

Dott. FABIO SAGGINI

**L'erosione del Litorale pisano e i criteri per affrontarla**

**Linee essenziali di un intervento urgente  
per la difesa di Marina di Pisa**

ESTRATTO

**RASSEGNA**

PERIODICO CULTURALE E DI INFORMAZIONI

Anno sesto — 1970

COMUNE DI PISA

Dott. FABIO SAGGINI

**L'erosione del Litorale pisano e i criteri per affrontarla**

**Linee essenziali di un intervento urgente  
per la difesa di Marina di Pisa**

ESTRATTO

**RASSEGNA**

PERIODICO CULTURALE E DI INFORMAZION

Anno sesto — 1970

COMUNE DI PISA

## 1) PREMESSA

L'incalzare dell'erosione del mare contro ciò che resta della spiaggia di Marina di Pisa, e contro l'abitato a malapena protetto dalle insufficienti difese attuali, ha raggiunto quest'anno punte di tale asprezza e frequenza da rendere vistosamente insostenibile la situazione di questa località, che ha preso ormai a incassare — come tutti hanno visto — colpi durissimi anche al di fuori del periodo stagionale tradizionalmente considerato come il più pericoloso (novembre-gennaio): le due ultime mareggiate devastatrici recano infatti la data del 5 marzo e del 9 aprile ultimo scorso.

Questo breve articolo vuole perciò — in risposta ad una così drammatica acutizzazione del fenomeno, che da tanti decenni affligge il Litorale pisano — recare un modesto contributo personale, sul piano delle scelte di fondo a carattere tecnico-operativo, nel modo che a mio avviso ora più preme: e cioè riassumere in modo sintetico e comprensibile, sia allo specialista che all'amministratore fino al semplice cittadino, preoccupati dei rimedi da opporre alla distruzione di un così importante patrimonio, *le linee essenziali di un concreto intervento di difesa costiera che oggi urge chiedere di realizzare subito agli organi dello Stato investiti di questo settore*, affrontando il problema in modo globale e organico, senza perdere altro tempo né commettere altri errori.

Mi scuso perciò con i lettori se, dato questo limitato e particolare carattere che ho inteso dare al presente scritto, essi lo troveranno

eccessivamente scarno e riassuntivo, povero cioè — salvo pochi cenni irrinunciabili — sotto il profilo dello studio e dell'esame sistematico dei numerosi fattori naturali in primo luogo, ma anche storici e umani, che hanno concorso a determinare l'attuale situazione. Non sarò certo io a negare l'interesse di una più ampia trattazione del problema della difesa di Marina di Pisa nel quadro fisico del litorale toscano, che è anzi mia intenzione affrontare non appena mi sarà possibile (sia pure soffermandomi su alcuni aspetti, e senza alcuna pretesa di esaurire l'argomento); sono però persuaso che, a questo punto, sia giusto intanto « uscire » subito con una base di proposte concrete anche se corredate solo da una nota sommaria, e ciò per due motivi:

1) uno studio più completo richiede tempo, e i fatti stanno invece a dimostrare che occorre intervenire immediatamente;

2) esistono già oggi in larga misura, a mio parere, gli elementi conoscitivi sufficienti a decidere quali tipi di intervento e quali opere adottare con successo per la difesa del Litorale pisano. Ciò è vero grazie alla ormai lunga sperimentazione di fatto realizzata (anche se, come vedremo, in modo tutt'altro che soddisfacente) dallo Stato attraverso il Genio Civile per le Opere Marittime di Genova competente sul nostro tratto, agli studi già effettuati in varie epoche (di cui ho citato i principali in calce al presente articolo), ed alla attenta osservazione delle modalità con cui avvengono attualmente — lungo l'arco del litorale pisano dal Calamborne fino a Torre del Lago — i fe-

nomeni di erosione della spiaggia e di trasporto marino naturale dei materiali detritici, che offrono indicazioni di decisiva importanza per una scelta a carattere operativo.

A meglio sottolinearne il carattere così finalizzato, questa nota è corredata da un'unica illustrazione, rappresentata da una tavola esplicativa — nelle linee generali — del sistema di difesa che ritengo valido per il tratto di costa tra Bocca d'Arno a il bagno « Lido », nella cui impostazione sono recepiti i più importanti dati suaccennati e che gli stessi eventi odierni consigliano e dimostrano come il più idoneo. Spero perciò con questo di poter contribuire alla definizione sollecitata di una concreta piattaforma su cui battersi (e mi auguro che il Comune di Pisa saprà avvalersi di ogni mezzo e occasione in questo senso), per ottenere finalmente dallo Stato — a cui compete la difesa di questa come delle altre spiagge italiane — un intervento risolutivo efficace e completo, condotto in base alle considerazioni ed ipotesi tecnico-sperimentali più serie e attendibili, in quanto lungamente verificate sul posto.

