,76	1,40
	1,89	1,20		0,76	1,40
	1,73	1,20		0,76	1,40
	1,58	1,10		0,76	1,30
	1,89	1,10		0,65	1,30
	1,57	1,20		0,65	1,40
	1,89	1,10		0,65	1,20
	1,73	1,00		0,76	1,30
	1,73	1,10		0,86	1,30
	1,73	1,10		0,86	1,30
	2,21	1,20		0,97	1,30
	1,88	1,10		0,97	1,30
	1,75	1,10		1,08	1,30

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,19	1,30		0,91	1,70
	1,19	1,40		0,81	1,80
	1,42	1,30		0,99	1,70
	1,32	1,30		0,99	1,70
	1,32	1,40		0,85	1,80
	1,40	1,30		0,85	1,80
	1,22	1,40		0,65	1,90
	1,32	1,30		0,65	1,80
	1,12	1,40		0,65	1,80
	1,12	1,40		0,76	1,90
	1,01	1,40		0,76	1,90
	1,01	1,50		0,91	2,00
	0,91	1,60		1,01	2,00
	0,91	1,50		1,01	2,10
	0,81	1,40		0,91	2,00
	0,71	1,40		0,81	2,00
	0,81	1,40		0,99	2,00
	0,99	1,30		0,99	2,10
	0,81	1,40		0,65	2,10
	0,81	1,40		0,85	2,00
	0,99	1,50		0,85	1,80
	0,81	1,50		0,85	1,90
	0,86	1,40		0,65	1,90
	0,86	1,40		0,76	1,70
	0,86	1,40		0,76	1,60
	0,97	1,50		0,76	1,70
	1,19	1,50		0,65	1,60
	1,30	1,70		0,77	1,70
	1,30	1,70		1,74	1,70
	1,12	1,60		1,12	1,60
	1,12	1,70		1,32	1,70
	1,22	1,80		1,52	1,70
	1,12	1,60		1,52	1,80
	1,12	1,70		1,62	1,90
	1,12	1,80		1,62	2,10
	1,22	1,90		1,82	2,30
	1,22	1,70		2,13	2,30
	1,22	1,70		2,13	2,30
	1,32	1,80		2,13	2,00
	1,12	1,80		1,93	2,20
	1,01	1,80		2,03	2,10
	0,91	1,70		1,82	1,90

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,62	1,80		2,13	0,90
	1,52	2,00		2,03	1,00
	1,62	1,90		2,53	1,00
	1,82	1,80		2,05	1,00
	2,03	1,90		1,74	0,90
	2,53	1,80		1,42	0,90
	2,74	1,80		1,26	1,00
	2,74	1,70		1,10	1,00
	2,53	1,60		1,10	0,90
	2,43	1,80		0,94	0,90
	2,33	1,70		0,75	0,90
	2,43	1,50		0,68	0,90
	2,33	1,60		0,68	0,90
	2,33	1,50		0,68	1,00
	2,43	1,40		0,79	0,90
	2,33	1,40		0,88	0,90
	2,33	1,40		1,00	0,90
	2,64	1,40		1,26	0,90
	2,64	1,40		0,79	0,90
	2,53	1,40		0,88	0,90
	2,03	1,40		0,79	0,80
	2,13	1,40		0,67	0,80
	1,72	1,30		0,67	0,80
	1,82	1,40		0,67	0,90
	1,62	1,40		0,56	0,80
	1,52	1,20		0,67	0,80
	2,21	1,30		0,56	0,80
	2,21	1,20		0,55	0,90
	2,53	1,30		0,55	0,90
	2,68	1,20		0,56	0,90
	1,93	1,30		0,55	0,80
	1,93	1,10		0,55	0,80
	2,03	1,20		0,56	0,80
	1,93	1,10		0,55	0,80
	1,82	1,20		0,55	0,80
	2,53	1,20		0,66	0,80
	2,37	1,10		0,66	0,80
	2,05	1,00		0,55	0,80
	2,05	1,00		0,55	0,70
	1,22	1,00		0,55	0,70
	1,42	1,00		0,67	0,80
	1,82	0,90		0,56	0,80

