

***COMUNE DI VIBO VALENTIA***



***DIPARTIMENTO 2 – SETTORE 5***

\*\*\*\*\*

**AGGIORNAMENTO PROGETTO DI SISTEMAZIONE PIAZZALE  
CAPANNINA DI VIBO MARINA (LEGGE REGIONALE N. 9/2007 ART. 33)**

\*\*\*\*\*

**PROGETTO DEFINITIVO**

\*\*\*\*\*

**STUDIO DEL MOTO ONDOSO A LARGO E SOTTOCOSTA**

\*\*\*\*\*

# INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>1</b>
1.1.	PREMESSA .....	1
<b>2.</b>	<b>SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI NELLO STUDIO METEO MARINO .....</b>	<b>2</b>
2.1.	ANALISI DELLE CONDIZIONI METEOMARINE .....	2
2.2.	PREVISIONE DEL MOTO ONDOSI AL LARGO.....	2
2.3.	DETERMINAZIONE DELLA SCELTA DELL'ONDA DI PROGETTO.....	5
<b>3.</b>	<b>STUDIO DEL MOTO ONDOSI SOTTOCOSTA CON MODELLI NUMERICI.....</b>	<b>8</b>
3.1.	PREMESSA .....	8
3.2.	MODELLO NUMERICO BIDIMENSIONALE .....	10
3.3.	RIEPILOGO DELLE MODELLAZIONI EFFETTUATE.....	11
3.3.1.	<i>STATO DI FATTO</i> .....	11
3.3.2.	<i>CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO</i> .....	11
3.4.	RISULTATI DELLE MODELLAZIONI – MODELLO SW .....	13
3.4.1.	<i>STATO DI FATTO</i> .....	13
3.4.2.	<i>CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO</i> .....	25
3.5.	ANALISI DEI RISULTATI .....	34
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>39</b>

# **1. GENERALITÀ**

## **1.1. PREMESSA**

La presente relazione si riferisce allo Studio del Moto Ondoso a Largo e Sottocosta nell'ambito del progetto definitivo per l'“**AGGIORNAMENTO PROGETTO DI SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA DI VIBO MARINA (LEGGE REGIONALE N. 9/2007 ART. 33)**”.

La presente relazione è stata redatta ai sensi del D.P.R. 05/10/2010 n. 207 e s.m.i., nonché delle “*Linee Guida per la progettazione e esecuzione degli interventi*” predisposte dall'ABR del 29/09/2006.

In particolare nella relazione seguente vengono trattati i seguenti temi:

- *regime del moto ondoso* - la conoscenza del clima ondoso sotto costa costituisce la base per la verifica delle eventuali opere di difesa costiera previste. La determinazione del moto ondoso è eseguita mediante modelli che permettono la determinazione del moto ondoso partendo da dati di vento o da dati di onda rilevati da boe ondametriche se presenti e se i dati relativi sono significativi rispetto al paraggio preso in esame come già visto nello Studio Meteo Marino. Conosciuto il moto ondoso al largo, quello sotto costa è determinato utilizzando modelli matematici che sono in grado di tenere conto dei fenomeni di *shoaling* e rifrazione applicando tali modelli alla batimetria rilevata dai rilievi eseguiti per la fascia costiera e dalle cartografie disponibili per le zone più a largo. Il clima ondoso in questa relazione è definito in funzione di tempi di ritorno adeguati alle opere previste.

Si è deciso di non utilizzare la modellazione matematica, contenuta nello studio idraulico marittimo facente parte del progetto definitivo di “**SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA DI VIBO MARINA (LEGGE REGIONALE N. 9/2007 ART. 33)**”, *in quanto, seppur realizzata dagli scriventi nel 2008, si è ritenuto opportuno aggiornarla in considerazione di una nuova release del software Mike 21 e della nuova batimetria rilevata per la redazione del presente progetto di aggiornamento.*

## **2. SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI NELLO STUDIO METEO MARINO**

### **2.1. ANALISI DELLE CONDIZIONI METEOMARINE**

Il tratto di costa oggetto dell'intervento si trova nel territorio Vibo Marina.

In primo luogo si è individuato il paraggio interessato dal tratto di costa in esame e si è verificato che tale paraggio si estende da  $285^{\circ}$  N a  $60^{\circ}$  N.

L'ampiezza complessiva del paraggio è pari a  $135^{\circ}$ .

Nella Figura 1 sono riportati i fetches geografici relativi alla corografia del paraggio, determinati ad intervalli di  $5^{\circ}$  rispetto al Nord ed espressi numericamente in km.

Nello Studio Meteo Marino si sono studiati i venti che soffiano all'interno della zona di generazione del moto ondoso.

I venti prevalenti nella zona provengono da W N-W ponente - maestrale mentre per le altre direzioni la frequenza è di molto inferiore rispetto a quella appena descritta. A tale direzione corrispondono anche i venti di maggiore intensità.

Si rileva che la direzione del moto ondoso prevalente è da W tendente a W N-W in accordo con quanto desunto dallo studio dei venti prevalenti.

### **2.2. PREVISIONE DEL MOTO ONDOSO AL LARGO**

L'individuazione del settore geografico di traversia che sottende il paraggio in esame è stato eseguito sulle carte dell'Istituto Idrografico della Marina ed esso risulta compreso nelle direzioni  $285^{\circ}$  N e  $60^{\circ}$  N. Si sono ricavate quindi le distanze di mare libero per le varie direzioni suddividendo il settore geografico di traversia in angoli di  $5^{\circ}$ .

Per la previsione del moto ondoso al largo si è utilizzato il metodo di Sverdrup-Munch e Bretshneider (SMB) con il quale è stato possibile ricavare l'altezza  $H_s$  e il periodo di picco  $T_p$  per ogni valore del fetch  $F$ , della velocità del vento  $V$ , della durata  $t$  in funzione del tempo di ritorno  $T_r$ .

Si sono considerati i settori compresi tra il 20 e il 4 e per ognuno di essi si sono considerate le velocità del vento in funzione ai tempi di ritorno  $T_r = 5, 15, 50, 100$ , anni.

Per definire il clima ondoso nelle condizioni estreme si sono verificate tutte le fonti di dati reperibili per la zona in esame.

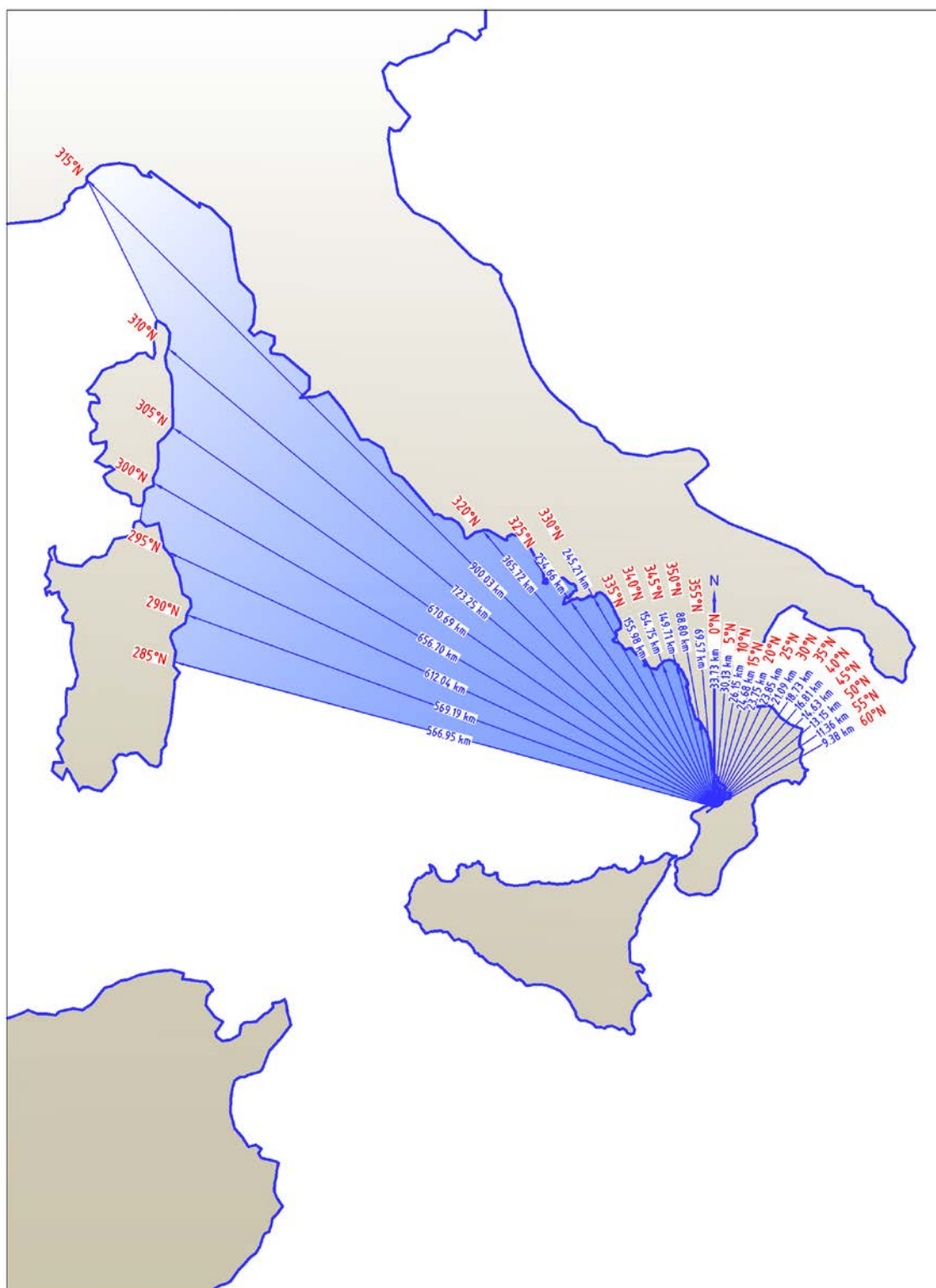
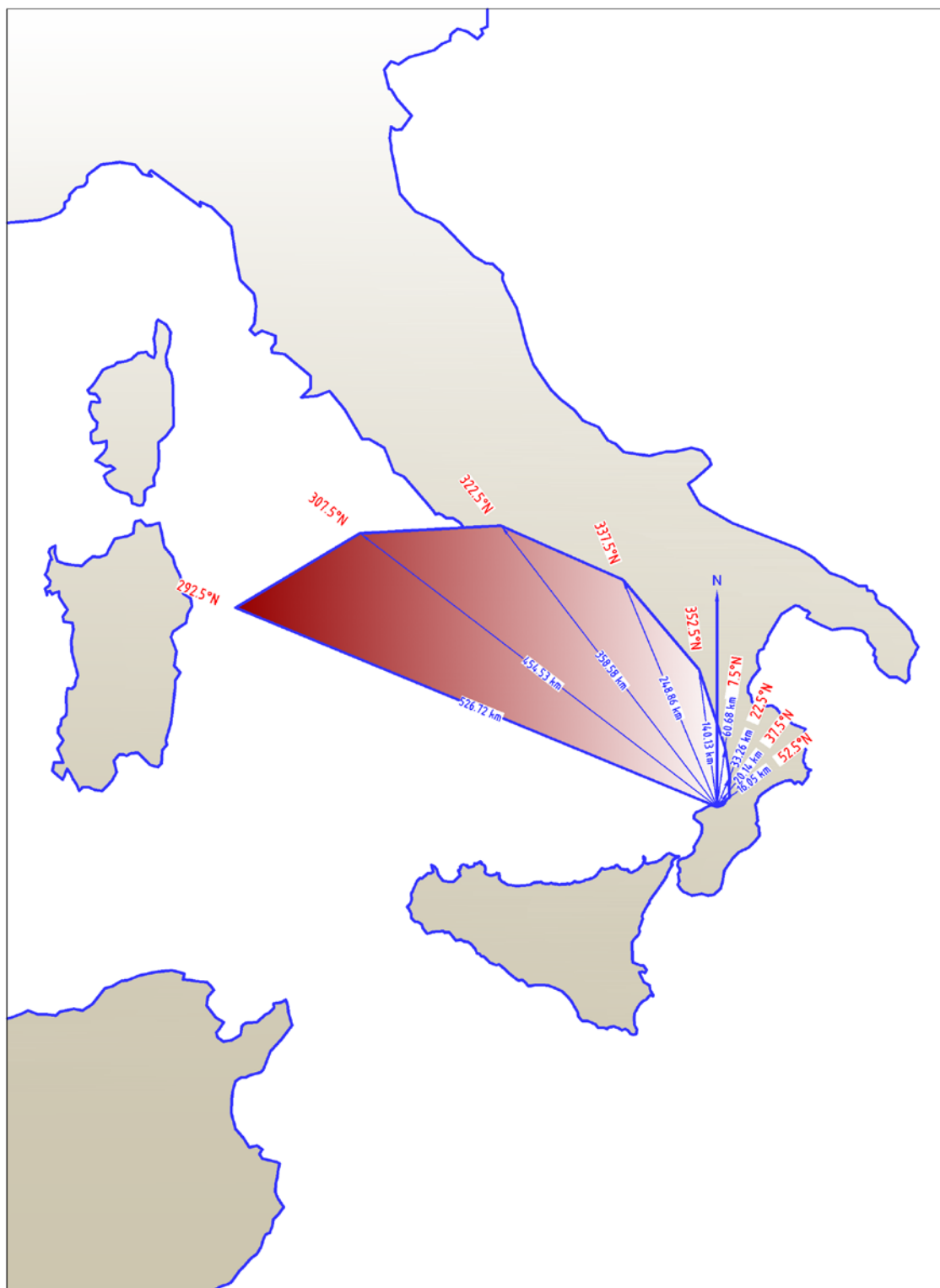


Figura 1 – Fetches geografici relativi al paraggio oggetto di studio



**Figura 2 - Fetches efficaci relativi al paraggio**

Come onde di progetto, per quello detto sopra e soprattutto per quanto riportato in maniera esaustiva nello studio meteo marino, si prendono i valori massimi tra le diverse elaborazioni per ogni settore e per ogni tempo di ritorno. Le onde di progetto a largo sono riportate nell'ultimo riquadro della Tabella 1.

RIEPILOGO ELABORAZIONI SUI DATI DI VENTO E DI MARE																
Sett.	Fattori distrib.	SMB - DATI DI VENTO MEDATLAS					DATI DI ONDA MEDATLAS					DATI DI ONDA APAT				
		Tr = 5	Tr = 10	Tr = 30	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 30	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 30	Tr = 50	Tr = 100
20	Hs (ml)	1,0600	1,6800	2,9100	3,6000	4,6600	0,9715	1,4258	2,1122	2,4255	2,8481	0,4792	1,3316	2,6197	3,2077	4,0008
	T (s)	4,9364	6,2000	8,1727	9,0818	10,3364	3,9761	4,8408	5,9221	6,3577	6,9037	2,7965	4,7242	6,6848	7,4166	8,3067
21	Hs (ml)	0,9000	1,4100	2,4000	2,9600	3,8000	0,8422	1,1859	1,7051	1,9422	2,2619	0,0992	1,2774	3,0576	3,8702	4,9664
	T (s)	4,5364	5,6909	7,4182	8,2364	9,3364	3,7266	4,4416	5,3512	5,7207	6,1859	1,2732	4,7225	7,3897	8,3395	9,4776
22	Hs (ml)	0,7500	1,1500	1,9200	2,3400	3,0000	1,0961	1,4347	1,9463	2,1798	2,4949	0,3211	1,7297	3,8582	4,8299	6,1405
	T (s)	4,1455	5,1364	6,6364	7,3273	8,2909	4,3021	4,9391	5,7756	6,1213	6,5602	2,3540	5,5844	8,4278	9,4570	10,6966
23	Hs (ml)	0,6400	1,0100	1,7400	2,1400	2,7700	0,9154	1,1380	1,4742	1,6277	1,8347	0,9650	2,2845	4,2782	5,1884	6,4160
	T (s)	3,8273	4,8091	6,3182	7,0091	7,9636	3,9389	4,4041	5,0296	5,2918	5,6270	4,2151	6,5583	9,0484	9,9895	11,1393
24	Hs (ml)	0,4900	0,7800	1,3600	1,6800	2,2700	0,8658	1,0448	1,3152	1,4386	1,6051	1,1141	2,6617	5,0002	6,0677	7,5076
	T (s)	3,3364	4,2364	5,5818	6,2091	6,7182	3,8503	4,2399	4,7714	4,9961	5,2848	4,7056	7,3559	10,1650	11,2259	12,5216
1	Hs (ml)	0,5900	0,7900	1,1000	1,2600	1,4700						1,1656	2,4463	4,3816	5,2650	6,4567
	T (s)	3,4545	4,1000	4,5909	4,8000	5,0545						4,8319	7,0679	9,5310	10,4728	11,6283
2	Hs (ml)	0,4100	0,5500	0,7700	0,8800	1,0400						1,0535	2,3216	4,2378	5,1125	6,2924
	T (s)	2,9909	3,2909	3,6909	3,8545	4,0727						4,6378	6,9560	9,4718	10,4290	11,6013
3	Hs (ml)	0,3000	0,4000	0,5600	0,6300	0,7400						0,7783	2,0680	4,0168	4,9064	6,1063
	T (s)	2,4727	2,7182	3,0455	3,1727	3,3455						3,9930	6,5920	9,2667	10,2683	11,4880
4	Hs (ml)	0,2900	0,3800	0,5300	0,6000	0,7100	0,7808	0,9670	1,2484	1,3768	1,5500	0,3299	1,4214	3,0707	3,8236	4,8391
	T (s)	2,3455	2,5818	2,8818	3,0000	3,1727	3,6738	4,0998	4,6737	4,9145	5,2226	2,5308	5,3541	7,9488	8,8952	10,0377

**Tabella 1 – Confronto dei valori di Hs e Ts e onde di progetto**

## 2.3. DETERMINAZIONE DELLA SCELTA DELL'ONDA DI PROGETTO

Per la progettazione delle opere occorre determinare la durata della vita presunta in relazione al progetto e alle sue caratteristiche funzionali.

Si deve valutare quindi il livello di rischio o probabilità di superamento dell'onda di progetto, tenuto conto dei danni che tali onde possono arrecare all'opera e alla possibilità di ripristinare la normale funzionalità con operazioni di manutenzione.

La determinazione dell'onda di progetto è eseguita in funzione di un fissato tempo di ritorno  $T_{rp}$  determinato in accordo con quanto riportato nelle *Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime* redatte dal *Ministero dei Lavori Pubblici*.

Per infrastrutture di uso generale si intendono opere di difesa di complessi civili, commerciali o industriali, che non siano destinati ad un specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera. Per infrastrutture ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc.

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

**Tabella 2 – Durata minima di vita per opere o strutture di carattere definitivo ( $T_v$ )**

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

Il livello di sicurezza 2 si riferisce ad opere ed installazioni di interesse generale, comportanti un moderato rischio di perdite di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città ecc.).

Il livello di sicurezza 3 si riferisce ad opere o installazioni per la protezione dall'inondazione, opere di interesse sopranazionale, comportanti un alto rischio di perdita di vite umane o di danno ambientale in caso di collasso della stessa (difese di centri urbani o industriali ecc.).

Nel caso in esame l'infrastruttura può essere classificata come **Infrastruttura di uso generale** ed essendo l'opera in progetto destinata alla diminuzione del rischio di erosione costiera, che comporta un rischio minimo di perdita di vite umane in un'opera di interesse locale si assume il **livello di sicurezza 1**.

**La durata minima di vita per opere o strutture a carattere definitivo è pari a  $T_v = 25$  anni.**

Si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente o alla distruzione totale riguardo alle deformazioni-modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento e alla difficoltà di riparare il danno subito.