## 2) CONDIZIONI GEOGRAFICHE E DI REGIME IDRODINAMICO MARINO DEL LITORALE PISANO

Come sopra chiarito, ci limitiamo qui a un brevissimo cenno, senza altre figure oltre alla tavola suaccennata e sperando per il momento che il lettore vorrà dar credito ai nostri assunti, anche se ad essi non si accompagna — in questa sede — quella compiutezza di trattazione e dimostrazione che solo è possibile in un saggio più lungo.

Per maggiori particolari rimando ad altro mio scritto (vedi bibliografia [11]), che, per quanto anch'esso a carattere divulgativo, contiene tuttavia — per certi aspetti — un'esposizione più ampia; e tengo anche a scusarmi con gli Autori ricordati in fondo all'articolo se mi limito a citare solo qualcuno di essi, troppo spazio richiedendo qui il riassunto e il confronto — che pure sarebbe stato del massimo interesse — di tutte le opinioni da loro formulate.

Ciò premesso, il litorale pisano appare ca-

ratterizzato da tre elementi geografico-fisici di fondo, e cioè:

I - la presenza in passato di un vecchio « delta » fluviale (il delta dell'Arno) già formato dalle sabbie portate dal fiume alla spiaggia, e che venivano a costituire una forte convessità, o intumescenza, della costa all'esterno della « falcata » concava dell'arenile pisano-versiliese; esso raggiunse la sua massima ampiezza e protendimento verso il largo attorno alla metà del secolo scorso (battigia dell'anno 1850, rappresentata con linea a cerchietti sulla figura).

II - L'insorgere e il successivo svilupparsi, con sempre maggiore intensità a partire dagli ultimi decenni dell'800, di un processo di erosione marina della spiaggia contro la zona di questo stesso vecchio « delta », che tendeva e tende a « rimangiarsi » del tutto la sporgenza da esso formata e a livellare nuovamente il profilo dell'arenile pisano su un'unica curva concava uniforme, lungo la direttrice Calambrone-Tirrenia-Gombo-Viareggio.

Il fenomeno sembra dovuto essenzialmente ad elementi fisico-climatici naturali estesi all'intero Mediterraneo, in cui — salvo poche eccezioni — quasi tutti i « delta » fluviali appaiono oggi ridotti o scomparsi; ad esso tuttavia hanno verosimilmente contribuito anche fattori storici e umani, quali dighe e imbrigliamenti sui corsi d'acqua del bacino dell'Arno, e i prelievi di sabbie e inerti dagli alvei. Certo è, ad ogni modo, che di Marina di Pisa — costruita sulla punta del « lobo » sinistro del delta — nulla più esisterebbe oggi senza la difesa costiera (pur difettosa) finora assicuratale: la nuova spiaggia, « livellata » al profilo dell'arenile lungo la curva uniforme suddetta, passerebbe oggi infatti press'a poco all'altezza del « Lamone », vale a dire a poco meno di un chilometro alle spalle del vecchio abitato della frazione.

III - La presenza perenne sul litorale pisano (connaturata alla conformazione fisica della costa toscana, e pertanto esistente da sempre o almeno da vari secoli) di un regime marino naturale di trasporto costiero delle sabbie e dei detriti galleggianti in direzione prevalente da Sud a Nord, che comporta lo spostamento pro-

gressivo verso settentrione di notevoli « stocks » sabbiosi lungo battaglia.

Quest'ultimo fatto è dimostrato senza ombra di dubbio da molti dati vistosi e incontrovertibili che si osservano lungo la costa, tra i quali citerò: la marcata piegatura a Nord della foce del Serchio e di quella del vecchio fiume Morto, oggi insabbiata; il fortissimo accumulo di sabbie (portate al mare dall'Arno e dal Serchio) contro il molo meridionale del porto di Viareggio, che ha provocato l'avanzamento della spiaggia a Sud del porto stesso di oltre mezzo chilometro rispetto a quella antistante la città; l'accumulo di sabbia — pure sul lato Sud — contro i « pennelli » della foce armata del fiume Morto nuovo; e — per converso — la completa assenza, all'altra estremità del Litorale pisano, di un analogo accumulo sabbioso contro la « diga del Marzocco » del porto di Livorno, quale dovrebbe invece ivi aversi se esistesse sul nostro arenile un moto di trasporto dei materiali in senso inverso.

A ciò si aggiungano la evidentissima piegatura a Nord del filone d'acqua dell'Arno al suo ingresso in mare, osservabile soprattutto durante le piene (come mostra l'ultima foto della mia pubblicazione del 1967 « l'Arno dal Falterona al mare » - vedi bibliografia [13]), e l'importante episodio storico costituito dalla deviazione — o apertura artificiale — della attuale foce dell'Arno nel 1606, in posizione spostata di circa 1 Km. e 1/2 a Nord della vecchia bocca (vedi per questo Toniolo A. R. [15], p. 15).

