



REGIONE MARCHE
SERVIZIO GOVERNO DEL TERRITORIO, MOBILITA' ED INFRASTRUTTURE

P.F. Demanio Idrico, Porti e Lavori Pubblici



COMUNE DI NUMANA



PIANO REGOLATORE PORTUALE (ai sensi della Legge 84/94)

A.2 – MODELLO MATEMATICO RELAZIONE INTEGRATIVA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

Arch. Rodolfo Novelli – Responsabile del Procedimento
Ing. Giorgio Occhipinti – Responsabile della progettazione del Piano

PROGETTAZIONI

ASPETTI MARITTIMI

Ing. Giorgio Occhipinti

ASPETTI URBANISTICI E ARCHITETTONICI

Ing. Giorgio Occhipinti

Ing. Nicoletta Santelli

Ing. Stefano Leti

Ing. Massimiliano Gabrielli

ASPETTI AMBIENTALI

Dott.ssa Simona Palazzetti

in collaborazione con l'Ing. Nicoletta Santelli

ASPETTI GEOLOGICI

Geol. Luca Amico

COLLABORATORE PER GLI ASPETTI INFORMATICI

P.I. Eugenio Giuliani

COLLABORATORI

Geom. Roberto Frey – *Collaboratore del Responsabile del procedimento*

Geom. Carmine Bellino

Geom. Angelo Olivi

Geom. Nazzareno Santinelli

Arch. Paolo Storani

STUDI METEOMARINI

Università degli studi di Ancona

Dipartimento di Idraulica, Strade, Ambiente, e Chimica

Sezione Idraulica e Ambiente

PREMESSA

La presente relazione integrativa fa seguito alla relazione degli studi di Convenzione svolti a cura della Sezione di Idraulica e Ambiente del Dipartimento di Idraulica, Strade, Ambiente e Chimica dell'Università Politecnica delle Marche, con responsabile scientifico il Prof. Ing. Alessandro Mancinelli, consegnata al Comune di Numana in data 7 agosto 2009.

In seguito alle valutazioni del gruppo di lavoro della Regione Marche per la redazione del Piano Regolatore Portuale di Numana, coordinato dal Dott. Ing. Giorgio Occhipinti, dirigente della struttura regionale competente in materia di porti, e degli organi comunali di Numana, la scelta fra le configurazioni testate con i modelli matematici dal citato Dipartimento, di cui alla relazione dello studio anzidetto, è ricaduta sulla configurazione denominata con A.

A seguito di opportuni adattamenti successivi alla configurazione prescelta al fine di individuare una soluzione maggiormente ottimizzata, in rapporto all'agitazione ondosa all'imboccatura, all'agibilità della rotta d'ingresso, all'agitazione interna al bacino portuale ed anche più funzionale, dal punto di vista planimetrico ed urbanistico, sono state apportate, dal gruppo progettista, delle modifiche alla soluzione iniziale A, da cui sono emerse due conseguenti configurazioni portuali, denominate A-1 ed A-2, che sono state testate, sottoponendole ai modelli matematici di tipo ondoso già utilizzati nello studio delle configurazioni proposte. In questa relazione integrativa vengono riportati i risultati principali di questa fase dello studio.

CONFIGURAZIONE A-1

Con riferimento alla configurazione A l'avamposto è stato traslato verso Sud per limitare il protrendimento settentrionale delle opere portuali, con un conseguente limitato adattamento delle dimensioni del bacino interno. Rimane quindi l'avamposto a moli convergenti in corrispondenza della zona settentrionale del bacino. L'imboccatura risulta, in questo caso, ampia 60m ed aperta alla direzione di 111°N e lo specchio acqueo dell'avamposto ha la forma di una sorta di ellisse contenente un cerchio libero del diametro di 110m. La bocca interna risulta ampia 40m ed è ricavata poco all'interno di quella settentrionale attuale. Il bacino interno del porto risulta aperto, in questo caso, all'ingresso diretto delle ondate provenienti dal settore direzionale compreso fra i 58°N ed i 98°N. La planimetria di tale configurazione A-1 è riportata nella Figura 1.

