

PARTE

3/D

INTERVENTO
SPERIMENTALE SULLA
SPIAGGIA DI TERRACINA

INTERVENTI SPERIMENTALI PER LA DIFESA DELLA COSTA LAZIALE ESPERIMENTO SU UN TRATTO DI LITORALE IN COMUNE DI TERRACINA LEGGE REGIONALE 18 NOVEMBRE 1977, n. 44

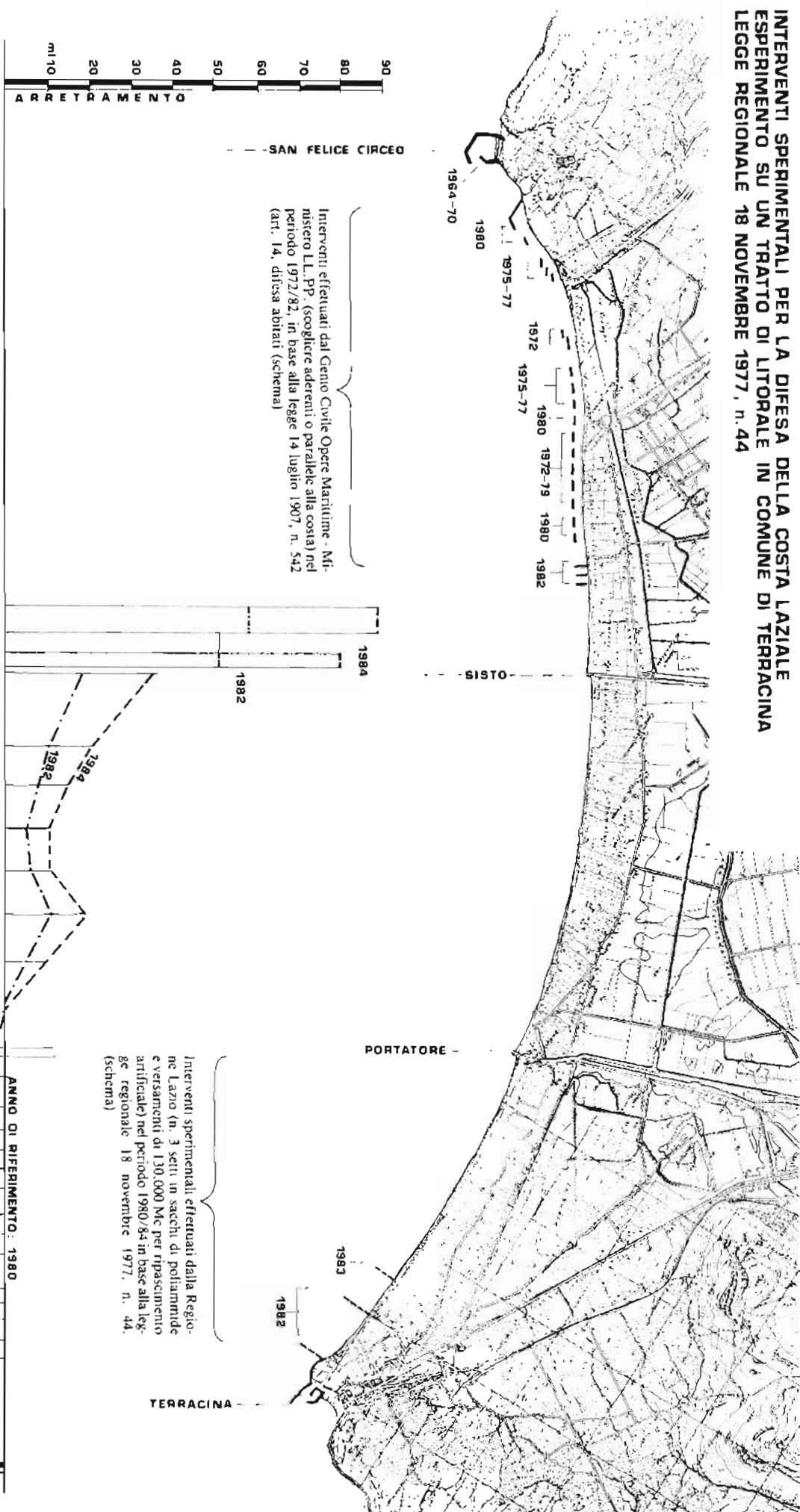


DIAGRAMMA DELLE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA



RELAZIONE FINALE

1. PREMESSA

Per inquadrare l'intervento nell'evoluzione generale dell'arco costiero, è necessario ricordare che negli anni tra il 1965 ed il 1980, erano state realizzate una serie di opere nell'arco occidentale in Comune di San Felice Circeo da parte del Comune e del Ministero LL.PP. (vedi Parte II/C). Tra il 1965 ed il 1970 fu costruito il Porto di San Felice Circeo (Legge 589) e già durante la sua realizzazione si manifestarono diffusi fenomeni di erosione delle spiagge a Levante.

Allo scopo di porre riparo ai fenomeni erosivi, il Ministero ai LL.PP., nello spirito della legge n. 542 del 1907 (difesa dell'abitato) iniziò a costruire dighe di protezione in scogliera (aderenti o parallele) che, secondo un meccanismo ormai classico, trasferivano il processo erosivo sempre più a Levante verso Terracina (vedi figura di pag. 235).

Lo "Studio generale sul regime delle spiagge laziali e delle isole pontine" affidato nel 1979 allo Studio Volta dalla Regione Lazio, giunse alla conclusione che le opere portuali e quelle di difesa, realizzate per arrestare il fenomeno erosivo, bloccavano la alimentazione (flusso detritico da Nord) della spiaggia di Terracina provocandone l'erosione.

Nel 1980 la spiaggia di Terracina ed in particolare i 4,2 Km. orientati compresi tra l'Hotel l'Approdo e la foce del Fiume Portatore, era ridotta ad un'esile striscia ormai instabile, in quanto le onde invernali giungevano a battere contro il muro di difesa della passeggiata e solo d'estate si ristabiliva una breve striscia sabbiosa.

Il progetto di riequilibrio generale dell'Arco Circeo-Terracina, proposto nell'ambito dello Studio Generale, prevedeva la realizzazione nell'arco di 20 anni di opere per un importo complessivo di Lire 12.175.000.000.

Come si è visto nella parte II/C, l'intervento sperimentale sulla spiaggia di Terracina e San Felice Circeo avrebbe dovuto essere articolato in tre stralci pilota. Il primo prevedeva la realizzazione di due setti sommersi (I) in sacchi di tessuto poliammidico riempiti di sabbia ubicati alla estremità orientale dell'arco campione ed il versamento di 20.000 mc. di materiale di ripascimento (importo L. 332.000.000).

Esso si proponeva di saggiare sperimentalmente l'effetto dei setti sommersi, di verificare le risultanze dello Studio secondo il quale esisterebbe un flusso detritico rivolto verso Levante, contrariamente a quanto fino ad allora ritenuto, ed infine di arginare localmente e momentaneamente l'erosione nell'arco tra Approdo e Portatore.

Il secondo prevedeva il versamento di 200.000 mc. in due anni in località Tumoletti di Terracina, ossia immediatamente a Levante e sottoflutto alla sequenza di opere di difesa realizzate in Comune di San Felice Circeo (Importo di L. 1.636.000.000).

Esso si proponeva di verificare la possibilità di arrestare l'erosione nel tratto tra il confine con San Felice Circeo ed il Portatore, fornendo al litorale una quantità di materiale equivalente a quella che, secondo lo studio, sarebbe stata, nello stesso arco di tempo, trattenuta o deviata verso il largo a Ponente dalle opere di difesa e portuali.

Questi primi due interventi avrebbero dovuto saggiare le possibilità di alimentare la spiaggia con materiale di granulometria notevolmente più elevata rispetto al sedimento naturale.

Il terzo intervento pilota prevedeva infine la costruzione di piattaforma-isola (in corrispondenza dello sfocio del Rio Torto in Comune di San Felice Circeo), allo scopo di eliminare l'azione di riflessione del moto ondoso che impedisce la sedimentazione sottocosta e creare alveoli più aperti in cui stabilizzare materiale di ripascimento (importo L. 366.000.000). Totale investimento necessario L. 2.334.000.000.

Parallelamente alla realizzazione dei tre interventi-pilota, era previsto un programma di rilievi di controllo, prelievo di campioni e studi per interpretare l'evoluzione litoranea e quindi l'effetto degli interventi stessi.

2. REALIZZAZIONE E SUCCESSIONE DEGLI INTERVENTI

A seguito di difficoltà di bilancio fu subito chiaro che non si sarebbe potuto disporre della cifra necessaria per la realizzazione dei tre progetti pilota originari in quanto la disponibilità iniziale (nel 1980) non avrebbe potuto superare l'importo di L. 4-600 milioni circa.

Si stabilì pertanto di limitare il campo dell'intervento al tratto di litorale compreso tra l'Albergo Approdo e la foce del Portatore (Km. 4,2).

Naturalmente questa decisione comportava di consentire l'indisturbato sviluppo del fenomeno erosivo nell'ampio fronte compreso tra la foce del Portatore ed il Porto di San Felice Circeo (9 Km) ed in particolare nei 6 Km. circa compresi tra il Portatore ed il confine con il Comune di San Felice Circeo ancora sgombro da opere di difesa.

Nell'anno 1980 furono perciò finanziati due primi stralci rispettivamente di 154-121 milioni e vennero realizzati i seguenti lavori: Setto A (ml. 80) in sacchi di poliammide con radice di ml. 50 in scogliera e versamenti per mc. 20.000 a Levante della foce del Portatore.

In seguito, visti buoni risultati conseguiti, constatati con verbale in data 8/1/81 (all. n. 1), si provvide, mano mano, a finanziare nuovi lavori con l'intento, oltre che di proseguire nello sperimento, anche e soprattutto di fronteggiare la situazione, sia pure limitatamente all'arco di 4 Km., compreso tra l'Albergo Approdo e la foce del Fiume Portatore.

In questa situazione, ancora nell'anno 1980, furono finanziati lavori per ulteriori 253.000.000 utilizzati unicamente in versamenti di ripascimento.

Negli anni successivi, fino al 31/12/1983, gli interventi, sempre nell'intento di fronteggiare la situazione in attesa di un adeguato stanziamento per la realizzazione del progetto generale, furono finanziati nuovi lavori:

Lo specchio pubblicato nella pagina che segue riassume schematicamente i finanziamenti ed i lavori.

— Prolungamento Setto "A" Approdo metri 100 circa con telo di fondo

— Setto "B" Via Piegarello a m. 740 dal tratto A - ml. 250 senza telo di fondo. Tratto via terra ult. 31.05.83 via mare 8.10.83 (ved. IV versamento).

— Setto "C" - davanti Edificio Pro Infanzia a m. 440 dal Setto "B" (ridotto da 700 a 440 come da intesa) - ml. 200 circa con telo di fondo. Tratto via terra e via mare ult. 12.10.83 (ved. V versamento).

(1) Struttura trasversale sommersa proposta da Studio Volta s.n.c. nel 1972 a seguito di prove su modello fisico e realizzata in natura in USA nel 1976 a Panama City.

A) Finanziamenti Regionali		
Anno 1980	Stanzamenti totale	Lavori
I Stralcio	L. 154.000.000	L. 112.000.000
II Stralcio	L. 121.000.000	L. 121.000.000
Intervento versamenti urgenti	L. 253.000.000	L. 250.000.000
Anno 1981		
III Stralcio	L. 1.100.000.000	L. 852.000.000
Anno 1982		
II Fase vers. integrativi urg.	L. 352.000.000	L. 352.000.000
Anno 1984		
N.N.		
Totale	L. 1.980.000.000	L. 1.687.000.000

B) Lavori: (Gli importi si riferiscono ai soli lavori)

I Stralcio:	Appalto Impresa Sparaco Spartaco Radice e Setto "A" (Approdo) (ml. 50 in scogliera) Importo L. 112.000.000 ultimato il 5.6.81
II Stralcio:	Appalto Impresa Sparaco Spartaco Versamenti (Badino) mc. 20.000 Importo L. 121.000.000 ultimato il 7.2.81
Intervento ripascimenti Urgenti:	Appalto Impresa Soc. Consaedil Versamenti sull'Arco di Costa Badino/Approdo mc. 43.000 Importo L. 250.000.000 ultimati il 17.11.81
III Stralcio:	Appalto Impresa Mario Leone Setti "B" e "C" Versamenti sull'arco di costa mc. 44.000 Importo L. 852.000.000
Intervento per versamenti 1984:	Appalto Impresa Mario Leone Versamento sull'arco di costa previsti mc. 23.000 Si prevede di versarli nell'Autunno/Inverno 84/85

Dragaggi porto di Terracina

1980	mc. 25.000 versati sui fondali antistanti il tratto di costa di Viale Circeo traversa n. 4 ytsv. XII.
1981	N.N.
1982	mc. 23.000 versati come sopra
1983	N.N.

Dragaggi Portatore

1980	mc. 14.000 - versati sui fondali antistanti da traversa 26 ^a a traversa 18 ^a
1982	mc. 20.000 - versati come sopra

III Stralcio - Versamenti - 1982/83/84:

			Tipo
1) 4.10.82	mc. 5.400	a piazzale tra 25 trav. e Hotel	"A"
15.10.82		Torre del Sole	
2) 9.11.82	mc. 5.000	a piazzola in corrip. 24 trav.	"A"
2.12.82			
3) 17.01.83	mc. 2.200	tesa del pennello muro di recinzione a Levante dell'Hotel	"B"
21.01.83		Torre del Sole	
24.01.83		corpo del pennello id.	"B"
17.02.83			
4) 18.02.83	mc. 3.200		"B"
28.02.83			
01.03.83		pennello di versamento in aderenza Setto B - Via Piegarelo	"A"
5) 26.09.83	mc. 5.000	pennello in aderenza setto C davanti Edificio Pro Infanzia trav. 4/5	"B"
12.10.83			
6) 17.10.83	mc. 11.000	cumolo lungo, davanti torre del Sole e Vecchio Fortino	"B"
16.11.83			
7) Aprile 84	mc. 1.000	cumulo all'altezza della 25 trav.	"B"

La tavola n. 1 allegata illustra la successione degli interventi ed i risultati delle campionature di sedimento (Ottobre 1980-Ottobre 1984).

La tavola n. 2 riporta, per lo stesso periodo, le successive linee di battigia, i diagrammi di accrescimento e la tabella di confronto delle profondità di spiaggia rilevate nei mesi di Ottobre di ciascun anno.

3. RILIEVI DI CONTROLLO

Purtroppo non è stato possibile procedere ad una campagna di rilievi batimetrici e di prelievo di campioni prima dell'inizio dei lavori (esiste solo il rilievo di battigia) e neppure procedere all'infissione dei paletti metallici di riferimento previsti allo scopo di riscontrare senza errori apprezzabili le piccole variazioni di fondale.

I successivi rilievi batimetrici, affidati dalla Regione alla Società Idrocant o effettuati dall'I.M., possono perciò essere confrontati solo con i rilievi precedenti (Settembre 1979) effettuati in occasione dello Studio Generale.

Questo fatto, purtroppo, ha per conseguenza una notevole difficoltà nel confronto e quindi di valutazione degli effetti sull'equilibrio litoraneo dovuti agli interventi.

4. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI

I lavori vennero iniziati nell'Ottobre 1980.

In primo luogo si dette inizio alla costruzione del setto A (in corrispondenza dell'estremo di Levante del fronte, all'attacco della scogliera aderente che protegge l'Hotel Approdo e si salda con la struttura del molo del porto di Terracina) (tavola n. 1).

L'impresa appaltatrice, per facilitare la posa della radice del setto in sacchi, costruì un "pennello" provvisorio in pietra-ma nell'intento di rimuoverlo non appena eseguito il lavoro.

Peraltro i sacchi posati lateralmente, su terreno in assestamento, furono danneggiati dalla prima mareggiata.

In seguito ad alcuni sopralluoghi si dovette riconoscere che la sezione del setto (costituita da sei sacchi) era troppo esigua.

Accertato che non sarebbe stato possibile finanziare con nuovi fondi un rafforzamento della sezione si decise:

a) di mantenere come definitivo il pennello emerso in massi naturali già costruito (della lunghezza di 50 metri circa);
b) di realizzare il setto A in prosecuzione del "pennello" di cui sopra con sezione maggiorata (15 sacchi) (h = 1.80 circa) accorciato a ml. 80 (lunghezza totale 50 + 80 = 130 contro ml. 235 in progetto e quindi fino al fondale - 4.00 metri circa);

c) sopprimere il setto n. 2 (per mantenere l'importo nello stanziamento previsto) rinviandone la esecuzione ad un ulteriore stralcio.

Con il nuovo finanziamento di II Stralcio fu prevista la costruzione di ulteriori due setti sommersi (B e C) con sezione di 9 sacchi (altezza circa 1.35 metri) rispettivamente a 700 e 1100 ml. dal setto A e lunghezze 250 e 200 ml.

La tavola n. 1 offre una panoramica dell'articolazione temporale dei lavori che, come si comprende, è stata molto importante per la riuscita.

Compatibilmente con la situazione estremamente compromessa dal fenomeno erosivo che si dovette fronteggiare all'inizio, gli interventi vennero condotti con il criterio:

- di evitare situazioni di riflesso (ormai croniche all'epoca);
- di realizzare le opere di contenimento (setto n. 1) prima che, per effetto dei versamenti, venisse, mobilitato nuovo materiale;
- di far penetrare il sedimento di apporto (di granulometria elevata) nel manto

detrattico onde evitare, per quanto possibile, l'inquinamento granulometrico; — di distribuire il sedimento di apporto in profondità nel profilo nelle sezioni ove occorre un deciso avanzamento.