Tale lavoro fu infatti eseguito a quel tempo dal granduca Ferdinando I° (dove il nome di « Taglio Ferdinando » dato all'ultimo tratto dell'Arno, dalla curva dei Bufalotti alla foce odierna) per eliminare il pericolo di insabbiamenti alla foce del fiume, che era prima rivolta « a libeccio » — cioè a Sud — e sboccava in mare verso la parte meridionale dell'attuale abitato di Marina. In altre parole, il regime naturale di trasporto dei detriti lungo battaglia da Sud verso Nord, che anche allora dominava in questa zona esattamente come oggi, ostruiva la foce dell'Arno con barre o banchi di sabbia allorché essa era rivolta a mezzogiorno, cioè verso il lato da cui proviene quest'ultima; per cui il predetto monarca — su consiglio di va-

lenti tecnici idraulici dell'epoca — sentì l'esigenza di fare aprire una nuova bocca « a maestro », vale a dire rivolta in senso opposto, in modo da assecondare l'uscita in mare delle acque sotto la prevalente « traversia » da scirocco, come avviene per il Serchio in misura più pronunciata.

La sabbia che l'Arno porta al mare, perciò, non si espande in direzione Sud o su ambo i lati della bocca alimentando la spiaggia di Marina, come si è creduto da taluni, ma viene trascinata in gran parte a Nord per decine di chilometri, lasciando a Marina di Pisa benefici assai scarsi e andando per converso a determinare, all'altezza di Viareggio, una situazione di danno economico dovuta al rapido insabbiamento del porto, causa il continuo afflusso di sabbie da Sud a cui si è costretti ad ovviare con una costante ed onerosa opera di dragaggio. L'errata presunzione che le sabbie portate dall'Arno potessero espandersi naturalmente verso mezzogiorno a « ripascere » la spiaggia di Marina, o a riempire l'intercapedine tra le dighe e l'abitato, è stata quindi una delle cause dei gravi sbagli e insufficienze commessi a più riprese nella difesa di questa località, e che hanno condotto alla drammatica situazione attuale.

### 3) PRINCIPALI ERRORI COMMESSI NELLA DIFESA DI MARINA DI PISA; OPERE MARITTIME IDONEE O CONTROINDICATE ALLE CONDIZIONI NATURALI DEL LUOGO

La storia della difesa di Marina di Pisa è infatti costellata — dall'inizio ai nostri giorni — da una serie di gravi errori, dovuti a scarsa conoscenza delle suaccennate leggi naturali di regime del Litorale pisano, i quali hanno in buona parte vanificato l'efficacia delle opere protettive e delle somme spese a tal fine. I vari manufatti di difesa sono stati così realizzati, di volta in volta, in modo puramente empirico o basandosi su presupposti infondati, il che ha condotto (né poteva accadere diversamente) alla totale perdita della spiaggia e al progressivo ridursi di Marina alla insostenibile condizione odierna di nudo borgo assediato dai flutti.

Schematizzando molto brevemente, gli errori suaccennati possono essere così riassunti:

1) L'aver creduto per lungo tempo (praticamente dalla nascita della frazione ad oggi) che la difesa e il ripascimento della spiaggia di Marina di Pisa potessero ottenersi attraverso la costruzione di « pennelli » ad angolo retto con la linea di battigia, quando invece tale tipo di opera costiera è *totalmente controindicato e inefficace* — come vedremo tra poco — nelle condizioni fisiche dell'erosione marina contro la zona del vecchio « delta » dell'Arno.

2) L'essersi attardati — una volta che il mare aveva raggiunto la strada litoranea di fronte all'abitato — a difendere questo e quella in maniera puramente passiva, cioè con una lunga gettata di massi a protezione della strada stessa. E' questo infatti il modo più sicuro per ottenere soltanto l'aggravamento, a breve distanza di tempo, di tutti i termini del problema: arrestata solo in apparenza, l'erosione della costa prosegue inesorabile scavando e approfondendo sempre più i fondali davanti alla strada illusoriamente difesa, contro la quale raddoppiano di violenza — anno dopo anno — i colpi dei marosi per l'aumentata profondità dello specchio marino. Per cui si sarà poi costretti, quando la situazione si sarà fatta insostenibile, ad adottare tardivamente l'unica soluzione giusta — quella cioè delle scogliere frangiflutti parallele, distanziate dalla costa di alcune decine di metri — in condizioni sfavorevoli di profondità rilevante, con costi almeno quintuplicati e con scarse o nulle possibilità di ottenere un ritorno naturale della sabbia, per l'eccessivo abbassamento ormai prodottosi nel fondo marino antistante alla strada.