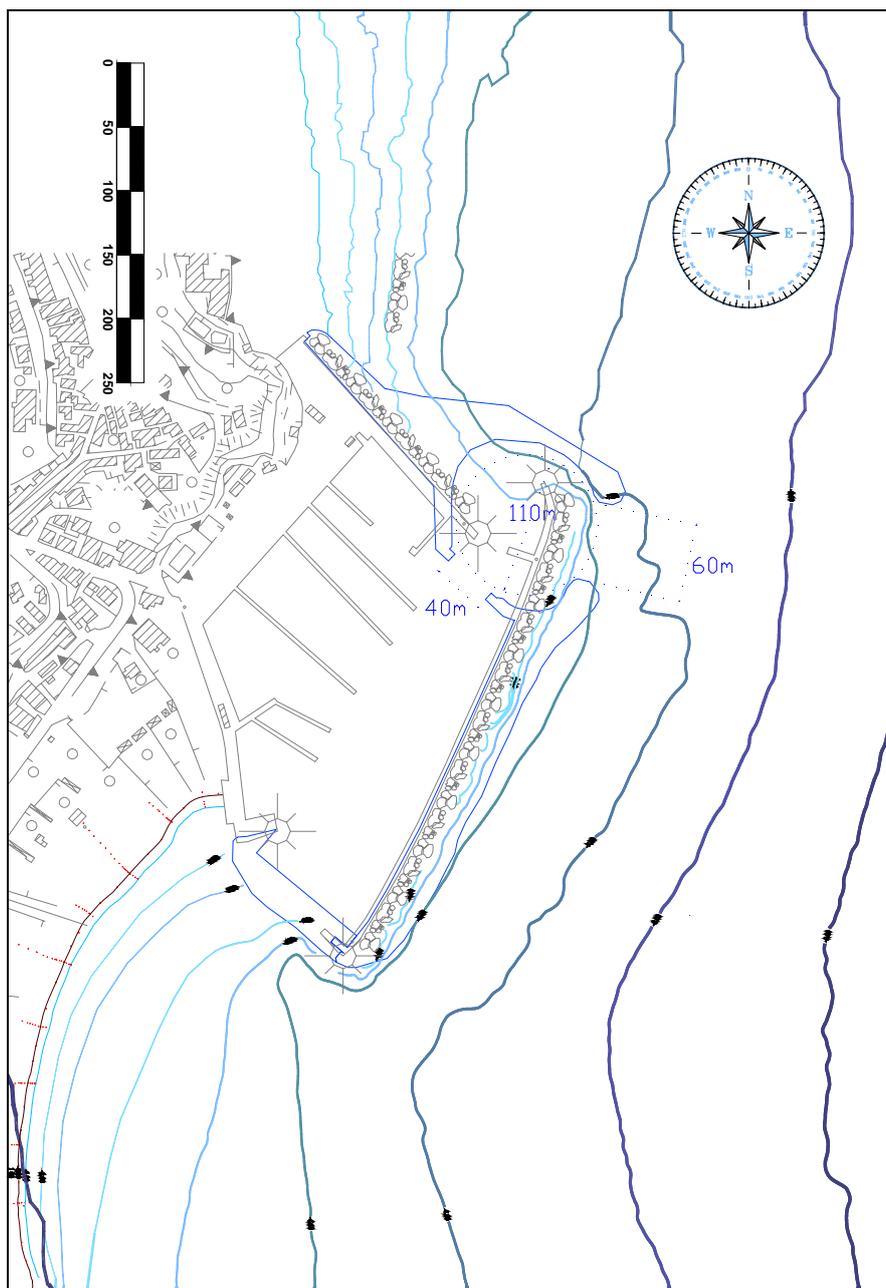


Figura 1 - Configurazione A-1

CONFIGURAZIONE A-2

Nata come evoluzione ulteriormente migliorativa della configurazione precedente, essa prevede una imboccatura rivolta ancora più verso meridione ed un ulteriore contenimento delle abbondanti dimensioni dell'avamposto riuscendo a riavvicinare la bocca interna a quella settentrionale attuale. Rimane quindi l'avamposto a moli convergenti in corrispondenza della zona settentrionale del bacino. L'imboccatura risulta, in questo caso, ampia 55m ed aperta alla direzione di 140°N e lo specchio acqueo dell'avamposto ha la forma di una sorta di cerchio poco proteso verso l'imboccatura, contenente un cerchio libero del diametro di 100m. La bocca interna risulta ampia 35m ed è ricavata poco all'interno di quella settentrionale attuale. Il bacino interno del porto risulta aperto, in questo caso, all'ingresso diretto delle ondate provenienti dal settore direzionale compreso fra i 72°N ed i 98°N , quindi ancora più protetto di quello della soluzione precedente. La planimetria di tale configurazione A-2 è riportata nella Figura 2.

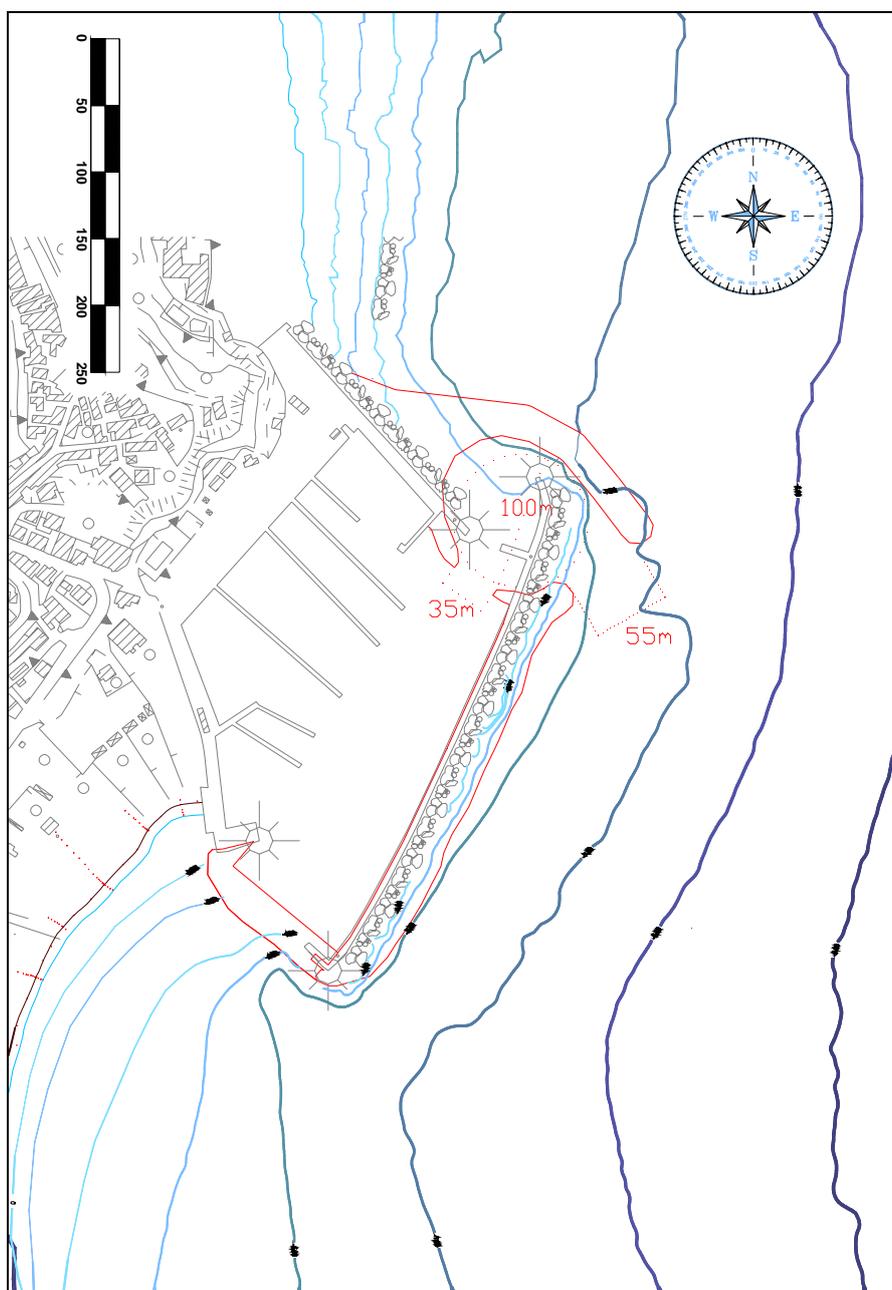


Figura 2 - Configurazione A-2

AGITAZIONE ONDOSA INTERNA AL BACINO

Lo studio di analisi dell'agitazione ondosa interna al porto di Numana, relativamente alle configurazioni proposte in questa fase integrativa, è stato condotto, secondo la linea già adottata nella Relazione di Convenzione consegnata nell'agosto 2009, mediante l'utilizzo del codice di calcolo di tipo commerciale MIKE 21 BW.