Per strutture rigide (dighe a parete verticale), per le quali è estremamente difficile riparare il danno, si assume la probabilità di distruzione totale.

Per le strutture flessibili o comunque per opere riparabili si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente come nel nostro caso.

Fissato un **rischio di perdita di vita umana** limitato e una **ripercussione economica** bassa in quanto si stima che il rapporto tra i costi diretti del danneggiamento sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5. Con tali valori si fissa  $P_f = 0.50$ . La combinazione del tempo di vita dell'opera  $T_v$  e della probabilità di danneggiamento  $P_f$  determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto  $T_{rp}$  dato da:

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

per cui si ottiene  **$T_{rp} = 36$  anni**. Gli studi in oggetto saranno quindi eseguiti facendo riferimento ad un tempo di ritorno  **$T_{rp} = 50$  anni**.



*Danneggiamento incipiente*

Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0.50	0.30
Media	0.30	0.20
Alta	0.25	0.15

*Distruzione totale*

Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0.20	0.15
Media	0.15	0.10
Alta	0.10	0.05

**Tabella 3 – Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativo dell'opera ( $P_f$ )**

I tempi di ritorno scelti sono ampiamente cautelativi rispetto alle opere oggetto di studio.

In relazione a questo tempo di ritorno, dalla statistica degli eventi estremi, si desumerà l'altezza d'onda di progetto, e dalla statistica altezza periodo il periodo di questa. L'onda così valutata ha approssimativamente la probabilità  $P_f$  di essere superata nell'arco di vita dell'opera. In relazione a questa intensità della sollecitazione ondosa, si sceglierà il valore caratteristico dell'altezza d'onda. In funzione di tale valore dovranno essere assunti nei calcoli ulteriori margini di sicurezza, che assicurino una probabilità di danneggiamento dell'opera effettivamente prossima a  $P_f$ .

### 3. STUDIO DEL MOTO ONDOSO SOTTOCOSTA CON MODELLI NUMERICI

#### 3.1. PREMESSA

Per definire il moto ondoso **in condizioni estreme** nell'area interessata dall'intervento si sono utilizzati dei modelli matematici. I valori in input da assegnare al modello sono, oltre la batimetria della zona di propagazione del moto ondoso, le caratteristiche dell'onda al contorno dell'area in esame, il campo di vento nella zona in esame e il campo di corrente. Nella Figura 3 si riporta la carta nautica della zona.

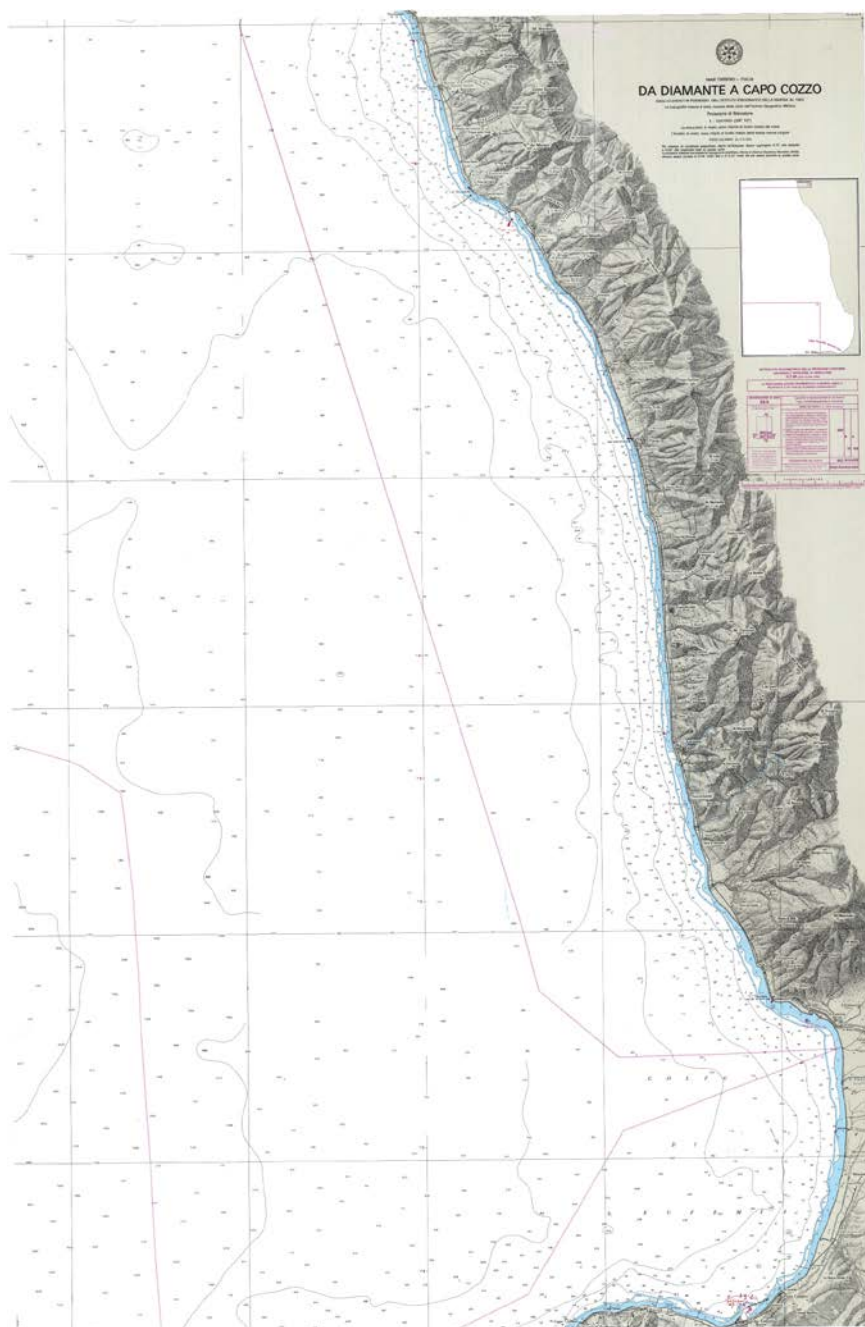


Figura 3 – Carta nautica da Diamante a Capo Cozzo



**Figura 4 – Carta nautica da Capo Cozzo a Capo Milazzo e Stromboli**

Per definire il moto ondoso in prossimità delle opere occorre predisporre i seguenti dati:

- ***dati relativi alla batimetria del sito***; si riferiscono sia ai rilievi di dettaglio del fondo marino sottocosta fino all'isobata -10.00, sia a profondità maggiori, di minor dettaglio ottenibili da carte nautiche.

- ***dati relativi al moto ondoso***; si riferiscono al clima ondoso al largo nel sito in esame e sono stati ottenuti dai dati di mare APAT e MEDATLAS nonché dai dati di vento MEDATLAS come meglio specificato nel paragrafo precedente e nello studio meteo marino.

Per definire le caratteristiche del moto ondoso sotto costa partendo dal clima ondoso al largo si fa riferimento al modello SW che permette la trasposizione del clima ondoso comprendendo le trasformazioni dell'onda per *shoaling*, rifrazione, attrito sul fondo ed eventualmente vento locale.

Le analisi bidimensionali del moto ondoso sottocosta vengono effettuate tramite un modello SW di maggiore dettaglio per tenere in conto anche i fenomeni di diffrazione dell'onda tipici della presenza di strutture costiere quali pennelli trasversali, scogliere longitudinali sommerse o soffolte e moli.

### **3.2. MODELLO NUMERICO BIDIMENSIONALE**

Il codice utilizzato è il MIKE 21, prodotto da *Danish Hydraulic Institute*, un programma modulare contenente diversi codici per la simulazione di corpi idrici per i quali è possibile adottare l'approssimazione idrodinamica bidimensionale, piana, per fluidi verticalmente omogenei. Il numero "21" che contraddistingue il codice, indica la bidimensionalità nel piano ("2") e la monodimensionalità lungo la verticale ("1").

Il sistema modellistico è stato sviluppato per applicazioni complesse in aree costiere, mare aperto e in corrispondenza di estuari. Tuttavia, essendo un codice di calcolo per la simulazione delle correnti a pelo libero, può essere anche applicato per la simulazione di fenomeni correlati all'idraulica in fiumi, laghi o invasi. Ai fini dell'applicazione dei modelli è stata costruita una batimetria che per la parte più vicina alla linea di costa è una batimetria di dettaglio ricavata da un rilievo, mentre per la parte più a largo è stata ricavata dalle carte nautiche della zona.

Il dominio di calcolo è definito attraverso il MIKE Zero Mesh Generator che carica le informazioni riguardanti i punti della batimetria nelle tre coordinate cartesiane.

E' quindi necessario impostare una griglia che includa l'area che deve essere modellata, definire i contorni del dominio di calcolo e definire un codice per il riconoscimento delle condizioni a contorno.

**Il modello di largo è stato esteso per tutto il paraggio ossia da Tropea a Pizzo Calabro. Il modello di dettaglio è stato esteso per tutto il territorio comunale di Vibo Marina.**

### **3.3. RIEPILOGO DELLE MODELLAZIONI EFFETTUATE**

La modellazione è stata effettuata per le seguenti casistiche:

- stato di fatto;
- configurazione di progetto definitivo proposta per il quartiere Pennello in accordo con quanto previsto dal Master Plan dell'erosione costiera.

#### **3.3.1. STATO DI FATTO**

Procedendo da ovest verso est, dopo la foce del Torrente Trainiti, il primo tratto è caratterizzato da un'ampia spiaggia sabbiosa.

Da Bivona fino al Porto di Vibo la spiaggia sabbiosa, antistante il litorale del Pennello, si interrompe per un tratto di 550 metri per la presenza di scogliere emerse e sommerse posizionate in più periodi tra il 2005 ed il 2010 a protezione del tratto, che hanno bloccato il trasporto solido da Ovest verso Est. La spiaggia di Via Vespucci, punto di accumulo finale sul molo portuale, è di conseguenza in lenta erosione.

Il secondo tratto va dal Porto di Vibo Valentia-Santa Venere al Torrente Mangani. Presenta costa alta rocciosa priva di spiagge fino alla stazione di Pizzo, solo nei pressi del porto si è formata una spiaggia sabbiosa che è difesa dal molo di sottoflutto.

I fenomeni erosivi si manifestano principalmente in corrispondenza del Quartiere Pennello e della Capannina.

Le cause del degrado di questo tratto costiero sono sempre da ricercare nel diminuito apporto solido da parte dei corsi d'acqua. I torrenti da ovest (Sant'Anna, Trainiti, Spataro, Murria) non alimentano più come in passato il litorale.

L'unico intervento in questo tratto organico è stato eseguito dall'APQ Regione Calabria nella località di Vibo Marina definita Bivona. Tale intervento risulta uno stralcio di un intervento progettato su tutta la costa Vibonese.

#### **3.3.2. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO**

Il Progetto Definitivo prevede a mare i seguenti interventi:

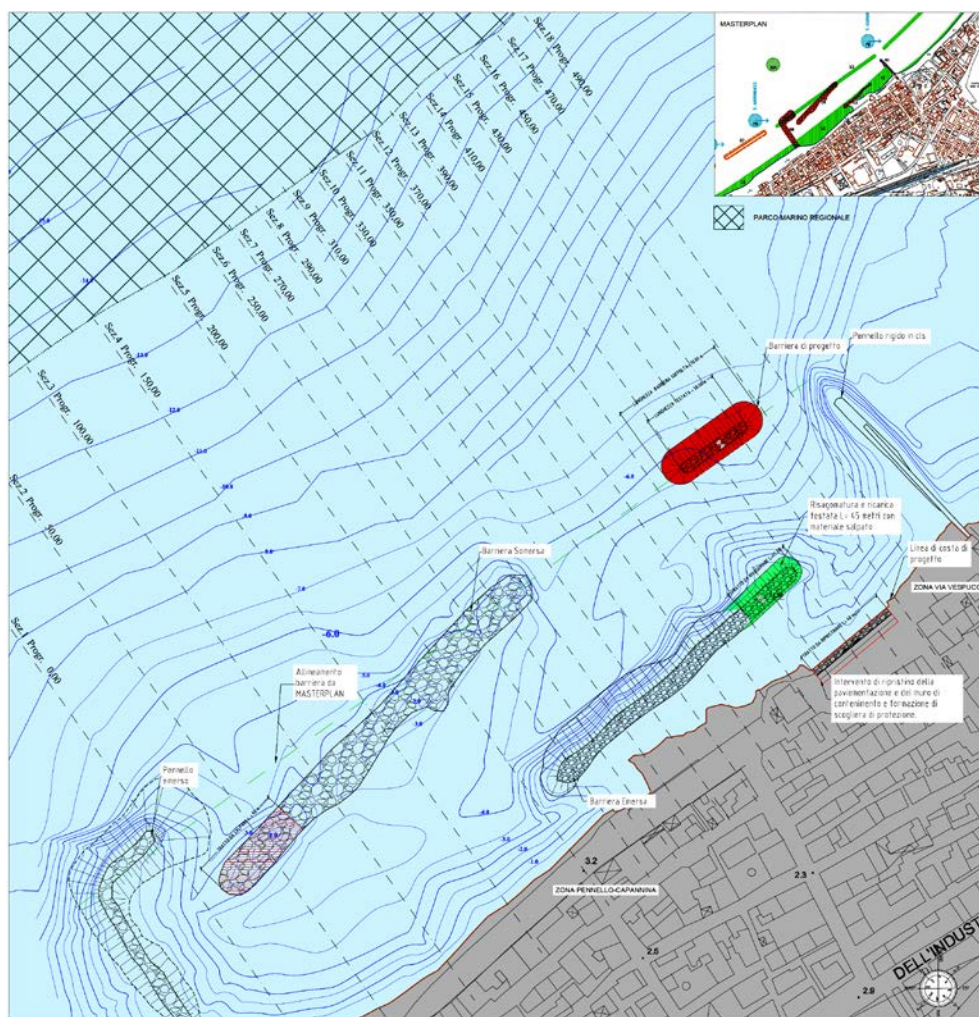
- barriera soffolta;
- barriera radente di protezione del muro.



Il Master Plan dell'erosione costiera prevede in località Pennello la costruzione di una barriera posizionata in linea con la testa del pennello realizzato dalla Provincia di Vibo Valentia. Inoltre si prevede il salpamento della barriera soffolta e di quella radente poste all'interno dell'area delimitata dai due pennelli. Ancora si prevede lo smonto del pennello realizzato dalla Provincia.

Nell'ambito di questo progetto definitivo, vista la limitatezza dei fondi a disposizione, è possibile realizzare:

- una scogliera soffolta della lunghezza di 70 m e berma in testa di 7 m fondata dalla -5,50 s.l.m.m. alla -6,50 e berma a -0,50 m.s.l.m.m. Le scarpate sono di pendenza 1/1 lato terra e 1/2 lato foraneo (indicata in rosso in Fig. 5);
- salpamento di parte della barra sommersa posta a ad Ovest della cella (in giallo in Fig. 5);
- risagomatura e ricarica della barriera emergente posta a protezione del litorale nella parte terminale verso Est per un tratto di circa 50 m (in verde in Fig. 5);
- scogliera radente di protezione del piede del muro.



**Figura 5 – Zona oggetto di intervento – Progetto Definitivo**

### 3.4. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI – MODELLO SW

Per simulare il clima ondoso a largo e sotto costa si è utilizzato il modulo d'onda MIKE 21 SW che rappresenta lo stato dell'arte tra i modelli numerici spettrali di nuova generazione per vento ed onde sviluppato da DHI.

Il MIKE 21 SW è utilizzato per la valutazione del clima ondoso off-shore ed in aree costiere, per scopi previsionali e analisi storiche. Una tipica applicazione di SW è il supporto alla progettazione di un'opera costiera o portuale, partendo dalla disponibilità di dati meteo marini off-shore (boe ondometriche o modelli a larga scala) individuando il clima ondoso ordinario sotto costa o le condizioni estreme di progetto.

Il MIKE 21 SW è inoltre utilizzato, sempre a supporto della progettazione di un'opera costiera, come strumento di base del calcolo sia delle correnti sia del trasporto solido litoraneo indotti dall'azione del moto ondoso. I campi di corrente e di trasporto sono infatti determinati, a partire dai campi di *radiation stresses* forniti in output da MIKE 21 SW, mediante l'utilizzo di altri moduli aggiuntivi del pacchetto MIKE21.

Dallo studio condotto in precedenza si rileva che le onde che influenzano il sito in esame sono quelle provenienti dai settori 20 al 4, di seguito si riportano in dettaglio le elaborazioni per i suddetti settori sia per il modello di largo che di dettaglio per le tre casistiche precedentemente enunciate.

