APPROFONDIMENTO DELLO STUDIO NELLE ZONE PARTICOLARMENTE SOGGETTE AD EROSIONE
PROGETTO GENERALE DI MASSIMA
PROGETTO PILOTA N. 5

Luglio 1980

PARTE

3/A

ZONA CAMPIONE DI TARQUINIA

1. RELAZIONE GENERALE

1.1 Studio Idraulico-marittimo

Sono stati sviluppati in scala 1/5.000 i piani d'onda in basso fondale delle tre ondazioni principali ed i relativi diagrammi di trasporto (1).
Esse costituiscono lo sviluppo in basso fondale dei piani d'onda in alto fondale tracciati nel quadro dello Studio generale in scala 1/100.000 e vanno consultate con gli avvertimenti richiamati brevemente nella prima parte del presente.

1.1.1 *Onde di Mezzogiorno e Libeccio*

Con ambedue le ondazioni e quindi praticamente con tutte quelle provenienti dalle direzioni comprese tra Scirocco fino quasi a Levante, l'inclinazione dei fronti d'onda è rivolta verso Nord da San Giorgio a Marina Velca ed oltre.
Una inversione localizzata si nota in corrispondenza del promontorio di San Giorgio ed un affievolimento della intensità in corrispondenza di Marina Velca a Nord della Foce del Marta.
Nell'andamento generale tuttavia vi è una notevole continuità nella inclinazione dei fronti d'onda.
È da notare altresì che la rientranza di Sant'Agostino, immediatamente a Sud, favorisce il formarsi di correnti da moto ondoso, rivolte verso Nord, come dimostra la decisa deviazione della Foce del Fiume Mignone.
Questo fenomeno certamente contribuisce a rendere continuo il trasporto verso Nord anche in corrispondenza del breve saliente (oggi quasi annullato dalla erosione di San Giorgio).

1.1.2 *Onde di Maestro - Levante*

Le agitazioni del IV quadrante, analizzate attraverso il piano di Maestro-Levante, provocano invece un debole trasporto verso Sud.
Si ha quindi nella zona un certo alternarsi del movimento detritico, che già la intensità delle azioni di trasporto ci fa intuire decisamente orientato verso Nord nella parte meridionale e solo lievemente rallentato nella parte Nord.
È opportuno tuttavia ricorrere al diagramma della energia dei moti ondosi incidenti (Studio generale, Vol. 1 tab. 31)

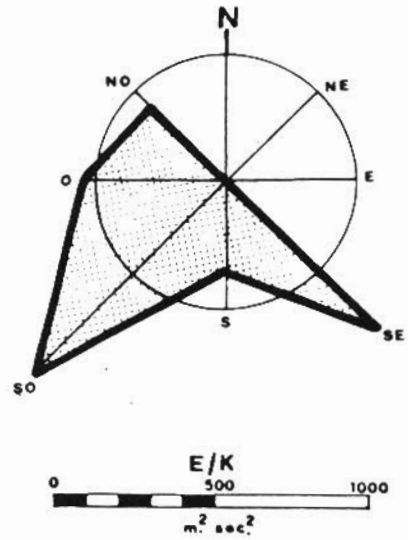


Figura 1 - Diagramma di energia dei moti ondosi incidenti.

che qui sopra si riporta e che mostra una netta prevalenza delle agitazioni di Libeccio rispetto a quelle di Levante e di Mezzogiorno.
A questo fatto è da aggiungere che qui, come su tutte le coste tirreniche, la pur debole corrente litoranea di densità è rivolta verso Nord.
Essa come si è visto non è in grado di muovere direttamente i sedimenti sabbiosi, ma contribuisce a vivacizzare le correnti da moto ondoso concordanti.

1.2 Studio Storico

Lo studio storico di dettaglio del litorale di Tarquinia è stato impostato sul confronto della successiva cartografia e dei fondali.

1.2.1 *Confronti Cartografici*

In epoca romana esisteva un ancoraggio riparato da moli artificiali in corrispondenza di Porto Clementino.
Non è stato possibile reperire notizie particolari sulla consistenza delle opere portuali e sulla situazione litoranea di quel periodo, d'altra parte esse non avrebbero grande interesse dal punto di vista dello studio.
Dal 1887 è disponibile una parziale cartografia I.G.M. 1/50.000 e successivamente le edizioni delle tavolette 1/25.000.
Per quanto riguarda il litorale della zona campione è stato possibile rintracciare le successive cartografie catastali (catasto pontificio) del 1880 circa ed un rilievo dell'amministrazione delle Saline di Stato del 1962.
Nel Dicembre 1979 è stato effettuato dallo Studio Volta il rilievo della linea di battigia in scala 1/5.000.
Le successive cartografie hanno evidentemente scale e metodi di rilievo non confrontabili direttamente.
Si è pertanto suddiviso il confronto cartografico in tre successive fasi basate sia sull'epoca che sulle scale disponibili.
La cartografia molto antica è riportata solo a titolo di informazione e non è confrontata se non concettualmente.
Con la disponibilità della cartografia moderna 1/50.000 e 1/25.000 è possibile un confronto sistematico delle successive edizioni.
Esso è stato esteso ad un tratto di litorale abbastanza ampio per avere una visuale di insieme dei fenomeni di variazione della linea di battigia (nel caso tra le foci del Flora e del Mignone).
Le cartografie disponibili a piccola scala sono state confrontate quindi con il rilievo in scala 1/5.000 effettuato nell'ambito della zona campione.
Le successive cartografie disponibili in scala 1/25.000 od inferiore sono riprodotte nel seguito.
Le successive edizioni I.G.M. 1/25.000 sono confrontate per sovrapposizione.
Il confronto delle cartografie in scala 1/10.000 è riportato nelle tavole n. 26 e 27 Vol. 2 (Cartografia).

1.2.2 *Cartografia antica a grande scala*

La prima carta a scala abbastanza significativa è la "carta geografica dello Stato della Chiesta e Granducato di Toscana" (scala 1/500.000) datata 1796.
Essa riporta in corrispondenza di Porto Clementino semplicemente una indicazione di riferimento "Torre di Corneto" l'andamento della linea di costa è necessariamente molto sommario.
Una delle prime carte I.G.M. scala 1/250.000 reperite presso l'archivio I.G.M. di Firenze priva di data, ma databile intorno al 1870 fornisce una situazione più dettagliata, ma ancora somma-

(1) Essi non sono riportati nel presente studio e possono essere consultati presso la Regione Lazio - Assessorato LL.PP. in originale.

ria ai nostri fini e riporta in corrispondenza di Porto Clementino la semplice indicazione di "Torre Clementina" come riferimento per la navigazione costiera.
Da questi documenti si deduce unicamente che le opere portuali di Porto Clementino erano prive di utilità già nei primi anni del 1800.

1.2.3 *Confronto della Cartografia I.G.M.*

Presso l'archivio I.G.M. di Firenze si sono acquisite le successive edizioni della cartografia 1/50.000 ed 1/25.000 (dal 1930 al 1951):
— I.G.M.: 1/50.000 n. 149 IV del 1879 esteso tra le foci del Fiora e del Marta;
— I.G.M.: 1/25.000 n. 142 IV NE 1941 R e 1951 tra le foci del Fiora ed il Tarraccio;
— I.G.M.: 1/25.000 n. 142 IV NE 1941 R e 1951 R tra il Tarraccio e Pian di Spille;
— I.G.M.: 1/25.000 n. IV SE 1941 R e 1951 R comprendente un breve tratto a cavallo della foce del Marta;
— I.G.M.: 1/25.000 I SO 1930 G e 1951 R.
La cartografia attuale del 1968 è solo un aggiornamento parziale della precedente e riporta solo pochi particolari variati.
Procedendo da Nord verso Sud si notano le seguenti variazioni.
Nel tratto tra le foci del Fiora e del Marta la tavoletta 1/50.000 del 1887 presenta una situazione di articolazione costiera molto più varia rispetto ai rilievi successivi in scala 1/25.000, pur essendo rispettato l'andamento di insieme.
Si ritiene tuttavia che la differenza di andamento sia dovuta prevalentemente ai diversi metodi di rilievo.
Si nota in particolare che in corrispondenza di Strada delle Murelle il litorale nel 1887 sembra articolato in due seni che si protendono in mare ai due lati del fronte del sentiero.
Nelle successive edizioni 1/25.000 il seno è unico e nel 1951 è sensibilmente ridotto (attualmente questa zona è soggetta ad una marcata erosione molto localizzata).
Nel tratto di costa successivo tra il Torrente Arrone e Pian di Spille nel periodo 1941-1951 non si notano variazioni apprezzabili tanto che dalla quasi completa sovrapponibilità, si direbbe trattarsi di un unico rilievo. In effetti si tratta di due rilievi generali (R) come d'altra parte si nota dal confronto di molti particolari.
Anche alla foce del Marta la linea di battigia risulta stabile, tra il 1941 ed il 1951.
Solo poco più a Sud in corrispondenza dello sfocio del canale Proccio si nota, nello stesso periodo, un arretramento di una ventina di metri lineari su un fronte limitato.
Nel tratto compreso tra le foci del canale Proccio e del fiume Mignone, si notano fortissime variazioni della linea di costa nel periodo tra i due rilievi del 1930 e 1951:
Procedendo verso Sud, nel tratto di spiaggia a Nord di Porto Clementino, si nota un esteso e forte arretramento dell'ordine di oltre 50 ml. su un fronte di circa 800 ml.
Segue un tratto stabile, quindi un nuovo arretramento di oltre 70 ml. su un fronte di 500 ml. circa, fino al saliente costituito dallo scarico del complesso delle saline.
Ancora a Sud nello stesso periodo si nota un avanzamento dell'ordine di 40-50 ml. su un fronte di oltre 1.000 ml.
Nello stesso periodo tra il promontorio di San Giorgio e la Foce del Fiume Mignone, si registra un forte e diffuso arretramento di oltre 100 ml. su un fronte di quasi 2 Km.
La apparente assurdità e contradditorietà dei sopra riportati movimenti di battigia, in questo tratto di litorale, che in un primo tempo avevano indotto a pensare ad errori cartografici, sono spiegabili con il versamento periodico a mare di ingenti quantità di materiale di risulta dalla escavazione delle vasche delle saline.
Per quanto riguarda la zona alla Foce del Mignone, poichè come si vedrà in seguito, la cartografia catastale in piccola scala indica stabilità tra il 1880 ed il 1940 si deve pensare che l'arretramento si sia registrato tra il 1940 ed il 1951. Come si vedrà detto arretramento è proseguito oltre negli ultimi anni.

1.2.4 *Confronto della cartografia catastale in piccola scala e rilievo attuale della linea di costa*

Il confronto a piccola scala è stato basato sui seguenti documenti:
— planimetrie catastali del 1880 (scala 1/8.000 poste a disposizione dal Comune di Tarquinia);
— rilievo della linea di costa del 1862, scala 1/2.000 posto a disposizione dall'Amministrazione delle saline;
— planimetrie catastali attuali (1940) (scale 1/8.000, 1/4.000, 1/2.000);
— rilievo Studio Volta del Dicembre 1979.
Effettuate le opportune riduzioni in scala 1/5.000, si è proceduto alla sovrapposizione di confronto riportata nelle tavole 26 e 27 vol. 2.
Nelle stesse tavole sono riportati anche i fondali rilevati confrontati con quelli risultanti dai brogliacci I.I.M. della campagna di rilievi del 1883 reperiti presso l'Archivio di Genova.
In corrispondenza delle sezioni sono indicate pure le posizioni corrispondenti della linea di battigia (vedi capitolo seguente).
Dall'esame di questo elaborato si nota quanto segue:
Tra il 1880 ed il 1940, procedento da Nord:
— Arretramento notevole con punte di oltre 60 ml. in corrispondenza del Promontorio di Marina Velca;
— Arretramento notevole con punte di oltre 100 ml. nel tratto di costa di circa 700 ml. a Nord della foce del Marta;
— Arretramento sensibile con punte di 50-60 metri nel tratto a Sud della foce del Marta fino allo sfocio del fosso con massimo presso la foce;
— Stabilità sostanziale nel tratto a Sud del fosso per un fronte di 300-350 metri;
— Arretramento con massimo di 25 metri sul tratto successivo fino a Porto Clementino;
— Stabilità sostanziale tra Porto Clementino ed il secondo canale di scarico delle Saline;
— Avanzamento lieve nel tratto successivo fino al promontorio di San Giorgio;
— Avanzamento diffuso con punte di 30-40 metri tra il promontorio e la foce del Mignone.
Tra il 1940 ed il 1979, procedendo ancora da Nord:
— Sostanziale stabilità del promontorio di Marina Velca;
— Avanzamento a Nord della foce del Marta con massimo di circa 50 ml.;
— Lieve avanzamento a Sud della foce del Marta fino al fosso;
— Arretramento con punte di ml. 30 su un fronte di circa 700 ml. a Sud del fosso;
— Stabilità nel tratto successivo fino a Porto Clementino e tra i due canali di sfocio delle Saline;
— Tra i due canali di scarico delle Saline si nota avanzamento generale tra il 1940 ed il 1963, successivamente avanzamento ancora a Nord ed arretramento a Sud;
— Tra lo scarico delle Saline ed il fosso di San Giorgio si ha generale avanzamento tra il 1940 ed il 1963, con massimo di 30-30,5 metri, quindi arretramento tra il 1963-1979;
— Tra il 1940 ed il 1979 (manca in questo tratto il rilievo del 1963) nel tratto a Nord, a cavallo del promontorio di San Giorgio, si ha un enorme arretramento con massimo di oltre 200 ml., in corrispondenza del promontorio e sfumato lateralmente fino ed oltre il fosso di San Giorgio e la Foce del Mignone.

1.2.5 *Confronto della batimetria attuale con batimetria I.I.M. del 1883*

Dal confronto della batimetria I.I.M. (brogliacci di campagna del 1883) ed il rilievo batimetrico da noi effettuato, tavole 26 e 18 Vol. 2 evidenziati nelle sezioni riportate nelle figg. 2 e 3 pubblicate nella pagina a fianco, si rileva quanto segue:
— In corrispondenza di Marina Velca, a un forte arretramento della linea di riva, corrisponde una notevole distensione del profilo;
— Nel tratto tra il Marta e Porto Clementino al lieve avanzamento della linea di riva fa riscontro un sensibile insabbiamento;
— Nella zona della saline si nota un lieve fenomeno di erosione;
— In corrispondenza di San Giorgio, i fondali sopra i 2 metri sono sostanzialmente stabili.

1.2.6 *Notizie storiche particolari*

Per inquadrare correttamente la storia degli ultimi decenni di questo tratto costiero, è ancora necessario tenere conto delle seguenti notizie attinte direttamente sul luogo.
— Secondo notizie non controllabili negli anni del primo dopoguerra furono ef-

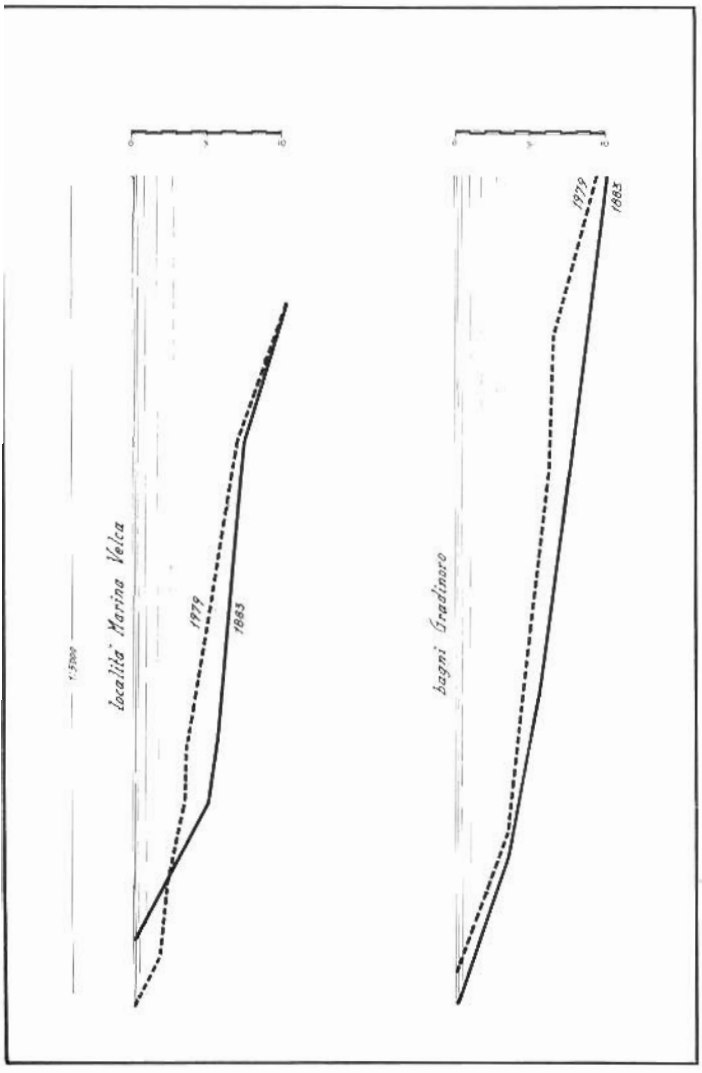


Figura 2

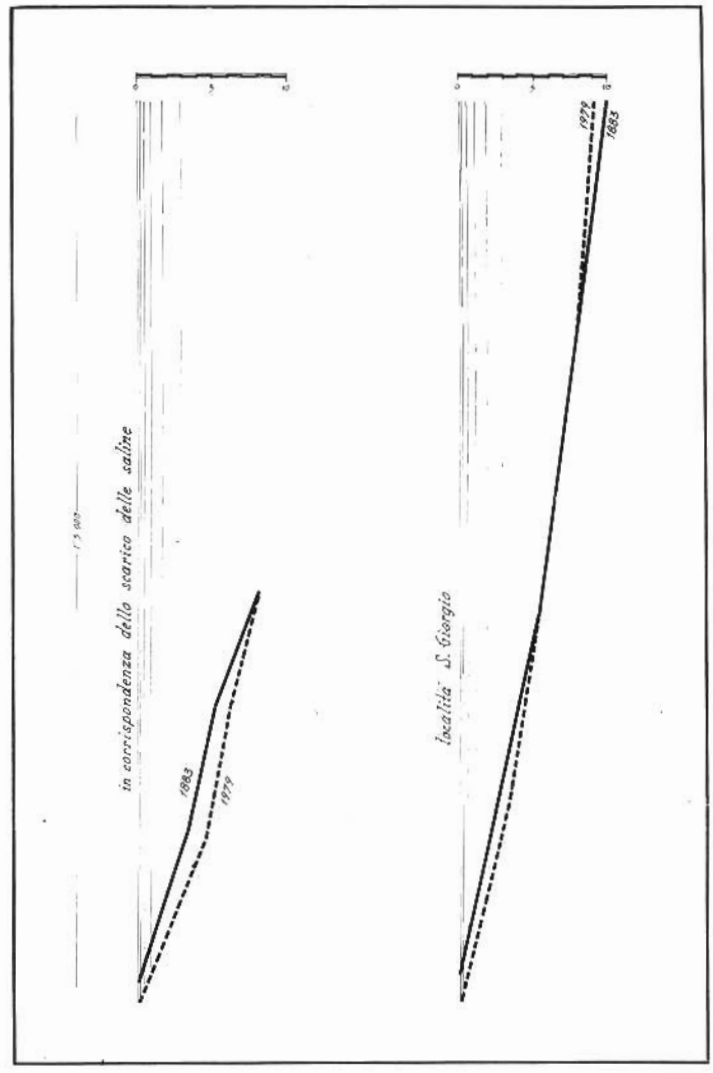


Figura 3

fettuate forti estrazioni di sabbia alla Foce del Mignone.

— Nel 1962 fu realizzato un notevole ampliamento delle vasche delle saline di Stato; il materiale ricavato fu versato a mare provocando un avanzamento della linea di riva su tutto il fronte (rilievo 1963 tavola 20 Vol. 2);

— Nel 1965 fu realizzata la prima parte della strada e passeggiata a mare tra la Colonia e circa lo stabilimento a mare Gradinoro;

— Tra il 1970-1975 furono effettuati notevoli prelievi di sabbia alla Foce del Mignone per l'alimentazione artificiale della spiaggia di Santa Marinella;

— Tra il 1970 ed il 1975 fu proseguita la costruzione della strada litoranea fino quasi alla Foce del Marta.

1.2.7 *Osservazioni effettuale dell'anno 1979-1980*

Nel corso dell'ultimo anno (nel tratto centrale della spiaggia di Tarquinia - vedi planimetria) i concessionari balneari hanno proceduto ad effettuare opere di difesa di tipo speciale su consiglio dell'Ufficio del Genio Civile O.O.M.M. di Roma.

In un primo tempo dette opere sono consistite in file discontinue di pali di legno del diametro di 15-20 cm. infisse nel fondale a formare una linea parallela alla battigia con una serie di trasversali (fig. 4). Successivamente furono sistemati a monte dei pali ed in corrispondenza delle trasversali, sacchi di polipropilene (di tipo agricolo) riempiti di sabbia prelevata dai fondali (fig. 5).

Le semplici palizzate di paletti di legno non provocarono (per quanto ci è stato possibile osservare) nessuna variazione nel regime della spiaggia.

I sacchi di tessuto di polipropilene riempiti di sabbia ebbero invece un certo effetto.

Le file parallele alla spiaggia provocarono un certo accumulo a monte, a spese peraltro della zona a mare che sembrava approfondirsi con la formazione di un gradino.

Le file di sacchi, poste trasversalmente alla spiaggia, provocarono un evidente accumulo della sabbia a Sud ed un corrispondente arretramento a Nord.

Come risulta dalla documentazione fotografica e dal rilievo Studio Volta 1979 riportato in tavola 26 Vol. 2, l'intervento valse in qualche modo a far lievemente avanzare la spiaggia nella zona oggetto dell'intervento, ma provocò un corrispondente arretramento più a Nord (fig. 6).

1.3 **Studio Sedimentologico**

La tavola 26 (Vol. 2) indica le posizioni di prelevamento dei campioni e delle carotature.

Di tre campioni: I° - III° e °° , prelevati i primi due sulla battigia in corrispondenza delle relative sezioni ed il terzo alla Foce del Mignone, sono stati tracciati i diffrattogrammi a raggi x.

Le tabelle di pag. 16 riportano i parametri granulometrici dei campioni superficiali e delle carotature ottenute per depressione.