Per i dettagli descrittivi del predetto modello matematico e delle condizioni per la sua applicazione si rimanda alla Relazione di Convenzione consegnata nell'agosto 2009.

Risultati del modello

Come già rilevato nella Relazione di Convenzione consegnata nell'agosto 2009, i risultati delle simulazioni effettuate con il codice MIKE 21 BW consistono essenzialmente sulla distribuzione in ogni nodo della griglia di calcolo del valore mediato sulla verticale della profondità totale dell'acqua e delle componenti di flusso nelle due direzioni di moto, rappresentabili graficamente con mappe planimetriche dell'elevazione della superficie libera del mare calcolata all'istante finale di simulazione, utili per avere un'idea qualitativa generale delle influenze dei fenomeni di riflessione e diffrazione che le onde subiscono per la presenza della struttura portuale. Questi dati possono essere ulteriormente elaborati per avere delle informazioni più idonee, anche dal punto di vista quantitativo, alla rappresentazione del problema in studio.

In particolare per l'analisi dell'agitazione ondosa in corrispondenza delle diverse configurazioni del Porto di Numana sono stati ricavati due tipi di risultati:

- il valore dell'altezza d'onda significativa nella zona portuale;
- la distribuzione planimetrica del coefficiente di diffrazione nella zona portuale.

Il coefficiente di diffrazione nei punti del reticolo di calcolo viene calcolato come rapporto tra l'altezza significativa nel punto e quella calcolata fuori dall'imboccatura portuale, ad una profondità di 7m. Ricordando il significato statistico dell'onda significativa, la mappa del coefficiente di diffrazione può essere calcolata in diversi istanti della simulazione. Nel caso in esame, dopo aver testato la stabilità del valore dell'altezza significativa, si è calcolato il coefficiente in questione al termine della simulazione. Le mappe risultanti possono essere interpretate come la rappresentazione del disturbo d'onda nell'area del modello per la presenza delle strutture portuali e sono in grado di fornire un'idea immediata del grado di protezione offerto dalla configurazione planimetrica portuale in esame nei riguardi delle diverse condizioni ondose proposte.

Le mappe prodotte per le tre condizioni ondose proposte e per la sola configurazione A-2, che produce i risultati migliori rispetto alla configurazione A-1, sono riportate nelle Figure seguenti dalla 3 alla 8.

Analisi dei risultati

Come già effettuato nella Relazione di Convenzione consegnata nell'agosto 2009, i risultati delle simulazioni numeriche effettuate sulle soluzioni proposte per il porto di Numana in questa fase integrativa dello studio vengono sintetizzati in grafici opportuni, per permettere un confronto rapido, al di là della mole di dati forniti dalle simulazioni. Quindi, a questo scopo, sono stati scelti, per ogni soluzione, 4 punti sonda (T1,T2,T3,T4) posizionati rispettivamente sull'imboccatura esterna, nel centro dell'avamposto, nel centro dell'imboccatura interna ed al centro del bacino portuale. Nella Figura 9 sono riportate le planimetrie delle soluzioni in questione con il posizionamento dei detti punti di controllo.

In ogni grafico di Figura 10, rispettivamente per ognuna delle mareggiate esaminate, sono rappresentati i risultati degli andamenti delle altezze significative per ogni punto-sonda, confrontandoli per le diverse soluzioni planimetriche prese in esame, in modo da verificare, nei punti scelti, l'abbattimento del moto ondoso dall'esterno del porto alla darsena interna.

Il tracciamento delle rotte di ingresso al porto in condizioni ondose avverse per le configurazioni portuali proposte in questa fase integrativa dello studio non si discosta da quelle tracciate per la configurazione di origine (A) riportate nella Relazione consegnata nell'agosto 2009.

