

# MINUTA

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

Ufficio del Genio Civile per le Opere Marittime

A N C O N A

OGGETTO : STUDIO DELLA VARIANTE AL PIANO REGOLA  
TORE DEL PORTO DI ANCONA -

CONSIDERAZIONI SUL MODELLO MATEMATICO  
PER LO STUDIO DELL'AGITAZIONE ONDOSA  
NEL PORTO DI ANCONA -

PROTOCOLLO

Nº 6934

Ancona, li 4 - 8 - 1982

All. 12

Ancona, 6/7/1981

IL TECNICO INCARICATO

(Dott. Ing. Michele Cipriani)

VISTO: IL CAPO DELL'UFFICIO  
PRIMO DIRIGENTE  
(Ing. Filippo Gambacorta)

A N C O N A

OGGETTO : STUDIO DELLA VARIANTE AL PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI ANCONA

CONSIDERAZIONI SUL MODELLO MATEMATICO PER LO STUDIO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

\*\*\*\*\*

R E L A Z I O N E

Il primo gruppo di elaborati tecnici relativi al modello matematico del Porto di Ancona, presentato dai tecnici incaricati (\*), il 10/6/1981, alla Camera di Commercio di Ancona, fornisce numerose informazioni sulle prevedibili interazioni che si possono verificare tra le nuove opere portuali, così come previste nelle due soluzioni "A" e "C", e le perturbazioni meteomarine.

Le indicazioni che si possono trarre da un attento esame delle predette informazioni consentono di formulare concreti elementi di giudizio per una definitiva scelta tra le due soluzioni messe a confronto.

Tale definizione crea i presupposti per procedere speditamente alla formulazione, da parte del Genio Civile per le Opere Marittime di Ancona, del progetto di variante del vigente piano regolatore del porto di Ancona.

In particolare il modello matematico di che trattasi si è posto come obiettivo, per ciascuna delle due soluzioni progettuali esaminate ("A" e "C"),

l'acquisizione dei seguenti dati conoscitivi:

- l'esposizione e lo stato di previsione del mare nel paraggio del porto di Ancona;
- gli effetti prevedibili dell'azione del mare sulle opere esterne;
- il trasporto solido e le ripercussioni delle nuove opere portuali sull'equilibrio della costa;
- l'agitazione all'interno del nuovo bacino portuale, il grado di sicurezza agli ormeggi e le condizioni ottimali della imboccatura portuale, in relazione alla sicurezza ed agibilità nautica.

Questi ultimi risultati degli studi non sono stati forniti essendo in corso; pur tuttavia di essi sono state fatte alcune anticipazioni.

(\*) Prof.Dott.Ing. Antonio VITALI : Titolare della Cattedra di Idraulica e Direttore dell'Istituto di Idraulica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona.

Prof.Dott.Ing.Giannantonio PEZZOLI: Titolare della Cattedra di Idraulica e Direttore dell'Istituto di Idraulica del Politecnico di Torino.

Circa l'esposizione ai venti del porto di Ancona, gli studi delle osservazioni registrate dalla Stazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (ITAV) in Ancona (Monte Cappuccini), hanno indicato che i venti a terra hanno una maggiore frequenza rispetto a quelli foranei e che in tutto l'arco di osservazioni (27 anni) non si è mai superata la velocità di 40 nodi.

Il predetto studio sui venti, mentre da una parte ha confermato, in generale, le conoscenze che già si avevano, dall'altra ha fornito nuovi particolari sulla frequenza e intensità degli stessi e la loro distribuzione statistica nell'arco dell'anno.

In breve è risultato che la stagione più calma è l'estate, seguita dalla primavera e dall'autunno.

Per i venti foranei: lo scirocco spira meno d'inverno, la sua intensità è bassa e non supera i 20 nodi; la stessa cosa può dirsi per il levante, mentre il NE ha frequenze medie costanti durante l'anno e sempre basse, anche se con forte intensità.

Anche il Nord ha frequenze medie costanti e può raggiungere forte intensità, specie nei mesi invernali; il NW è piuttosto frequente, specie nei mesi invernali.

Nel confronto con i venti spiranti, le due soluzioni progettuali prospettate non presentano differenziazioni di comportamento avendo le opere un andamento planimetrico non molto difforme tra loro.

La nuova banchina di riva, che presenta lo stesso allineamento nelle due soluzioni, sembra ben orientata rispetto ai venti dominanti per cui garantisce un ormeggio abbastanza tranquillo.

I mari che hanno influenza sul porto di Ancona sono compresi in un settore di traversia che ha un'ampiezza di circa 180°, dalla direzione NW alla direzione SE.

Il modello matematico, impostato per la individuazione dell'onda significativa al largo, ha studiato e discusso la valutazione delle tre grandezze fondamentali che sono la lunghezza di mare libero sottoposta all'azione del vento, detto "fetch", la velocità e la durata del vento. Pertanto, il predetto settore è stato diviso in 5 parti, ognuna delle quali afferente alle direzioni principali della Rosa dei venti comprese nel settore stesso (NW, N, NE, E, SE).

A conclusione di questi studi è stato fornito il seguente specchio riassuntivo delle caratteristiche dell'onda significativa al largo, per ciascuna delle predette 5 direzioni d'onda esaminate:

	NW	N	NE	E	SE	
Hm	2,5-3	4	4,0-4,5	3	3,5-4	altezze d'onda
Ts	6	7 + 8	7 + 8	7	7 + 8	periodo

Un riscontro dei predetti risultati lo si può avere dalle osservazioni dirette dello stato del mare, registrate dalla Stazione installata sulla piazzola A.P.I. al largo di Falconara. L'elaborazione di questi dati, che si riferiscono agli anni 1969-71 e ad un periodo compreso tra l'inverno 1974-75 e la primavera del 1976, pone in evidenza, per un vento di tramontana o bora tramontana che spira a 40 nodi e per una durata di 8 ore, la possibilità che si generi, al largo, un mare con un'onda di  $H_0=4,50$  m. di altezza, con periodo di 8,5 sec. ed una lunghezza di 110 mt.. A queste conclusioni è pervenuto uno studio recentemente eseguito dai Proff. Matteotti e Desantis, dell'Università di Padova, per la progettazione delle opere di protezione dello sbocco a mare del collettore fognante di Ancona.

Una ulteriore conferma dei predetti risultati da ritenersi, pertanto, sufficientemente attendibili, viene data da uno studio generale sull'altezza d'onda significativa al largo del bacino dell'Adriatico, condotto dal Prof. Tommasicchio dell'Università di Bari.

Per il paraggio di Ancona, il suddetto autore ha calcolato, statisticamente, valori di altezza d'onda significativa compresi fra 3,5 e 4,4 mt., con periodi rispettivamente pari a 8,5 e 9,5 sec.

Un'altro modello matematico è stato impostato per studiare la trasformazione delle caratteristiche del moto ondoso, durante la sua propagazione dalle aree di origine alla costa, nella direzione in cui spira il vento (fetch: tratto di mare sul quale il vento soffia con velocità e direzione sufficientemente costante).

Infatti, quando le onde arrivano sui fondali più bassi, l'attrito del fondo marino determina un rallentamento, che è maggiormente sentito per le onde, appunto, in acque più basse.

Il fronte d'onda, pertanto, subisce una rotazione, incurvandosi maggiormente laddove diminuisce il fondale, dando luogo al fenomeno detto di "rifrazione".

In conseguenza di ciò, la direzione del fronte ("ortogonali" e, pertanto, normale alle creste d'onda) è soggetta a continui cambiamenti, come pure l'altezza e la lunghezza d'onda.

Per ciascuno dei 5 settori di traversia presi in esame e cioè NW, N, NE, E e SE, sono state tracciate, con un opportuno reticolo, le direttrici d'onda, ossia le linee ortogonali ai fronti d'onda.

Le predette direttrici d'onda hanno un rilevante significato in quanto, così come sono tracciate, individuano aree ad egual contenuto d'energia e vengono dette anche "ortogonali".

Il rapporto tra la lunghezza della cresta d'onda-delimitata da due ortogonali adiacenti in acque profonde - e la lunghezza a riva, fornisce l'altezza d'onda sotto costa rapportata a quella d'origine.

Per mezzo di tale rapporto è possibile calcolare la quantità di energia riversata dalle onde nei vari punti della costa (data la proporzionalità tra energia e altezza d'onda) e determinare, pertanto, quelle condizioni per effetto delle quali le opere portuali di protezione possano resistere all'azione del mare opponendovi adeguati frangiflutti.

La distribuzione delle direttrici d'onde è, infatti, fondamentale per la progettazione e dimensionamento delle dighe foranee del nuovo porto di Ancona.

La costa anconetana si presenta con la caratteristica di un promontorio in corrispondenza del quale le isobate si raffittiscono determinando, per la rifrazione del moto ondoso, una concentrazione di energia nelle parti più avanzate, fenomeno questo, tipico di una costa che sporge in mare.

Tale concentrazione di energia si evidenzia, in forma più o meno intensa, su alcune delle ortogonali d'onda costruite per lo studio della rifrazione del moto ondoso proveniente da ciascuno dei 5 settori di traversia presi in considerazione, con periodi che vanno da due a 12 sec. e può dare degli incrementi di valori, rispetto a quelli contigui, di oltre il 40%.