#### 3.4.1. STATO DI FATTO

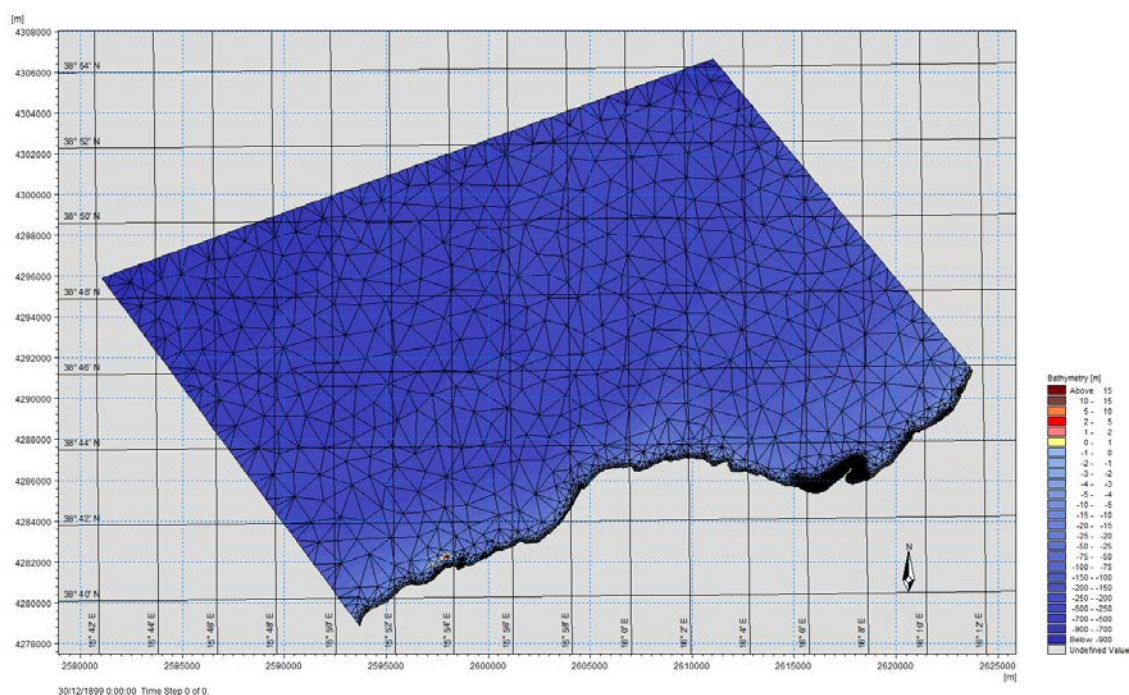
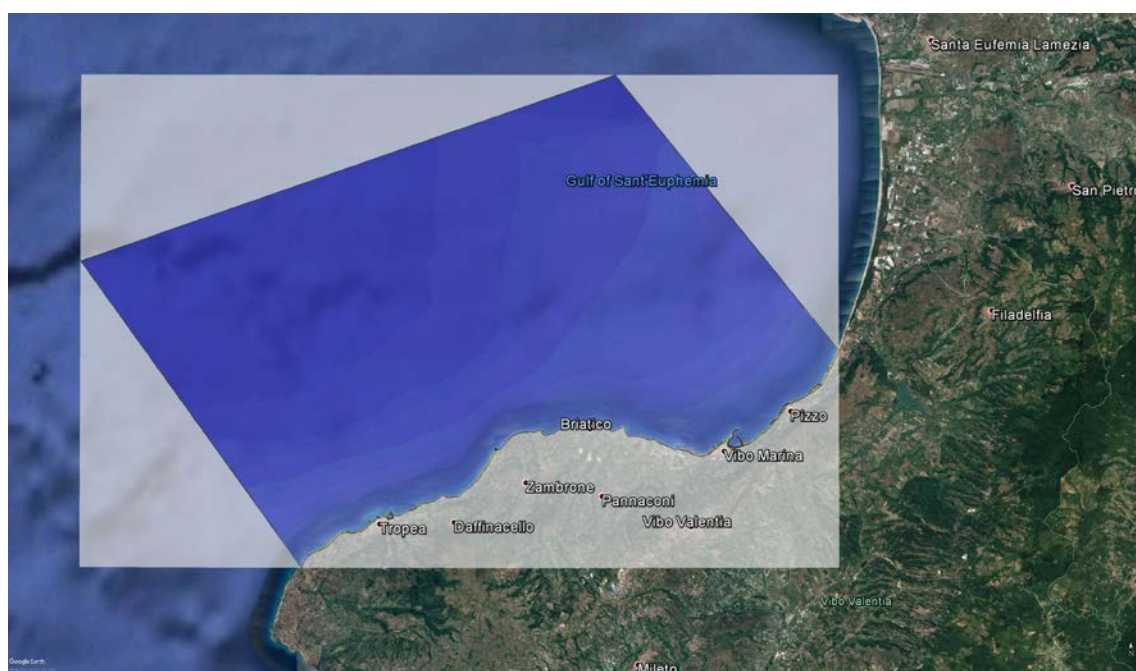
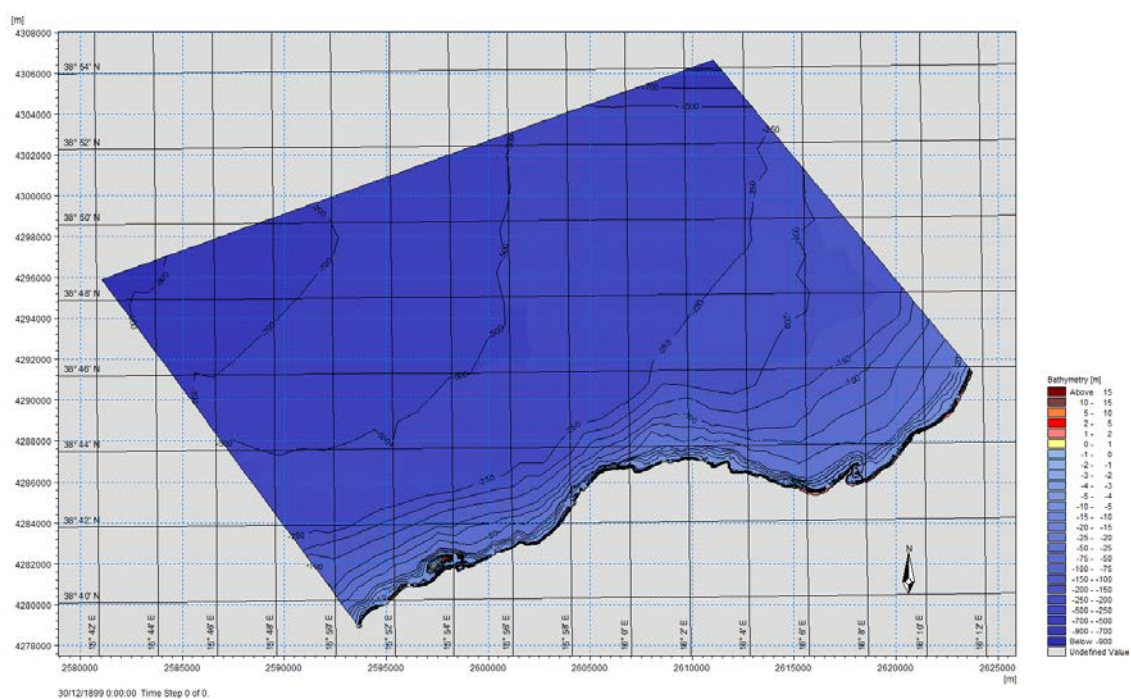