I dati sono ricavati mediante passaggi in setacci con passo 1/2 φ e riportano diametro medio M2) Sorting (SD) Skewness (Sk) e Kurtosis (Kg).

Per ciascuna carota di sufficiente altezza si sono eseguite le sopracitate analisi per tre campioni a diverse profondità.

Il sedimento di Tarquinia è ricco di minerali vulcanici pesanti (magnetite e pirosseni) che, data la forte differenza di peso specifico, rispetto agli altri elementi aventi base calcarea o silicea, si separano facilmente formando nella sabbia della spiaggia ed anche nei fondali strisce a forte concentrazione facilmente individuabili per il colore scuro.

Variando pertanto di pochissimo la posizione di prelevamento varia fortemente il contenuto percentuale.

Le due foto III° e III°', che si riportano (figg. 10 e 11), riguardano appunto due prelevamenti distinti molto vicini nella medesima posizione del campione III° di cui evidentemente costituiscono frazione fini fortemente classate anche per peso specifico.

Nel prelevare i campioni si è fatta attenzione a questo fatto provvedendo preliminarmente a miscelare una certa quan-

Figura 4 - Presso i bagni Gradinoro, fine di Agosto 1979: Si notano le difese in paletti di legno. Notare cabine sul fondo.

Figura 5 - Novembre 1979: Si integra il sistema di difesa con sacchetti di polipropilene riempiti di sabbia. Notare le cabine.

Figura 6 - Gennaio 1980: Il sistema di difesa ha avuto un certo successo locale, a Nord si è determinata erosione: vedi cabine distrutte dal mare.

Figura 7 - Agosto 1979: Foce del Marta.

tità di sedimento, tuttavia si è constatato che la variazione percentuale di elementi pesanti sarebbe una infida guida nello studio del sedimento.

1.3.1 *Diffrattrogrammi e foto morfoscopiche*

Allo scopo di confrontare la natura petrografica dei campioni di battigia, si è proceduto ad eseguire tre diffrattogrammi dei suddetti campioni, n. 0₀ I° e III°, che si riportano di seguiro per il confronto (figg. 12, 13, 14).
I componenti dominanti che si riscontrano nei tre diffrattogrammi sono: quarzo, calcite e pirosseni (augite ed altri).
Molto subordinati come quantità sono albiste e magnetite.
In particolare si nota che il campione °° è molto più ricco di pirosseni rispetto agli altri con netta predominanza dell'augite.
Come si può notare la natura del sedimento, a parte le percentuali che come si è visto non possono avere significato, è notevolmente uniforme.
Le foto dei campioni I° ed II° (fig. 27 e 28) prelevate rispettivamente a Marina Velca e presso i Bagni Gradinoro, mostrano, a parte la granulometria, composizione molto simili.
Il grado di elaborazione dei granuli è molto uniforme su tutto l'arco, come si può vedere dal confronto dei campioni I° e III° che nelle frazioni fotografate hanno granulometria molto simile.

1.3.2 *Analisi granulometriche*

La distribuzione del diametro medio M2 lungo la battigia mostra due minimi in corrispondenza di San Giorgio e Marina Velca, nella parte centrale M2 oscilla tra 0,57, Foce del Marta, e 0,64-0, 0,57 nella spiaggia di Tarquinia.
Gli indici granulometrici indicano una composizione abbastanza regolare.
La distribuzione in profondità del granulo medio e degli indici granulometrici è piuttosto regolare nelle sezioni I-II e III.
Nelle successive IV e V si avverte chiaramente l'influenza che gli affioramenti rocciosi hanno sulla distribuzione detritica determinando campi di notevole energia.
Sulla base dei dati granulometrici sono stati calcolati dei parametri suscettibili di dare indicazioni di carattere ambientale.
Il più semplice di tali parametri, il diametro medio (M2), viene, per ragioni di semplicità ed immediatezza di percezione, presentato in mm.
Gli altri parametri, Skewness (Sk), Sorting, (SD) e Kurtosis (Kg), vengono presentati in phi, dove phi = $-\log_2$ delle dimensioni espresse in mm.
Il diametro medio (M2) rappresenta la larghezza media dei granuli della sabbia esaminata ed è pertanto un indice di grossolanità.
La classazione (Sorting o SD, standard deviation indica il grado di selezione granulometrica della sabbia. Sabbie ben clas-

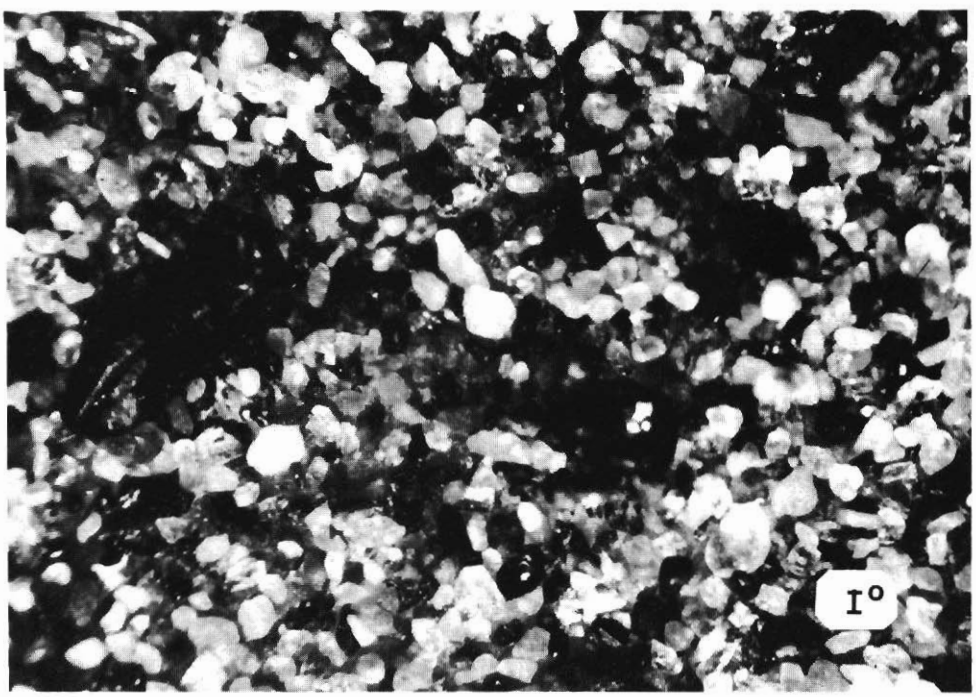


Figura 8 - Foto campione I°

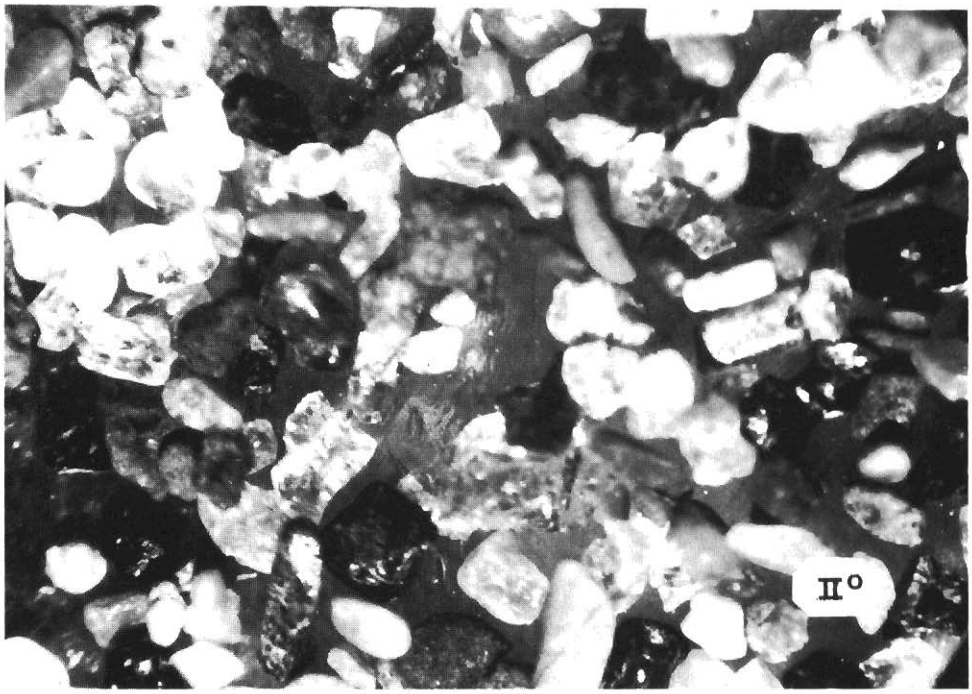


Figura 9 - Foto campione II°

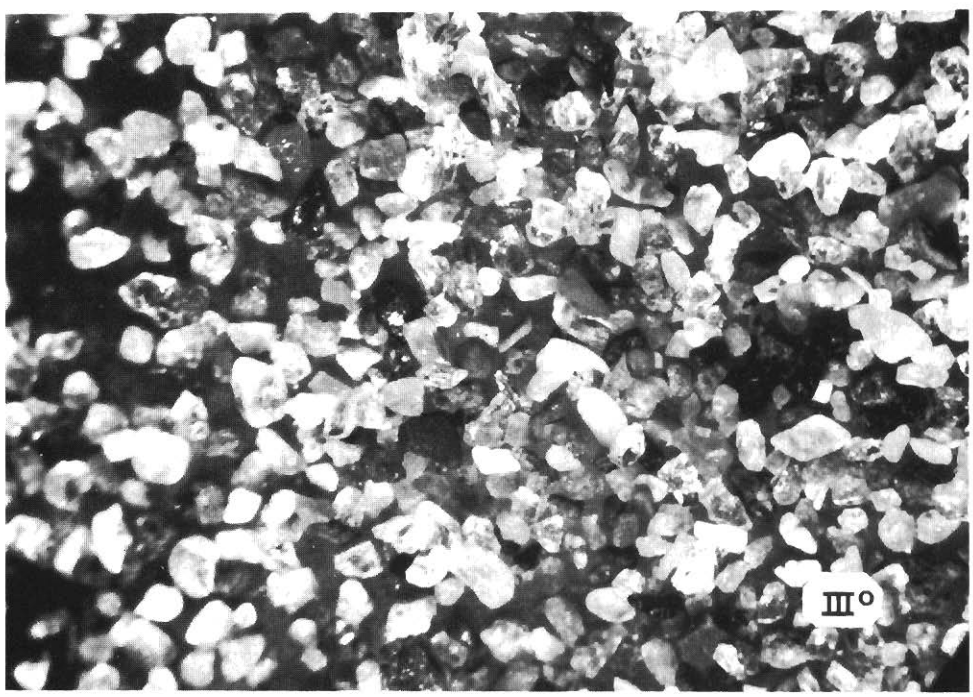


Figura 10 - Foto campione III°

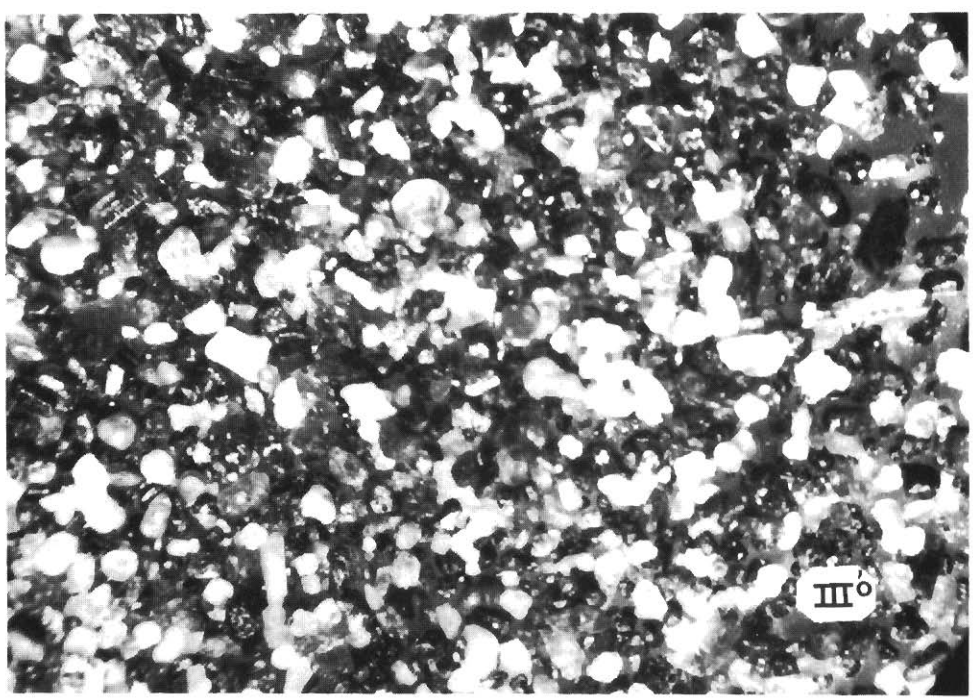


Figura 11 - Foto campione III°

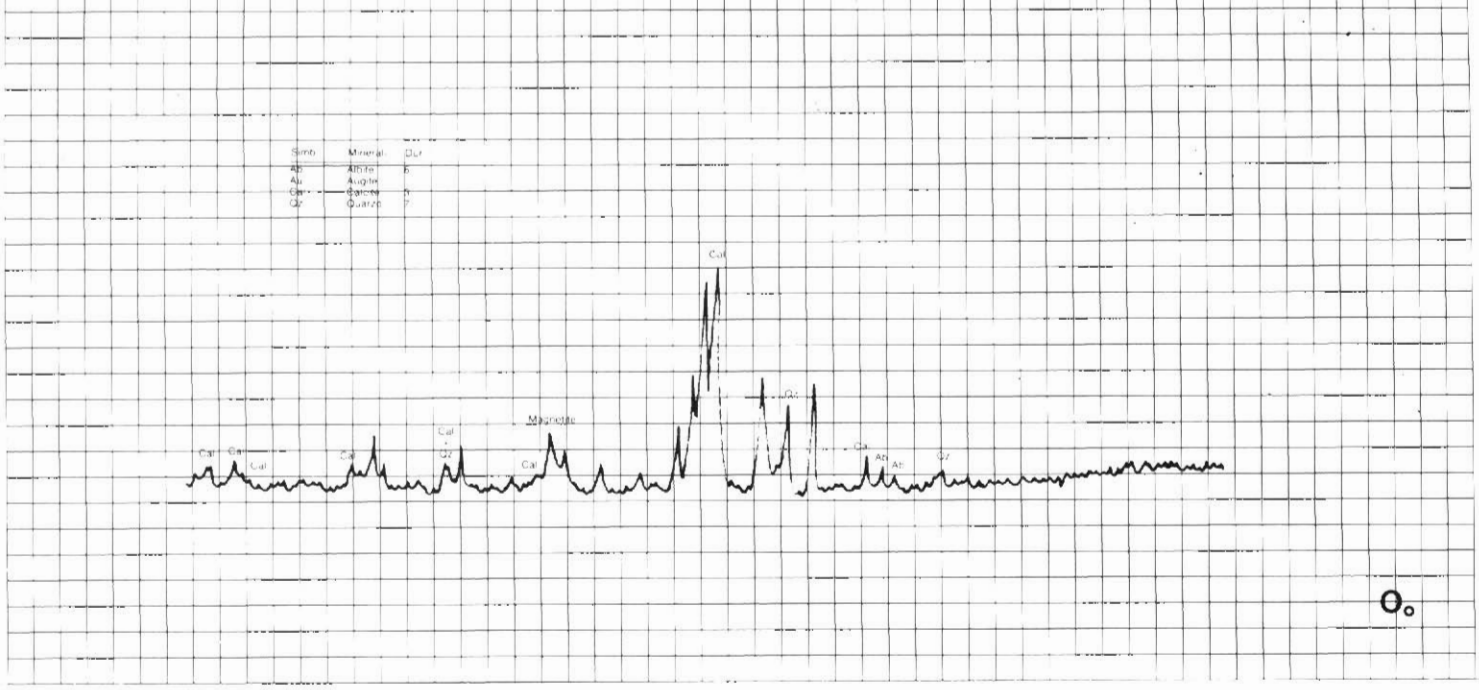


Figura 12 - Diffrattogramma del campione 0_o

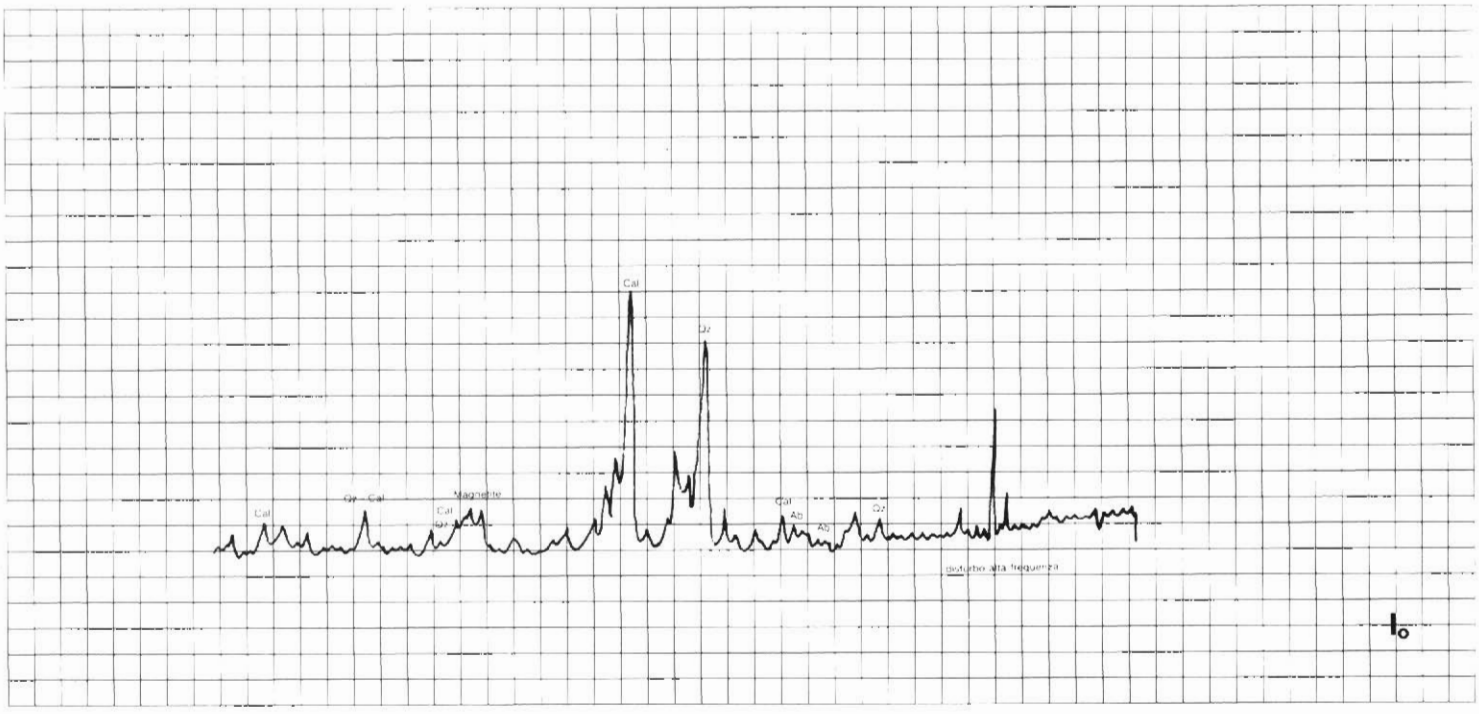
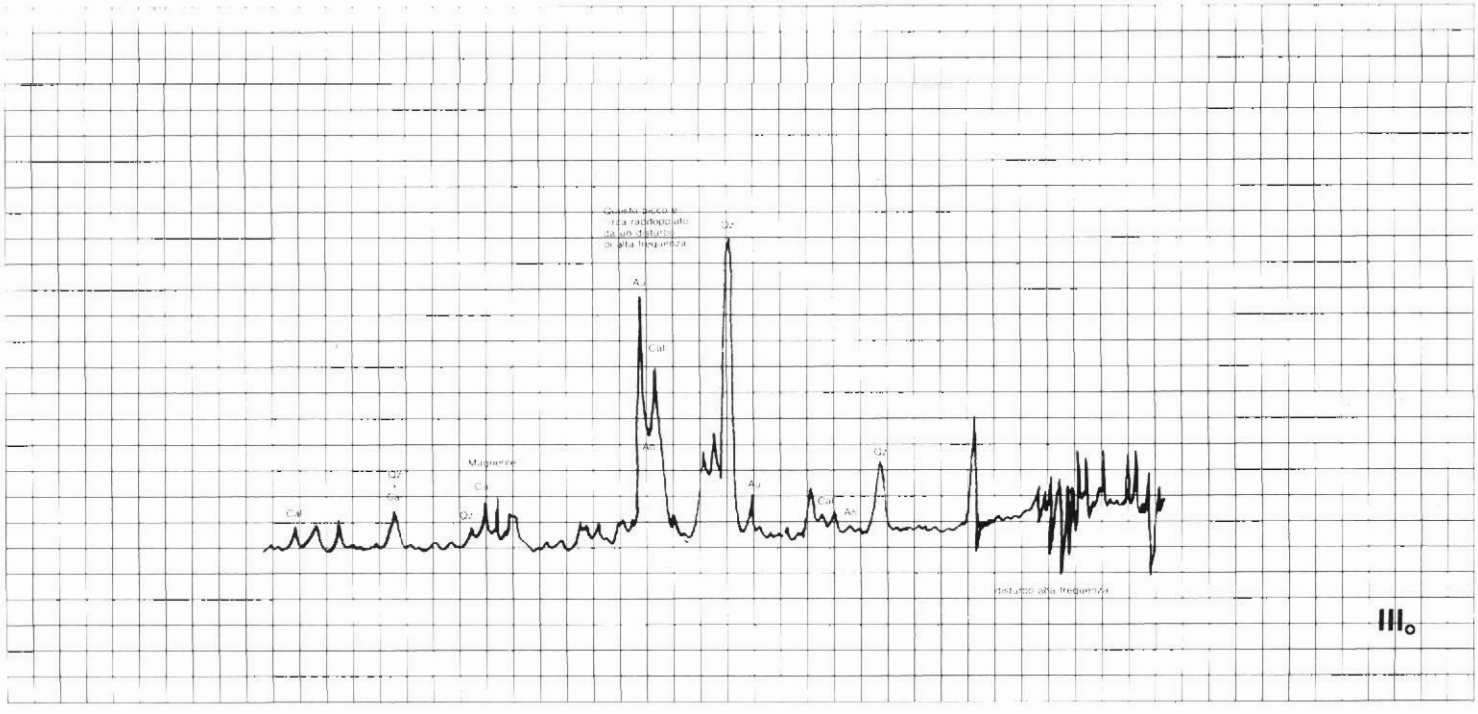


Figura 13 - Diffrattogramma del campione I_o



sate corrispondono in genere ad ambienti di elevata energia. La asimmetria, o Skewness (Sk), esprime il grado di simmetria della curva cumulativa dei valori granulometrici.
Se la distribuzione granulometrica è simmetrica, Sk è uguale a 0; Sk è invece positivo quanto la pendenza della curva cumulativa verso le frazioni più fini è minore che verso le frazioni più grossolane, negativo nel caso opposto. Le sabbie pertanto con una coda di materiale più grossolano presentano asimmetria negativa.
Il Kurtosis (Kg) è il rapporto fra la pendenza della curva cumulativa nella parte centrale e la pendenza verso le estremità ed esprime pertanto il grado di prevalenza delle frazioni dimensionalmente intermedie rispetto a quelle estreme.
In una stessa zona sabbie di dimensioni maggiori corrispondono a settori di maggiore energia. Genericamente valori di Skewness negativi, elevati valori di classazione, corrispondenti a bassi valori parametrici, e di Kurtosis corrispondono ugualmente ad ambienti di energia elevata e pertanto più soggetti a fenomeni di erosione.
Valori opposti o minori degli stessi parametri corrispondono invece per lo più ad ambienti tranquilli e quindi più facilmente sede di fenomeni di sedimentazione.