Iniziata pertanto, nell'Ottobre 1980, la costruzione della radice del setto A, si procedette dal Dicembre 1980 ai primi versamenti da quattro punti nella parte occidentale della spiaggia.

Il fronte dei versamenti fu tenuto molto alto in modo da consentire il prelevamento da parte del mare solo in occasione di mareggiate. Solo nei tratti ove le onde battevano ormai contro il muro, il materiale fu disteso per contrastare l'azione di riflesso.

A seguito di alcune ordinarie mareggiate, si ebbero le prime risposte positive dell'azione litoranea, come meglio risulta dal verbale di constatazione in data 8/1/81 che si riporta. (Vedi allegato 1).

Nel periodo successivo (primi mesi del 1981) furono complessivamente versati circa mc. 40.000 di ripascimento di ghiaietto di frantoio. Lungo tutto l'arco si ebbe un evidente protendimento dell'arenile valutabile intorno ai 5-10 m. con un massimo alla radice del setto. Il materiale di ripascimento di granulometria (5-20 mm. contro il granulo medio di 0.25 mm. del materiale di spiaggia) fu interamente assorbito dal manto detritico naturale, e nell'estate successiva la spiaggia era di nuovo costituita praticamente solo da sabbia originaria con lievissimi affioramenti di ghiaia.

Nel periodo estivo (Giugno 1981) si procedette alla realizzazione del setto n. A con sezione maggiorata come già accennato, rinunciando al setto n. 2 per contenere l'importo nel finanziamento disponibile. Terminata la stagione estiva, si procedette, nei mesi di Novembre e Dicembre 1981, a versare in mare il residuo materiale di ripascimento (circa mc. 25.000), da due posizioni rispettivamente a 1.000 e 1.500 m. a Ponente del setto. Questi ripascimenti furono effettuati con tecnica diversa rispetto ai precedenti, versando in profondità in guisa da far assumere alla ghiaia posizioni profonde nel profilo e favorirne l'assorbimento da parte del manto detritico originario. Ciò in quanto, ormai, era stata realizzata la prima struttura di contenimento costituita dal setto sommerso.

Negli anni successivi 1982 e 1983, come meglio risulta dalle indicazioni riportate in tavola n. 1, furono realizzati i setti B e C, prolungato il setto A e versati complessivamente mc. 44.000 di materiale di ripascimento, prevalentemente del tipo B (ossia a granulometria più minuta 2-6 mm.).

Nel corso del 1980 e 1982 in occasione di operazioni di dragaggio presso l'imboccatura del porto di Terracina, si resero disponibili 48.000 mc. di sabbia la cui granulometria risultò praticamente identica a quella reperibile sulla spiaggia in fondale di 4-5 metri.

Il suddetto materiale fu versato in fondale di 3-4 metri nella posizione segnata nella tavola n. 1.

Analogamente nello stesso periodo furono dragati 34.000 mc. presso l'imbocca-

tura del canale Portatore e versati in due fasi (14.000 mc. nel 1980 e 20.000 mc. nel 1982) nella posizione segnata nella stessa tavola n. 2.

5. ANALISI SEDIMENTOLOGICHE

Dal Dicembre 1980 fino al Marzo 1984 sono stati versati approssimativamente complessivamente mc. 76.000 di materiale di ripascimento da terra e mc. 82.000 di materiale prelevato a mare presso la bocca del porto di Terracina ed allo sfocio del canale Portatore.

Nel periodo compreso tra il Luglio 1981 e l'Aprile 1982 sono stati effettuati prelievi di campioni ed analisi sedimentologiche su 135 campioni.

Di essi parte provengono da sedimento superficiale di battigia o di fondo e parte da carotature aventi profondità di circa 1 m. prelevate mediante apparecchio a depressione.

Nell'allegato n. 2 si riporta una scheda tipo (relativa al campione di carotatura n. 307/3), che illustra i diversi parametri granulometrici calcolati.

I risultati dell'indagine sono riportati schematicamente nella tavola n. 1 che indica, oltre alle posizioni e date di prelievo, anche una sintesi dei risultati granulometrici.

Alcuni campioni (n. 10) sono stati fotografati al microscopio e le relative foto 10 x sono riportate all'allegato n. 3. L'analisi relativa all'evoluzione granulometrica della spiaggia non può evidentemente essere esaurita nella presente relazione, a tale scopo i campioni stessi e le semicarote in possesso dell'Amministrazione Regionale dovranno essere conservate per ulteriori indagini e confronti con situazioni future.

Il prelevamento e l'esame dei campioni durante il periodo dell'intervento ha avuto principalmente lo scopo di seguire la evoluzione e programmare le operazioni di ripascimento al fine di evitare fenomeni di inghiaimento.

Sul fronte compreso tra il canale Portatore e Viale Liguria, nel quale tra il Dicembre 1980 e Gennaio 1981 sono stati versati circa 40.000 mc. di materiale tipo A (con granulo medio di circa 7-20 mm.) nel primo periodo si nota solo un lieve aumento del D.M. che, in un tempo successivo, si fa più marcato verso Levante (senso del trasporto) e successivamente si dissolve avvicinandosi decisamente al valore naturale intorno a 0,200 mm. (Febbraio ed Aprile).

Nelle zone laterali non si notano nello stesso periodo apprezzabili mutamenti nella granulometria. L'esame dei campioni di carotature mostra, a tratti, aumenti del granulo medio e della frazione più grossolana abbastanza diffusi seppure molto inferiore alle previsioni.

Le analisi del Febbraio-Aprile 1982, sono successive alla seconda fase di ripascimento e precisamente ai due versamenti in profondità nell'arco centro-orientale e all'estremo di Ponente.

Su tutto il fronte, si nota solo un lieve aumento del granulo medio con sporadiche presenze di granuli isolati di grande diametro.

6. EVOLUZIONE DELLA BATIMETRIA

La tavola n. 2 riporta sinteticamente i risultati dei successivi rilievi batimetrici tra il Dicembre 1979 e Febbraio 1982 e delle successive linee di battigia rispettivamente rilevate nell'Ottobre degli anni '80-'81-'82-'83-'84.

In particolare dal confronto tra le batimetrie del 1979 (Dicembre) e del Luglio 1981 si nota un notevole innalzamento del fondale in corrispondenza del setto n. 1, mentre nelle sezioni più a Ponente risulta un evidente trasferimento di materiali dai fondali medi verso la battigia.

Analogo è il risultato del confronto tra il Novembre 1979 ed il Gennaio 1983 (tavola n. 3). Dall'esame di quest'ultima tavola che riporta un rilievo batimetrico assai più dettagliato che ha consentito il tracciamento di curve di livello, si può esaminare abbastanza agevolmente l'effetto che la presenza dei setti ha determinato sulla batimetria.

In particolare si nota che l'andamento del fondale, marcatamente regolare a qualche distanza dai setti, è notevolmente perturbato dalla presenza degli stessi.

In particolare l'effetto del setto C, ultimo realizzato sopraflutto (e quindi a monte rispetto al flusso detritico) mostra un netto funzionamento di appoggio con conseguente accumulo diffuso nell'intorno della struttura secondo lo schema riscontrato nell'indagine di campo condotta in USA a Panama City (1).

Evidentemente il funzionamento del setto ha prodotto un certo deficit sottoflutto che si è manifestato con un approfondimento del fondale attorno ai setti A e B (più marcato su A).

Analogo fenomeno era stato notato nell'estate 1983 tra il setto B e A in occasione di ispezioni subacquee.

Come si può vedere anche dalle foto riportate nel seguito, (all. n. 4), il disegno della linea di battigia rispecchia l'andamento batimetrico ma la ripercussione in corrispondenza del setto è molto attenuata.

Si nota anche che, nell'intorno dei setti, per un buon tratto di circa 400 ml. da ambo i lati il tipico profilo di fondo con andamento spezzato e forma di barra è sostituito da un profilo con pendenza più uniforme e quindi più vantaggioso per l'economia della spiaggia.

7. RISULTATI OTTENUTI NEL TRATTO DI 4,2 KM OGGETTO DELL'INTERVENTO

7.1 Evoluzione della spiaggia nel periodo ottobre 1980 - ottobre 1982

I risultati ottenuti e per quanto riguarda la linea di battigia (rilevata con regolarità dall'Amministrazione Regionale) sono riportati nella tavola n. 2 mentre la tabella

(1) "A Field Study on the Interaction of Grain and Sediment Transport", di Yu-Hwa Wang et al.

	fronte ml.	Ott. 1982 ml.	mq.	Ott. 1981 ml.	mq.	Ott. 1980 ml.	mq.
Approdo	× 230	65	14.950	40	9.200	20	4.600
V. D. Alghieri	× 150	58	8.700	34	5.100	11	2.400
Via della Vittoria	× 180	38	6.840	20	3.600	19	3.420
Via A. De Gasperi	× 170	38	6.460	20	3.400	18	3.060
Via Piegarello	× 280	31	8.630	23	6.440	11	3.080
Via Sicilia	× 70	27	1.890	17	1.190	3	210
Via Calabria	× 190	25	4.750	20	3.800	7	1.330
Via Basilicata	× 190	27	5.130	15	2.850	7	1.330
Via Campania	× 60	26	1.560	15	900	11	660
Via Molise	× 60	27	1.620	13	780	8	480
Via Abruzzo	× 60	27	1.620	11	660	6	360
Via Lazio	× 90	22	1.980	7	630	5	450
Via Sardegna	× 270	24	6.480	2	540	6	1.620
Via Marche	× 70	27	1.980	11	770	0	0
Via Toscana	× 140	26	3.640	15	2.100	3	420
Via E. Romagna	× 80	24	1.920	15	1.200	2	160
Via Liguria	× 80	21	1.680	13	1.040	3	240
Via Piemonte	× 60	21	1.260	13	780	2	120
Via Val D'Aosta	× 60	18	1.080	8	480	5	300
Via Lombardia	× 70	18	1.260	9	630	0	0
Via Veneto	× 100	22	2.200	11	1.100	3	300
Via Trentino	× 120	24	2.880	13	1.560	3	360
Via Friuli V. Giulia	× 170	22	3.740	13	2.210	3	510
Via Chur Coira	× 160	22	3.520	15	2.400	9	1.440
Via Cabourg	× 160	22	3.520	22	3.520	9	1.440
Via Mayrhofen	× 50	30	1.500	22	1.100	10	500
Via Bad Homburg	× 350	31	10.850	22	7.700	12	4.200
Grattacielo	× 110	26	2.860	15	1.650	17	1.870
Vecchio Fortino	× 280	28	7.840	26	7.280	20	5.600
Campo Sportivo (Lato Est)	× 160	34	5.440	26	4.160	25	4.000
Totale	4.100		127.740		77.770		44.510

Profondità media della spiaggia (ml):

$$\frac{127.740}{4.100} = 31.15 \text{ m} \quad \frac{77.770}{4.100} = 18.96 \text{ m} \quad \frac{44.510}{4.100} = 10.85 \text{ m}$$

in alto riporta i dati dell'evoluzione tra Ottobre '80 ed Ottobre '82.

In sostanza tra l'Ottobre 1980 (inizio dei lavori) e l'Ottobre 1982 sul fronte di ml. 4.120 compreso tra il setto n. 1 Approdo e la Foce del Portatore, la superficie della spiaggia è aumentata da mq. 44.510 a mq. 127.740 per un complesso di mq. 83.230.

In termini di profondità media la spiaggia è passata da ml. 10.80 a ml. 31.15. Dai diagrammi delle successive posizioni della linea di costa si può anche notare come i risultati più vistosi siano stati ottenuti nella zona orientale che è stata mano mano dotata di setti sommersi pur essendo i versamenti di ripascimento stati effettuati prevalentemente nell'arco occidentale.

In particolare il massimo avanzamento si è verificato presso il setto n. 1 dove la profondità della spiaggia è passata da 20 a 65 ml.

7.2 Evoluzione della spiaggia nel periodo ottobre 1982-ottobre 1984

Come risulta dallo specchio riportato a pag. 208, dall'Ottobre 1982 si è registrato un forte calo degli investimenti.

Dal Settembre 1983, unico intervento è stato il versamento di mc. 17.000 di materiale di ripascimento da terra.

Con una ispezione nel Luglio 1983 si è inoltre constatato che il setto A presentava ampi varchi per rottura di sacchi nella parte intermedia realizzata nel 1980-1981 e che anche il setto B presentava qualche falla.

Non devono dunque meravigliare gli arretramenti che si riscontrano nella linea di battigia (Tavola n. 2), rispetto al 1982. Essi tuttavia sono praticamente concentrati nella parte centrale essendo stata la parte orientale sede dei pur limitati ver-

samenti e la parte occidentale attrezzata con i setti sommersi.

L'arretramento preoccupa soprattutto per la presenza del muro di sostegno della passeggiata in quanto, se raggiunto dalle onde invernali, si potrebbe determinare un forte squilibrio per azione di riflesso.

Esso inoltre è da porre in relazione con la forte erosione che si sta sviluppando più ad Est.

Evidentemente appare a questo punto estremamente urgente un intervento per tamponare il fenomeno erosivo con opportuni versamenti e con opere provvisorie, ma soprattutto prevedere un intervento organico con mezzi adeguati che si estenda all'intero arco, tra il Porto di San Felice e quello di Terracina.

8. ESAME DELLA SITUAZIONE NEL CONTESTO DELL'EVOLUZIONE COSTIERA DEL LITORALE

Come si è visto, la scarsità dei finanziamenti disponibili ha obbligato a restringere il campo di intervento alla sola parte occidentale della spiaggia compresa tra l'Hotel l'Approdo e la foce del Portatore, abbandonando quindi al fenomeno erosivo tutta la spiaggia compresa tra le opere di difesa rigida a San Felice Circeo e la foce del Portatore (circa 6 Km).

In conseguenza, in questo arco, si è assistito negli ultimi anni ad un pauroso procedere del fenomeno erosivo con arretramenti notevolissimi che in alcuni punti hanno raggiunto valori dell'ordine di quasi 100 ml. (tavola n. 4).

La figura pubblicata a pag. 235 offre una visione di insieme del fenomeno caratterizzato da avanzamenti nella parte orientale (sede degli interventi) e paralleli fortissimi arretramenti nelle parti non protette sottoflutto alle opere di difesa realizzate in Comune di San Felice Circeo. Il processo erosivo come risulta dai confronti batimetrici 1979-1984 non è evidentemente limitato all'arretramento della linea di battigia, che tra l'altro nell'ultimo periodo è stato arrestato da opere di difesa aderenti in scogliera realizzate abusivamente, ma si estende ai fondali antistanti, come risulterebbe dal confronto dei recentissimi dati di rilievo batimetrico I.I.M..

Questa situazione dovrà essere riesaminata in base ai rilievi batimetrici in corso da parte della Regione, in quanto la scala di rilievo I.I.M. non consente una esatta sovrapposizione.

Il fenomeno erosivo che si sta sviluppando nel tratto a Levante del litorale in cui si è direttamente intervenuti ha aspetti preoccupanti.

Ciò in quanto l'entità del fenomeno ed in particolare l'abbassamento dei fondali non può essere interamente spiegato con l'azione di riflesso ma indica, a nostro parere, che il flusso detritico bloccato o deviato dall'insieme dell'oggetto del porto di San Felice e opere di difesa, è probabilmente maggiore di quanto in un primo tempo stimato.

La formazione della "flesche", sommer-

sa in corrispondenza della testata del molo foraneo, indica inequivocabilmente che esiste un forte flusso detritico che supera ormai il porto, ma che non può proseguire, in quanto si deposita nella zona di bassa energia di fronte alla bocca (flesche). Tale flusso detritico è evidentemente solo una frazione di quello esistente prima della costruzione del porto, in quanto una parte importante viene dispersa in alto fondale per azione di riflesso.

Tuttavia questa piccola frazione è misurata in ben 14.000 mc. nel periodo di tempo di appena 1 o 2 mesi (ossia praticamente 1 o 2 mareggiate).

Questo fatto risulta inequivocabilmente da quanto riferisce l'Ufficio del Genio Civile di Roma (Geom. Bernardino De Santis) nella relazione del Direttore dei lavori sul conto finale, relativa ad "opere di ordinaria manutenzione per l'escavazione dei fondali dei porti di Terracina, Badino e San Felice Circeo datata 13 Maggio 1983, di cui si riporta il passo relativo al lavoro compiuto a San Felice.

a) *San Felice Circeo* per riaprire l'accesso al porto. Nel periodo Luglio - Agosto - Settembre '82 le condizioni favorevoli del mare hanno consentito un regolare svolgimento conseguendo dei buoni risultati con l'escavazione di 22.000 mc. di sabbia. Nei mesi di Ottobre e Novembre sulla scorta dei rapportini giornalieri si raggiungeva la quantità prevista in perizia, ma in seguito le avverse condizioni del mare e le forti correnti di trasporto detritico hanno sovvertito lo stato dei fondali escavati tanto che dal confronto dei rilievi si è accertato un avvenuto rinterro diffuso nella zona dell'imboccatura valutata in mc. 14.000 circa (Danni da mareggiate come da documentazione in atti). Le sabbie provenienti dagli escavi sono state versate lungo il litorale verso il Sisto ad utile ripascimento.

Questa constatazione impone, a nostro parere, una indagine approfondita basata principalmente sul confronto della situazione dei fondali a corredo di ulteriori improcrastinabili interventi di contrasto al fenomeno erosivo, ed *ammonisce alla massima attenzione nel prevedere ulteriori opere di ampliamento del porto o di difesa della spiaggia a Levante.*

La stessa constatazione è preziosa anche

per quanto riguarda eventuali interventi nell'arco Latina - Sabaudia che dovranno tener conto di questo flusso in uscita verso Levante.

