

Descrizione delle diapositive nella presentazione sulle cause dell'erosione costiera pisana e sul metodo di contrastarla efficacemente.

di Giorgio Gentilini

Giugno 2020

- Premessa -

L'erosione costiera pisana è stata originata dalle bonifiche sul territorio di pertinenza fluviale ed al sovralzo e rinforzo degli argini del Fiume Arno e dei suoi affluenti. Una modifica sostanziale del territorio naturale di pertinenza fluviale, operata dalla politica nel corso degli ultimi secoli, che ha incrementato costantemente nel tempo, la corrente fluviale nelle piene ricorrenti del Fiume Arno.

La corrente fluviale sempre più intensa nelle piene del fiume, ha corrosivo progressivamente i fondali litoranei allo sbocco in mare, creando le premesse allo sviluppo dell'erosione costiera a Marina di Pisa e sul litorale di San Rossore. Il fenomeno erosivo è stato aggravato dalla modifica innaturale della sua foce armata, con la posa di dighe di massi, che allontanano dalla costa i sedimenti: fanghi e sabbie trasportati dal fiume, indirizzandoli in gran parte nelle profondità del mare, disperdendoli.

Questa modifica della naturalità del fiume, produce come effetto, la formazione di ampi vortici di correnti al suo sbocco in mare, che oltre a disperdere in mare i sedimenti fluviali trasportati, producono corrosioni nei fondali litoranei, aggravando negli anni il fenomeno erosivo.

L'erosione costiera pisana, si è presentata improvvisa nel 1878 (dai rilevamenti planimetrici del Regio I.G.M, di Firenze), in seguito al rinforzo dell'arginatura del Fiume Arno, realizzata in quei tempi. In particolare, con la costruzione della strada-argine del Viale D'Annunzio, completata in quegli anni, per dare sviluppo alla nascita del "Paese di Boccadarno", l'attuale Marina di Pisa. In pratica, è contemporanea alla sua edificazione.

Questa strada-argine interruppe la secolare colmata d'Arnino, effettuata con le cateratte presenti nella località Bufalotti. Rinforzo e sovralzo delle arginature del fiume e dei suoi affluenti che si è protratto negli anni a seguire. L'Arno è un fiume a carattere torrentizio, questo significa che la variazione di portata idraulica è notevole.

Il problema dell'erosione costiera nasce quindi, dall'incremento della corrente fluviale allo sbocco in mare, allontanando lontano dalla costa prossima alla foce, i sedimenti fluviali trascinati: fanghi e soprattutto, le sabbie.

In Italia (e non solo), l'erosione costiera la troviamo soprattutto alle foci dei fiumi e dei torrenti che sboccano in mare. L'espansione del litorale avviene solo lontano dalle foci di questi corsi d'acqua. Segno evidente, che i sedimenti fluviali vengono spinti dalla corrente intensa delle piene, lontano dalle loro foci. Nelle piene fluviali, questa corrente intensa alla foce, scava i fondali litoranei ed in conseguenza, l'erosione costiera si presenta sulla costa con le mareggiate, aggravandosi negli anni.

Alcuni studi precedenti (quelli della Commissione presieduta dal prof. ing. Corrado Ruggiero ed anche quelli del tecnico Livio Borghi), relativi allo studio delle cause dell'erosione costiera pisana, individuano come soluzione la modifica della foce del Fiume Arno, per cercare il ripascimento della spiaggia erosa, secondo quanto avveniva in natura alla foce del fiume, alla metà del secolo XIX.

Gli autori di questi studi, relativi all'individuazione delle cause dell'erosione costiera ed alla successiva identificazione delle opere necessarie a sconfiggere questo enorme disastro ambientale, però non compresero le effettive ragioni, evidenziate in precedenza, che portano la Natura a produrre l'erosione costiera sulla costa pisana. Entrambi questi studi, convergono sul fatto che la foce dell'Arno occorreva modificarla, secondo quanto avveniva precedentemente in natura, per ottenere il ripascimento dei fondali litoranei e la successiva espansione della costa erosa.

L'erosione costiera presente a Boccadarno, è iniziata simmetrica rispetto alla foce, come mostrano le planimetrie dello studio di Antonio Toniolo, e questo è un segno inequivocabile che è stata generata dalla **corrente intensa nelle piene fluviali**. Infatti, lo studio della Commissione presieduta dal prof. ing. Corrado Ruggiero, mette in evidenza le corrosioni notevoli (dai 4 ai 6 metri di profondità) dell'alveo del Fiume Arno alla sua foce, in occasione delle piene fluviali.

A San Giovanni alla Vena si trova posizionata da anni, una stazione torbiometrica, ovvero uno strumento che misura la torbidità delle acque nelle piene del fiume. Questa stazione del Servizio Idrografico, posizionata in questa località, segna da tempo una diminuzione di sedimenti.

Secondo vari studiosi che si occupano di queste tematiche è una prova certa della causa che produce il mancato apporto di sabbie sulla spiaggia erosa, ovvero la scarsità di sedimenti che determina un bilancio sedimentario negativo tra le sabbie che trasporta in mare il fiume e quelle trascinate via dalle correnti litoranee marine.

In realtà se si guarda al passato, i sedimenti fluviali che giungevano in mare erano minori di quelli presenti ai nostri tempi. Le esondazioni del fiume sul territorio di pertinenza fluviale, ampiamente naturale e scarsamente abitato e soprattutto nelle paludi litoranee, presenti diffusamente alle loro foci, diminuivano drasticamente i sedimenti fluviali, fanghi e sabbie, che giungevano in mare.

Ammesso che questa stazione torbiometrica sia mantenuta costantemente efficiente ed affidabile, nella misurazione della torbidità delle acque del fiume in piena, quest'ultima è indice della sedimentazione fluviale. Va specificato che in un corso d'acqua questa sedimentazione è in relazione con la corrente fluviale. Se quest'ultima è intensa, la sedimentazione diminuisce, poiché le sabbie ed i fanghi vengono trascinati via dalla corrente fluviale.

Una delle cause del disalveamento (un cambio di alveo) di un corso d'acqua, è prodotta dalla diminuzione della corrente fluviale nelle piene, consentendo la conseguente sedimentazione del proprio alveo, elevandolo e generando l'esondazione del fiume, con conseguente cambio di direzione del flusso in piena, ovvero provocandone il disalveamento. Accade sovente alle foci naturali dei fiumi, quando la foce è molto insabbiata ed il mare in burrasca non riceve le acque torbide del fiume in piena.

Quindi, il motivo della diminuzione dei sedimenti riscontrata nella stazione torbiometrica di San Giovanni alla Vena, secondo la mia interpretazione, è dovuta all'incremento della corrente fluviale dell'Arno, accentuata dalle bonifiche fatte negli anni, che ne riduce la possibilità di sedimentazione. La corrosione dell'alveo del Fiume Arno, che si nota per lunghi tratti del suo percorso, come evidenzia il Sighieri nei suoi libri, dipende dall'incremento della corrente fluviale nelle piene.

Secondo gli studi effettuati nel tempo, da numerosi ricercatori delle cause dell'erosione costiera, risulta ovvio che se scarseggiano i sedimenti che il fiume trascina in mare, per contrastare l'erosione

litoranea occorre mettere in opera le opportune difese costiere che consistono in: dighe frangiflutti (emerse, sommerse, soffulte), spiagge di ghiaia, ripascimento delle spiagge erose con sabbie prelevate dai fondali marini, ecc. E' un fatto noto però, che le opere di difesa della costa fin qui messe in atto hanno dimostrato risultati scadenti: non fermano la corrosione dei fondali litoranei.

Secondo gli studi che porto avanti da anni, invece, l'erosione costiera pisana è iniziata per cause differenti, ovvero per l'incremento della corrente fluviale dell'Arno nelle piene ricorrenti, dovuto alle bonifiche sempre più incisive, sul territorio di pertinenza fluviale. Questa è stata la causa decisiva che ha prodotto l'erosione costiera. Da notare che l'erosione della costa la troviamo soprattutto alle foci dei fiumi e dei torrenti.

L'espansione del litorale avviene solo lontano dalle foci di questi corsi d'acqua. Segno evidente che le correnti fluviali nelle piene, per l'eccessiva intensità, spingono lontano dalle loro foci i sedimenti trasportati, mentre in prossimità dello sbocco in mare delle acque torbide in piena, corrodono i fondali litoranei, approfondendoli e creando le basi all'erosione costiera, che si sviluppa in gran parte con le mareggiate.

Le cause che individuano gli studiosi ed i ricercatori, relative all'erosione costiera, dovuta alla diminuzione dell'apporto sedimentario dei fiumi e torrenti che sfociano in mare, vengono messe in discussione nelle mie ricerche e pubblicazioni. D'altra parte, le soluzioni messe in atto, nel corso di molti anni, per difendere le coste erose hanno ampiamente deluso le aspettative. La soluzione che individuo nei miei studi è differente, perché nasce dal comprendere le vere cause dell'erosione costiera e senza dubbio risolve il grave problema erosivo, oramai ultra secolare sulla costa pisana.

In *Litoralis* (un libro del 2001), individuo le vere cause dell'erosione costiera pisana, che possono estendersi anche in altre coste, erose dalla corrente intensa dei corsi d'acqua alla loro foce in mare. L'erosione costiera presente in Italia (e non solo), è generata dall'insostenibilità dello sviluppo da parte dell'uomo, del territorio di pertinenza fluviale, in particolare nelle pianure alluvionali.

In *Omnia Mundi* (già nell'edizione del 2003), evidenzio la soluzione che è possibile attuare per sconfinare il fenomeno erosivo dove presento una soluzione originale che sfrutta il frazionamento della portata idraulica nelle piene del fiume, diminuendone la corrente fluviale alla foce, permettendo la conseguente sedimentazione dei fondali litoranei e quindi, l'espansione della spiaggia. L'erosione costiera viene sconfitta seguendo le leggi dell'idraulica fluviale.

Costruendo un nuovo canale collegato all'Arno sul territorio litoraneo ed immettendovi le torbide nelle piene, si diminuisce la portata idraulica del fiume, permettendone la moderazione della corrente fluviale alla foce, con la conseguente sedimentazione dei fondali litoranei, col ripascimento della spiaggia erosa. Un processo che segue le leggi della Fisica, presenti nell'idraulica fluviale.

Questo intervento che propongo tiene conto del problema delle esondazioni sul territorio limitrofo al tronco terminale dell'Arno, senza aggravarne il rischio idraulico, poiché la portata idraulica del fiume in piena, viene regolata dalle cateratte da realizzare all'inizio del nuovo canale da costruire.

In questa presentazione, ho anche inserito delle diapositive relative al cambiamento climatico in atto sul pianeta. Ritengo doveroso considerare questo aspetto: con il cambio climatico ed il conseguente riscaldamento dell'atmosfera terrestre per l'accumulo dei cosiddetti gas serra che ne alterano il

clima, sarà essenziale studiare e mettere in cantiere le opere adeguate per contrastare l'erosione costiera, che si farà minacciosa al trascorrere degli anni, per l'aumento del livello marino.

I cambiamenti climatici, sono un campanello d'allarme della Natura, sulla mancanza da parte dell'uomo, della sostenibilità con l'ambiente presente sulla Terra. Va ricordato però che, l'erosione costiera è stato il primo campanello di allarme che la Natura ha mostrato ben evidente, per l'insostenibilità dello sviluppo sul territorio, da parte dell'uomo.

Sulla costa pisana questo campanello d'allarme suona incessante da quasi un secolo e mezzo. La politica sceglie di cementificare sempre più i litorali senza rendersi conto che l'erosione costiera è frutto delle azioni che ha promosso lei stessa, nel corso degli ultimi secoli, su questo delicato territorio in formazione. Un territorio nuovo dal punto di vista geologico, appena realizzato dalla Natura.

- NOTA -

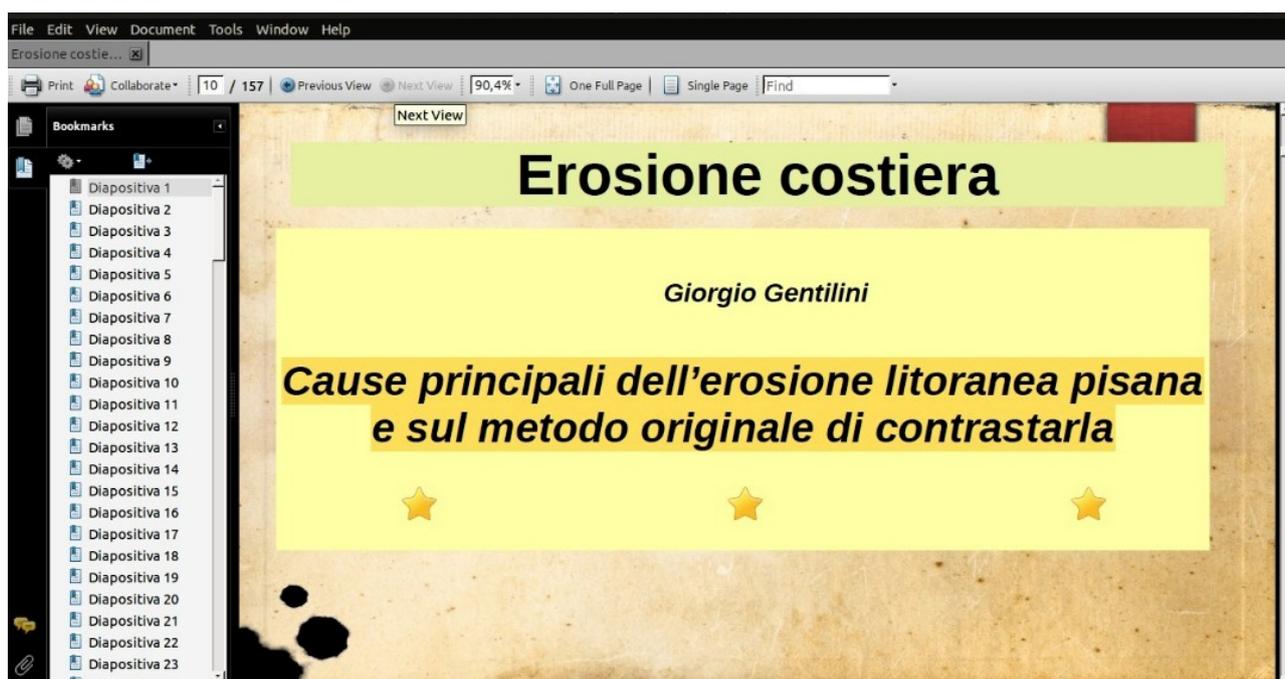
Per visualizzare al meglio, in Adobe Acrobat Reader, questa presentazione (che da estensione odp è esportata in pdf), si consiglia di posizionare sulla barra dei comandi questi due pulsanti:

- Previous View (vista precedente) - [in alternativa, premere: Alt+Freccia sinistra].
- Next View (Vista successiva) - [in alternativa, premere: Alt+Freccia destra].

Il modo corretto di visualizzarli sulla barra di comando è il seguente: si posizionano, cliccando con il tasto destro del mouse sulla barra dei comandi di Adobe Acrobat Reader, in "More Tools", quindi spuntando le relative caselle di questi due comandi.

Infine, visualizzando alternativamente la descrizione, con la relativa diapositiva a cui si riferisce.

L'immagine successiva mostra in evidenza i segnalibri da visualizzare per poter leggere senza alcuna difficoltà questa presentazione. Si attivano premendo in Adobe Acrobat Reader il comando (l'icona Bookmarks), in alto a sinistra della foto.



- Descrizione delle diapositive -

Le diapositive n. 2 e 3 sono relative al villino reale del Gombo, ovvero, la prima costruzione ristrutturata ed ampliata negli anni, del casale Ceccherini, costruito nel 1838, con il vicino stabilimento balneare ad uso dei primi bagnanti sulla spiaggia del Gombo.

Vittorio Emanuele II di Savoia, volle per se la Tenuta di San Rossore, facendo spostare nel 1869, lo stabilimento balneare dei Ceccherini, prossimo alla spiaggia in riva sinistra dell'Arno, utilizzando per alloggiare i bagnanti, un nuovo casale di servizio, ancor oggi presente ma rovinato dall'incuria.

Una scelta politica del regnante italiano che ha dato inizio al successivo fenomeno erosivo, per l'urbanizzazione del litorale naturale, con la costruzione della nuova strada argine di accesso e la conseguente messa in sicurezza idraulica del territorio naturale ai margini di Tombolo. Infatti, quasi ovunque, l'erosione costiera si è sviluppata in funzione delle varie scelte politiche sul territorio.

Le diapositive n. 4 e 5, sono relative al bagno Ceccherini realizzato nel 1869, situato sulla spiaggia di quello che in seguito, prese il nome di "Paese di Boccadarno", l'attuale Marina di Pisa. Le diapositive successive (dalla n. 6 alla n. 8), evidenziano l'estesa spiaggia presente alla fine del secolo XIX sul litorale pisano.

Nelle diapositive n. 9 e n. 10 sono rappresentate le torri costiere (la n. 9 è la Torre Riccardi, presente a San Rossore, demolita nell'ultimo conflitto bellico), che testimoniano l'espansione della costa nei secoli trascorsi.

Le torri costiere di avvistamento, venivano ricostruite vicino alla spiaggia, abbandonando le altre storiche, costruite precedentemente nei secoli trascorsi e rimaste oramai nell'interno della campagna, per l'espansione dei litorali.

In quei secoli lontani, i fiumi ed i loro affluenti, non erano arginati (oppure, gli argini realizzati erano poco resistenti). Ad ogni piena fluviale, le acque torbide rompevano i deboli argini ed allagavano le pianure, moderando quindi, la corrente fluviale alle loro foci in mare. Consentendo in questo modo, il ripascimento dei fondali litoranei e la conseguente espansione della costa.

Le diapositive n. 11 e n. 12 sono relative ad un estratto della Carta Mirandoli, del 1850. Si vede l'insabbiamento della foce dell'Arno (la barra di foce) e la formazione di piccole isole vicino alla spiaggia, segno evidente della espansione del litorale in atto in quel tempo.

Le diapositive n. 13 e n. 14 evidenziano una mappa del litorale ad uso dei cacciatori, dove si vedono numerose "lame" (estese paludi di forma stretta ed allungata alla base di varie dune, presenti in quei tempi nel territorio di Tombolo) e la "colmata d'Arnino", con le cateratte ai Bufalotti, in uso in quei tempi. Le diapositive n. 15 e n. 16, mostrano il Fortino di Boccadarno (del 1759, demolito nel 1931, tra l'indifferenza generale, per esigenze di produzione industriale), mentre la n. 17 mostra l'Ospizio Marino, del XIX secolo, prime costruzioni sul territorio prossimo alla foce dell'Arno.

La diapositiva n. 18 evidenzia l'espansione della spiaggia a Boccadarno negli anni, mentre la n. 19 mostra l'erosione costiera e la sua progressione nel tempo (Toniolo). L'erosione litoranea è iniziata nel 1878 (I.G.M. di Firenze). Le bonifiche effettuate sul territorio generarono una corrente fluviale dell'Arno sempre più intensa, che iniziarono a corrodere l'alveo del fiume.

La corrosione progressiva dell'alveo dell'Arno aveva prodotto negli anni immediatamente precedenti, un enorme apporto sedimentario alla foce del fiume, come riferisce il geologo De Stefani, nel 1876 (diapositiva n. 20). L'intensa corrente fluviale dell'Arno portava alla foce quest'accumulo di sedimenti, ma **iniziava anche a corrodere i fondali litoranei**.

Le diapositive dal n. 21 al n. 24 evidenziano le prime opere di difesa costiera posizionate per contrastare l'effetto delle mareggiate sulla spiaggia e le critiche effettuate in quegli anni (Sighieri).

La diapositiva n. 25 mostra il casale Antonelli, sulla riva destra dell'Arno, sul territorio della Reale Tenuta di San Rossore, demolito per l'erosione costiera, dalla forza delle onde nelle devastanti mareggiate. Le diapositive successive (dal n. 26 al n. 28), sono relative alle osservazioni del Toniolo che ho riferito nel mio libro *Litoralis*, nelle pagine relative all'analisi che ho fatto del suo studio.