Notasi, inoltre, che il moto ondoso, nella sua propagazione verso la costa anconetana, oltre a curvare i propri fronti d'onda fino a che questi si dispongono quasi parallelamente alla linea di costa, muta la propria direzione di provenienza, la quale sembra appartenere ad uno stesso settore di origine, che è quello di NE.

Cioè come se tutti i mari che si abbattono sul paraggio provenissero da NE.

Ciò ha rilevanza nello studio della imboccatura portuale. Per queste ragioni gli estensori del modello matematico sono stati indotti a suggerire, per la costruzione delle nuove opere foranee, strutture antiriflettenti per entrambe le soluzioni "A" e "C", aventi il potere di dissipare l'elevato carico energetico delle masse d'acqua in stato di perturbazione.

In proposito si sta studiando un tipo di struttura a cassoni cellulari muniti di camerette di espansione del tipo di quelle realizzate per la nuova darsena nello stesso porto di Ancona, ma di maggiore efficacia, così come quelle dighe recentemente costruite nel porto di Napoli con esiti di piena soddisfazione.

All'uopo, per la soluzione "A", è stata evidenziata, dagli autori del modello matematico di che trattasi, la necessità di modificare il tipo di struttura del molo di protezione del C.N.R. sovrapponendovi un'opera che abbia il requisito di essere antiriflettente.

Ciò, naturalmente, è possibile con la costruzione di una scogliera in gettata di massi ricoperta di tetrapodi per tutta la estensione del molo stesso, della lunghezza di circa 400 mt.

La valutazione del costo di tale intervento si aggirerebbe su un valore pari a 2/3 del costo di una struttura cellulare per un molo di difesa.

Per quanto concerne l'opportunità di eliminare il potere riflettente del moto ondoso provocato dalla parete verticale del suddetto molo del cantiere navale, giova ricordare le numerose lamentele registrate, per le conseguenti perturbazioni che si verificano nei pressi dell'imboccatura portuale attuale, e la lettera di denuncia del Corpo dei piloti del Porto al Genio Civile per le Opere Marittime di Ancona ed alla locale Capitaneria di porto, in data 20/5/80, n.174. (vedi allegato 4).

La soluzione "C" elimina totalmente tali inconvenienti.

Devesi, inoltre, far presente che, nella soluzione "A", il nuovo molo principale e la diga del cantiere formano fra loro una concavità verso il largo, racchiudendo un basso fondale estremamente pericoloso per gli effetti di rifrazione dell'onda incidente, come si evince facilmente dall'esame del modello matematico all'uopo studiato.

Tale specchio d'acqua, infatti, investito dal moto ondoso, ha il potere di espandere i flutti nella concavità e di concentrarne l'energia alle estremità più avanzate della zona investita, che sono l'imboccatura portuale ed il gomito del molo del cantiere.

Trattasi di un tipico effetto della rifrazione che si potrebbe chiamare effetto delle "punte".

Con la contrapposizione della convessità ai fronti d'onda, come previsto nella soluzione "C", si elimina l'effetto delle "punte" in corrispondenza della testata del molo; tale effetto, invece, si ripercuoterà in altra zona ove non è pregiudicata la sicurezza della imboccatura portuale stessa.

A questo riguardo ricordiamo che le violente mareggiate del dicembre 1979 hanno inflitto ingenti danni al gomito del molo del cantiere navale che, appunto, presentava la sua convessità verso il mare e dove l'energia dei flutti incidenti si era maggiormente addensata, con conseguenze disastrose, dimostrando l'anzi citato effetto.

Un esempio riparatore, sulla più opportuna disposizione planimetrica dei moli foranei protettivi è, appunto, fornito, per il porto di Ancona, dalla costruzione dell'ultimo tratto dell'attuale molo Nord che, all'innesto con il molo preesistente, presenta una convessità verso il mare esterno contrariamente al tratto precedente, allontanando dall'imboccatura portuale il pericolo di una concentrazione di energia dovuta al moto ondoso.

In conclusione, dall'esame degli elaborati presentati, relativi al modello matematico della agitazione ondosa nella zona del porto di Ancona e delle tavole rappresentative rileviamo quanto segue:

- L'onda di maestro subisce una lieve rifrazione, per cui si presenta quasi frontalmente alla imboccatura progettata per le due soluzioni.  
Tale onda, unitamente a quelle che provengono da altre direzioni che riescono a passare per l'imboccatura portuale (sono quelle a cavallo del IV e I quadrante), può essere estinta se il porto è munito, come deve essere munito data la sua strutturazione, di un'adeguato avamposto.
- Gli autori del predetto studio matematico pongono in evidenza, sotto questo aspetto, i vantaggi della soluzione "C" rispetto a quella "A" data la preponderante ampiezza del suo avamposto (54 ha contro 26 ha) che garantisce ormeggi con un alto grado di tranquillità.  
Tale grado verrà calcolato con la presentazione completa degli elaborati del modello matematico di che trattasi, come già detto innanzi.
- L'osservazione di chiudere l'imboccatura progettata (identica per le due soluzioni) ai predetti flutti penetranti nel bacino portuale, decade automaticamente, in quanto, per ottenere una tale condizione, occorre prolungare il molo sopraflutti in una direzione in cui i fondali vanno diminuendo, costringendo l'imboccatura stessa verso una zona con bassi fondali.

Pertanto, l'orientamento dell'imboccatura del porto di Ancona non può che essere il risultato di un compromesso, come sempre è stato in passato, fra le condizioni di sicurezza e di agibilità nautica.

Per questo motivo i progetti, sia della soluzione "A" che della soluzione "C", hanno lasciato inalterata l'ampiezza e l'orientamento della imboccatura portuale attuale che si è sempre dimostrata, ora come in passato, di pieno soddisfacimento, a condizione che si disponesse di un adeguato avamposto, che fino a ieri esisteva, e che oggi è stato soppresso parzialmente con la costruzione della nuova darsena, le cui strutture riflettenti, però, creano, come è noto, una notevole risacca.

Il problema fondamentale resta quello di ricostituire un idoneo avamparto che la soluzione "C" può garantire in maniera più soddisfacente.

- Le onde rifratte di scirocco e di levante non arrecano disturbo all'imboccatura portuale progettata, ma occorre tenerle presenti per il proporzionamento delle nuove opere foranee, come innanzi detto.
- L'onda rifratta di bora e tramontana, data la rispettiva inclinazione, determina disturbo all'imboccatura portuale, suggerendo di orientare e dimensionare opportunamente il molo di sopraflutto in relazione alle predette azioni idrodinamiche, per cui appare più congeniale la soluzione "C" che prevede una migliore disposizione del molo sopraflutto, eliminando una serie di inconvenienti che si avrebbero nella soluzione "A", per la presenza della parete verticale del molo del cantiere navale.
- Al riguardo delle opere di banchinamento, relative alle due soluzioni in esame, deve farsi notare che le nuove banchine di riva sono ubicate in una zona di mare prossima all'imboccatura portuale ed adiacente all'avamparto, per cui, allo scopo di migliorare il grado di sicurezza all'ormeggio, è necessario che la superficie del predetto avamparto sia molto ampia ed in grado di estinguere i moti penetranti dall'imboccatura.

In ciò la soluzione "C" offre maggiori possibilità come innanzi detto.

- Discende inoltre che, così come è conformato l'avamparto nei due progetti prospettati, è da escludere qualsiasi costruzione, anche a scogliera, di opera portuale in area di avamparto prospiciente all'imboccatura e, ciò, per evitare pericolosi moti di risacca che potrebbero arrecare notevole disturbo alle navi di transito (eventuale porto turistico).
- Per quanto riguarda il trasporto solido, infine, e le perturbazioni sull'equilibrio del litorale circostante, a causa della presenza delle nuove opere foranee, gli autori non prevedono sostanziali differenziazioni di comportamento fra le due soluzioni in esame, ne paventano problemi di sorta.

In proposito si deve far notare che, trovandosi il porto di Ancona al limite di una ben definita unità fisiografica, i flussi di trasporto solido e lo scambio di portate fra i due versanti di spiaggia, separati dal promontorio del Conero, sono da ritenersi praticamente nulli.

D'altronde mai in passato si sono registrati accumuli di materiali terrigeni nel bacino portuale, come sostengono numerosi studiosi e la stessa soppressa Commissione ministeriale per lo studio dei piani regolatori portuali nazionali.

Per quanto riguarda le correnti marine nei pressi dell'imboccatura portuale, sebbene si sappia che esse hanno un'intensità molto bassa per poter essere in grado di effettuare un trasporto di materiali, ci si rimette agli studi più approfonditi, in corso da parte del C.N.R.

7

In definitiva, gli studi del modello matematico sul Porto di Ancona, hanno evidenziato una più spiccata preferenza, sul piano di una corretta progettazione portuale, per la soluzione "C" rispetto alla "A".

Ancona, 6/7/1981

IL TECNICO INCARICATO

(Dott. Ing. Michele Cipriani)

P.S.

Con la presentazione definitiva dell'ultimo gruppo degli elaborati, relativi al modello matematico, si è avuta la conferma della validità della soluzione "C" e della sua preferenza rispetto alla "A".

La soluzione "C" si presenta decisamente migliore per qualsivoglia direzione incidente, perchè con questa soluzione si verifica una notevole diminuzione di energia a metro lineare di molo investito dalle onde.

Il potere riduttore dell'altezza d'onda all'interno del bacino è più rapido nella soluzione "C" che nella "A" e, comunque, non supera valori inaccettabili.