Figura 6 – Mesh modello di largo – stato di fatto



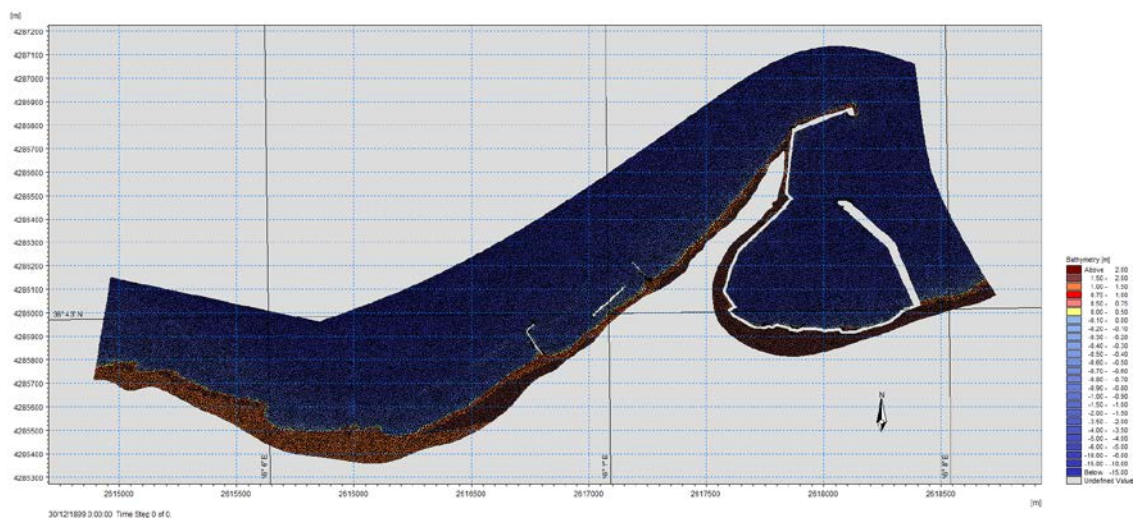


**Figura 7 – Modello di largo – stato di fatto**

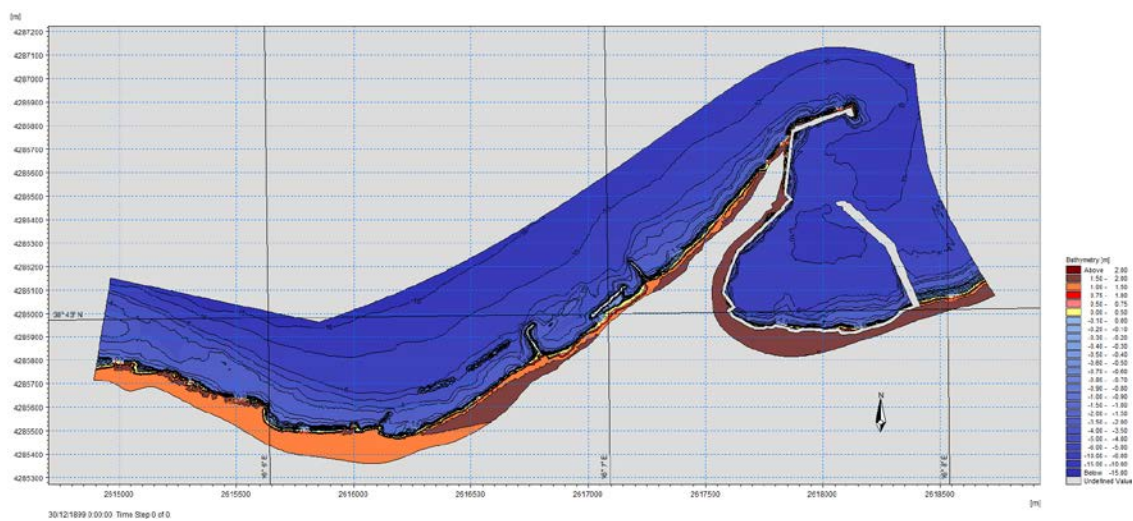


**Figura 8 – Batimetria modello di largo – stato di fatto**





**Figura 9 – Mesh modello di dettaglio – stato di fatto - Vibo Marina**



**Figura 10 – Batimetria modello di dettaglio – stato di fatto - Vibo Marina**



**Figura 11 – Modello di dettaglio – stato di fatto**

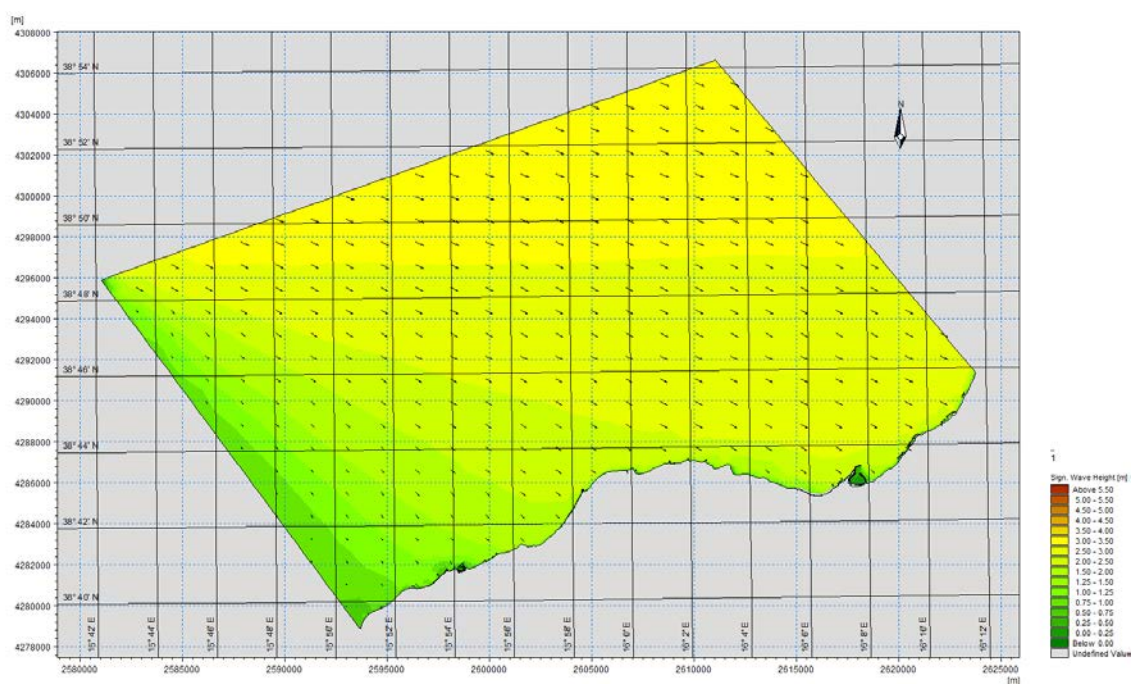


Figura 12 - Andamento dell'onda dai settori 20 – modello SW – Modello di largo

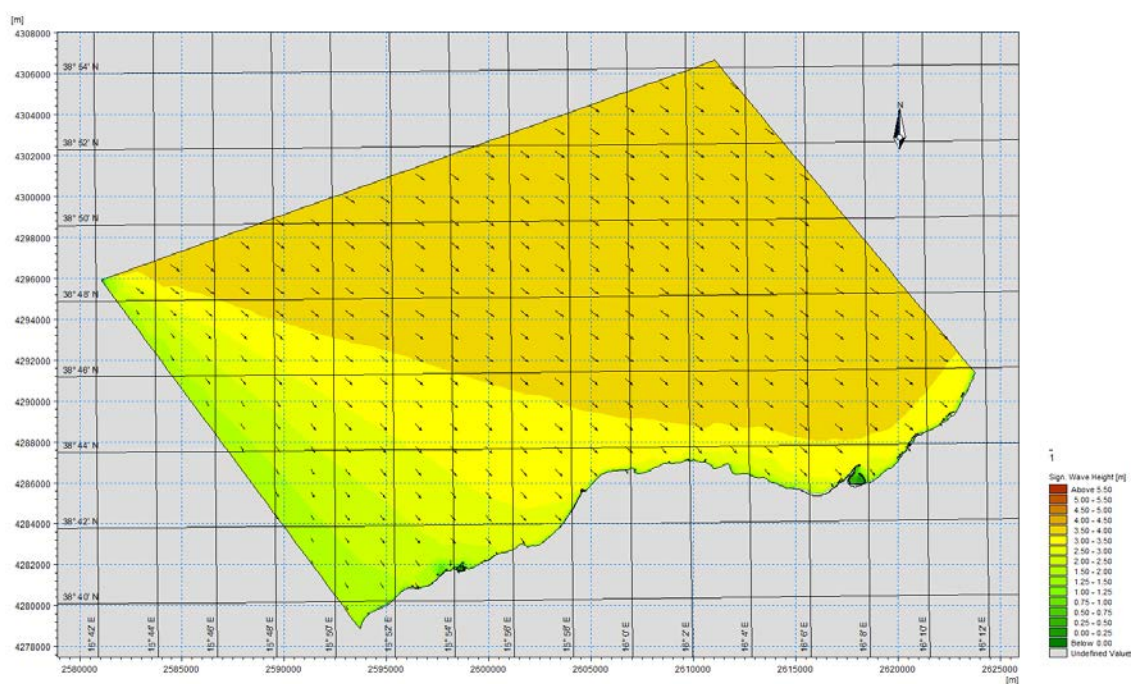


Figura 13 - Andamento dell'onda dai settori 21 – modello SW – Modello di largo



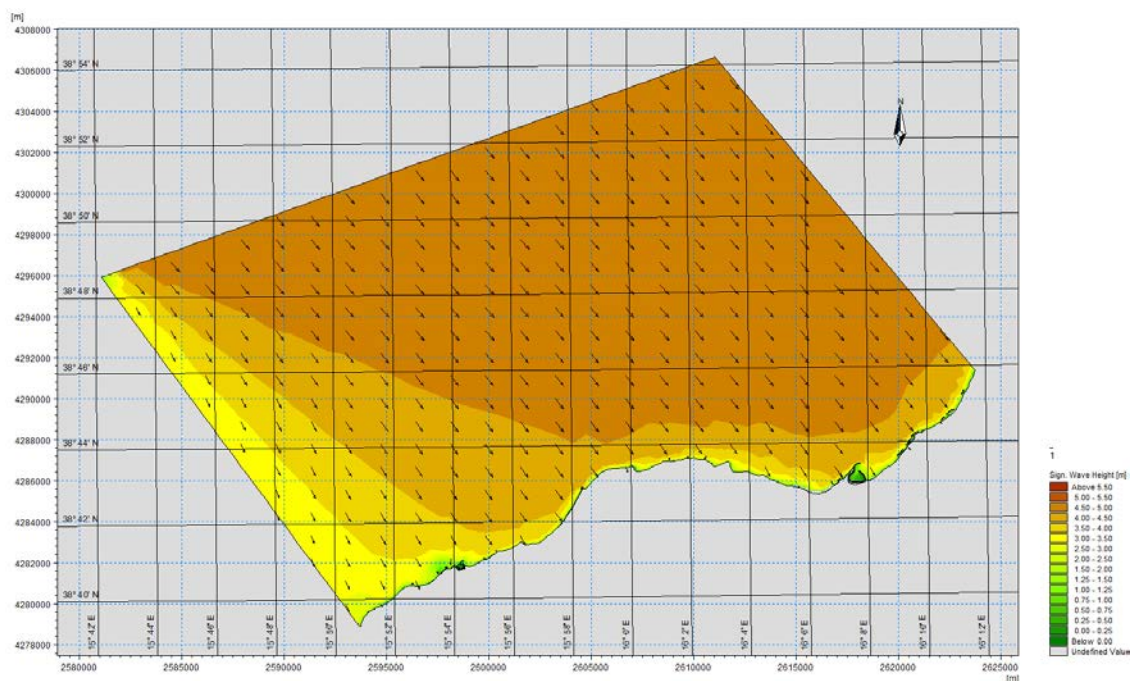


Figura 14 - Andamento dell'onda dai settori 22 – modello SW – Modello di largo

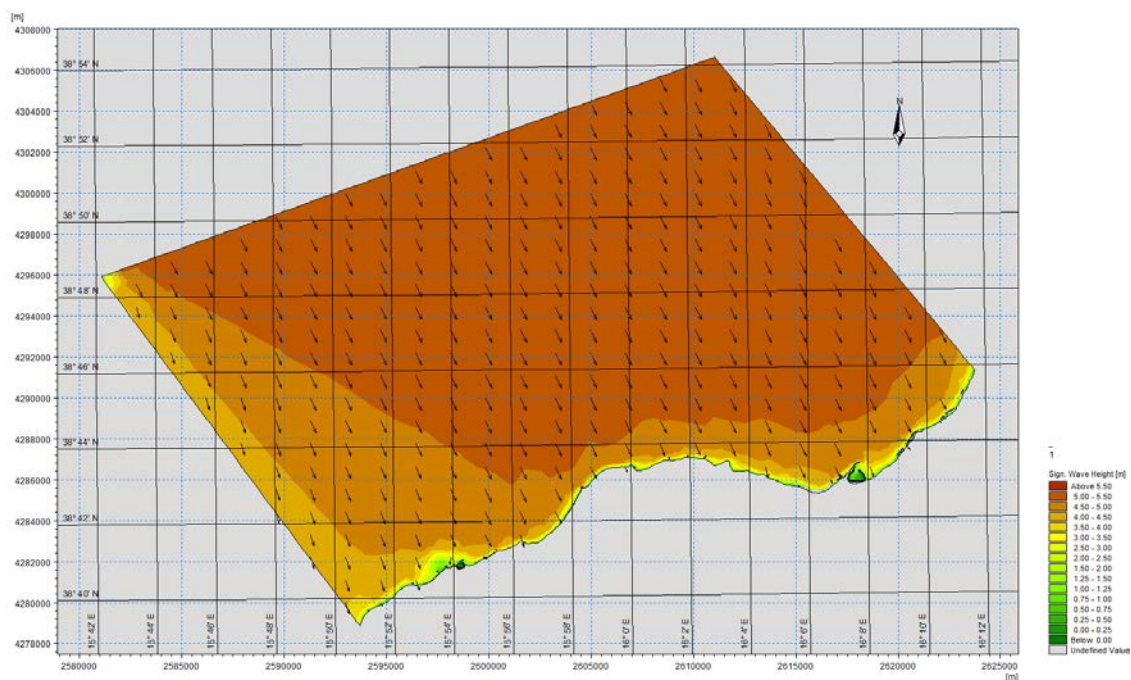


Figura 15 - Andamento dell'onda dai settori 23 – modello SW – Modello di largo

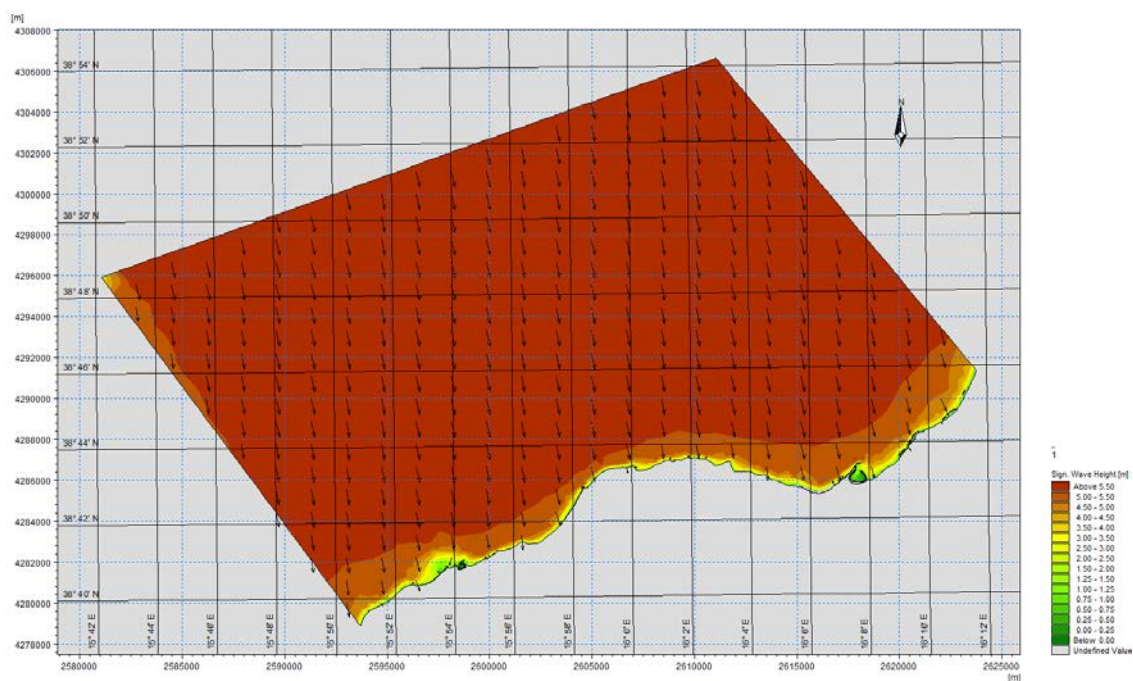


Figura 16 - Andamento dell'onda dai settori 24 – modello SW – Modello di largo

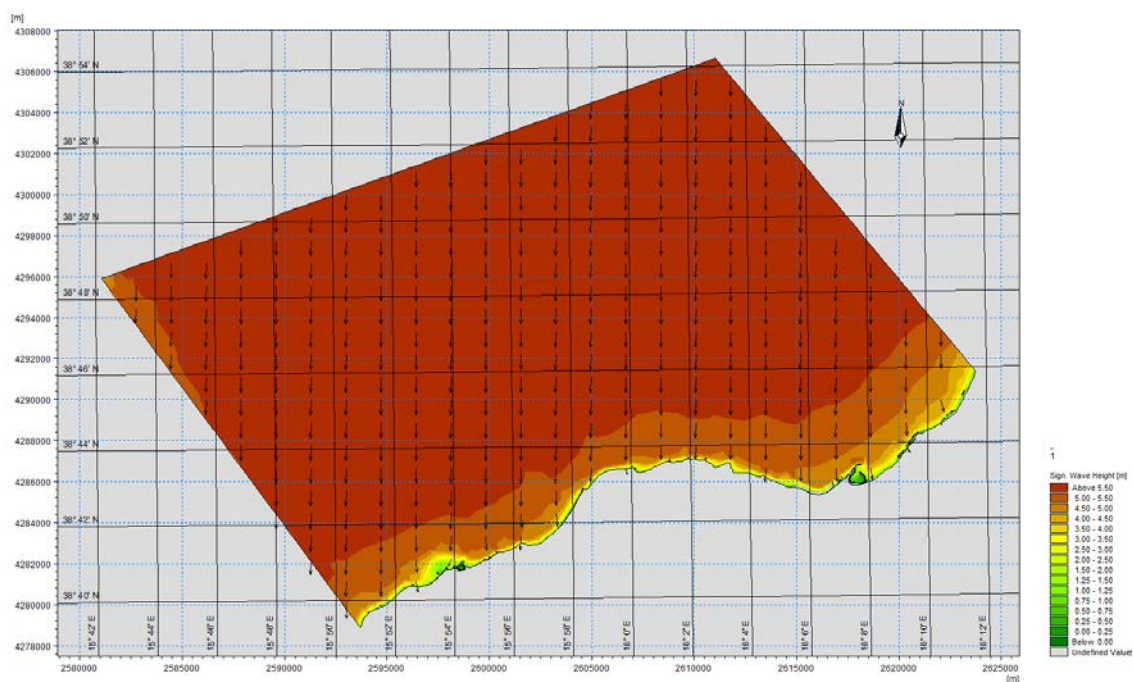
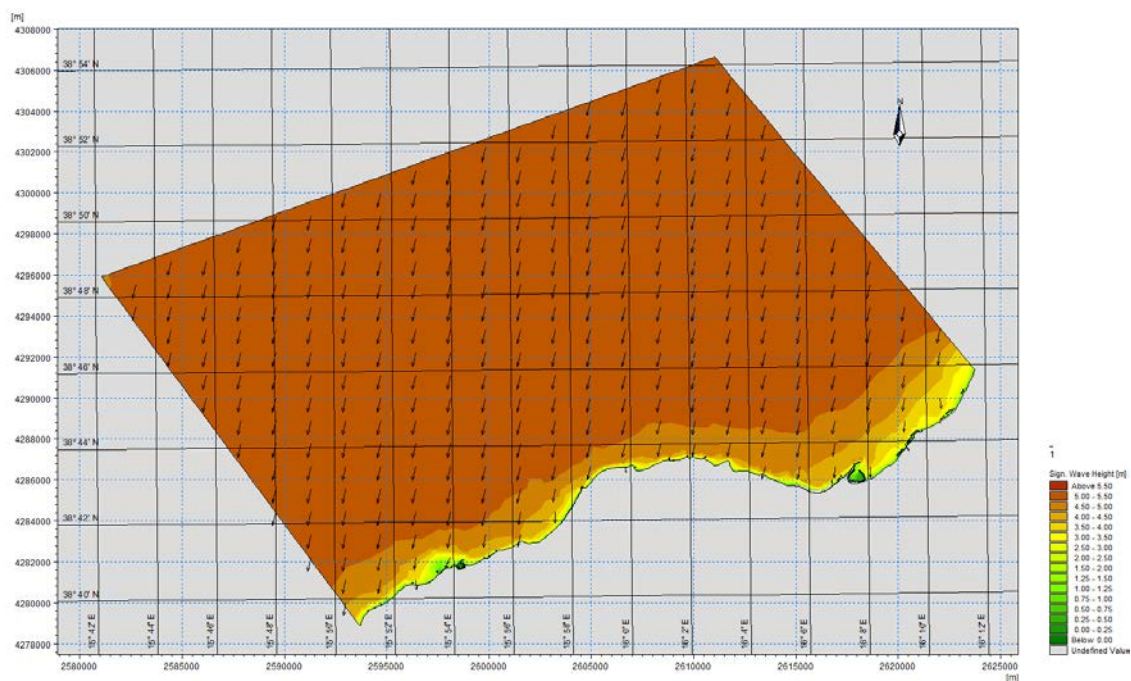
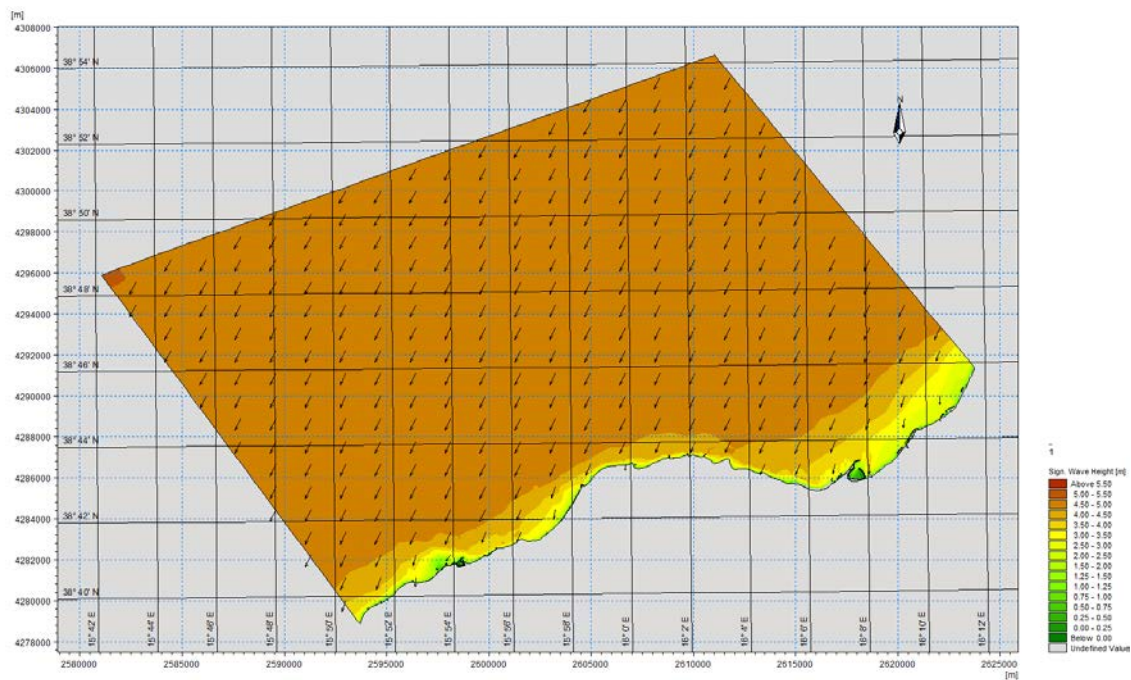


Figura 17 - Andamento dell'onda dai settori 1 – modello SW – Modello di largo

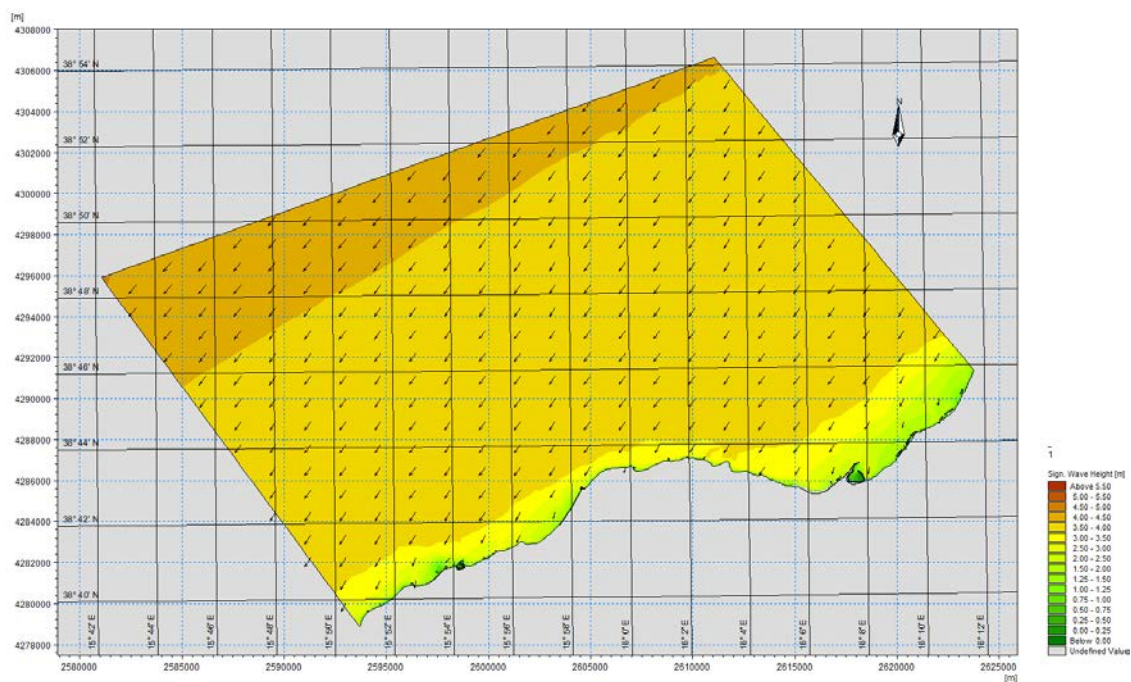




**Figura 18 - Andamento dell'onda dai settori 2 – modello SW – Modello di largo**

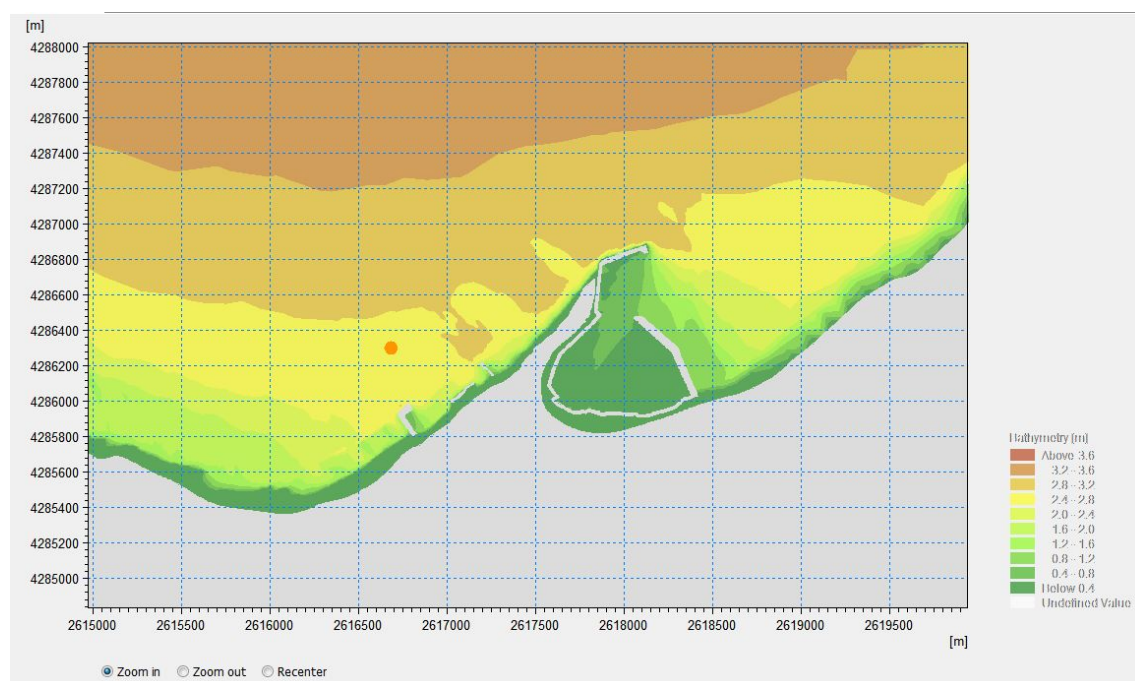


**Figura 19 - Andamento dell'onda dai settori 3 – modello SW – Modello di largo**



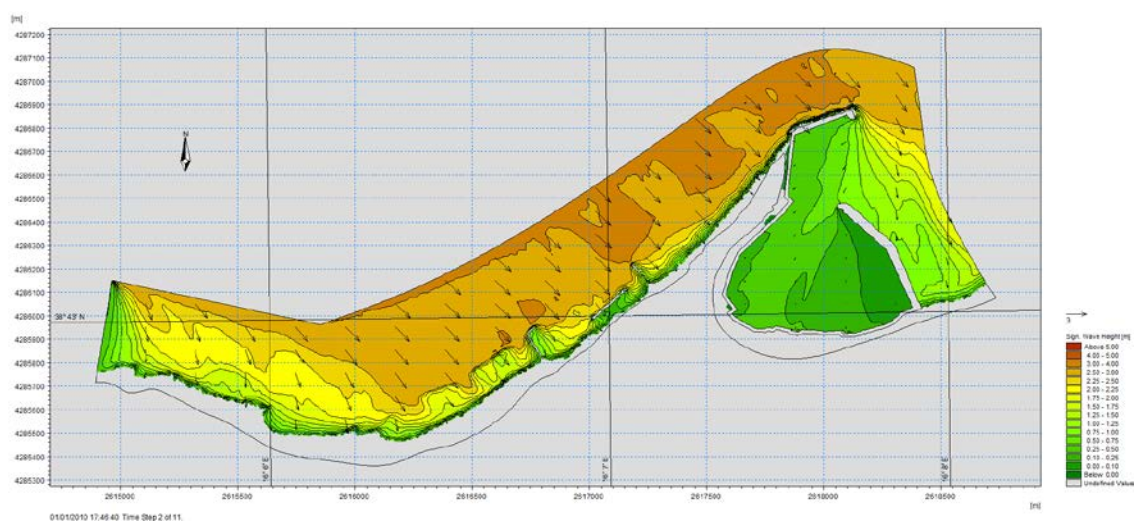
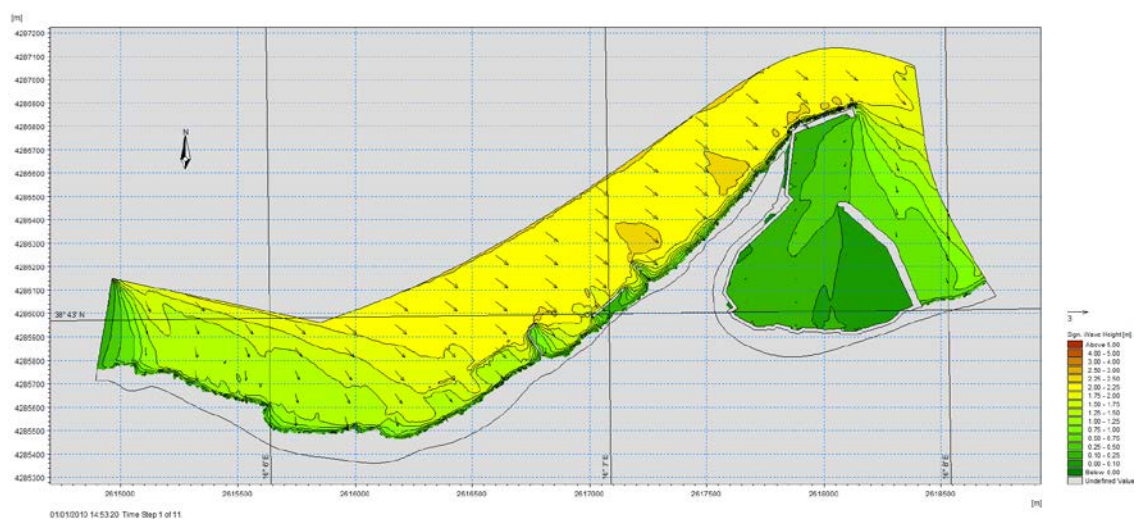
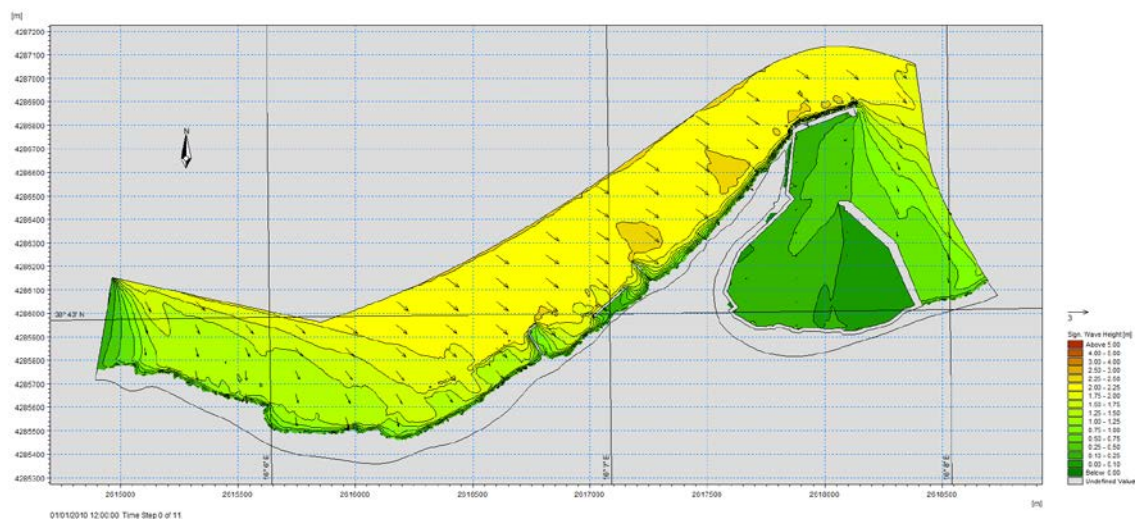
**Figura 20 - Andamento dell'onda dai settori 4 – modello SW – Modello di largo**