La corrente intensa nelle piene del fiume corrode i fondali litoranei, direttamente ed indirettamente (note 18 e 21 delle pagine 48 e 49 di *Litoralis*). I fondali litoranei vengono approfonditi progressivamente nel corso degli anni, per la corrosione in atto (diapositiva n. 29).

In sostanza, le più importanti annotazioni per la comprensione del fenomeno erosivo, si possono riassumere nelle seguenti: il pennello acqueo del fiume in piena, piegato verso la costa, presente in quei tempi, dalle correnti litoranee rese intense dai venti marini, corrode il fondale litoraneo, scavando delle fosse profonde.

Infine: la corrente fluviale intensa dell'Arno spinge al largo i sedimenti trascinati dal fiume in piena, mentre corrode il fondale prossimo alla foce. In un fiume allo stato naturale, quindi con la corrente fluviale moderata, le piene dei mesi invernali o primaverili, producono alla foce l'espansione della spiaggia e non il suo arresto od addirittura, la sua diminuzione (nota 24 di pag. 49, di *Litoralis*).

L'erosione della spiaggia lontano da Boccadarno, presente con le mareggiate, si spiega con la deviazione del pennello acqueo del fiume in piena, effettuato dai venti marini dominanti, indirizzato verso il fondale litoraneo che viene eroso dalla sua corrente intensa. Ovvero, il fenomeno erosivo spiegato nel precedente punto, quando gli stessi venti marini forzano la fiumana dell'Arno in piena verso la costa lontana dalla foce.

Il comportamento idraulico dell'Arno nei periodi di corrosione della foce, denota un eccessivo incremento della corrente fluviale presente allo sbocco. L'ampliamento della sua foce naturale viene realizzato dal fiume, al fine di aumentarne la sezione, per cercare di moderare la stessa corrente fluviale. Quando mai la foce di un fiume allo stato naturale, allontana **molto al largo** i sedimenti trasportati? (nota al punto 20, a pag. 49 di *Litoralis*).

In sostanza, per la corrente intensa nelle piene fluviali alla sua foce, il Fiume Arno non riesce a consentire il ripascimento dei fondali litoranei. Conseguentemente, le mareggiate, demoliscono a poco a poco la pianura alluvionale che aveva creato il fiume, iniziando dalla sua foce (diapositiva n. 30 - *Omnia Mundi*).

Il processo erosivo della costa pisana e su molti altri litorali erosi, si è sviluppato in funzione delle bonifiche sul territorio di pertinenza fluviale, del rinforzo e sovrizzo degli argini dei fiumi e dei loro affluenti. Tutti questi interventi, hanno prodotto una corrente fluviale eccessiva alle loro foci, disperdendo in mare, i sedimenti trascinati nelle loro piene, che quindi non hanno potuto depositarsi sui fondali litoranei.

La diapositiva n. 31 è relativa al progetto presentato in “Omnia Mundi 2004” (la prima edizione nel 2002, relativa all’erosione litoranea, aggiornata ed accresciuta negli anni,), per frazionare la portata idraulica del Fiume Arno in piena, moderandone la corrente fluviale e consentendo di poter effettuare il ripascimento dei fondali litoranei, onde sconfiggere l’erosione costiera.

Questo intervento che propongo tiene conto del problema delle esondazioni sul territorio limitrofo al tronco terminale dell’Arno, **senza aggravarne il rischio idraulico**, poiché la portata idraulica del fiume in piena viene regolata dalle cateratte da realizzare all’inizio del nuovo canale da costruire.

Le diapositive n. 32 e n. 33 sono relative alla Carta Antoniacci del 1610, mostrano la foce naturale del Fiume Arno, dopo la sua deviazione del 1606 (tra l’altro, si riesce ancora a vedere il tracciato che aveva l’Arno nel periodo romano, posizionato adiacente alla Via Vecchia Livornese). L’ampia foce del fiume (di estensione chilometrica), favoriva la sedimentazione dell’area compresa al suo interno. La curvatura accentuata delle lame nella zona di Boccardarno è frutto della sedimentazione del fiume, effettuata in quel periodo temporale, all’interno della sua ampia foce.

Conseguentemente, i sedimenti che raggiungevano il mare erano in quantità ridotta. Erano territori delle Maremme. Territori paludosi, che venivano inondati dalle piene dei fiumi e che moderavano conseguentemente, la propria corrente fluviale, consentendone quindi l’espansione della costa.

La diapositiva n. 34 evidenzia una pagina in Omnia Mundi sulla formazione delle curvatura accentuata delle lame costiere presenti in questa zona, mostrate nella diapositiva n. 35, con la costa erosa ai margini di Boccardarno, nel secolo XX (Mazzanti).

Anche alla foce del Fiume Ombrone si notano le lame arcuate presenti sul territorio, segno che l’espansione della costa in questa zona della maremma toscana, si è sviluppata in modo analogo, probabilmente dovuta ad un disalveamento, per l’insabbiamento eccessivo della foce. Seguono le diapositive della foce del Fiume Pecora alla fine dell’Ottocento ed inizio Novecento (tutti territori naturali paludosi, dove i rispettivi litorali erano in espansione).

Le foci di questi fiumi, tutti a carattere torrentizio, esondavano nelle paludi litoranee presenti in quei tempi, moderando la corrente fluviale. Erano i territori delle maremme, un nome diffuso nelle zone umide costiere toscane e laziali. In questo modo consentivano ai sedimenti trasportati, di ripascere i fondali litoranei ed espandere la costa.

I sedimenti fluviali che raggiungevano il mare erano in quantità ridotta, come mostra la diapositiva n. 37 (Litoralis). Questo fatto contrasta con la convinzione degli studiosi che l’erosione costiera sia dovuta alla scarsità di sedimenti fluviali che raggiungono la foce nelle piene fluviali. In quei secoli la costa si espandeva regolarmente. Dopo le bonifiche sul territorio è iniziata l’erosione costiera.

La diapositiva n. 41 mostra l’attuale foce del Fiume Ombrone vista dal satellite, con l’espansione della costa. La diapositiva dal n. 43 al n. 45 evidenziano l’insabbiamento presente a Boccardarno negli anni Venti del secolo scorso, con la barra di foce molto estesa, analoga a quella presente nel 1850, rappresentata nella Carta Mirandoli (n. 46). La piena straordinaria dell’Arno, nel 1919, fece inondare la strada vicino all’obelisco posto vicino alla foce dell’Arno.

La stessa piena che produsse la rotta di Zambra, originata, come scrive il Sighieri nel suo libro sulle bonifiche, da un accumulo nell’Alta valle dell’Arno di circa 134 mm di pioggia su metro quadro, caduti per quattro giorni continuativi.

A metà del XIX secolo il Fiume Arno, con la foce rappresentata alla diapositiva n. 46, consentiva il ripascimento dei fondali litoranei. Invece, con una foce naturale dell'Arno analoga alla precedente, ma presente negli anni Venti del XX secolo (diapositiva n. 50), si manifestava l'erosione costiera.

La corrente intensa nelle piene del fiume, allo sbocco verso la costa di Marina di Pisa e la costa naturale di San Rossore, produceva la corrosione dei fondali litoranei. Con le mareggiate, si presentava l'erosione della costa, come evidenzia nella sua pubblicazione il Toniolo.

Le diapositive dal n. 47 al n. 48 si riferiscono a "Le piene dell'Arno - Bonifiche", di Ettore Sighieri. La diapositiva n. 48 evidenzia l'esteso insabbiamento presente alla foce del Fiume Arno, talmente ampio da essere perfino coltivato nella parte più elevata, dall'Amministrazione del patrimonio della Casa Reale, essendo stato acquisito nel possesso della "Reale Tenuta di San Rossore".

Questa barra di foce dell'Arno (che ho ricostruito nella diapositiva n. 50), così ampia da accrescersi continuamente nel tempo, è in contrasto con la convinzione degli studi effettuati dagli analisti e ricercatori (soprattutto geologi), che l'erosione costiera sia dovuta alla mancanza di apporto sedimentario del fiume. L'apporto sedimentario del Fiume Arno è presente ed abbondante alla sua foce, ma la corrente fluviale troppo intensa nelle grandi piene, corrode il fondale litoraneo approfondendolo e con le mareggiate, si attua l'erosione della spiaggia.

Quindi, la causa effettiva che determina l'erosione costiera è **l'intensità eccessiva della corrente fluviale nelle piene del fiume alla sua foce**, che dipende dalle bonifiche delle aree di pertinenza fluviale e dal rinforzo e sovrizzo degli argini (del fiume e dei suoi affluenti). L'apporto sedimentario alla foce dell'Arno, è senz'altro dovuto in gran parte alla corrosione del suo alveo, per la corrente elevata presente nel fiume, per le cause sopra esposte.

Le diapositive n. 51 e n. 52 mostrano come sarebbe stato possibile operare in quei tempi (per eliminare la corrosione dei fondali litoranei), se le effettive cause dell'erosione costiera fossero state comprese. Le foto sono estratte da un "film Luce" del 1924. Mostrano squadre di renaioli (o renai) al lavoro sull'Arno, che potevano essere utilizzate a Boccadarno, per approfondire ed allargare gli sbocchi fluviali di questa estesa barra di foce naturale, aumentandone conseguentemente la sezione di deflusso nelle piene del fiume.

La corrente fluviale è data dal rapporto tra la portata idraulica e la sezione di deflusso. Aumentando la sezione di deflusso, la corrente fluviale diminuisce, consentendo quindi, la sedimentazione dei fondali litoranei. Le sabbie raccolte in questo modo potevano essere gettate in mare, davanti alla spiaggia erosa, dove vi era stata corrosione dei fondali litoranei. L'erosione costiera sarebbe stata sconfitta con minima spesa.

Inoltre, per migliorare la situazione in modo definitivo, occorreva diminuire la corrente fluviale, oramai sempre più intensa nelle piene del Fiume Arno (causata dai vari interventi sul suo esteso bacino idrografico), frazionandone la portata idraulica, riattivando ad esempio, l'uso della Colmata d'Arnino. Costruendo altresì delle moderne cateratte, adeguate all'incremento di portata idraulica dell'Arno.

Diminuendo la portata idraulica del fiume in piena, diminuisce la corrente fluviale. In questo modo sarebbe stato possibile ottenere ben presto anche l'espansione della spiaggia. L'erosione costiera

sarebbe stata sconfitta seguendo questo semplice protocollo. Conseguentemente, l'espansione della costa si sarebbe ripristinata in modo progressivo.

In quegli anni imperava la "bonifica integrale" voluta dal fascismo. Una soluzione del genere forse sarebbe stata compresa, ma difficilmente accettata. Avrebbe portato le acque a disperdersi nelle varie "lame" alle spalle di Marina di Pisa.

Però, operando in questo modo, seguendo le indicazioni appena descritte, non vi sarebbe stata necessità, per difendere la costa nel corso degli anni, di piantare nella sabbia le palizzate di tronchi di pino, posizionare i pennelli di massi a martello. Infine, realizzare le costosissime dighe frangiflutti (emerse, sommerse, soffulte) con la loro manutenzione ricorrente. Non sarebbe stato necessario effettuare neppure il recente intervento di difesa costiera, utilizzando le spiagge di ghiaia.

Ovvero le opere di protezione costiera che sono state posizionate in oltre un secolo di disastri, dovuti alle mareggiate, sul litorale pisano. Tutte opere, che oltre ad avere costi notevoli, hanno dimostrato i loro limiti.

Nonostante che qualche tecnico (Sighieri) fosse contrario alla posa delle dighe frangiflutti alla foce del Fiume Arno, questi pennelli furono comunque posizionati nel 1926, sia a sinistra che a destra (la sinistra poi completata pare nel 1928, con una struttura reticolare in cemento armato: diapositiva n. 57). Come mostra la diapositiva n. 56 (ed anche la n. 53), si è operato in modo da posizionarle, nonostante le critiche. C'è da domandarsi il perché.

La diapositiva n. 58 è relativa alla foto aerea della fabbrica di idrovolanti, presente dal 17 dicembre 1921 (la società S.A.I.C.M, poi trasformata in C.M.A.S.A.). Le diapositive dal n. 59 al n. 64 sono estratte da un "film Luce" del 1923, in cui si vede la visita di Benito Mussolini, alla fabbrica di idrovolanti di Marina di Pisa. Lo stabilimento aeronautico che in seguito, produsse i famosi Dornier Do J Wall, di progettazione tedesca, con struttura completamente in metallo.

Nel filmato, sembra presente a questa manifestazione, anche Gabriele D'Annunzio, che negli anni precedenti aveva frequentato assiduamente la cittadina balneare pisana. In quel periodo, il poeta, il vate, viveva nella bella villa del Vittoriale, ma frequentava l'idroscalo di Desenzano, sul lago di Garda. Un idroscalo, è sostanzialmente un aeroporto per idrovolanti. Gabriele D'Annunzio era un entusiasta del volo, aveva diretto anche il famoso volo su Vienna, il 9 agosto del 1918. Una incursione aerea dimostrativa sul suolo nemico, che accelerò la resa dell'Impero Austroungarico e la fine della prima guerra mondiale.

Nelle diapositive n. 64, n. 65, n. 66, si vedono alcuni idrovolanti al decollo. In questa delicata operazione (come in quella dell'amaraggio), per evitare disastri aerei occorre essere sicuri che i galleggianti dell'idrovolante in movimento, non collidano con un banco di sabbia sommerso, od un tronco d'albero semisepolto nelle sabbie, altrimenti si rischia il disastro aereo.

L'Arno è un fiume a carattere torrentizio e particolarmente torbido. I sedimenti fluviali sono ricchi di argille che determinano una certa compattezza nei banchi sabbiosi presenti alla foce. In queste fasi delicate, è come essere sopra un motoscafo lanciato a tutta velocità sull'acqua. La spinta di decollo fa raggiungere la velocità (V1) adatta alla rotazione dell'aereo, per poter manovrare la barra di comando (cloche). Quest'ultima, aziona gli alettoni e gli equilibratori del piano di coda, al fine di

ottenere il successivo rateo positivo di salita. Tutte operazioni necessarie per decollare, alzarsi in volo con un aereo.

In quegli anni non esistevano i flaps (e neppure gli slat), posizionati sulle ali ed utilizzati per aumentare progressivamente la portanza, ovvero il sostenimento dell'aereo, diminuendo conseguentemente, il percorso necessario al decollo ed all'atterraggio. Quindi, per queste delicate operazioni, è necessario avere la certezza di non incontrare ostacoli nascosti sul percorso scelto dal pilota, sia nel decollo che nell'atterraggio dell'idrovolante. Una fondamentale esigenza di sicurezza, per il futuro sviluppo dell'industria aeronautica presente a Boccadarno.

Quando vi è in gioco lo sviluppo dell'economia, la politica si attiva per sostenerla. Le dighe di massi poste nel 1926 ai lati della foce del Fiume Arno, riducono drasticamente l'insabbiamento in questa zona, poiché favoriscono il deflusso del fiume nelle piene aumentandone la corrente fluviale, garantendo quindi la sicurezza che si aspettavano i piloti collaudatori degli idrovolanti.

In sostanza, la foce del Fiume Arno è stata trasformata in un idroscalo, ad uso della fabbrica di idrovolanti CMASA. Il deflusso nelle piene era accelerato, quindi, anche la sicurezza idraulica veniva aumentata. Tutti contenti. Ne godono anche i bagnanti (diapositiva n. 54 e n. 55).

Però con questa modifica sostanziale della foce, l'Arno ha disperso in mare i sedimenti trasportati nelle piene fluviali (milioni di tonnellate di sabbie e fanghi), senza avere l'opportunità di depositarli sui fondali litoranei. Conseguentemente, l'erosione costiera si è fatta sempre più grave e minacciosa, al trascorrere degli anni.

La diapositiva n. 69 è relativa all'inaugurazione dell'Istituto Tecnico Industriale "Leonardo da Vinci" di Pisa, Un istituto realizzato in quel periodo storico, per offrire personale specializzato all'industria locale, con la sua sezione aeronautica. Lo stemma lapideo presente sulla facciata all'ingresso dell'Istituto, lo mostra chiaramente. Uno dei pochi Istituti aeronautici presenti in Italia.

Sono usciti da questo Istituto, numerosi tecnici per le industrie aeronautiche, tra cui la CMASA di Marina di Pisa e la Piaggio di Pontedera. In quel contesto storico la Piaggio produceva i P108, che venivano collaudati nell'aeroporto adiacente lo stabilimento aeronautico di Pontedera.

Le diapositive n. 70 e n. 71 mostrano due idrovolanti prossimi allo scivolo sul fiume, a Boccadarno. La diapositiva n. 72 mostra la foto aerea della estesa spiaggia di Marina di Pisa, nei pressi di Piazza Sardegna, in una foto del 1930. La diapositiva n. 73 evidenzia il casale Antonelli alla foce del fiume, prima della sua distruzione, causa erosione costiera. La diapositiva n. 74 mostra il ponte sull'Arno (collassato nella piena del 1920), che collegava le Cascine Nuove all'abitato di San Piero a Grado.

Le piene del Fiume Arno furono causate in gran parte, in quel periodo temporale, per il rinforzo ed il sovrizzo degli argini (del fiume e dei suoi affluenti), con estese bonifiche del territorio di pertinenza fluviale, come spiego nelle diapositive seguenti.

La diapositiva n. 76 evidenzia la corrosione sempre più evidente dell'alveo del Fiume Arno, in progressione alle bonifiche effettuate ed al rinforzo degli argini (riprodotte in Omnia Mundi, dai libri del Sighieri: diapositiva n. 75). Milioni di tonnellate di sedimenti fluviali trascinati via dalla corrente fluviale sempre più intensa fino alla foce dell'Arno e dispersi nel mare profondo.

Mentre le diapositive n. 77 e n. 78 mostrano alcuni effetti dell'erosione costiera a Marina di Pisa, negli anni Sessanta del secolo scorso (foto estratte dal volume: Un litorale da salvare), in funzione di quanto spiegato in precedenza. Erosione costiera che si fa ogni anno sempre più minacciosa.

Gli studi precedenti, relativi ad individuare i possibili progetti tesi a ridurre gli effetti dell'erosione costiera pisana (quello della commissione presieduta dall'ing. Corrado Ruggiero, del 1948 ed anche quelli di Livio Borghi del 1970), che ho trascritto parzialmente in "Litoralis", commentandoli nelle parti essenziali, evidenziano la modifica della foce dell'Arno, secondo la forma della bocca che aveva il fiume presente nel 1850. Diapositive: n. 79 e n. 80.

Come si vede dalla diapositiva n. 82 la struttura portante dell'idroscalo, oramai abbandonato, è presente anche ai giorni nostri. Il varco che si vede al centro della diga destra si è presentato in seguito alla piena straordinaria del 4 novembre 1966. I massi crollarono in mare per la corrosione accentuata dell'alveo dell'Arno e del fondale marino adiacente, generata dalla corrente fluviale eccessiva, in questa piena straordinaria. Il varco fu poi lasciato aperto per favorire il transito delle imbarcazioni. Lo scrive Livio Borghi nel suo studio sull'erosione costiera pisana.

Nel 2004, in questa diga vi fu un ulteriore collasso di massi nella parte adiacente alla costa, sempre per la erosione accentuata qui presente. Esposi le mie critiche all'operazione di rinforzo dei massi, pubblicate parzialmente in quegli anni, sul sito Web di Legambiente Pisa (modificando però in modo arbitrario l'ultima parte del mio intervento). Intervento, che ho riprodotto integralmente in "Omnia Mundi 2018".

Sorprendente, che a distanza di un secolo, la politica abbia approvato la costruzione di un altro porto (questa volta per imbarcazioni), che per poter garantire l'accesso, abbia bisogno di fondali profondi, per evitare incagli alle imbarcazioni (quali le barche a vela con deriva profonda), quando invece, le esigenze della sedimentazione dei fondali litoranei, per sconfiggere l'erosione costiera, abbiano esattamente bisogno di diminuire questa profondità. Ovvero, vanno nella direzione opposta.

In particolare, le diapositive dal n. 84 al n. 90 mostrano come nel corso di numerosi anni siano state costruite costosissime dighe frangiflutti, che se hanno protetto il litorale dall'erosione costiera non hanno però fermato la corrosione dei fondali litoranei.