Ancona, 10/10/1981

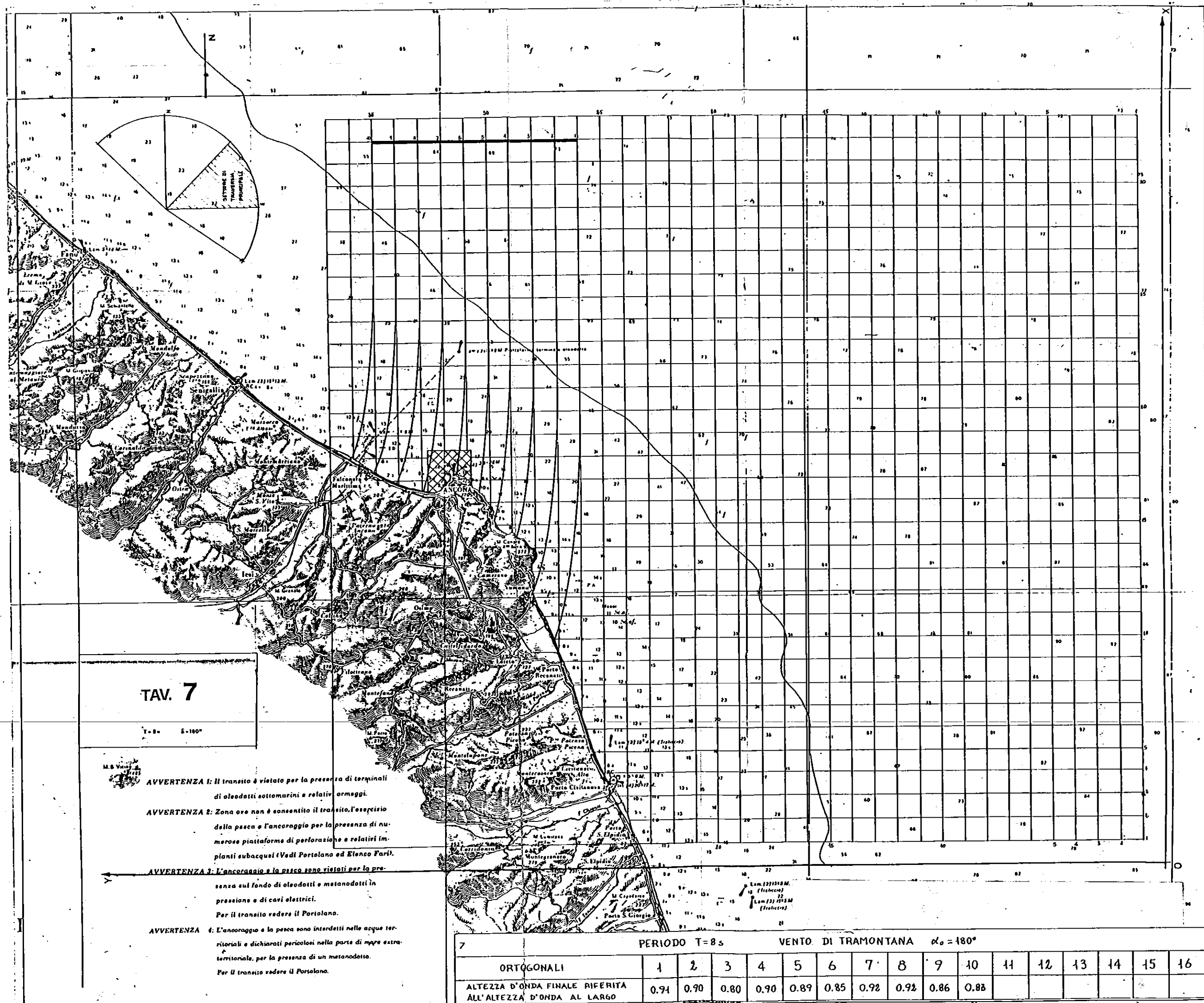
IL TECNICO INCARICATO

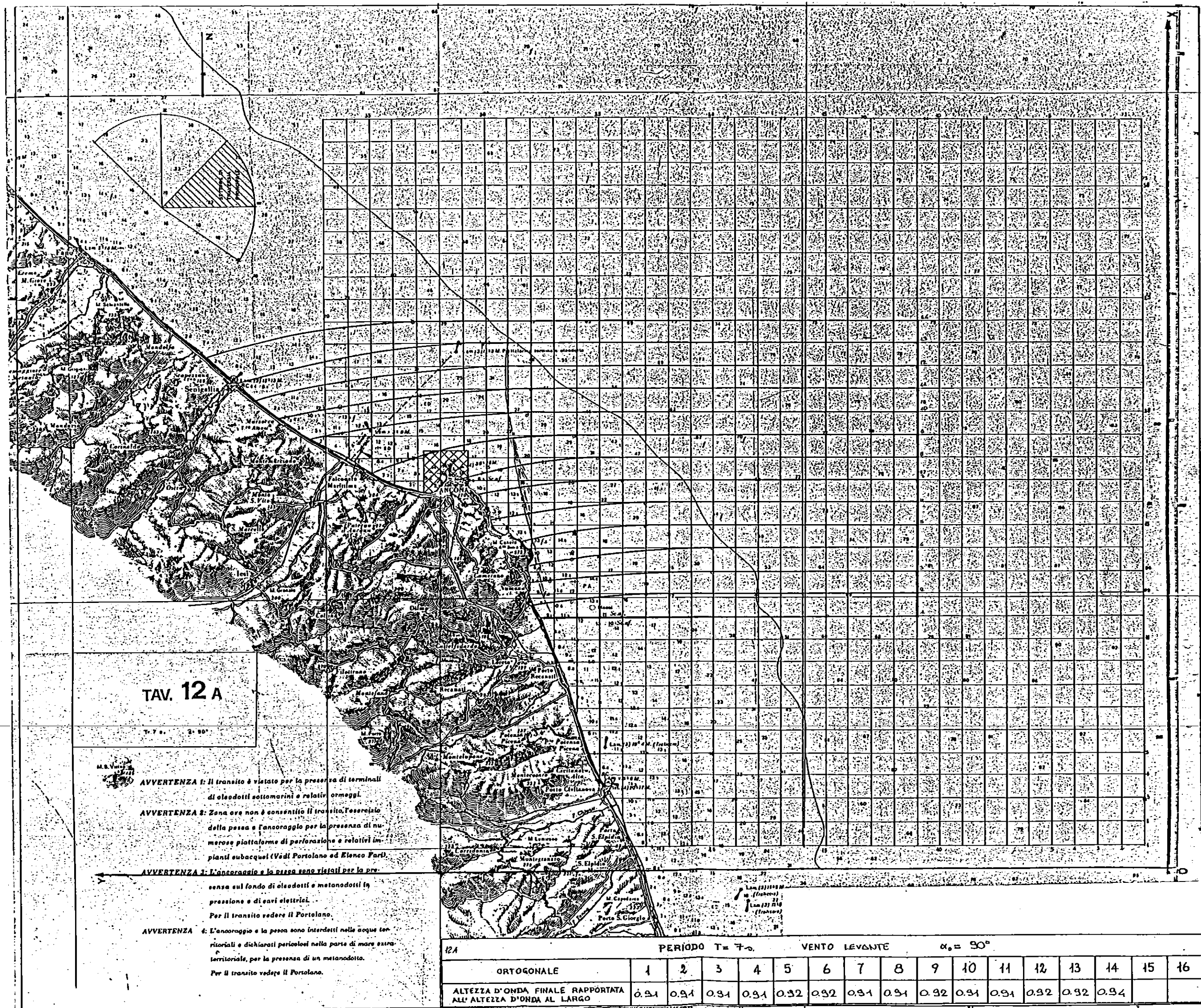
(Dott. Ing. Michele Cipriani)