Determinato il clima ondoso a largo si è “estratto” il clima ondoso in prossimità del litorale sui cui verte lo studio. Nella Fig. 22 è rappresentato lo stesso punto nel modello di dettaglio. Nelle figure che seguono si riportano i risultati delle elaborazioni nel modello di dettaglio



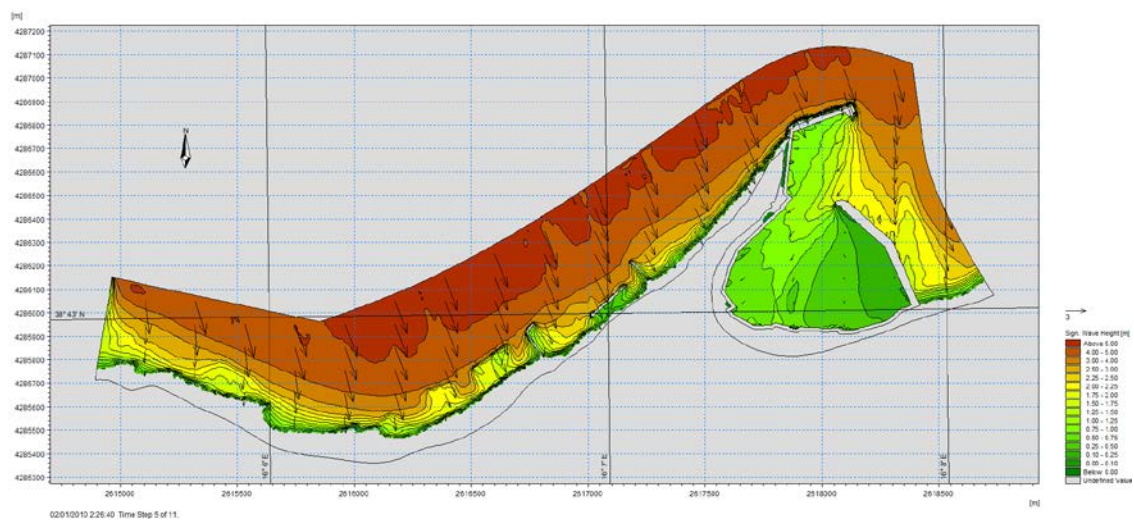
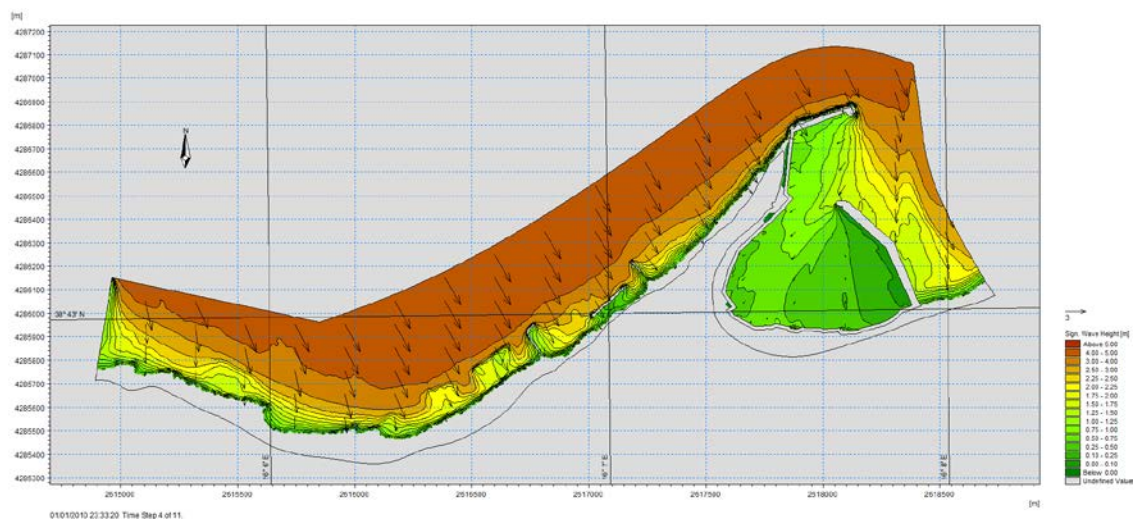
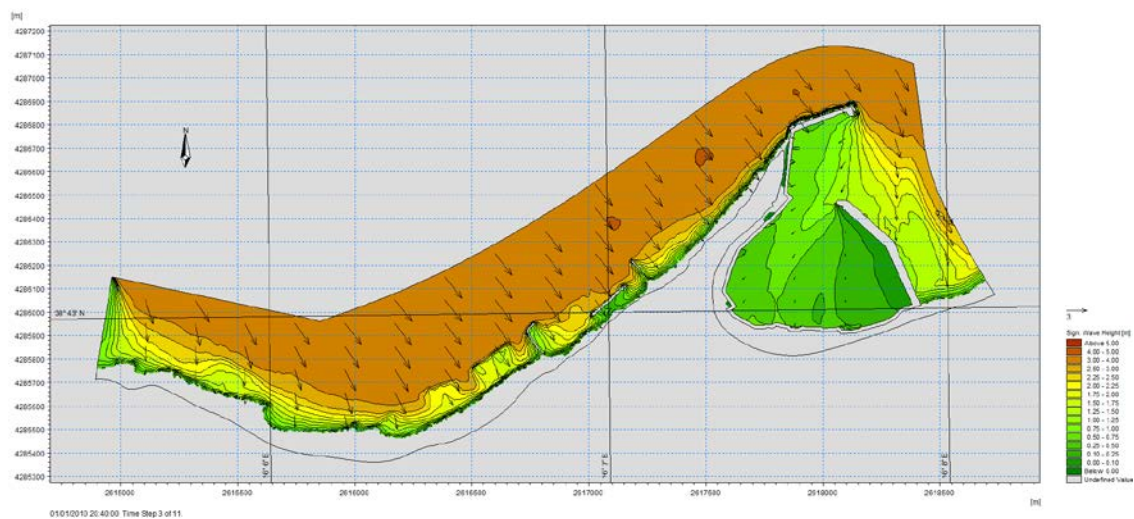
**Figura 21 – Punto di estrazione del clima ondoso – Modello di dettaglio**





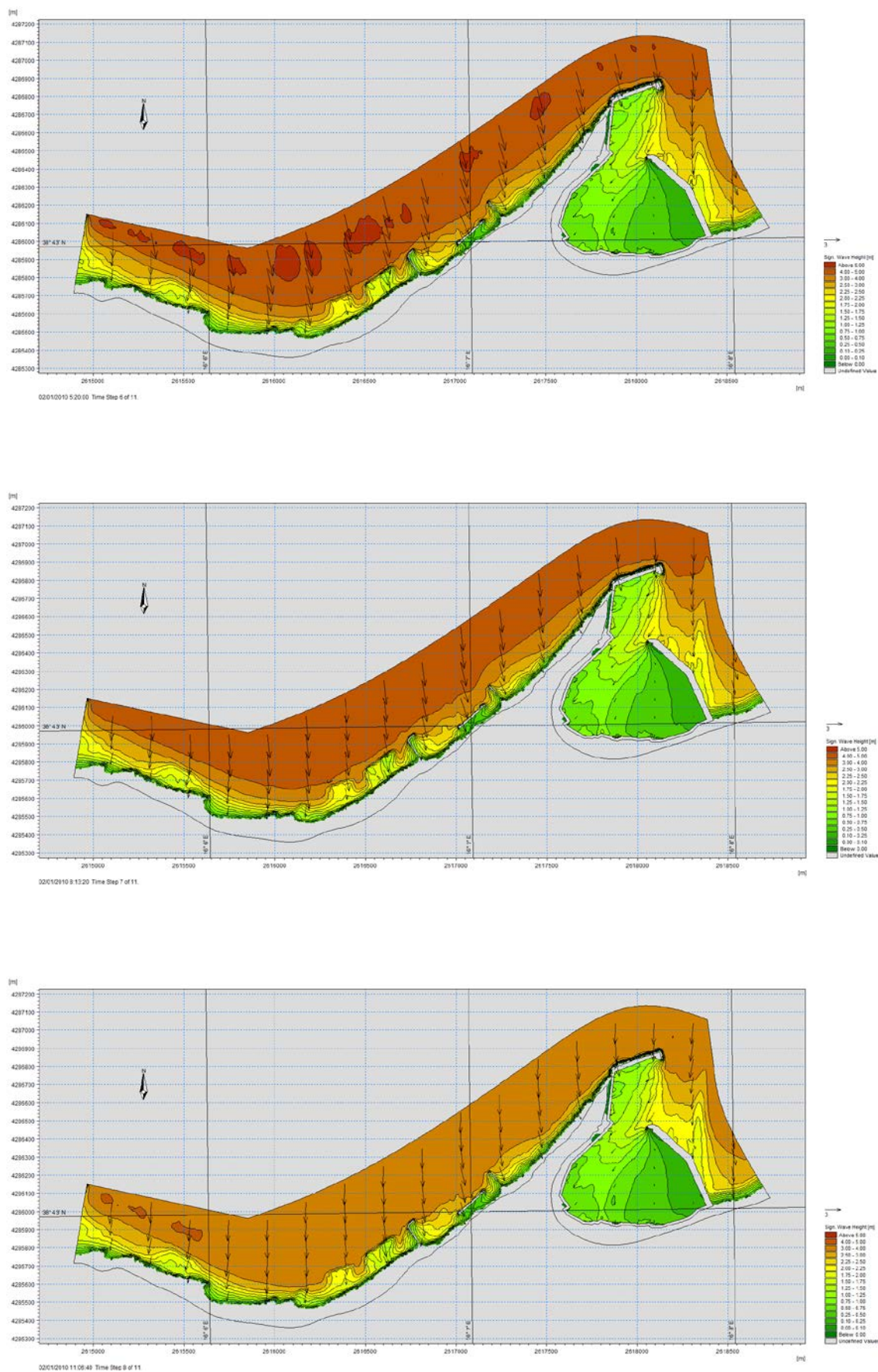
**Figura 22 – Andamento dell'onda dai settori 20 – 21 - 22 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina**





**Figura 23 – Andamento dell'onda dai settori 23 – 24 - 1 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina**





**Figura 24 – Andamento dell'onda dai settori 2 - 3 - 4 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina**



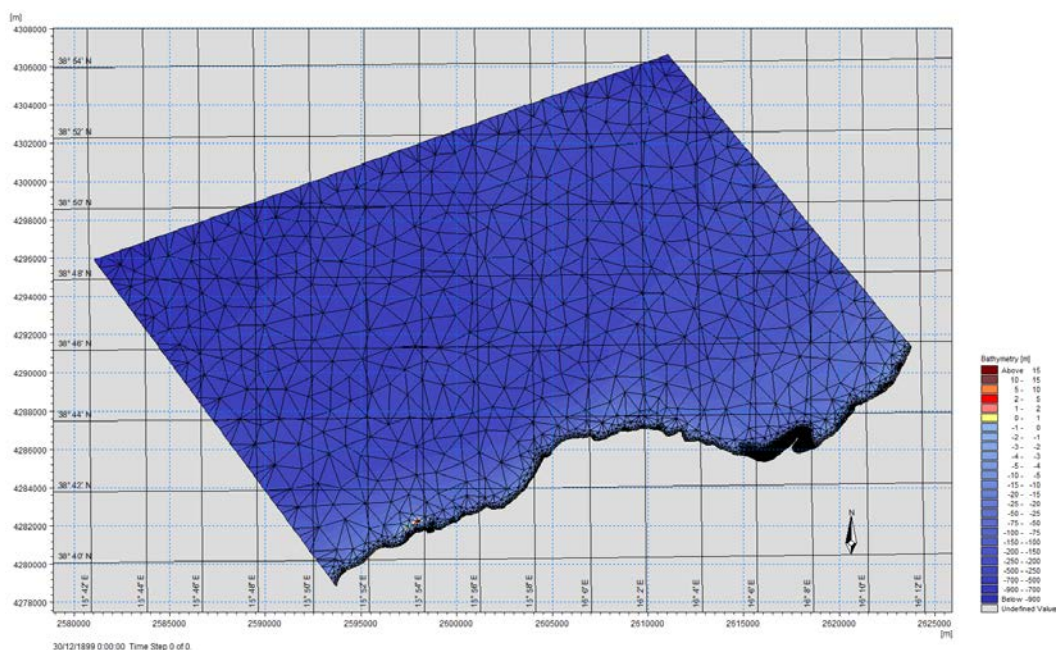


**Figura 25 – Andamento dell'onda dai settori 24 – 1 - 2 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina**

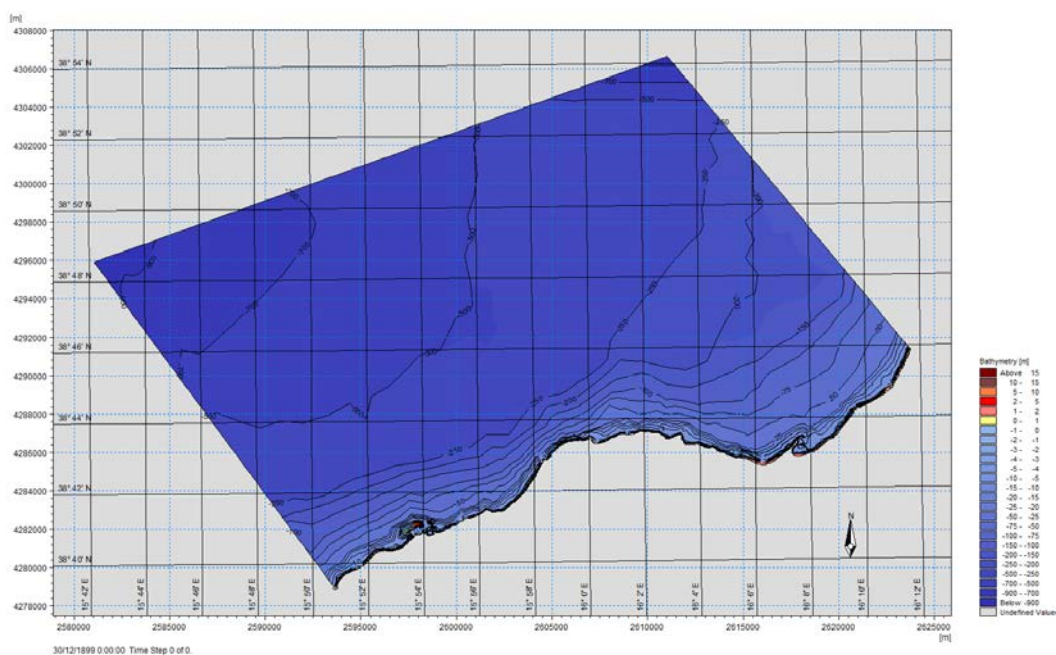


### 3.4.2. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO

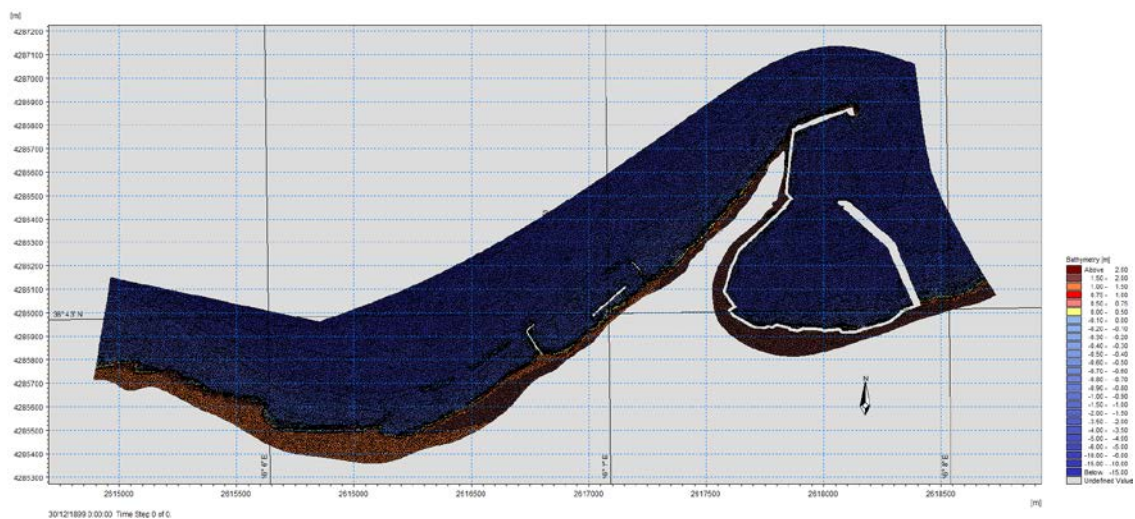
Per la simulazione di quanto previsto nel progetto definitivo, sono stati introdotti nel modello la barriera soffolta della lunghezza di 70 m, il salpamento della parte di barriera sommersa posta ad Ovest della cella, la risagomatura e ricarica della barriera emergente posta a protezione del litorale nella parte terminale verso Est per un tratto di circa 50 m e la scogliera radente a protezione del piede del muro esistente in corrispondenza della linea di riva. Si riportano di seguito i risultati per la configurazione di progetto definitivo.