In particolare appare ormai non rimandabile un deciso intervento di ripascimento nel tratto compreso tra Viale delle Ortensie e la Foce del Portatore tendente inizialmente ad evitare l'instaurarsi di una situazione di riflesso e successivamente a stabilizzare l'arenile.

Per quanto riguarda il tratto, teatro dell'intervento, l'analisi delle successive posizioni di battigia indica senza dubbio la possibilità di dominare l'erosione mediante l'azione coordinata di versamenti di ripascimento e di costruzione di setti sommersi.

Peraltro l'evolversi della situazione pone in evidenza la necessità di affrontare il problema senza indugio e con mezzi finanziari adeguati per un intervento definitivo.

9. CONSIDERAZIONI FINALI SUI RISULTATI CONSEGUITI

In generale, per quanto riguarda i risultati della sperimentazione, le conclusioni che si possono trarre dall'intervento sono le seguenti:

1) La sperimentazione ha dimostrato, al di là di ogni dubbio, che esiste un consistente flusso detritico sull'intero arco da Ponente verso Levante, che in gran parte, proviene da Sabaudia superando il promontorio del Circeo.

2) Si è potuto appurare che la struttura prescelta (setti sommersi), anche se realizzata con elementi fragili, e quindi in modo provvisorio, possiede proprietà estremamente efficaci per dominare il flusso detritico in maniera morbida e nel completo rispetto dell'ambiente.

3) Pare di aver dimostrato, che almeno entro certi limiti, è possibile alimentare vantaggiosamente spiagge costituite da materiali molto sottili con apporti di ripascimento di granulometria anche molto grossolana a patto di fare molta attenzione alla distribuzione del materiale in guisa da favorirne l'assorbimento da parte del manto detritico.

4) Sembra importante la constatazione che è possibile, con versamenti di ripascimento di entità relativamente limitata, affiancata da opere fisse in grado di influire sul flusso detritico, determinare l'arresto dell'erosione ed il protendimento di una spiaggia, pur persistendo il fenomeno erosivo come è dimostrato dal suo inarrestato sviluppo sul litorale sopraflutto.

5) L'esame dei profili sembra mostrare una decisa tendenza del materiale a spostarsi verso terra (pur in situazione di deficit generale) assumendo, in medio fondale, pendenze di equilibrio più elevata. Il fenomeno può essere interpretato come conseguenza dell'eliminazione della situazione di riflesso determinata dai versamenti, che hanno impedito alle ordinarie mareggiate di raggiungere strutture riflettenti, ma può essere anche attribuito ad un sia pur limitato aumento del granulo medio dovuto ai versamenti di apporto.

6) L'evoluzione dei fondali, con pendenze crescenti nel tempo, ammonisce sulla inesorabile fuga di materiale non sostituito da nuovi apporti. È facile comprendere che, ove tale fenomeno non sia efficacemente contrastato in tempi abbastanza ristretti, il riequilibrio del litorale diverrà sempre più difficile ed oneroso.

7) L'arretramento dell'arenile nell'ultimo periodo indica:

a) i volumi di versamento effettuati sono divenuti insufficienti;

b) il fatto che il tratto armato da setti non abbia subito arretramenti conferma la validità di queste strutture ed indica la necessità di proseguirne la costruzione verso Ponente;

c) i piccoli arretramenti del tratto terminale presso l'Approdo sono da porre in relazione con le falle apertesi nel setto A. *Ciò indica la necessità di provvedere con urgenza al ripristino delle sezioni di progetto.*

8) Tutti gli elementi acquisiti ed in particolare l'analisi dei volumi di versamento confrontati con gli accumuli riscontrati, potranno consentire di ricavare elementi preziosi per una progettazione esecutiva di un intervento generale che preveda il definitivo riassetto dell'intero arco litoraneo.

ALLEGATI

PARTE 3/D

	pag.
1 - Verbale di costituzione	215
2 - Analisi sedimentologica	216
3 - Foto micro di campioni di sedimento	217
4 - Documentazione fotografica	218

VERBALE DI COSTATAZIONE

L'anno millenovecentottantuno, addì 8 del mese di gennaio, nella sede dell'Ufficio Locale Marittimo di Terracina, le sottoelencate persone, funzionari dell'Assessorato ai LL.PP. della Regione Lazio, Dr. Mario Toncelli; geometra De Santis Bernardino; il Sig. Mario Leone in rappresentanza della Società Consaedil di Fondi; il Capo np. 1 cl. Antonio Zinicola, Reggente dell'Ufficio Marittimo suddetto, in rappresentanza dell'Amministrazione della Marina Mercantile ed il geometra Lorenzo Cavalieri, in rappresentanza della Società Sparaco di Roma,

hanno effettuato un accurato sopralluogo lungo tutta la battigia del tratto di spiaggia ad iniziarsi dall'Hotel l'Approdo fino alla foce del canal Portatore di Badino, constatando: quanto segue:

a) che i lavori finora eseguiti dalle succitate imprese hanno determinato un consistente apporto al ripascimento della spiaggia interessata;

b) tale apporto commisurato ai rilievi precedentemente eseguiti, e valutabili in larghezza di circa ml. 15, mediamente, tenuto presente che in corrispondenza dei pennelli alimentatori la larghezza è di circa ml. 20/25; mentre nei punti di minor apporto il ripascimento risulta essere di circa ml. 10/12;

c) è stato, infine, constatato che il risultato di maggior rilievo risulta l'aumento altimetrico della spiaggia, infatti, il materiale di apporto versato, ha costituito uno spessore sovrastante alla sabbia esistente a sua volta ricoperta di uno strato di sabbia marina decantatasi dall'apporto naturale del moto ondoso per uno spessore medio di cm. 50.

Letto, confermato e sottoscritto come segue:

Dr. Mario Toncelli
Geom. Bernardino De Santis
Geom. Mario Leone
C.Np. 1 cl. Antonio Zinicola
Geom. Lorenzo Cavalieri

Percentili

Unità in %	millimetri	DIMENSIONI IN φ
1	2.99760	1.58381
5	0.49405	1.01728
15	0.34308	1.54339
16	0.33266	1.58787
25	0.27104	1.88340
35	0.23928	2.06320
45	0.22061	2.18044
50	0.21127	2.24283
55	0.20193	2.30805
65	0.18326	2.44805
75	0.16458	2.60312
84	0.14777	2.75853
85	0.14591	2.77688
95	0.12723	2.97447

Analisi Granulometrica
Dati tabulati

Classi dimensionali in mm.	Peso in grammi	Frequenze	Frequenze Cumulative
128 ÷ 64			
64 ÷ 32			
32 ÷ 16			
16 ÷ 8	0.81	0.352	0.352
8 ÷ 4	0.53	0.230	0.582
4 ÷ 2	1.92	0.834	1.416
2 ÷ 1	0.87	0.378	1.794
1 ~ 0,8	0.700	0.304	2.098
0,8 ~ 0,63	0.680	0.295	2.393
0,63 ~ 0,5	5.340	6.720	4.713
0,5 ~ 0,4	11.10	4.822	9.535
0,4 ~ 0,3	22.105	9.602	19.136
0,3 ~ 0,250	23.31	56.515	29.262
0,250 ~ 0,125	154.09	66.933	96.195
0,125 ~ 0,063	8.44	3.666	99.861
0,063 ~ 0,031	0.32	0.139	100.000
0,031 ~ 0,016			
0,016 ~ 0,008			
0,008 ~ 0,004			
< 0,004			
Totale	230.215	100.000	

Indici granulometrici

QUARTILI

- 1 Quartile (Q_1) = mm. 0.27104
3 Quartile (Q_3) = mm. 0.16458
1 Centile (C) = mm. 2.99760

MEDIA

$$\text{Phi mean (M } \Phi) \text{ di Inmann (1952)} = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{16}}{2} = \text{mm. } 0.22172$$

$$\text{Graphic mean (M}_2\text{) di Folk \& Ward (1957)} = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3} = \text{mm. } 0.21818$$

$$\text{Mean size di McCammon (1962)} = \frac{\varphi_5 + \varphi_{15} + \varphi_{25} + \dots + \varphi_{85} + \varphi_{95}}{10} = \text{mm. } 0.22070$$

MODA

Classe modale principale =

Classe modale secondaria =

MEDIANA

$$2 \text{ Quartile } (Q_2) = \text{mm. } 0.21127$$

$$\text{Moda calcolata } \left[L_1 + \left(-\frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right) c \right] = \text{mm.}$$

$$\text{Moda teorica } \left(-\frac{G^3}{2X} \right) = \text{mm. } 0.22070$$

$$\text{Indice di posizione } - \frac{Q_3 + Q_1}{2} = \text{mm. } 0.2178$$

$$\text{Moda empirica } [\text{Media} - 3 (\text{Media} - \text{Mediana})] = \text{mm. } 0.19241$$

$$\text{DISPERSIONE} \begin{cases} \text{Deviazione interquartile (QD } \varphi) \text{ di Krumbein (1936)} = \frac{\varphi_{75} - \varphi_{25}}{2} = \text{mm. } 0.77924 & \text{Range interquartile } (Q_3 - Q_1) = \text{mm. } 0.10646 \\ \text{Inclusive Graphic Standard Deviation (G}_1\text{) di Folk \& Ward (1957)} = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6} = \text{mm. } 0.66471 \end{cases}$$

CLASSAZIONE Sorting Index (S_0) di Trask (1932)

$$\sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$$

mm. 1.28330

Eterometria di Cailleux (Hé) =

CURTOSI

$$\text{Graphic Kurtosis (K}_G\text{) di Folk \& Ward (1957)} = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2,44 (\varphi_{75} - \varphi_{25})} = \varphi \text{ } 1.11450$$

ASSIMETRIA

$$\text{Inclusive graphic skewness (Sk}_1\text{) di Folk \& Ward (1957)} = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2 \varphi_{50}}{2 (\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2 \varphi_{50}}{2 (\varphi_{95} - \varphi_5)} = \varphi \text{ } 0.18567$$

CAMPIONE N 307/3

COORDINATE GEOGRAFICHE

LATITUDINE
LONGITUDINE

PROFONDITA' DI RACCOLTA DAL PIANO CAMPAGNA 93 ÷ 108 cm QUOTA SUL I m m -3.00 mt

DATA DEL CAMPIONAMENTO ora giorno mese Aprile anno 1982

UBICAZIONE Carota prelevata sulle isobate di 3 mt davanti a Bagno La Pizze in Via Vittorio Tenacino

OSSERVAZIONI La carota è lunga 108 cm. Il campione esaminato si riferisce agli ultimi 15 cm.



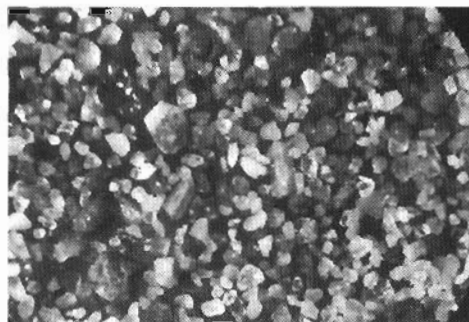
ANALISTA *[Signature]*

Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo
Sottoprogetto Dinamica dei Litorali
Unità operativa Istituto di Geologia dell'Università di Genova
Prof. GIAN CAMILLO CORTEMIGLIA

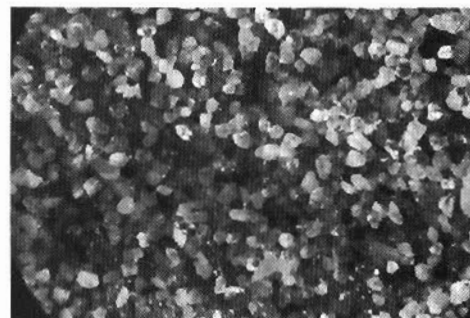
ALLEGATO 3
FOTO MICRO
DI CAMPIONI DI SEDIMENTO



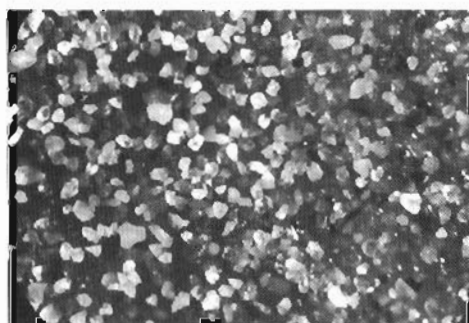
Reticolato uniforme



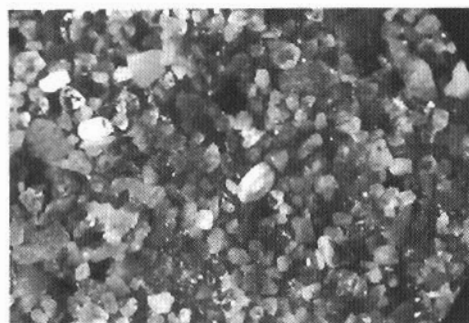
Campione 108 (4A)



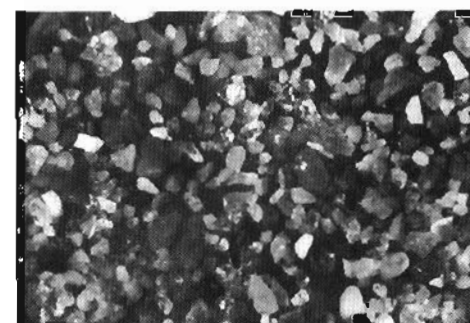
Campione 104 (11A)



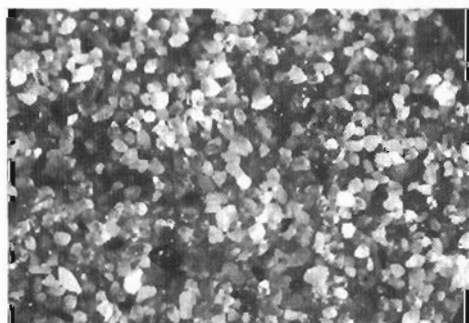
Campione 103 (8A)



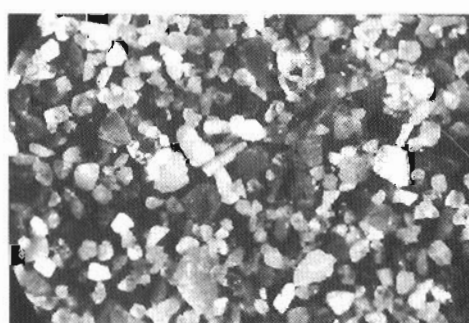
Campione 308 (5A)



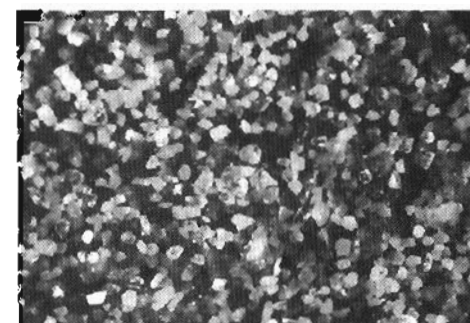
Campione 304 (10A)



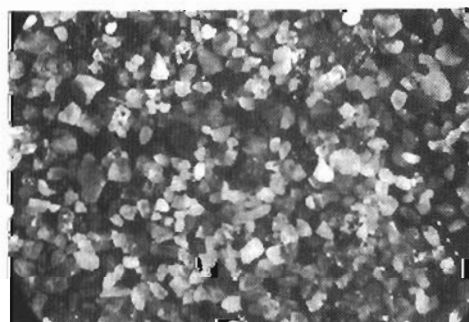
Campione 303 (7A)



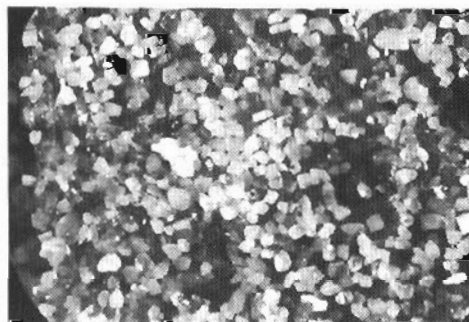
Campione 34 (1A)



Campione 208 (6A)



Campione 204 (9A)



Campione 203 (3A)

**TRA L'APPRODO E
LA FOCE DEL PORTATORE**
1972 - 1980 - 1982



1970: La spiaggia è ancora abbondante (sullo sfondo l'Hotel l'Approdo).



1972: Dopo la costruzione del piazzale a mare per l'Albergo ed in conseguenza della costruzione del Porto di San Felice Circeo, la spiaggia è scomparsa.



1972: Gli stabilimenti balneari di Terracina vengono smantellati dalle onde.





1973-1974: L'intero lungomare è investito dall'opera demolitrice del mare. Crolla il muro della passeggiata che sarà sostituito con fondazione profonda alla bentonite.



Agosto 1973: Anche nell'estate la spiaggia è ben
misera.



Ottobre 1980: la desolante situazione all'inizio dei lavori.



Ottobre 1980: Iniziano i versamenti di ripascimento... il mare batte ormai contro il muro della passeggiata e l'inverno non è ancora cominciato...

Ottobre 1980: Per evitare il "riflesso" prodotto dal muro il materiale è "disteso" dinanzi.



Gennaio 1981: Sono in corso i ripascimenti su tutto l'arco: le strisce di torbidità indicano le posizioni.





Febbraio 1982: Si eseguono versamenti in profondità.





Dall'Hotel l'Approdo prima dell'intervento.



Dall'Hotel l'Approdo nel Febbraio 1982.