1.3.3 *Calcimetria*

Le variazioni calcimetriche sono private di significato dal sopra citato fenomeno di classazione dei sedimenti per peso specifico.

1.3.4 *Carotature*

Il fondale si è dimostrato ovunque molto compatto limitando la penetrazione del carotatore.
Le due carote prelevate nella sezione III mostrano una distribuzione del sedimento molto uniforme in profondità con parametri granulometrici molto regolari.
Nella sezione V, in zona San Giorgio, non è stato possibile prelevare carote a -3 e -5 in quanto il sedimento sabbioso è praticamente assente.
Si è quindi prelevata una carota più a Nord in corrispondenza delle saline, in fondale - 5 metri.
Anche in questo caso la distribuzione in profondità è molto regolare, come d'altra parte i parametri granulometrici.
Nell'insieme la indagine granulometrica indica un ambiente abbastanza stabile senza particolari fenomeni di perturbazione.

1.4 Ricostruzione dell'evoluzione della spiaggia ed interpretazione dell'equilibrio psammografico

Come si è visto dallo Studio generale, risulta che la spiaggia di Tarquinia è caratterizzata da una alimentazione proveniente prevalentemente da Sud e quindi in parte dalle alluvioni del Mignone, dalla erosione costiera (promontorio di San

ZONA CAMPIONE TARQUINIA
Indici granulometrici e percentuale di $CaCO_3$
SEZIONE I (Marina Velca)

Caratteristiche	Profondità				
	0	—2	—3	—5	—7
M2	0,235	0,255	0,201	0,154	0,143
SD	0,658	0,731	0,552	0,539	0,605
SK	—0,262	—0,09	—0,283	0,046	0,218
Kg	0,854	0,902	1,163	1,341	0,848
$CaCO_3$	20%	23%	19%	21%	20%

SEZIONE II (Foce Marta)

Caratteristiche	Profondità				
	0	—2	—3	—5	—7
M2	0,568	0,609	0,162	0,181	0,157
SD	0,618	1,043	0,551	0,552	0,543
SK	0,230	—0,320	0,056	0,006	0,049
Kg	0,870	1,024	1,349	1,313	1,345
$CaCO_3$	21%	22%	23%	19%	21%

SEZIONE III (Gradinoro)

Caratteristiche	Profondità				
	0	—2	—3	—5	—7
M2	0,640	0,24	0,218	0,107	0,128
SD	0,712	0,705	0,665	0,727	0,807
SK	0,350	—0,100	0,059	—0,138	0,409
Kg	1,034	0,95	0,743	0,865	0,965
$CaCO_3$	19%	21%	23%	18%	21%

Carotature	—3 L = 0,60			—5 L = 0,70		
	top	metà	fondo	top	metà	fondo
M2	0,218	0,218	0,219	0,107	0,108	1,109
SD	0,665	0,679	0,681	0,727	0,731	0,738
SK	0,059	0,002	—0,015	—0,138	—0,143	—0,148
Kg	0,743	0,782	0,798	0,865	0,869	0,875
$CaCO_3$	23%	22%	21%	18%	18%	17%

SEZIONE IV (Porto Clementino)

Caratteristiche	Profondità				
	0	—2	—3	—5	—7
M2	0,571	ciottoli 2 - 30mm.	ciottolame da 5 a 30mm.	1,304	0,895
SD	0,603			1,074	1,075
SK	0,232			0,120	—0,323
Kg	0,861			0,591	0,560
$CaCO_3$	20%			27%	27%

SEZIONE V (San Giorgio)

Caratteristiche	Profondità				
	0	—2	—3	—5	—7
M2	0,455	0,602	roccia	non analizz. costit. alghe detriti veg. con limi org.	0,150
SD	0,907	1,035			0,531
SK	—0,041	0,315			0,040
Kg	1,008	1,019			1,330
$CaCO_3$	13%	21%			22%

Carotature	Zona San. Giorgio —3			Zona Saline —5 L = 0,55		
	top	metà	fondo	top	metà	fondo
M2	Roccia			0,113	0,106	0,100
SD				0,695	0,684	0,646
SK				0,001	—0,116	—0,189
Kg				0,852	0,811	0,769
$CaCO_3$				21%	20%	15%

(Foce Torrente Mignone battigia)

Campione / caratteristiche	00
M2	0,465
SD	0,897
SK	—0,049
Kg	1,001
$CaCO_3$	14%

Giorgio), ma anche dal fiume Marta e forse anche dalla lenta erosione del promontorio di Marina Velca e litorale più a Nord.
A queste fonti occorre aggiungere il saltuario versamento a mare di ragguardevoli quantità di detrito di risulta dalla escavazione delle vasche delle saline.
La stessa forte inclinazione della foce del torrente Mignone avvalora questa tesi, nè vale osservare che la Foce del fiume Marta non segue che debolmente questo andamento, in quanto è contrastata dal lieve saliente di Marina Velca.
La presenza di questo saliente, come risulta dal piano d'onda di Libeccio, rallenta localmente il flusso detritico verso Nord.
Esso rende perciò importante, almeno per la parte Nord della spiaggia, il contributo solido del fiume Marta.
Nei primi anni del secolo, probabilmente, il fiume Mignone aveva portate solide sensibilmente maggiori delle attuali e quindi le sue alluvioni si addossavano agli affioramenti di arenaria compatta di San Giorgio (1931).
Successivamente, nei primi anni del dopoguerra, le forti estrazioni di inerti alla Foce provocarono l'arretramento denunziato dal confronto catasto 1940 - I.G.M. 1951.
L'avanzamento riscontrato tra il 1931 ed il 1951, in corrispondenza delle saline e nel tratto seguente, sono quasi certamente da attribuirsi a successivi versamenti a mare di materiale di risulta dalle saline.
Anche la variazione riscontrata a Porto Clementino, nel periodo è a nostro parere da porsi in relazione con il gettito discontinuo di materiale a mare.
Nello stesso periodo le variazioni più a Nord sono insignificanti, salvo il fenomeno isolato alle Murelle, certo dovuto (come San Giorgio) al lento erodersi di una formazione rocciosa di arenaria compatta affiorante dal fondale.
Passando alla cartografia (tavole 26 e 27 Vol. 2) tra il periodo 1880 e 1940, è rimarchevole la notevole stabilità del promontorio di San Giorgio ed il diffuso arretramento alla Foce del Marta.
Il primo fenomeno può essere spiegato, come già accennato, con le ancora abbondanti alluvioni del Mignone, che probabilmente proteggevano sufficientemente lo strato di banchina rocciosa affiorante.
Il secondo potrebbe essere spiegato con la notevole utilizzazione nel periodo del Fiume Marta per produzione di energia ed irrigazione (n. 6 impianti idroelettrici realizzati tra il 1930 ed il 1940).
Tra il 1940 ed il 1963, per quanto riguarda il fronte delle saline, si ha un sensibile avanzamento (a causa di versamenti di risulta dallo scavo delle vasche, come da dichiarazione della direzione attuale).
Il materiale viene versato a mare e quindi posto in movimento verso Nord dalla azione marina.
Nello stesso periodo (comunque, dopo il 1940) inizia la demolizione del promontorio di San Giorgio, probabilmente provocata dall'improvviso cedimento di uno strato roccioso di minore consistenza, posto a nudo dai citati prelevamenti di inerti alla Foce.
Il ridursi del promontorio provoca parallelamente un aumento dell'alimentazione da Nord verso la spiaggia, sia perché le alluvioni del Mignone sono più libere di scorrere in quella direzione, sia in quanto gli accumuli di sabbia contro l'ostacolo si pongono in movimento.
A causa di questi due fatti casuali concomitanti, viene a determinarsi un forte ma temporaneo aumento nella alimentazione della spiaggia a Nord che provoca un protendimento.
Non esiste cartografia a provarlo, ma tutte le persone interpellate assicurano che, intorno al 1965-1970, la spiaggia era molto più avanzata rispetto alla posizione attuale.
Come si vede è molto probabile che ciò corrisponda a verità, *ma attualmente la spiaggia, nel tratto di circa 700 ml. a Nord di Porto Clementino, si trova esattamente nella stessa situazione in cui si trovava nel 1940*!
Poco più a Nord, in corrispondenza dei bagni Gradinoro, la linea di battigia è solo di 15 metri circa più arretrata rispetto al 1940 ed in corrispondenza della Foce del Marta è addirittura avanzata.
Sembrerebbe quindi di trovarsi di fronte ad un assurdo, in quanto tutti sono convinti che la spiaggia sia in forte erosione, mentre in realtà, almeno per ora, non esiste un fenomeno erosivo, come è dimostrato anche dal confronto della batimetria.
In realtà la spiegazione della incongruenza sta "dietro la spiaggia" ed in alcuni episodi accaduti successivamente:
Nel 1965 (quindi quando la spiaggia aveva appena subito un abnorme avanzamento a seguito degli eventi citati) si procedeva alla costruzione del primo tratto di passeggiata a mare, tra la Colonia ed i Bagni Gradinoro.
Solo intorno al 1974-1975, si procedeva alla prosecuzione dell'opera fino alla consistenza attuale verso il Marta.
Naturalmente la linea di battigia raggiunta non era stabile, perché conseguenza di condizioni occasionali e quindi iniziò un lento ritiro verso la posizione di equilibrio (circa quello del 1940).
Contemporaneamente negli anni dal 1970 al 1975, furono prelevati alla Foce del Mignone, in varie riprese, ingenti quantitativi di sabbia, che almeno in parte furono usate per il ripascimento della spiaggia di Santa Marinella.
Questo fatto accellerò il ritorno verso l'equilibrio originario ed anche un lieve ritiro.
Si ritiene pertanto che in questa zona non esista un vero fenomeno erosivo.
Tuttavia la situazione attuale ed in particolare le opere di viabilità e di attrezzatura balneare, recentemente costruite, esigono un certo protendimento dell'arenile.
Con la proposta di intervento e con il progetto pilota n. 5, si cercherà di assicurare questo limitato avanzamento e di renderlo stabile.

1.5 Programmi di intervento del Ministero LL.PP. e previsioni della evoluzione del fenomeno

Non risulta che esistano programmi specifici di intervento del Ministero LL.PP.
L'intervento sperimentale cui si è accennato più sopra, (paletti di legno e sacchetti di tessuto di polipropilene, riempiti di sabbia) è stato realizzato direttamente dai concessionari degli stabilimenti balneari sotto la supervisione del Genio Civile O.O.M.M.
Riteniamo che, con qualche attenzione, nei limiti in cui si è articolato fino ad oggi, l'intervento possa essere continuato anche parallelamente ad un intervento di carattere generale.
Sarà opportuno peraltro tenere presente, che le difese longitudinali anche in sacchetti di sabbia, provocano azioni di riflesso e quindi sono suscettibili di peggiorare il tipo di profilo.
È quindi indispensabile, se del caso, insistere con strutture leggere trasversarli intese a determinare avanzamenti localizzati nelle zone ove ciò sia strettamente necessario (dinanzi alle costruzioni) e abbandonare qualunque struttura longitudinale.
Per quanto riguarda l'evoluzione generale del litorale nell'ambito della intera zona campione *in mancanza di interventi* si può prevedere quanto segue:
Zona San Giorgio: Le previsioni di evoluzione sono ardue per non dire impossibili, in quanto esse dipendono dalla compattezza dello strato di arenaria attualmente emergente dal fondale, dopo la asportazione del mantello che avrebbe provocato il forte arretramento negli ultimi anni (vedi capitolo precedente).
Comunque il fenomeno dovrebbe essere abbastanza localizzato ed anche limitato dalle opere di protezione (scogliere realizzate dalla Regione - Assessorato Agricoltura).
È da osservare inoltre che un'ulteriore erosione in questa zona non avrebbe ripercussioni negative sulla spiaggia di Tarquinia, la cui alimentazione da parte del Mignone sarebbe almeno momentaneamente favorita.
Zona tra Porto Clementino e la Foce del Marta:
In mancanza di qualsiasi elemento perturbatore e quindi anche se non si avranno diminuzioni nei regimi di apporto del Mignone e Marta, l'equilibrio della linea di riva dovrebbe oscillare attorno alle posizioni attuali.
Zona a Nord del Marta (Marina Velca):
In questa zona è in atto un lentissimo, ma progressivo disfacimento della formazione di arenaria emergente dai fondali. Ciò ha determinato le piccole articolazioni della costa che si osservano in questo tratto del litorale fino a Le Murelle.
Il processo di degrado (del tutto natura-

le) può essere lentissimo come negli anni passati a Marina Velca (in effetti del tutto inavvertibile dai fondali e con un lievissimo arretramento della linea di riva nel corso di un secolo), ma può anche improvvisamente scaternarsi quando, come probabilmente è avvenuto a San Giorgio, sia raggiunto dalla erosione marina uno strato più tenero che velocemente entra in disfacimento.
È quindi prudente attendersi su questo tratto di litorale fenomeni anche vistosi di arretramento.
Prima misura da attuare è perciò di evitare l'ulteriore compromissione urbanistica della fascia litoranea.

1.6 Possibilità di interventi portuali sul litorale di Tarquinia

Come si è visto, l'equilibrio del litorale è molto delicato, anche se non soggetto per il momento a forti processi erosivi.
La costruzione di opere marittime aggettanti sul litorale compreso tra il Mignone ed il Marta potrebbe fortemente turbare questo equilibrio.
In particolare sono da escludere armature di foce dei due corsi d'acqua che favorirebbero il disperdersi in alti fondali delle deiezioni solide.
La eventuale costruzione di una diga a Porto Clementino, allo scopo di ripristinare il ridosso esistente in epoca antica, avrebbe per conseguenza un protendimento e rotazione del fronte di spiaggia nella zona immediatamente ridossata a cui corrisponderebbe un arretramento dell'arenile più a Nord, cui corrisponderebbe un arretramento a Nord.
Detto arretramento si propagherebbe verso Nord, obbligando ad interventi per il solito fenomeno di concatenazione.
Il riflesso creato dalla diga avrebbe effetti negativi sul profilo e quindi su tutta la zona balneare.
È pertanto nettamente da sconsigliare qualunque iniziativa del genere a meno che essa non sia accompagnata da interventi paralleli intesi ad assicurare un nuovo equilibrio all'intera zona balneare.

2. PROGETTO GENERALE DI MASSIMA

2.1 Relazione tecnica

Come risulta dallo Studio generale e dall'approfondimento, il litorale balneare di Tarquinia compreso tra il Porto Clementino e la Foce del Marta non è da considerarsi in erosione.
Tuttavia, per le ragioni già esposte, in seguito alla situazione contingente, che si è venuta a creare, è necessario un intervento che consenta di fare avanzare la linea di spiaggia di una ventina di ml. sul fronte compreso tra la foce del Marta e Porto Clementino.
Per ottenere questo scopo è necessario creare una situazione di particolare stabilità del litorale ed effettuare una serie di versamenti di materiale sabbioso di adatta granulometria.

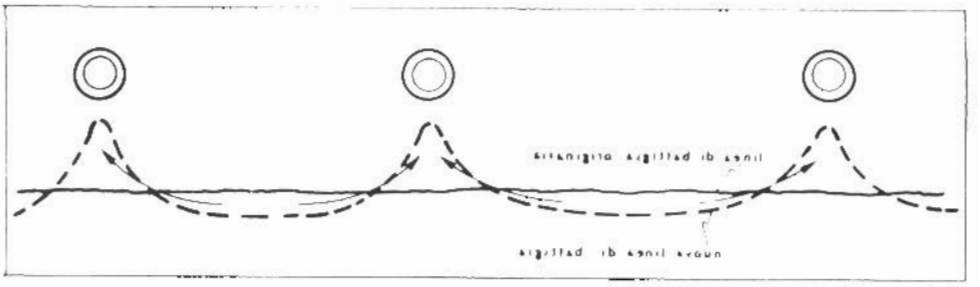


Figura 15 - Schema dell'effetto prodotto dalle piattaforme-isola

Le opere fisse dovranno però essere in grado di esperire la loro funzione senza impedire la alimentazione naturale della spiaggia.
Poichè detta alimentazione proviene come si è visto prevalentemente da Sud (Mignone e piccoli rivi a Nord di Civitavecchia), ma anche in parte da Nord (Marta) è necessario che le opere di contenimento consentano, anche se smorzato, il movimento detritico sottocosta senza fenomeni apprezzabili di riflesso (per non compromettere la stabilità del profilo trasversale) e senza obbligare i sedimenti a spostarsi in alto fondale, in quanto questo fatto aggraverebbe la situazione del litorale a Nord.
Secondo la nostra esperienza nel caso specifico la struttura più adatta ad assolvere a questa funzione è la piattaforma isola associata a versamenti di ripascimento iniziale e di mantenimento.
Essa è stata ampiamente sperimentata in Liguria con successo in casi analoghi ed è quindi proposta con completa sicurezza.
È però da osservare che la semplice costruzione delle piattaforme produrrebbe sul litorale già molto esile un grave squilibrio.
Per effetto delle nuove opere sul regime dell'energia del moto ondoso sottocosta, il sedimento presente sarebbe in effetti immediatamente (con le prime mareggiate) richiamato a formare i tomboli a ridosso delle stesse sguarnendo quindi i tratti intermedi che pertanto arretrerebbero (vedi schema di figura 15).
Si produrebbe quindi una situazione di crisi molto preoccupante soprattutto se nei tratti centrali esistessero costruzioni.
Ciò nella ipotesi semplificata che non esista trasporto longitudinale, ma che la spiaggia sia soggetta a solo equilibrio trasversale.
In realtà l'arenile di Tarquinia è soggetto ad alimentazione bilaterale e l'alimentazione è tale da consentire solo il mantenimento dell'equilibrio e nessun protendimento.
Si deve quindi prevedere almeno inizialmente qualche ripercussione sull'equilibrio a Nord, per cui si deve procedere con una certa cautela.
È quindi necessario predisporre un piano di intervento che preveda la graduale realizzazione delle piattaforme e accompagnata da apporti detritici artificiali che consentano l'assestamento dell'arenile in una posizione più avanzata rispetto all'attuale e che se del caso, tamponino il temporaneo deficit a Nord.
Si propone perciò la costruzione di un complesso di n. 6 piattaforme-isole (come indicato nella tavola 1) da realizzarsi procedendo gradualmente da Nord verso Sud, ossia dalla Foce del Marta verso Porto Clementino.
Prevedendo di versare, tra le prime due piattaforme realizzate, materiale di granulometria appena superiore al sedimento presente, sarà possibile stabilire immediatamente un profilo a mare sensibilmente più ripido e quindi un immediato protendimento del litorale nella zona compresa tra le prime due strutture.
Gli effetti secondari che potrebbero prodursi a Nord, comunque attenuati dal versamento di ripascimento previsto, dovrebbero essere facilmente assorbiti anche perché come, si è visto, la Foce del Marta è in leggero protendimento ed immediatamente a Nord esiste il breve saliente di Marina Velca. Tuttavia si prevede in progetto un certo quantitativo di materiale di ripascimento a disposizione per tamponare eventuali squilibri.
D'altra parte il cordolo di unione alla costa delle piattaforme è previsto in semplice ghiaione che dovrebbe in breve essere assorbito parzialmente dalla sabbia sottostante permettendo così il ristabilirsi di una certa oscillazione del sedimento tra la riva e le piattaforme e quindi anche una certa diffusione laterale.
Sarà opportuno che la progressione verso Sud sia graduata nel tempo ed eventualmente modificato l'interasse tra le piattaforme, in relazione ai risultati sperimentali conseguiti con la costruzione delle prime due di esse previste nel progetto pilota.