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

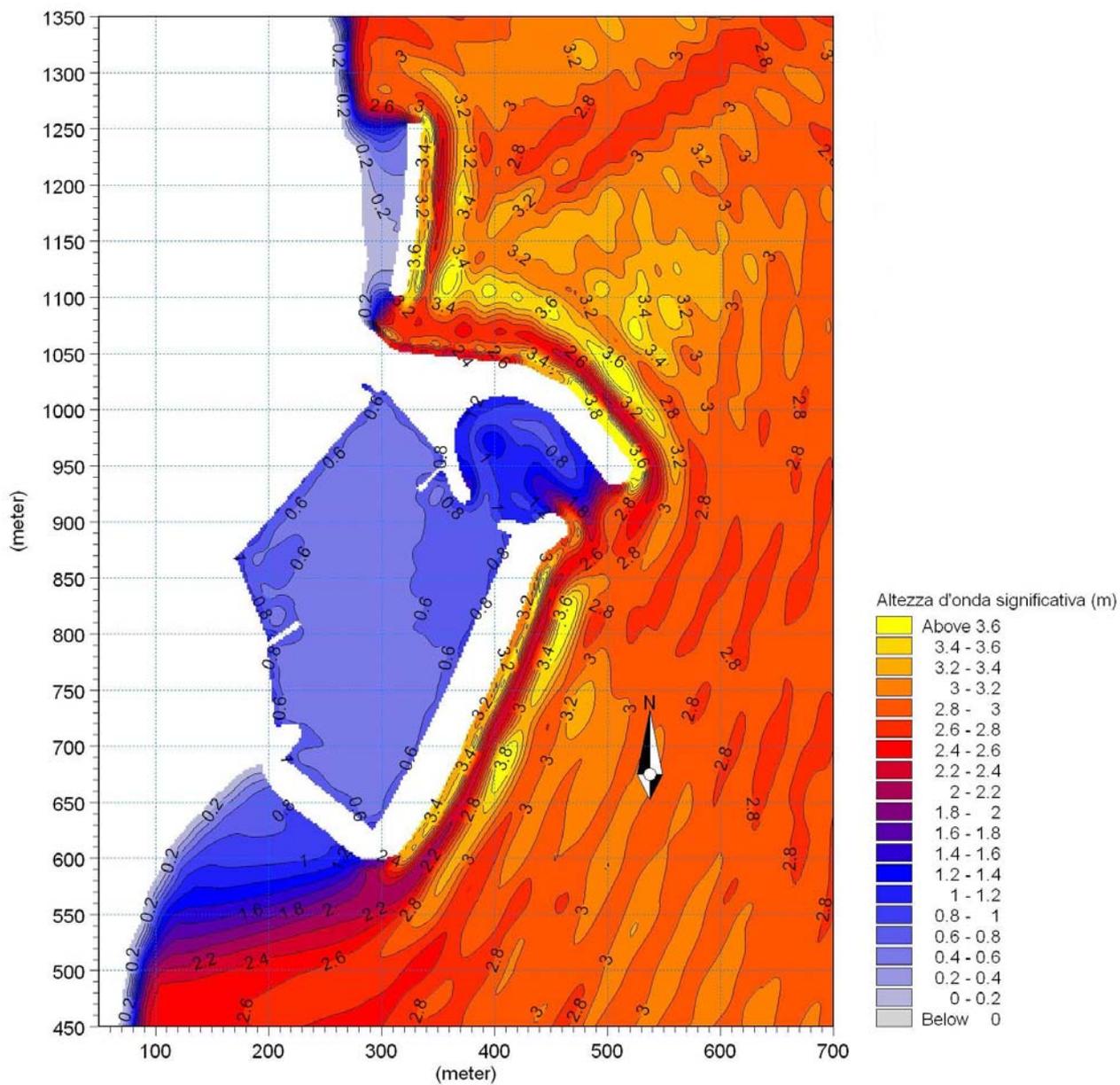


Figura 3 - Mappa dell'altezza significativa - Configurazione A-2 - Mareggiata OS1

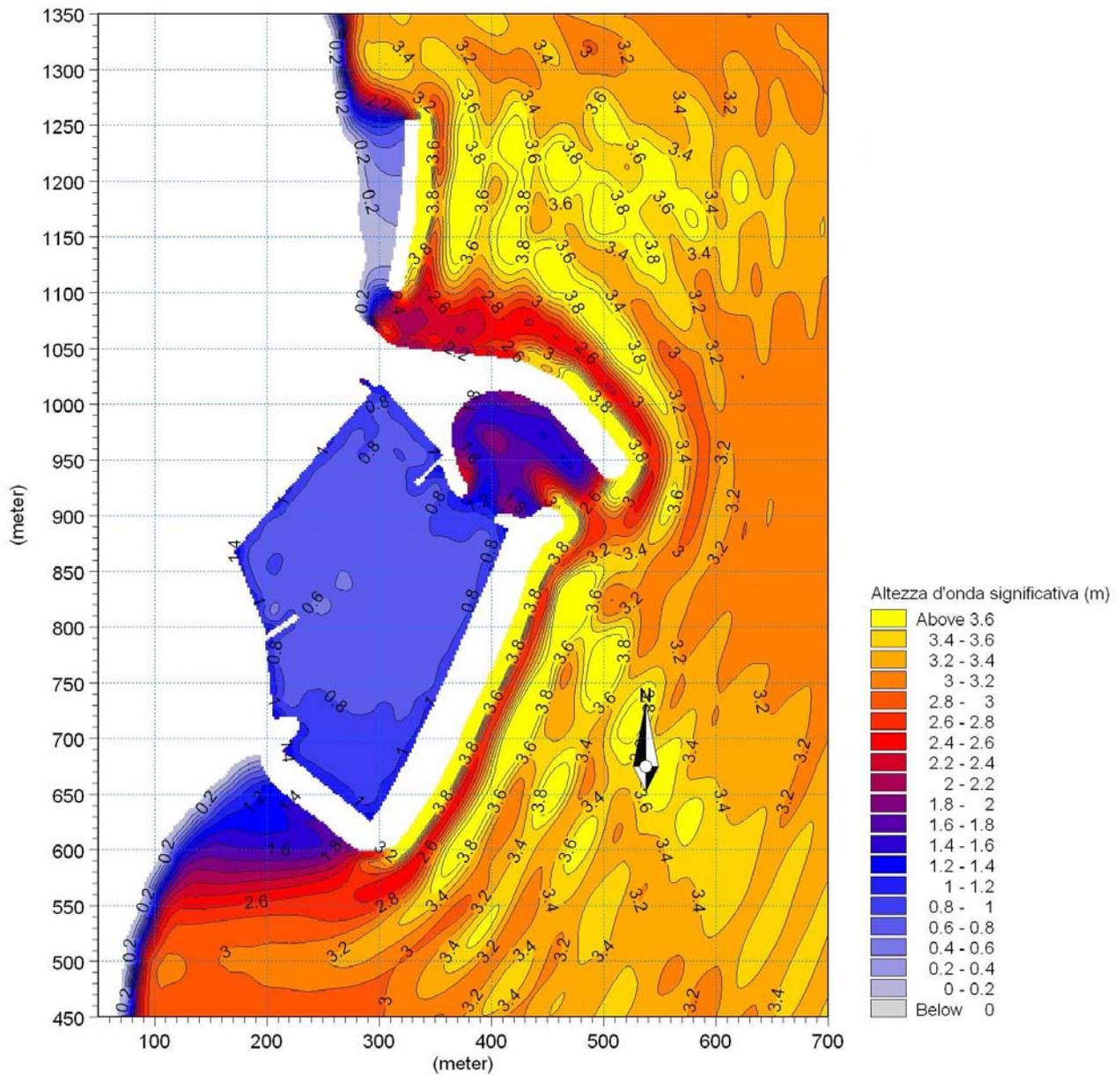


Figura 4 - Mappa dell'altezza significativa - Configurazione A-2 - Mareggiata OS2