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,66	0,90		0,55	0,90
	0,56	0,90		0,54	0,90
	0,56	0,90		0,54	0,90
	0,66	0,80		0,54	0,90
	0,66	0,80		0,65	0,80
	0,66	0,80		0,65	0,80
	0,66	0,80		0,65	0,80
	0,55	0,80		0,65	0,80
	0,55	0,80		0,85	0,90
	0,55	0,70		0,81	0,90
	0,55	0,80		0,91	0,90
	0,55	0,80		0,81	0,90
	0,55	0,90		0,81	1,00
	0,55	0,90		0,91	0,90
	0,55	0,90		0,91	0,90
	0,54	0,90		0,91	0,90
	0,54	0,90		1,01	1,00
	0,43	0,80		1,01	1,00
	0,54	0,80		0,91	1,00
	0,54	0,80		0,91	1,00
	0,54	0,80		0,91	1,00
	0,54	0,80		0,71	1,00
	0,55	0,80		0,71	1,00
	0,55	0,90		0,71	1,00
	0,55	0,90		0,61	1,00
	0,67	0,90		0,51	1,00
	0,78	0,90		0,71	0,90
	0,88	0,90		0,00	0,90
	0,88	0,90		0,65	0,90
	0,88	0,90		0,65	0,90
	0,77	0,90		0,65	0,90
	0,86	0,80		0,65	1,00
	0,86	0,80		0,85	1,10
	0,81	0,80		0,85	1,10
	0,86	0,80		0,71	1,20
	0,99	0,80		0,71	1,20
	0,99	0,80		0,65	1,10
	0,65	0,80		0,65	1,20
	0,65	0,90		0,65	1,20
	0,54	0,90		0,99	1,30
	0,54	0,90		0,81	1,30
	0,54	0,90		0,91	1,40

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,81	1,50		0,81	1,80
	0,81	1,40		0,86	1,90
	0,81	1,40		0,86	2,10
	0,81	1,40		0,86	2,00
	0,81	1,50		0,91	2,20
	0,81	1,40		0,91	2,00
	0,71	1,40		0,91	1,80
	0,71	1,40		0,91	2,00
	0,61	1,50		0,91	1,90
	0,85	1,40		0,91	1,90
	0,85	1,40		0,81	1,90
	0,65	1,40		0,81	1,80
	0,99	1,40		0,71	1,80
	0,99	1,30		0,71	1,80
	0,99	1,30		0,71	1,70
	0,99	1,30		0,76	1,80
	0,99	1,40		0,76	1,60
	0,81	1,50		0,86	1,60
	0,81	1,50		0,86	1,50
	1,01	1,50		0,97	1,40
	1,42	1,50		1,08	1,40
	1,52	1,60		1,30	1,40
	1,42	1,50		1,30	1,40
	1,32	1,60		1,32	1,50
	1,32	1,70		1,32	1,50
	1,22	1,60		1,30	1,40
	1,32	1,60		1,30	1,40
	1,12	1,60		1,12	1,50
	1,12	1,70		1,12	1,50
	0,91	1,80		1,08	1,50
	0,81	1,70		1,08	1,40
	0,71	1,60		0,91	1,50
	0,85	1,60		0,91	1,50
	0,99	1,70		0,91	1,50
	0,65	1,60		1,01	1,60
	0,65	1,60		0,91	1,50
	0,76	1,60		0,81	1,40
	0,65	1,60		0,86	1,40
	0,76	1,80		0,76	1,40
	0,65	1,70		0,76	1,40
	0,76	1,80		0,86	1,20
	0,76	1,80		0,97	1,20