Ottobre 1980 - Verso l'Hotel l'Approdo iniziano i versamenti, la spiaggia è praticamente inesistente.



Febbraio 1982 - Dalla stessa posizione della foto precedente.



Al centro dell'arco prima dell'intervento (Ottobre 1980).



1982 - Dalla stessa posizione della foto precedente.

All'estremità di Ponente (Foce Portatore)
Gennaio 1981 si noti il manufatto in acqua.



Febbraio 1982: Si noti lo stesso manufatto.



**TRA L'APPRODO
E LA FOCE DEL PORTATORE 1984**

Luglio 1984: Da hotel l'Approdo: in primo piano la radice in scogliera del setto A. Sullo sfondo si intravede l'effetto dei setti B e C.



Dalla copertura dello Stabilimento balneare La Playa si vede chiaramente l'avanzamento della spiaggia dovuto al setto B.



Dalla stessa posizione della foto precedente si vede l'effetto del setto B sulla spiaggia di Ponente.



Settembre 1984 dalla copertura dello stabilimento balneare Aurora si nota l'effetto del setto C.



Dalla stessa posizione verso Ponente: l'effetto del setto si fa sentire decisamente.





Settembre 1984: In corrispondenza di Via Friuli verso Levante.



Settembre 1984: Dalla stessa posizione verso Ponente la spiaggia è sensibilmente più profonda fino alla foce del Portatore.

**TRA FOCE DEL PORTATORE
E VIALE DELLE ORTENSIE
1979 - 1984**



1979; San Felice Circeo, Golfo Sereno: Le difese aderenti.



1984; Dalla stessa posizione della foce .
precedente si notino i "pennelli" realizzati nel
1982.



1979: Da Viale delle Ortensie verso il Sisto, si noti la baracca difesa da versamenti di fortuna e nello sfondo il gradino di erosione.



Dalla stessa posizione di foto precedente. In questo punto l'arretramento dal 1980 è di oltre 40 ml. (La spiaggia era circa nella posizione in cui si vede il ragazzo Sub).

Settembre 1984: Tra Viale delle Ortensie e la foce del Sisto sorgono ormai opere di protezione aderente a difesa di ville e giardini.



Dalla stessa posizione della foto precedente verso la foce del Sisto.





Settembre 1979: Dalla foce del Sisto verso Ponente. La spiaggia è ancora ampia.



Luglio 1984: Dalla stessa posizione della foto precedente, l'arretramento è pauroso (oltre 70 ml.). Si noti il gradino di erosione e sullo sfondo le difese di cui alle foto precedenti.



Settembre 1979: Dalla foce del fiume Sisto verso Levante: La spiaggia è ancora profonda...



Luglio 1984: dalla stessa posizione della foto precedente, l'arretramento è di circa 30 ml. ed iniziano le opere di difesa aderente.

Le scale indicate sulle tavole sono relative al lavoro originale. Per esigenze di stampa le tavole sono state ridotte del 50 per cento; pertanto le scale risultano raddoppiate ($1/50.000 = 1/100.000$; $1/10.000 = 1/20.000$ ecc).



(P) - 300

(P) - 500

(P) - 700

	(104) dicembre 1981	(804) febbraio 1982	(304) aprile 1982
-300	0.294 0.186 0.118	0.596 0.186 0.099	0.586 0.299 0.136
-500	0.399 0.191 0.128	0.915 0.187 0.100	0.575 0.233 0.136
-700	0.298 0.189 0.125	1.343 0.196 0.109	0.531 0.237 0.135

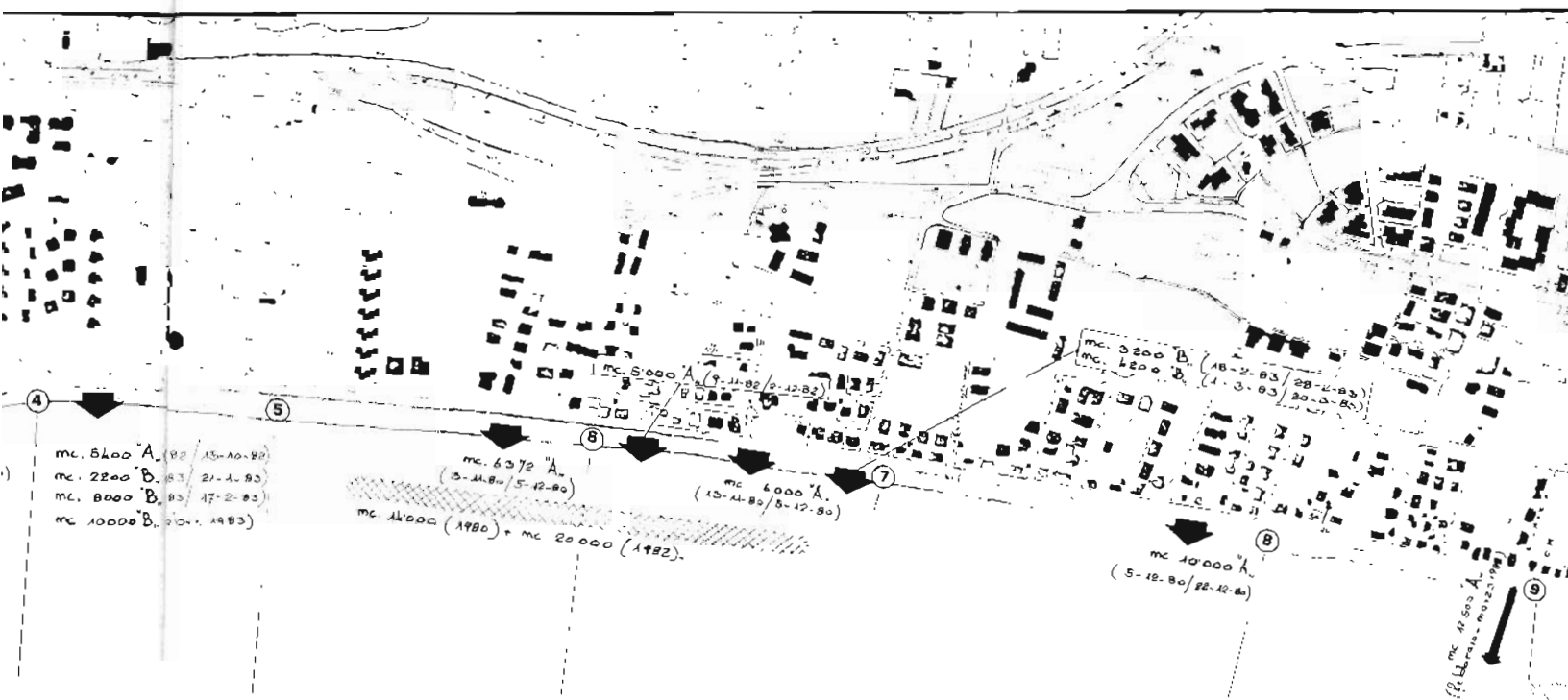
	(804) luglio 1981	
	0.641 0.263 0.133	
	(104) dicembre 1981	0.379 0.187 0.125
	(204) febbraio 1982	0.530 0.212 0.133
	(304) aprile 1982	0.609 0.288 0.166

	(802) luglio 1981	
	1.172 0.136 0.160	
	(102) dicembre 1981	0.398 0.196 0.127
	(802) febbraio 1982	0.550 0.260 0.136
	(302) aprile 1982	0.298 0.198 0.129

	(803) luglio 1981	
	0.946 0.253 0.139	
	(103) dicembre 1981	0.362 0.192 0.129
	(203) febbraio 1982	0.538 0.202 0.131
	(303) aprile 1982	0.398 0.196 0.129

	(804) luglio 1981	
	1.549 0.221 0.133	
	(104) dicembre 1981	0.826 0.286 0.160
	(204) febbraio 1982	0.602 0.268 0.136
	(304) aprile 1982	0.595 0.266 0.136

	(805) luglio 1981	
	1.549 0.221 0.133	
	(105) dicembre 1981	0.826 0.286 0.160
	(205) febbraio 1982	0.602 0.268 0.136
	(305) aprile 1982	0.595 0.266 0.136



1.349
0.221
0.153
0.826
0.288
0.140
0.602
0.263
0.156
0.595
0.254
0.156

1003	0.610
luglio 1981	0.308
1005	0.173
dicembre 1981	0.247
1001	0.151
2005	0.600
febbraio 1982	0.207
	0.132
3005	0.750
aprile 1982	0.225
	0.155

1006	13.164
luglio 1981	0.312
1004	0.112
dicembre 1981	12.902
1002	2.492
1981	0.162
2004	0.783
febbraio 1982	0.235
	0.155
3006	1.616
aprile 1982	0.231
	0.156

1007	2.627
luglio 1981	0.224
	0.133
1007	14.707
dicembre 1981	10.535
1981	0.146
1007	0.548
febbraio 1982	0.208
	0.131
3007	0.850
aprile 1982	0.243
	0.152

1008	
1008	0.754
dicembre 1981	0.230
1981	0.124
2008	0.296
febbraio 1982	0.200
	0.151
3008	12.049
aprile 1982	0.208
	0.126

1009	
1009	29.649
dicembre 1981	0.285
1981	0.137
2009	0.564
febbraio 1982	0.202
	0.102
3009	13.152
aprile 1982	0.373
	0.139

1010	
luglio 1981	
1010	
dicembre 1981	
1981	
2010	
febbraio 1982	
1982	
3010	
aprile 1982	
1982	

1003	203
dicembre 1981	dicembre 1982
14.116	0.882
0.300	0.116
0.110	0.110
0.583	0.599
0.221	0.186
0.156	0.094
0.293	0.862
0.226	0.218
0.134	0.280

MATERIALE DI RIPOSCIMENTO

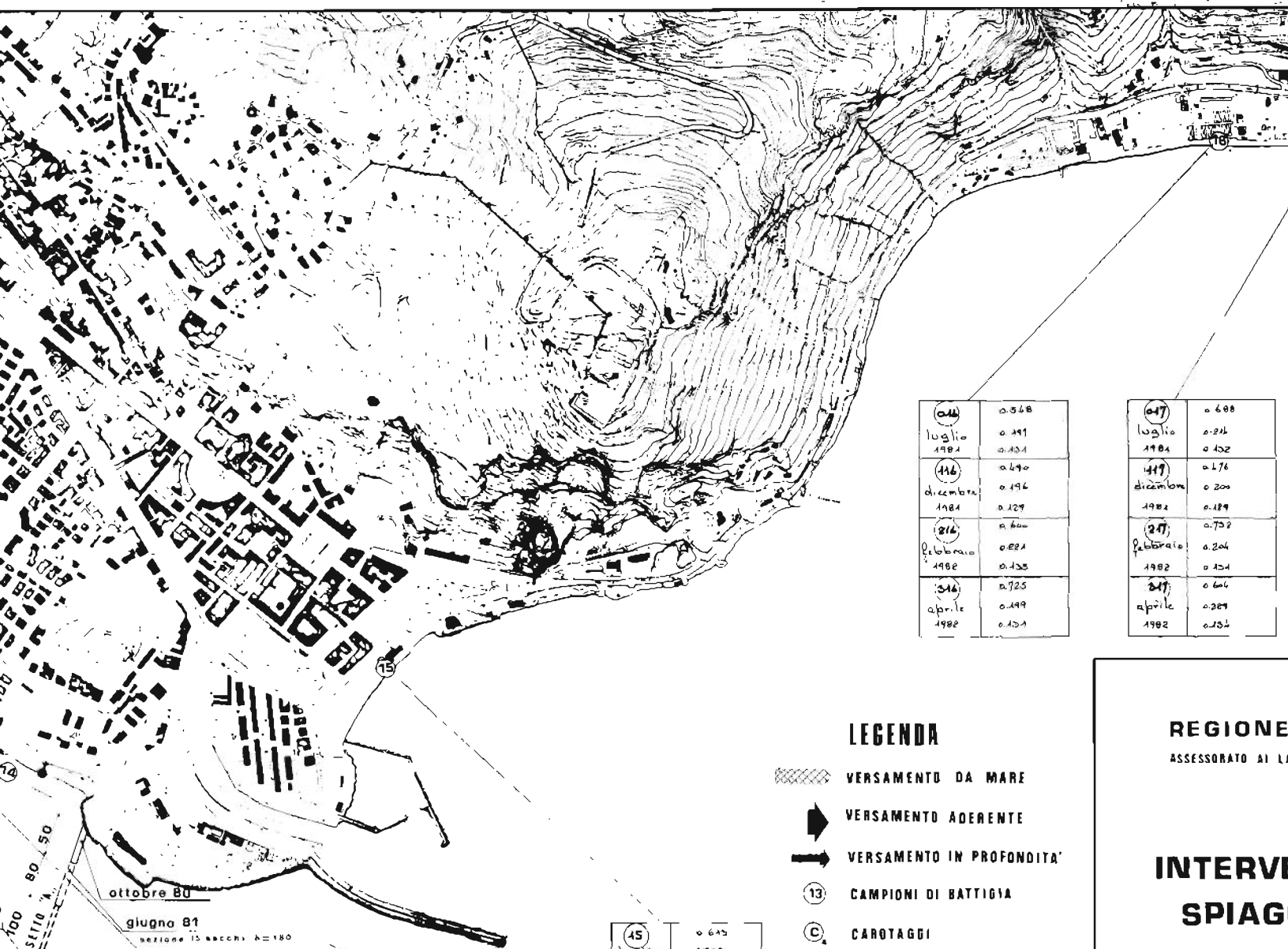
TIPO "A"

TIPO "B"

500	59.775
	1749
	0.557
	5.00
	3.00
	0.3







(046)	0.548
luglio 1981	0.491
	0.431
(146)	0.490
dicembre 1981	0.196
	0.129
(216)	0.600
febbraio 1982	0.821
	0.135
(346)	0.725
aprile 1982	0.499
	0.451

(047)	0.688
luglio 1981	0.211
	0.432
(147)	0.176
dicembre 1981	0.200
	0.189
(217)	0.732
febbraio 1982	0.204
	0.451
(347)	0.604
aprile 1982	0.289
	0.135

LEGENDA

- VERSAMENTO DA MARE
- VERSAMENTO ADERENTE
- VERSAMENTO IN PROFONDITA'
- (13) CAMPIONI DI BATTIGLIA
- (C) CAROTAGGI
- (P) CAMPIONI DI FONDO
- (412) NUMERO DI SCHEDA
- (044) " " " (FOTO 10X)
- 0,10 m. PROFONDITA' MEDIA DEL CAMPIONE
- 1% 0.615 (mm.)
- 50% 0.203 PERCENTILI
- 95% 0.131

(45)	0.645
luglio 1981	0.203
	0.131
(145)	0.131
dicembre 1981	0.202
	0.131
(245)	0.759
febbraio 1982	0.201
	0.129
(345)	0.720
aprile 1982	0.499
	0.135

(14)	0.10 m.	1.15 m.
luglio 1981	0.024	3.258
	0.241	0.242
	0.127	0.129
(204)	0.10 m.	0.65 m.
febbraio 1982	0.979	7.604
	0.293	0.289
	0.168	0.140
		0.193

1.30 m.
1.791
0.617
0.463

204	304
febbraio 1982	aprile 1982
0.646	0.602
0.199	0.216
0.127	0.135
0.262	0.244
0.194	0.212
0.998	0.135
0.680	0.334
0.193	0.201
0.131	0.154

(046)	0.612
luglio 1981	0.282
	0.140
(146)	0.502
dicembre 1981	0.214
	0.135
(246)	0.602
febbraio 1982	0.234
	0.135
(346)	0.492
aprile 1982	0.255
	0.138

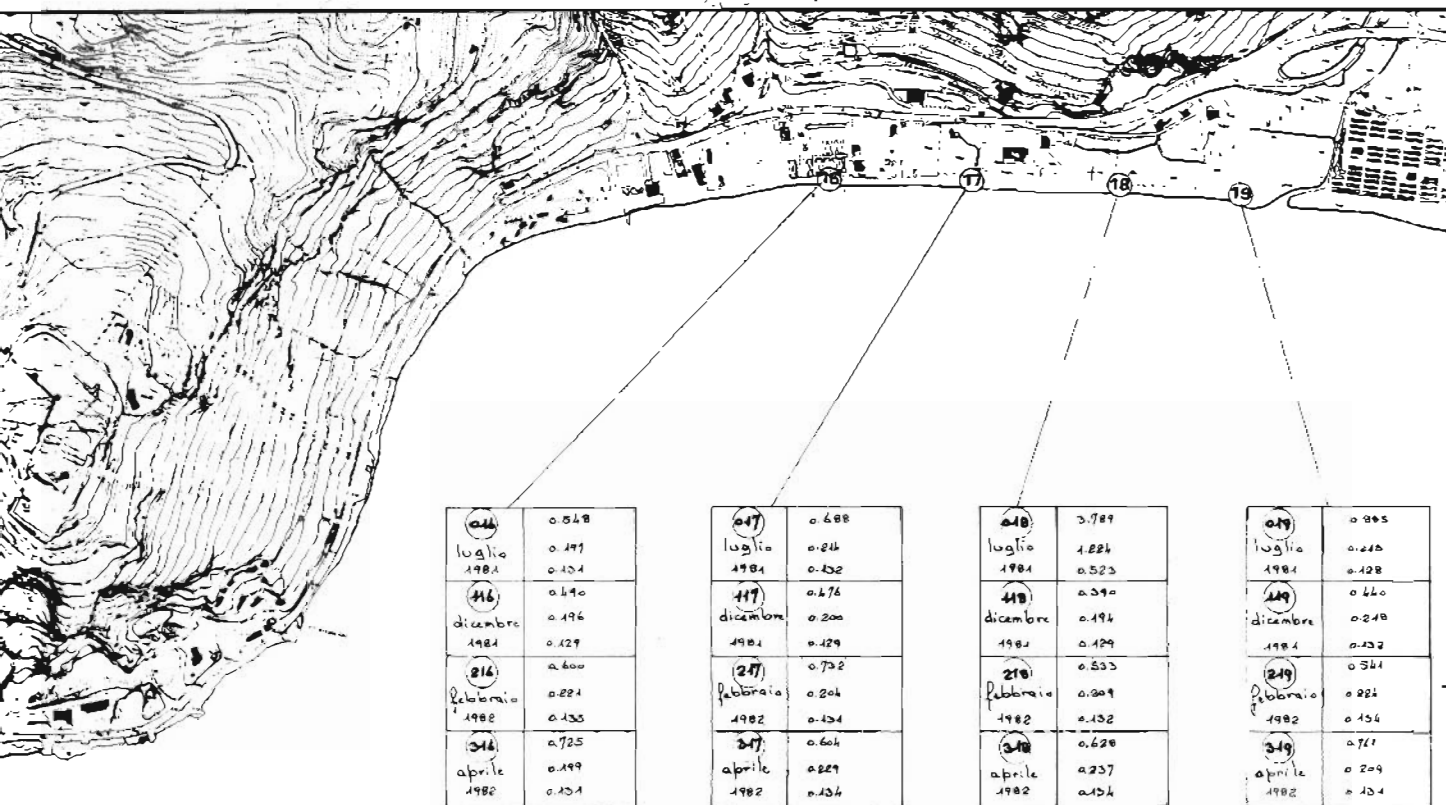
REGIONE
ASSESSORATO AL L

INTERVI
SPIAG
(TRA

3/D TAVOL

SCHEMA DELL
TEMPI DI REA
CAMPIONATUR
DELLE ANALIS

SAVONA, ottobre 1



LEGENDA

VERSAMENTO DA MARE

VERSAMENTO ADERENTE

VERSAMENTO IN PROFONDITA'