3) L'aver realizzato le scogliere parallele (poste in opera negli ultimi due decenni, e che rappresentano qui il solo tipo di manufatto realmente efficace contro la erosione della costa) partendo dal presupposto — errato, come abbiamo visto — che dalla foce dell'Arno potesse provenire, riversandosi a Sud verso Marina, una notevole quantità di materiale sabbioso utilizzabile per il ripascimento della spiaggia. Per questo motivo le scogliere stesse

(costruite dal Genio Civile delle O.O.M.M. di Genova) sono state disposte con le « bocche » o intervalli che le separano rivolte verso Nord, nell'intento cioè di « catturare » la sabbia che si credeva venisse dall'Arno; il che dimostra come tale lavoro sia stato progettato senza tener conto di uno dei basilari fattori fisici regnanti da sempre sul Litorale pisano, cioè a dire il prevalente senso di trasporto naturale delle sabbie e dei detriti da Sud verso Nord. E' avvenuto così che, attraverso le suaccennate aperture tra una diga e l'altra rivolte in direzione sbagliata, non solo non sia entrata la sabbia, ma ne sia uscita molta, e siano invece entrati i colpi dell'erosione che hanno scavato grosse buche nel fondale protetto; per cui le medesime Opere Marittime si sono viste recentemente costrette a correre ai ripari e a sbarrare tutte le predette aperture con « soglie » sommerse di massi, saldando così in pratica in un solo pezzo tutto il sistema di dighe frangionde intervalate realizzato a difesa dell'abitato di Marina.

A causa di questo « vizio » di origine, e per la loro tardiva realizzazione (uniti all'altro difetto di essere state inizialmente dimensionate con misure insufficienti di larghezza e altezza, il che le rendeva — durante le mareggiate — facilmente scavalcabili dai grossi « fronti d'onda » all'assalto della costa), le scogliere parallele di Marina non hanno potuto dispiegare tutte le doti e le capacità insite in un siffatto sistema difensivo, e sono solo riuscite ad assicurare — di stretta misura — la mera sopravvivenza della strada e dell'abitato.

Ben altrimenti efficace e redditizia sarebbe stata invece l'azione delle scogliere suddette, se esse fossero state realizzate in aderenza alle condizioni e leggi naturali che caratterizzavano la spiaggia di Marina di Pisa. Questa località appartiene infatti, si è detto, alla sporgenza foranea — formata da tenere sabbie — di un vecchio « delta » fluviale, che il mare avrebbe oggi già finito di inghiottire se non fosse per l'intervento dell'uomo; ed è sita inoltre sul « lobo » sinistro più svantaggiato del delta stesso, dal quale (a causa del regime prevalente di trasporto da Sud a Nord) i materiali sabbiosi portati dall'Arno si allontanano, per riversarsi sul lato opposto. Si ha perciò, sulla spiaggia così disposta, un regime marino ca-

ratterizzato da erosione fortissima e da un debole afflusso di sabbie dal tratto meridionale, su cui non sbocca alcun corso d'acqua capace di portare detriti in quantità apprezzabile; in queste condizioni, il criterio ottimale di difesa costiera non può che essere costituito da un sistema di robuste scogliere frangionde parallele alla riva (le sole in grado di opporsi a un'erosione marina violenta, che asporta la rena verso il largo con il moto di risacca — o « flutto di ritorno » — rivolto ad angolo retto con la linea di battigia), intervallate da « bocche » aperte verso Sud, cioè verso il lato da cui proviene la poca sabbia che scorre — sotto la spinta dei venti e delle onde — sull'arenile pisano tra il Calambrone e Bocca d'Arno. Per cui, se costruite in questo modo e subito (cioè al momento in cui la spiaggia ancora esisteva davanti a Marina, e in cui si avevano fondali assai bassi), le predette dighe avrebbero assicurato non solo la difesa dell'abitato e della strada, ma provocato altresì in buona misura il ripascimento e il ritorno della spiaggia erosa, catturando attraverso le « bocche » la sabbia — anche se non molta — proveniente da scirocco, e fissandola stabilmente nello spazio protetto tra le dighe stesse e la costa.

Una conferma di ciò viene, del resto, dal risultato in parte positivo ottenuto sull'altro lato del vecchio « delta » dell'Arno dalle scogliere parallele costruite negli ultimi anni (dal 1962-'63 in poi) davanti alla spiaggia di San Rossore, a difesa della Villa presidenziale del Gombo; qui infatti le Opere Marittime — accortesi forse dell'errore commesso a Marina — hanno avuto cura di disporre tali manufatti con le aperture rivolte a mezzogiorno, e ciò ha permesso di ottenere subito, dietro le due prime dighe erette, un forte protendimento della spiaggia (facilitato però, occorre dire, dal fatto che qui — a differenza che a Marina — arriva sabbia in abbondanza dalla foce dell'Arno). Anche in questo caso, tuttavia, è stato commesso un altro serio errore, che riguarda stavolta il senso di progressione seguito nella costruzione delle dighe successive alla prima. Anziché in serie Nord-Sud, infatti, le opere di San Rossore sono state realizzate partendo dalla diga più meridionale e costruendo le altre via