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,97	1,20		0,86	2,00
	0,97	1,10		0,86	1,80
	0,97	1,10		0,99	1,80
	0,91	1,10		0,99	2,00
	0,97	1,10		0,76	1,80
	1,08	1,20		0,76	2,00
	1,01	1,20		0,91	2,00
	0,97	1,10		1,01	2,00
	0,97	1,20		1,12	1,90
	0,88	1,10		1,32	1,90
	0,99	1,10		1,32	2,30
	1,00	1,10		1,22	2,20
	1,00	1,10		1,32	2,10
	1,00	1,10		1,32	2,20
	1,11	1,10		1,22	2,50
	1,13	1,00		1,22	2,30
	1,11	1,10		1,12	2,10
	1,00	1,10		1,01	2,20
	0,89	1,00		0,91	2,10
	0,78	1,00		0,91	2,00
	0,78	1,00		0,81	2,00
	0,66	0,90		0,81	2,00
	0,66	0,90		0,81	1,90
	0,77	0,90		0,81	1,90
	0,88	0,90		0,99	1,90
	0,97	0,90		0,99	1,90
	1,08	1,00		0,99	1,90
	1,12	1,10		0,86	1,90
	1,22	1,30		0,97	1,80
	1,12	1,50		1,12	1,70
	1,12	1,40		1,32	1,80
	1,01	1,90		1,42	1,60
	1,01	1,80		1,42	1,70
	1,01	2,00		1,52	1,70
	0,91	1,80		1,52	1,60
	0,91	2,00		1,52	1,60
	0,81	2,00		1,52	1,80
	0,86	2,10		1,42	1,90
	0,81	1,90		1,42	1,90
	0,86	1,90		1,32	1,90
	0,86	2,00		1,32	1,90
	0,97	2,00		1,22	1,90

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,22	2,10		0,86	1,40
	1,12	2,00		0,81	1,60
	1,22	2,00		0,81	1,60
	1,22	2,10		0,81	1,60
	1,01	1,90		0,91	1,70
	0,91	2,10		0,91	1,60
	0,91	2,00		0,81	1,70
	0,81	2,00		0,81	1,60
	0,81	2,20		0,71	1,70
	0,81	2,00		0,71	1,60
	0,91	1,90		0,71	1,50
	0,97	2,00		0,61	1,50
	0,97	2,00		0,61	1,40
	0,97	1,90		0,94	1,40
	1,01	2,00		0,95	1,40
	1,19	1,90		0,75	1,40
	1,19	1,80		0,68	1,40
	1,40	1,80		0,67	1,30
	1,22	1,90		0,66	1,30
	1,22	1,80		0,55	1,30
	1,12	1,90		0,55	1,30
	1,12	1,90		0,54	1,30
	1,01	1,90		0,54	1,40
	1,01	2,00		0,54	1,30
	0,91	1,90		0,54	1,40
	0,91	1,90		0,65	1,40
	0,91	1,80		0,71	1,40
	0,91	1,90		0,81	1,50
	0,81	1,70		0,81	1,50
	0,81	1,70		0,81	1,40
	0,71	1,70		0,91	1,50
	0,61	1,60		0,81	1,50
	0,85	1,70		0,71	1,50
	0,85	1,70		0,71	1,60
	0,65	1,80		0,71	1,50
	0,65	1,80		0,61	1,50
	0,65	1,80		0,61	1,40
	0,71	1,80		0,71	1,50
	0,54	1,80		0,54	1,60
	0,54	1,60		0,44	1,50
	0,65	1,50		0,45	1,50
	0,76	1,50		0,79	1,60

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,94	1,60		0,79	1,50
	0,95	1,60		0,79	1,40
	0,95	1,50		0,79	1,40
	0,94	1,50		0,79	1,40
	0,79	1,60		0,79	1,50
	0,79	1,50		0,79	1,40
	0,79	1,60		0,79	1,40
	0,95	1,50		0,95	1,50
	0,94	1,40		0,95	1,50
	1,11	1,50		0,95	1,50
	1,11	1,60		0,94	1,50
	1,26	1,40		0,79	1,40
	1,41	1,50		0,79	1,50
	1,26	1,60		0,79	1,50
	1,26	1,60		0,63	1,40
	1,26	1,50		0,63	1,30
	0,98	1,60		0,79	1,40
	1,11	1,50		0,79	1,50
	1,11	1,50		0,79	1,50
	1,10	1,50		0,95	1,50
	1,11	1,50		1,11	1,60
	1,42	1,50		1,26	1,50
	1,58	1,50		1,10	1,60
	1,74	1,50		0,94	1,50
	2,05	1,50		0,79	1,40
	2,05	1,50		0,63	1,40
	1,89	1,60		0,63	1,40
	1,12	1,50		0,63	1,30
	1,01	1,50		0,50	1,30
	1,01	1,50		0,45	1,40
	1,12	1,50		0,45	1,40
	1,01	1,50		0,33	1,40
	0,91	1,50		0,33	1,60
	0,91	1,50		0,33	1,50
	1,42	1,50		0,32	1,60
	1,58	1,50		0,33	1,70
	1,42	1,60		0,33	1,60
	1,26	1,50		0,34	1,60
	1,10	1,50		0,34	1,70
	0,95	1,50		0,34	1,60
	0,84	1,50		0,33	1,60
	0,79	1,50		0,33	1,70
				0,32	1,70