2.2 Computo metrico estimativo

PROGETTO PILOTA N. 5

— Piattaforma-isola n. 1	L.	59.000.000		
— Piattaforma-isola n. 2	L.	58.000.000		
— Versamenti di ripascimento	L.	399.000.000		
	L.	516.000.000		
A disposizione dell'Amm.zione per spese tecniche ed I.V.A.	L.	113.000.000		
Totale	L.	629.000.000	L.	629.000.000

Riporto			L.	629.000.000
Piattaforme-isole n. 3-4-5-6 costo di una piattaforma: — Calcestruzzo dosato a Kg. 350 mc. 50 × L. 70.000 =	L. 3.500.000			
— Massi naturali da 3 a 5 tonn. tonn. 2722 × L. 10.500 =	L. 29.000.000			
— Tout-venant di cava: tonn. 2176 × L. 8.500 =	L. 18.000.000			
— Ferro per c.a. Kg. 700 × × L. 750 =	L. 500.000			
— Materiale ghiaioso (pista di servizio) mc. 2000 × L. 4.000 =	L. 8.000.000			
	L. 59.000.000			
n. 4 × L. 59.000.000 =		L. 236.000.000		
— Versamento di materiale di ripascimento: per ogni alveolo mc 33.000: mc. 33.000 × n. 4 = mc. 132.000 mc. 132.000 × 0,80 = mc. 106.000 mc. 106.000 × L. 6.800 =		L. 721.000.000		
mc. 132.000 × 0,20 = mc. 26.000 mc. 26.000 × L. 4.500 =		L. 117.000.000		
		L. 1.074.000.000		
A disposizione dell'Amm.zione per: imprevisti, spese tecniche ed IVA ≃ 30%		L. 322.000.000		
Totale		L. 1.396.000.000	L.	1.396.000.000
Totale generale			L.	2.025.000.000

3. PROGETTO PILOTA N. 5

3.1 Relazione tecnica

Sulla base del progetto generale di massima, il presente si propone di prevedere una realizzazione parziale avente lo scopo di:

1) Sperimentare sulle condizioni specifiche il comportamento delle "piattaforme isole".
2) Determinare un avanzamento della linea di battigia in corrispondenza della zona di intervento.
3) Evitare qualunque ripercussione nel litorale circostante.
4) Porre le premesse per estendere l'avanzamento al tratto di spiaggia a Sud fino a Porto Clementino.
5) Acquisire più approfondite conoscenze sull'equilibrio del litorale.

3.1.1 *Scelta delle opere prioritarie*

Come si rileva dallo studio storico ed in particolare dal confronto tra la situazione 1940 e 1979 gli arretramenti nella zona balneare compresa tra la Foce del Marta e Porto Clementino sono localizzati sul tratto centrale.
Sarebbe a nostro parere un grave errore intervenire in questo tratto in quanto per il tipo di equilibrio presente si determinerebbero ai due lati erosioni localizzate dovute a Nord alla sospensione (parziale e transitoria) di parte del flusso detritico ed a Sud alla accelerazione momentanea dello stesso dovuta al richiamo della protezione offerta al litorale dalle nuove opere.
Si è pertanto prevista la costruzione di due piattaforme isole procedendo, secondo le previsioni del progetto generale, dalla Foce del Marta verso Porto Clementino.
Contemporaneamente si sono previsti versamenti detritici aventi lo scopo di fornire il materiale necessario per la formazione dei tomboli e di un limitato avanzamento nel tratto interessato e per un primo riequilibrio della situazione nel tratto compreso tra le opere e Porto Clementino.
Secondo valutazioni condotte per confronto con nostre applicazioni precedenti e tenuto conto delle diverse situazioni, per assicurare l'avanzamento previsto nella zona protetta senza sensibili ripercussioni laterali sarà sufficiente versare tra le piattaforme un volume di 33.000 mc. di sabbia.
Questa operazione dovrebbe quindi consentire un certo privilegio della zona compresa tra le opere stesse ed il Porto Clementino che quindi dovrebbe avanzare molto lentamente.
Tuttavia è sempre prudente in queste operazioni disporre nel corso dei lavori di un certo quantitativo di versamenti da effettuare in zone di squilibrio momentaneo.
Nel caso specifico si è previsto questo quantitativo con una certa larghezza di circa 20.000 mc. nell'intento di versare una certa quantità a Porto Clementino per accelerare l'avanzamento previsto nel tratto a Sud delle opere, di grande interesse balneare.
L'equilibrio che si stabilirà dovrebbe essere abbastanza stabile nel futuro in mancanza di ulteriori interventi o comunque di peggioramenti nel regime di apporti naturali.
Saranno però ancora possibili oscillazioni stagionali od occasionali che potranno essere ulteriormente ridotte con il completamento delle opere secondo il progetto di massima al quale potranno essere apportate le varianti che la esperienza del progetto pilota suggerirà.

3.1.2 *Granulometria del materiale di versamento*

La granulometria del materiale di versamento dovrà essere lievemente maggiore a quella della sabbia presente.
Si sono previsti comunque due tipi di materiale:
— tipo A da 0,5 a 5 mm.
— tipo B > 0,3 mm.
A proposito di questa scelta si rimanda a quanto esposto al proposito nella relazione allegata al progetto generale di massima per la zona Terracina-San Felice Circeo e nei progetti pilota n. 1 e n. 2.

3.1.3 *Dimensionamento delle opere*

Le opere sono state dimensionate come già nel progetto di massima in base alla esperienza sperimentale maturata in ormai numerose applicazioni curate dallo Studio Volta.
Accanto alle questioni di stabilità della mantellata, in relazione al moto ondoso, si è tenuto nel massimo conto delle esigenze di ridurre al minimo i moti riflessi che, come si è visto nel corso dello studio, turbano profondamente l'equilibrio trasversale della spiaggia.
Ciò è stato ottenuto sia con la forma circolare delle strutture che disperdono l'energia delle onde incidenti, sia con la riduzione della pendenza delle mantellate di protezione.
Questo fatto, tenuto conto del debole fondale in cui vengono a trovarsi le opere, rende superflua ogni verifica di stabilità della mantellate.

3.1.4 *Previsione degli effetti*

Nelle tavole 1 e 2 sono previsti gli effetti sia in pianta che in profilo delle opere proposte.
Essi sono stati dedotti in base alla attenta analisi e al confronto dei dati dello studio: Piani d'onda, diagrammi di energia etc., ed alla esperienza maturata su operazioni analoghe.
A questo proposito è da osservare che, come risulta dalla esposizione di cui ai punti precedenti, l'ottenimento degli effetti di questi interventi dipende oltre che dalle opere e dai versamenti previsti, anche soprattutto dalla successione nella esecuzione delle opere in relazione agli eventi stagionali metereologici.
Soprattutto le modalità dei versamenti devono essere attentamente graduate e variate in relazione alla osservazione delle "prime risposte" che il litorale offre agli interventi iniziali. Non è evidentemente possibile elencare qui uno schema di comportamento che viceversa è solo acquisi-

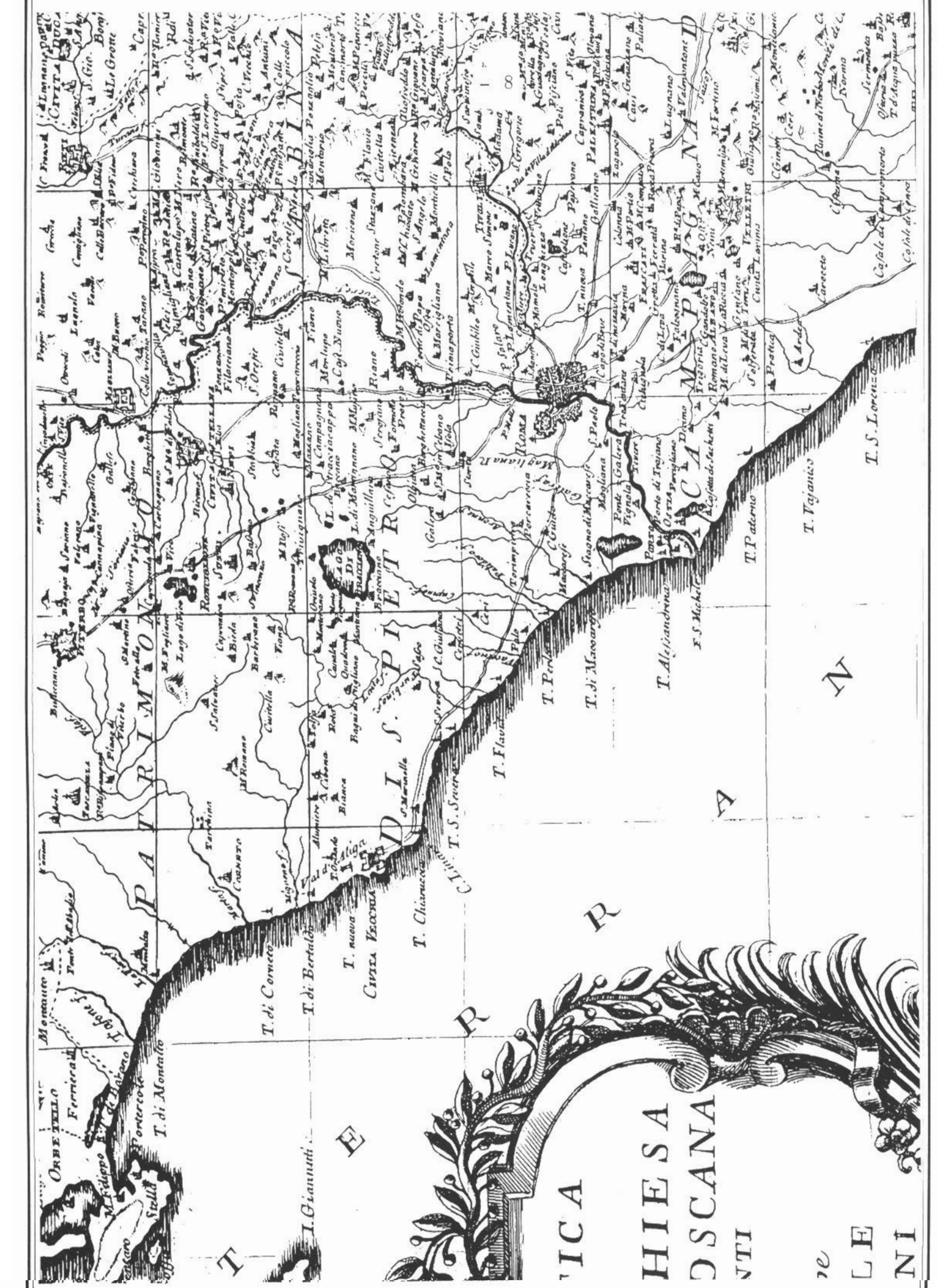
bile in anni di esperienza e di attente osservazioni di questi fenomeni.

3.1.5 *Predisposizione di osservazioni*

Dovranno essere predisposte osservazioni sistematiche per il rilievo della evoluzione litoranea (linee di battigia e profili) e della dispersione del materiale di apporto.
Tali osservazioni dovranno iniziare prima dell'avvio dei lavori e proseguire per almeno un anno dopo la loro ultimazione.
I risultati della indagine consentiranno di trarre il massimo vantaggio dall'intervento e di rendere possibile la progettazione esecutiva dell'intervento generale.

3.2 **Stima dei lavori**

Piattaforma-isola n. 1				
25) Calcestruzzo di cemento dosato a kg. 350: mc. 50,00 × L. 70.000 =	L.	3.500.000		
23) Fornitura e posa in opera di massi naturali da 3001 a 5000 Kg. mc. 1.296,00 × 2,1 = tonn. 2.722 tonn. 2.722 × L. 10.500 =	L.	28.581.000		
24) Fornitura e posa in opera di tout-venant di cava: mc. 1.036,00 × 2,1 = tonn. 2.176 tonn. 2.176 × L. 8.500 =	L.	18.496.000		
26) Ferro per c.a: Kg. 1.020 × L. 750 =	L.	765.000		
27) Materiale ghiaioso: mc. 1.900 × L. 4.000 =	L.	7.600.000		
	L.	58.942.000	L.	58.942.000
Piattaforma-isola n. 2				
25) Calcestruzzo di cemento dosato a Kg. 350: mc. 50,00 × L. 70.000 =	L.	3.500.000		
23) Fornitura e posta in opera di massi naturali da 3 a 5 tonn. tonn. 2.722 × L. 10.500 =	L.	28.581.000		
24) Fornitura e posa in opera di tout-venant di cava: mc. 1036,00 × 2,1 = tonn. 2.176 tonn. 2.176 × L. 8.500 =	L.	18.496.000		
26) Ferro per c.a.: Kg. 1.020 × L. 750 =	L.	765.000		
27) Materiale ghiaioso: mc. 1.593 × L. 4.000 =	L.	6.372.000		
	L.	57.714.000	L.	57.714.000
Versamenti				
28) Fornitura, trasporto e posa in opera di materiale di ripascimento tipo a): mc. 26.400 × L. 6.800 =	L.	179.520.000		
29) Fornitura, trasporto e posa in opera di materiale di ripascimento tipo b): mc. 6.600 × L. 4.500 =	L.	29.700.000		
	L.	209.220.000	L.	209.220.000
Versamenti Laterali				
28) Fornitura, trasporto e posa in opera di materiale di ripascimento tipo a): mc. 24.000 × L. 6.800 =	L.	163.200.000		
29) Fornitura, trasporto e posa in opera di materiale di ripascimento tipo b): mc. 6.000 × L. 4.500 =	L.	27.000.000		
	L.	190.200.000	L.	190.200.000
Sommano i lavori			L.	516.076.000
A disposizione dell'Amm.zione per: — spese tecniche, direzione lavori, assistenza speciale ≃ 7%	L.	35.924.000	L.	35.924.000
			L.	522.000.000
I.V.A. 14%	L.	77.000.000	L.	77.000.000
Totale generale			L.	629.000.000


PATRIMONIO
DI
S. PIETRO
ROMA
T. di Montalto
T. di Corneto
T. di Bertalda
T. Chiarenza
T. Flavio
T. di Maccarese
T. Alessandrina
T. Vajanico
T. S. Lorenzo
T. Paterno
Civita Vecchia
Orbetello
Porto Ercole
Ferriera
Stella
Lago di Bolsena
Lago di Vico
Lago di Bracciano
Lago di Martignano
Lago di Castel Gandolfo
Lago di Nemi
Lago di Ardea
Lago di Fogliano
Lago di Caprolace
Lago di Fondi
Lago di Gaeta
Lago di Fucino
Lago di Scanno
Lago di Pescara
Lago di Sabaudia
Lago di Terracina
Lago di Lesina
Lago di Varano
Lago di Salpi
Lago di Lucrino
Lago di Averno
Lago di Patria

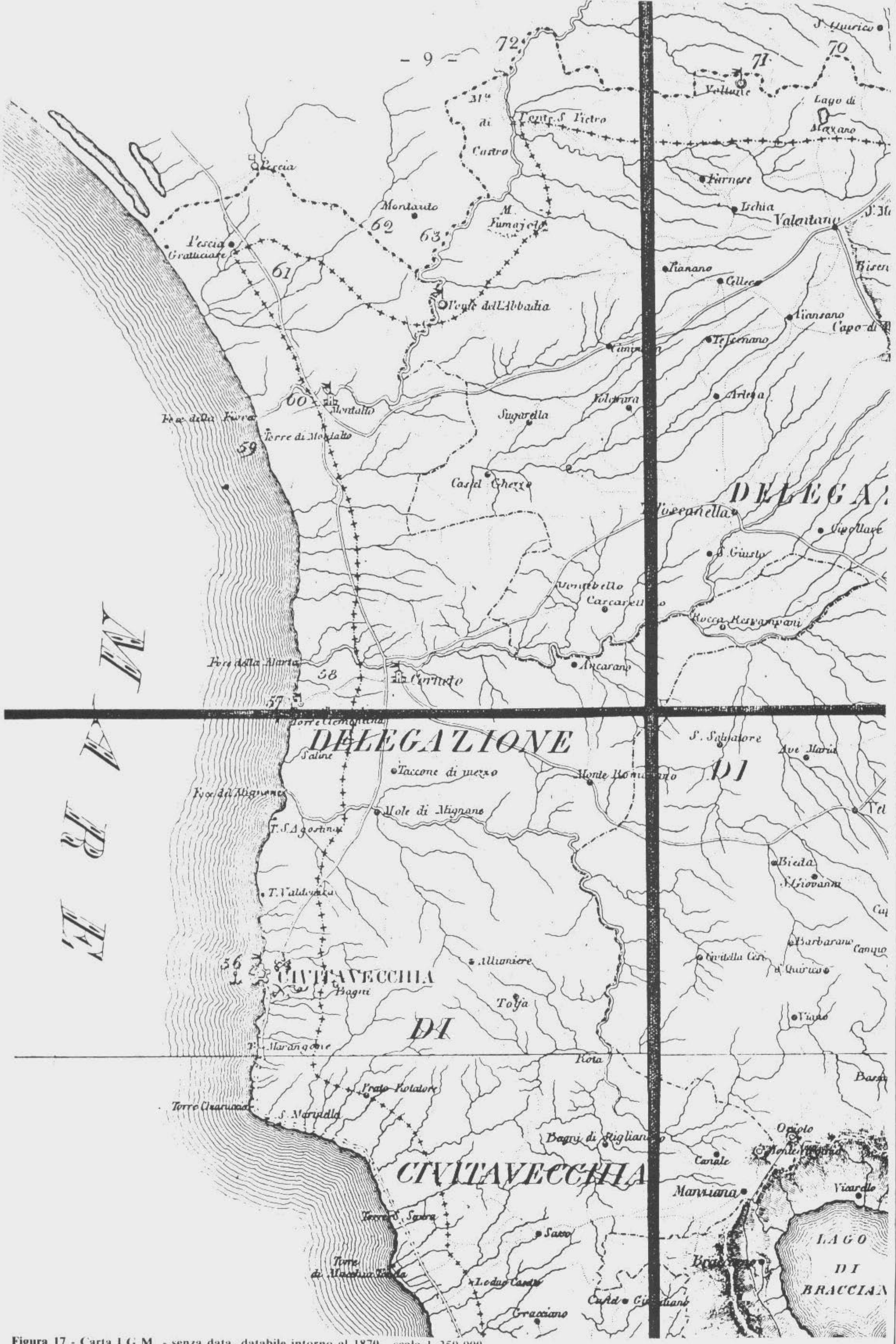


Figura 17 - Carta I.G.M. - senza data, databile intorno al 1870 - scala 1/250.000

Figura 18 - Carta I.G.M. - scala 1/50.000 - 1879

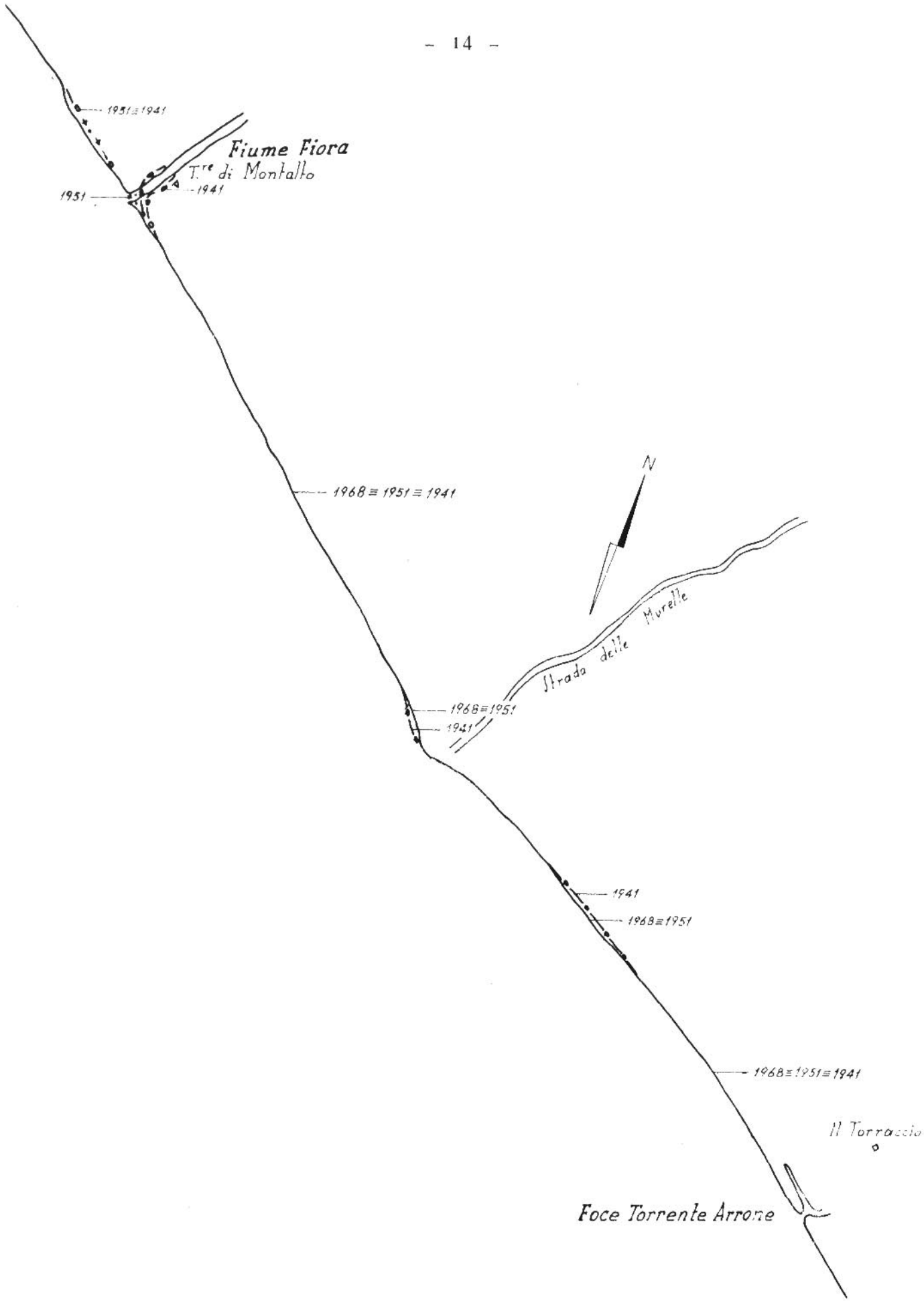


Figura 19 - Montalto Marina 1° - confronto 1941-1951 - 1968 (figg. 20-21-22) - scala 1/25.000