via più a Nord; ci si è così trascinati dietro l'effetto negativo di « erosione di riflesso » provocato da ciascun manufatto sul lato Nord, e si sono inflitti gravi danni alla spiaggia, di cui è stato compromesso o ritardato il ripascimento naturale dietro a tutte le dighe a Nord delle prime due. Mi riservo comunque — dato il suo interesse — di ritornare sull'argomento con maggiore spazio a disposizione, e le necessarie figure esplicative.

Quanto ai « pennelli », o dighe partenti dalla riva e protese in fuori ad angolo retto, essi sono — come abbiamo già affermato — *totalmente controindicati e inefficaci nelle condizioni naturali di Marina di Pisa*. Essi infatti abbisognano, per ben funzionare (ovverosia per insabbiarsi vistosamente su l'uno o l'altro dei due lati, facendo avanzare la spiaggia fino alla punta esterna dell'opera), di condizioni fisiche diametralmente opposte a quelle del caso nostro: cioè a dire di erosione marina debole o nulla, e di un afflusso laterale molto intenso e continuo di sabbie e ciottoli lungo battigia, provenienti dall'uno o l'altro lato della spiaggia, i quali possano arrestarsi e accumularsi contro l'ostacolo del « pennello » stesso. Condizioni del genere si incontrano in altri punti del litorale toscano, per esempio a Marina di Cécina (dove con 3 semplici ed economici « pennelli » di massi è stata salvata una spiaggia di grande valore); non però in un tratto di vecchio « delta » fluviale, sporgente in fuori e soggetto a erosione fortissima, come qui a Marina di Pisa, dove è veramente triste notare che nessuno — in tanti decenni da che il problema è sul tappeto — abbia mai denunciato in modo esplicito l'assurdità del ricorso a simili manufatti. I « pennelli » sono stati infatti adottati a più riprese a Marina, e sempre con risultati irrilevanti per la difesa della spiaggia, fin dagli inizi del secolo (alcuni di essi sono già raffigurati sul citato lavoro del Toniolo del 1910), per finire con quelli costruiti l'anno scorso (1969) davanti ai bagni distrutti a Sud dell'abitato della frazione; i quali ultimi — come tutti i marinesi hanno notato in occasione delle due recenti, durissime mareggiate del 5 marzo e 9 aprile 1970 — non hanno rivelato maggiore efficacia dei precedenti.

#### 4) CONCLUSIONI; LINEE ESSENZIALI DI UN SISTEMA DI DIFESA E RICOSTITUZIONE DELL'ARENILE CONSIGLIABILE SUL LITORALE PISANO

Nel limitato spazio di questo articolo ritengo di avere riassunto a sufficienza sia le condizioni naturali che le esperienze finora fatte nella difesa di Marina di Pisa; per cui passo senz'altro a concludere, commentando l'abbozzo generale di sistema difensivo per la spiaggia a Sud dell'Arno illustrato nella tavola qui unita, e nel quale si concreta — come ho premesso all'inizio — la mia proposta di intervento globale (esteso cioè a tutto l'arco di costa in erosione) per la difesa e rinascita del Litorale pisano.

Essendo già la figura sufficientemente dotata di spiegazioni, basterà in proposito un brevissimo cenno.

Innanzitutto ho ritenuto indispensabile suddividere il Litorale pisano a Sud dell'Arno in 3 settori essenziali, caratterizzati da diverse condizioni fisiche e umane a cui debbono corrispondere differenti tipi o « livelli » di intervento. Tali settori si possono così schematizzare:

I - *SETTORE NORD, o di Bocca d'Arno*: è il tratto che corrisponde al vertice sporgente del vecchio « delta » del fiume, e in cui si ha la massima intensità dell'attuale erosione marina.

II - *SETTORE CENTRALE, o dell'abitato di Marina*: è contraddistinto da erosione ancora fortissima (per quanto di intensità decrescente da Nord a Sud) e dalla presenza delle dighe già costruite, coi difetti che esse presentano.

III - *SETTORE SUD (spiaggia e bagni superstiti)*: l'erosione ha qui minor forza e sussiste ancora una spiaggia con bassi fondali. E' quindi ancora possibile un intervento tempestivo a difesa di un prezioso patrimonio turistico-balneare oltreché naturale, e a costi relativamente bassi.