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

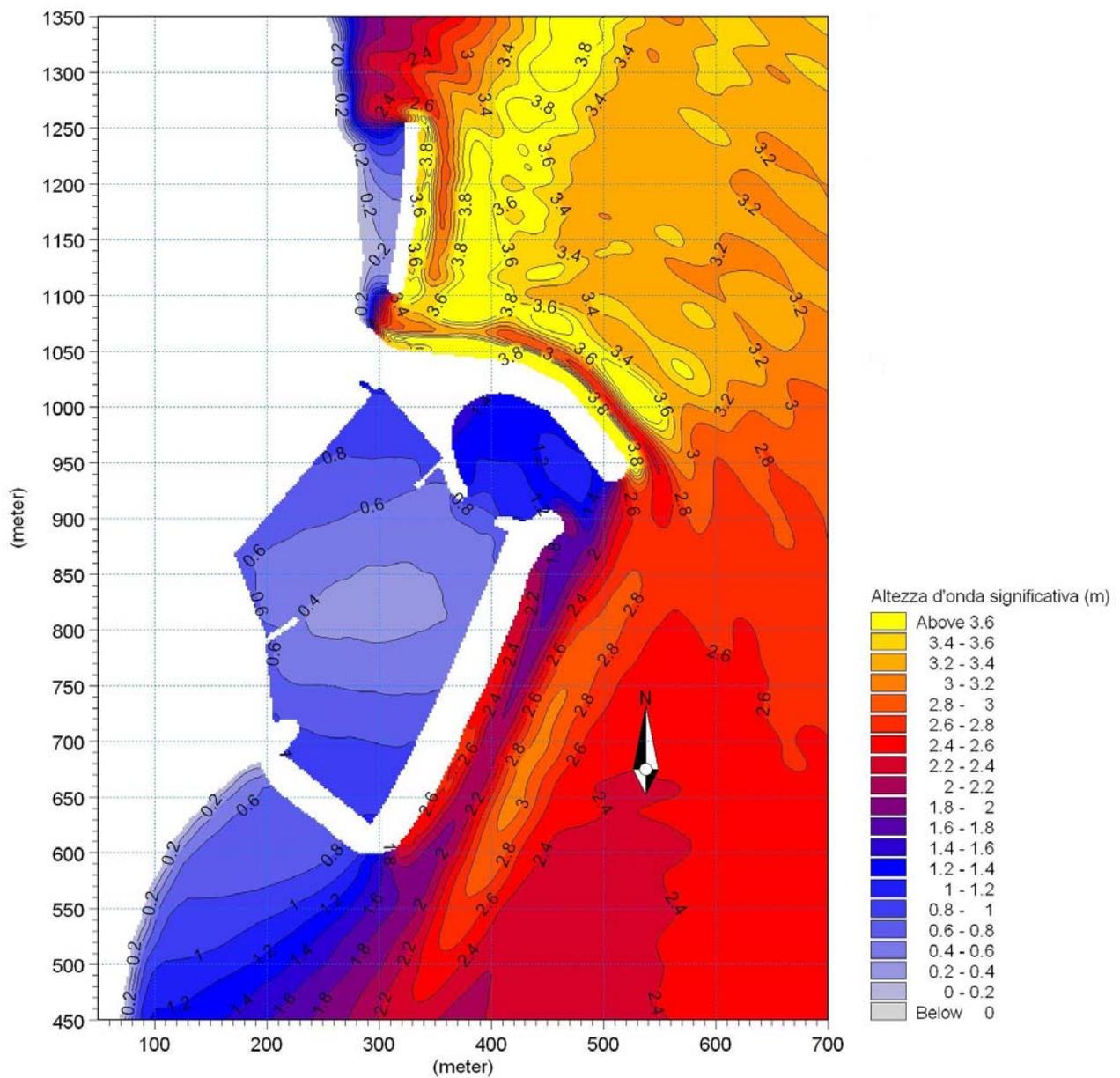


Figura 5 - Mappa dell'altezza significativa - Configurazione A-2 - Mareggiata OS3