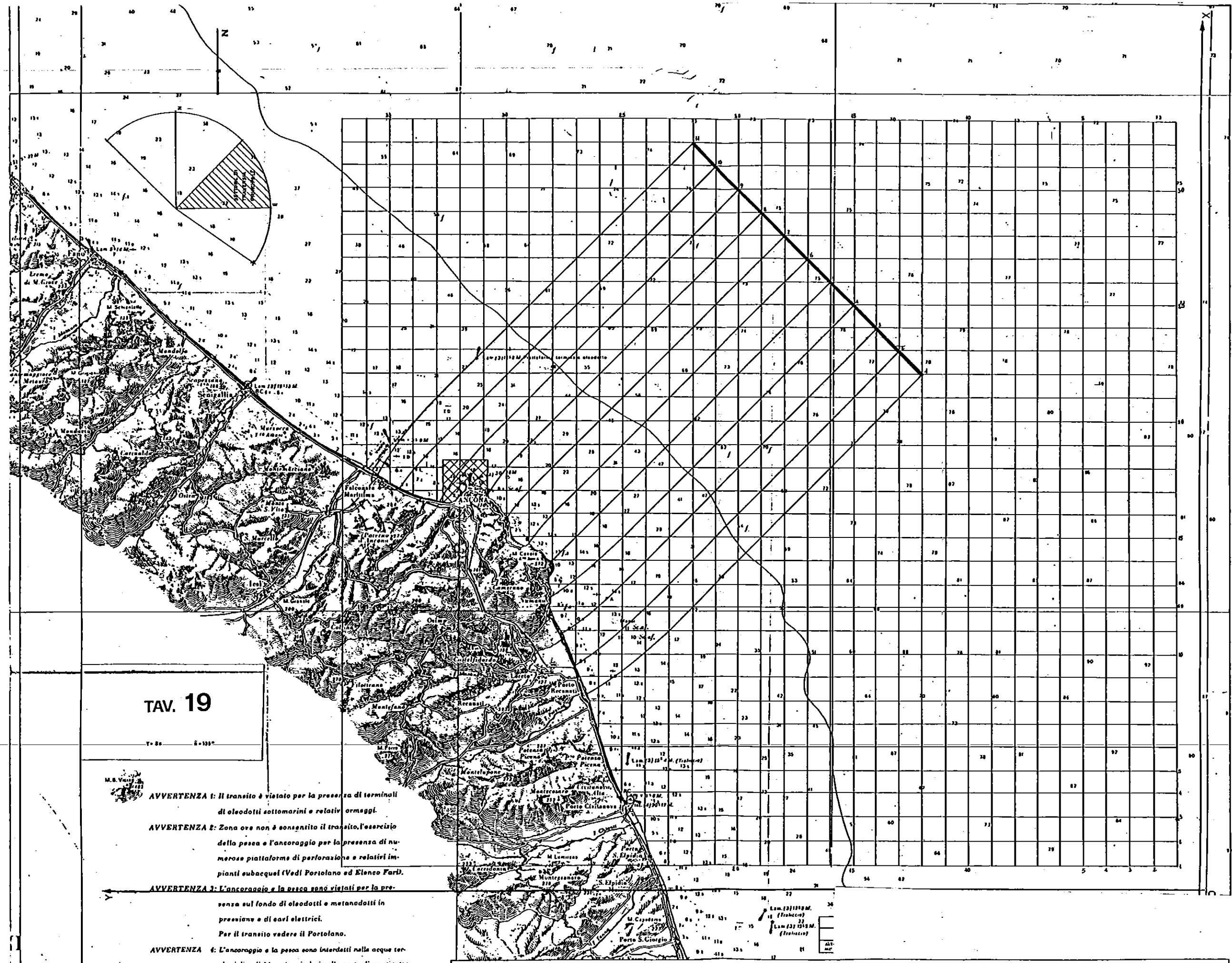
VISTO: IL CAPO DELL'UFFICIO  
PRIMO DIRIGENTE  
(Ing. Filippo Gambacorta)

Allegati: Tavole rappresentative dei fenomeni di rifrazione e diffrazione del moto ondoso elaborate con modello matematico dell'ottobre 1981 (riduzione fotografica)-









# TAV. 19

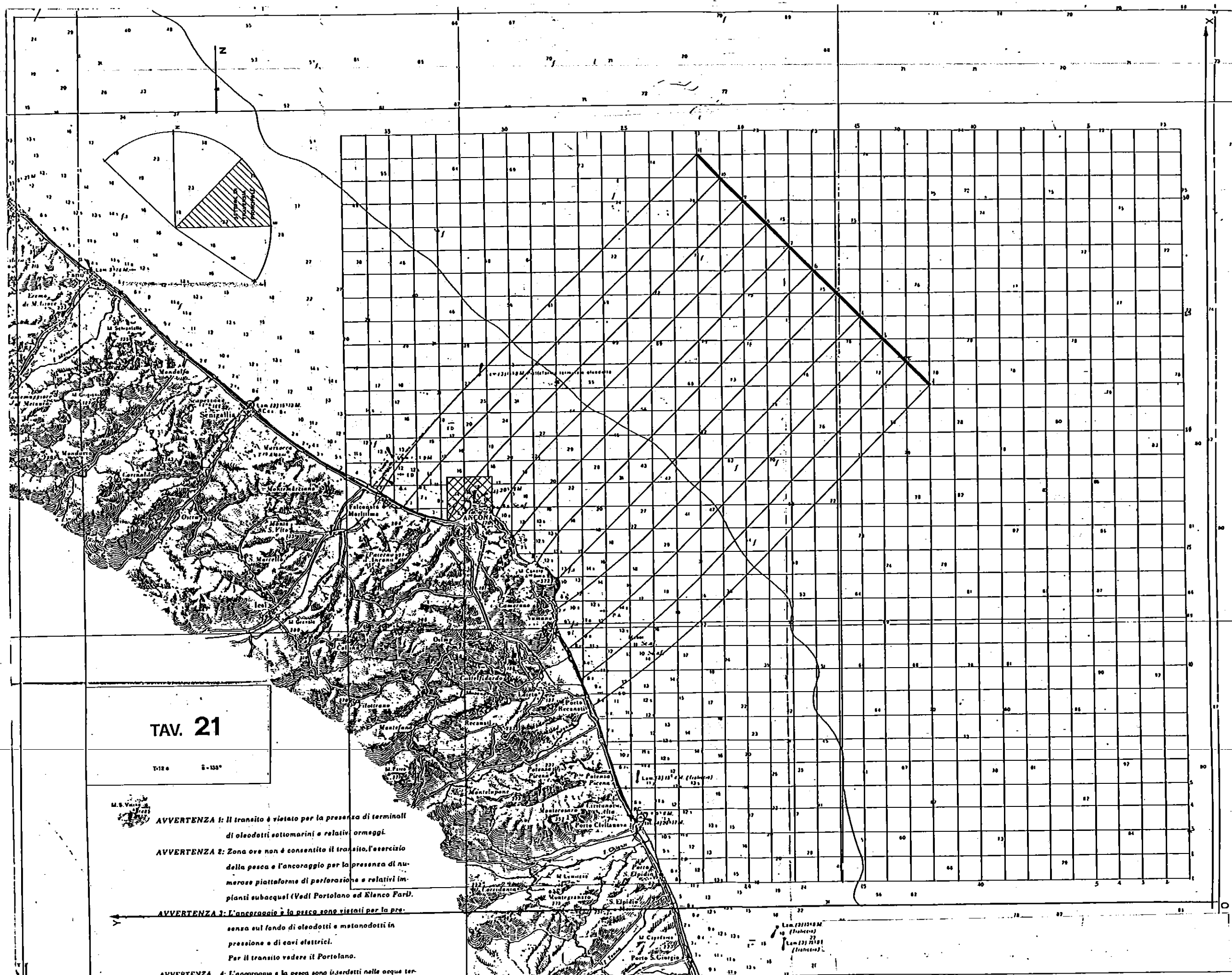
T. 8s      2-100°



- AVVERTENZA 1:** Il transito è vietato per la presenza di terminali di oleodotti sottomarini e relativi ormeggi.
- AVVERTENZA 2:** Zona ove non è consentito il transito, l'esercizio della pesca e l'ancoraggio per la presenza di numerose piattaforme di perforazione e relativi impianti subacquei (Vedi Portolano ed Elenco Far).
- AVVERTENZA 3:** L'ancoraggio e la pesca sono vietati per la presenza sul fondo di oleodotti e metanodotti in pressione e di cavi elettrici.  
Per il transito vedere il Portolano.
- AVVERTENZA 4:** L'ancoraggio e la pesca sono interdetti nelle acque territoriali e dichiarati pericolosi nella parte di mare extra-territoriale, per la presenza di un metanodotto.  
Per il transito vedere il Portolano.

19		PERIODO T=8s      VENTO DI GRECALE      α <sub>0</sub> = 135°															
ORTOGONALE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ALTEZZA D'ONDA FINALE RAPPORTATA ALL'ALTEZZA D'ONDA AL LARGO		0.96	0.89	0.96	0.90	0.93	0.95	1.10	0.89	0.98	0.91	0.97					