Gli interventi da me suggeriti per i 3 settori, nelle grandi linee, sono i seguenti (vedi figura):

**SETTORE NORD**: è indispensabile qui una difesa eccezionalmente robusta formata da una massiccia diga foranea in un solo pezzo, assai larga e poggiata su platea di « tetrapodi » o altro tipo di fondazione speciale (per evitare lo scalzamento causato da erosione sottomarina del fondo sabbioso), al cui interno è ricavabile un *porticciolo turistico* di grande utilità per Marina, e per il rilancio economico del Litorale.

**SETTORE CENTRALE**: si suggerisce qui il completamento e rafforzamento massiccio di tutte le scogliere in larghezza e altezza, al cui riparo è possibile ottenere la ricostituzione artificiale della spiaggia di fronte all'abitato nel modo indicato nella figura (costruzione di un sistema di « vasche » rettangolari semichiuse da riempire con sabbia dragata dall'ultimo tratto dell'Arno, che potrebbe esservi immessa mediante pompaggio con acqua previa costruzione di apposito sabbiodotto). Verrebbe così superata ogni polemica riguardo alla falsa soluzione (a mio avviso da respingere decisamente) rappresentata dai cosiddetti « bagni di scoglio », grazie al ritorno di un arenile balneare al riparo delle nuove dighe e attrezzabile in modo normale.

**SETTORE SUD**: è sufficiente qui costruire una nuova serie di dighe parallele con aperture rivolte a mezzogiorno, per ottenere la stabile salvaguardia e il ripascimento naturale della spiaggia superstite. L'intervento dovrà spingersi a Sud fin dove è ancora sensibile il fenomeno di erosione, che cessa del tutto in vicinanza del Bagno « Lido ».

\* \* \*

Mi auguro quindi, per finire, che questa proposta (generica come ho premesso, oltreché lacunosa e imperfetta fin che si vuole), da me presentata all'attenzione dell'Amministrazione Comunale e di quanti hanno a cuore un così importante problema, possa essere presa in considerazione quale contributo alla definizione di una seria piattaforma tecnico-operativa da tradurre in precise richieste per un urgente e definitivo intervento dello Stato, cui spetta la cura e l'onere della difesa di Marina di Pisa.

## BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

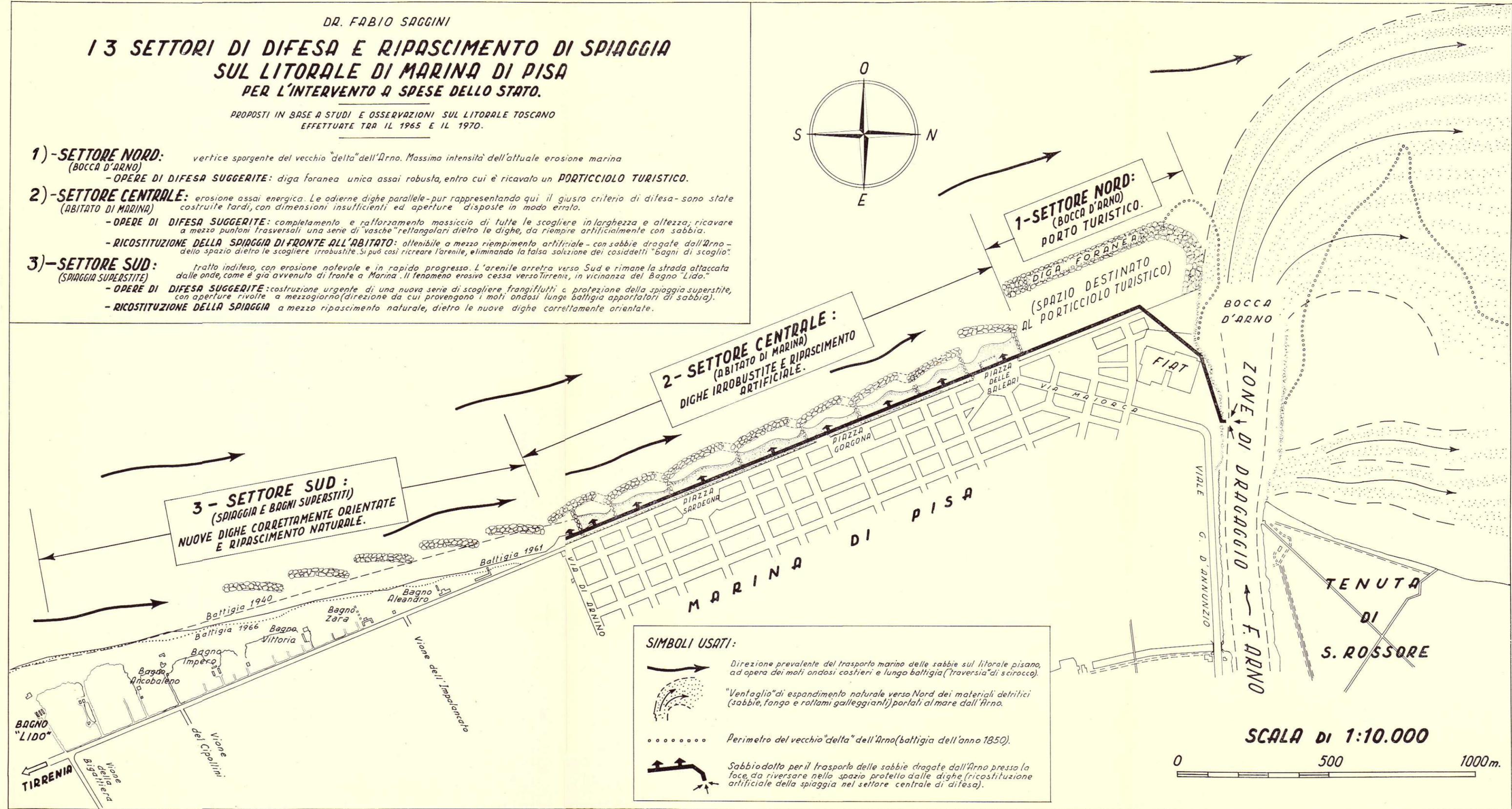
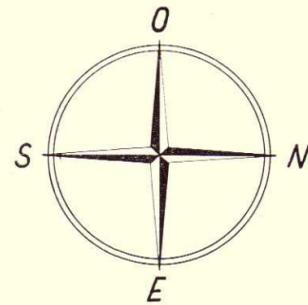
- 1) BONATTI S. - « Relazione psammografica sulla spiaggia di Marina di Pisa » - allegata alla relazione generale della Commissione Comunale di Studio sulle possibilità di ripascimento del Litorale di Marina di Pisa. Pacini Mariotti, Pisa 1948.
- 2) GALLARETO E. - « La difesa delle spiagge e delle coste basse » - Volume di 300 pp. con 92 figg. e 9 tavole. Hoepli, Milano 1960.
- 3) GALLARETO E., VALLARIO V. - « Porti turistici - Marina » - Volume di 216 pp. con 50 figg. Hoepli, Milano 1968.
- 4) PASSERINI G. - « La difesa del suolo delle spiagge italiane » - Memoria letta all'Accademia dei Georgofili nella seduta pubblica del 29.1.1956. Vallecchi, Firenze 1956.
- 5) RUGGIERO C. - « Relazione idraulica sulla spiaggia di Marina » - Allegata alla relazione generale della citata Commissione Comunale. Pacini Mariotti, Pisa 1948.
- 6) RUGGIERO C. (Presidente della Commissione), BONATTI S., TREVISAN L., PAMPANA E., POGGETTI G., MAGGINI C., TONELLI V. - « Relazione generale della Commissione Comunale di Studio sulle possibilità di ripascimento del Litorale di Marina di Pisa ». Pacini Mariotti, Pisa 1948.
- 7) SAGGINI F. - « Particolarità naturali e artificiali della costa sabbiosa maremmana a S. Vincenzo (Prov. di Livorno) » - Rivista « La Provincia di Livorno », n. 5-6, Settembre-Dicembre 1963, Amministrazione Provinciale, Livorno.
- 8) SAGGINI F. - « Una spiaggia che scompare: aspetti della erosione marina contro il litorale toscano presso la foce del fiume Cecina » - Quaderni de « La Provincia di Livorno », n. 5, 1965, Amministrazione Provinciale, Livorno.
- 9) SAGGINI F. - « Morfologia costiera e trasporto detritico marino sul litorale della Provincia di Livorno » - Atti del Convegno per la Difesa del Litorale Toscano, Pisa 23 Maggio 1966, Amministrazione Provinciale di Pisa.
- 10) SAGGINI F. - « Quando le spiagge se ne vanno » - articolo illustrato su « Il Touring », Bollettino di informazioni turistiche del Touring Club Italiano, n. 9, 1-15 luglio 1966, Milano.
- 11) SAGGINI F. - « Le proposte dei comunisti per la difesa e rinascita del Litorale pisano ». Pacini Mariotti, Pisa 1966.
- 12) SAGGINI F. - « Alterazioni del litorale toscano per cause naturali e artificiali » - Atti del Convegno « Indirizzi di piano per i territori della costa toscana », Livorno 6 maggio 1967 - Quaderni de « La Provincia di Livorno », n. 11, 1967, Amministrazione Provinciale, Livorno.
- 13) SAGGINI F. - « L'Arno dal Falterona al mare » - Fotodocumentario sulle condizioni idrogeologiche dell'alveo e della valle dell'Arno - Volume « L'Alluvione lunga un anno » (n. 16-18) de « La Regione », Unione Regionale Province Toscane, Firenze 1967.
- 14) SAGGINI F. - « Condizioni idrogeologiche e interventi necessari per la sistemazione, sagomatura e dragaggio dell'alveo del fiume Arno in Provincia di Pisa, in rapporto all'attività di estrazione della sabbia per uso edilizio e industriale » - Studio eseguito per conto dell'A.N.E.P.L.A. (Assoc. Naz. Estrattori Produttori Lapidari e Affini), Sez. di Pisa, 1969.
- 15) TONIOLO A. R. - « Sulle variazioni di spiaggia a Foce d'Arno - Marina di Pisa dalla fine del secolo XVIII ai nostri giorni » - Studio storico-fisiografico, pubblicato a cura del Comune di Pisa. Pisa 1910.
- 16) TREVISAN L. - « Relazione geodinamica sulla spiaggia di Marina » - allegata alla relazione generale della citata Commissione Comunale. Pacini Mariotti, Pisa 1948.
- 17) TREVISAN L. - « Il litorale presso la Foce dell'Arno: criteri e orientamenti per una maggiore efficienza delle opere di difesa » - Relazione illustrata per il Comune di Pisa. Pisa 1959.