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

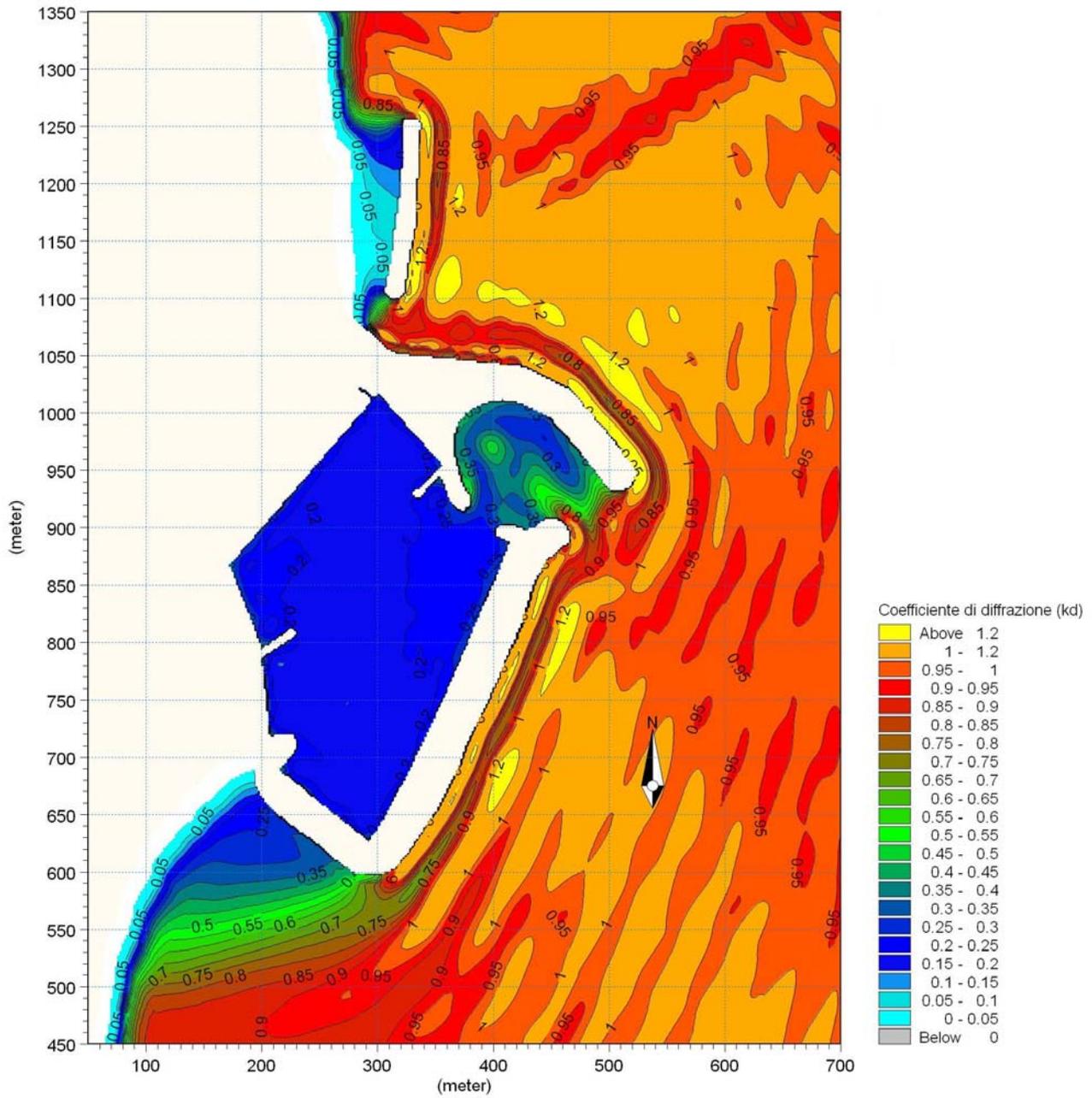


Figura 6 - Mappa del coefficiente di diffrazione - Configurazione A-2 - Mareggiata OSI

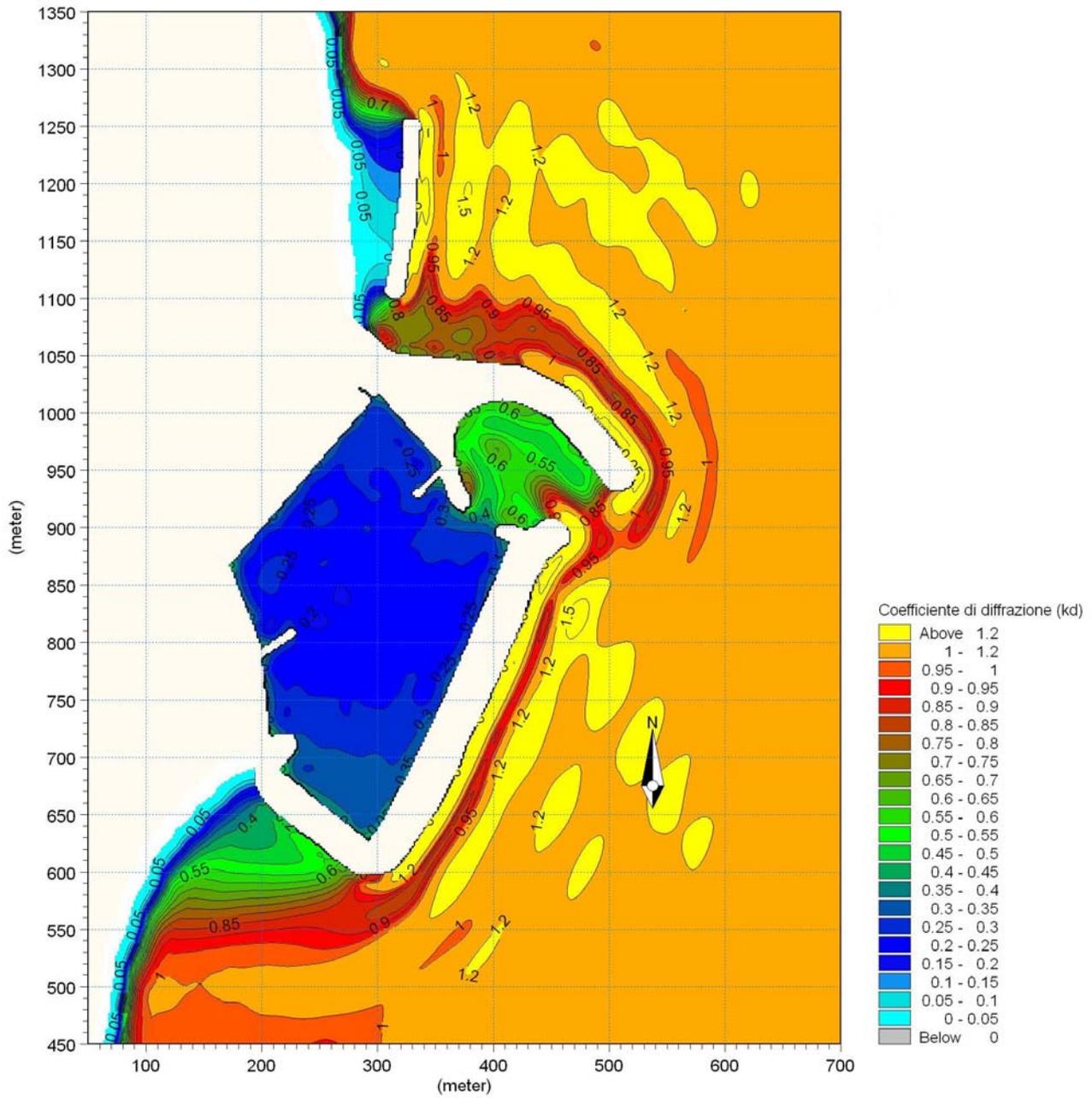


Figura 7 - Mappa del coefficiente di diffrazione - Configurazione A-2 - Mareggiata OS2