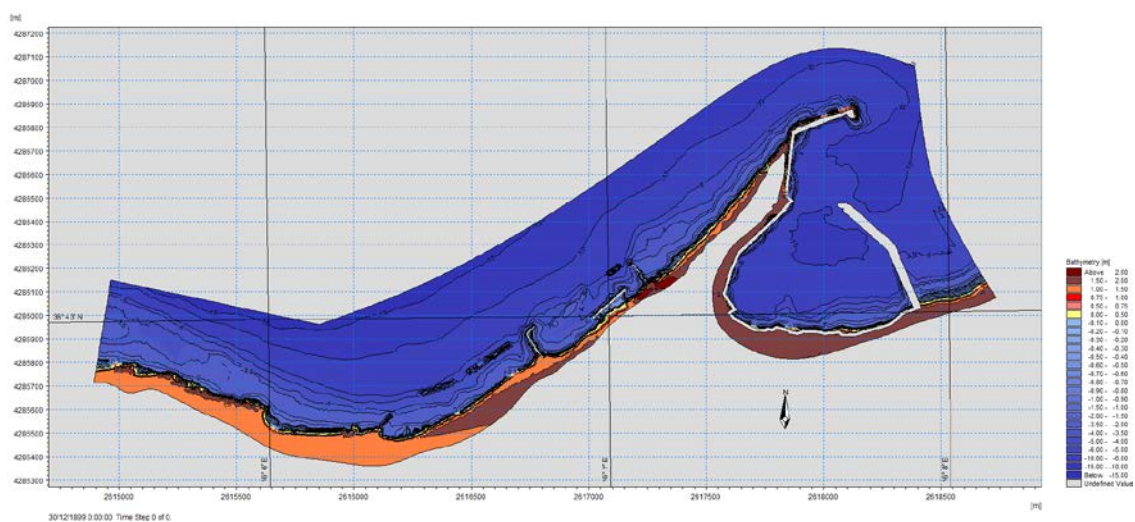
**Figura 26 – Mesh modello di largo – Progetto Definitivo**



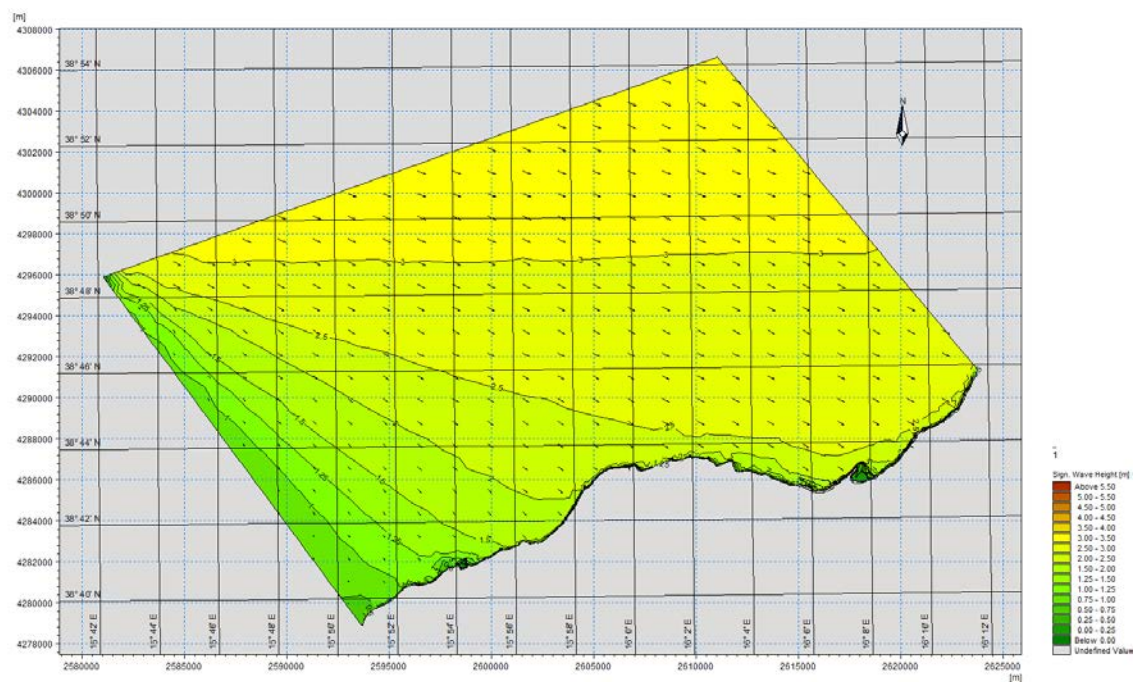
**Figura 27 – Batimetria modello di largo – Progetto Definitivo**



**Figura 28 – Mesh modello di dettaglio – Progetto Definitivo**

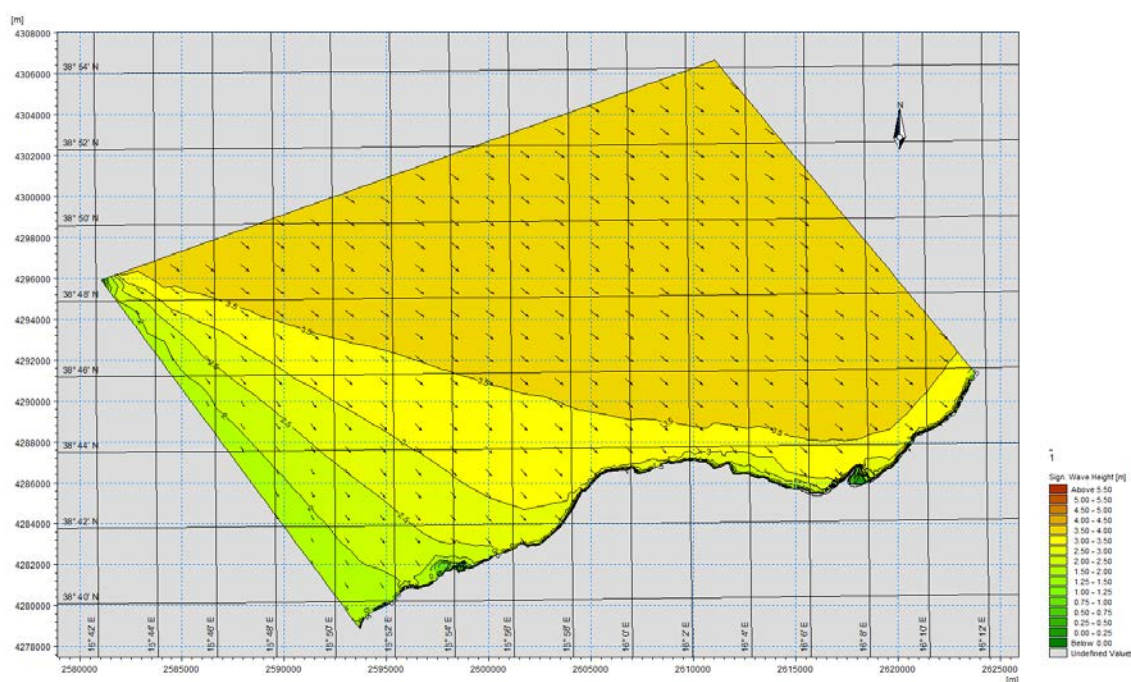


**Figura 29 –Batimetria modello di dettaglio – Progetto Definitivo**

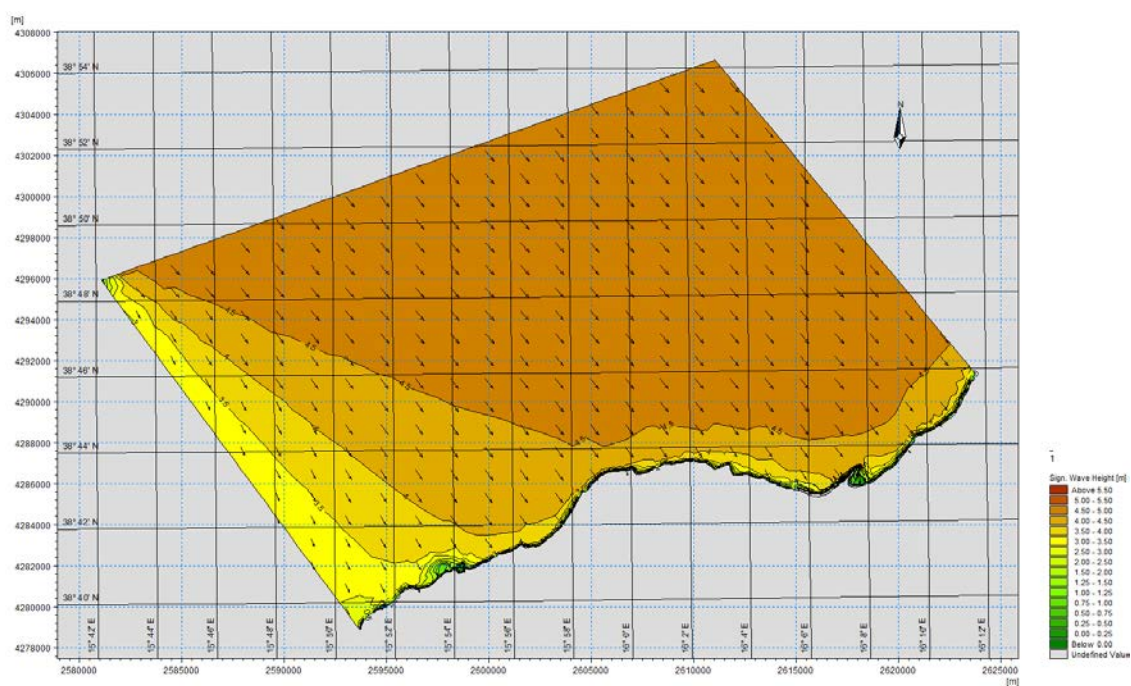


**Figura 30 - Andamento dell'onda dai settori 20 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**

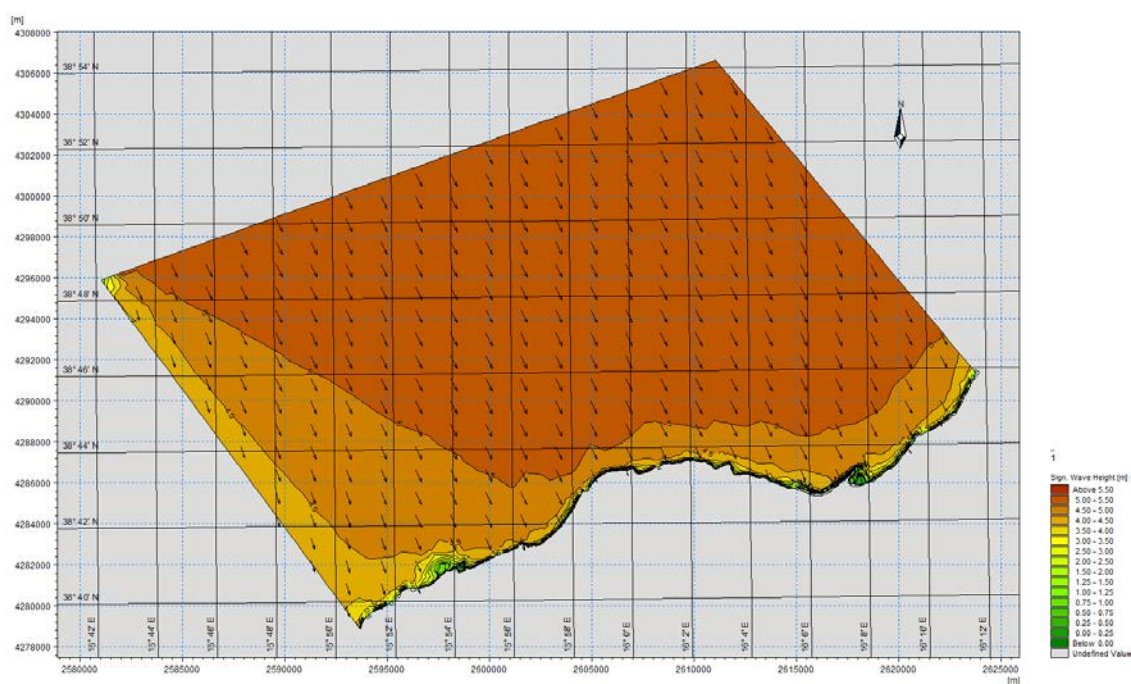




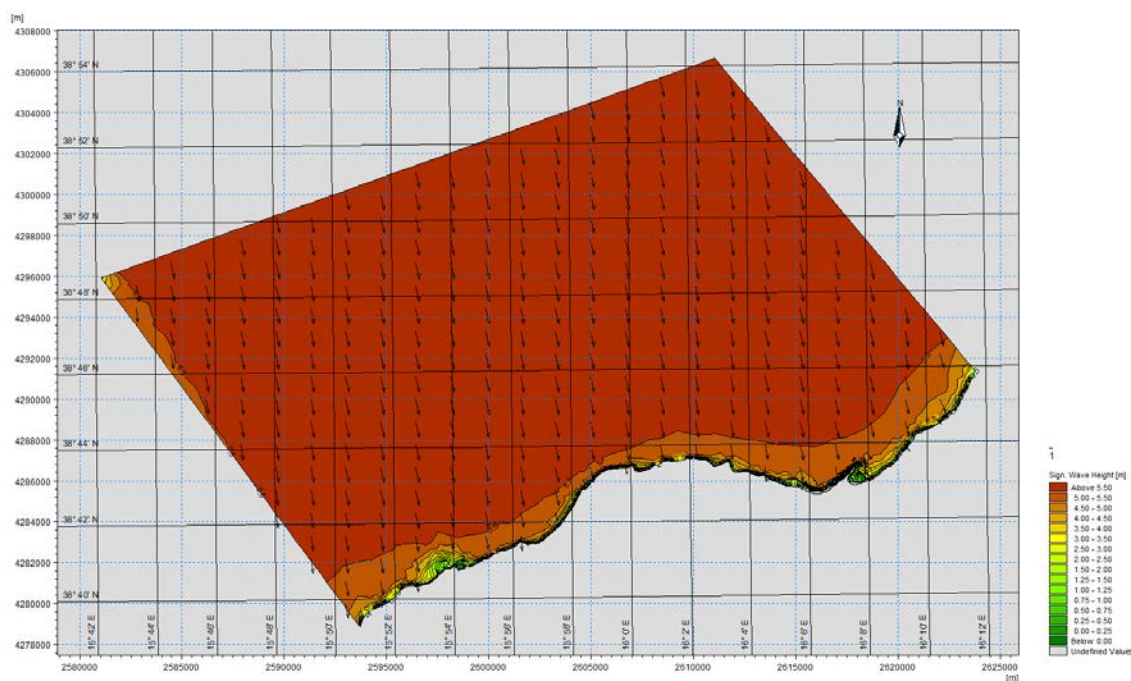
**Figura 31 - Andamento dell'onda dai settori 21 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**