13 CAMPIONI DI BATTIGIA

C CAROTAGGI

P CAMPIONI DI FONDO

412 NUMERO DI SCHEBA

111 " " " [FOTO 10X]

011 PROFONDITA' MEDIA DEL CAMPIONE

1% 0.615 (mm)

50% 0.203 PERCENTILI

95% 0.104

45	0.615
luglio 1981	0.203
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104
luglio 1981	0.104

REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

INTERVENTO SPERIMENTALE SPIAGGIA DI TERRACINA

(TRA FOCE PORTATORE E APPRODO)

3/D TAVOLA 1

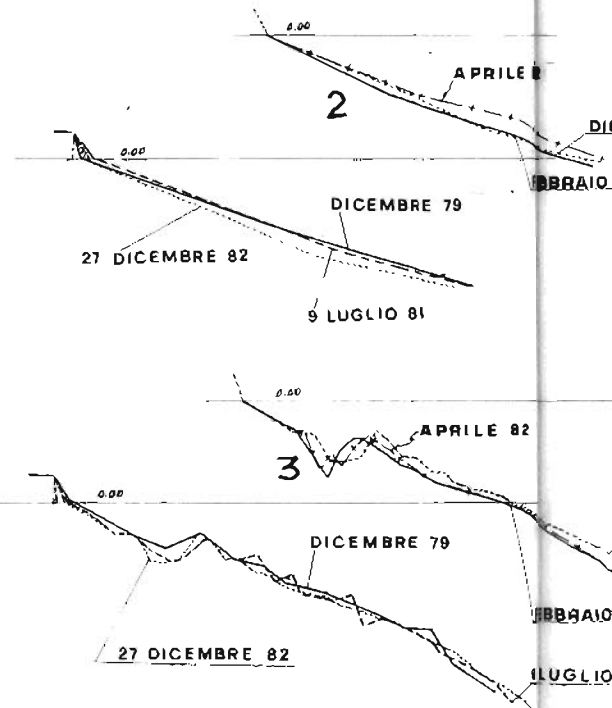
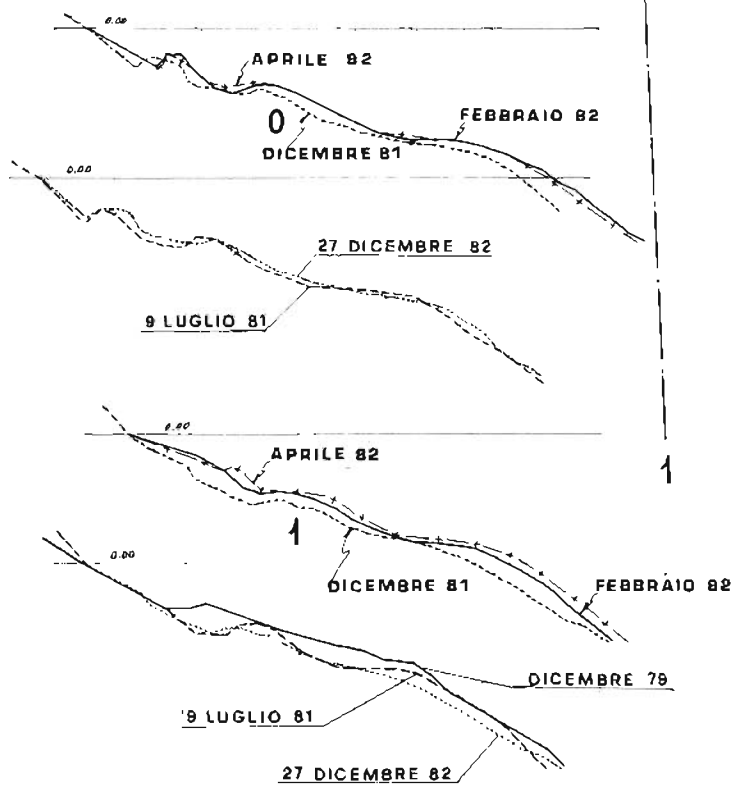
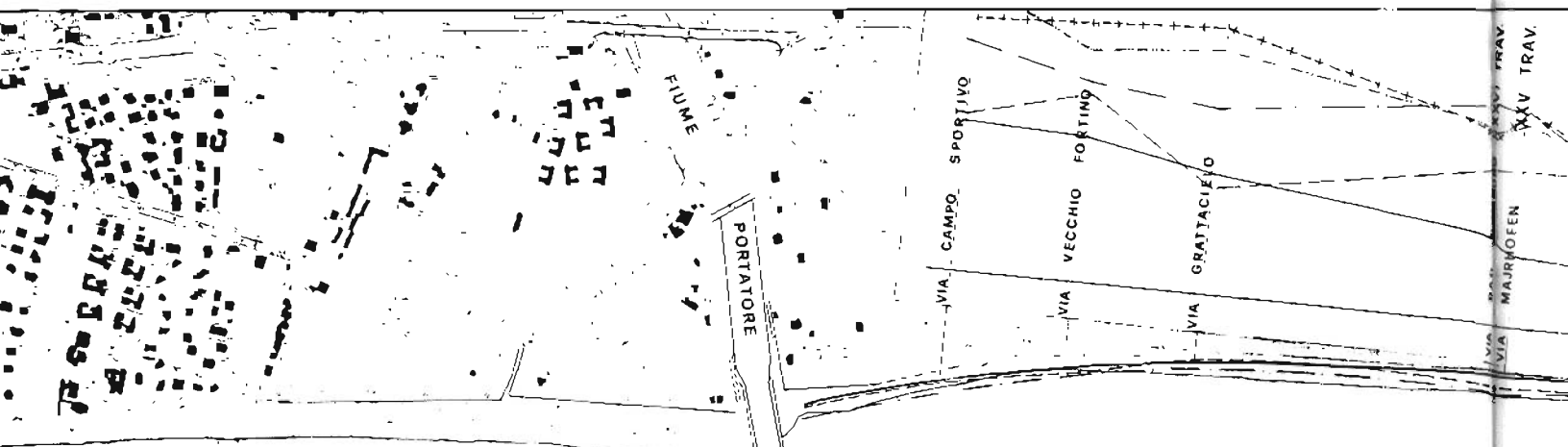
SCHEMA DELLE OPERE FISSE, VERSAMENTI E
TEMPI DI REALIZZAZIONE
CAMPIONATURA DEL FONDO E RISULTATI SINTETICI
DELLE ANALISI DI SEDIMENTO