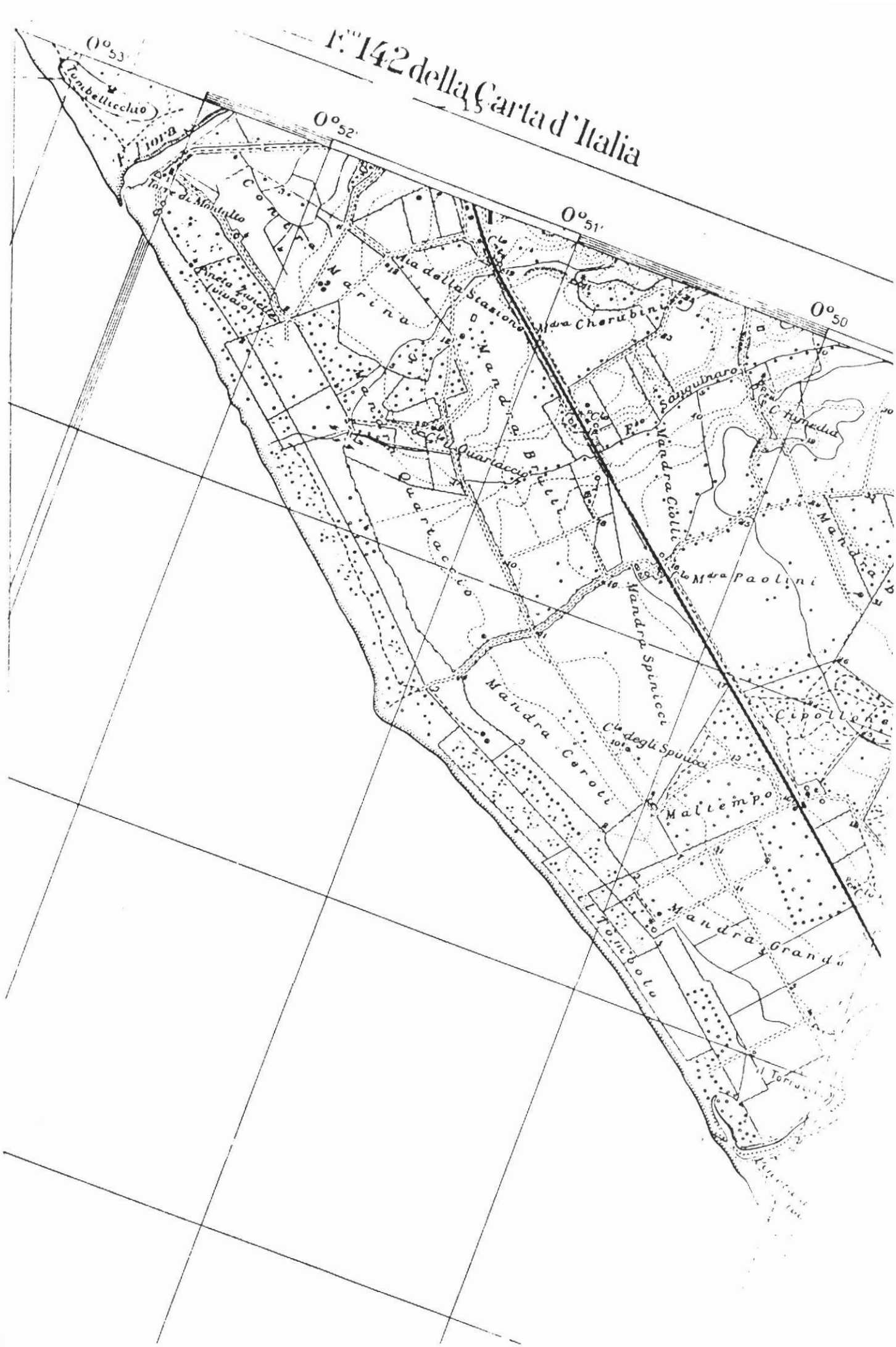


Figura 20 - Montalto Marina I - I.G.M. 1941

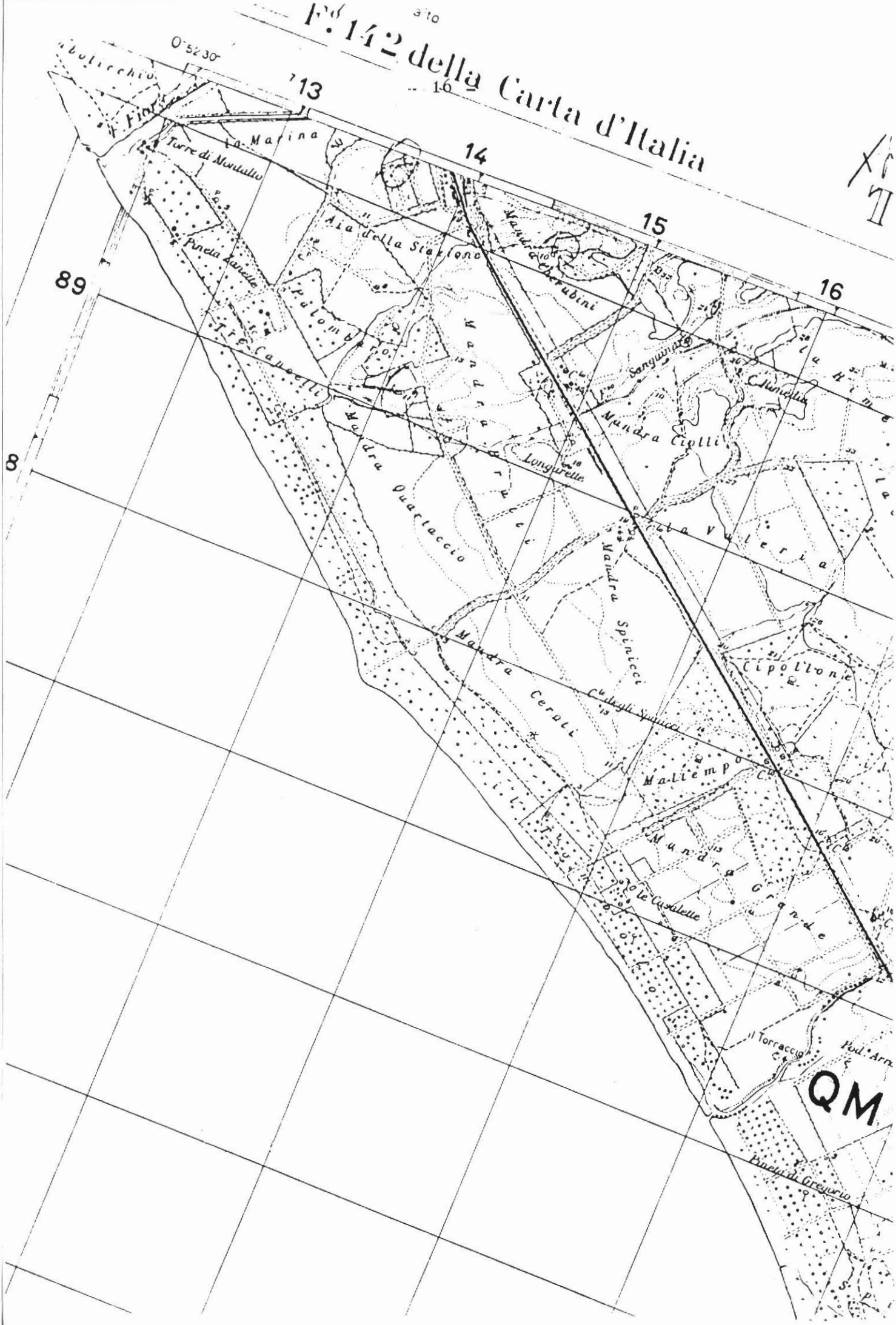


Figura 21 - Montalto Marina I - I.G.M. 1951

Figura 22 - Montalto Marina I - I.G.M. 1968

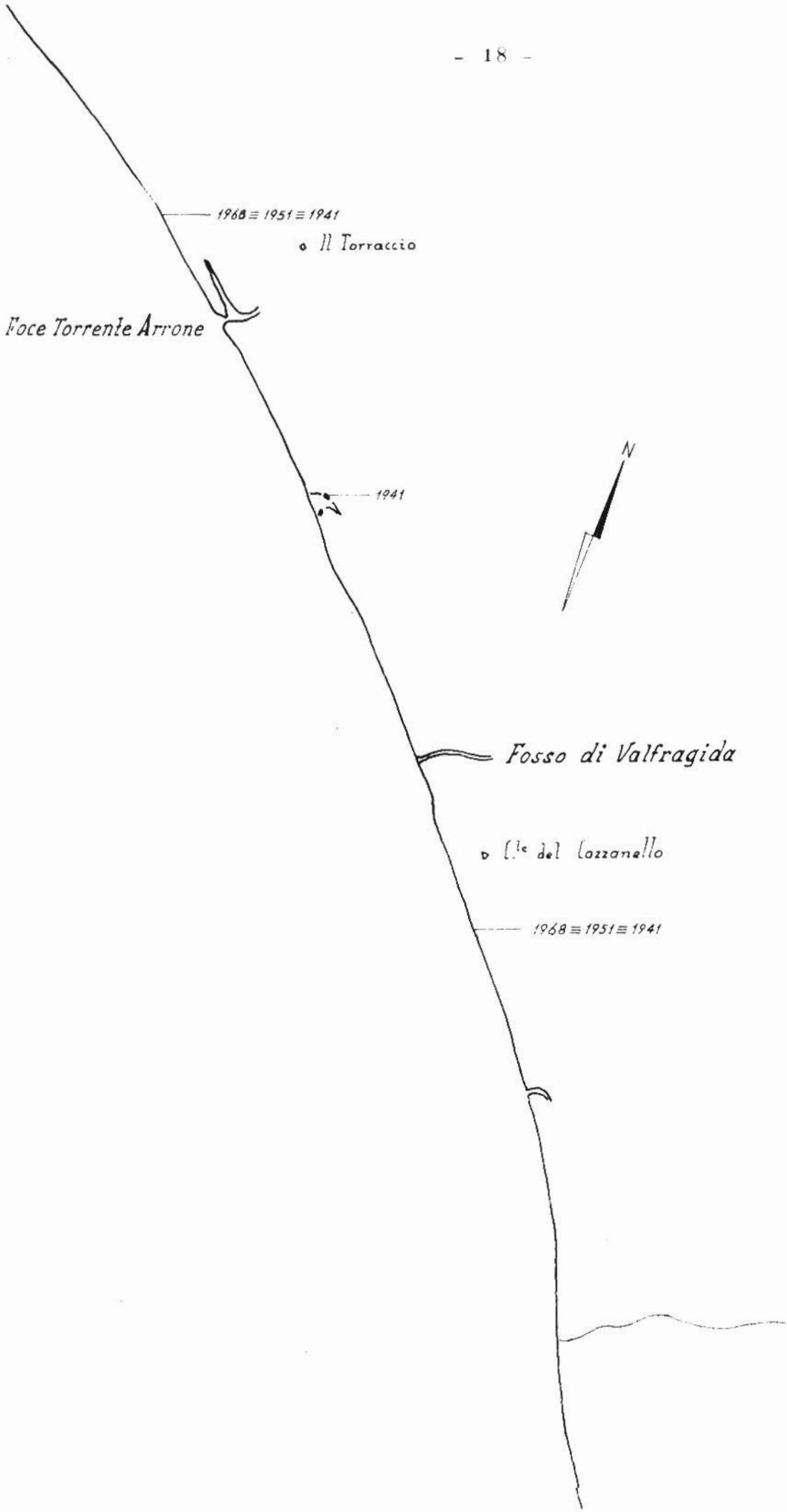


Figura 23 - Montalto Marina II° - confronto 1941-1951-1968 (figg. 24-25-26) - scala 1/25.000