# TAV. 21

T-12 6 S-135°

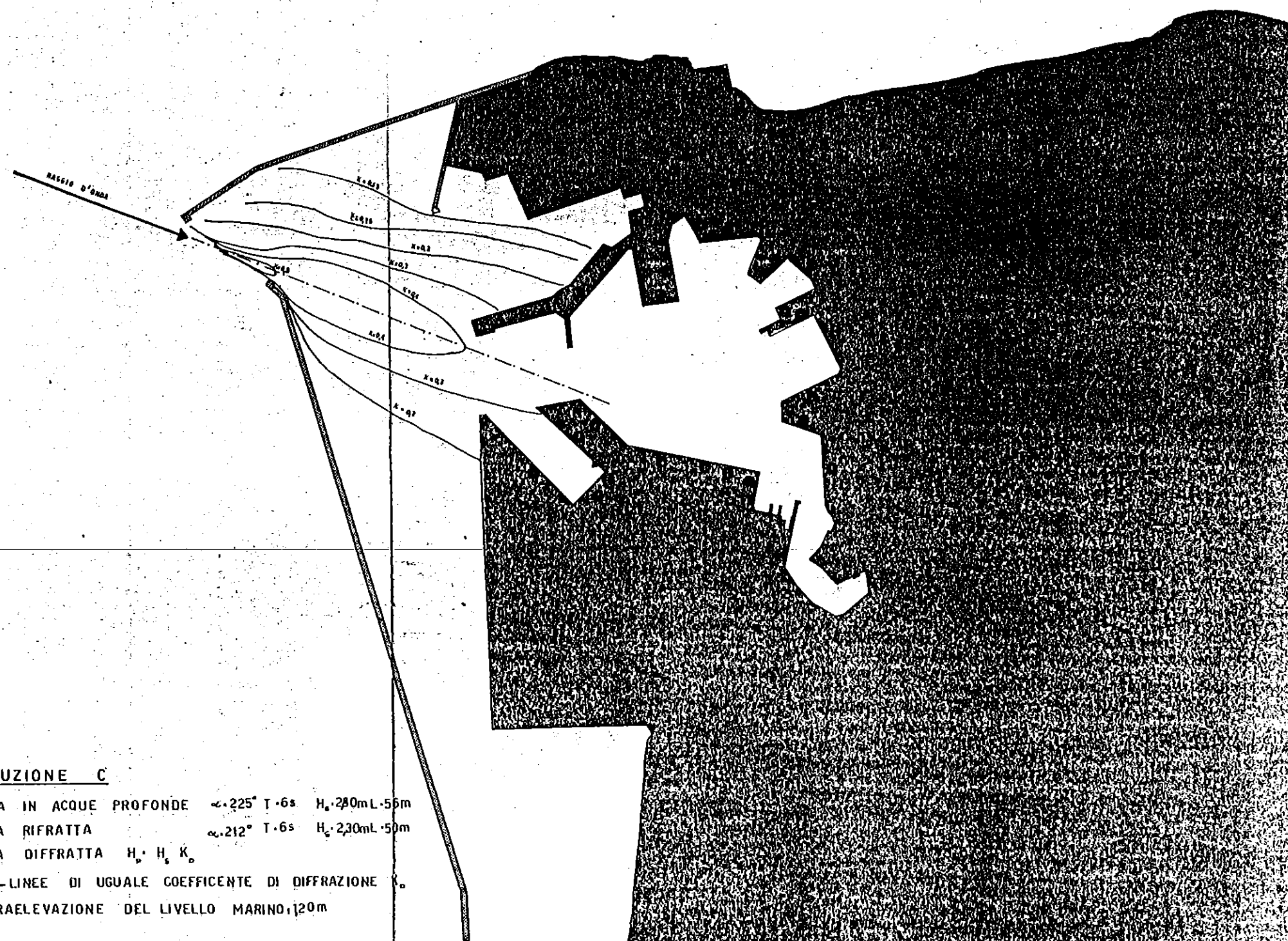


- AVVERTENZA 1:** Il transito è vietato per la presenza di terminali di oleodotti sottomarini e relativi ormeggi.
- AVVERTENZA 2:** Zona ove non è consentito il transito, l'esercizio della pesca e l'ancoraggio per la presenza di numerose piattaforme di perforazione e relativi impianti subacquei (Vedi Portofino ed Elenco Far).
- AVVERTENZA 3:** L'ancoraggio e la pesca sono vietati per la presenza sul fondo di oleodotti e metanodotti in pressione e di cavi elettrici. Per il transito vedere il Portofino.
- AVVERTENZA 4:** L'ancoraggio e la pesca sono interdetti nelle acque territoriali e dichiarati pericolosi nella parte di mare extra-territoriale, per la presenza di un metanodotto. Per il transito vedere il Portofino.

21	PERIODO T=12 s VENTO DI GRECALE $\alpha_0=435^\circ$															
ORTOGONALE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ALTEZZA D'ONDA FINALE RAPPORTATA ALL'ALTEZZA D'ONDA AL LARGO	1.21	1.02	1.04	0.94	1.12	0.98	1.41	0.96	1.19	0.98	1.18					

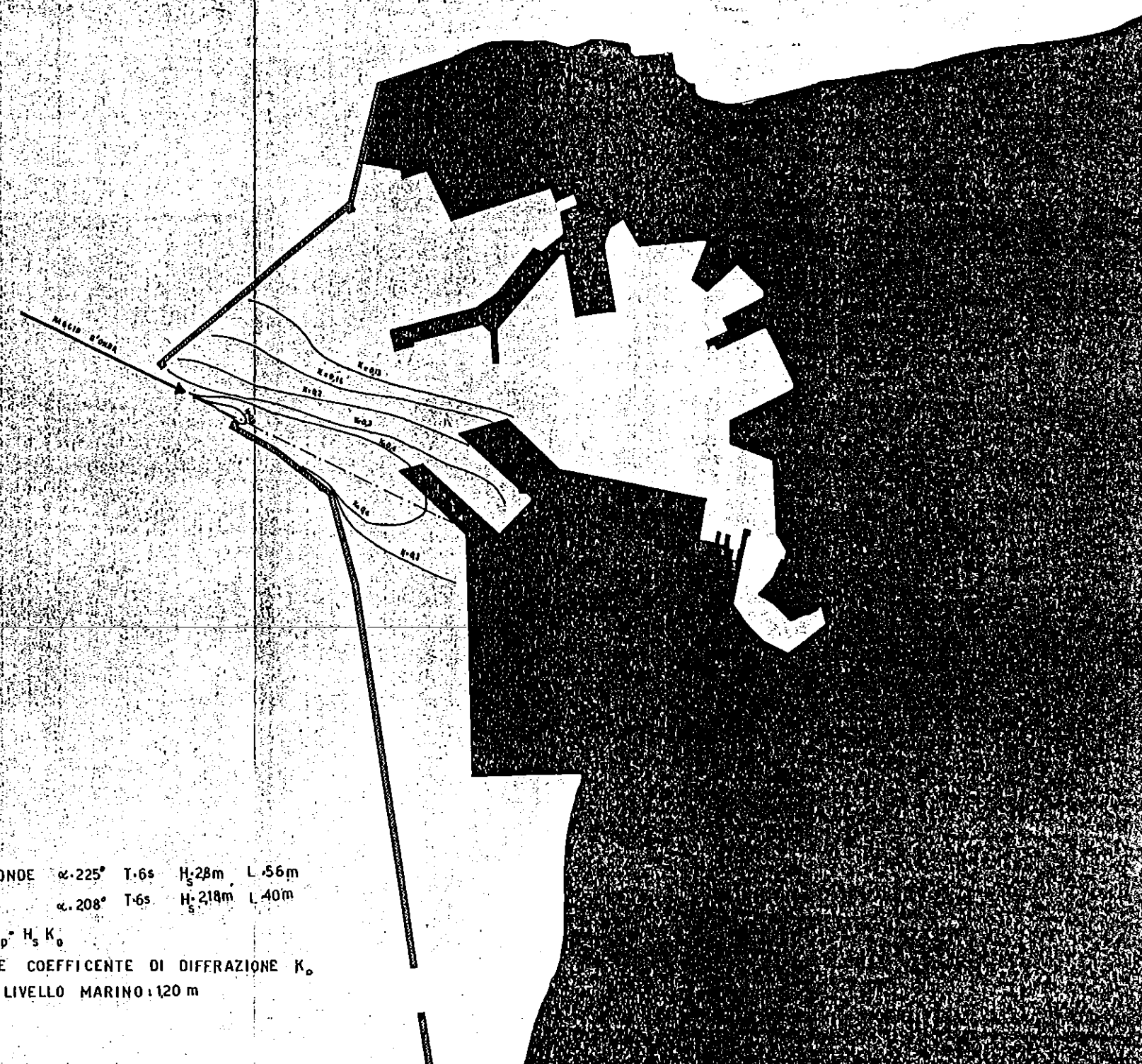
# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

TAVOLA N 57 SOLUZIONE C  
DIFFRAZIONE PER ONDA INCIDENTE  
DA NORD-OVEST



# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

TAVOLA N° 58 SOLUZIONE A  
DIFFRAZIONE PER ONDA INCIDENTE  
DA NORO-OVEST



## SOLUZIONE A

ONDA IN ACQUE PROFONDE  $\alpha = 225^\circ$  T. 6s  $H_s = 2.8m$  L. 56m  
ONDA RIFRATTA  $\alpha = 208^\circ$  T. 6s  $H_s = 2.18m$  L. 40m  
ONDA DIFFRATTA  $H_p = H_s K_0$

— LINEE DI UGUALE COEFFICIENTE DI DIFFRAZIONE  $K_0$   
SOPRAELEVAZIONE DEL LIVELLO MARINO: 120 m

Sc. 1 cm = 79.17 m



# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

TAVOLA N. 65 SOLUZIONE C  
DIFFRAZIONE PER ONDA INCIDENTE  
DA NORD

## SOLUZIONE C

ONDA IN ACQUE PROFONDE  $\alpha = 180^\circ$   $T = 8s$   $H_a = 4m$   $L = 100m$