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,57	1,70		0,99	1,60
	0,57	1,80		0,97	1,60
	0,71	1,70		0,97	1,70
	0,71	1,90		0,97	1,60
	0,71	1,90		0,97	1,80
	0,71	2,00		0,81	1,80
	0,51	1,80		0,81	1,80
	0,57	1,80		0,81	1,70
	0,44	1,90		0,91	1,80
	0,45	2,00		0,81	1,80
	0,50	2,00		0,81	1,80
	0,63	1,90		0,81	1,60
	0,79	1,90		0,99	1,60
	0,94	1,90		0,99	1,60
	0,94	2,00		0,65	1,60
	1,11	1,90		0,65	1,70
	1,11	1,90		0,65	1,70
	1,10	2,00		0,76	1,70
	0,95	2,10		0,65	1,70
	0,79	1,90		0,76	1,60
	0,79	1,90		0,86	1,70
	0,63	2,00		1,08	1,70
	0,63	2,00		1,19	1,80
	0,79	2,00		1,19	1,90
	1,11	2,00		1,12	1,90
	1,26	2,00		1,12	1,90
	1,41	1,90		1,01	1,90
	1,57	2,00		1,01	2,00
	1,58	1,80		0,91	1,80
	1,42	1,80		0,91	1,80
	1,26	1,70		0,91	1,90
	1,10	1,70		0,81	1,80
	1,10	1,70		0,81	2,00
	1,10	1,70		0,81	1,80
	1,11	1,60		0,81	1,90
	1,11	1,60		0,81	1,80
	0,88	1,60		0,99	1,90
	0,68	1,70		0,81	1,80
	0,67	1,70		0,99	1,80
	0,78	1,60		0,99	1,90
	0,78	1,70		0,99	1,90
	0,88	1,60		0,81	1,70

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]	
	0,81	1,70		1,08	1,30	
	0,97	1,70		1,12	1,30	
	1,08	1,80		1,12	1,30	
	1,08	1,90		1,32	1,40	
	1,19	1,90		1,32	1,40	
	1,08	1,90		1,32	1,40	
	1,08	2,10		1,52	1,40	
	1,08	2,00		1,82	1,40	
	1,01	2,00		1,72	1,40	
	0,91	2,00		1,72	1,50	
	0,91	2,00		1,52	1,50	
	0,91	1,90		1,42	1,70	
	0,91	1,90		1,22	1,60	
	0,91	1,70		1,12	1,70	
	0,81	1,80		1,12	1,70	
	0,71	1,80		1,12	1,90	
	0,81	1,80		1,12	1,80	
	0,61	1,70		1,12	2,00	
	0,61	1,70		1,12	1,80	
	0,85	1,60		1,12	1,70	
	0,85	1,60		1,01	1,80	
	0,85	1,50		1,12	1,70	
	0,65	1,50		1,12	1,80	
	0,65	1,50		0,91	1,80	
	0,81	1,30		0,81	1,80	
	1,12	1,30		0,81	1,90	
	1,32	1,20		0,85	1,70	
	1,32	1,30		0,71	1,70	
	1,32	1,30		0,99	1,70	
	1,22	1,30		0,81	1,70	
	1,12	1,20		0,91	1,60	
	1,12	1,20		0,91	1,70	
	1,01	1,20		0,91	1,60	
	0,91	1,20		0,91	1,60	
	0,91	1,10		0,97	1,60	
	0,81	1,00		0,81	1,60	
	0,85	1,10		0,91	1,70	
	0,85	1,20		0,91	1,70	
	0,85	1,10		1,12	1,90	
	0,76	1,20		1,32	1,90	
	0,97	1,30		1,42	2,00	
	1,08	1,30		1,32	1,80	