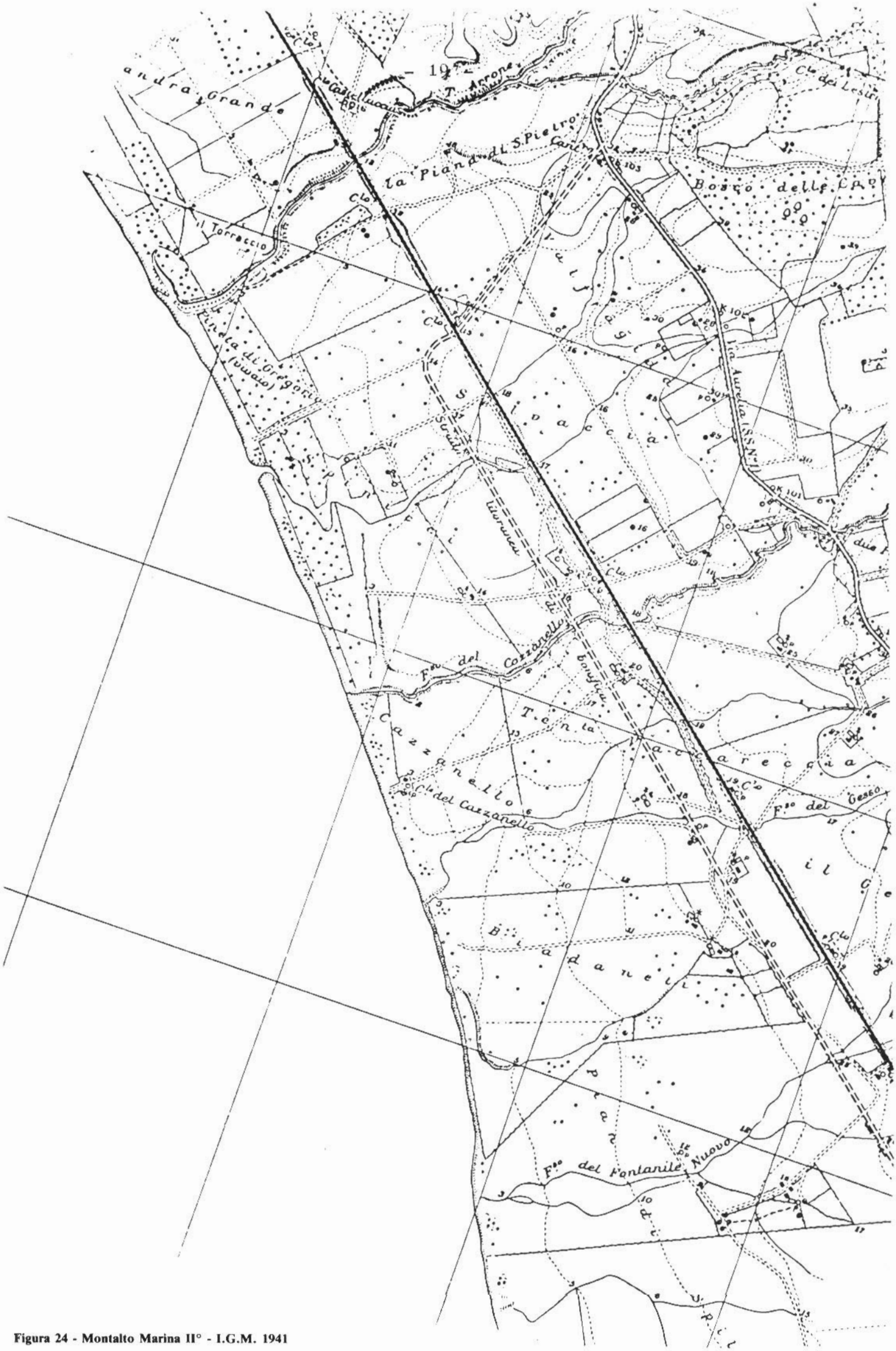


Figura 24 - Montalto Marina II° - I.G.M. 1941

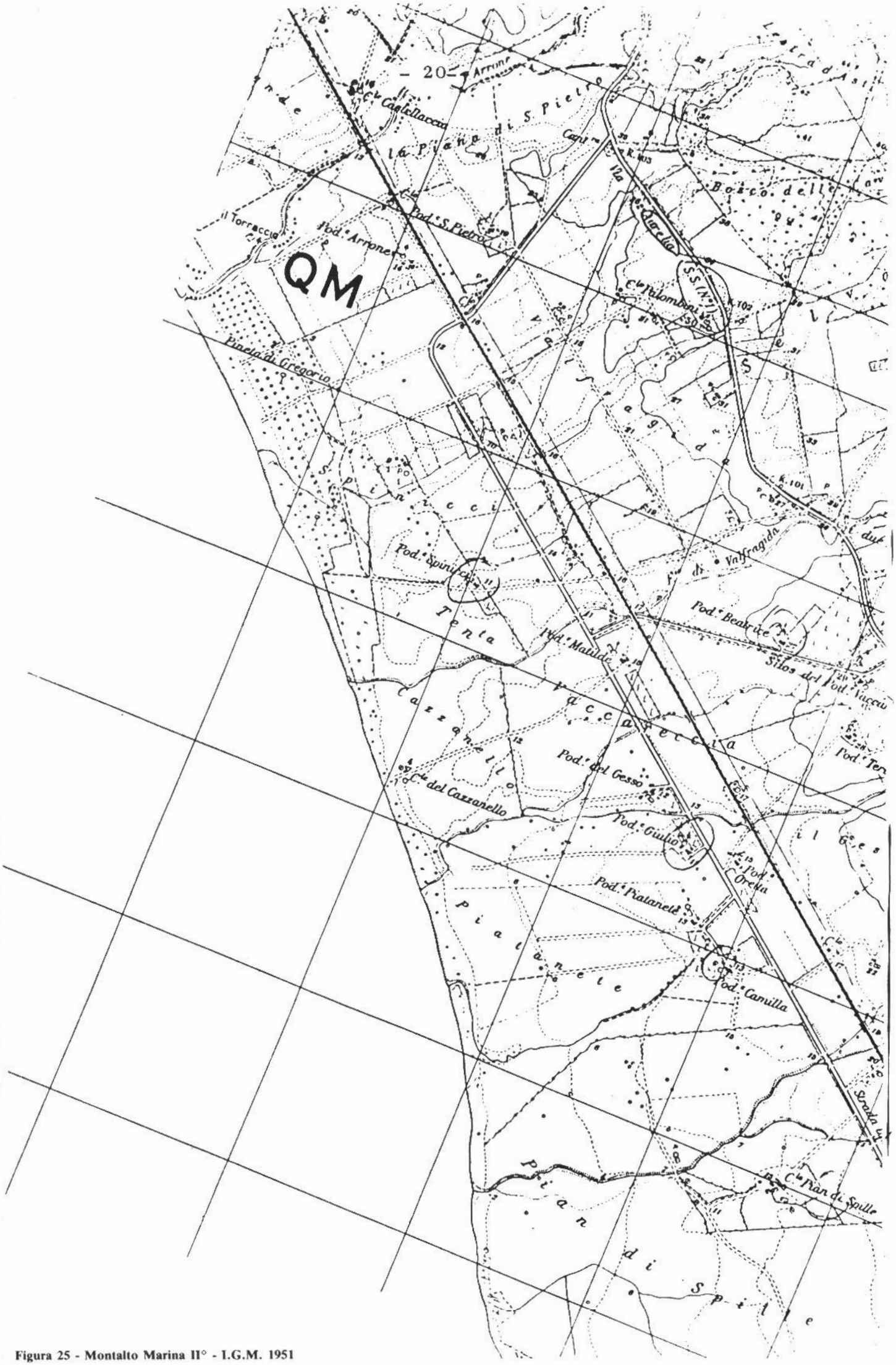


Figura 25 - Montalto Marina II° - I.G.M. 1951

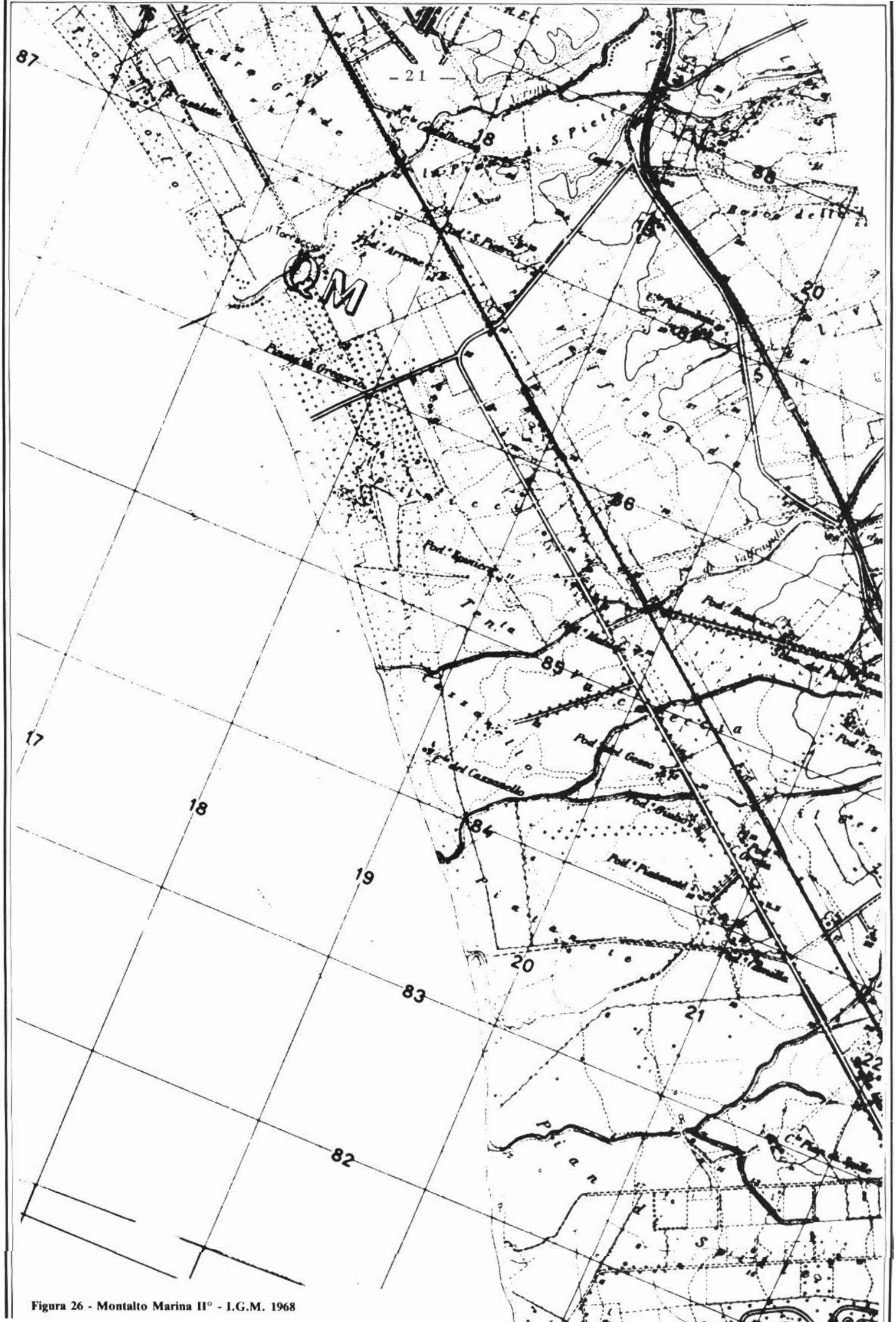


Figura 26 - Montalto Marina II° - I.G.M. 1968

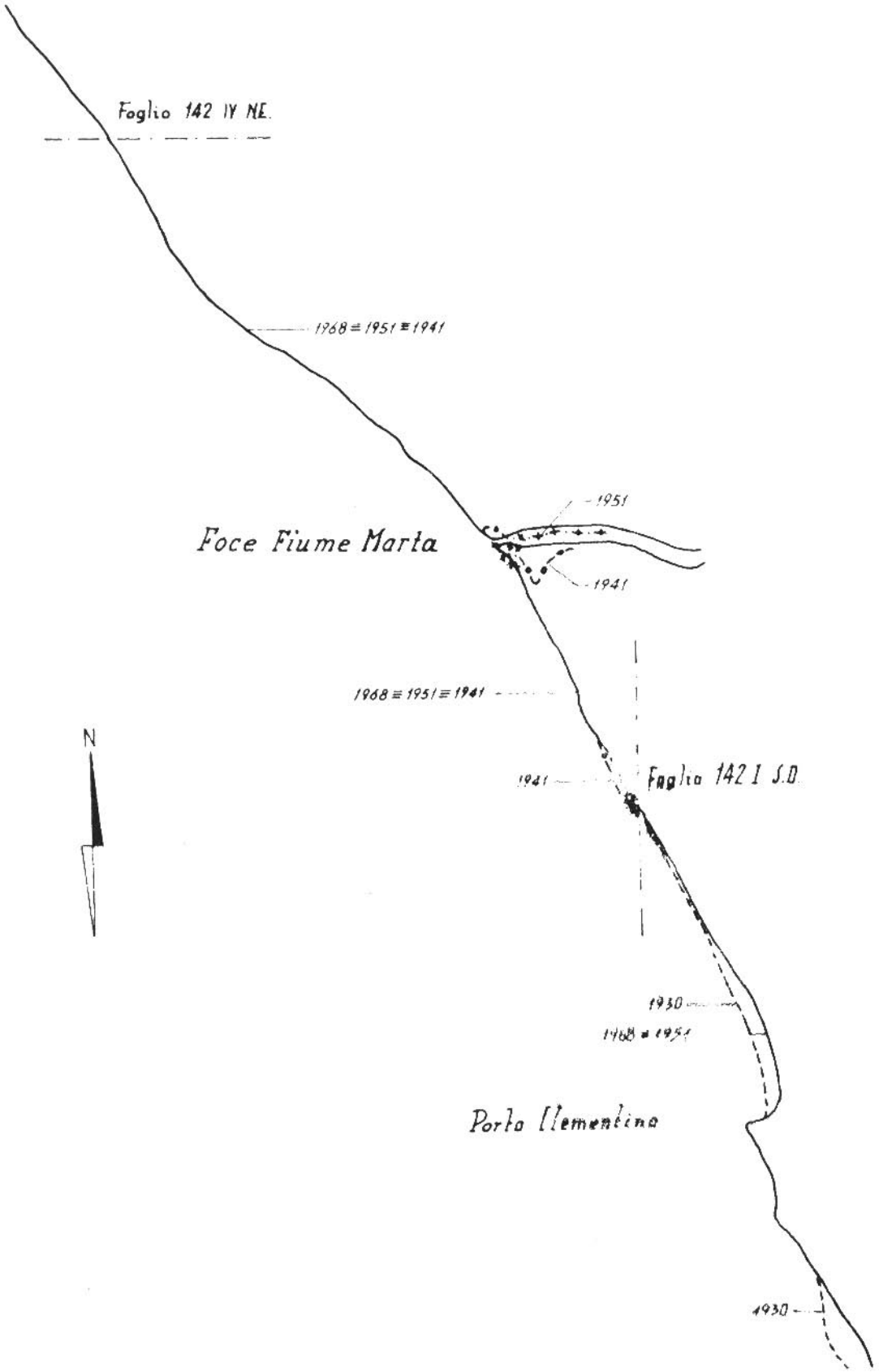


Figura 27 - Foce fiume Marta - confronto 1941-1951-1968 - (figg. 28-29-30) - scala 1/25.000

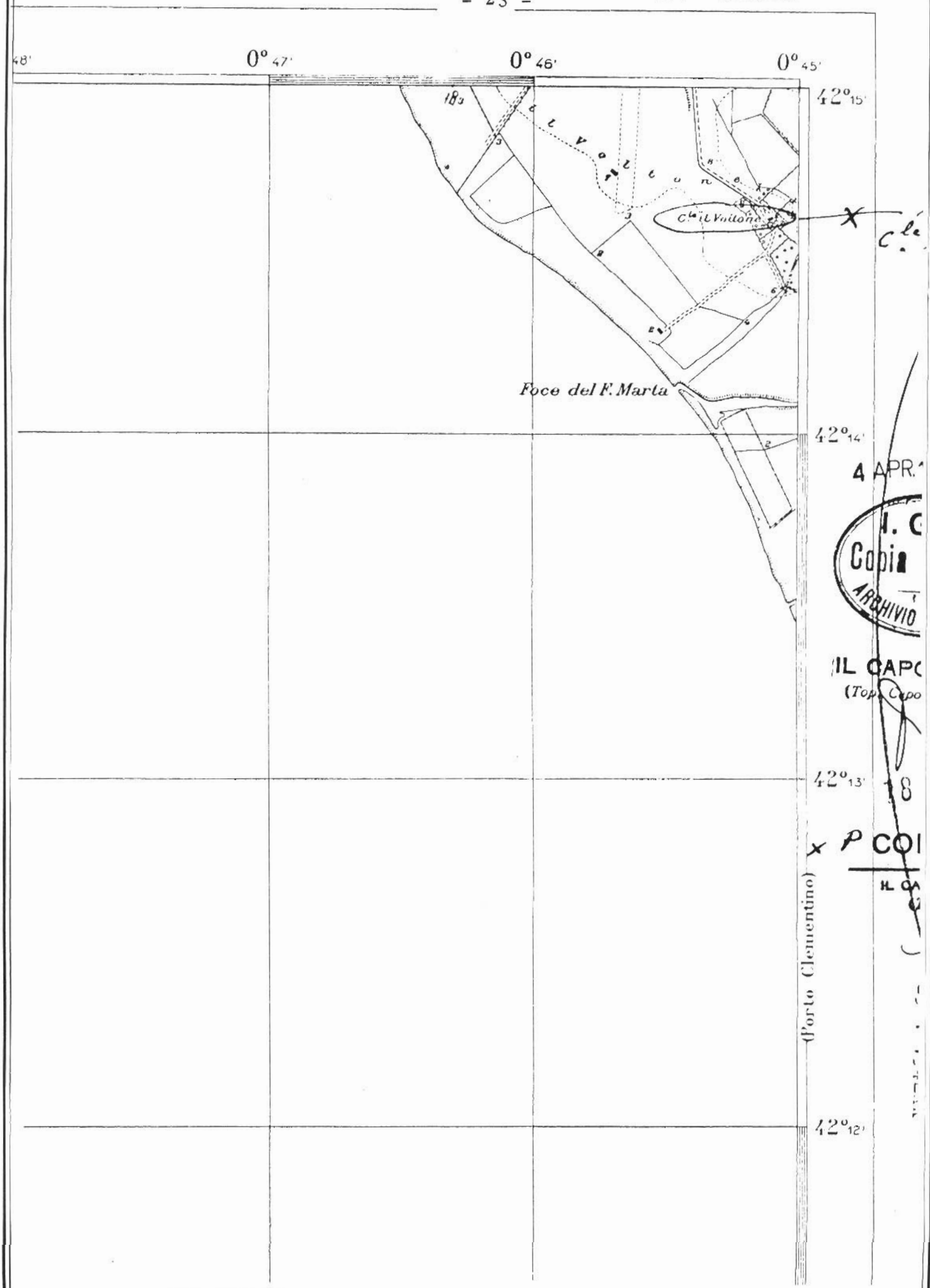


Figura 28 - Foce fiume Marta - I.G.M. 1941

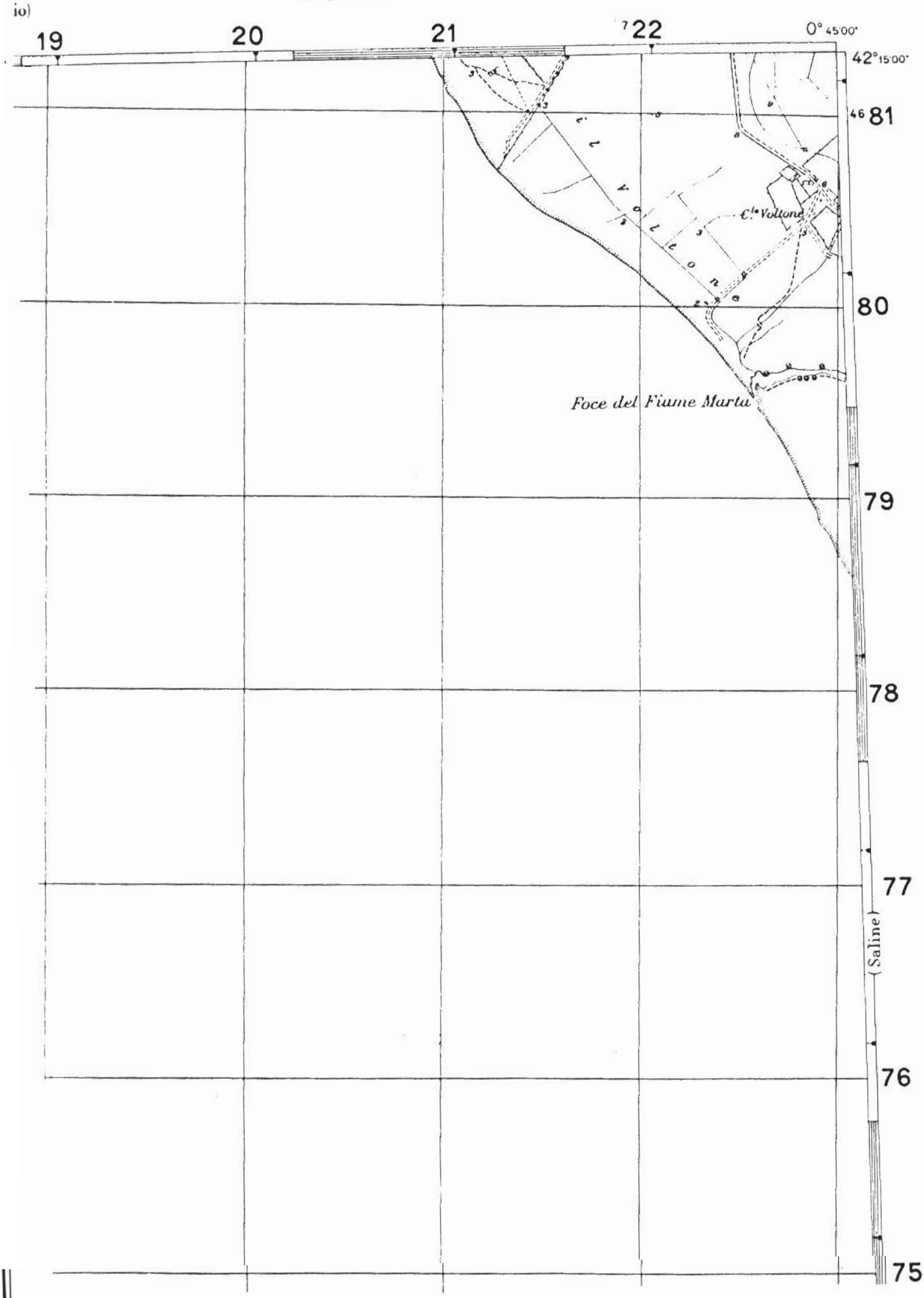


Figura 29 - Foce fiume Marta - I.G.M. 1951

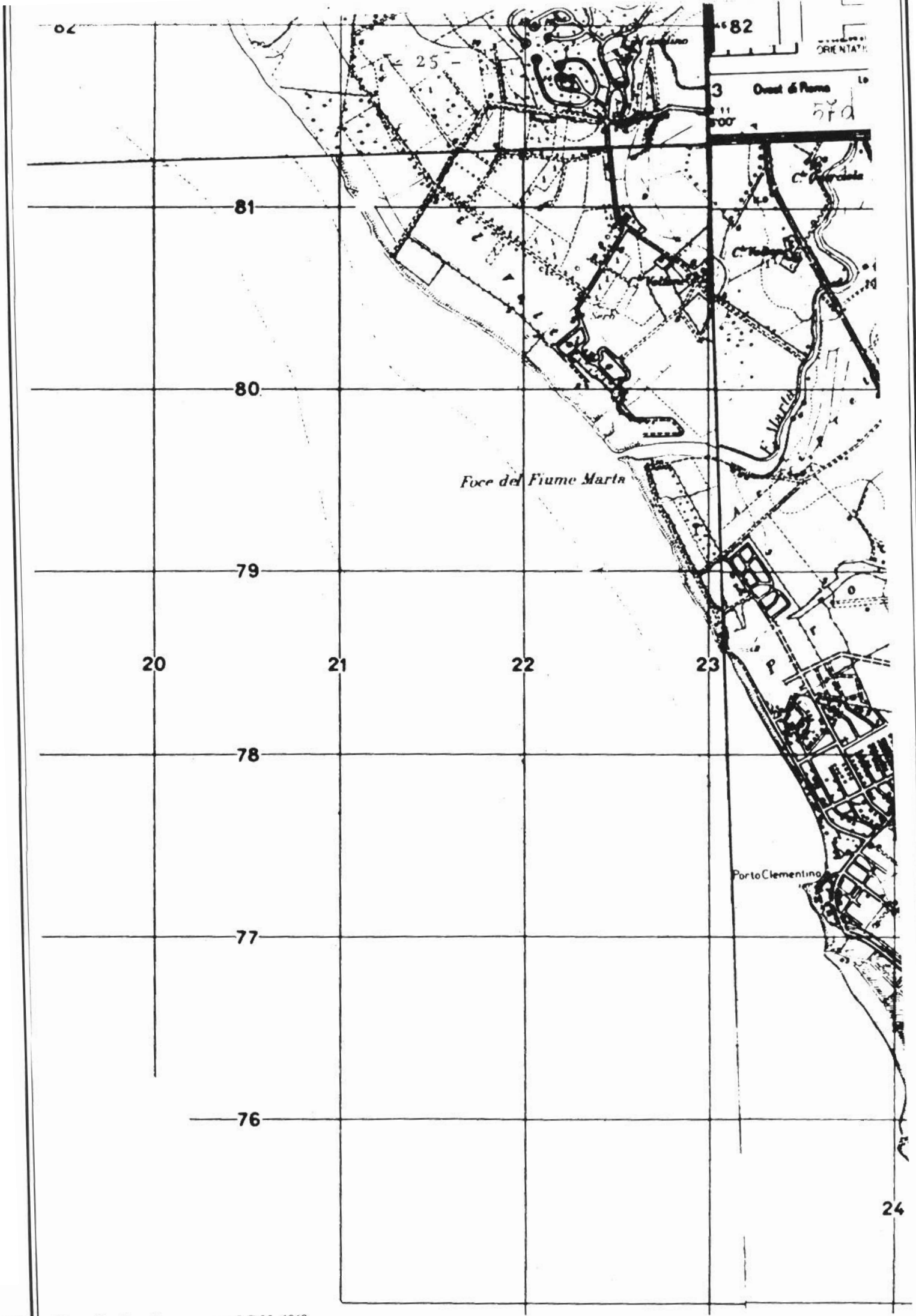


Figura 30 - Foce fiume Marta - I.G.M. 1968

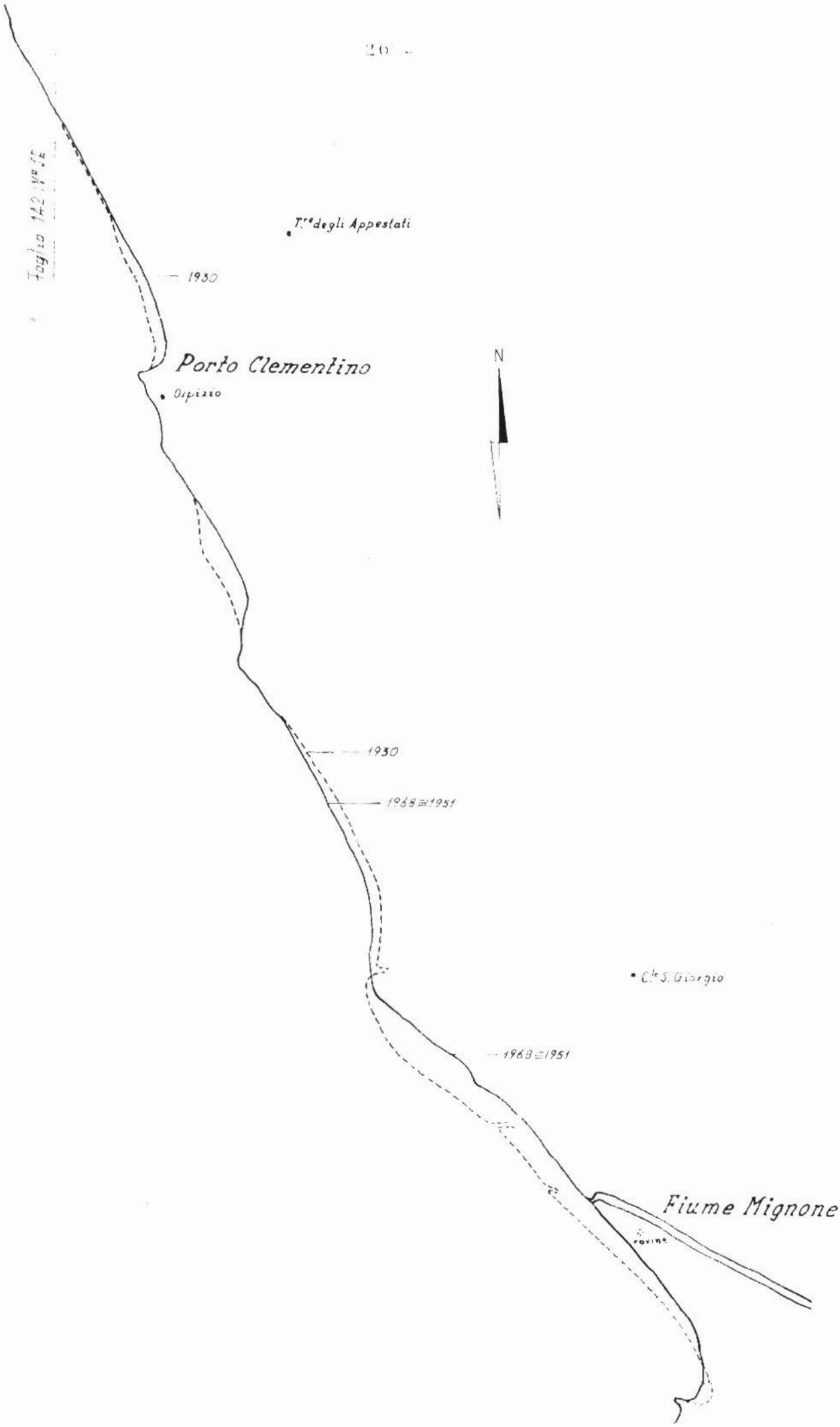


Figura 31 - Marina di Tarquinia - confronto 1930-1951-1968 (figg. 32-33-34)