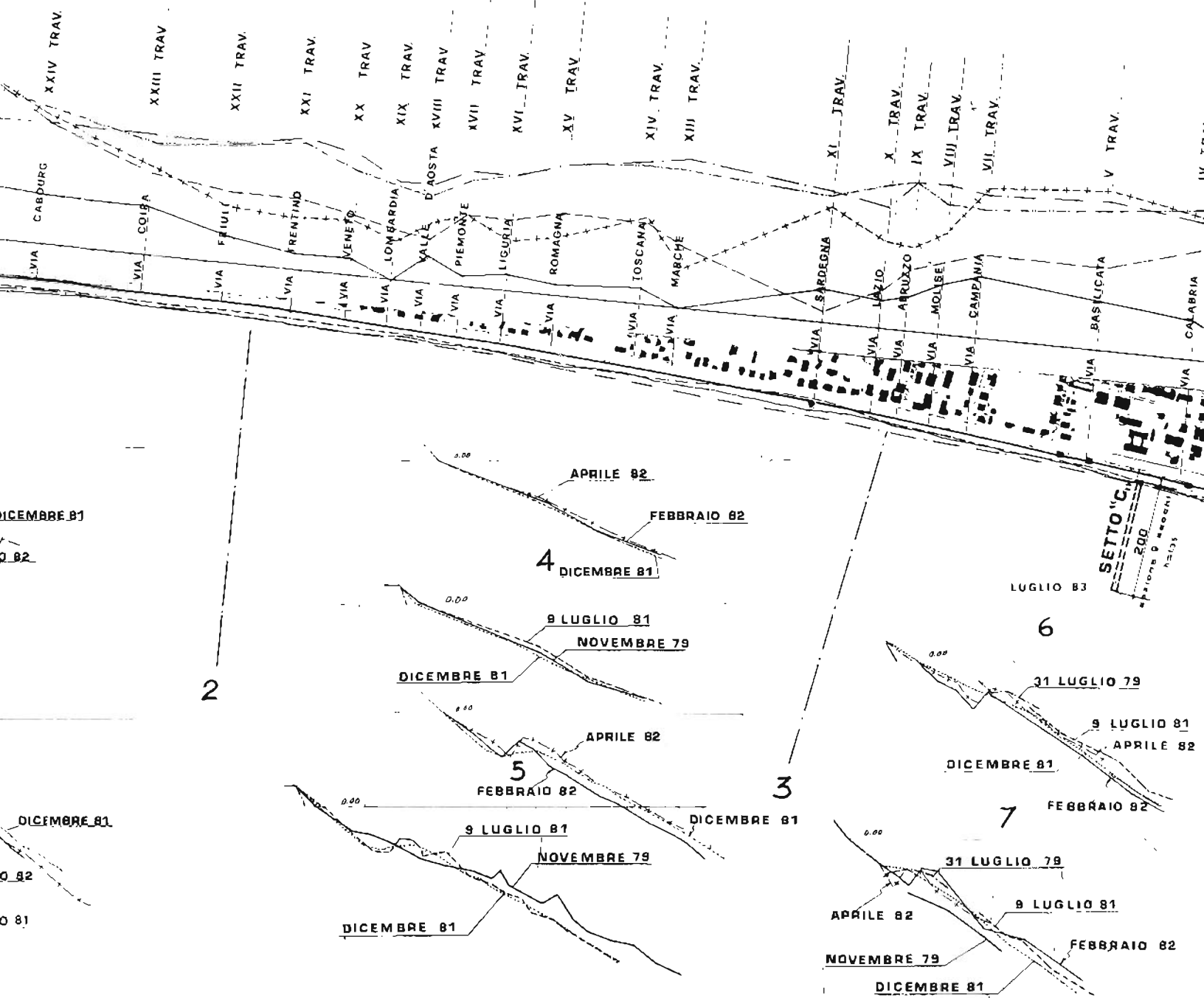
SAVONA, ottobre 1984

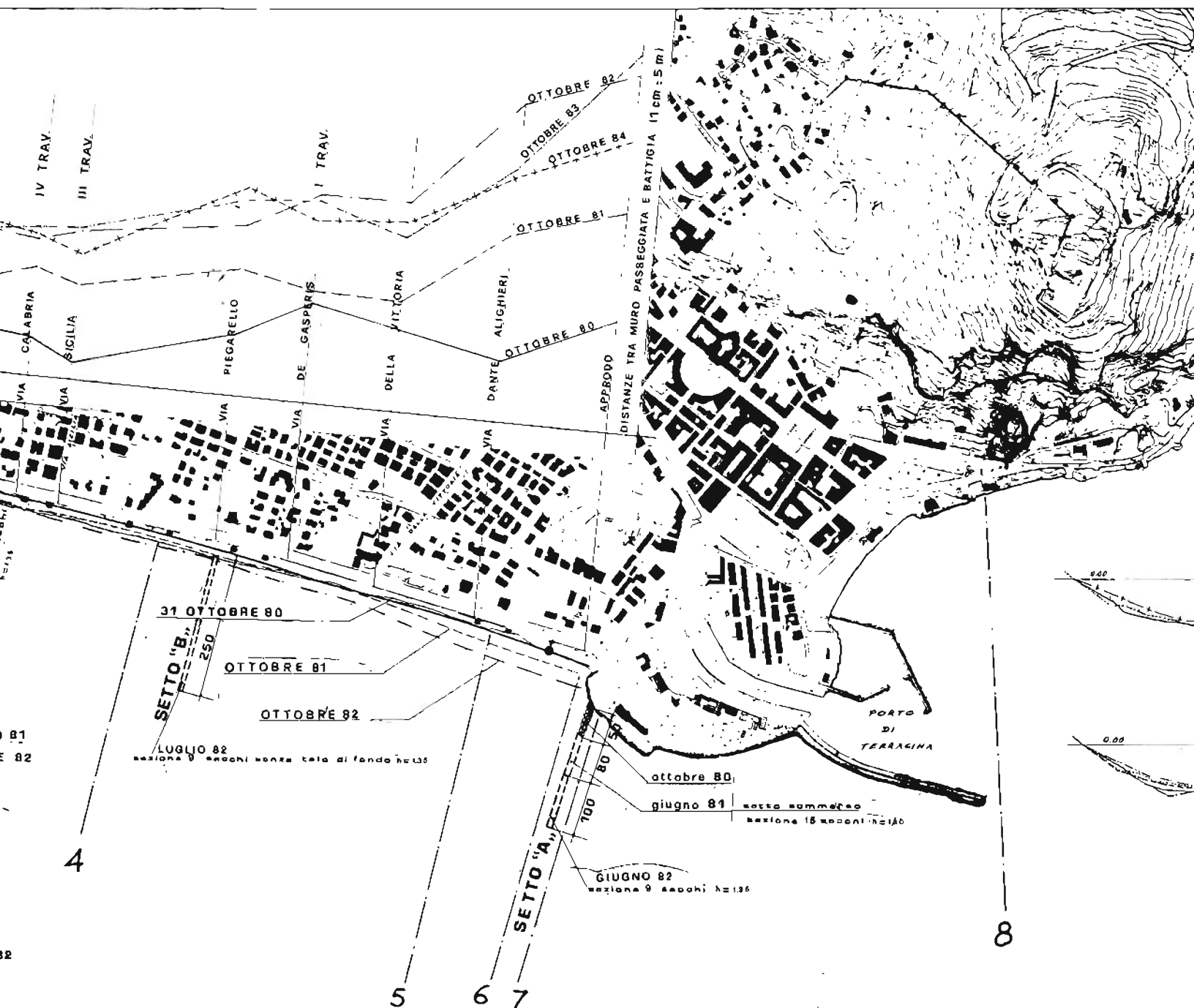
1:5'000

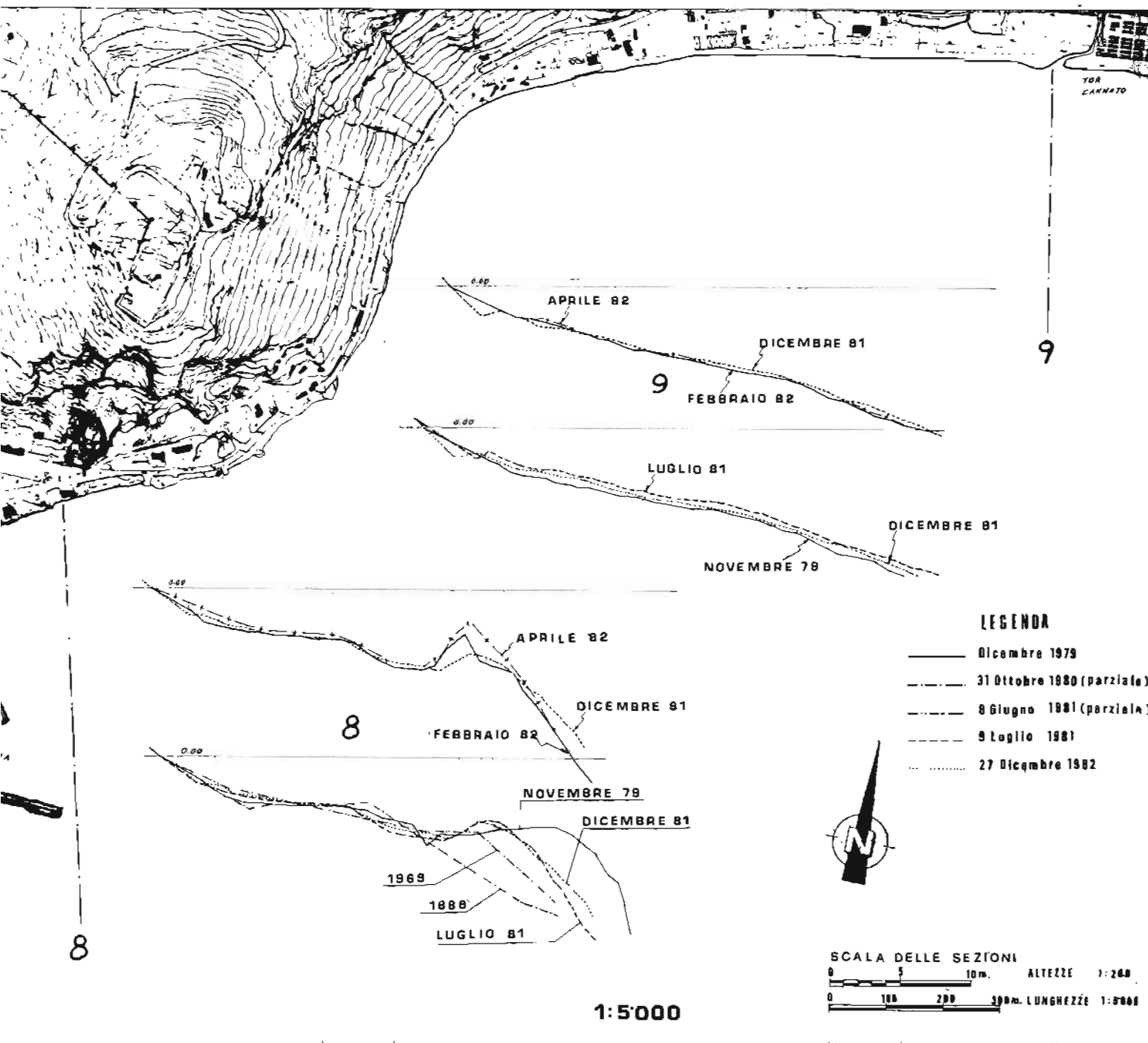
STUDIO
VOLTA

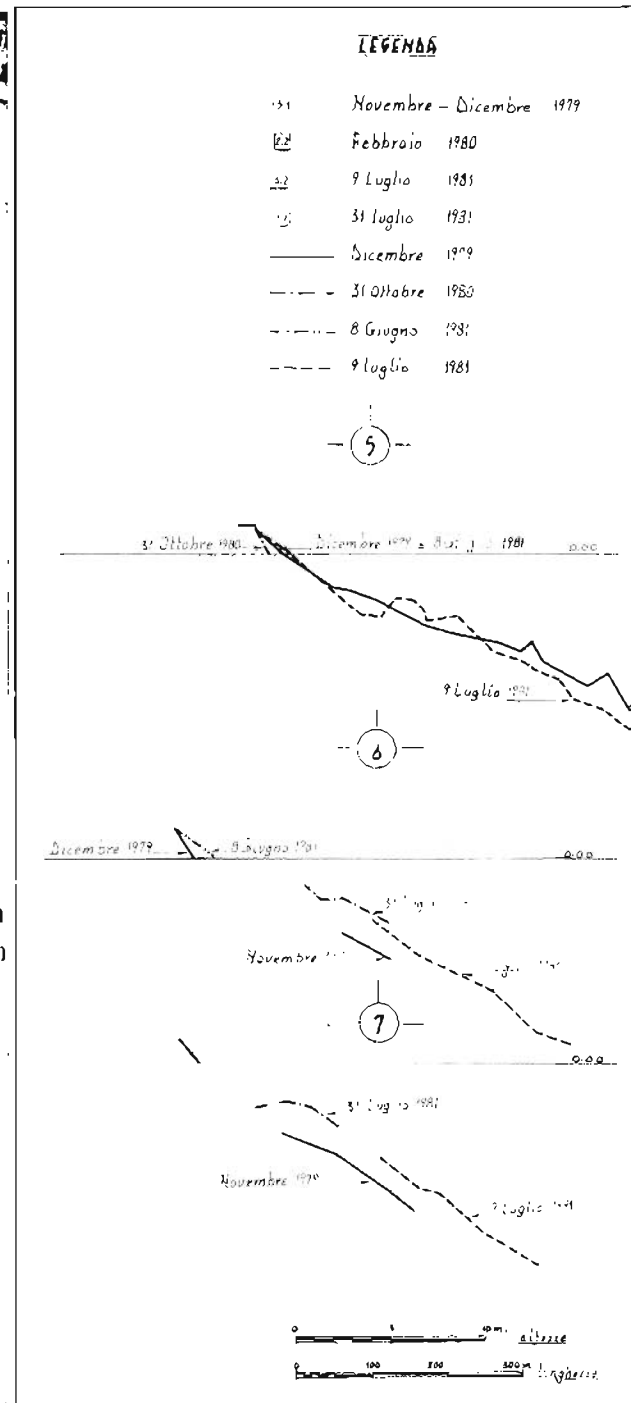
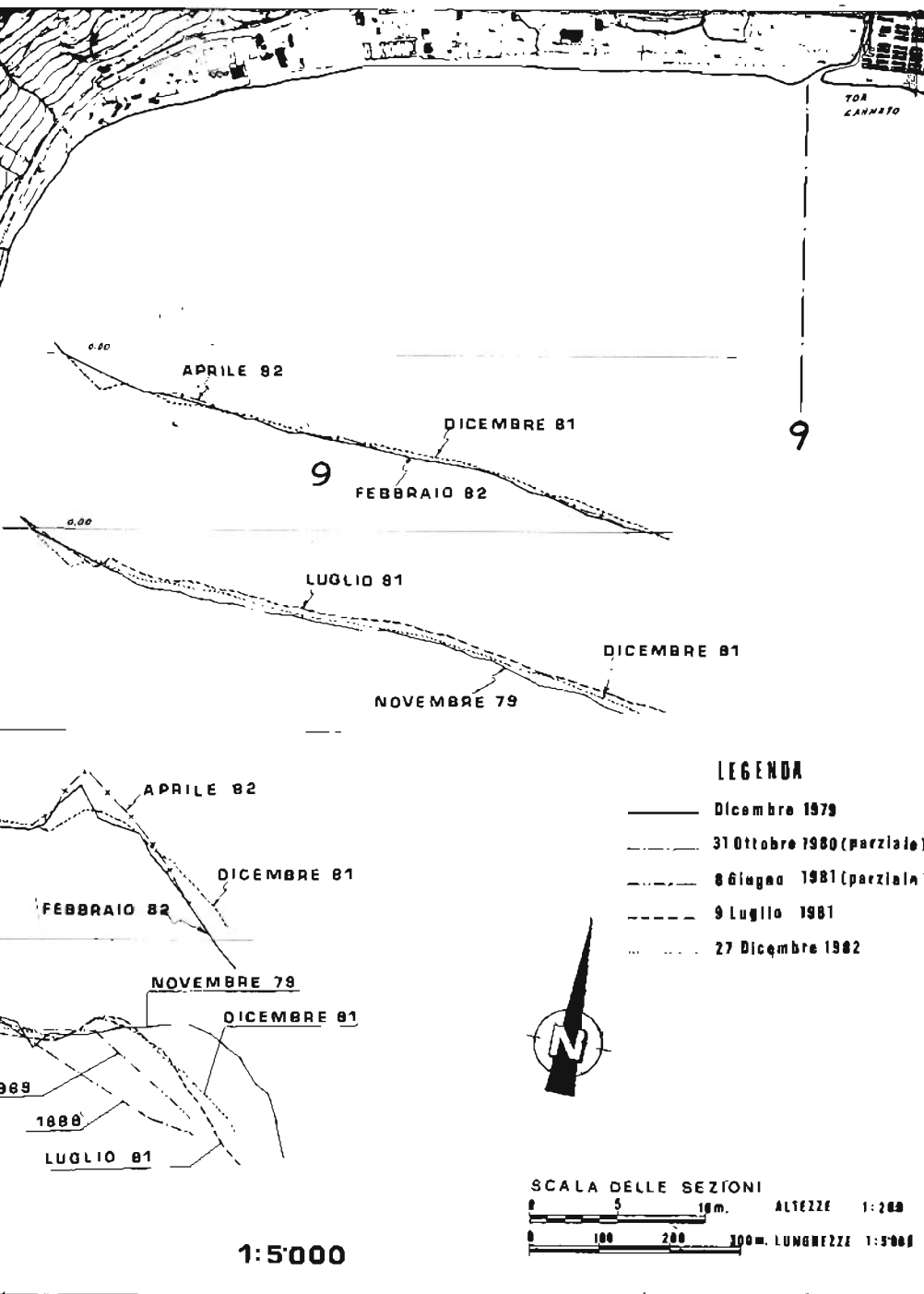
Le scale indicate sulle tavole sono relative al lavoro originale. Per esigenze di stampa le tavole sono state ridotte del 50 per cento; pertanto le scale risultano raddoppiate ($1/50.000 = 1/100.000$; $1/10.000 = 1/20.000$ ecc).

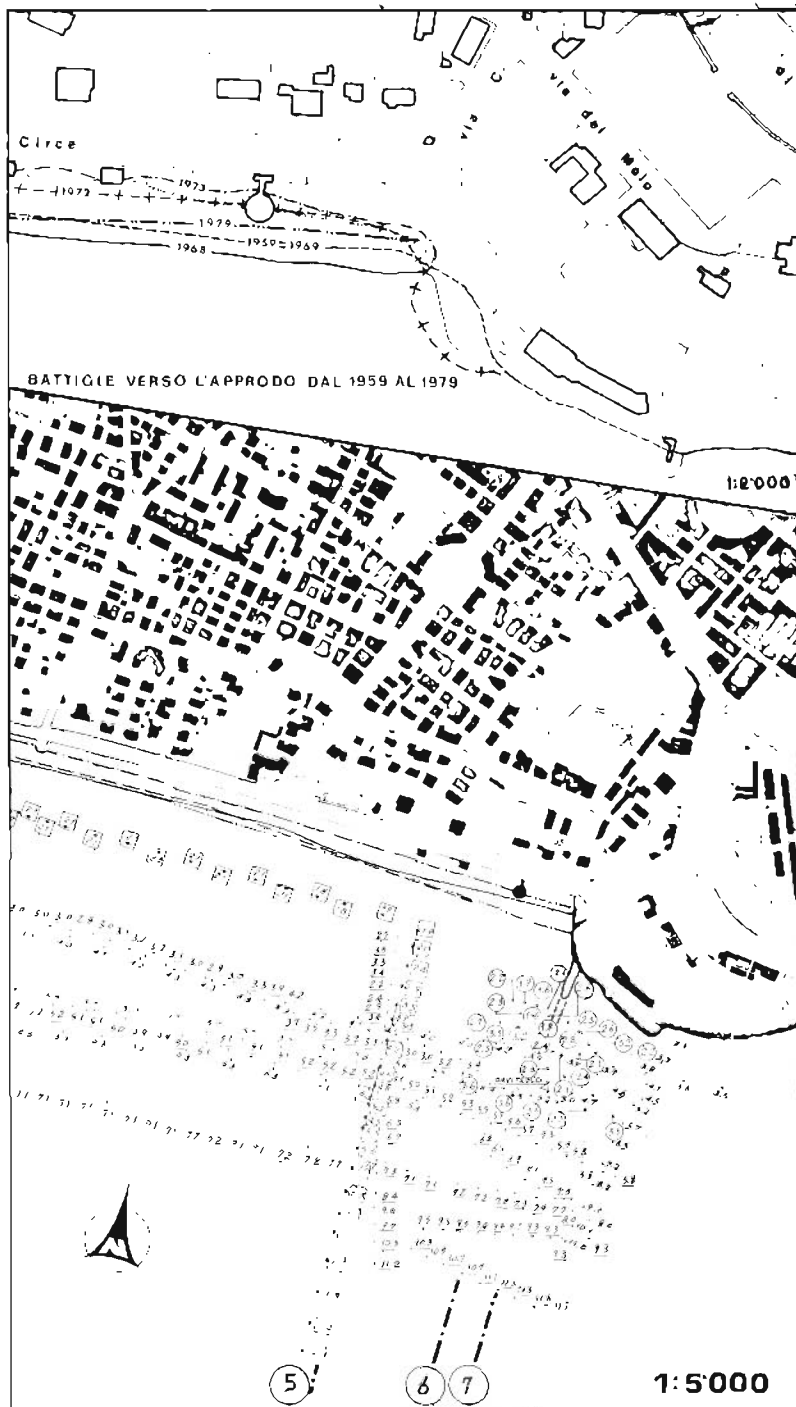












REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

INTERVENTO SPERIMENTALE SPIAGGIA DI TERRACINA

(TRA FOCE PORTATORE E APPRODO)

3/D TAVOLA 2

CONFRONTI BATIMETRI E DI LINEA DI BATTIGLIA

QUOTA DI RIFERIMENTO: LIVELLO MEDIO MARE

SAVONA, ottobre 1984

1:5'000



Le scale indicate sulle tavole sono relative al lavoro originale. Per esigenze di stampa le tavole sono state ridotte del 50 per cento; pertanto le scale risultano raddoppiate ($1/50.000 = 1/100.000$; $1/10.000 = 1/20.000$ ecc).



REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

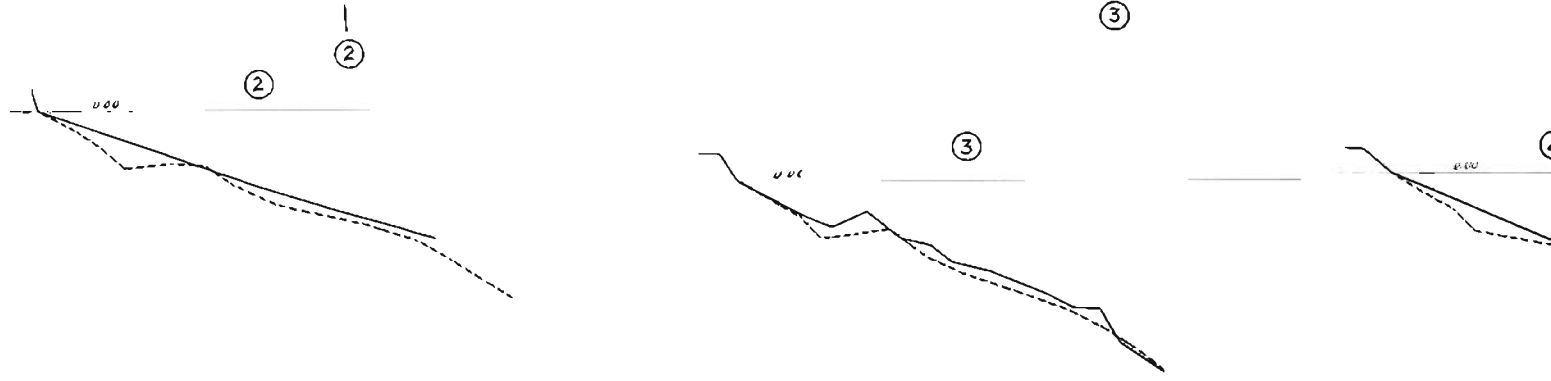
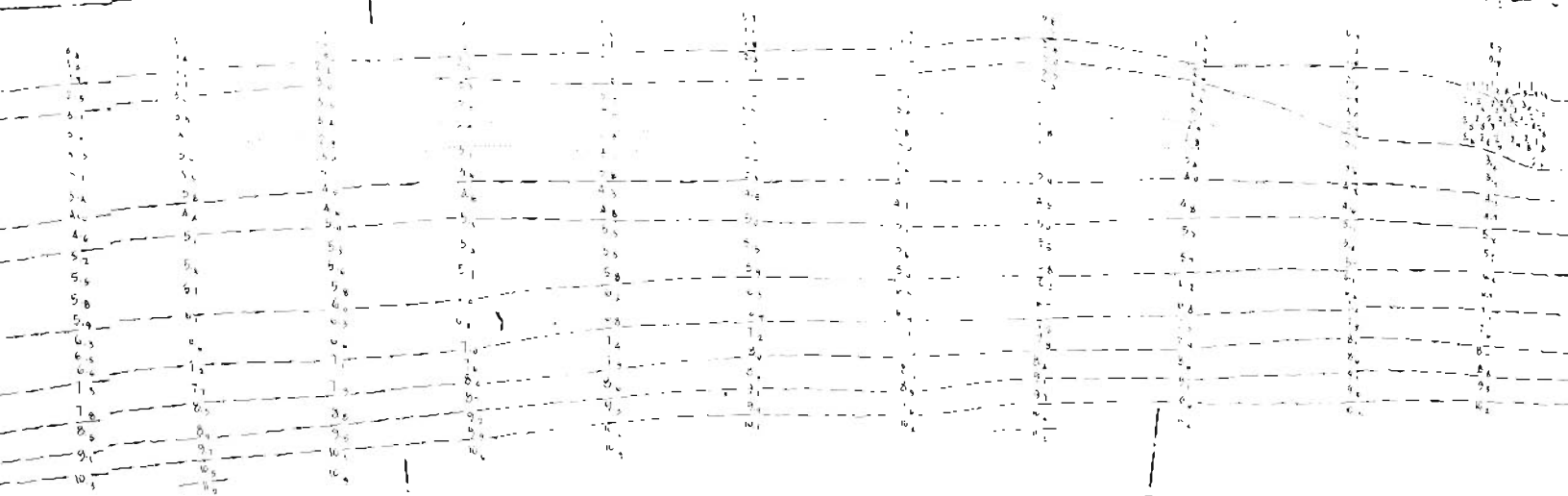
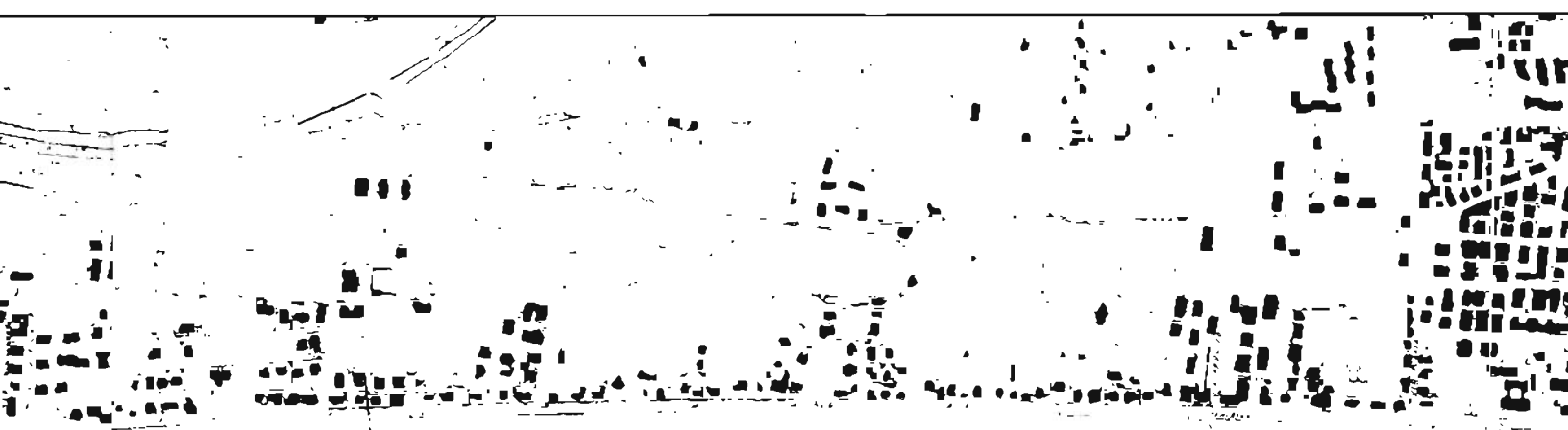
INTERVENTO SPERIMENTALE SPIAGGIA DI TERRACINA