ONDA RIFRATTA  $\alpha = 170^\circ$   $T = 8s$   $H_r = 3.04m$   $L = 80m$

ONDA DIFFRATTA  $H_p, H_t, K_p$

— LINEE DI UGUALE COEFFICIENTE DI DIFFRAZIONE  $K_p$

SOPRAELEVAZIONE DEL LIVELLO MARINO, 120 m

Sc. 1 cm = 79.17 m

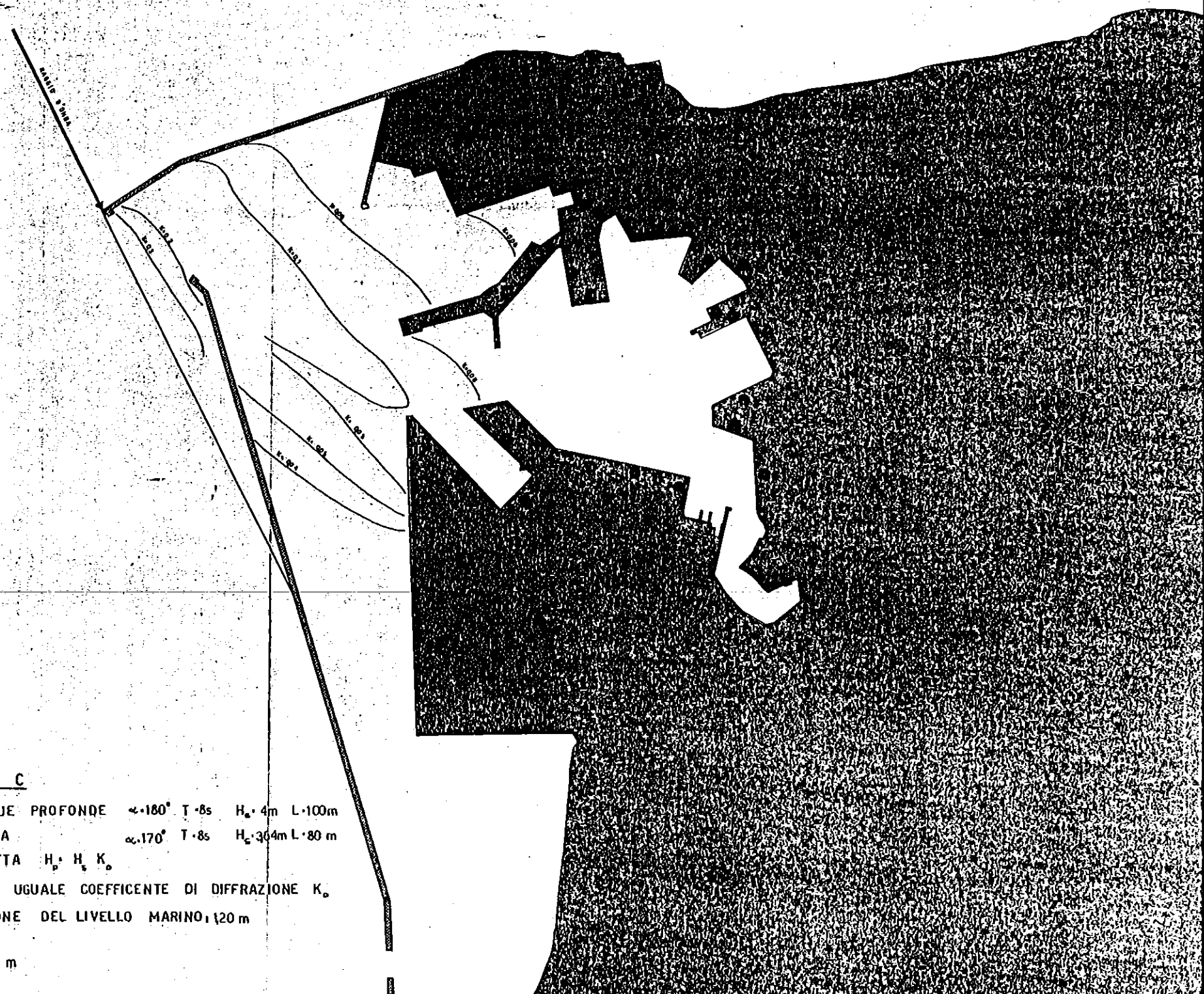
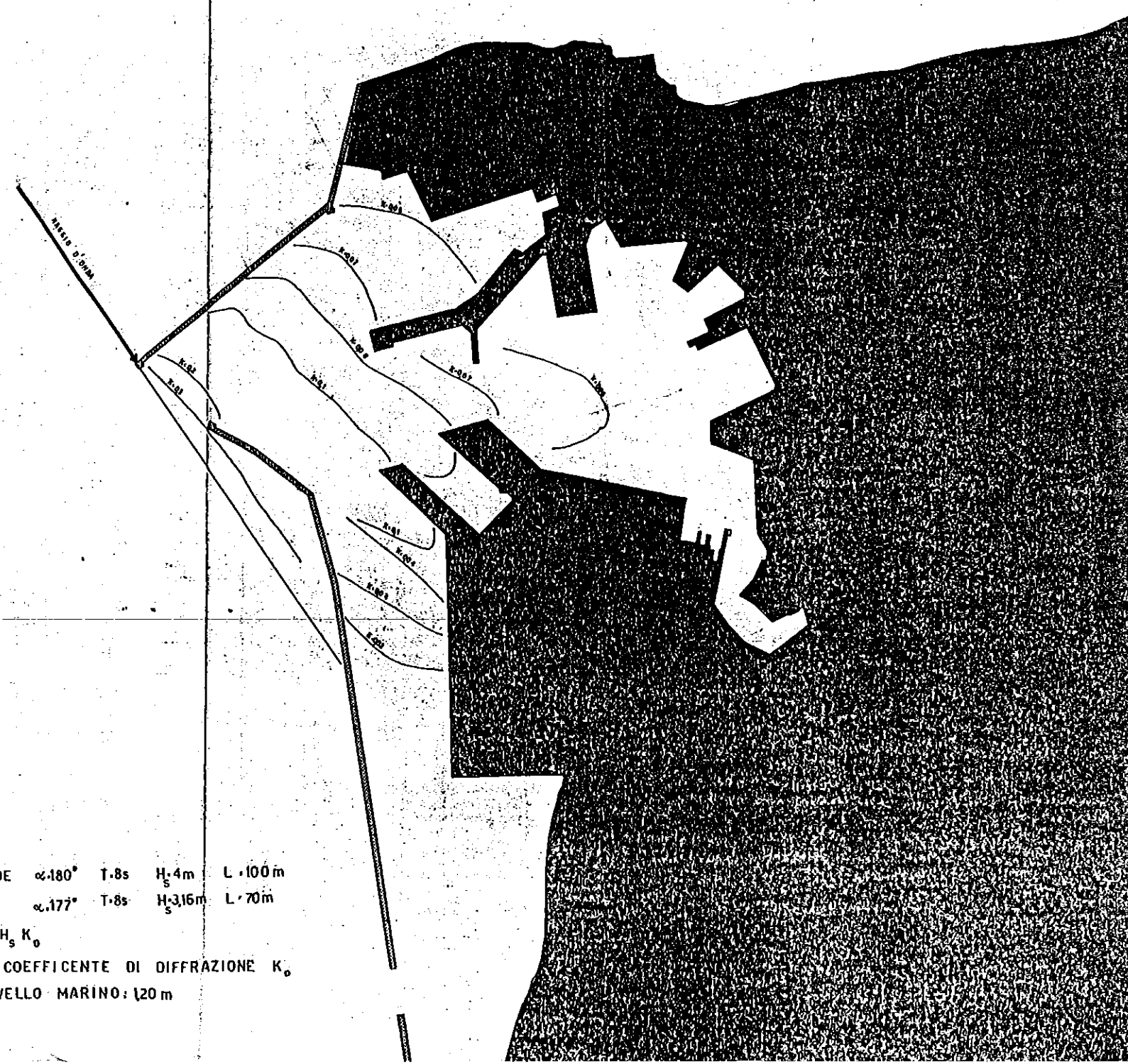


TAVOLA N. 56 SOLUZIONE A  
DIFFRAZIONE PER ONDA INCIDENTE  
DA NORD



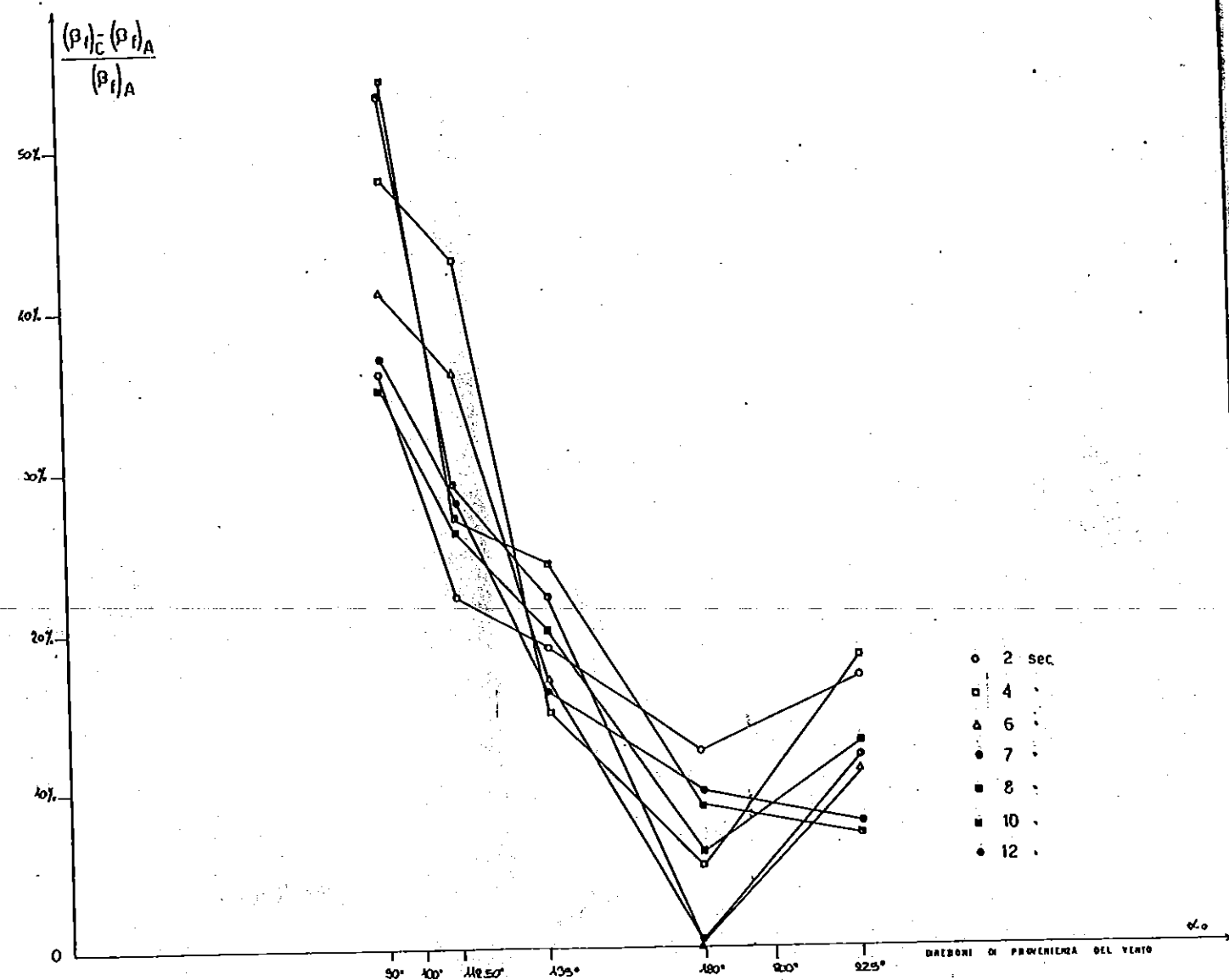
— LINEE DI UGUALE COEFFICIENTE DI DIFFRAZIONE  $K_0$   
SOPRAELEVAZIONE DEL LIVELLO MARINO: 120 m