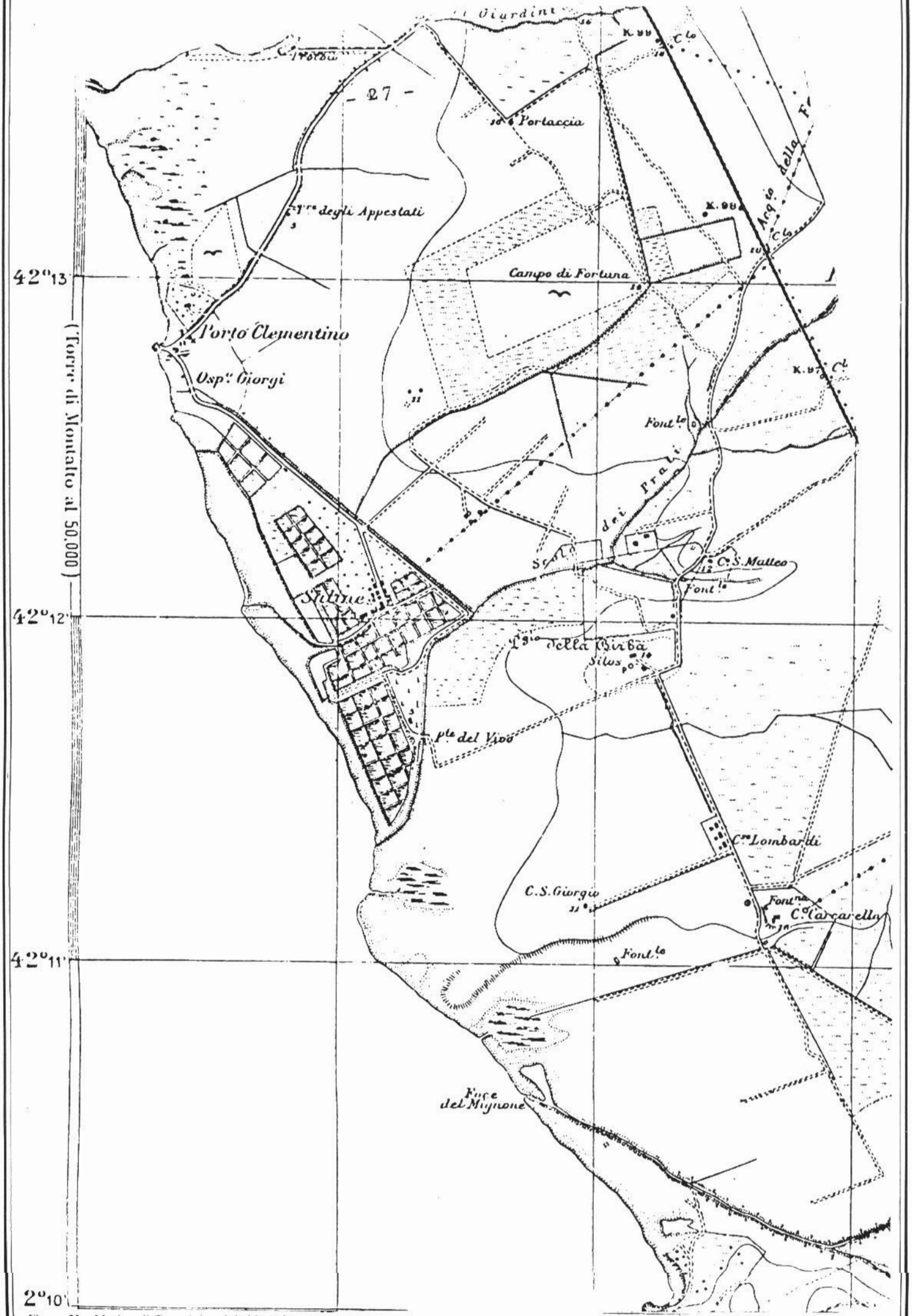


Figura 32 - Marina di Tarquinia - I.G.M. 1930

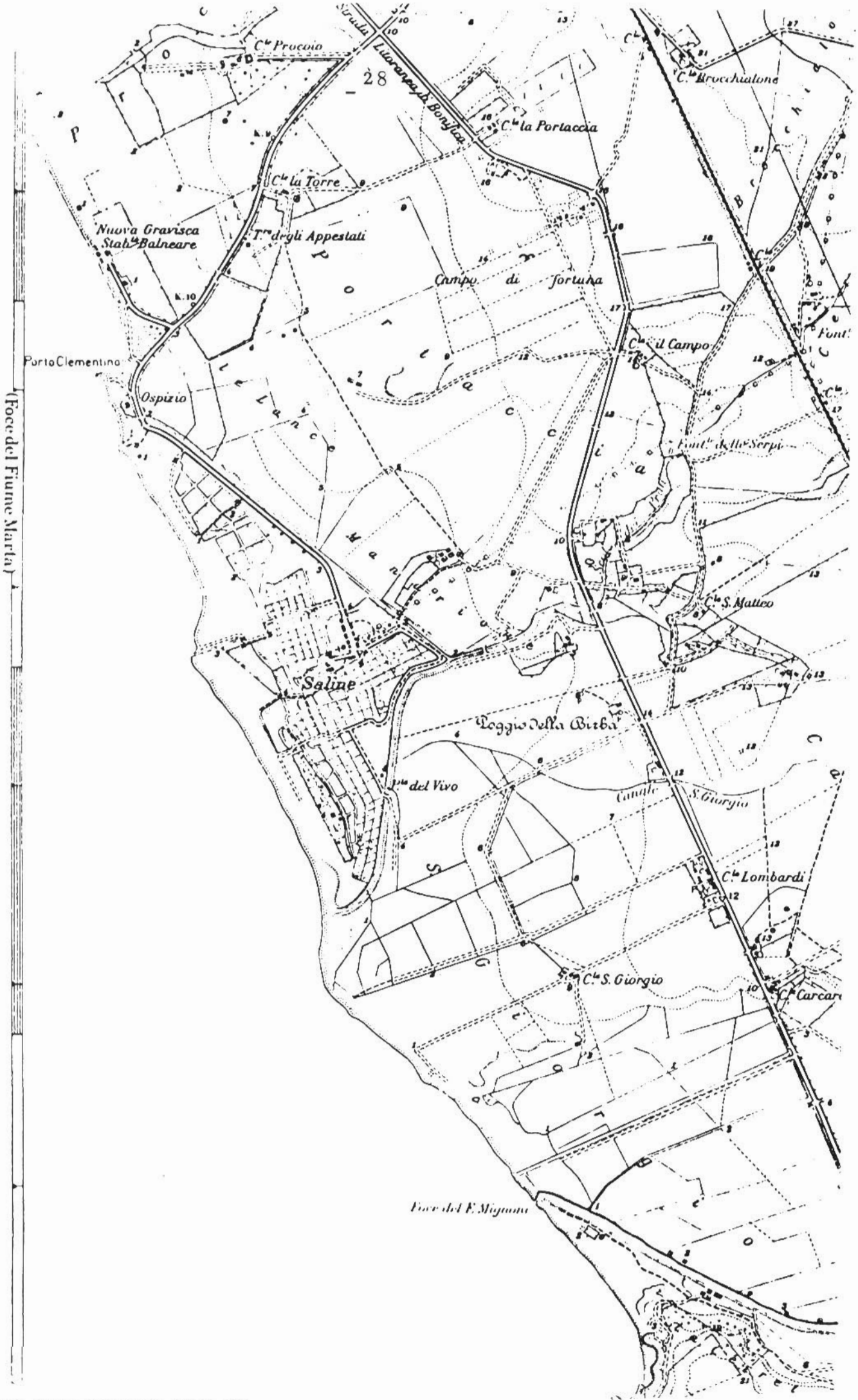


Figura 33 - Marina di Tarquinia - I.G.M. 1951

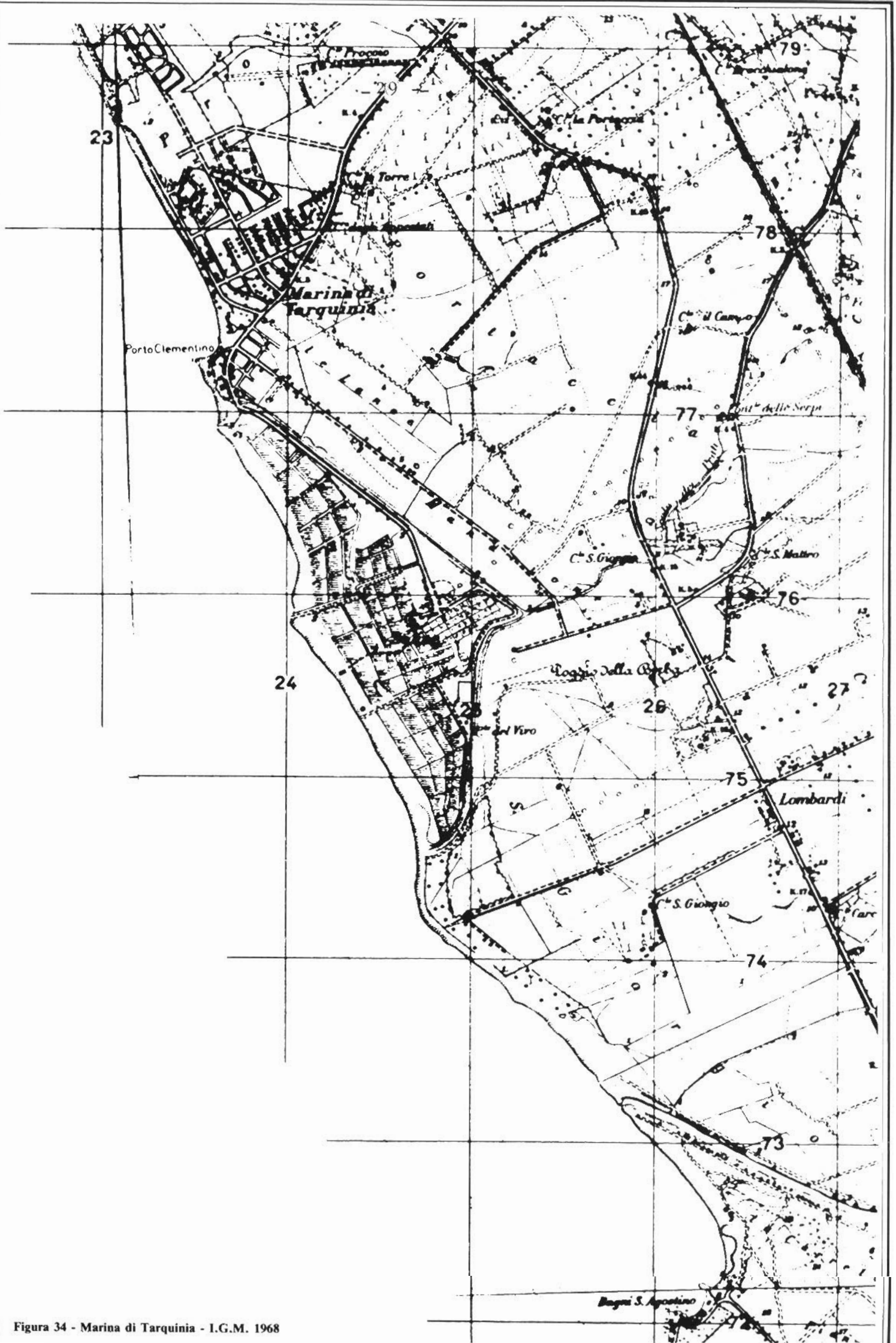


Figura 34 - Marina di Tarquinia - I.G.M. 1968

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

STUDIO GENERALE
DELLE SPIAGGE LAZIALI
E DELLE ISOLE PONTINE

PROGETTO GENERALE DI MASSIMA "ZONA CAMPIONE TARQUINIA"

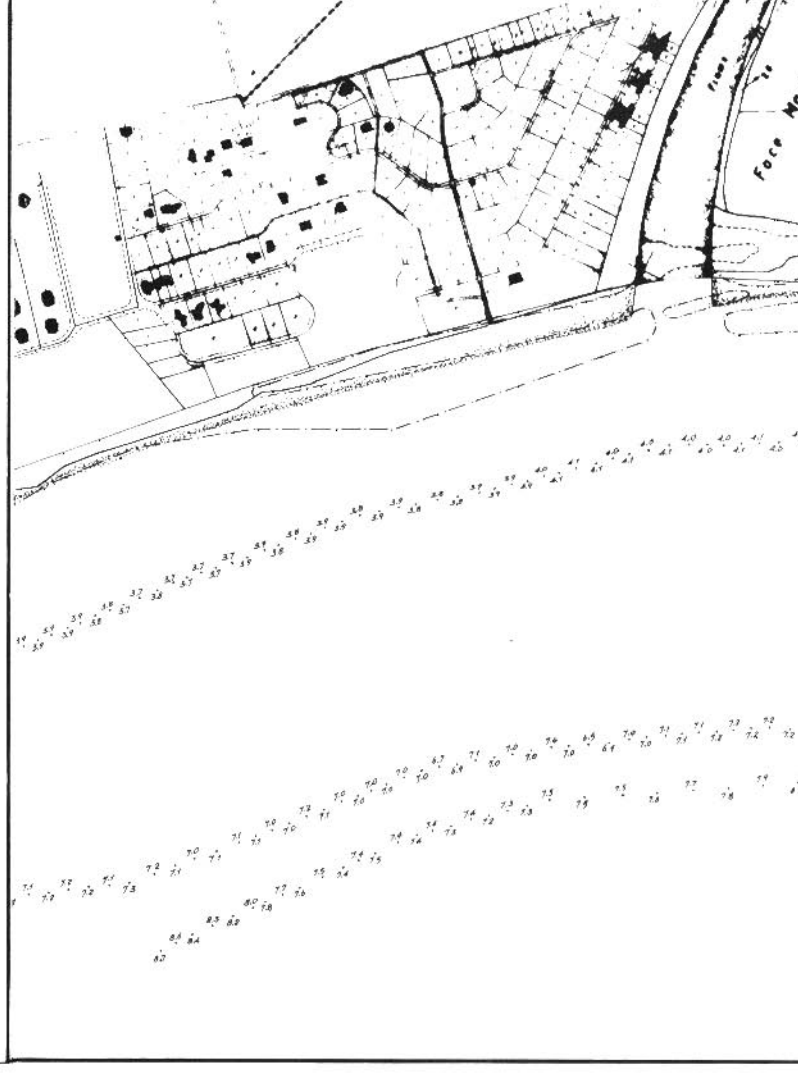
PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI

1:5'000

3/A - TAVOLA 1

SAVONA 2 maggio 1980

STUDIO VOLTA



REGIONE LAZIO
ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

STUDIO GENERALE
DELLE SPIAGGE LAZIALI
E DELLE ISOLE PONTINE

"PROGETTO PILOTA N. 5" INTERVENTO SPERIMENTALE IN DIFESA DELLA SPIAGGIA DEL COMUNE DI TARQUINIA

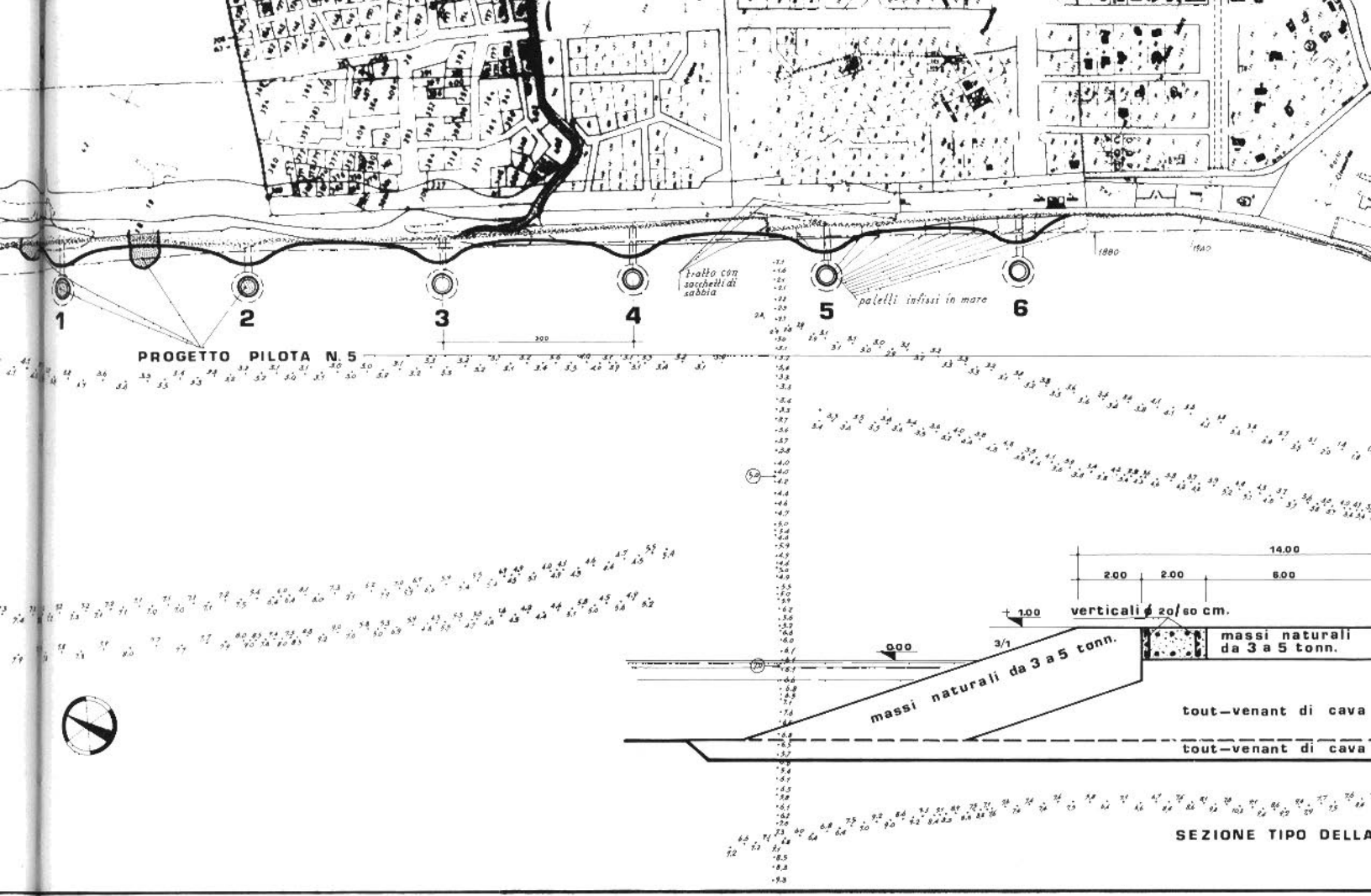
PLANIMETRIA

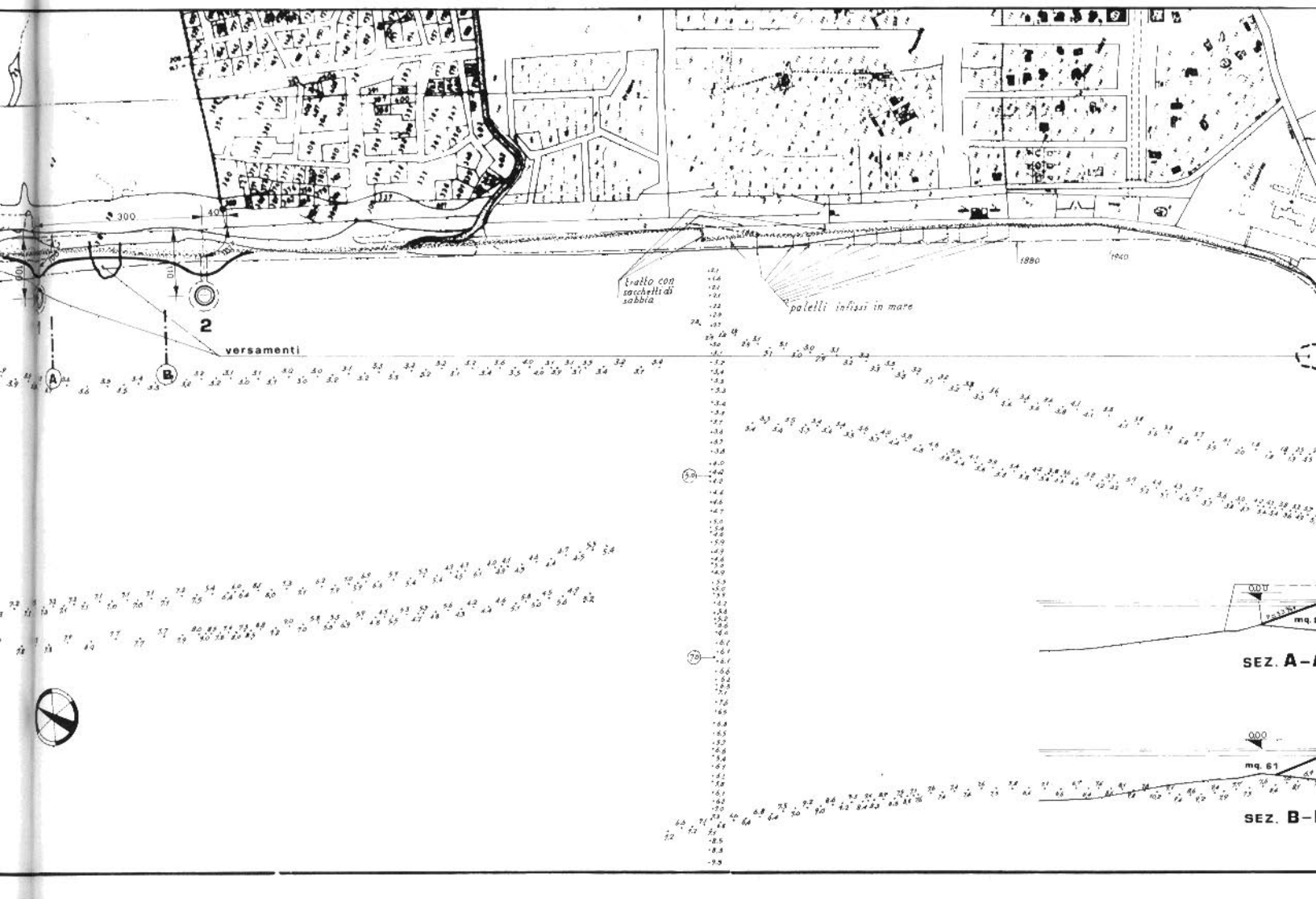
1:5'000

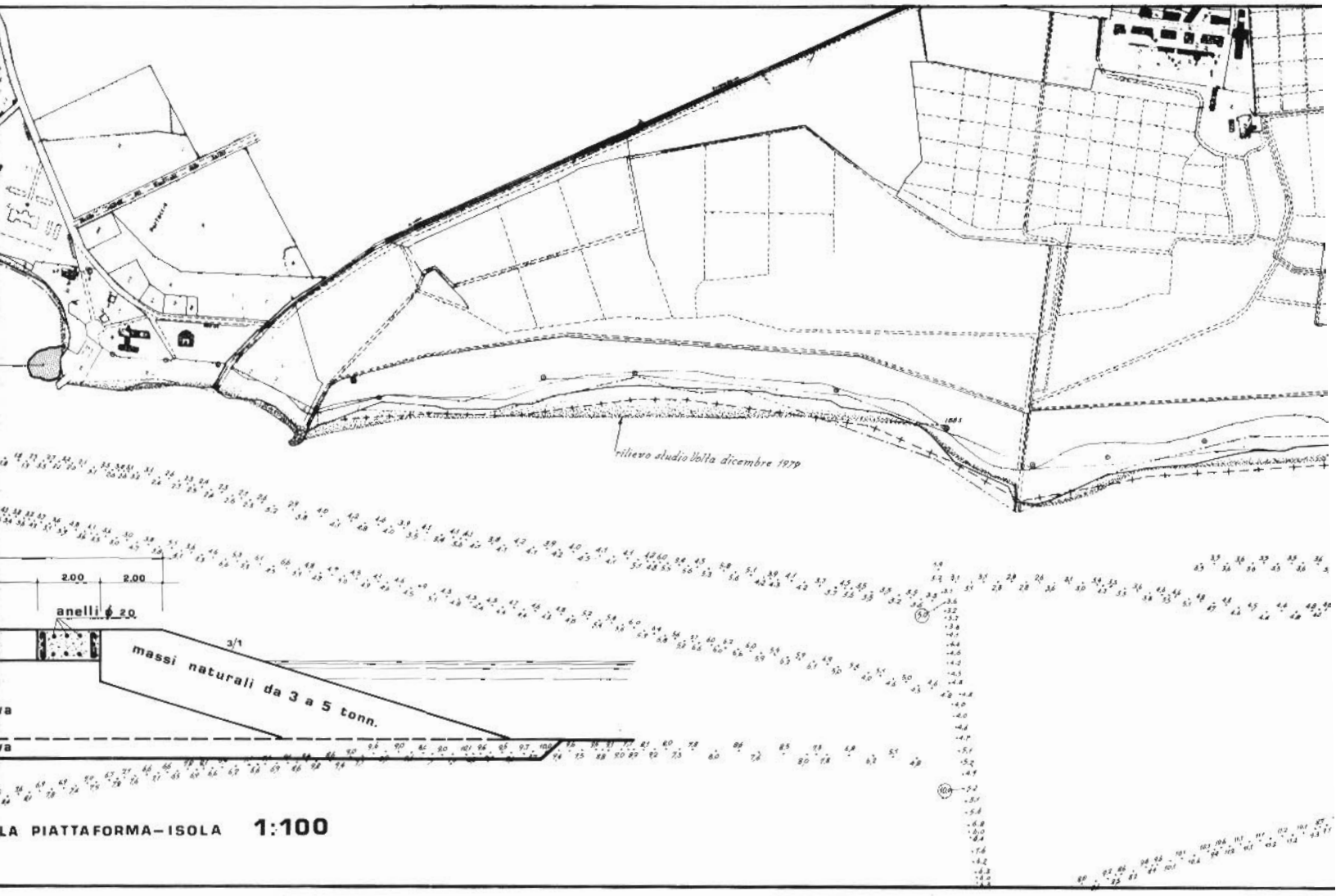
3/A - TAVOLA 2

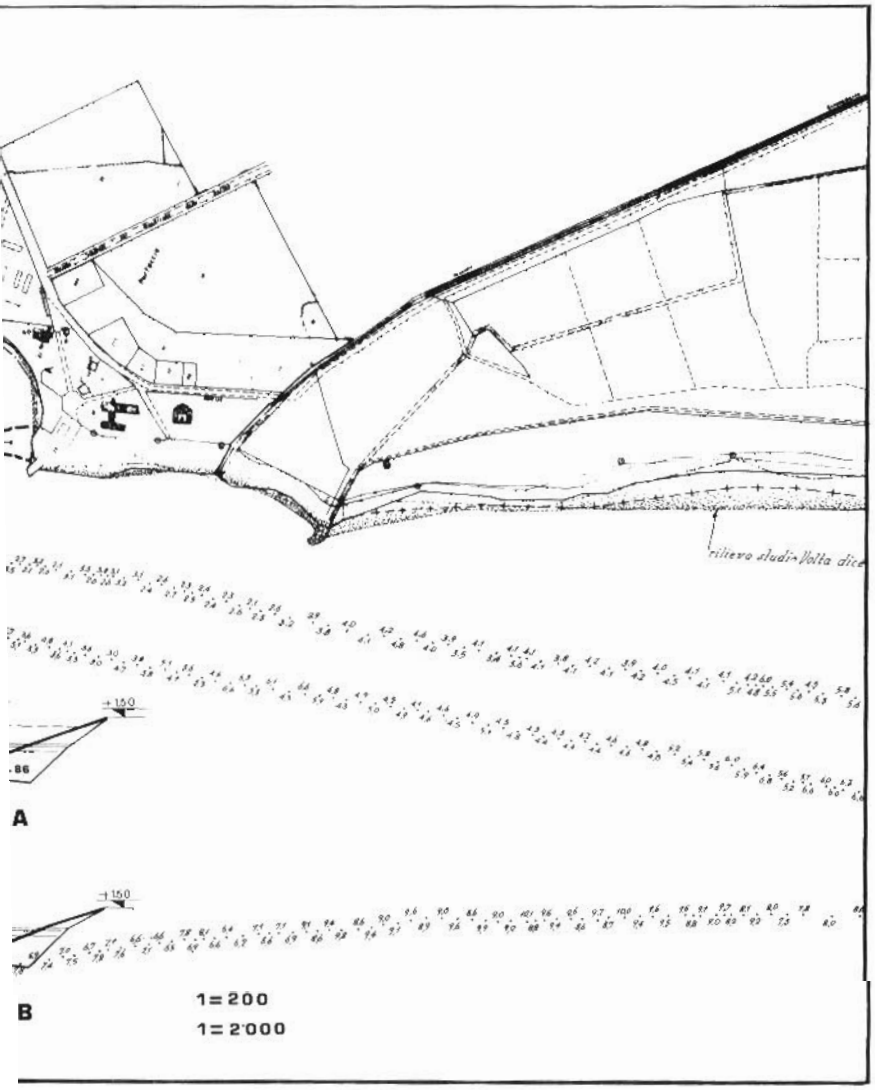
SAVONA 2 maggio 1980

STUDIO VOLTA


1
2
3
4
5
6
tratto con sacchetti di sabbia
palelli infissi in mare
PROGETTO PILOTA N. 5
14.00
2.00
2.00
6.00
verticali ϕ 20/60 cm.
massi naturali da 3 a 5 tonn.
massi naturali da 3 a 5 tonn.
tout-venant di cava
tout-venant di cava
SEZIONE TIPO DELLA


2
versamenti
A
B
tratto con sacchetti di sabbia
palelli infissi in mare
SEZ. A-
SEZ. B-





REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

STUDIO GENERALE
DELLE SPIAGGE LAZIALI
E DELLE ISOLE PONTINE

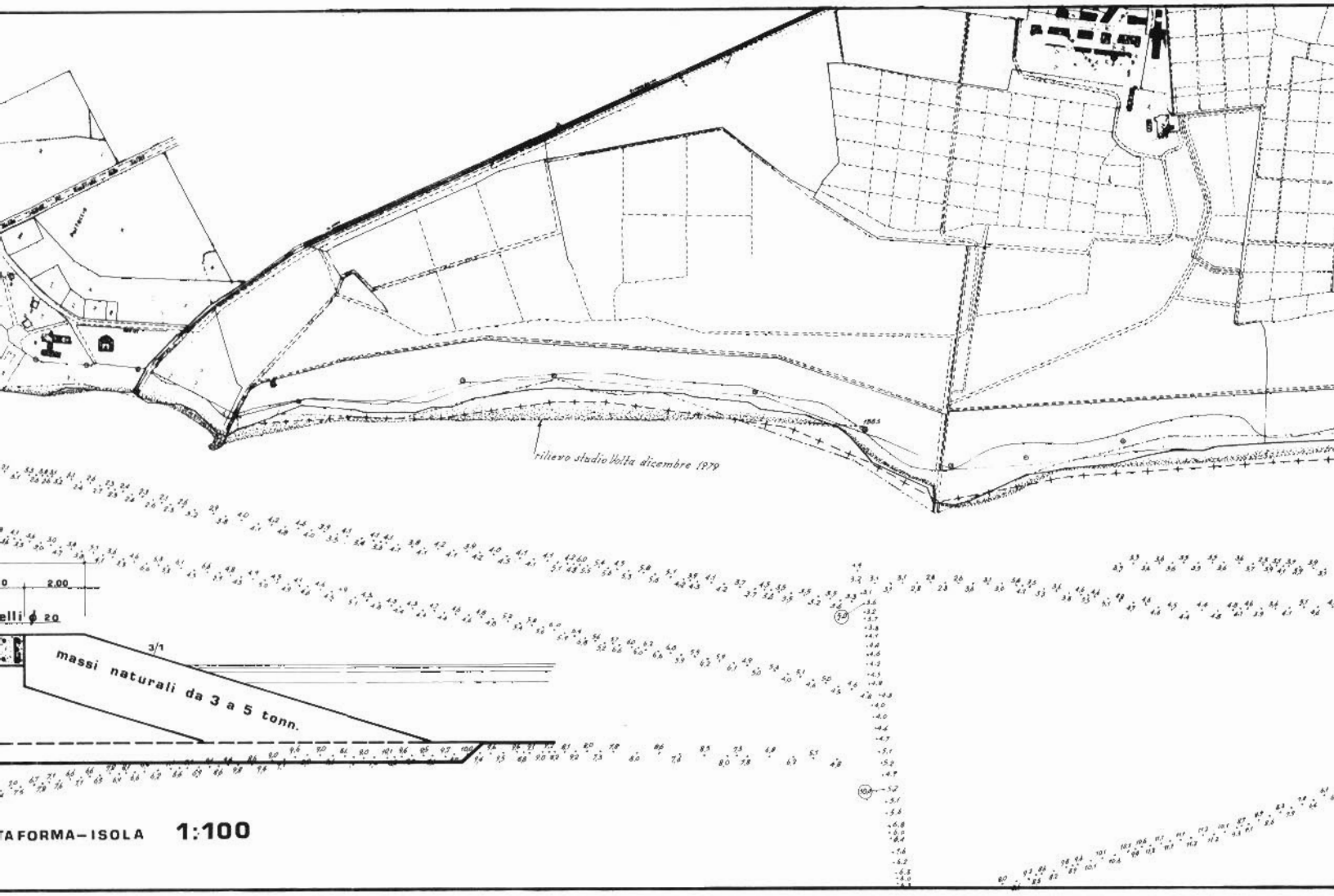
"PROGETTO PILOTA N. 5"
INTERVENTO SPERIMENTALE IN DIFESA DELLA SPIAGGIA DEL COMUNE DI TARQUINIA

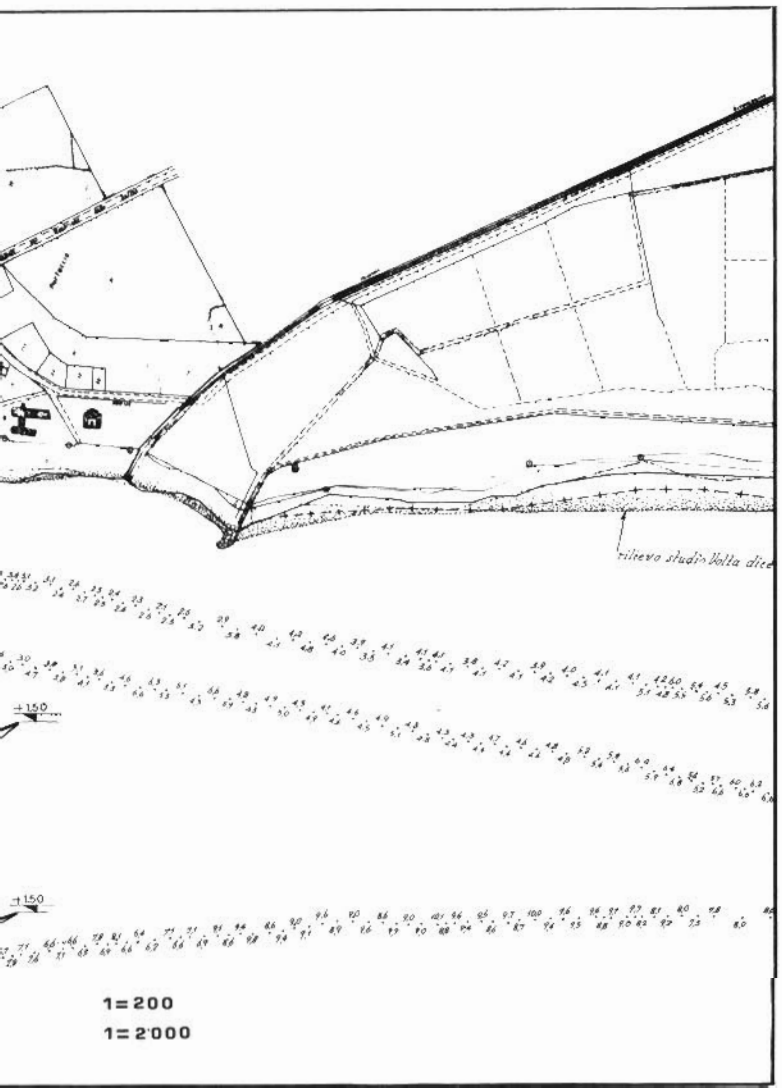
PIATTAFORME-ISOLE 1 e 2

3/A - TAVOLA 3

SAVONA 2 maggio 1980

STUDIO VOLTA





REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

STUDIO GENERALE
DELLE SPIAGGE LAZIALI
E DELLE ISOLE PONTINE

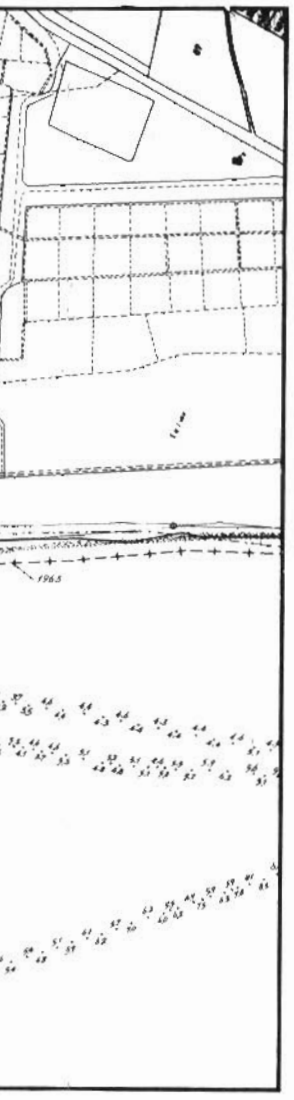
"PROGETTO PILOTA N. 5"
INTERVENTO SPERIMENTALE
IN DIFESA DELLA SPIAGGIA
DEL COMUNE DI TARQUINIA

PIATTAFORME-ISOLE 1 e 2

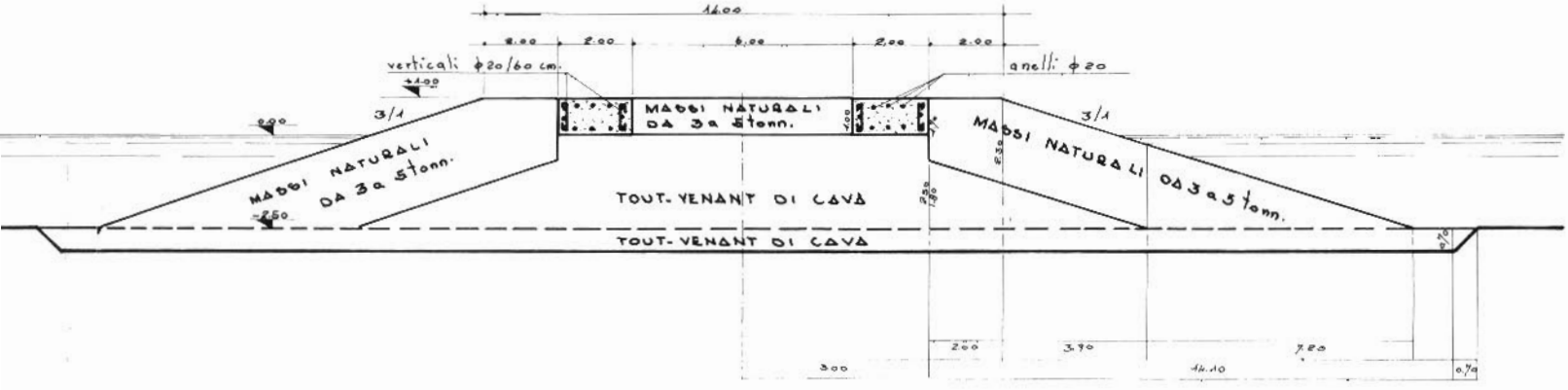
3/A - TAVOLA 3

SAVONA 2 maggio 1980

STUDIO VOLTA

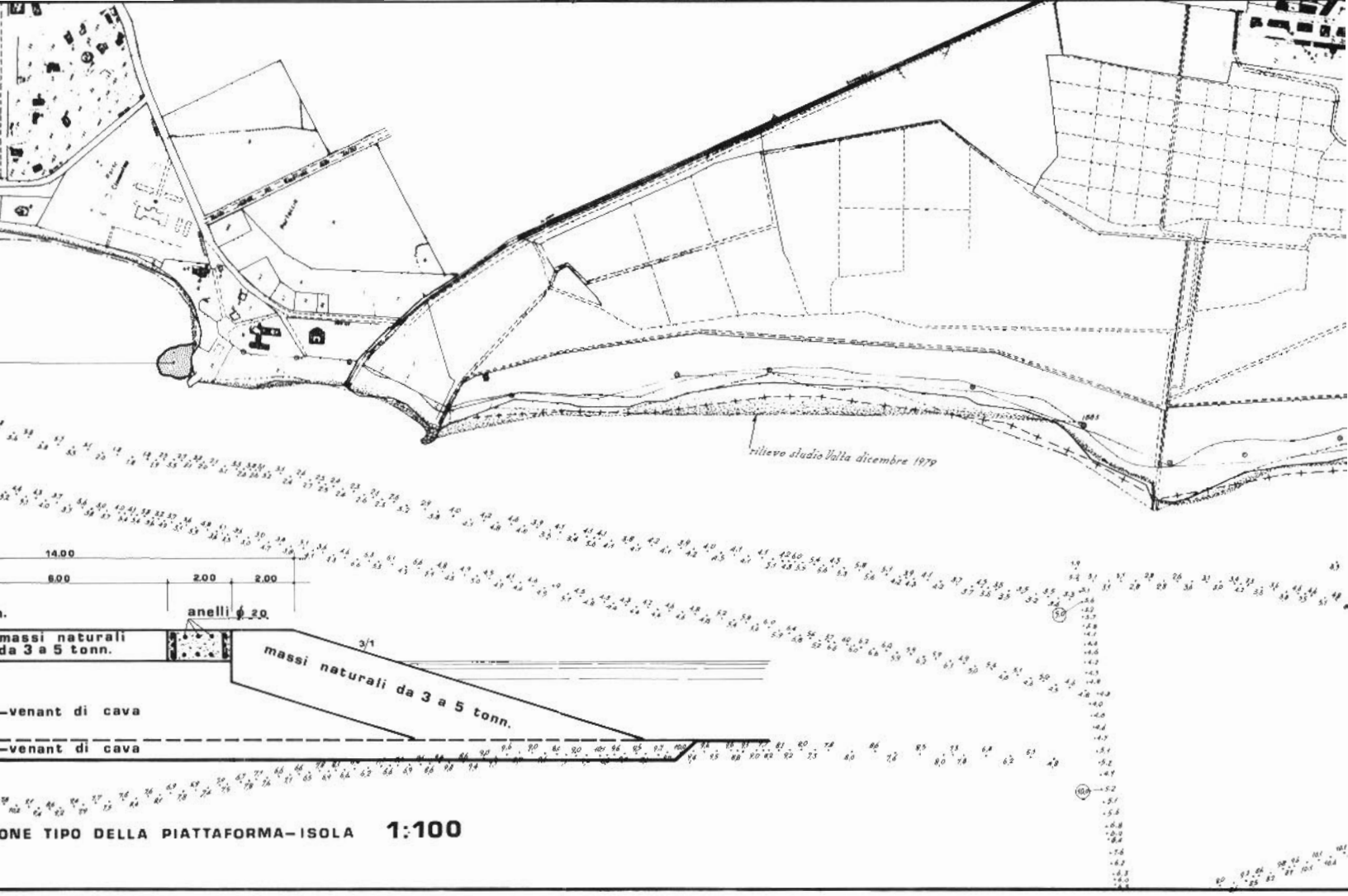


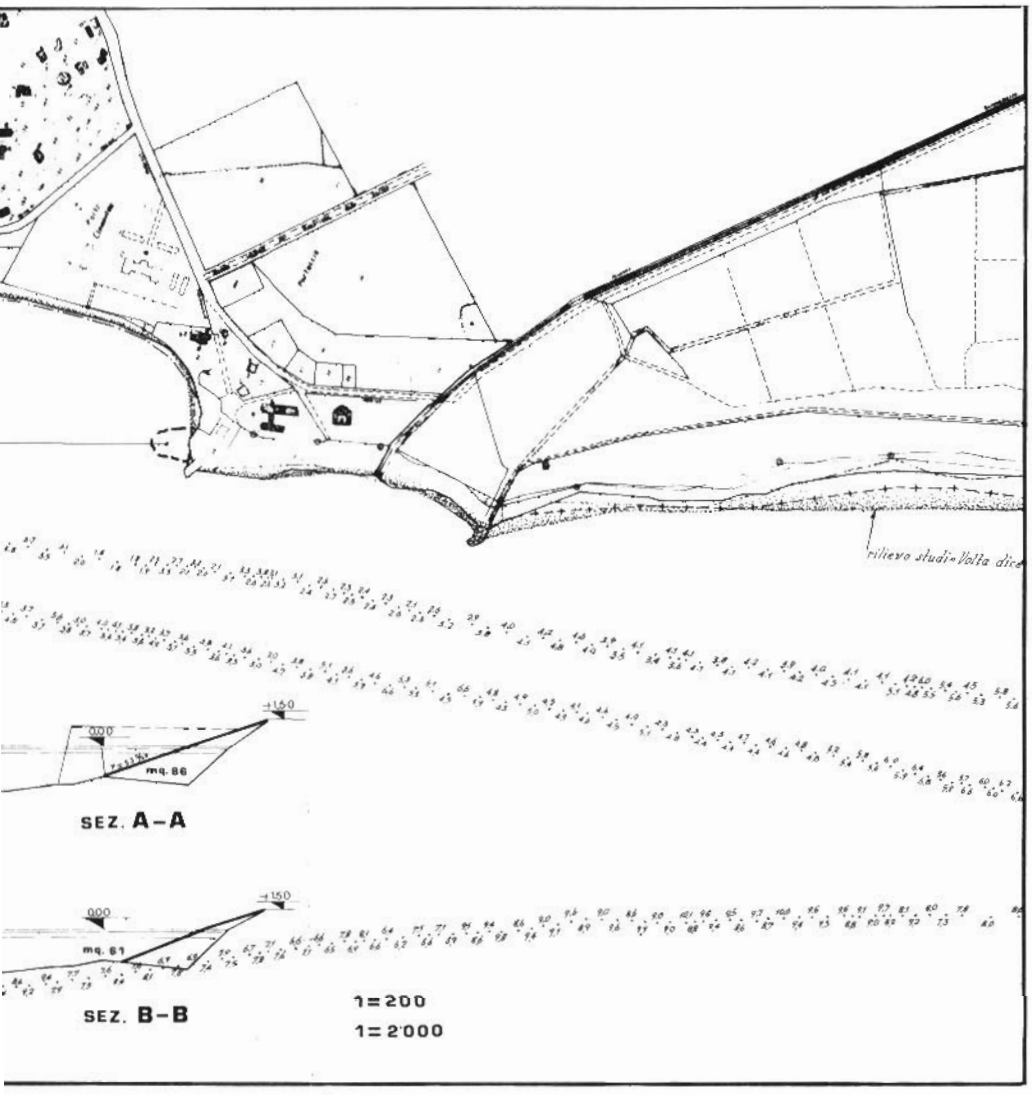
piattaforma – isola



1:100

pista di servizio





REGIONE LAZIO

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

STUDIO
DELLE SPIA
E DELLE ISO

"PROGETTO PILOTA N. 5"
INTERVENTO SPERIMENTAL
IN DIFESA DELLA SPIAGGIA
DEL COMUNE DI TARQUINI

PIATTAFORME-ISOLE 1 e

3/A - TAVOLA 3

SAVONA 2 maggio 1980