**Figura 32 - Andamento dell'onda dai settori 22 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**

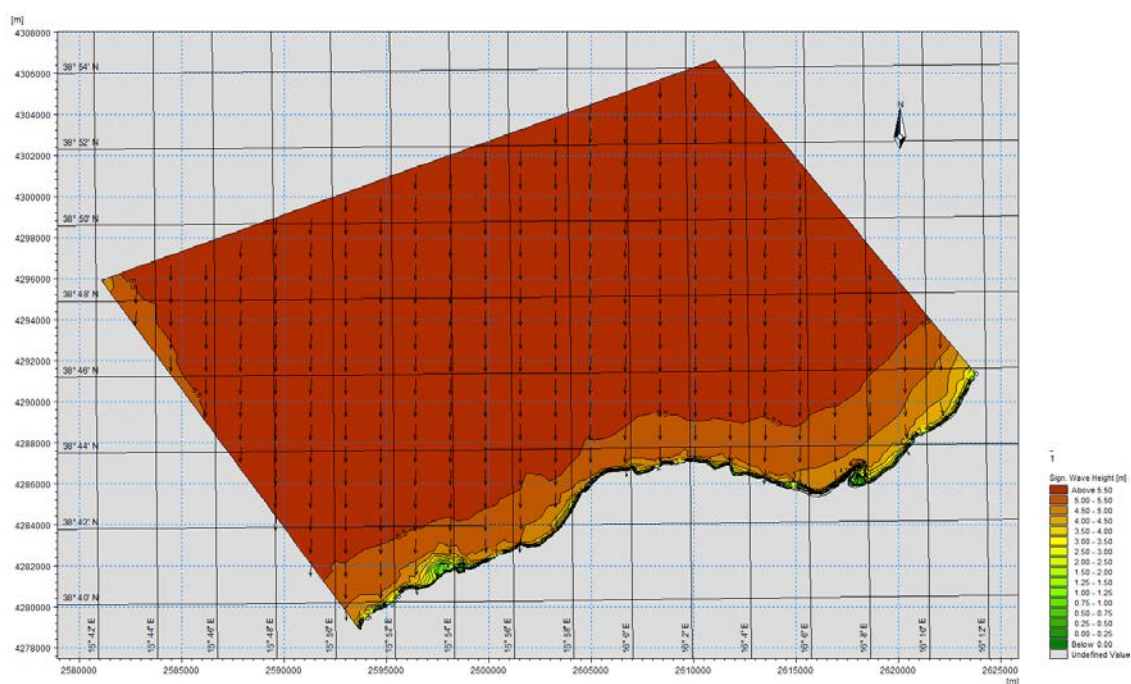


**Figura 33 - Andamento dell'onda dai settori 23 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**

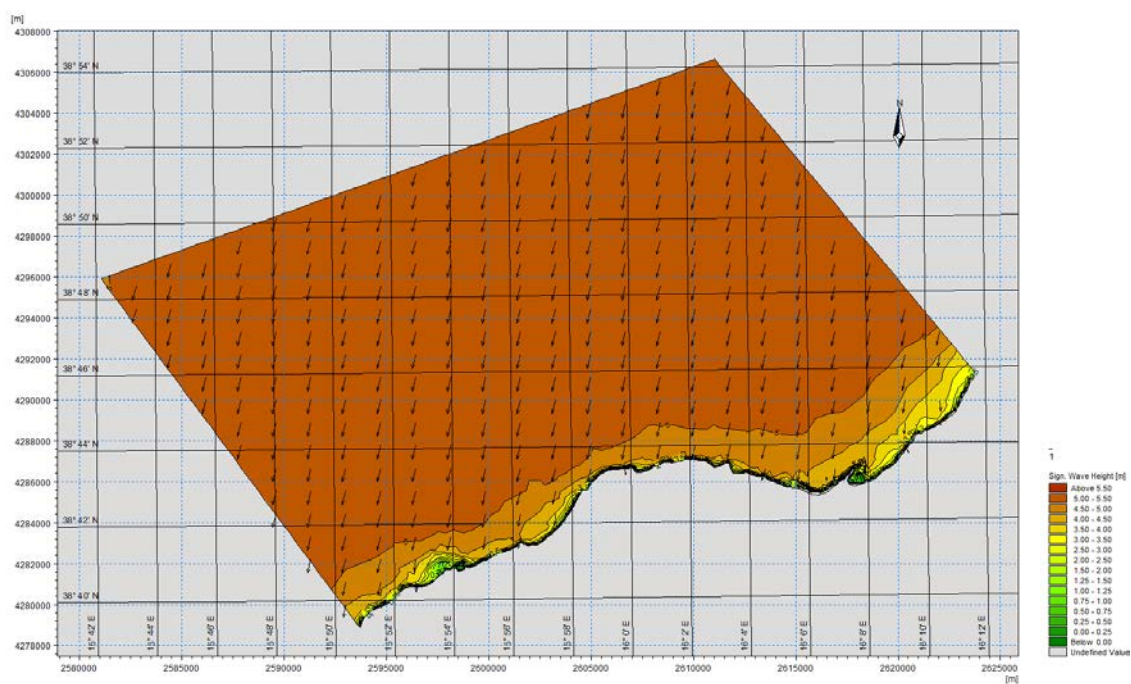


**Figura 34 - Andamento dell'onda dai settori 24 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**

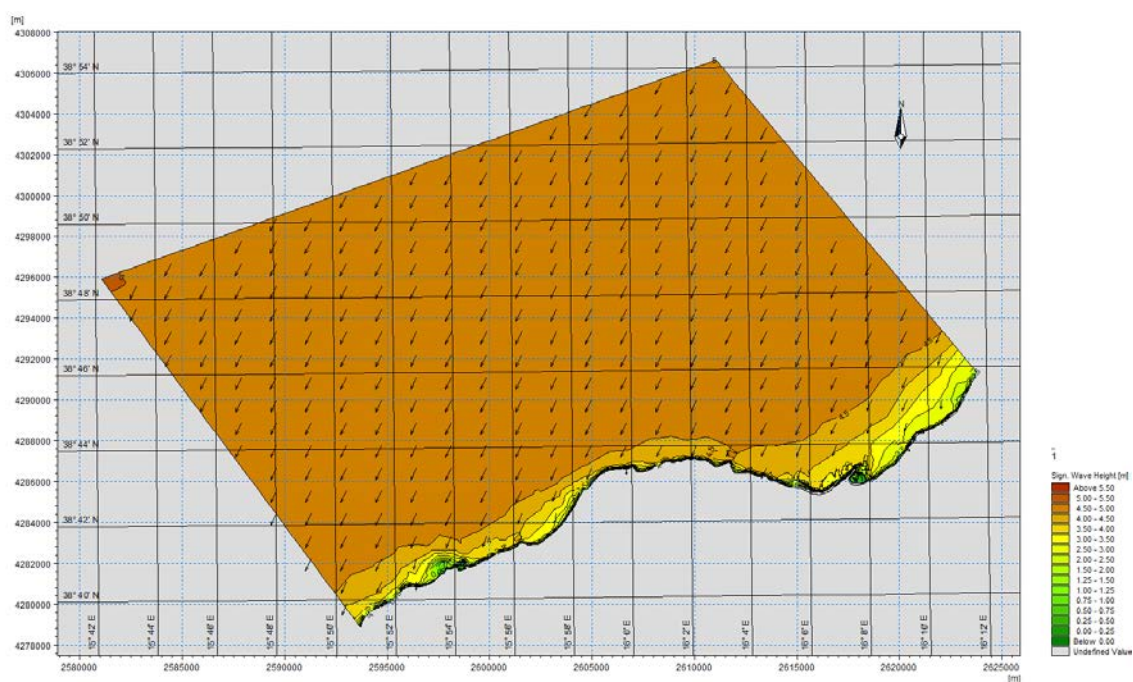




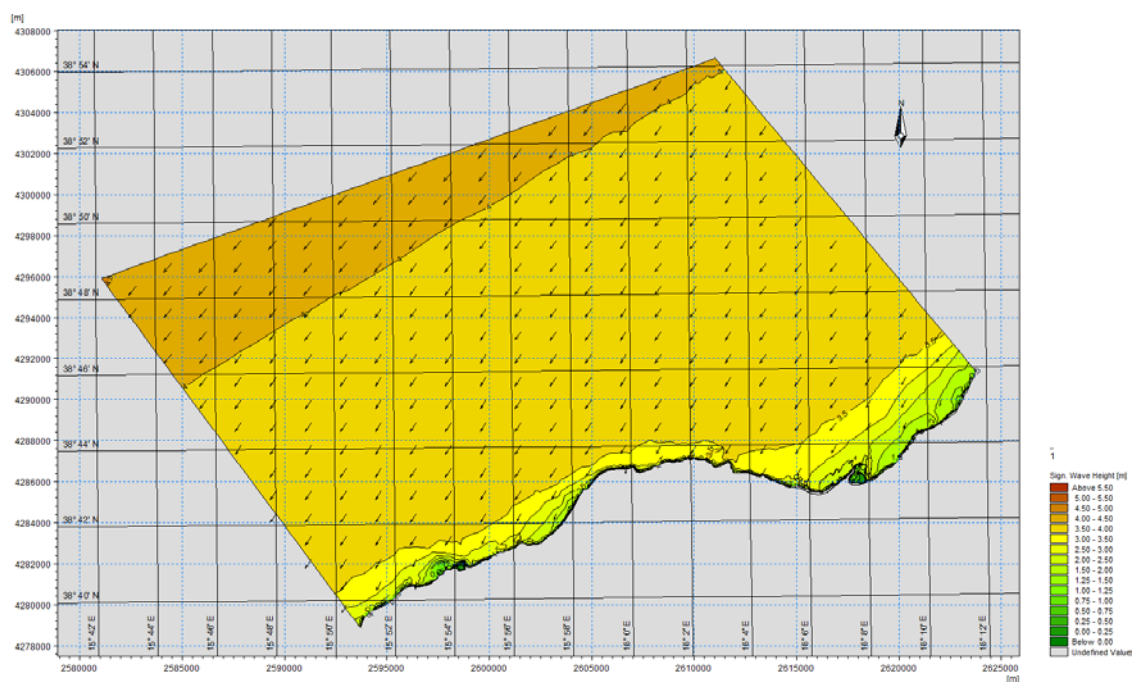
**Figura 35 - Andamento dell'onda dai settori 1 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**



**Figura 36 - Andamento dell'onda dai settori 2 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**



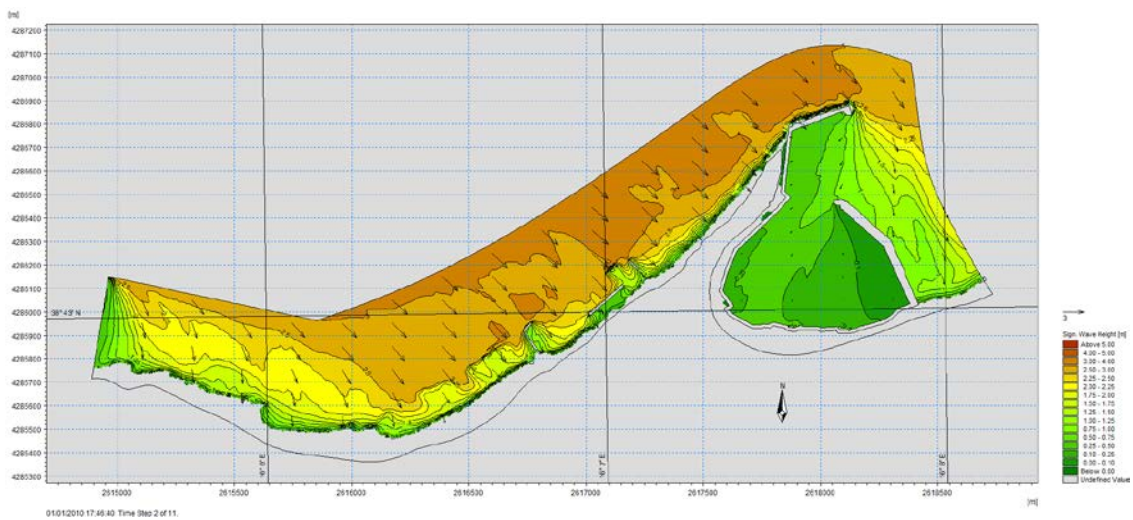
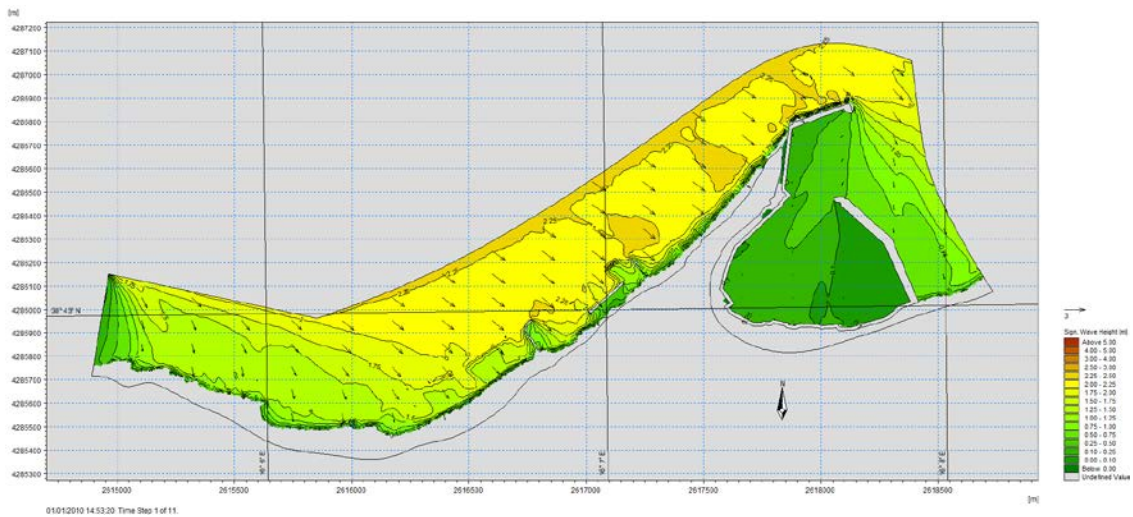
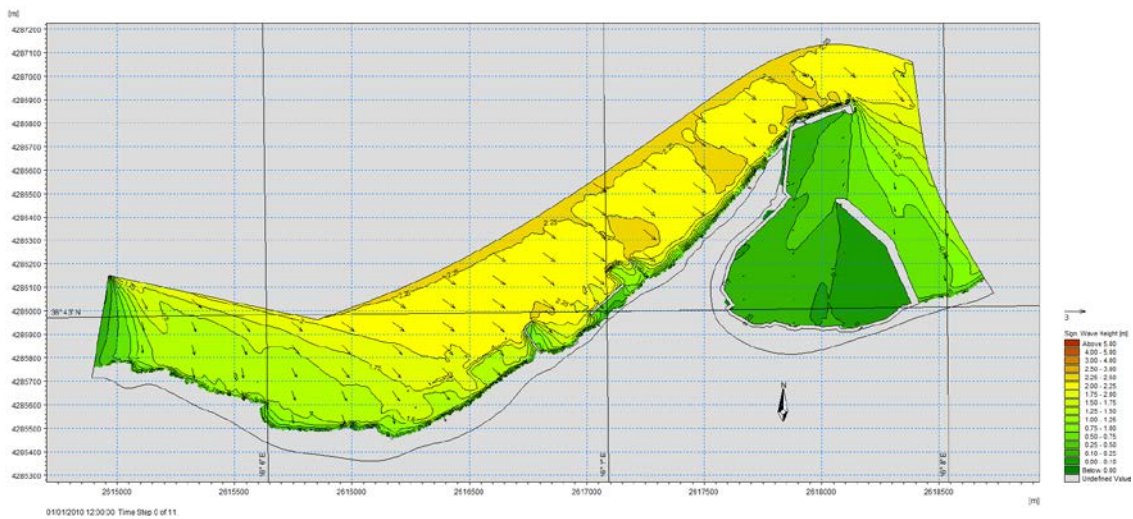
**Figura 37 - Andamento dell'onda dai settori 3 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**



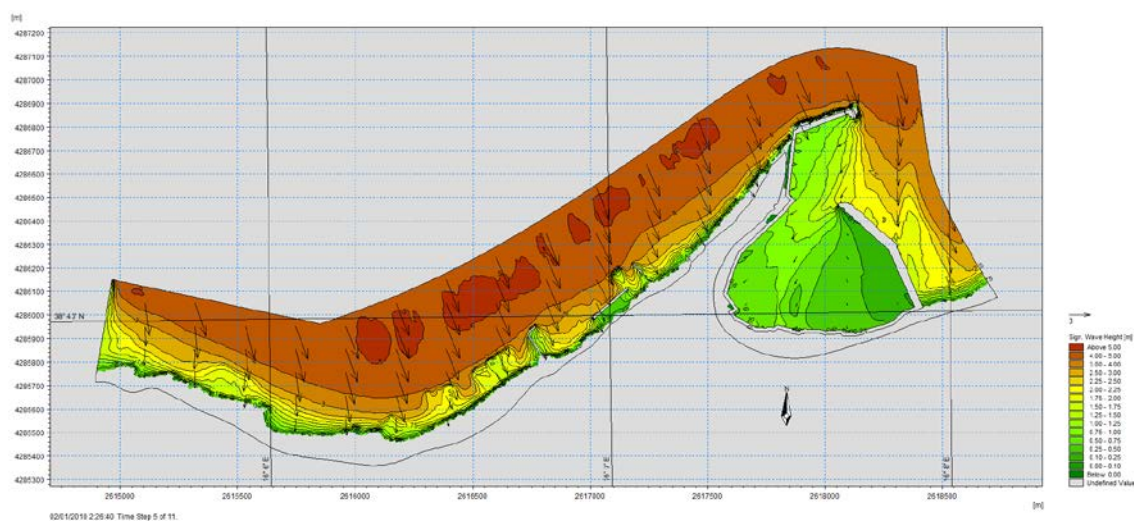
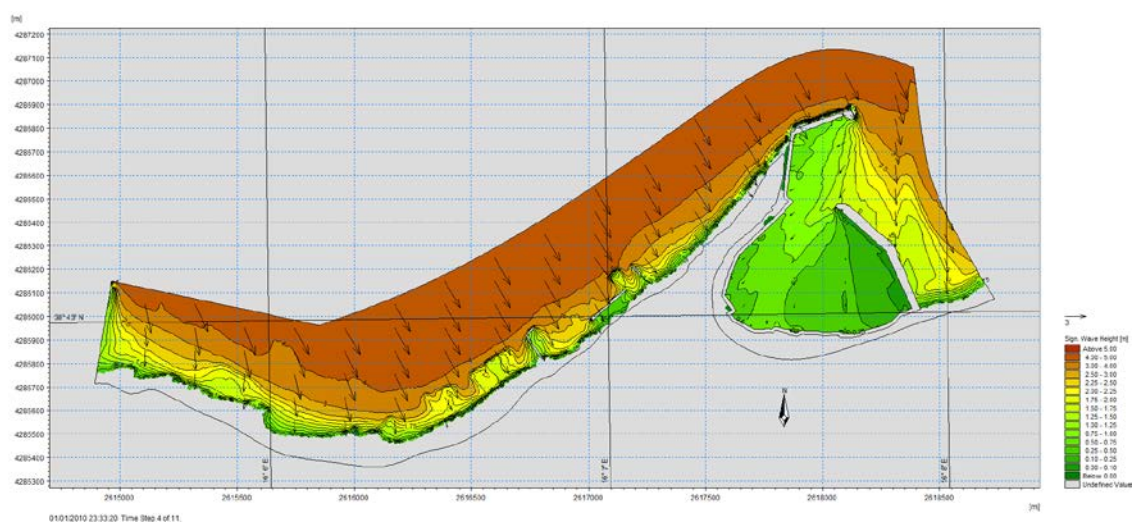
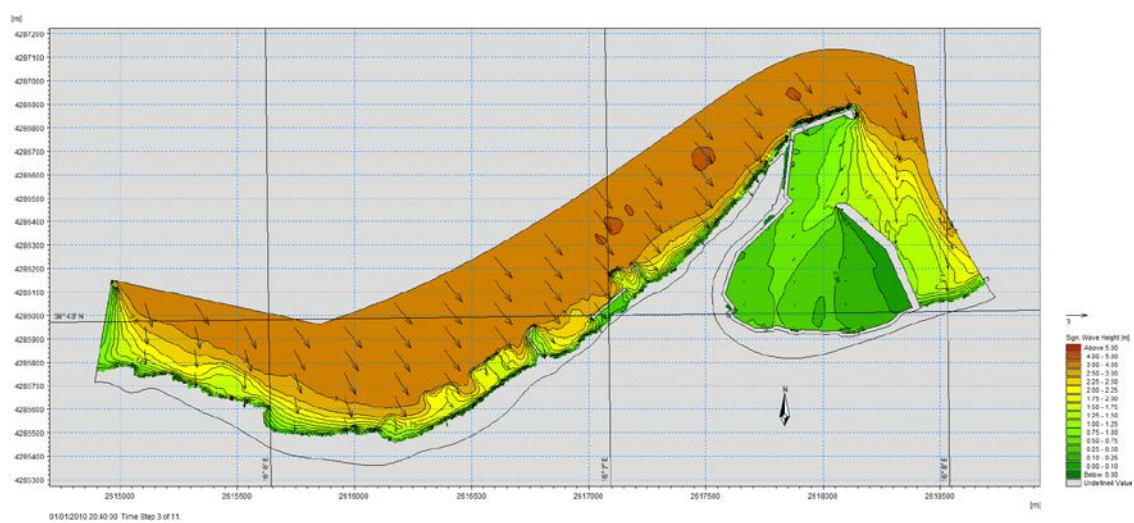
**Figura 38 - Andamento dell'onda dai settori 4 – modello SW – Modello di largo – Progetto Definitivo**



Determinato il clima ondoso a largo si è “estratto” il clima ondoso in prossimità del litorale sui cui verte lo studio. I risultati sono riportati nelle Figure che seguono.

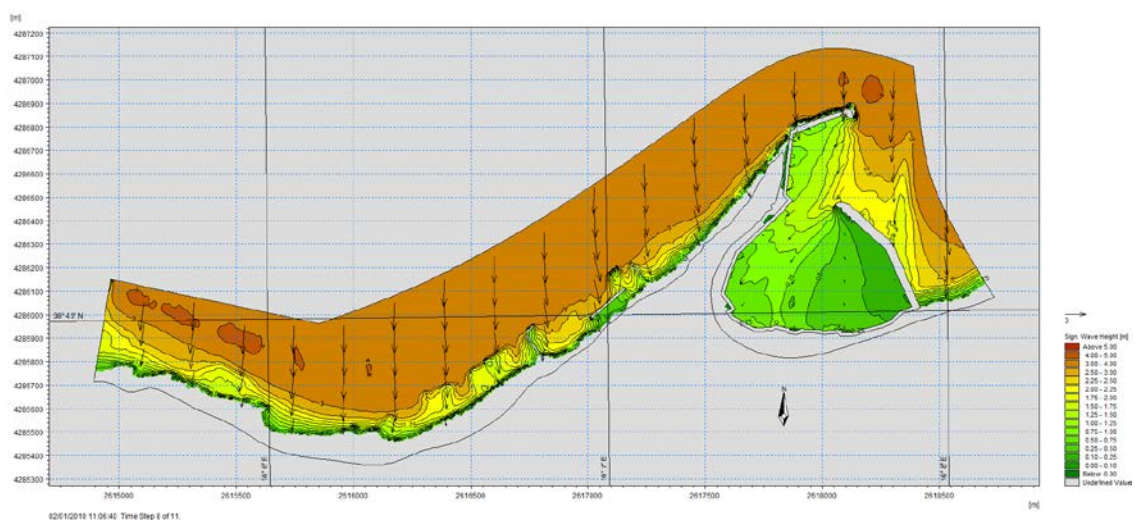
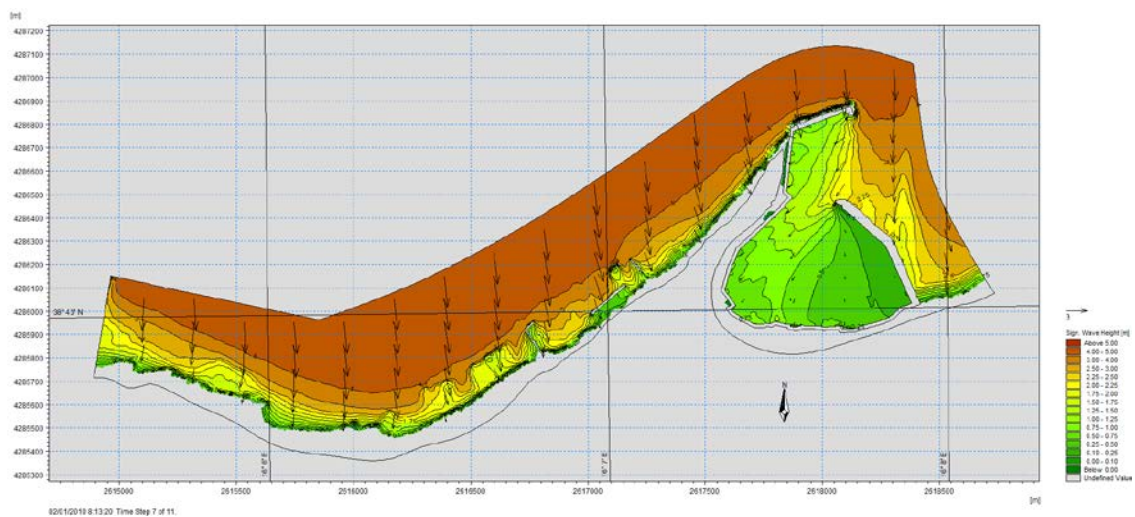
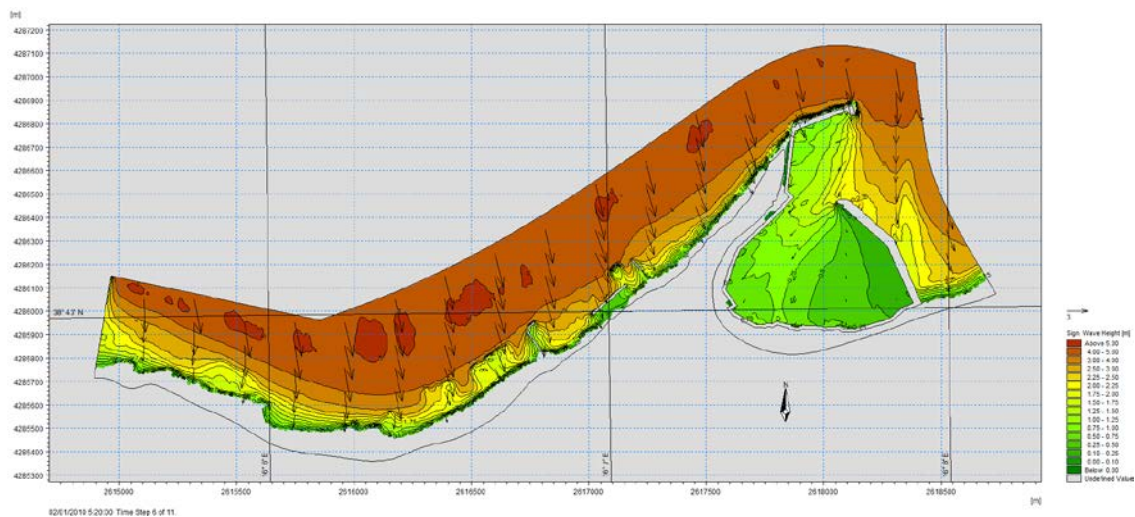