(TRA FOCE PORTATORE E APPRODO)

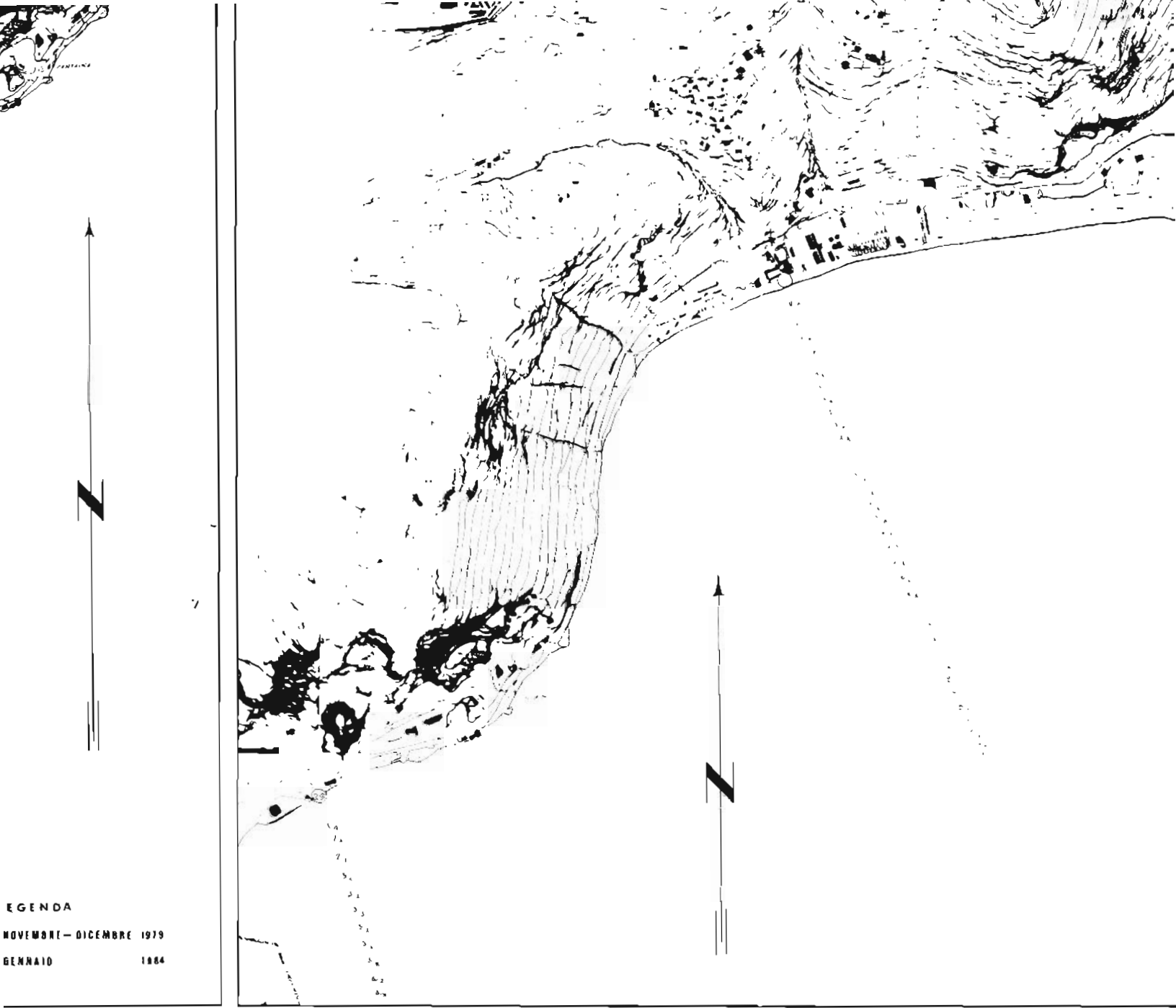
3/D TAVOLA 3

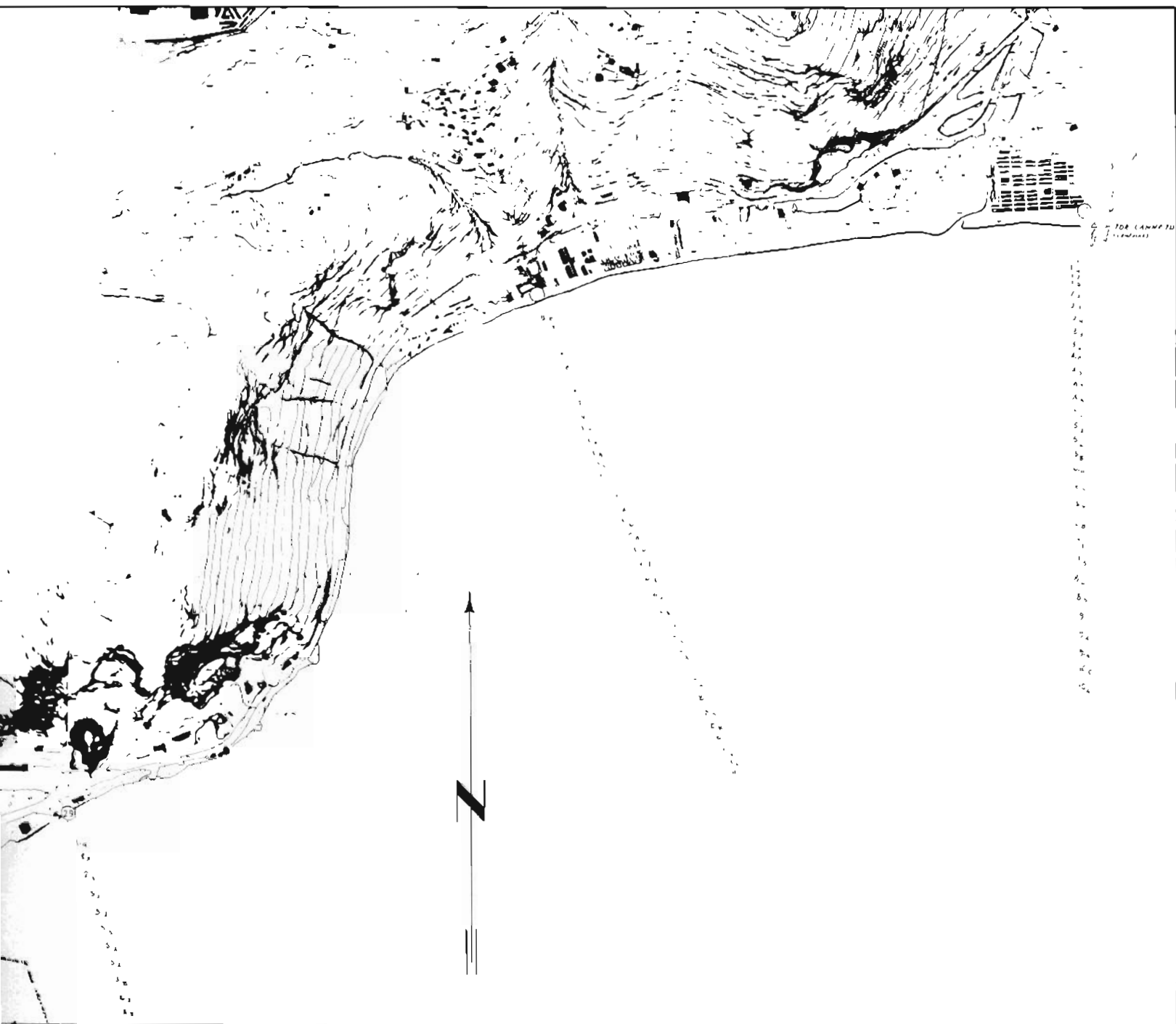
**CONFRONTO TRA LE BATIMETRIE NOVEMBRE 1979
E GENNAIO 1984**

N.B. — LE QUOTE DEI CAPITALI ORIGINE DELLE SEZIONI, SONO DEPOSITATE
PRESSO L'ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI—REGIONE LAZIO.
UFFICIO DEL GENIO CIVILE

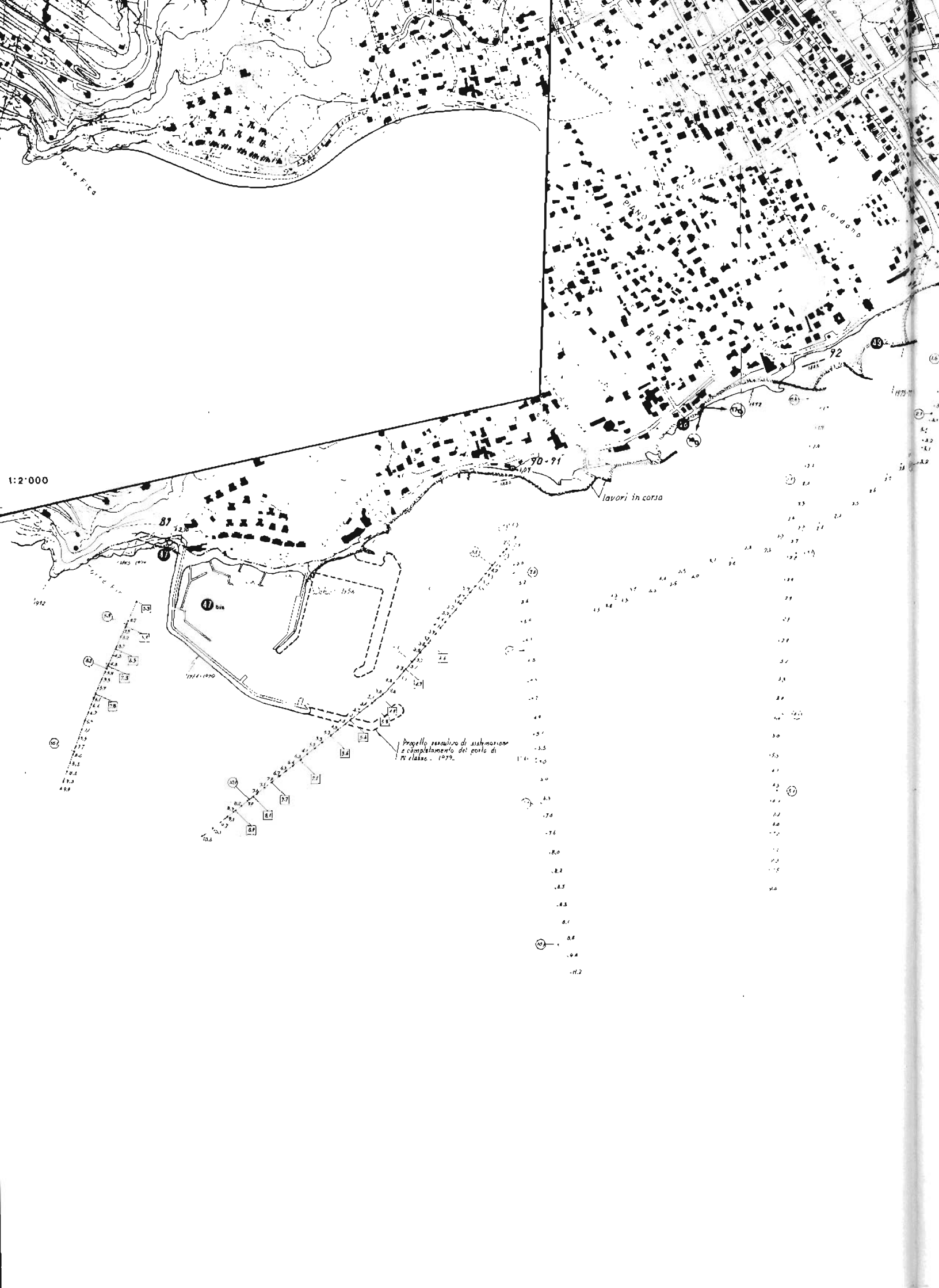




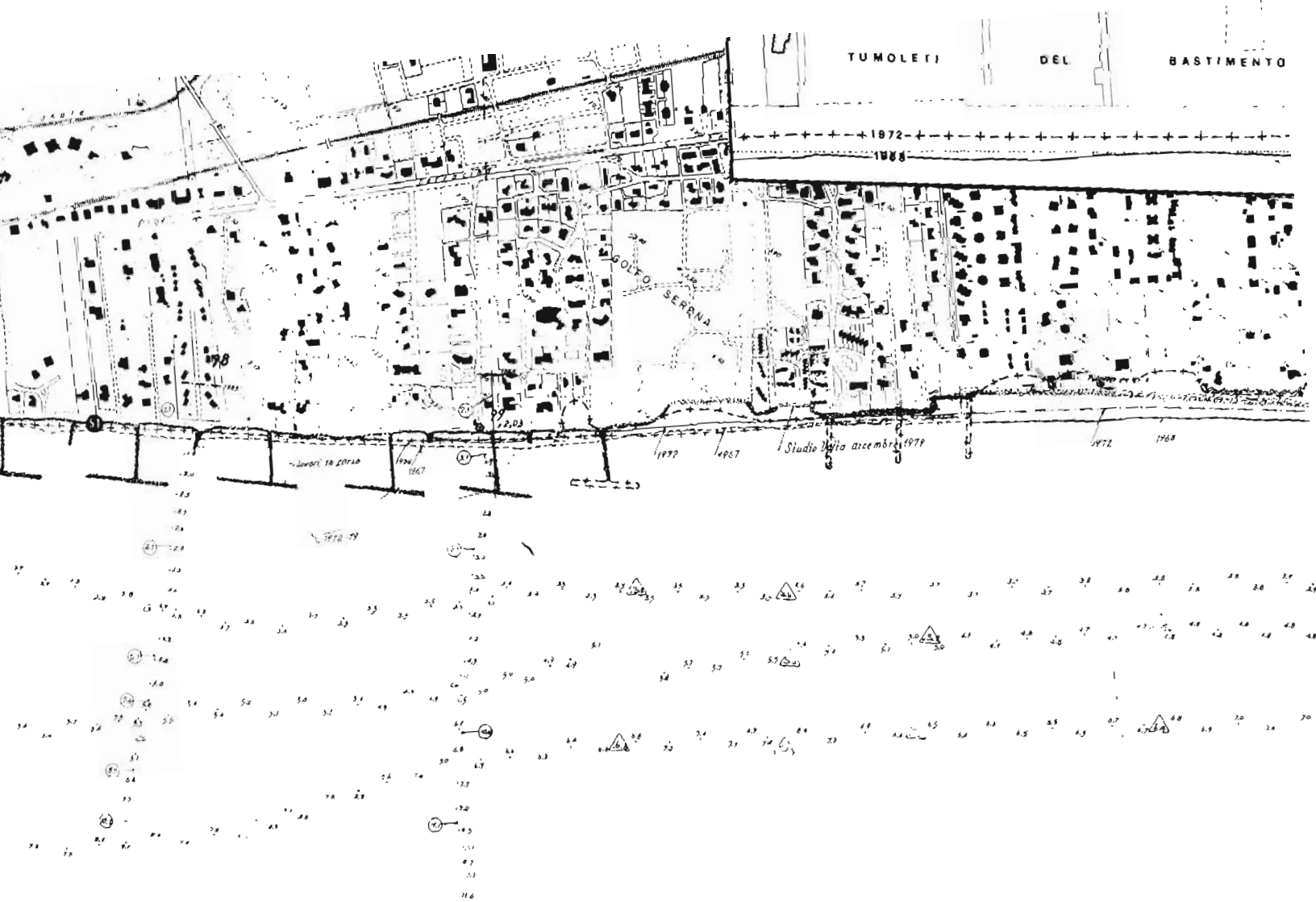




Le scale indicate sulle tavole sono relative al lavoro originale. Per esigenze di stampa le tavole sono state ridotte del 50 per cento; pertanto le scale risultano raddoppiate ($1/50.000 = 1/100.000$; $1/10.000 = 1/20.000$ ecc).