Nella diapositiva n. 90 è possibile vedere, prestando la dovuta attenzione, una parte del tracciato dell'Arnovecchio, rimasto tutt'oggi paludoso, nonostante la bonifica secolare, avviata dal granduca Ferdinando I de' Medici, nel 1606. Le foto satellitari delle due diapositive successive, lo mostrano meglio. Le diapositive successive, mostrano alcune immagini attuali del territorio litoraneo, mentre le n. 96 e n. 97 sono relative alla colmata d'Arnino. La diapositiva n. 98 è relativa alla carta altimetrica del territorio pisano.

La diapositiva n. 99 evidenzia i 4,5 miliardi di euro spesi in solo 50 anni per tentare di fermare l'avanzata del mare, purtroppo senza successo. Molto spesso, addirittura aggravando la situazione. Le diapositive seguenti, si riferiscono al primo progetto del porto turistico di Boccardarno (n. 100) e quello definitivo (n. 101). Entrambi, progetti molto criticati dalle associazioni ambientali.

La diapositiva n. 103 si riferisce ad una riproduzione parziale della "Porzione della Toscana inferiore, che comprende i territorj di Pisa e di Livorno", realizzata dall'ing. Ferdinando Morozzi nel 1768. Mostra com'era in quei tempi la pianura compresa tra Pisa e Livorno.

Si possono notare le varie lame presenti nel territorio di Tombolo ed il complesso reticolo idraulico della pianura compresa tra Pisa e Livorno. Reticolo idraulico che si indirizzava nel Fosso Reale (poi trasformato nel secolo scorso, nel canale Scolmatore) che sfociava a Stagno. Anticamente, in questa zona, esisteva il porto più grande (detto Magnalis), della Repubblica Marinara Pisana (n. 104).

La diapositiva n. 105 mostra lo schema planimetrico della futura Darsena Europa, al porto di Livorno. Si nota il "Terminal porto fluviale" in prossimità della foce armata del Canale Scolmatore, segno evidente che la realizzazione della modifica di questa foce (n. 106), costata diversi milioni di Euro, è stata progettata per essere utilizzata da chiatte fluviali di collegamento con l'Interporto di Guasticce.

La Darsena Europa produrrà un impatto visivo non indifferente sul litorale pisano e andrebbe realizzata con cautela negli anni, osservandone l'impatto sull'ambiente, durante la sua progressiva attuazione in corso d'opera. Da informazioni raccolte, non è possibile effettuare prove su modello, perché, data l'enorme superficie da riprodurre, sarebbe necessario disporre di una vasca marittima di dimensioni tali che non ne esistono in nessun laboratorio italiano ed estero, almeno se si vuole rappresentare il fenomeno in scala tale da ottenere risultati sufficientemente attendibili. L'unica cosa certa è che modificherà notevolmente la vista mare, soprattutto al Calambrone ed anche dalla spiaggia di Tirrenia.

L'erosione accentuata della spiaggia del Calambrone, si è presentata con forza in occasione della realizzazione poco distante, nel 2004, della vasca di colmata delle sabbie inquinate scavate dal porto di Livorno. La modifica delle correnti litoranee, ha prodotto la corrosione dei fondali e con le mareggiate, si è manifestata la conseguente erosione costiera. Un evento transitorio, che è cessato nel tempo, con il riequilibrio delle profondità dei fondali.

Al presente, il pennello del canale scolmatore sembra favorire una certa espansione di questa spiaggia (n. 107). Espansione che deriva dall'apporto sedimentario che giunge in questa zona in gran parte dalla foce dell'Arno e dallo stesso canale. Le piene del canale, possibili in un nubifragio sul bacino idrografico, potrebbero produrre per la corrente intensa, l'erosione del litorale, analogamente a quanto accade a Boccardo, durante le piene del fiume.

La diapositiva n. 108 evidenzia il promontorio di Punta Penna a Vasto, in Abruzzo. In genere, i promontori proteggono dalle violente mareggiate (e dalla relativa erosione costiera), il litorale immediatamente vicino. Quindi, il rischio con la realizzazione della Darsena Europa (che fa le veci di un esteso promontorio), venga prodotta una accelerazione del fenomeno erosivo del litorale pisano (secondo gli studi sulle correnti marine, effettuati da Livio Borghi), a parer mio è minimo.

Rimane comunque il fatto che la Darsena Europa ha una inclinazione accentuata rispetto alla linea costiera, che potrebbe modificare le correnti marine presenti davanti al litorale pisano ed incrementarne anche il possibile inquinamento delle acque, dovuto all'aumento del traffico marittimo navale. La Darsena Europa andrebbe realizzata con prudenza, in molti anni, valutando il suo impatto con l'ambiente. Il termine di realizzazione è però ristretto, programmato nel 2024.

In Italia, esistono altri grandi porti (Genova, Trieste) che hanno maggiori movimenti commerciali, quindi maggiori possibilità di sviluppo nel campo dell'attività portuale. Il rischio è quello di costruire una struttura portuale sovradimensionata per il traffico marittimo commerciale e turistico regionale, impiegando una cifra consistente di denari pubblici, ovvero dei contribuenti italiani. La

crisi economica presente da anni, ridimensiona il traffico marittimo in Italia. La crisi sanitaria pandemica per il Covid19, produrrà un rallentamento dell'economia mondiale e farà diminuire per vari anni il traffico marittimo a livello globale.

Le diapositive n. 109 e n. 110 evidenziano il fatto che quando vi è in gioco lo sviluppo dell'economia, la politica si attiva per sostenerla. La Regione Toscana è da tempo impegnata attivamente e finanziariamente in questo progetto della Darsena Europa, al porto di Livorno. Lo sembra molto meno negli argomenti esposti nelle diapositive n. 111, n. 112 e n. 113.

La diapositiva n. 114 (Litoralis) evidenzia la possibilità che le sabbie dei fondali livornesi siano alquanto inquinate, quindi non adatte al ripascimento dei fondali costieri pisani. Infine, la diapositiva n. 115 evidenzia il rischio di inondazione del porto di Livorno nel 2100 (come molti altri porti italiani), in seguito alla modifica del clima (studio Enea).

Considero l'impatto ambientale del porto turistico di Boccardarno ben superiore a quello della Darsena Europa al porto di Livorno. Le sabbie necessarie al ripascimento dei fondali litoranei pisani provengono dalla foce dell'Arno. Mentre i fondali marini livornesi, sprofondano progressivamente verso quelli di Calafuria. Le sabbie qui presenti, hanno difficoltà a risalire verso nord, spinte dalle correnti marine.

Le diapositive dal n. 116 fino al n. 119 evidenziano invece l'influenza del porto di Viareggio, sull'erosione costiera del litorale limitrofo. La n. 117 è la planimetria estratta dalla Carta Mirandoli del 1850, in cui si vede ben livellato il litorale adiacente Viareggio. La n. 118 e la n. 119 mostrano le foto aeree del porto di Viareggio con l'espansione della spiaggia, evidente tra questa struttura portuale fino alla spiaggia di Marina di Vecchiano (n. 116).

Oltre il porto, si nota invece, l'erosione litoranea dovuta all'interruzione dell'apporto sedimentario delle correnti costiere, ostacolate dalla presenza del porto di Viareggio. Tra l'altro, in mare, davanti a questo porto, si forma una estesa e pericolosa secca, che rischia di far incagliare le imbarcazioni, come accaduto più volte negli anni scorsi.

Occorre seguire attentamente un portolano, per entrare ed uscire dal porto di Viareggio. Questo esteso accumulo di sabbie, nel fondale marino davanti al porto, deve essere periodicamente dragato. Questo dragaggio viene finanziato dalla Regione, con spese notevoli (centinaia di migliaia di Euro). Il problema della secca però, si ripresenta puntuale. La diapositiva n. 120 mostra la foto satellitare della costa che va da Monte Marcello, fino a Calafuria.

La diapositiva n. 121 evidenzia la quantità di sedimenti corrosi dall'alveo del Fiume Arno, in solo quarant'anni (Nardi). Sedimenti fluviali finiti alla foce dell'Arno in mare, milioni di tonnellate, che non sono riusciti neppure ad effettuare il ripascimento di un solo metro quadrato del litorale prossimo a Boccardarno (Gentilini).

Le diapositive dal n. 122 alla n. 127 evidenziano le briglie sui torrenti e gli invasi dell'ENEL in provincia di Arezzo, opere ritenute dai geologi, determinanti nel diminuire nei corsi d'acqua, i sedimenti fluviali trascinati fino al mare. La diapositiva n. 128 si riferisce ad una mia analisi, con alcune riflessioni sul corso del Fiume Serchio, pubblicate su "Omnia Mundi 2004", presenti anche nell'edizione precedente.

Nonostante la presenza di numerose vecchie dighe dell'ENEL lungo il suo percorso fluviale, la foce ancora naturale del Fiume Serchio, consente il ripascimento dei fondali costieri e la conseguente espansione della costa. La diapositiva successiva mostra la foce naturale di questo fiume.

Le diapositive n. 130 e n. 131 mostrano il dissesto di numerose opere di correzione fluviale (briglie) presenti nei torrenti affluenti dell'Arno. Le diapositive dal n. 132 al n. 134 evidenziano il terreno smosso durante le periodiche arature. La meccanizzazione agricola, arando il terreno in profondità, accentua nei nubifragi il dilavamento del terreno che confluisce nei torrenti. In misura assai superiore a quanto era in uso con le tradizionali metodologie, usando l'aratro trainato dai buoi, che scalfivano o poco più, il terreno da coltivare.

La diapositiva n. 137 evidenzia la corrosione dell'alveo fluviale dell'Arno nel tratto pisano nel secolo scorso (Sighieri), per l'incremento della corrente fluviale dovuta alle bonifiche sulle aree di pertinenza fluviale ed ai lavori di rinforzo degli argini del fiume e dei suoi affluenti. La diapositiva mostra evidente la corrosione accentuata dell'alveo fluviale sotto le arcate del vecchio Ponte di Mezzo, demolito nell'ultimo conflitto bellico (n. 136).

La diapositiva n. 138 mostra il nuovo Ponte di Mezzo in fase di costruzione, durante una piena del Fiume Arno. La n. 139 è relativa alla corrosione dell'alveo dell'Arno nei pressi del ponte Morandi, ad Empoli. Un ponte che ha avuto nel passato, evidenti problemi statici (n. 140).

La diapositiva n. 141 evidenzia il fenomeno della subsidenza, presente diffusamente nei litorali. Come si vede dalla mappa evidenziata nella diapositiva, la subsidenza è sensibile a Marina di Pisa. Le diapositive presenti dal n. 142 al n. 145 mostrano l'effetto del cambio climatico sull'erosione costiera.

All'aumento nell'atmosfera terrestre dei cosiddetti gas serra, corrisponde un peggioramento della situazione erosiva sui litorali mondiali. Il cambio climatico, incrementa in numerose aree del pianeta, la quantità delle precipitazioni di pioggia al suolo, mentre in altre estese aree, espande la desertificazione del suolo coltivabile, variando in questo modo la quantità dei sedimenti fluviali che raggiungono la costa.

La diapositiva n. 145 mostra le fasce tropicali della Terra, che tendono ad ampliarsi all'incremento della temperatura atmosferica. Le diapositive n. 146 e n. 147, evidenziano le temperature torride presenti in Europa nella scorsa estate, mentre la diapositiva n. 148 mostra la temperatura elevata nell'Alta Valdera (a trecento metri di altitudine) presente per una settimana, nell'agosto dello scorso anno. L'aria secca qui presente (solo il 40 % di umidità relativa) ha consentito però un soggiorno accettabile.

Come mostra la diapositiva n. 149, il novembre 2019 è stato il più caldo mai registrato nel mondo. Con una maggiore energia presente nell'atmosfera, i venti si rinforzano. Il riscaldamento globale genera onde più alte e potenti. Un fenomeno dovuto all'ampliamento della fascia tropicale presente sulla Terra.

Le diapositive n. 150 e n. 151 mostrano l'influenza del cambio climatico sulla presenza delle diatomee, microalghe che galleggiano negli oceani e nei mari del globo. Le diatomee sono alghe unicellulari con all'interno un'anima di silicio. Queste microalghe, sono alimentate dai sedimenti silicei presenti nei corsi d'acqua e nei ghiacciai artici ed antartici che si riversano in mare.

Le diatomee riescono ad eliminare una gran parte dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera. In aggiunta, per la fotosintesi, producono altresì il 25% circa dell'ossigeno immesso nell'atmosfera terrestre. La loro estesa presenza sopra le acque del globo terrestre è di fondamentale importanza. Producano immensi agglomerati, visibili anche dai satelliti in orbita sulla Terra. La loro diminuzione negli oceani porterebbe a eventi catastrofici.

La diapositiva n. 152 evidenzia che, con l'accumulo eccessivo nell'atmosfera dei gas climalteranti (in particolare dell'anidride carbonica: CO₂), rimangono solo una decina di anni per cercare di evitare disastri maggiori. La n. 153 mostra i recenti ed estesi incendi in Australia, visti dal satellite. Le diapositive dal n. 154 al n. 160, evidenziano gli effetti dei nubifragi causati dal cambio climatico, con tutte le problematiche che si trascinano dietro.

Le diapositive dal n. 161 al n. 164 evidenziano alcuni interventi di difesa costiera effettuati sul litorale pisano. Le diapositive n. 161 e n. 162 sono foto del 2004, mentre la n. 163 è una foto recente, scattata nel medesimo posto. Le diapositive n. 164 e n. 165 sono relative alla spiaggia erosa di Boccardarno, nella Tenuta di San Rossore, mentre la diapositiva n. 166, mostra l'erosione costiera nella zona del Gombo. Le altre diapositive, fino alla n. 175 (le foto sono recenti), evidenziano le difese poste in essere sul litorale di Marina di Pisa.

Ogni anno, soprattutto approssimandosi il periodo estivo, vengono effettuati lavori di spianamento delle dune di ghiaia (costi a carico dei contribuenti), diapositive n. 176, n. 177.

Mentre, la diapositiva n. 178 rappresenta lo schema del progetto che espongo in Omnia Mundi 2004 (già presente nell'edizione precedente) ed il suo rispetto delle leggi idrauliche, come spiego di seguito. Per la profondità oramai troppo eccessiva prossima alla foce del fiume Arno, è possibile effettuare il progressivo ripascimento dei fondali litoranei pisani solo lontano dalla foce del fiume, come si legge a pag. 57 di Litoralis (diapositiva n. 179).

Occorre altresì aprire uno sbocco nella diga destra, adiacente alla spiaggia erosa, per consentire il relativo ripascimento della spiaggia di San Rossore, che è sottoposta da decenni ad una erosione costiera eccessiva, con un record a livello europeo. Se dopo questo varco nei massi, di ampiezza limitata, venisse riscontrato un eccessivo insabbiamento nell'alveo fluviale, sarebbe sufficiente risolvere questo problema dragando leggermente l'alveo, nel modo visibile nella diapositiva n. 180.

Sono convinto che l'erosione costiera possa essere sconfitta seguendo le leggi dell'idraulica fluviale. Una soluzione alternativa al progetto precedente, potrebbe essere la modifica della foce dell'Arno, ampliandola, demolendo completamente la diga destra alla foce, per aumentarne la sezione di deflusso e quindi, diminuire la corrente fluviale nelle piene. Ne seguirebbe nel tempo, una foce analoga a quella che aveva l'Arno nel 1610. Con questa modifica cesserebbe l'erosione costiera presente sulla spiaggia di San Rossore, che quindi tornerebbe ad espandersi.

Occorrerebbe una attenta verifica della sedimentazione alla foce, da correggere opportunamente, per evitare un eccessivo insabbiamento. La presenza alla foce del porto turistico di Boccardarno, ne ipotizza però la sua realizzazione, per i fondali profondi necessari al porto per il suo esercizio. Ne sconsiglia l'attuazione anche il rimessaggio di numerose imbarcazioni lungo il fiume, considerando la navigabilità ridotta che ne seguirebbe.

E' palese che le difese costiere, quali le dighe frangiflutti, le spiagge di ghiaia, ecc, non risolvono la situazione poiché non riescono a fermare la corrosione dei fondali litoranei. La corrente fluviale troppo intensa nelle piene ricorrenti che esce dalla foce del Fiume Arno, modificata dalle dighe di massi, i pennelli, produce questo effetto.

Per ottenere il ripascimento dei fondali litoranei occorre quindi diminuire in sicurezza la corrente fluviale nelle piene dell'Arno alla sua foce. Il canale che presento nei miei studi permette di frazionare la portata idraulica del fiume in piena, indirizzando i sedimenti fluviali dove i fondali marini sono ancora poco profondi, nel rispetto delle leggi idrauliche relative alla cosiddetta "linea neutrale".

La potenza devastante della Natura può essere molto elevata, ben evidente negli oceani tempestosi. Le mareggiate che colpiscono le coste possono diventare molto distruttive. La difesa contro l'erosione costiera è stata dipinta come una guerra che l'uomo combatte contro le forze distruttrici della Natura.

Tra l'altro negli USA, per contrastare il fenomeno erosivo litoraneo, se ne occupa il Centro di ricerca sull'ingegneria costiera dell'esercito statunitense (derivato dal Beach Erosion Board). La strategia militare insegna che un avversario troppo potente può essere sconfitto solo utilizzando l'arte dell'astuzia e quella dell'inganno, come mostrano le guerre dell'antica Grecia, nell'assedio decennale degli Achei alla città di Troia. La città capitolò con l'inganno: con il "Cavallo di Troia" ideato da Ulisse.

Un fiume in piena allo stato naturale, per l'insabbiamento della sua foce, rallenta la sua corrente indirizzando parte delle sue acque torbide nelle paludi costiere, colmando il territorio. Questo è il procedimento naturale di base della formazione di una pianura alluvionale. Il progetto che presento diminuisce la corrente fluviale nelle piene dell'Arno alla sua foce, in modo da adeguarsi a ciò che avviene in natura, frazionandone la portata idraulica ed indirizzando parte delle sue acque, con i relativi sedimenti, a disperdersi in mare dove serve accentuare la sedimentazione dei fondali litoranei.

Senza mettere in atto questi interventi proposti, il processo erosivo non si fermerà. I sedimenti fluviali nelle piene dell'Arno continueranno ad essere dispersi in mare, con tutto quel che ne segue, come ho riferito in questa presentazione e nelle mie pubblicazioni. Le correnti litoranee procederanno nella loro opera di corrosione dei fondali costieri, accentuando negli anni questo **immenso disastro ambientale** (diapositiva n. 181).

- Uno sguardo alla difesa costiera del futuro -

L'incremento dei cosiddetti "gas serra" presenti in gran quantità nell'atmosfera terrestre (in particolare, l'anidride carbonica: diapositive n. 183 e n. 184), prodotti in gran parte dalle varie attività umane, tende a modificare il clima presente sulla Terra.

Il permafrost, la superficie perennemente ghiacciata presente nelle zone artiche ed antartiche tende a modificarsi, riscaldandosi con gravi ripercussioni sulla stabilità delle rocce (n. 185 e n. 186). Infine, il progressivo smantellamento del permafrost immette nell'atmosfera un altro gas serra ancora più temibile: il metano (diapositive dal n. 187 al n. 190).

Questo lento processo di riscaldamento dell'atmosfera produce come conseguenza l'aumento del livello delle acque marine (dal n. 191 al n. 193). La natura ha i mezzi per contrastare l'accumulo di anidride carbonica nell'atmosfera, con la vegetazione terrestre (che assorbe CO₂) ed anche nel mare (n. 194). Purtroppo, l'incremento dei gas climalteranti è continuo ed incessante (n. 195). Se i gas climalteranti nel loro insieme, incrementano ancora nel tempo i loro valori, la situazione si aggraverà negli anni, fino al disastro totale (n. 196 e n. 197).

Le piante sono particolarmente sensibili al cambio climatico. La diapositiva n. 198 mostra i germogli fioriti di un "Pesco del Giappone", sulle colline di Lajatico, a 300 metri di altitudine sul livello del mare, avvenuta negli ultimi giorni del mese di dicembre 2019. La diapositiva successiva, mostra la stessa pianta fiorita a metà del mese di febbraio 2020 (quindi, in pieno inverno). Anche gli uccelli migratori avvertono il cambio climatico. La diapositiva n. 200 mostra alcuni uccelli migratori rimasti a svernare alla foce del Fiume Serchio, invece di migrare al sud.