Sc. 1 cm = 79.17 m



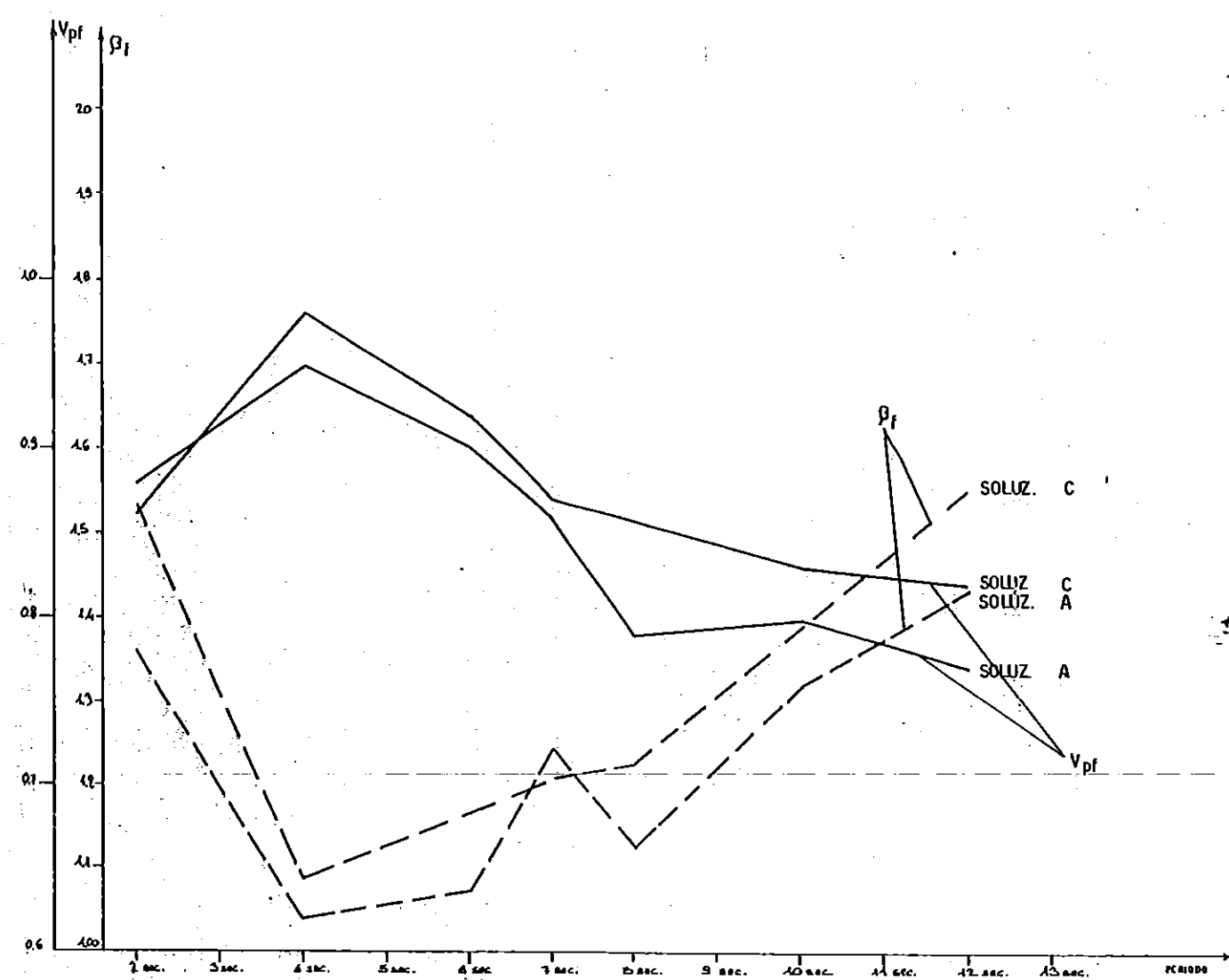
# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

FIG. 1. - GRAFICO DELLE VARIAZIONI PER  
CENTUALI DEL COEFFICIENTE DI  
AGITAZIONE  $\beta$  DELLA SOLU-  
ZIONE CRISTALLINA ALLA SOLU-  
ZIONE PER OGNI PERIODO E PER  
OGNI DIREZIONE DI PROVENIENZA



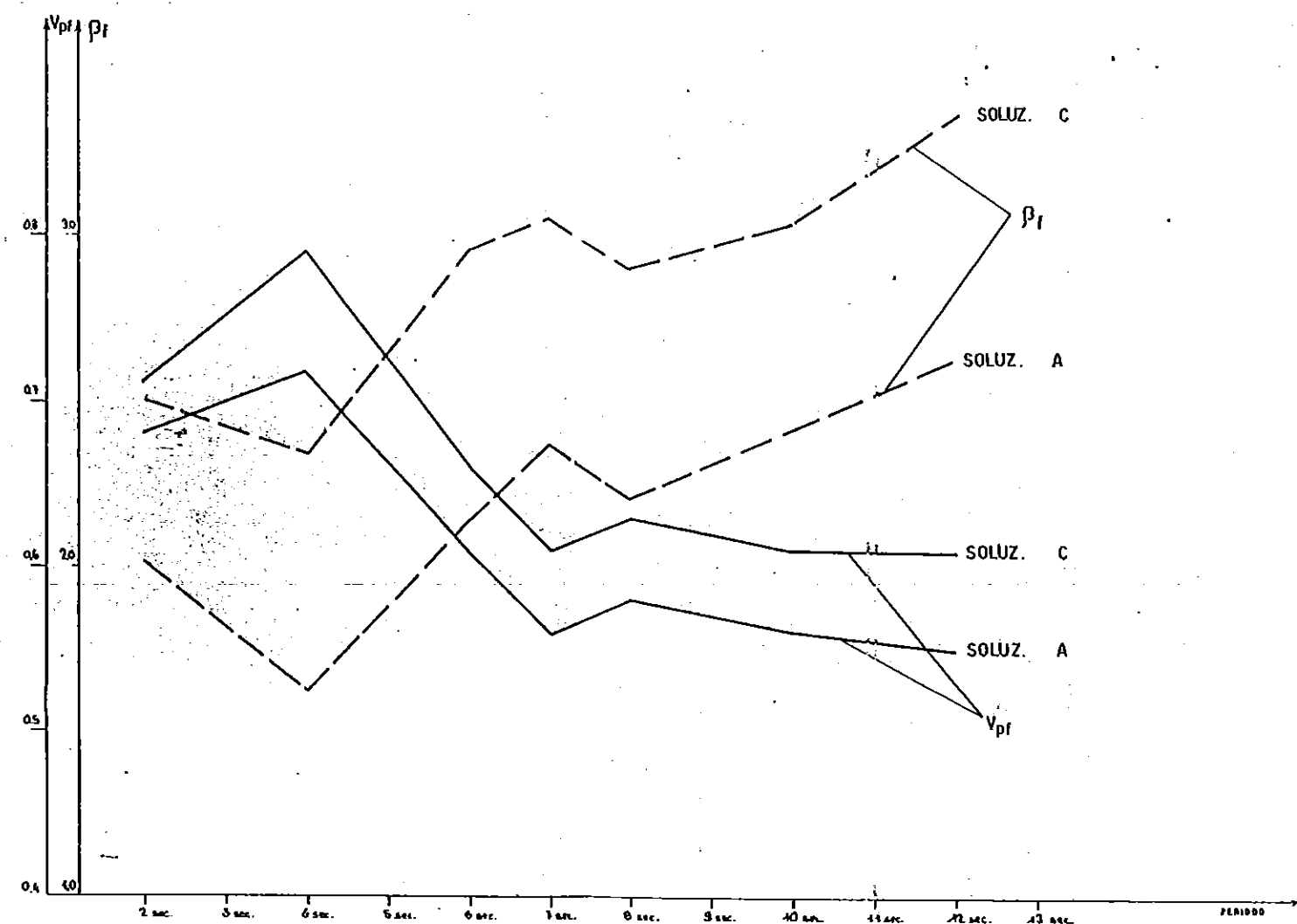
# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