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,22	1,70		0,61	1,50
	1,12	1,70		0,61	1,40
	0,91	1,60		0,81	1,50
	0,81	1,60		0,81	1,50
	0,81	1,60		0,91	1,50
	0,81	1,60		1,01	1,60
	0,71	1,60		0,91	1,60
	0,85	1,60		0,91	1,60
	0,85	1,50		0,81	1,50
	0,85	1,60		0,71	1,50
	0,85	1,50		0,61	1,50
	0,99	1,50		0,61	1,60
	0,85	1,50		0,51	1,50
	0,85	1,40		0,57	1,50
	0,85	1,50		0,71	1,50
	0,85	1,40		0,85	1,50
	0,65	1,50		0,71	1,60
	0,65	1,40		0,71	1,60
	0,76	1,50		0,85	1,70
	0,65	1,60		0,85	1,70
	0,65	1,70		0,71	1,70
	0,85	1,80		0,71	1,60
	0,85	1,60		0,85	1,70
	0,71	1,50		0,71	1,90
	0,71	1,70		0,81	1,80
	0,51	1,40		0,91	1,80
	0,51	1,50		1,01	1,90
	0,51	1,30		1,12	1,90
	0,51	1,40		1,12	1,90
	0,51	1,30		1,22	2,00
	0,51	1,40		1,22	2,10
	0,71	1,30		1,22	2,00
	0,57	1,20		1,22	1,90
	0,57	1,40		1,01	2,00
	0,57	1,40		1,01	2,00
	0,57	1,30		0,91	2,10
	0,57	1,30		0,91	2,10
	0,57	1,30		0,91	2,00
	0,57	1,40		0,91	2,10
	0,71	1,30		0,91	2,10
	0,71	1,40		0,91	2,00
	0,71	1,40		0,91	2,20

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	0,86	2,20		0,61	1,70
	0,91	2,20		0,85	1,60
	1,08	2,30		0,65	1,60
	1,01	2,20		0,76	1,70
	1,12	2,50		0,76	1,80
	1,12	2,40		0,76	1,80
	1,22	2,40		0,99	1,80
	1,32	2,30		0,86	1,70
	1,42	2,40		0,76	1,60
	1,32	2,30		0,76	1,60
	1,22	2,40		0,97	1,80
	1,22	2,20		1,19	1,90
	1,12	2,10		1,19	2,00
	1,12	2,00		1,08	1,90
	0,91	1,90		1,01	1,90
	0,91	2,00		1,01	1,80
	0,71	2,00		1,01	1,90
	0,71	1,90		1,01	2,00
	0,71	1,80		1,12	1,90
	0,85	1,90		1,12	2,00
	0,99	1,80		1,01	2,00
	0,99	1,90		0,91	2,20
	0,81	1,90		0,81	2,10
	0,81	1,90		0,81	2,10
	0,65	1,80		0,71	2,00
	0,65	1,80		0,81	2,00
	0,65	1,90		0,81	1,90
	0,76	1,70		0,81	1,90
	0,86	2,00		0,81	1,90
	0,86	2,00		0,86	2,00
	0,86	2,00		0,76	2,00
	0,81	1,90		0,76	2,10
	0,91	2,00		0,86	2,00
	0,91	1,90		0,86	2,00
	0,91	1,90		0,97	2,00
	0,91	1,80		0,91	2,10
	1,01	1,90		0,91	2,00
	0,91	1,90		0,91	2,20
	0,91	1,90		0,91	2,10
	0,81	1,90		0,91	2,10
	0,71	1,80		1,01	2,30
	0,61	1,80		1,01	2,30