Purtroppo, le anomalie climatiche sono diffuse sulla Terra (n. 201), segno evidente del riscaldamento climatico in essere (n. 202). Oltre alle attività umane, i gas serra incrementano anche con gli enormi incendi diffusi su ampie zone vergini del globo terrestre (n. 203, in Siberia e la n. 204, in Amazzonia). Per estinguerli, occorre intervenire con numerosi veicoli motorizzati, che producono ulteriore inquinamento.

I gas serra vengono prodotti anche dal traffico aereo, diffuso a livello globale, poiché i loro motori bruciano derivati del petrolio (cherosene, oppure benzina avio, a seconda del tipo dei propulsori). La diapositiva n. 205 mostra il traffico aereo in Europa, nel solo mese di marzo 2019, messo a confronto con quello dello stesso mese nel 2020. Come si nota, è molto diminuito per il blocco dei voli aerei, a causa della diffusione del virus pandemico Covid19, sviluppatosi in Cina. Questo virus si è diffuso in modo rapido ovunque nel mondo, per lo spostamento delle persone effettuato in gran parte utilizzando gli aerei come mezzo di trasporto.

Il risultato del cambio climatico, si traduce nel lento riscaldamento dell'atmosfera terrestre che conseguentemente, favorisce lo scioglimento dei ghiacciai, anche in ambito artico ed antartico incrementando lentamente il livello marino (dal n. 206 alla n. 210). Il metano che si libera dal permafrost, essendo un potente gas serra, peggiora la situazione (n. 211). Questo disastro, avviene sia nell'Artico (presente da anni in Siberia), sia nell'Antartide (diapositive dal n. 212 alla n. 215).

Con il perdurare del riscaldamento climatico, i territori litoranei sono a rischio di essere progressivamente sommersi (dal n. 216 alla n. 218). In conseguenza di questo fatto, occorrerà adottare progressivamente le opportune difese contro l'innalzamento del livello del mare. Occorrerà anche frazionare la portata idraulica dei vari corsi d'acqua, per evitare l'aumento della corrente fluviale, con la conseguente corrosione dei loro alvei ed aggravare alle loro foci l'erosione costiera.

Le diapositive n. 219 e n. 220 mostrano alcune opere di difesa costiera realizzate in Olanda, dove è notorio, molti vasti territori qui presenti sono sotto il livello del mare. Le diapositive dal n. 221 al n. 227 mostrano lavori di rinforzo e rialzo di argini fluviali che occorrerà approntare su gran parte del territorio, se il livello del mare si alzerà progressivamente negli anni.

Le diapositive dal n. 222 al n. 225 mostrano la procedura di messa in sicurezza dai "fontanazzi", tramite palancole d'acciaio infisse ai margini dell'argine od iniezioni di argilla bentonitica nel sottosuolo, sempre in prossimità dell'argine del fiume.

La messa in sicurezza degli argini fluviali per contrastare il fenomeno dannoso dei cosiddetti “fontanazzi” (acque sotterranee che si presentano come risorgive sul terreno), può essere realizzata anche scavando lungo gli argini delle strette e profonde fosse, da riempire con cemento liquido che solidificando, fa da barriera isolante, costituendo un diaframma contro le acque sotterranee. Le due diapositive seguenti mostrano l’opera di realizzazione ed impermeabilizzazione di un argine.

Le diapositive n. 228 e n. 229 evidenziano le casse di espansione necessarie a mettere in sicurezza i corsi d’acqua, moderandone la corrente fluviale nelle loro piene, mentre le diapositive successive, le n. 230 e n. 231 evidenziano che questa situazione accelera negli anni e purtroppo, mostrano la fine di un’epoca, ed anche il preoccupante inizio di una nuova era geologica (antropocene).



La foto di due orsi polari sul pack artico, in frantumi per il disgelo

Erosione costiera

Giorgio Gentilini

***Cause principali dell'erosione litoranea pisana
e sul metodo originale di contrastarla***







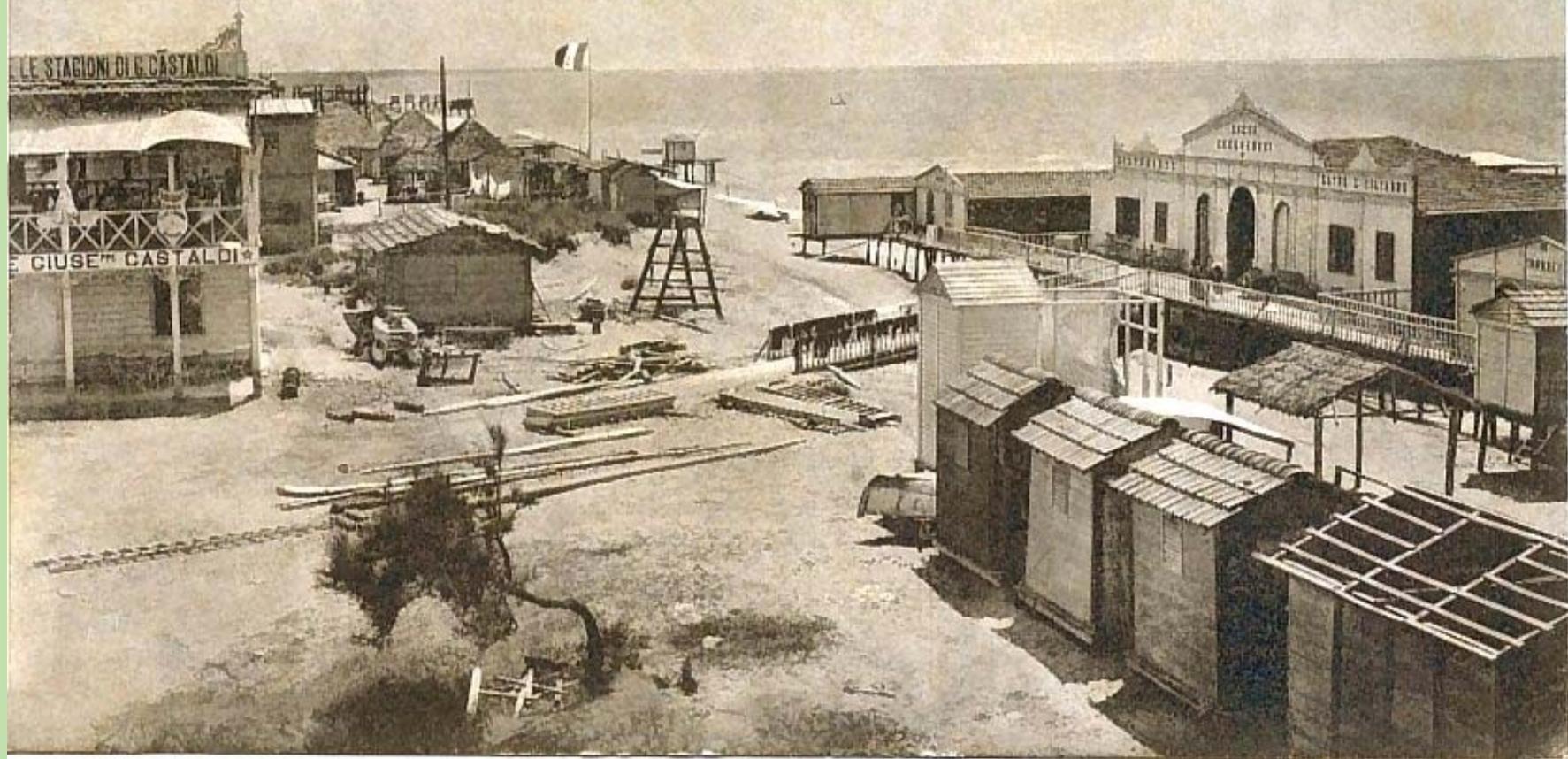


Stabilimento Ceccherini

Un saluto dalla Marina di Pisa

Esclusiva proprietà Oreste Scarlatti, Pisa — 145

MARINA di PISA - Panorama dei bagni





Ricordo della Marina di Pisa

Canti baccioni dalla sua Marina



Marina di Pisa - Pesca con Rezzuola.

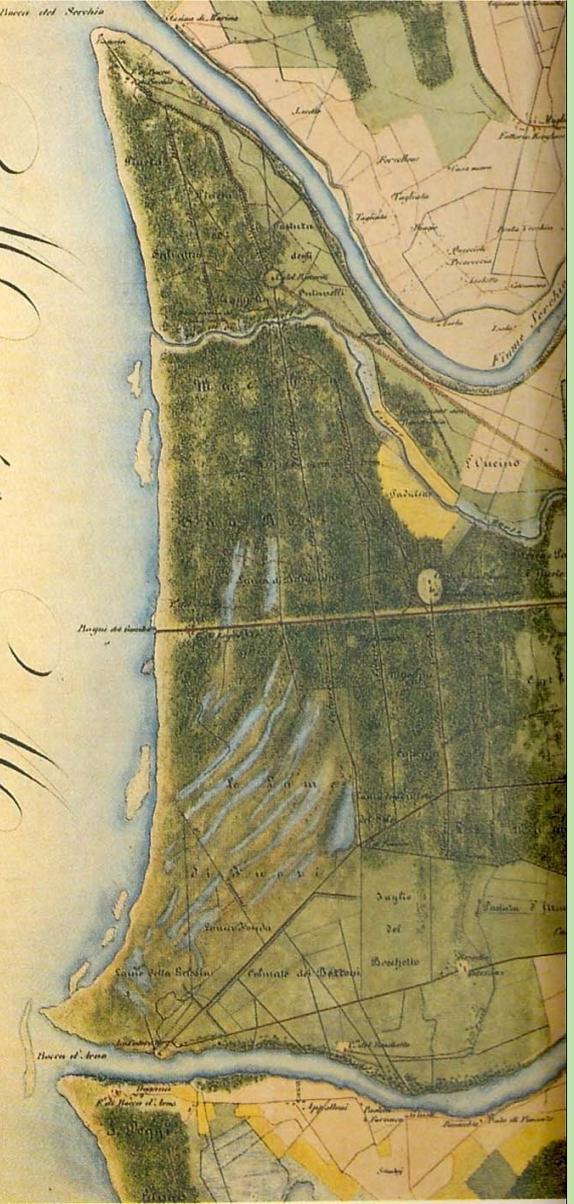


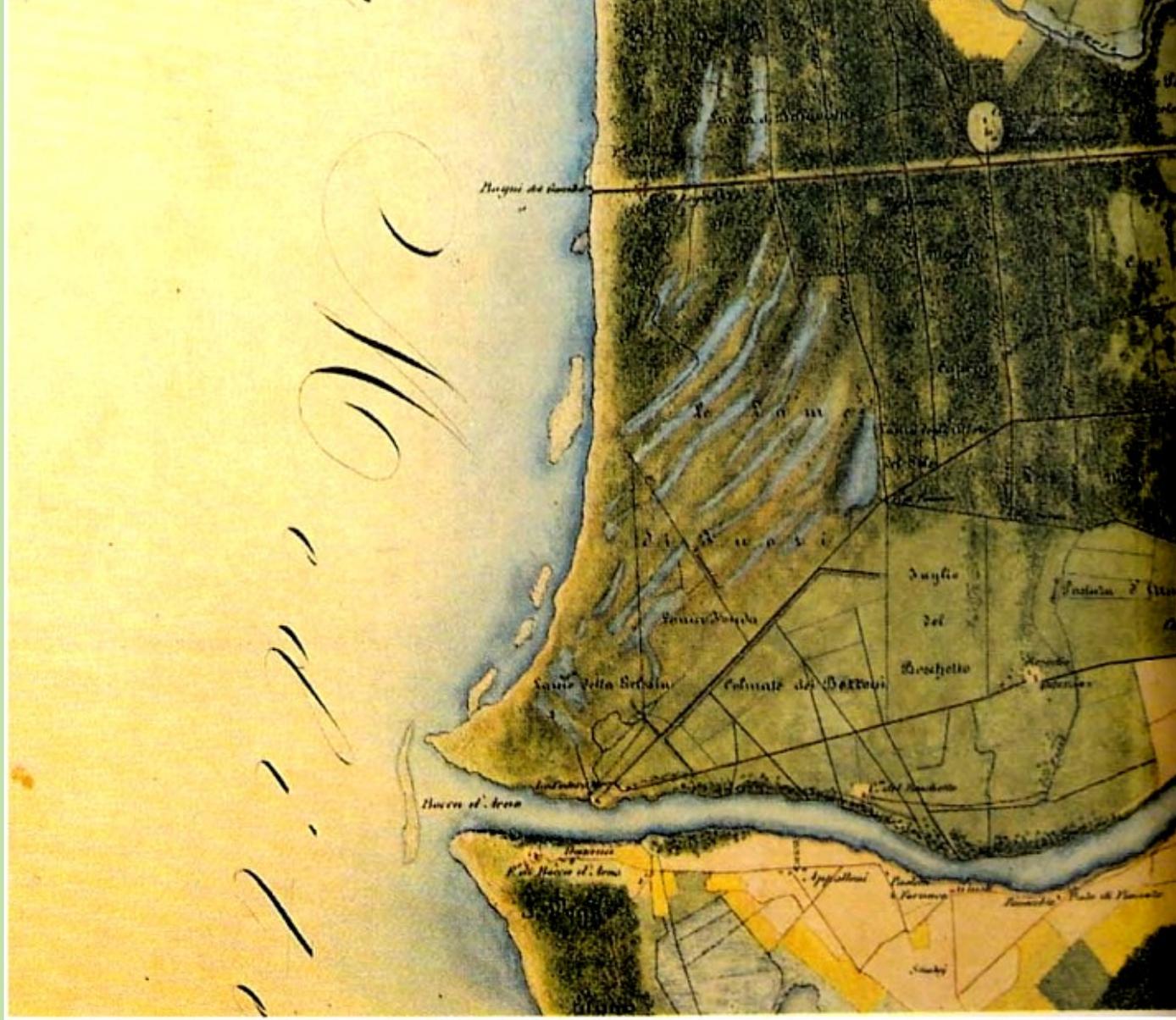
Ediz. F. Castelli.

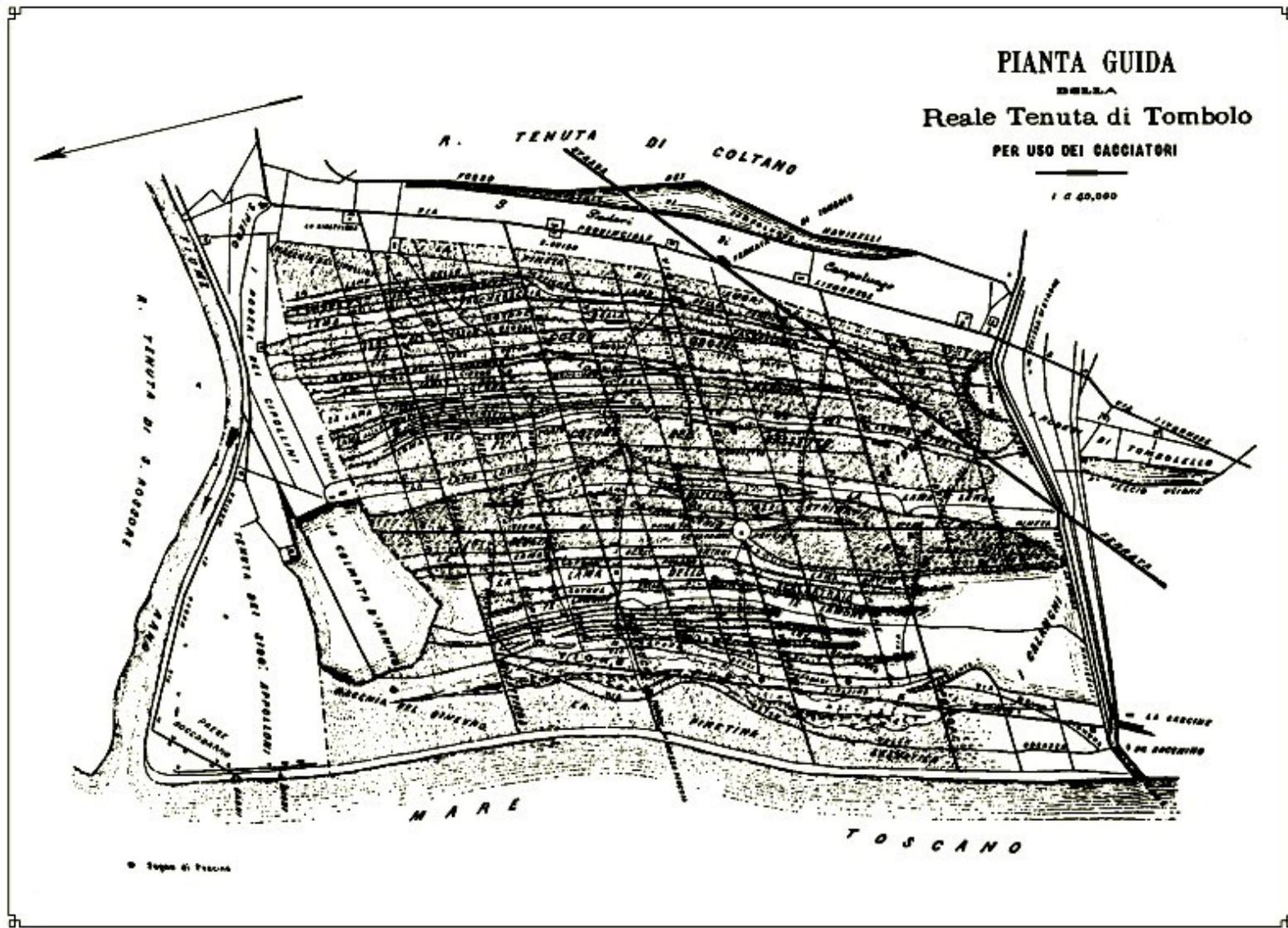




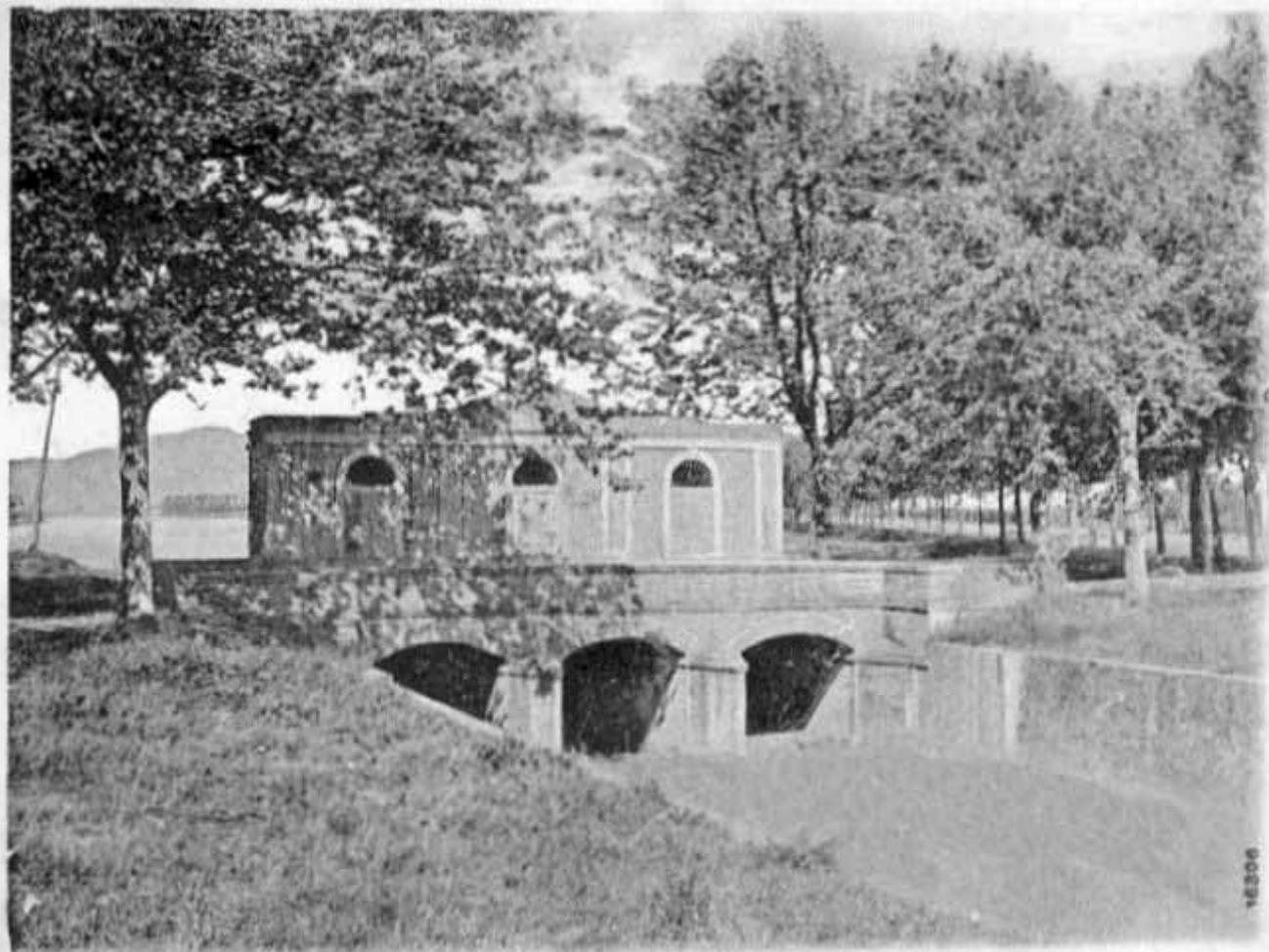
Mappe
M. S. C.