DR. FABIO SAGGINI

# 13 SETTORI DI DIFESA E RIPASCIMENTO DI SPIAGGIA SUL LITORALE DI MARINA DI PISA PER L'INTERVENTO A SPESE DELLO STATO.

PROPOSTI IN BASE A STUDI E OSSERVAZIONI SUL LITORALE TOSCANO  
EFFETTUATE TRA IL 1965 E IL 1970.

- 1) - SETTORE NORD:**  
(BOCCA D'ARNO) vertice sporgente del vecchio "delta" dell'Arno. Massima intensità dell'attuale erosione marina.  
- OPERE DI DIFESA SUGGERITE: diga foranea unica assai robusta, entro cui è ricavato un PORTICCILO TURISTICO.
- 2) - SETTORE CENTRALE:**  
(ABITATO DI MARINA) erosione assai energica. Le odierne dighe parallele - pur rappresentando qui il giusto criterio di difesa - sono state costruite tardi, con dimensioni insufficienti ed aperture disposte in modo errato.  
- OPERE DI DIFESA SUGGERITE: completamento e rafforzamento massiccio di tutte le scogliere in larghezza e altezza; ricavare a mezzo puntoni trasversali una serie di "vasche" rettangolari dietro le dighe, da riempire artificialmente con sabbia.  
- RICOSTITUZIONE DELLA SPIAGGIA DI FRONTE ALL'ABITATO: ottenibile a mezzo riempimento artificiale - con sabbie dragate dall'Arno - dello spazio dietro le scogliere irrobustite. Si può così ricreare l'arenile, eliminando la falsa soluzione dei cosiddetti "Bagni di scoglio".
- 3) - SETTORE SUD:**  
(SPIAGGIA SUPERSTITE) tratto indifeso, con erosione notevole e in rapido progresso. L'arenile arretra verso Sud e rimane la strada attaccata dalle onde, come è già avvenuto di fronte a Marina. Il fenomeno erosivo cessa verso Tirrenia, in vicinanza del Bagno "Lido".  
- OPERE DI DIFESA SUGGERITE: costruzione urgente di una nuova serie di scogliere frangiflutti a protezione della spiaggia superstite, con aperture rivolte a mezzogiorno (direzione da cui provengono i moti ondososi lungo battigia apportatori di sabbia).  
- RICOSTITUZIONE DELLA SPIAGGIA a mezzo ripascimento naturale, dietro le nuove dighe correttamente orientate.



**2- SETTORE CENTRALE:**  
(ABITATO DI MARINA)  
DIGHE IROBUSTITE E RIPASCIMENTO  
ARTIFICIALE.

**1- SETTORE NORD:**  
(BOCCA D'ARNO)  
PORTICCILO TURISTICO.

**3- SETTORE SUD:**  
(SPIAGGIA E BAGNI SUPERSTITI)  
NUOVE DIGHE CORRETTAMENTE ORIENTATE  
E RIPASCIMENTO NATURALE.

**SIMBOLI USATI:**

- Direzione prevalente del trasporto marino delle sabbie sul litorale pisano, ad opera dei moti ondososi costieri e lungo battigia ("traversia" di scirocco).
- "Ventaglio" di espansione naturale verso Nord dei materiali detritici (sabbie, fango e rottami galleggianti) portati al mare dall'Arno.
- Perimetro del vecchio "delta" dell'Arno (battigia dell'anno 1850).
- Sabbiodotto per il trasporto delle sabbie dragate dall'Arno presso la foce, da riversare nello spazio protetto dalle dighe (ricostituzione artificiale della spiaggia nel settore centrale di difesa).

## TAVOLA UNICA

Linee essenziali di un intervento organico per la difesa del Litorale pisano tra Bocca d'Arno e il Bagno «Lido» (articolato in 3 diversi settori, contraddistinti da differenti condizioni fisiche e operative).