14

BASTIMENTO

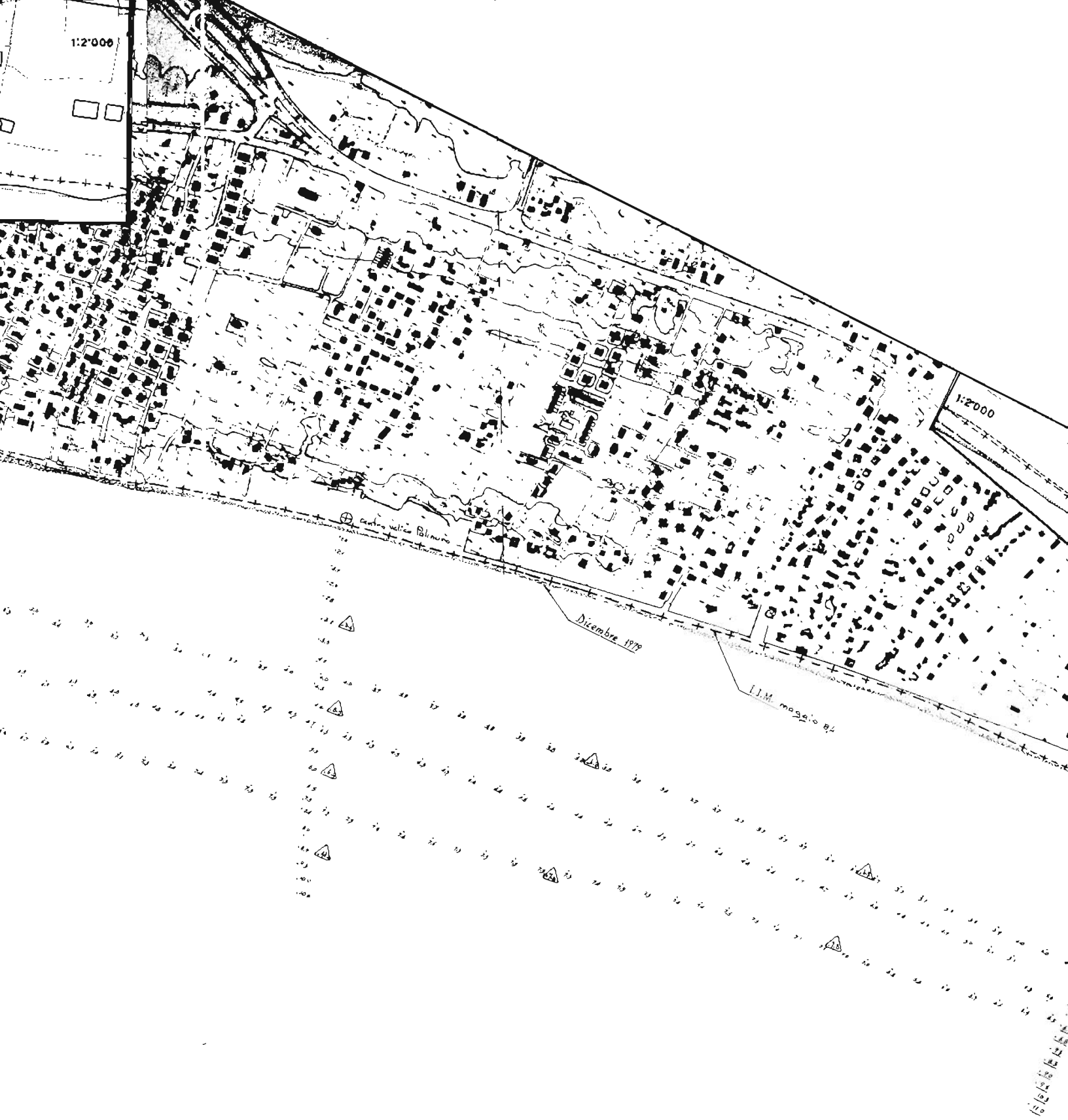
Flume Ste.





segue dietro
sovrapporre





LEGENDA

STUDIO VOLTA - NOVEMBRE 1979

I.L.M. 1983

I.L.M. 1989

LUGLIO 1981

IDROCARTE - AGOSTO 1984

DICEMBRE 1979

1958

1967

1968

1972

GIUGNO 1981

LUGLIO 1981

I.L.M. - MAGGIO 1984

REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

INTERVENTO SPERIMENTALE SPIAGGIA DI TERRACINA

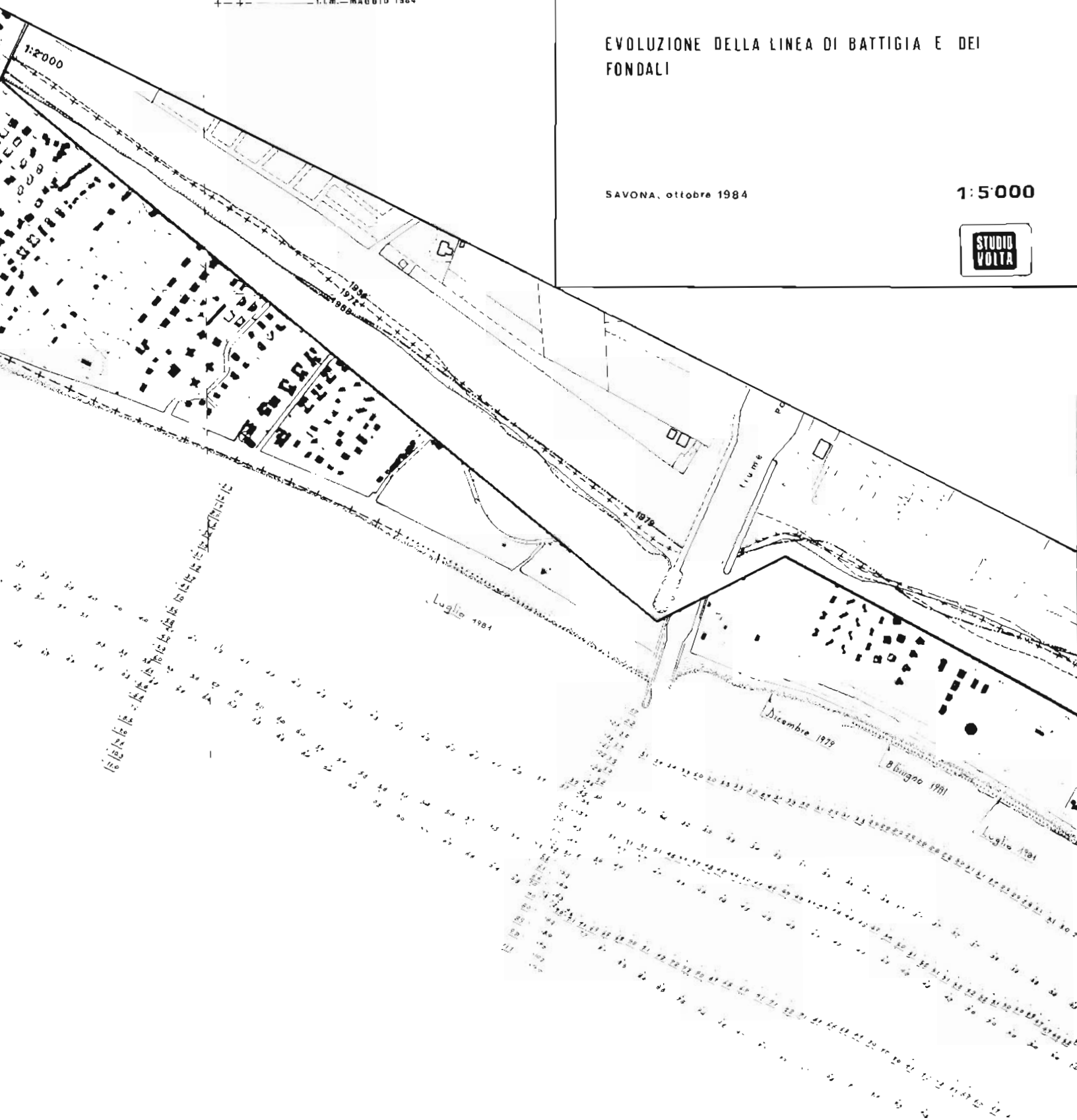
(TRA FOCE PORTATORE E VIALE ORTENSIE)

3/D TAVOLA 4

EVOLUZIONE DELLA LINEA DI BATTIGIA E DEI
FONDALI

SAVONA, ottobre 1984

1:5'000



INDICE

	PRESENTAZIONE	5
PARTE 3/A	ZONA CAMPIONE DI TARQUINIA	7
1.	Relazione Generale	9
1.1	Studio Idraulico-marittimo	9
1.1.1	Onde di Mezzogiorno e Libeccio	9
1.1.2	Onde di Maestro-Levante	9
1.2	Studio Storico	9
1.2.1	Confronti Cartografici	9
1.2.2	Cartografia antica a grande scala	9
1.2.3	Confronto della cartografia I.G.M.	10
1.2.4	Confronto della cartografia catastale in piccola scala e rilievo attuale della linea di costa	10
1.2.5	Confronto della batimetria attuale con batimetria I.I.M. del 1883	10
1.2.6	Notizie storiche particolari	10
1.2.7	Osservazioni effettuate dell'anno 79-80	11
1.3	Studio Sedimentologico	11
1.3.1	Diffrattegrammi e foto morfoscopiche	13
1.3.2	Analisi granulometriche	13
1.3.3	Calcimetria	16
1.3.4	Carotature	16
1.4	Ricostruzione dell'evoluzione della spiaggia ed interpretazione dell'equilibrio psammografico	16
1.5	Programmi di intervento del Ministero LL.PP. e previsione dell'evoluzione del fenomeno	17
1.6	Possibilità di interventi portuali sul litorale di Tarquinia	18
2.	Progetto generale di massima	18
2.1	Relazione tecnica	18
2.2	Computo metrico estimativo	18
3.	Progetto pilota n. 5	19
3.1	Relazione Tecnica	19
3.1.1	Scelta delle opere prioritarie	19
3.1.2	Granulometria del materiale di versamento	19
3.1.3	Dimensionamento delle opere	19
3.1.4	Previsioni degli effetti	19
3.1.5	Predisposizioni di osservazioni	20
3.2	Stima dei lavori	20
	ALLEGATI	
	Cartografia antica	22
	Confronto cartografia I.G.M.	25
	Tavole	41

1.	Relazione generale	51
1.1	Studio idraulico-marittimo	51
1.2	Studio storico	51
1.2.1	Cartografia antica	51
1.2.2	Confronto della cartografia I.G.M.	51
1.2.2.1	Tratto a Nord di Fiumara Grande	51
1.2.2.2	Tratto tra Fiumara Grande e l'allineamento di Via Cristoforo Colombo	52
1.2.3	Evoluzione della batimetria	52
1.2.4	Confronto della cartografia recente	52
1.3	Studio sedimentologico	53
1.3.1	Diffratogrammi e foto morfoscopiche	53
1.3.2	Analisi granulometriche	53
1.3.3	Carotature	58
1.3.4	Calcimetria	58
1.4	Interpretazione dell'equilibrio psammografico e dell'evoluzione storica del litorale	59
1.5	Programmi di intervento del Ministero LL.PP. e previsione dell'evoluzione del fenomeno	61
1.6	Analisi della situazione attuale in relazione a possibili interventi alternativi al programma in corso	61
1.7	Impostazione di una strategia di intervento	61
1.7.1	Tipo di intervento da sviluppare nella zona I	62
1.7.2	Interventi previsti nelle zone II	62
1.8	Orientamento sul possibile intervento nell'ambito della zona campione	62
1.8.1	I Soluzione: Alveoli di tipo francese - Eventuale variante al progetto Ministero LL.PP.	62
1.8.2	Altre alternative	64
1.8.3	La soluzione proposta	64
1.9	Iniziative portuali alla foce del Tevere	64
2.	Progetto generale di massima	64
2.1	Relazione tecnica	64
2.1.1	Caratteristiche irrinunciabili dell'intervento	64
2.1.2	Tipo di intervento	64
2.2	Computo metrico estimativo	65
3.	Progetto pilota n. 4	65
3.1	Relazione tecnica	65
3.1.1	Impostazione del progetto	65
3.1.2	Dimensionamento delle strutture	65
3.1.3	Granulometria e quantità del materiale di ripascimento da versare	65
3.1.4	Scelta della priorità di intervento	66
3.1.5	Previsione degli effetti	66
3.1.6	Predisposizione di osservazioni sistematiche	66
3.2	Stima dei lavori	67
3.3	Possibile evoluzione del tipo di intervento	67
	ALLEGATI	
	Cartografia antica	71
	Confronto cartografia I.G.M.	75
	Tavole	101

1.	Relazione generale	119
1.1	Studio idraulico-marittimo	119
1.1.1	Onde di Mezzogiorno	119
1.1.2	Onde di Libeccio e Maestro Levante	119
1.1.3	Onde di Scirocco - Levante	119
1.1.4	Diagramma dell'energia del moto ondoso	119
1.2	Studio storico	119
1.2.1	Cartografia antica e notizie bibliografiche	119
1.2.2	Confronto della cartografia I.G.M.	120
1.2.3	Confronto della cartografia recente in piccola scala e rilievo attuale della linea di costa	120
1.2.4	Evoluzione della batimetria	121
1.3	Studio sedimentologico	124
1.3.1	Diffratlogrammi e foto morfoscopiche	124
1.3.2	Analisi granulometriche	125
1.3.3	Carotature	125
1.4	Individuazione dell'equilibrio psammografico e ricostruzione dell'evoluzione recente della spiaggia	128
1.5	Programmi di intervento del Ministero LL.PP. e previsione dell'evoluzione del fenomeno	129
1.5.1	Interpretazione dell'evoluzione della spiaggia in periodo recente e previsioni della futura evoluzione	129
1.6	Problema dell'ampliamento del porto di S. Felice Circeo	129
2.	Progetto generale di massima	130
2.1	Relazione tecnica	130
2.1.1	Scopo dell'intervento e premesse	130
2.1.2	La situazione attuale	130
2.1.3	Ipotesi ed elementi in base ai quali è stato impostato l'intervento	130
2.1.4	Interventi previsti nella zona compresa tra la località Tumoleti di Terracina e l'“Approdo”	130
2.1.4.1	1 setti sommersi	131
2.1.4.1.1	Tipo di strutture adottate	131
2.1.4.1.2	Profilo dei setti sommersi	132
2.1.4.2	Possibilità di adeguamento successivo delle strutture per ottenere un nuovo avanzamento della spiaggia	132
2.1.5	Interventi previsti nella zona compresa tra la località Tumoleti di Terracina e il porto di San Felice Circeo	132
2.1.7	Impostazione degli interventi pilota	132
2.1.7.1	Intervento pilota n. 1	132
2.1.7.2	Intervento pilota n. 2	132
2.1.7.3	Progetto pilota n. 3	133
2.2	Compito metrico estimativo	133
3.	Progetto pilota n. 1	134
3.1	Relazione tecnica	134
3.1.1	Premesse	134
3.1.2	Tipo di intervento proposto	135
3.1.3	I particolari della proposta	136
3.1.4	Versamenti di ripascimento	136
3.1.5	Previsione degli effetti dell'intervento	137
3.1.6	Possibilità di approfondire le conoscenze sul flusso detritico servendosi dei versamenti artificiali	137
3.1.7	Spese tecniche per direzione lavori e per osservazioni sugli effetti dell'intervento	137
3.2	Computo metrico estimativo	137
4.	Progetto pilota n. 2	138
4.1	Relazione tecnica	138

4.1.1	Granulometria del materiale di ripascimento	138
4.1.2	Forma e posizione del setto	138
4.1.3	Previsione degli effetti	138
4.1.4	Predisposizione di osservazioni sperimentali	138
4.2	Computo metrico estimativo	138
5.	Progetto pilota n. 3	139
5.1	Relazione tecnica	139
5.1.1	L'intervento	139
5.1.2	Predisposizione di osservazioni sperimentali	139
5.2	Stima dei lavori	140
	ALLEGATI	
	Cartografia antica	143
	Confronto cartografia I.G.M.	150
	Tavole	173

	Relazione finale	207
1.	Premessa	207
2.	Realizzazione e successione degli interventi	207
3.	Rilievi di controllo	208
4.	Articolazione temporale dei lavori	208
5.	Analisi sedimentologiche	209
6.	Evoluzione della batimetria	209
7.	Risultati ottenuti nel tratto di 4,2 km oggetto dell'intervento	209
7.1	Evoluzione della spiaggia nel periodo ottobre 1980-ottobre 1982	209
7.2	Evoluzione della spiaggia nel periodo ottobre 1982-ottobre 1984	210
8.	Esame della situazione nel contesto dell'evoluzione costiera del litorale	210
9.	Considerazioni finali sui risultati conseguiti	211
	ALLEGATI	
	Allegato 1 - Verbale di constatazione	215
	Allegato 2 - Analisi sedimentologica	216
	Allegato 3 - Foto micro di campioni di sedimento	217
	Allegato 4 - Documentazione fotografica	218
	Tavole	237