Pianta relativa al territorio litoraneo di Boccadarno, alla fine del 1800.

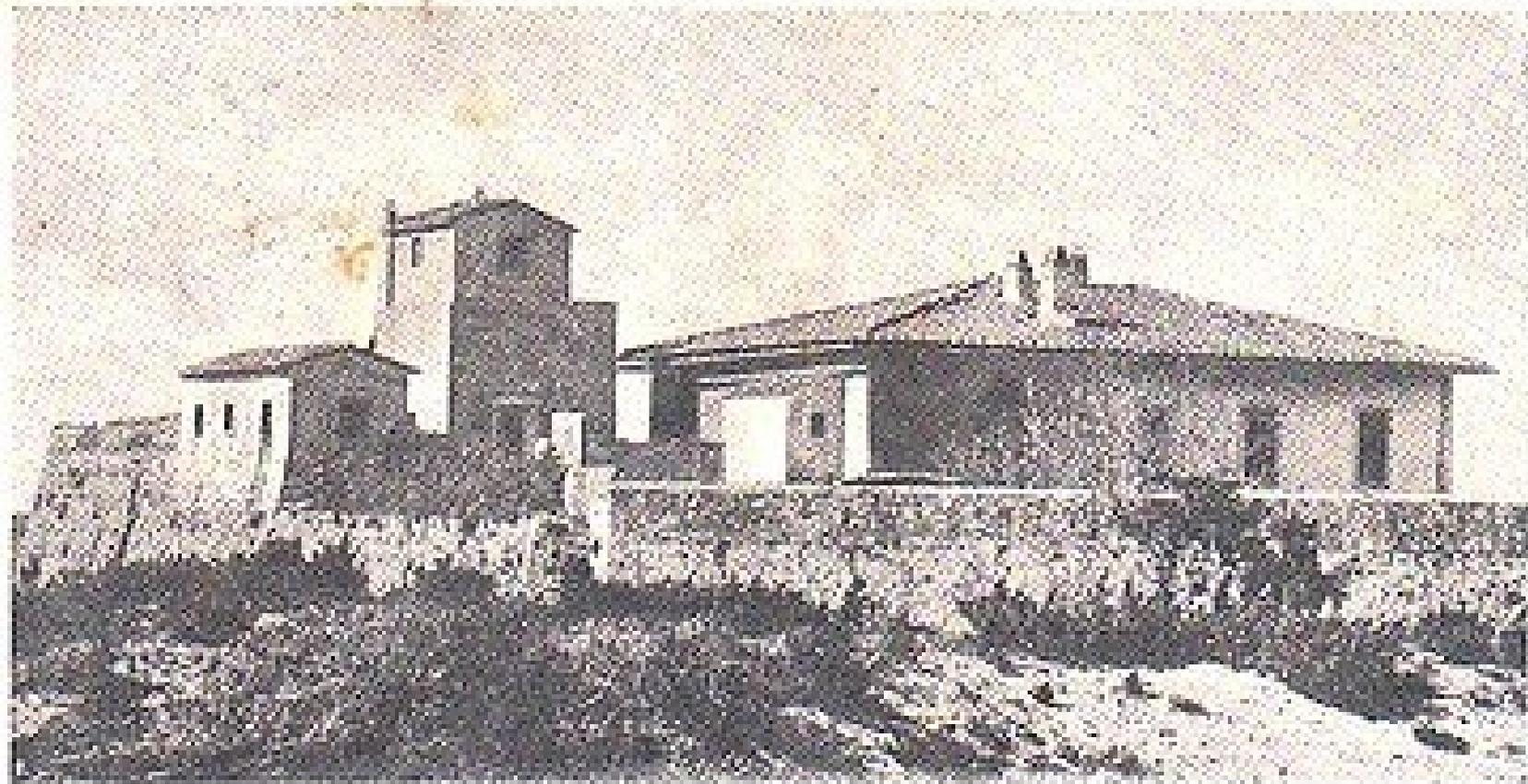


Marina di Pisa
Le Cateratte

Marina di Pisa
Fortino



Federico Lenzi. - Pisa.



MARINA DI PISA.

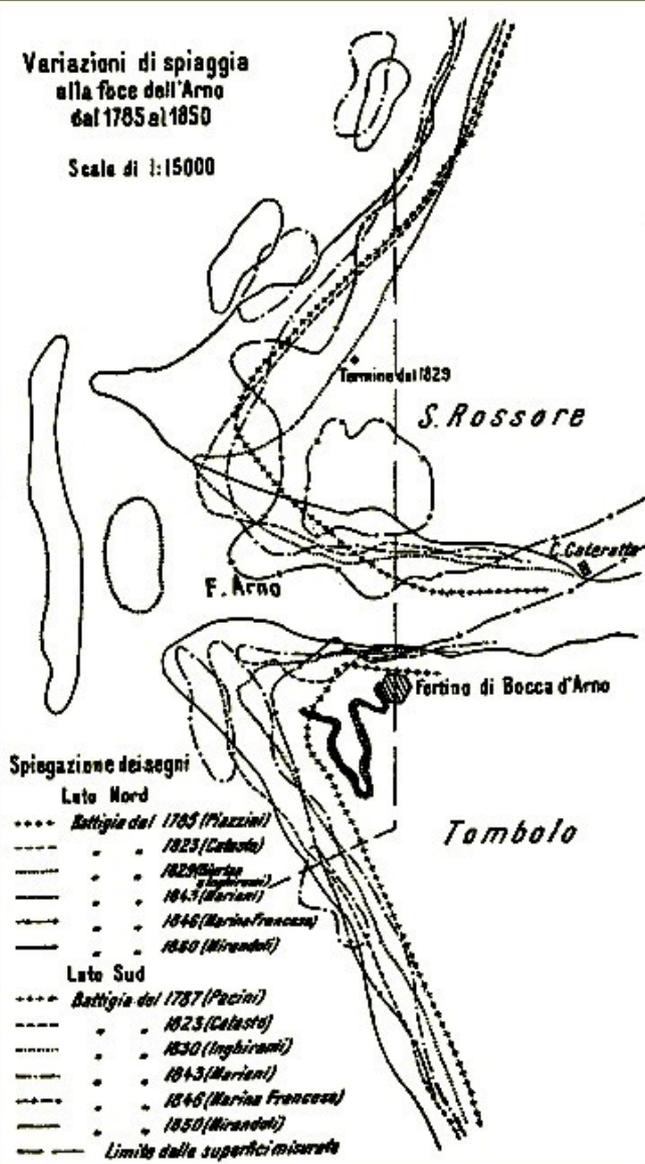
Luigi Galvani
Genova

Marina di Pisa



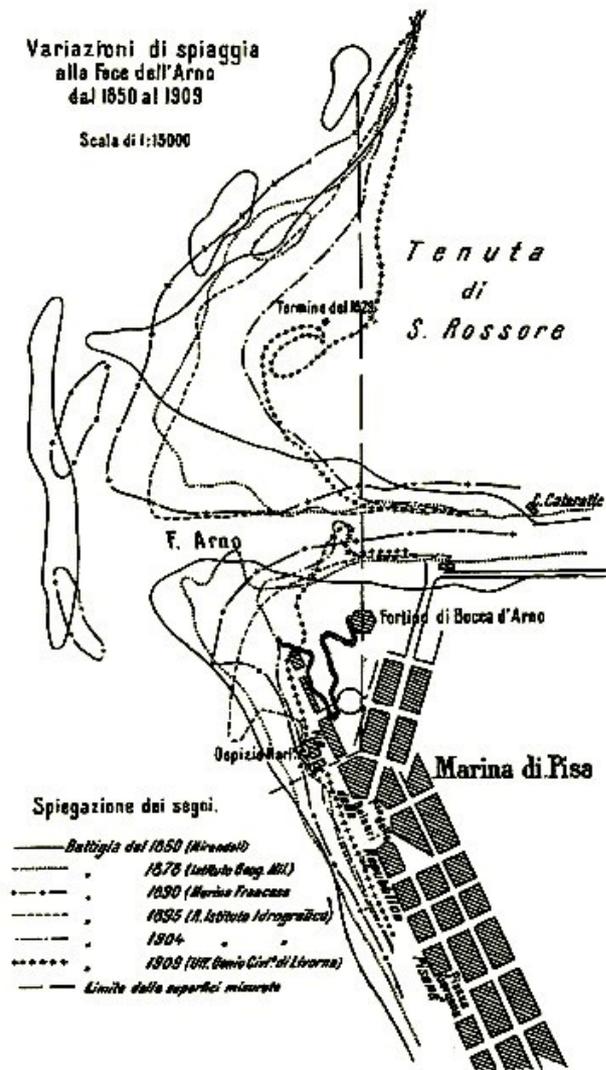
Variazioni di spiaggia
alla foce dell'Arno
dal 1785 al 1850

Scale di 1:15000



Variazioni di spiaggia
alla Foce dell'Arno
dal 1850 al 1909

Scala di 1:15000



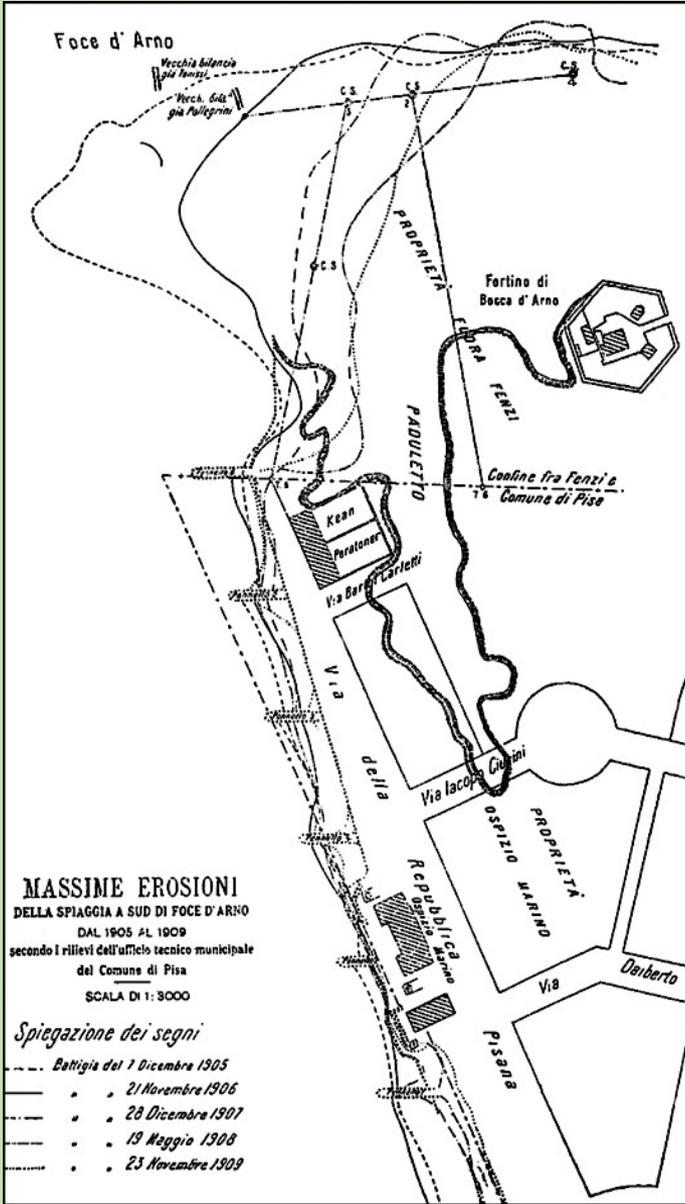
Per quanto riguarda il litorale pisano, il geologo Carlo de Stefani, nel 1876, ci ha lasciato una testimonianza fondamentale di quello che è avvenuto poco prima dell'inizio dell'erosione litoranea, attestata dal Regio Istituto Geografico Militare nel 1878. In pratica, con il completamento della strada argine (Viale D'Annunzio) che ha permesso lo sviluppo della cittadina balneare di Marina di Pisa. Da quella lontana data l'erosione litoranea ha colpito incessantemente la costa pisana, in modo sempre più minaccioso.

Il prof. Carlo de Stefani, nel 1876, informandosi presso gli abitanti di Bocca d'Arno, mette in evidenza che l'avanzamento medio della spiaggia alla foce del fiume era pari a circa cinque metri ogni anno. Lo scrive in "Geologia del monte pisano" (in Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d'Italia, vol. III, Roma, 1876), però, aggiunge, da qualche anno accade che il mare si ritira assai di più. La spiaggia si espande da otto, fino a ben quindici metri ogni anno, ma con le mareggiate, il mare si riprende buona parte della spiaggia che si era formata per le piene del fiume.

Da quella lontana data, contemporaneamente al completamento dei lavori alla nuova strada argine dell'Arno, il Viale D'Annunzio, i fondali litoranei di sono progressivamente approfonditi, iniziando dalla foce del fiume. L'erosione costiera ha fatto sparire l'estesa spiaggia di Marina di Pisa, manifestandosi ogni anno sempre più minacciosa, nonostante i recenti lavori effettuati, realizzando le spiagge di ghiaia, per cercare di sconfiggerla.







MASSIME EROSIONI
 DELLA SPIAGGIA A SUD DI FOCE D'ARNO
 DAL 1905 AL 1909
 secondo i rilievi dell'ufficio tecnico municipale
 del Comune di Pisa
 SCALA DI 1: 3000

- Spiegazione dei segni*
- Battigia del 7 Dicembre 1905
 - " " 21 Novembre 1906
 - - - " " 28 Dicembre 1907
 - " " 19 Maggio 1908
 - · - · " " 23 Novembre 1909

MARINA DI PISA

È notorio che l'Arno aveva la foce molto più a Sud dal punto in cui oggi si trova; questo cambiamento di foce, determinò lo scarico delle materie del Fiume sotto flutto alla traversia di libeccio; cosicchè, la decantazione delle materie, avvenne verso ponente, fuori del giuoco del flutto di fondo, rispetto al tratto di spiaggia fra la vecchia foce ed il Calambrone.

Tale spostamento rese impossibile il ripascimento della spiaggia dopo lo sconvolgimento della medesima, prodotto dalle grosse mareggiate e ciò per la mancanza del materiale di rifornimento disperso nei bassi fondi.

Per un erroneo provvedimento, ritenendo di arrestare la erosione, furono indicate delle palafitte in legname longitudinalmente alla spiaggia e dopo furono costruiti dei pennelli così detti a martello, con grossi scogli. Questi pennelli accelerarono l'erosione, ed era naturale, perchè il flutto diretto, durante il grosso mare, convogliato fra due linee solide, giungeva alla spiaggia con maggior violenza e vi produceva fortissime erosioni.

179 - Marina di Pisa
Bocconardo - Ritorno delle Peranzese





ANTONIO RENATO TONIOLO

Assistente all'Istituto di Geografia fisica della R. Università di Padova

SULLE VARIAZIONI DI SPIAGGIA A POCE D'ARNO

MARINA DI PISA

DALLA FINE DEL SEC. XVIII AI NOSTRI GIORNI

STUDIO STORICO-FISIOGRAFICO

PUBBLICATO A CURA DEL COMUNE DI PISA.



10

PISA
TIPOGRAFIA MUNICIPALE

1910

Biblioteca Comunale di Pisa

N° di ingresso 1584

Data 29 DIC. 1960

Collocazione

3 / I / 1 / 31

Giorgio Gentilini

Litoralis



Ricordo della Marina di Pisa

Carta laciniata dalla sua collana

Aut. S. Edizione proprietà City Visual, Pisa

EDIZIONI
CITY VISUAL
GRAFICA

- verili. La piena dell'Arno combinata con il mare burrascoso produce l'erosione della spiaggia lontano da Boccadarno, mentre con la piena ed il mare calmo si attua l'erosione a Boccadarno.
- 11) [pag. 59] - Il mare mosso non impedisce un aumento della spiaggia salvo che non si incontri con delle piene sensibili.
 - 12) [pag. 60] - Aumenti lenti ma persistenti si hanno nei mesi estivi con calma o quasi del mare e a livelli bassi dell'Arno. Le piene del fiume sono spesso coincidenti con le mareggiate, ma sono queste che erodano maggiormente il lido. Il mare calmo ricostruisce la spiaggia in seguito a piene abbondanti.
 - 13) [pag. 63] - Lo spostamento dei materiali e delle sabbie lungo i litorali, pro-cedono lungo le coste con il movimento a denti di sega. Se il materiale, in questa guisa, è convogliato parallelamente alla costa, in una data direzione, incontra la foce di un fiume che sia in stato di piena, come avviene spesso sulla spiaggia di Marina di Pisa durante i venti del terzo quadrante (libeccio) esso può essere trascinato via dalla corrente fluviale; mentre se il movimento avviene in senso opposto il materiale strappato in ogni punto può facilmente essere sostituito da quello portato dal fiume.
 - 14) [pag. 64] - Nel mare davanti al litorale ed alla foce, sono presenti una serie di banchi sabbiosi sommersi paralleli alla costa divisi longitudinalmente e trasversalmente da tante fosse più o meno profonde (dette buche). Dopo ogni burrasca i banchi cambiano posizione ed estensione come pure variano di forma e profondità le fosse divisorie (larghezza massima circa 2 mt.). I banchi si stendono lungo tutto il litorale tanto a destra che a sinistra della foce, disposti in due o tre serie della lunghezza di circa 100 mt. che dalla spiaggia si rendono manifesti per lo spumeggiare dei frangenti.
 - 15) [pag. 65] - Secondo quanto affermò il Ceccherini, nel 1872 di fronte alla foce d'Arno v'erano ancora dei banchi emersi talmente stabili ed induriti, che gli abitanti di Bocca d'Arno vi andavano a giocare alle bocce.
 - 16) [pag. 68] - Una volta scavate queste fosse, quando il vento soffia obliquo alla costa anche se il mare non è burrascoso, si incanala entro di esse una vera corrente di deriva parallela alla costa che si compone al flutto di fondo, dovuto al moto ondoso e che corrode la spiaggia.
 - 17) [pag. 70] - Durante le forti burrasche, la massima erosione del lido avviene di fronte alle fosse di maggior profondità. I venti di mare continui e duraturi, senza essere violenti, fanno accrescere la spiaggia mentre le libecciate zappano la spiaggia con onde molto grandi.
 - 18) [pag. 71] - Durante le libecciate, il vento piega la corrente del fiume verso nord, come si vede dal colore dell'acqua fluviale, mentre sopravvento le onde che vi urtano s'incalzano fra di loro, si vedono girare contro la spiaggia di Marina ed erodere la punta estrema della spiaggia, secondo un vasto semicerchio. Ben diverse sono le condizioni nelle quali si trova in questi casi il lato di spiaggia a destra dell'Arno. Il corso d'acqua funzionando come pennello acqueo sbarra le onde e mantiene relativamente calme le acque,