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

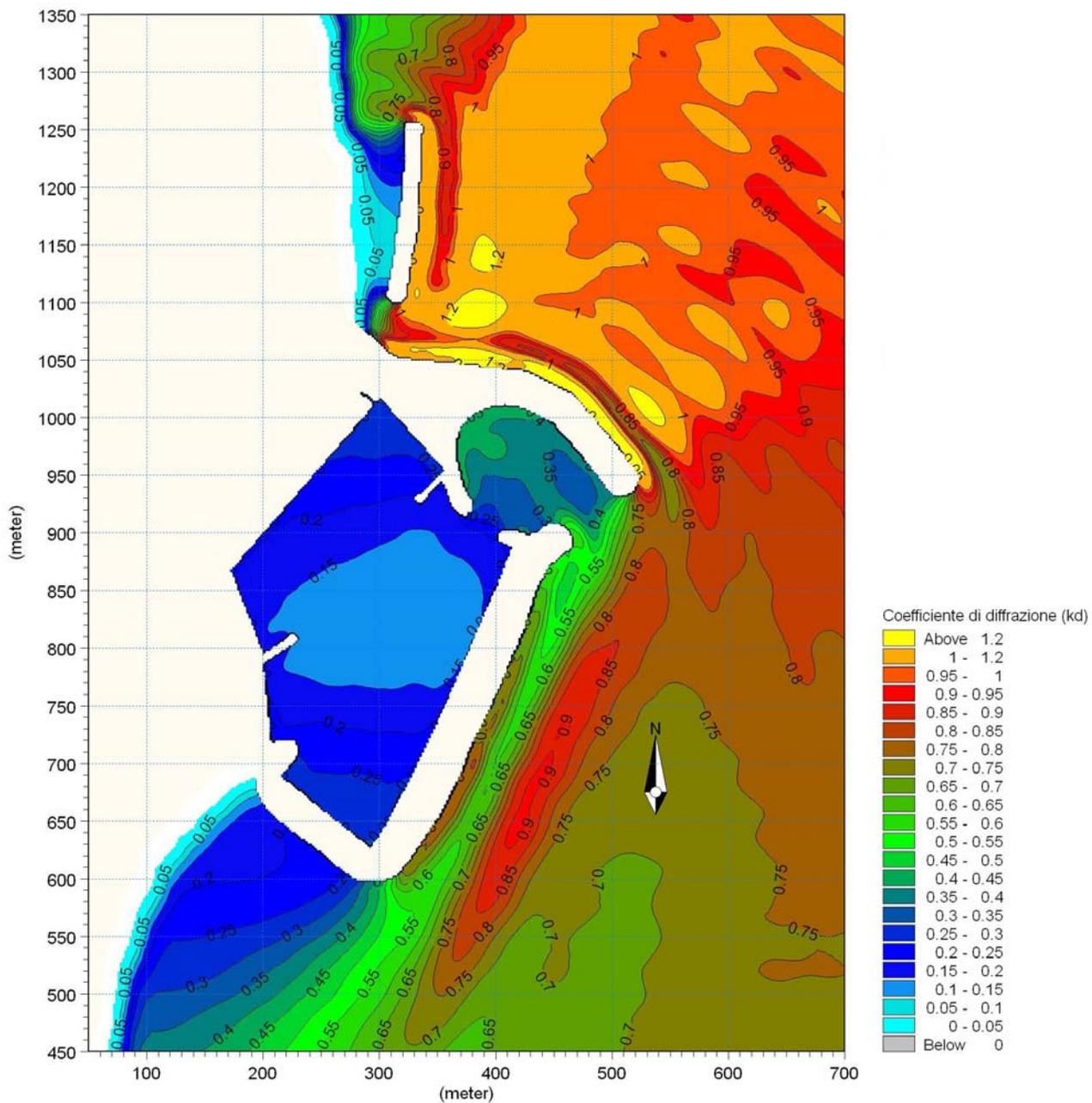


Figura 8 - Mappa del coefficiente di diffrazione - Configurazione A-2 - Mareggiata OS3