**Figura 39 – Andamento dell’onda dai settori 20 – 21 - 22 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina – Progetto Definitivo**



**Figura 40 – Andamento dell'onda dai settori 23 – 24 - 1 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina – Progetto Definitivo**





**Figura 41 – Andamento dell'onda dai settori 2 - 3 - 4 – modello SW - Modello di dettaglio - Vibo Marina – Progetto Definitivo**

### 3.5. ANALISI DEI RISULTATI

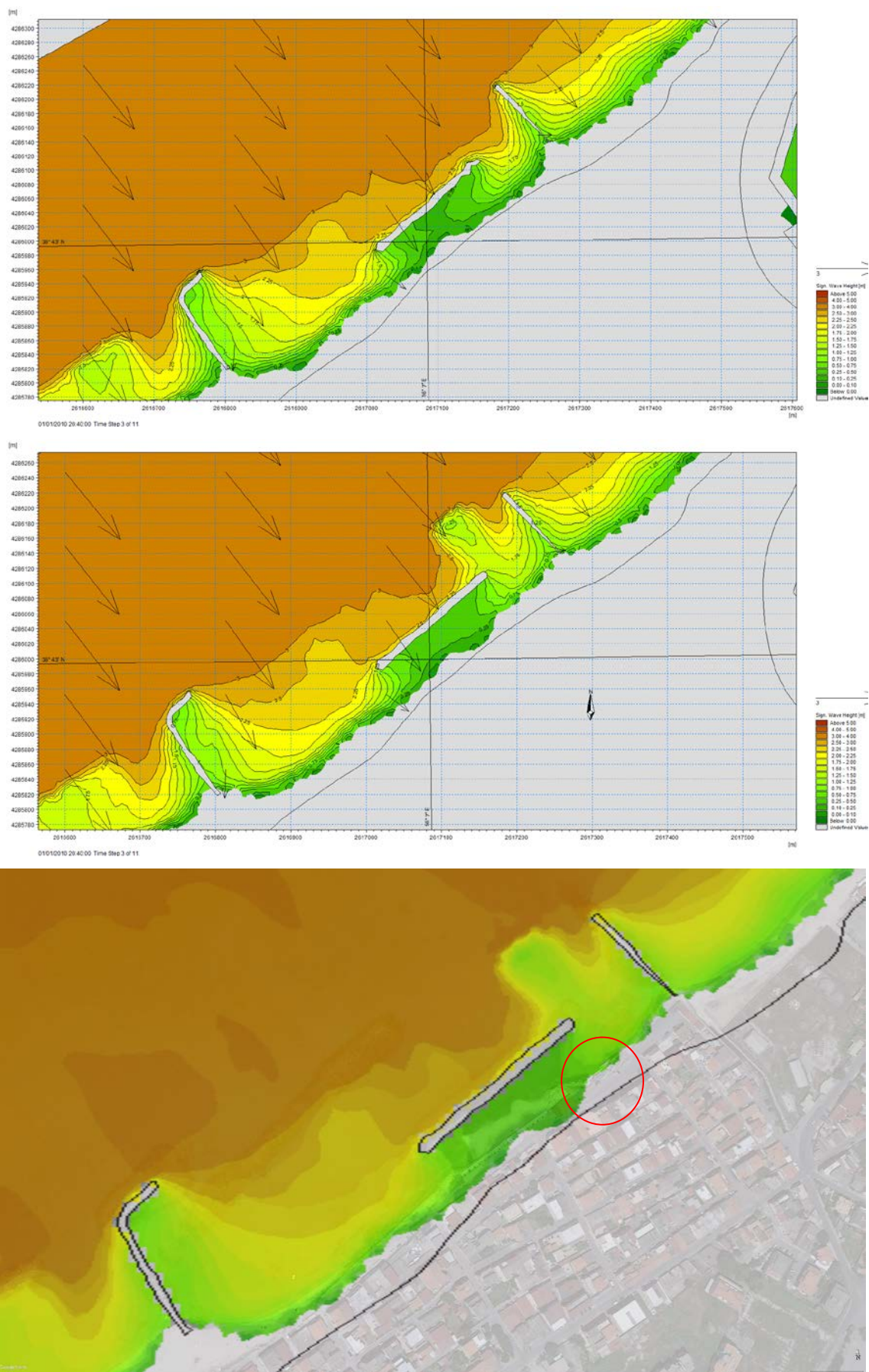
Partendo dall'idea che il Master Plan dell'erosione costiera prevede per il quartiere Pennello un rischio medio alto per la presenza di abitazioni e oleodotti delle industrie a tergo del litorale, si è ritenuto opportuno, in considerazione anche dell'importo a disposizione per l'esecuzione delle opere occorrenti, posizionare la barriera in modo da attenuare in maniera evidente il moto ondoso incidente.

La fascia di colore verde aumenta sensibilmente in larghezza, il che significa che l'onda risulta completamente smorzata in prossimità della riva, segno di un moto ondoso con bassi livelli di energia e tale da non creare erosione. Inoltre, come si analizzerà meglio nel modello di trasporto, tale condizione determina un ripascimento naturale dell'area. Il posizionamento della barriera a poca distanza dalla linea di riva, come previsto nel progetto originario oggetto di aggiornamento, non avrebbe sortito gli stessi effetti, come si evince dall'analisi dello stato di fatto ed in particolare dal comportamento della barriera radente presente al centro della cella.

Infatti tale configurazione seppur porta benefici nei confronti dell'attenuazione del moto ondoso non preserva o integra il ripascimento erodendo la porzione di spiaggia a tergo della barriera stessa a causa dei processi di riflessione del moto ondoso che si innescano appunto per la presenza della barriera, processi che in termini di trasporto comportano notevoli problemi di erosione per la presenza del basso fondale.

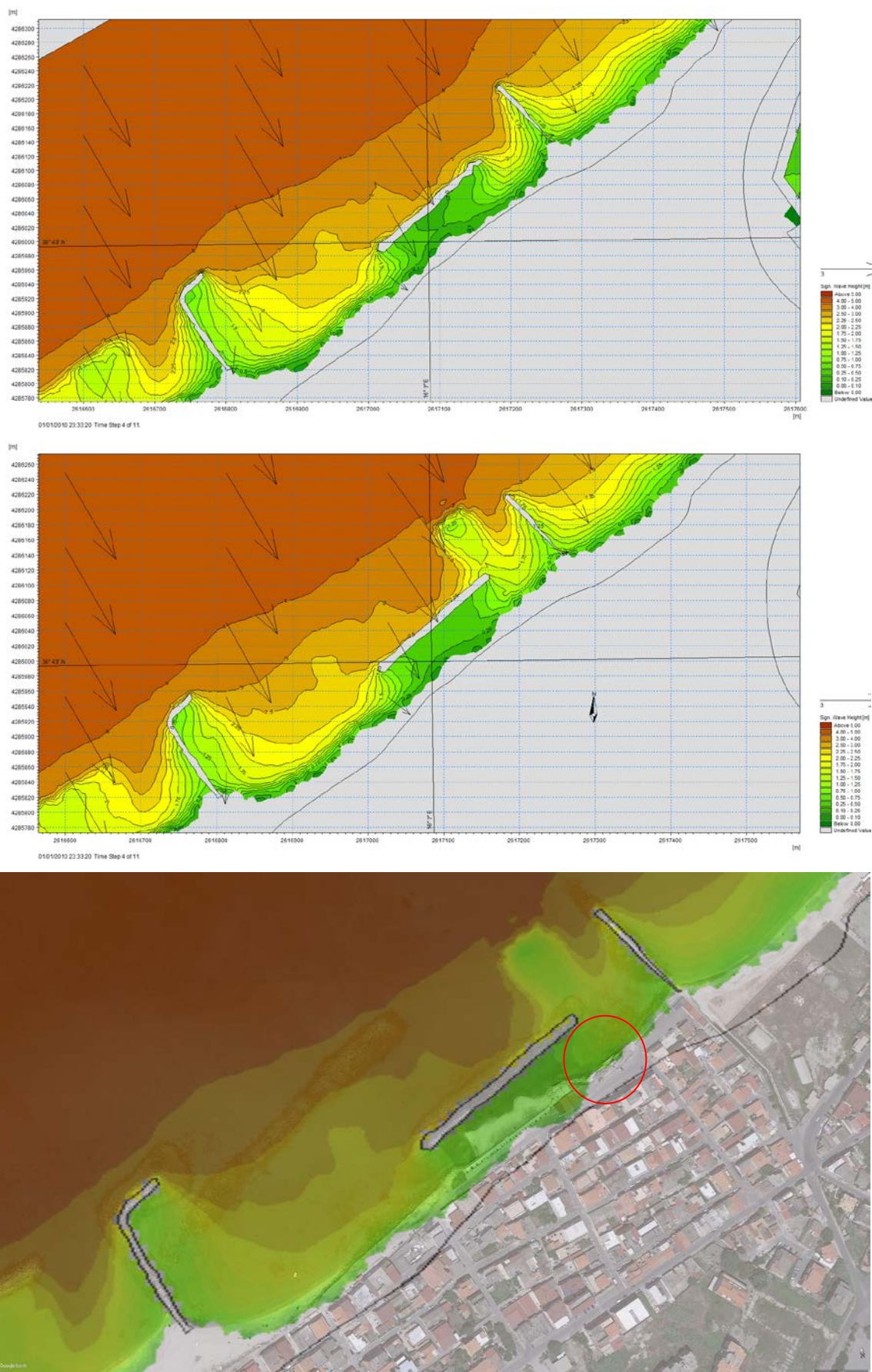
Nella Fig. 42 si riporta l'andamento dell'onda dal settore 23 per lo stato di fatto e per il progetto e dal confronto della due immagini si rileva che il moto ondoso sotto costa è fortemente attenuato dalla presenza della barriera. Viene riportata poi l'immagine del moto ondoso montata sulla foto area in cui viene evidenziato il muro in corrispondenza della Capannina. Tale configurazione è ripetuta per il moto ondoso proveniente dai settori 24, 1 e 3 e in tutti i casi si può facilmente riscontrare l'attenuazione del moto ondoso in corrispondenza del muro in oggetto che costituisce la finalità progettuale che si vuole raggiungere.





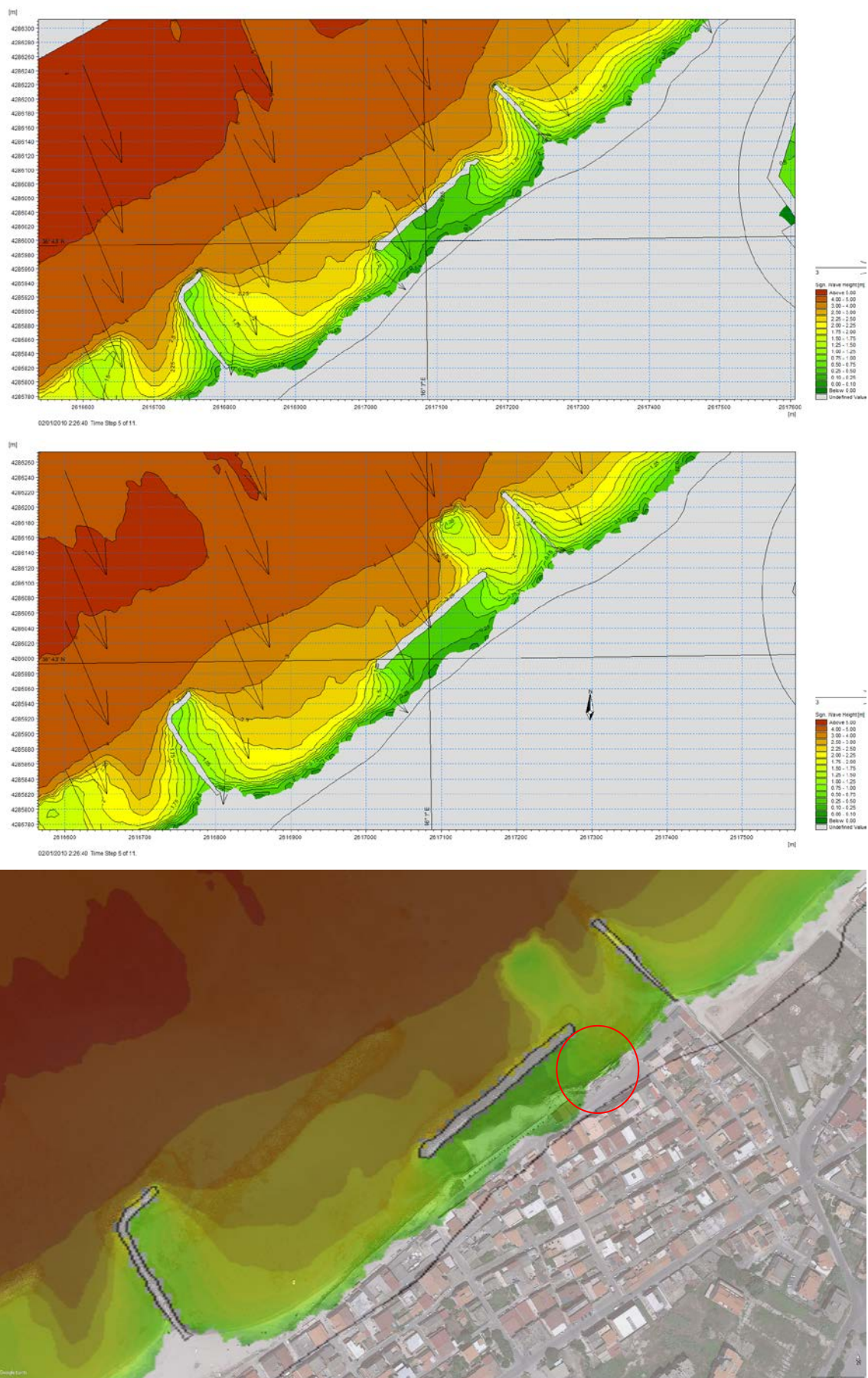
**Figura 42 – Andamento dell'onda dal settore 23 - Modello di dettaglio – Stato di Fatto e Progetto**





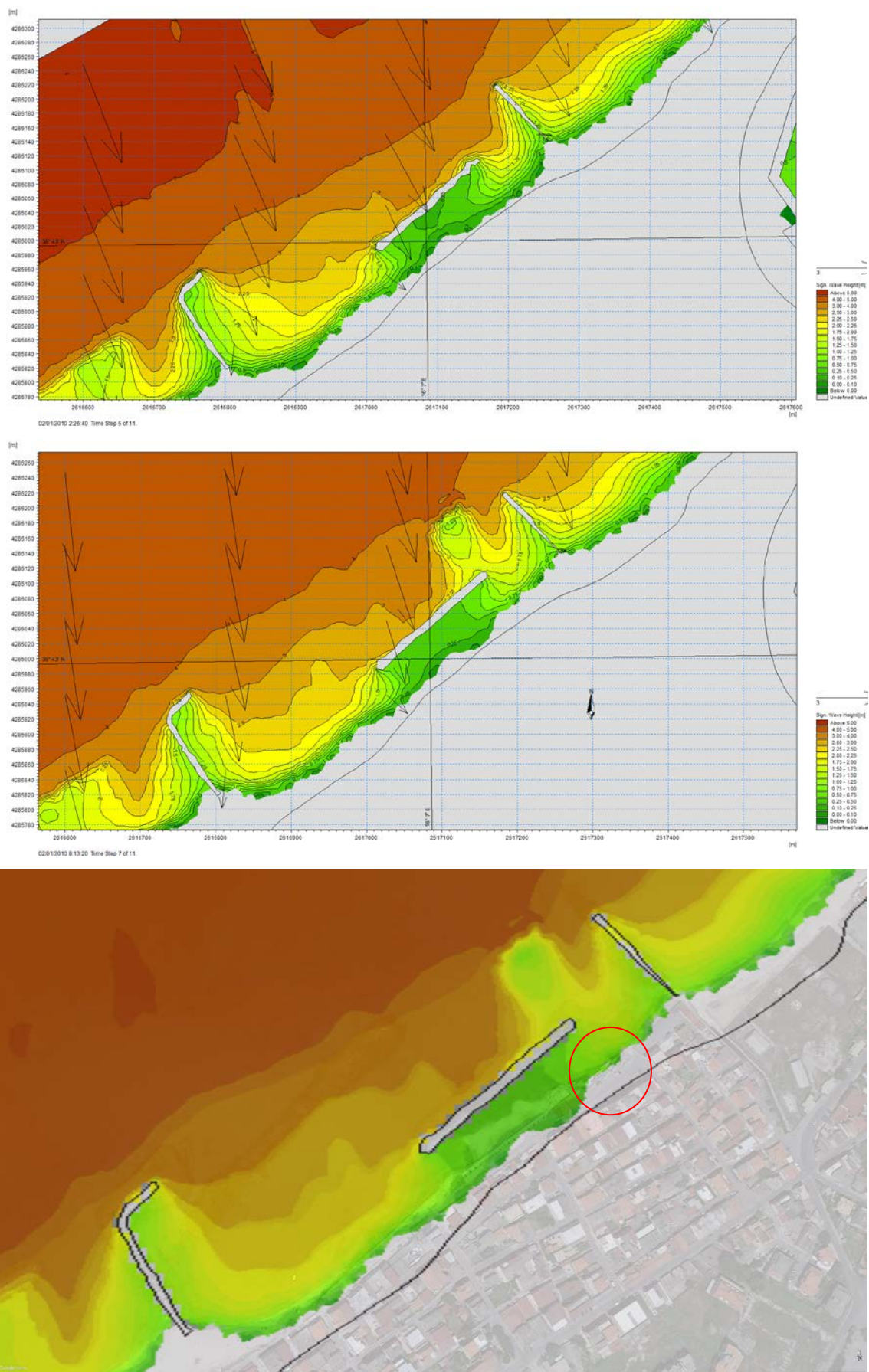
**Figura 43 – Andamento dell'onda dal settore 24 - Modello di dettaglio – Stato di Fatto e Progetto**





**Figura 44 – Andamento dell'onda dal settore 1 - Modello di dettaglio – Stato di Fatto e Progetto**





**Figura 45 – Andamento dell'onda dal settore 3 - Modello di dettaglio – Stato di Fatto e Progetto**



#### **4. CONCLUSIONI**

La presente relazione si riferisce allo studio del moto ondoso a largo e sottocosta che fa parte del progetto definitivo per l’**“AGGIORNAMENTO PROGETTO DI SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA DI VIBO MARINA (LEGGE REGIONALE N. 9/2007 ART. 33)”**.

In particolare è stato implementato un modello bidimensionale di trasposizione del moto ondoso sottocosta che ha simulato gli effetti di rifrazione, diffrazione, attrito con il fondo, shoaling, frangimento e riflessione semplice .

Il modello è stato realizzato per lo stato di fatto e per la configurazione di progetto definitivo evidenziando la bontà dell’intervento proposto nell’aggiornamento di progetto.

**Per le analisi sul trasporto solido si rimanda alla relazione A6 – Studio Morfodinamico – Trasporto Solido.**