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,01	2,50		0,99	1,80
	1,12	2,40		0,81	1,90
	0,91	2,60		0,91	1,80
	0,91	2,50		0,91	1,80
	0,81	2,50		0,91	1,70
	0,81	2,70		0,91	1,80
	0,71	2,60		0,91	1,70
	0,81	2,60		0,91	1,70
	0,99	2,50		0,81	1,70
	0,76	2,30		0,81	1,70
	0,76	2,40		0,71	1,60
	0,76	2,50		0,71	1,60
	0,76	2,40		0,85	1,70
	0,76	2,50		0,85	1,60
	0,65	2,30		0,85	1,60
	0,86	2,40		0,85	1,40
	0,97	2,20		0,85	1,60
	1,19	2,20		0,76	1,50
	1,08	2,20		0,85	1,60
	0,91	2,10		0,99	1,60
	0,97	2,30		0,65	1,60
	0,81	2,10		0,65	1,50
	0,91	2,20		0,99	1,60
	0,91	2,20		0,81	1,60
	1,01	2,40		1,01	1,50
	1,01	2,50		1,01	1,60
	1,12	2,40		1,01	1,50
	1,01	2,50		1,01	1,40
	0,91	2,40		0,91	1,40
	0,81	2,30		0,91	1,40
	0,71	2,20		0,91	1,50
	0,71	2,20		0,91	1,60
	0,99	2,00		0,81	1,60
	0,99	1,90		0,71	1,60
	0,99	2,00		0,85	1,60
	0,76	1,90		0,85	1,50
	0,65	2,00		0,85	1,50
	0,76	2,10		0,85	1,50
	0,65	1,90		0,65	1,50
	0,65	1,90		0,99	1,50
	0,65	1,90		0,99	1,30
	0,65	1,90		0,81	1,40

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,01	1,40		1,12	2,00
	0,91	1,40		1,12	2,00
	1,01	1,50		1,12	2,00
	1,01	1,50		1,74	1,90
	1,01	1,60		1,89	1,80
	1,01	1,50		2,21	1,50
	1,01	1,60		2,05	1,40
	1,01	1,60		2,21	1,60
	1,01	1,60		2,21	1,90
	1,01	1,50		1,89	2,10
	1,01	1,70		1,89	2,10
	1,01	1,50		1,22	2,10
	1,12	1,80		1,22	2,20
	1,01	1,70		1,22	2,10
	1,01	1,80		1,12	2,20
	1,01	1,70		1,12	2,20
	0,91	1,70		1,01	2,20
	0,81	1,70		1,12	2,10
	0,71	1,70		1,12	1,70
	0,85	1,60		1,01	2,00
	0,85	1,60		1,01	2,10
	0,85	1,60		1,12	2,10
	0,85	1,40		1,42	2,10
	0,65	1,30		2,37	2,10
	0,65	1,20		1,32	1,90
	0,65	1,40		1,12	2,00
	0,65	1,50		1,12	1,90
	0,65	1,60		0,91	1,90
	0,54	1,60		1,42	1,90
	0,54	1,60		1,26	1,70
	0,54	1,70		1,26	1,60
	0,43	1,70		1,10	1,60
	0,43	1,90		1,10	1,80
	0,54	1,70		0,94	2,00
	0,54	1,80		1,10	1,70
	0,66	1,80		0,95	1,90
	1,10	1,80		1,11	1,80
	1,26	1,90		1,41	1,70
	1,26	2,00		1,42	1,80
	1,42	2,00		1,41	1,80
	1,42	1,90		1,26	1,80
	1,74	1,90		1,26	1,90

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,42	1,60		0,95	1,60
	1,42	1,60		1,10	1,60
	1,42	1,60		1,57	1,60
	1,42	1,80		1,12	1,50
	1,11	1,60		1,12	1,60
	1,10	1,60		1,22	1,50
	1,10	1,70		1,32	1,50
	1,26	1,70		1,62	1,50
	0,91	1,50		1,62	1,50
	0,81	1,50		2,53	1,40
	1,11	1,50		2,53	1,40
	0,94	1,50		1,72	1,60
	0,94	1,50		1,93	1,40
	0,95	1,50		1,93	1,50
	0,95	1,60		2,13	1,50
	0,79	1,60		2,03	1,40
	0,79	1,70		1,93	1,30
	0,95	1,70		1,72	1,30
	0,79	1,80		1,52	1,30
	0,79	1,80		1,62	1,40
	0,63	1,80		1,62	1,40
	0,63	1,80		1,52	1,30
	0,63	1,70		1,52	1,30
	0,63	1,70		2,53	1,40
	0,63	1,60		2,53	1,30
	0,63	1,50		2,23	1,30
	0,63	1,60		1,82	1,40
	0,63	1,60		1,72	1,30
	0,63	1,70		1,52	1,30
	0,50	1,70		1,42	1,30
	0,50	1,90		1,62	1,30
	0,63	1,80		1,62	1,30
	0,63	1,80		2,21	1,30
	0,63	1,60		2,21	1,30
	0,79	1,60		2,21	1,30
	0,79	1,60		2,21	1,30
	0,79	1,80		2,37	1,20
	0,79	1,40		1,82	1,20
	0,63	1,40		1,82	1,20
	0,63	1,50		1,72	1,20
	0,63	1,50		1,72	1,20
	0,79	1,60		1,82	1,10