- sottovento di esso, permettendo alla spiaggia, da quella difesa, di accrescersi per il nuovo materiale trascinato dal fiume.
- 19) [pag. 72] - Se le onde di traversia (del libeccio) sono tanto violente e così radenti alla costa da premere il filone del fiume subito a ridosso della spiaggia, questo, data la velocità propria di piena, erode la sponda destra (lato San Rossore) scavando anzi sul fondo lungo la costa, una fossa subacquea, dove il filone viene a scorrere rendendo il pendio della spiaggia assai ripido e trasportando il materiale eroso più a nord.
 - 20) [pag. 72] - Nei rari casi nei quali le piene dell'Arno sfociano in un mare calmo, la forte corrente del fiume, non attutita dall'incontro delle onde trasporta i materiali molto al largo e la spiaggia non ne risente che scarso vantaggio. Il massimo e più duraturo aumento della spiaggia, a sud di Bocca d'Arno, si manifesta nei mesi estivi e quando le piene dell'Arno sono state numerose ma modeste.
 - 21) [pag. 73] - Se il maestrale è forte e soffia radente alla costa allora spinge il filone del fiume a ridosso della spiaggia meridionale, incanalandolo fra i banchi di cui le fosse si approfondiscono e la spiaggia viene visibilmente erosa con molta rapidità...
 - 22) [pag. 73] - Negli abitanti di Marina è sorta l'idea che la erosione della spiaggia dipenda dalla corrente dell'Arno.
 - 23) [pag. 75] - Il materiale che giunge alla foce può ritenersi in qualche modo proporzionale al numero delle piene.
 - 24) [pag. 76] - Contemporaneamente alle piene si arresta l'aumento o si ritira la spiaggia, mentre questa di regola cresce nei periodi estivi senza piene. Esiste un certo parallelismo fra le oscillazioni del numero delle piene e le variazioni di spiaggia.
 - 25) [pag. 79] - Un esempio dell'erosione di spiaggia per mancanza di materiale di rifornimento (sabbia) l'abbiamo nel luogo dell'antica foce dell'Arno, dove sboccava prima del 1606.
 - 26) [pag. 80] - Uno studio mineralogico delle sabbie raccolte in vari punti della spiaggia si rende necessario per stabilire la provenienza e la distribuzione di esse lungo tutto il litorale. La prevalenza dei venti del terzo quadrante (libeccio) ha un'influenza, per quanto lenta, nello spostare verso nord l'ultimo tratto del corso dell'Arno, come quello di altri fiumi toscani.
 - 27) [pag. 81] - Il Serchio, il Fiume Morto, il Fosso dell'Abate, ecc. hanno l'ultimo loro tronco che corre parallelo alla spiaggia per lunghezze talvolta di centinaia di metri verso nord. (Si vedono ancora oggi nel Parco Naturale di San Rossore alcuni degli antichi alvei insabbiati, paralleli alla costa, del Fiume Morto vecchio).
 - 28) [pag. 82] - Lungo tutta la Toscana, ad eccezione dei promontori di Castiglione di Stabia e di Calafuria la spiaggia presenta nel suo complesso un pendio dolcissimo, trovandosi l'isobata di mt. 10 alla distanza media di mt. 1000 da terra.
 - 29) [pag. 84] - Sulla Riviera Ligure di Levante la spiaggia di Chiavari, allo sbocco del torrente Entella, (dove ora si trova il porto di Lavagna) è da vari

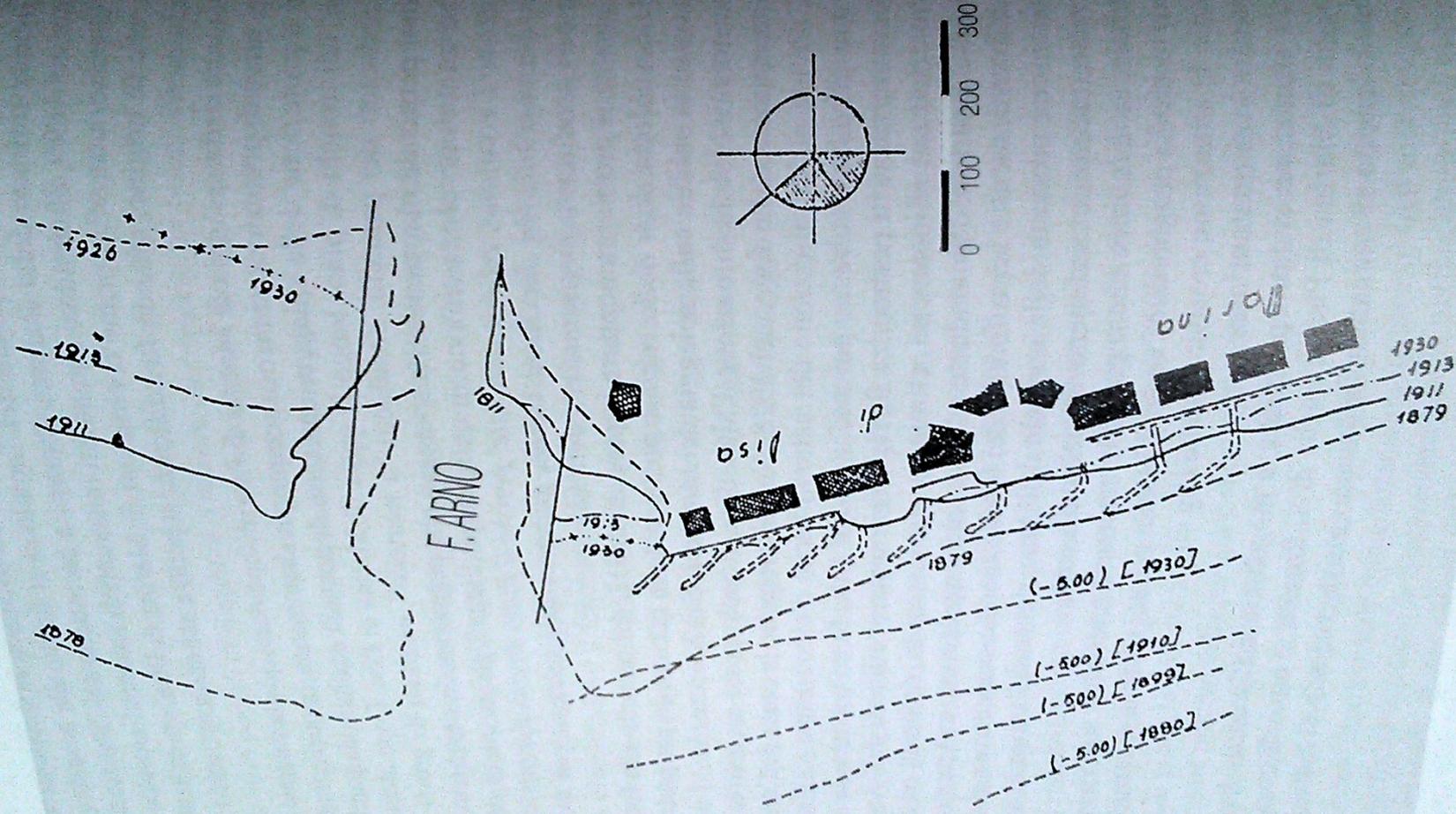
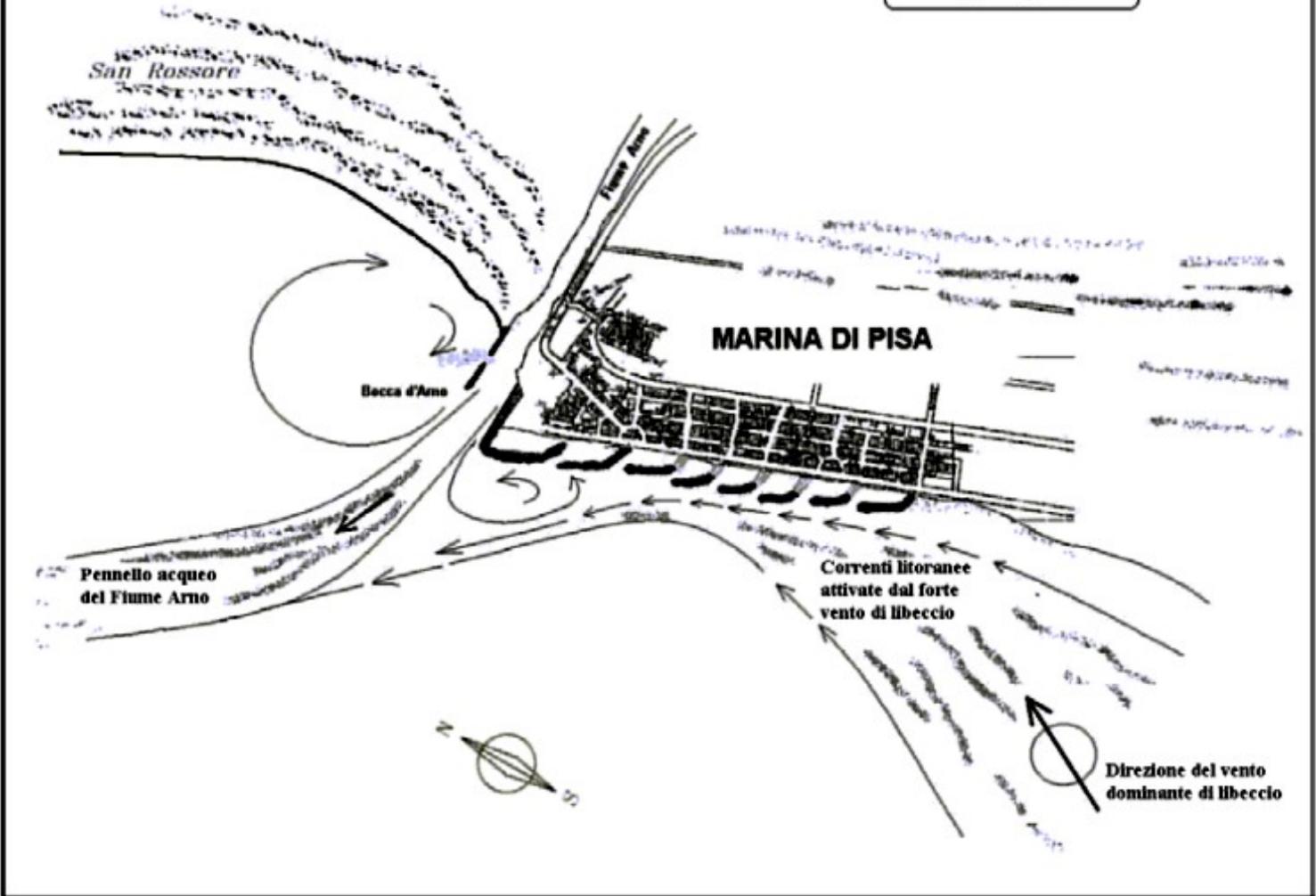


Fig. 3 - Variazione delle isobate alla foce dell'Arno, dal 1880 al 1930 (C. Ruggiero, 1948).
 Si nota l'approfondimento progressivo, negli anni, dei fondali litoranei.

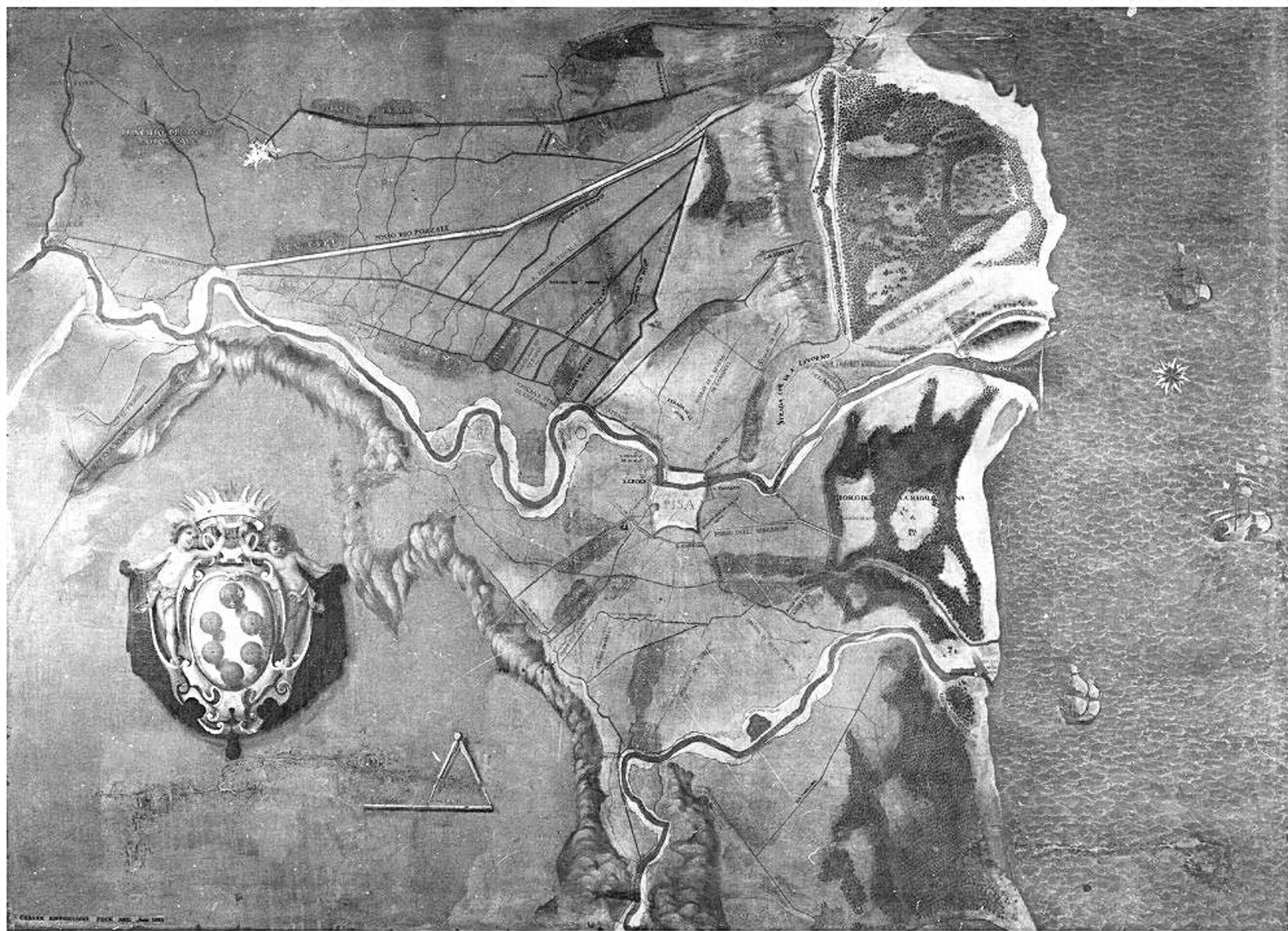
Elaborazione:
Prof. ing. Giorgio Gentilini



foce dell'Arno, dove sboccava prima del 1606.



Il tracciato proposto del nuovo canale, sul vecchio percorso dell'Arnovecchio.





Nei secoli trascorsi, quando il fiume era in gran parte allo stato naturale, le esondazioni sul Valdarno, diminuivano ampiamente i sedimenti che il fiume trascinava in mare.

Pisa, nei secoli lontani, era circondata da estese paludi, che le esondazioni dell'Arno e del Serchio, hanno pazientemente colmato al trascorrere dei secoli, con i loro sedimenti fluviali.

La corrente del fiume moderata dalle esondazioni sulla pianura pisana, permetteva ai sedimenti che giungevano in mare di non allontanarsi dalla costa di quei tempi e quindi ne consentivano il ripascimento. In Toscana, nel Lazio, i fiumi, **tutti a carattere torrentizio**, presenti in questi territori, esondavano ampiamente nelle aree paludose litoranee. L'insabbiamento presente alle loro foci, determinava questo esteso fenomeno di inondazione, che sostanzialmente, è la base della formazione delle pianure alluvionali.

La Carta Antoniaci, del 1610, con l'ampia foce (di estensione chilometrica), favoriva la sedimentazione dell'area compresa al suo interno. La curvatura accentuata delle lame nella zona di Boccadamo è frutto della sedimentazione dell'Arno, effettuata in quel periodo temporale, all'interno della sua ampia foce. Conseguentemente, i sedimenti che raggiungevano il mare erano in quantità ridotta.

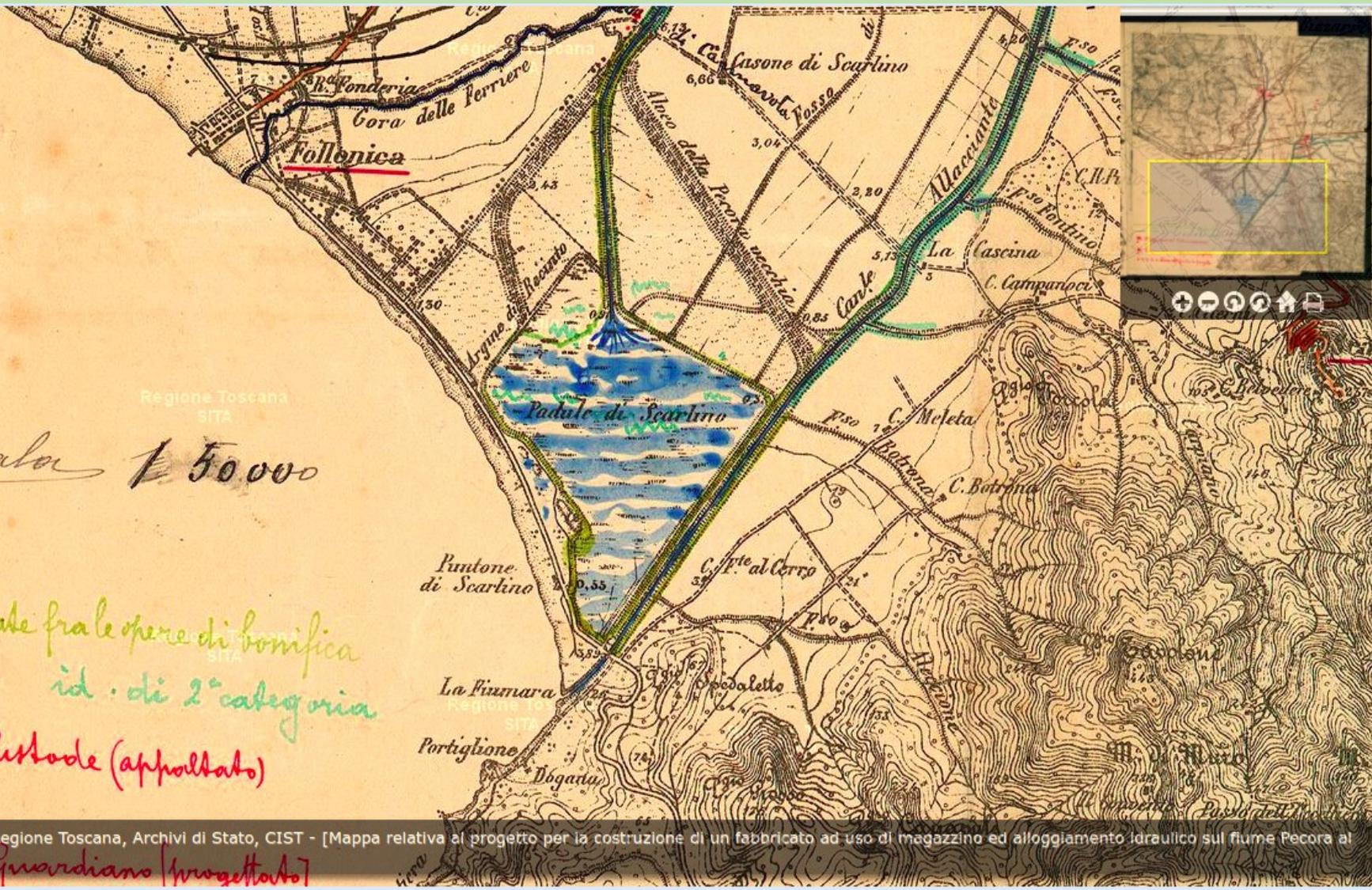
Erano territori delle Maremme. Territori paludosi, che venivano inondati dalle piene dei fiumi e che conseguentemente moderavano la propria corrente fluviale. Anche alla foce del Fiume Ombrone si notano le lame arcuate presenti sul territorio, segno che l'espansione della costa in questa zona della maremma, si è sviluppata in modo analogo.