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

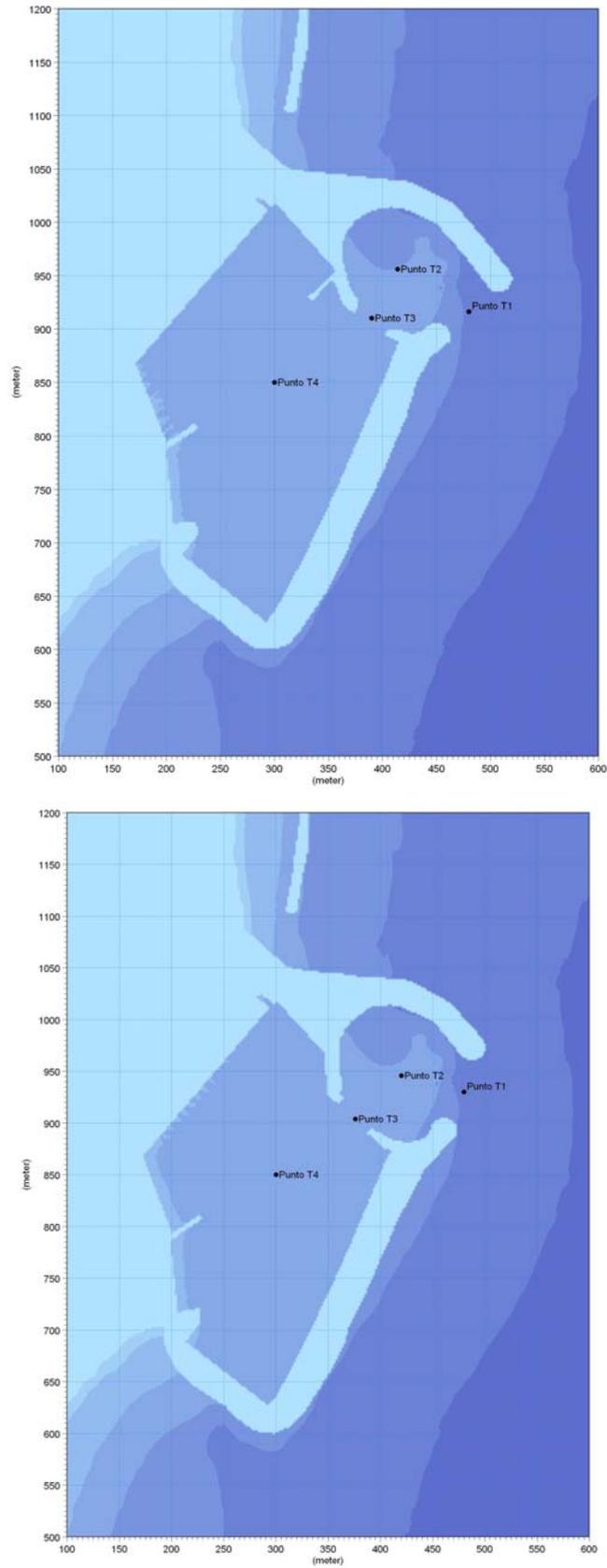


Figura 9 - Ubicazione dei punti sonda per le configurazioni: A-1 e A-2.

Convenzione di consulenza scientifica per lo studio, mediante modello matematico, di supporto alla individuazione della conformazione ottimale della nuova imboccatura del porto di Numana – Relazione integrativa

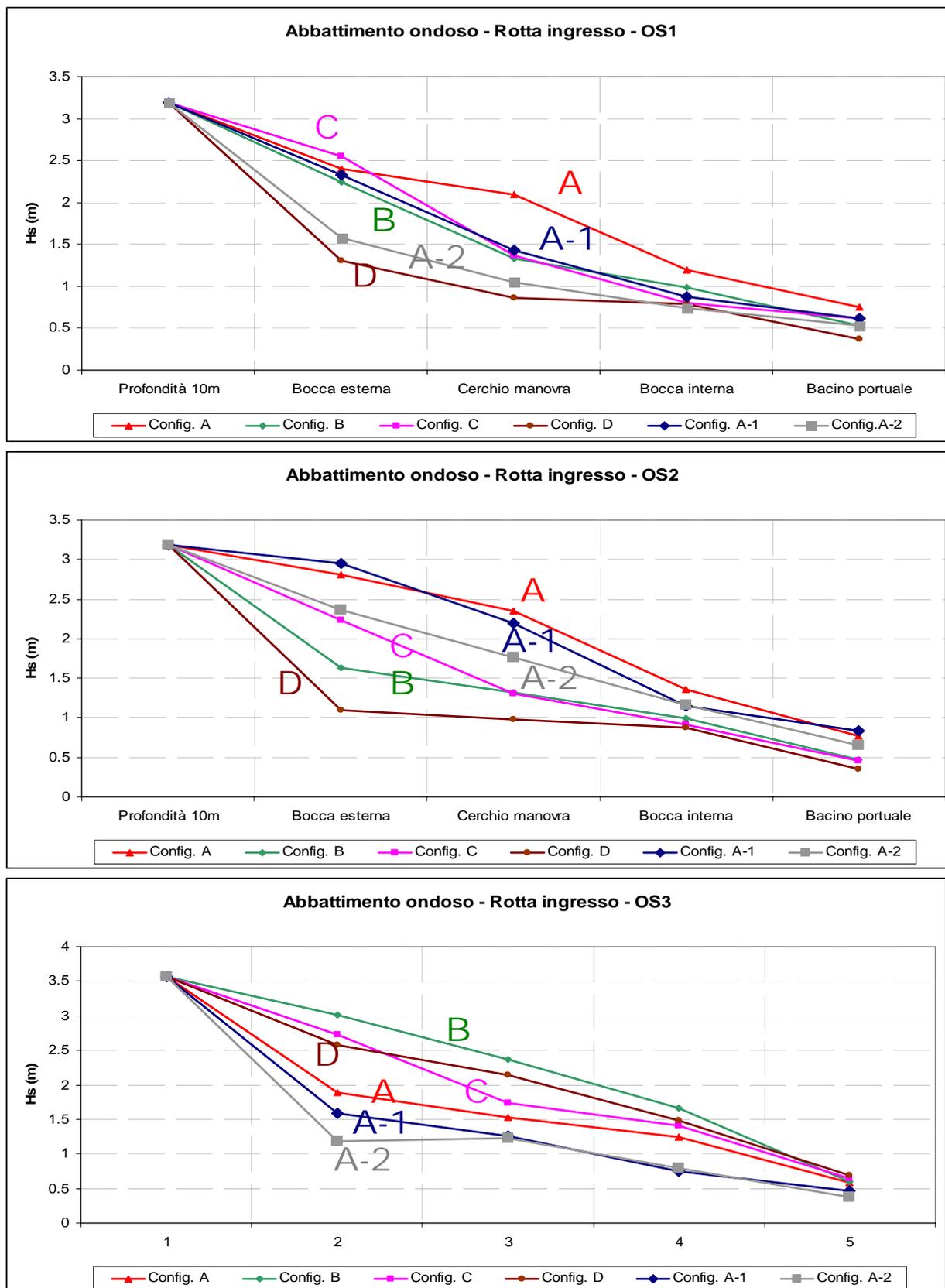


Figura 10 - Andamento dell'altezza d'onda dall'esterno del porto alla darsena interna per le diverse mareggiate studiate

CONCLUSIONI

Nel presente studio sono state analizzate 2 nuove configurazioni portuali ottenute come evoluzione della soluzione di origine (A) esaminata nella precedente Relazione di Convenzione consegnata nell'agosto 2009.

Le simulazioni numeriche e grafiche riportate nella presente Relazione integrativa permettono di confrontare quindi le caratteristiche di funzionalità delle nuove soluzioni progettuali (A-1 ed A-2), per quanto riguardano gli aspetti legati al grado di protezione dall'agitazione ondosa interna al bacino rispetto a quelle offerte dalle opere portuali delle 4 configurazioni di origine proposte nella precedente fase di studio (A, B, C e D), nei riguardi delle ondatazioni simulate.