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	2,68	1,20		2,21	1,10
	1,72	1,10		2,05	1,30
	2,68	1,20		2,05	1,30
	2,03	1,20		2,21	1,20
	2,13	1,20		2,05	1,20
	2,84	1,20		1,42	1,30
	2,53	1,20		1,52	1,30
	1,82	1,30		1,52	1,30
	1,72	1,40		1,62	1,30
	1,42	1,30		1,52	1,40
	1,72	1,30		1,42	1,40
	2,13	1,40		1,42	1,30
	2,13	1,40		1,42	1,40
	2,03	1,40		2,21	1,40
	1,93	1,30		2,21	1,50
	2,68	1,40		2,37	1,50
	2,68	1,40		2,21	1,60
	2,53	1,30		2,37	1,50
	2,67	1,30		2,05	1,60
	2,52	1,20		2,05	1,60
	2,52	1,20		1,89	1,50
	1,82	1,20		1,73	1,50
	1,93	1,30		1,89	1,60
	2,03	1,30		1,89	1,50
	1,93	1,30		1,73	1,50
	2,53	1,20		1,74	1,40
	2,68	1,40		1,74	1,50
	2,53	1,30		1,89	1,30
	2,37	1,20		1,89	1,50
	2,37	1,30		1,12	1,50
	1,52	1,30		1,22	1,50
	1,62	1,30		1,74	1,50
	1,62	1,30		1,74	1,50
	1,52	1,40		1,89	1,50
	2,68	1,40		1,89	1,50
	2,37	1,30		2,20	1,50
	2,37	1,40		2,20	1,50
	2,53	1,30		2,20	1,60
	2,21	1,30		2,36	1,50
	2,05	1,30		2,04	1,60
	2,37	1,30		1,89	1,60
	2,36	1,30		1,57	1,50

Gran Canaria	GSM	Registrazione	Gran Canaria	GSM	Registrazione
	Hs [m]	Hs [m]		Hs [m]	Hs [m]
	1,42	1,60		1,58	1,10
	1,42	1,60		1,57	1,10
	1,42	1,50		1,57	1,20
	1,42	1,50		1,42	1,10
	1,26	1,50		1,41	1,10
	1,26	1,40		1,41	1,10
	1,26	1,40		1,26	1,20
	1,26	1,50		1,26	1,10
	1,41	1,40		0,81	1,10
	1,58	1,30		1,26	1,10
	1,58	1,40		1,26	1,10
	1,58	1,30		1,41	1,00
	1,74	1,30		1,58	1,00
	1,74	1,30		1,73	1,00
	1,74	1,30		1,89	0,90
	1,89	1,30		1,89	0,80
	2,21	1,30		1,89	0,90
	2,05	1,40		1,89	1,00
	2,05	1,40		1,74	1,00
	1,89	1,30		1,74	1,10
	1,74	1,30		1,89	1,10
	1,74	1,20		1,74	1,10
	1,58	1,30		1,74	1,10
	1,58	1,30		1,74	0,90
	1,58	1,30		1,74	0,90
	1,42	1,30		1,74	0,90
	1,42	1,20		1,74	0,80
	1,42	1,30		1,74	0,80
	1,42	1,20		1,58	0,70
	1,41	1,30		1,58	0,70
	1,26	1,20		1,58	0,90
	1,41	1,20		1,12	0,90
	1,73	1,10		1,22	1,00
	1,74	1,20		1,01	1,00
	1,89	1,10		1,12	1,00
	1,89	1,00		1,74	1,00
	1,74	1,00		2,05	1,10
	1,89	1,00		2,21	1,10
	1,74	1,00		2,21	1,10
	1,89	1,00		2,05	0,80
	2,05	1,00		1,89	0,80
	1,89	1,00		1,89	0,90