In Litoralis a pag 293, si evidenzia la foce naturale del fiume Pecora, in Maremma, nei primi anni del secolo XIX. La descrive lo stesso granduca Leopoldo II, nel viaggio avventuroso che effettua in quel periodo. Il fiume, esondava nella palude, ed **i sedimenti che giungevano in mare erano sicuramente di entità limitata**, come era moderata la corrente fluviale che li trasportava.

In quei tempi la costa si espandeva. Oggi, gran parte dei litorali maremmani sono in erosione.



IIP



Regione Toscana
SITA

Regione Toscana
SITA

Scala 1:50.000

Arginature classificate fra le opere di bonifica
 Id id id di 2° categoria
 Alloggiamenti del Custode (appollato)

Guardiano [progettato]

S.A.I.R.

(Sua Altezza Imperiale e Reale)

Principe d'Austria, Principe Imperiale d'Ungheria e di Boemia,
 Arciduca d'Austria, Granduca di Toscana, ecc. ecc.

Partiti da Piombino si passò il Puntone, puzzolente a segno che anneriva l'argento in mano nel passare nella barca; alle torri la gente era affranta, e la tristezza cresceva. Altra valle si aprì, dopo traversati i boschi di Vignale, che dissero più temuta della prima: Follonica apparve. Fiumi d'acqua calda precipitosi movevano edifici, erano mezzi industriali e speranze di miniere nel Massetano, gli uomini era dall'interesse condotti nel campo ove morte mieteva.

Esaminati gli edifici del ferro, chiesi il cavallo che avevo scelto a questo viaggio.

Cappellini di Follonica mi fu dato per guida, uomo come i rospi nato nei paduli, macilento, che, sotterrato ivi tre mogli, aveva da poco tolta la quarta. Volevo vedere l'altro padule.

Ricercata nel piano la Pecora, incontrai pur spargitoli ben vicini alle falde del monte di Gavorrano. Investiva essa il padule di fianco, e quivi abbandonava sul suolo monti di sassi, tronchi, ramaglie e sterpi divelti dai monti: poco più là era melletta e solchi delle acque, erbe palustri. Erano armenti, pastori a far la calza, capanne sparse, dimore passeggiere.

Poco più avanti, in mezzo a molte vetrice e bozzi d'acqua, si ergeva altera vergine foresta di frassini antichi ed ontani giganteschi, il bosco della Pecora, impenetrabile, circondato di gigli gialli e ranuncoli scellerati, il più maestoso bosco che abbia veduto mai, non tocco da scure, dagli uomini sicuro. Abbassava poi e si diradava il bosco e si trasformava in canneto, e l'acqua si dilatava. Ogni lieta vegetazione scompariva e diveniva stagno incerto, salmastro, di salsule ripieno e piante crasse e di colore ingrato. Infine, ogni vegetazione distrutta, eravi vivagno di brutto colore e marcioso, al puzzo faceva rifuggire. Qui verso la foce il mare entrava, usciva, fin le alghe erano corrotte: questo Portus Scapris (Portiglione) dei romani.

Più volte tentai col cavallo ardito varcare gli spargitoli della Pecora e penetrare in quel bosco, ma inutilmente. Dovei circondare il padule alla larga, il terreno inghiottiva:

impiegai tre ore a circondarlo e giudicai il viaggio esser di miglia sette fino al Puntone.

Qui il castellano stava in misero ricovero, la guardia di dogana dentro una capanna: infatti serpi, umido insopportabile facevan li luogo di morte.

Seguitai il viaggio contristato, lasciai la via guasta delle Collacchie, il piano di Donna Morta, il bosco dell'Impiccato ed il piano dei Morticini, e posi mente di continuare la visita dei posti militari. A Cala Martina la fabbrichetta era nuova, ma i soldati sul mezzodi non avevano nè rancio nè fuoco; nè vollì saper conto, ed era che il capoposto faceva esso da dispensiere.

Alle Civette il povero castellano Setti avea perduta la famiglia intera: egli taceva.

Quello delle Rocchette era il solo contento del suo posto.

Negli altri lagnanze, sommo desiderio di mutar posto, timore delle infermità, malinconia di morte, grave famiglia, spese eccessive di vitto da portarsi da lontano, per medici e medicine: eppure il periglioso ed importante servizio della costa si faceva accuratamente e con amore.

Giunto a notte a Castiglione della Pescaia, riposai stanco della gita e dei dolori della vita.

Qui la vitalità del porticciuolo confortava, ma i volti erano attristati. Visitai il paese: case scoperte e abbandonate, strade rotte, le donne dicevano esse generare i figli con le febbri.

Dalla fortezza era davanti magnifico anfiteatro di monti aperto al mare; di faccia, in alto, torre antica rotonda, quella di Moscona: qui l'antica Roselle etrusca. Di faccia a mezzogiorno, a sinistra dell'Uccellina il passo del Collecchio ove combatté Attilio Regolo.

Ombrone traversava il piano, una piccola città, Grosseto, siede nel mezzo, ma quanto si vedeva vicino era mortifero padule. La fiumara correa lenta d'acque livide e puzzolenti; per il vasto monotono piano non case, nè alberi [...]

Cavalcai dipoi miglia e miglia per il Tombolo, diretto alla foce d'Ombrone. Gli avanzi delle selve maremmane, dal fiume portati e rigettati dal mare, quasi impedivano il passo al cavallo: era inizio della vicina foce del fiume maggiore di Maremma.

Una misera capanna ceduta dai pescatori era alloggio del torriere Mariani, di sua famiglia e di presidio, dappoichè si era incendiata l'antica ed il Mariani, con singolar coraggio portate fuori le polveri, avea salvati tutti gli abitatori. Alla Trappola un fulmine avea squarciata l'antica torre, e nelle rovine di essa avevano acconciata l'abitazione al doganiere.

Trapassai Ombrone sulla barca e fermai ad Alberese.

La casa cadeva: i mobili erano inservibili, sotto le finestre seppellivano mal coperti di terra gl'inservienti della fattoria che perivano per mal'aria, nei fossi di scolo ripieni erano nati tronchi secolari. Ogni passo cresceva tristezza e l'imponenza del male si faceva maggiore. Cavalcai sentieri angusti e precipitosi sul mare per visitare le torri e quei miseri custodi della frontiera, e della comune salute.

Passai Collelungo e da quella eminenza guardai Grossetana ancora avanti di lasciarla.

La punta che Ombrone avea fatta nel lido avanzandosi in mare era di tre miglia quasi: uno strato solo di quella immensa mole di terra deposta da Ombrone, con base nel profondo del mare, in un lasso di soli tre secoli, non solo il padule di Castiglione ma quanti paduli ancora basterebbe a riempire!

Seguitai per Cala di Forno, Cannelle e Capo d'Uomo: qui non erano nè porte nè finestre alle torri, erano cannoni senza cariche per mancanza di polveriere. Talamone passai e Talamonaccio, angusta torre ove il misero castellano Vallecorsi era stato processato per trascuratezza delle armi eppure i razzi per segnale teneva appesi sul proprio letto, ché nel pian di sopra pioveva e la torre istessa minacciava rovina e sotto ai piedi era il mortifero padule.







studio.

Però, senza una moderazione della corrente fluviale nelle piene, quindi senza i bacini d'esondazione del fiume, la corrente intensa, renderebbe inutile tale opera ed anzi provocherebbe la corrosione rapida di questi fondali litoranei, con il peggioramento della situazione, già ora assai compromessa. Infatti, negli anni Venti si formò in modo naturale a Boccadarno una solida secca originata dalla corrosione dell'alveo dell'Arno, con spostamento dei numerosi sedimenti fluviali verso la foce, dovuta ai notevoli interventi di rinforzo ed elevazione di arginatura effettuati, che modificò la foce in modo simile a quella proposta da Livio Borghi (117).

Una solida secca che nel tempo aumentava la sua estesa superficie.

Furono effettuati in quegli anni vari interventi relativi al rinforzo e rialzo di arginature di affluenti dell'Arno e conseguente bonifica dei loro territori di pertinenza fluviale. La portata dell'Arno fu incrementata e quindi aumentò conseguentemente ancora di più l'intensità della sua corrente, corrodendo profondamente l'alveo del fiume e spostando alla foce i sedimenti.

La corrente che nelle piene usciva dalla foce, indirizzata verso la costa, pur trasportando i sedimenti fluviali, per la sua forte intensità, corrodeva lentamente nel tempo, la spiaggia di Marina di Pisa. Per allontanare questa forte corrente dalla costa fu operato lo sbancamento della solida secca alla foce ed eliminata l'isola sull'Arno formata ai Bufalotti, un ostacolo che con l'insabbiamento del fiume a Barbaricina faceva elevare il livello dell'acqua nelle piene del fiume in città, posizionando infine, nel 1928, la diga sinistra alla foce dell'Arno.

(117) Renzo Caprili: "Ieri... Oggi, Marina di Pisa", 1985, pag. 61. Vedi anche Ettore Sighieri: "Le piene dell'Arno - Bonifiche", Pisa, 1934, pag. XXX.

Gli affluenti, così bene arginati, sviluppando una maggiore velocità della corrente, produssero un più diretto potere di trasporto dei materiali in sospensione e trascinarsi verso l'Arno, alterando il loro comportamento per i coni di deiezione, cioè i sedimenti che formavano alla loro confluenza con il maggior fiume toscano.

Conseguentemente la portata del fiume Arno aumentò in progressione nel tempo innalzando il livello di piena del fiume, e corrodendo lentamente il suo alveo, cioè abbassando il suo livello di fondo, in modo tra l'altro irregolare, spostando questi sedimenti verso la foce.

Nel tratto finale era presente già da molto tempo, l'isola ai Bufalotti, che restringeva notevolmente la sezione del fiume, come evidente era la presenza dell'insabbiamento della foce. Per queste cause, e soprattutto per l'influenza esercitata dall'eccessivo interrimento del tratto immediato a valle della città, il livello di piena dell'Arno era alto, con timori d'esondazione del fiume a Pisa. Si verificò tra l'altro in quegli anni, nel 1919 un'inondazione della strada e dei binari della ferrovia del trammino di Marina che in quel periodo era adiacente alla strada, il Viale D'Annunzio. Quest'inondazione era dovuta probabilmente al rigurgito dell'Arno in piena per l'insabbiamento alla foce, in quello che rimaneva dell'antico *Paduletto*, presso la curva dove si trova l'obelisco, a ricordo dello sbarco di Giuseppe Garibaldi.

Curva dell'obelisco

Era chiamata così la curva che da Marina porta a Pisa imboccando il Viale G.

DANNUNZIO. L'obelisco fu eretto a ricordo di G.

Garibaldi che sbarco in quel punto dopo essere stato ferito ad Aspromonte.

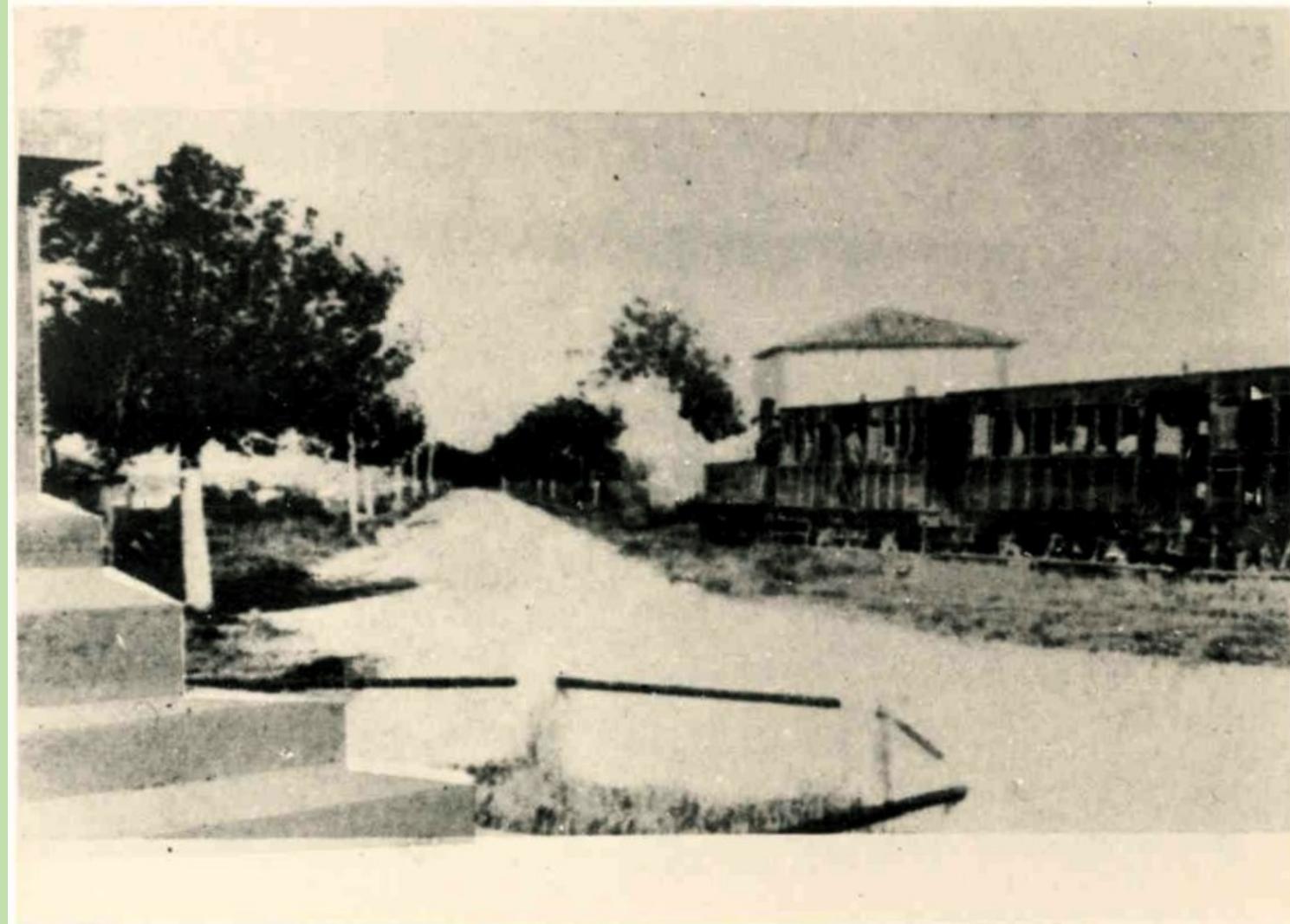
Nel 1919 l'Arno allagò questa zona interrompendo la linea ferroviaria

costringendo i passeggeri del trammino a prendere

una barca dove ora c'è la mutua per arrivare al

Cacciafuori (vicino alla lega navale) e riallacciarsi al

trenino per Pisa, che nella presente si vede affrontare la grande curva.





Laurus pelta Boiss

Ramosus

Ramosus
Folia Laurae ed. Boiss

*R. Scuola d'Ingegneria
Biblioteca - Pisa Carrara*
Immagini
ETTORE SIGHIERI *Ingegnieri*

Le piene dell'Arno

BONIFICHE

ING. STO 551.688 516



PISA: ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI

Car. E. PACINI, Succore

ANNO 1934 - XII ERA FASCISTA

Misc. D. 42.35

ETTORE SIGHIERI



Relazione sulla costruzione
del Porto e sulla erosione
della spiaggia di Viareggio

INDUSTRIE GRAFICHE V. LISCHI & FIGLI - PISA - 1936-XIV

bra metta sotto un aspetto nuovo — forse il più vero — il tanto dibattuto e preoccupante problema: Ai *tecnici* una risposta esauriente.

« Senza aver l'aria, nè la pretesa di passare da tecnico, ma solo con un po' di buon senso, credo opportuno richiamare i competenti in materia a valutare quelle che a detta di pratici, sembrano essere le cause per cui l'Arno si fa pauroso per la nostra città e minaccia di arrecarci danni disastrosi se non si provvede in tempo a porre efficaci ripari.

« Dunque il ceto operaio specializzato in materia di difese acquee e fluviali, e confortato da pareri di impresari di lavori affini, stabilisce che le cause, che hanno arrecato a noi il pericolo d'inondazioni, non sono nè i *ruderi* del vecchio ponte caduto molti anni or sono a mezzogiorno di Pisa, nè il ponte delle tenute Reali di San Rossore e San Piero; ma invece sono di altra natura. Purtroppo ingegneri, commissari ecc., non hanno osservato, oppure osservando, dato peso alcuno alle vere cause che andrebbero ricercate nell'*isolotto* alla foce dell'Arno, che, invece di essere fin da principio della sua formazione, circa un trentennio

fa, tagliato ed affondato in modo che le acque alte dell'Arno in piena lo demolissero e lo facessero scomparire, si è lasciato in vita e si è fatto alberare ed incespugliare in modo che da piccola lingua di terra di poche diecine di metri è diventato un vero podere alberato al quale si vanno sempre più aggiungendo materie e detriti portati dalle piene. Ormai l'*isolotto* è così esteso che la sua superficie più alta è stata coltivata dalla amministrazione del patrimonio della Casa Reale, con relativo divieto di caccia comminato da cartelli sorretti da pali.

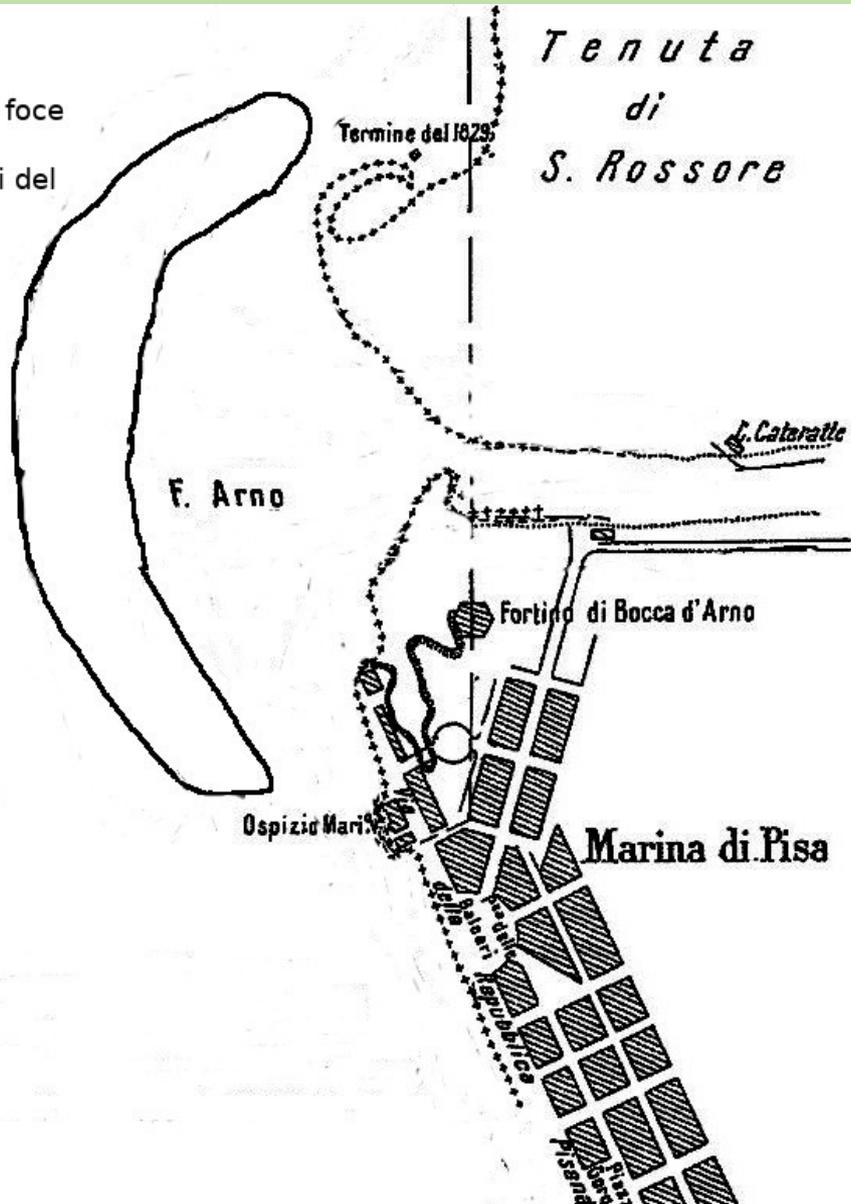
« Così l'Arno trova un grande ostacolo alla foce per uscire dal suo letto e gettarsi nel mare, dovendo l'acqua passare per due bracci, troppo ristretti in tempo di piena: in una parola non può sfociare liberamente a causa dell'*isolotto*.