ALFONSO DI BARI, PIETRO DI BARI, PIETRO DI BARI  
PIETRO DI BARI, PIETRO DI BARI, PIETRO DI BARI  
PIETRO DI BARI, PIETRO DI BARI, PIETRO DI BARI



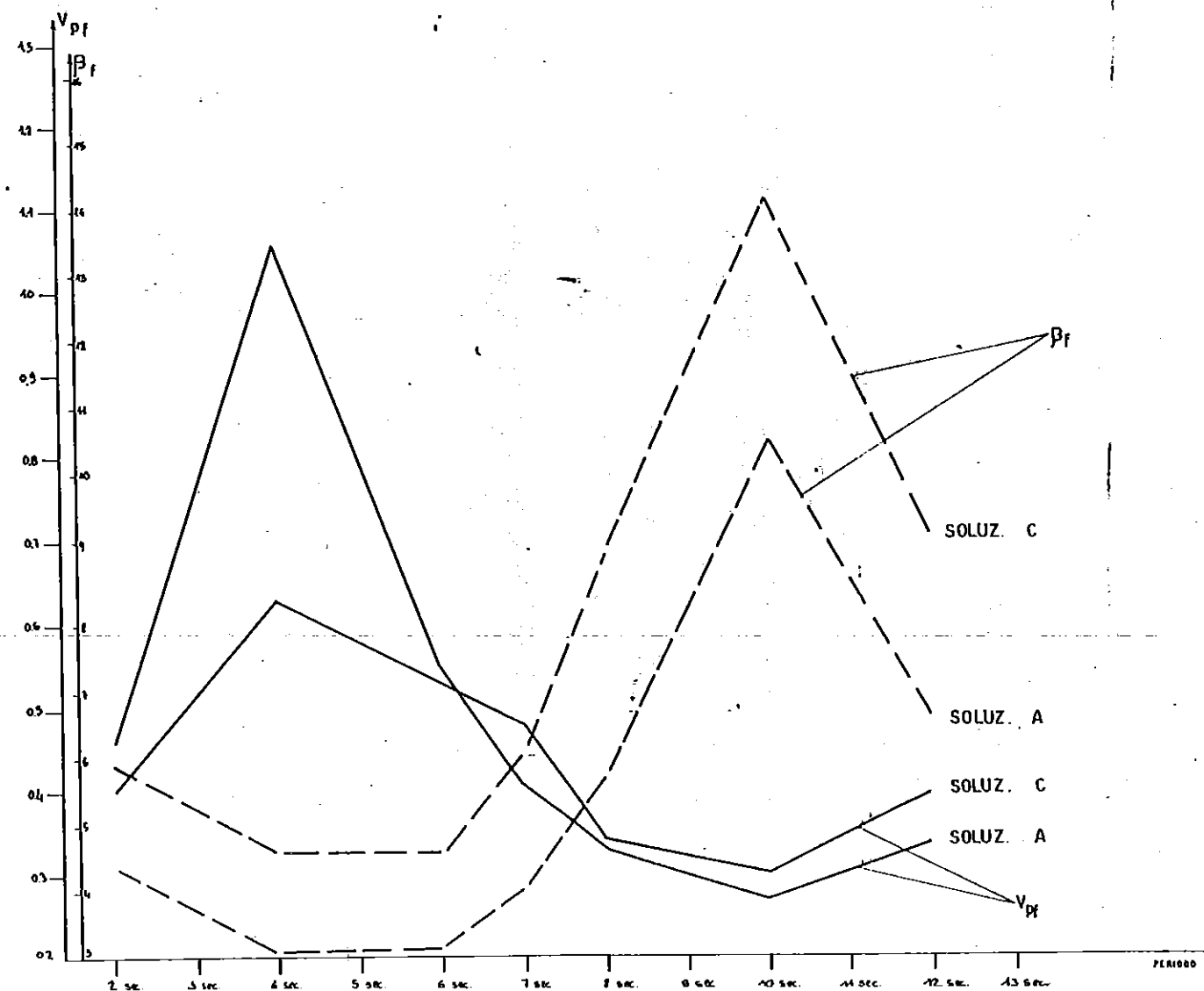
# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

TAVOLA N. 11 - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI  
VALORI DI  $V_{pf}$  E  $\beta_f$  CON  $\omega = 112,50$   
E PER I PERIODI ESAMINATI



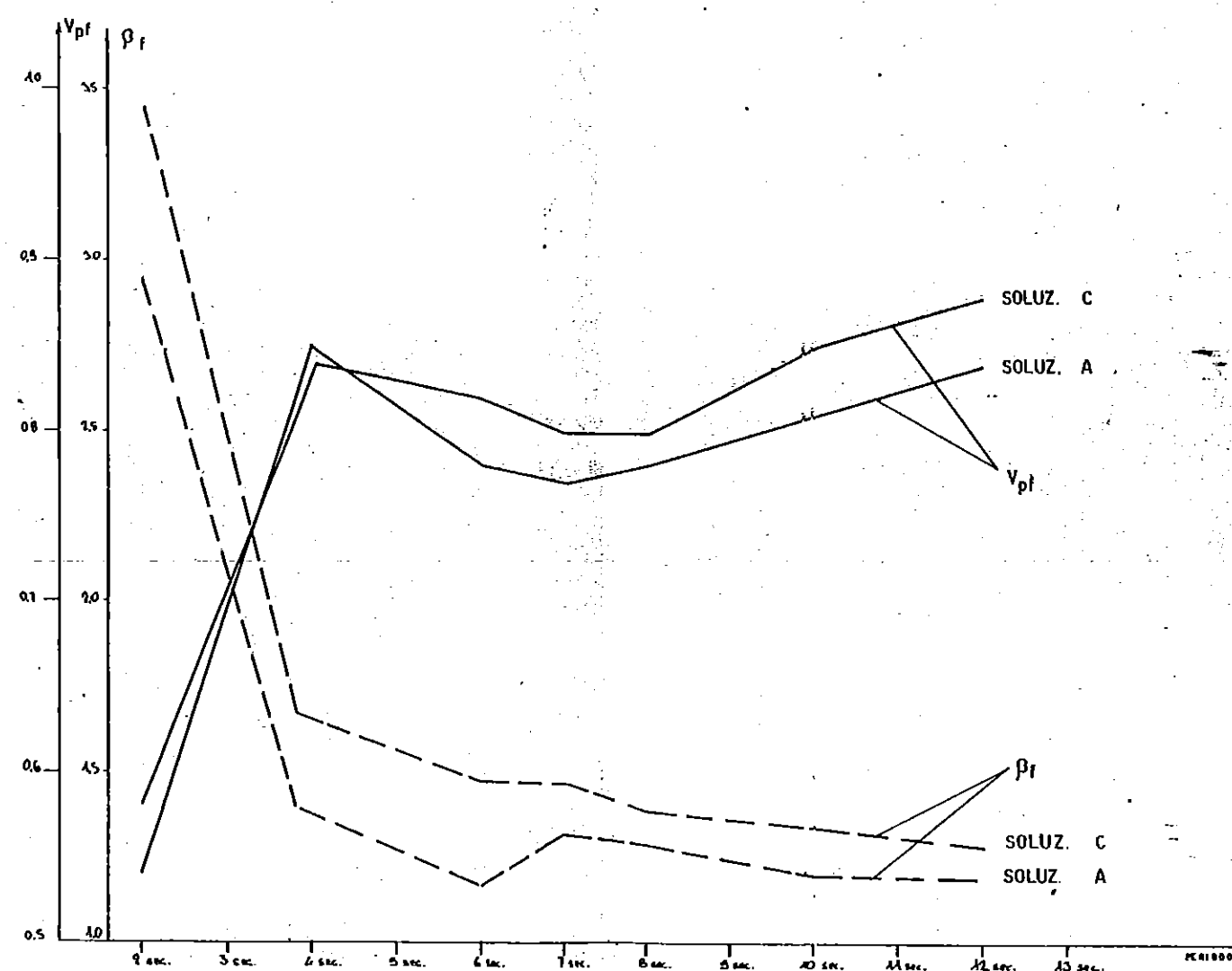
# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

FIGURA 15 - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI  
VALORI DI  $V_{PF}$  E  $P_f$  CON IL TEMPO  
NEL PERIODO ESAMINATO



# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

STUDIO DELLA RAPPRESENTAZIONE FISICA DEI  
FENOMENI DI AGITAZIONE ONDOSA NEL  
PORTO DI ANCONA



# MODELLO MATEMATICO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL PORTO DI ANCONA

AVOLA N. 50 ANDAMENTO DEI VALORI MASSIMI E MINIMI DEL COEFFICIENTE TOTALE DI RIFRAZIONE PER LA SOLUZIONE A ED A B PER TUTTE LE DIREZIONI DI PROVENIENZA ESAMINATE