« Altra causa che probabilmente ha anch'essa contribuito ad alzare il livello di piena è stato il riempimento delle terre di *golena*, cui si deve l'espansione di una grande massa di acqua nelle vicinanze di Pisa. Di queste *golene*, chilometri e chilometri sono stati riempiti tanto a monte quanto a valle di Pisa.

« Tutte queste cause messe insieme hanno creato, a poche centinaia di metri dalla foce dell'Arno in mare, una solida secca che trattiene e devia le acque del fiume in piena nelle stagioni di pioggia. Il danno a Marina è grande e forse irrimediabile. Ho voluto riferire quanto si sente dire a proposito del pericolo che corre Pisa col suo fiume; l'argomento è della massima importanza ed i provvedimenti sono ormai reclamati da tutta la cittadinanza.

Ricostruzione
insabbiamento foce
Fiume Arno
negli anni Venti del
secolo scorso

Barra di Foce



*Tenuta
di
S. Rossore*

Termine del 1829

F. Cataratte

F. Arno

Fortino di Bocca d'Arno

Ospizio Marittimo

Marina di Pisa

Via S. Andrea
Via S. Maria

Via S. Andrea
Via S. Maria

The logo for LUCE, featuring a stylized white bird or wing shape above the word "LUCE" in a bold, white, sans-serif font.



Davanti all'aggravarsi disastroso del fenomeno del 1909 si corre ai ripari, si studia sul da farsi, e con un provvedimento, che alla luce delle risultanze si è dimostrato altamente dannoso, si costruiscono nel 1926 due lunghi moli in destra e in sinistra della foce che, convogliando la corrente dell'Arno al largo, portano a disperdersi i materiali detritici dalla stessa trasportati, in zona di alti fondali dai quali non c'è corrente di deriva che li possa sospingere a ripascere il litorale.

E' da attribuirsi, secondo me, proprio all'aver costretto il fiume a defluire al largo, dove i fondali hanno una maggiore pendenza, a determinare la carenza di ripascimento del litorale, ancor più che al depauperamento dei detriti sabbiosi dell'Arno che si lamenta per il prelevamento dal letto del fiume operato per il recente sviluppo edilizio.



Bagno Emma

Proprietà Niccolai Pietro, Bagno Orsola di Marino D'orsola, Bagno Elena di Pieroni, si trovano alla foce dell'Arno e furono ricavati da quando fecero la grande diga, per dare la dirittura alla suddetta foce del fiume che nell'antichità, con ampio cerchio sulla sinistra, trovava connubio col mare all'altezza dell'Ospizio Marino i cui ruderi fanno oggi da fondamento al Bagno Gorgona. ·



Marina di Pisa - Saluti dal Bagno Emma

Dell'assurdità dei pennelli a martello, ne abbiamo già parlato nè vale la pena di tornarci sopra, molto più che anche i profani hannì rilevato tale assurdità.

È nostra convinzione che anche la diga ora in costruzione

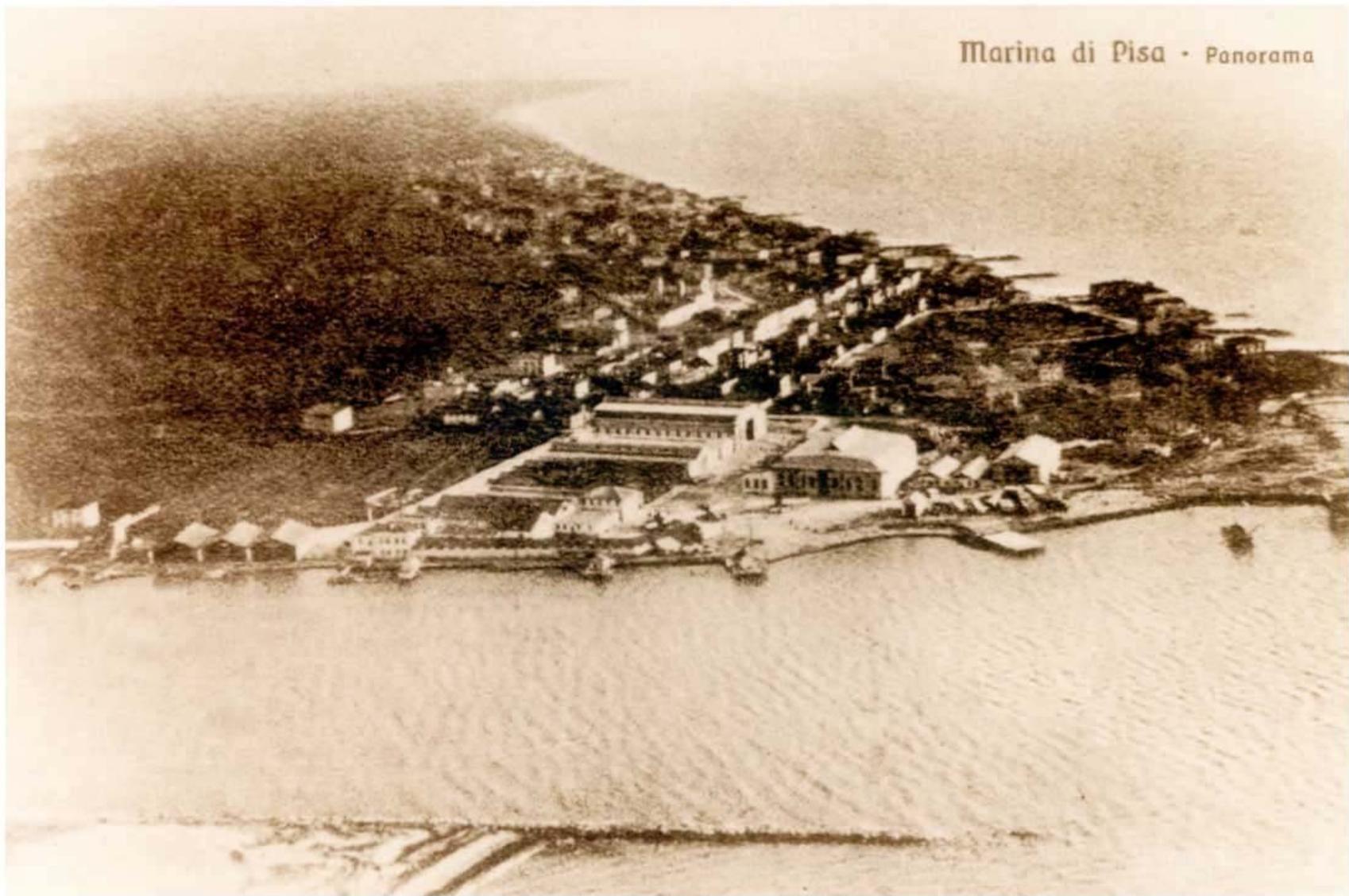
— 18 —

a destra della foce dell'Arno, non possa far diminuire l'erosione della spiaggia a Sud, e che sia invece, dannosa al fiume Arno causando un aumento dell'asta[□] del fiume, con diminuzione della chiamata allo sbocco.



Saluti da MARINA DI PISA

Marina di Pisa - Panorama





A Marina di Pisa, tra gli
idrovolanti.

L. U. C. E.













Il mitico idrovolante "Wal" (balena), costruito dalla tedesca Dornier presso lo stabilimento impiantato nel 1921 a Marina di Pisa, in flottaggio nelle acque di Bocca d'Arno.



Marina di Pisa - Idrovolante Dornier Wal in partenza
per la linea Brindisi-Constantinopoli

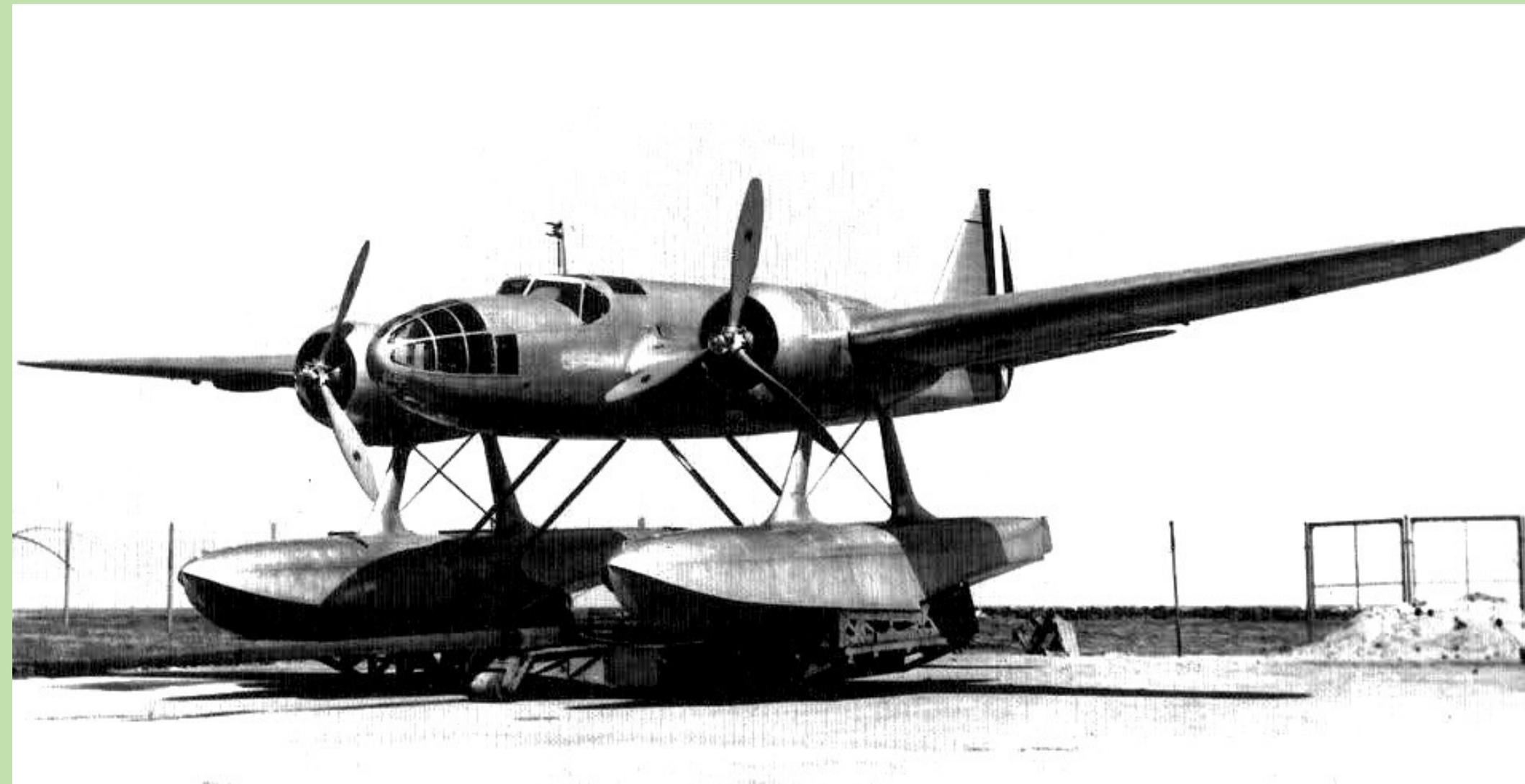


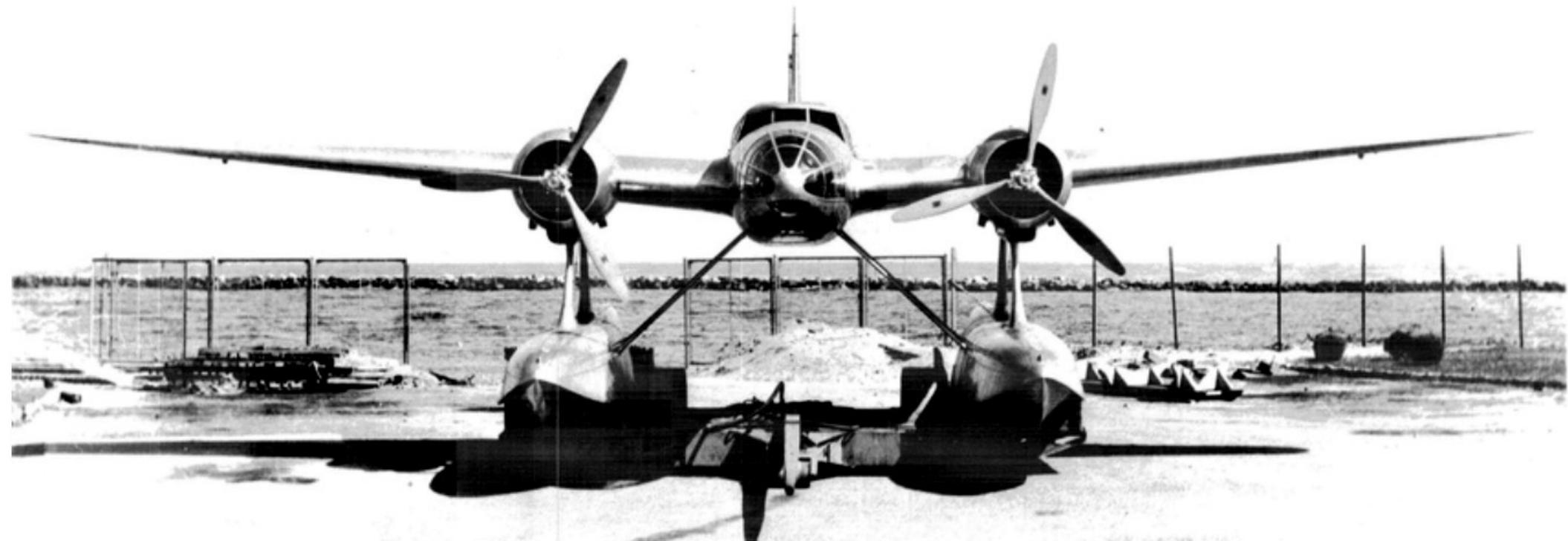
Nel 1921 la sezione aeronautica della Gallinari si trasformò in **Società Anonima Italiana di Costruzioni Meccaniche**, con sede a Pisa per assumere nel 1925 la definitiva denominazione di **Costruzioni Meccaniche Aeronautiche Società Anonima** con sede a Genova.

Fu in questo periodo che la Dornier-Metallbauten GmbH incaricò la CMASA di produrre il suo Dornier Do J Wal per aggirare le limitazioni imposte alla Germania dal Trattato di Versailles in seguito alla fine della prima guerra mondiale. Questo era il primo idrovolante interamente metallico prodotto in Italia nonché uno dei primi nel mondo.

Nel 1934 la Società Italiana Aviazione, consociata FIAT che seguiva il settore aeronautico, acquisì definitivamente l'azienda. Per soddisfare le commissioni da parte della Regia Aeronautica,







La foce del Fiume Arno trasformata in un **idroscalo**, ad uso della C.M.A.S.A. per il collaudo degli idrovolanti, prodotti nello stabilimento aeronautico di Marina di Pisa, con la realizzazione delle dighe frangiflutti. Posizionate nel 1926 a destra ed a sinistra della stessa foce fluviale. Sullo sfondo si vede la lunga diga di massi posta alla destra della foce dell'Arno, sul litorale di San Rossore.



MARINA di PISA - Panorama Piazza Sardegna

MARINA DI PISA - Foce d'Arno







R Scuola d'Ingegneria
Biblioteca - Piazza Carrara

ETTORE SIGHIERI

Omaggio

Ingegn. Sighieri

Le piene dell'Arno

BONIFICHE

INGSTO 551.489 514



PISA: ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI

Car. E. PACINI, Succore

ANNO 1934 - XII ERA FASCISTA



ETTORE SIGHIERI



Fiumi

Navigazione Interna

Bonifiche - Porti

(CON 9 TAVOLE FUORI TESTO)



PISA: ARTI GRAFICHE MARIOTTI PACINI

profonda corrosione del letto fluviale, prodotta dalla corrente intensa nelle piene.



Pisa - Straripamento dell'Arno nel 1920.

Durante il periodo fascista, le bonifiche del territorio si estesero in modo continuo in tutta Italia. In Toscana, sul bacino idrografico dell'Arno, questo fatto provocò l'ulteriore aumento della portata idraulica e della relativa corrente fluviale.

Con l'incremento della corrente fluviale, aumentò la corrosione del letto dell'Arno. I pilastri dei viadotti dovettero essere protetti (come scrive lo stesso Sighieri, a pag. 14 del medesimo libro), da: «continue gettate di pietrame a presidio delle spalle e delle pile dei ponti».

Dal precedente libro del Sighieri, riporto alcune frasi che fanno comprendere l'aumento della portata idraulica dell'Arno in quei tempi. A pagina LII: «la rotta dell'Arno in Pisa si ebbe nel 1869 e nel 1872 dalle quali era facile arguire che la portata del fiume si trovava in continuo aumento per la trasformazione delle colture dell'intero bacino, ma non si fece nulla per prevenire la ripetizione del disastro».

«Al 3 novembre 1844 il livello di piena era a 4.74 metri, mentre al 7 gen. 1919 lo stesso livello è salito a 5.95 metri, nonostante l'abbassamento del letto del fiume provocato dall'intensa corrente nelle piene».

Ancora, a pag. 54 del libro del Sighieri: «questi provvedimenti in massima parte consistenti dalle nuove arginature fisse hanno determinato a loro volta cospicue sottrazioni di superficie, che in caso di piene catastrofiche degli affluenti, funzionavano da veri bacini di moderazione rispetto al recipiente, producendo l'azione dannosa che ne risente l'Arno, dato il maggiore e più sollecito afflusso degli affluenti che in esso vi scarica».

Inoltre, a pag. 58: «siamo di fronte ad un continuo crescendo di portata dell'Arno che ha ragione in una riunione di tutti gli afflussi meteorici che giungono in tempi sempre più ristretti al recipiente. E tutto ci fa ritenere che dal 1920 ad oggi, dati i nuovi lavori che si stanno eseguendo ai singoli affluenti, la portata dell'Arno aumenti ancora».

Poi, a pag. 59: «la constatazione del continuo aumentare della portata, c'induce, non senza fondato motivo, a ritenere che piene eccezionali (di quelle che ogni qualche decennio fanno maggiormente sentire la gravità della minaccia) possano superare di molto la portata valutata dal Pandolfi (2700 mc/sec) ed arrivare ad una portata aggirantesi sui 3000 mc/sec. ».

Ancora, a pag. 85: «se l'ing. Cuppari tanto si preoccupava della immissione delle acque del bacino imbrifero del Fucecchio nell'Arno, nell'anno 1890, quando cioè i più importanti affluenti del fiume, ad ogni piena dilagavano rompendo le deboli difese, costituendo così non trascurabili bacini di espansione a moderazione delle grandi piene, cosa avrebbe pensato oggi, dopo le nuove arginature fatte agli affluenti? ».

Infine, a pag. 89: «se prendiamo in esame le vere cause che hanno influito a determinare la maggior altezza delle piene dell'Arno, da Firenze a Pisa, ripetiamo che oltre al disboscamento una delle più potenti cause è stata quella della perdita di grandi superfici che in caso di piogge critiche, funzionavano da bacini di espansione regolando gli afflussi degli influenti al recipiente».

* * *

Da queste frasi si comprende che la continua riduzione delle aree di pertinenza fluviale, ovvero le zone umide, paludose, che il fiume nelle piene ricorrenti allagava estesamente, hanno snaturato il regime idraulico dell'Arno. Le bonifiche, in quei tempi, sono state effettuate soprattutto per riconvertire questi ampi territori all'agricoltura.

In pratica, le bonifiche toglievano al fiume le aree di pertinenza fluviale, facendo salire il livello delle acque in piena, mentre le aree bonificate erano riconvertite all'agricoltura.







La foto mostra il dissesto a Boccadarno per l'erosione costiera, avvenuto negli anni trascorsi

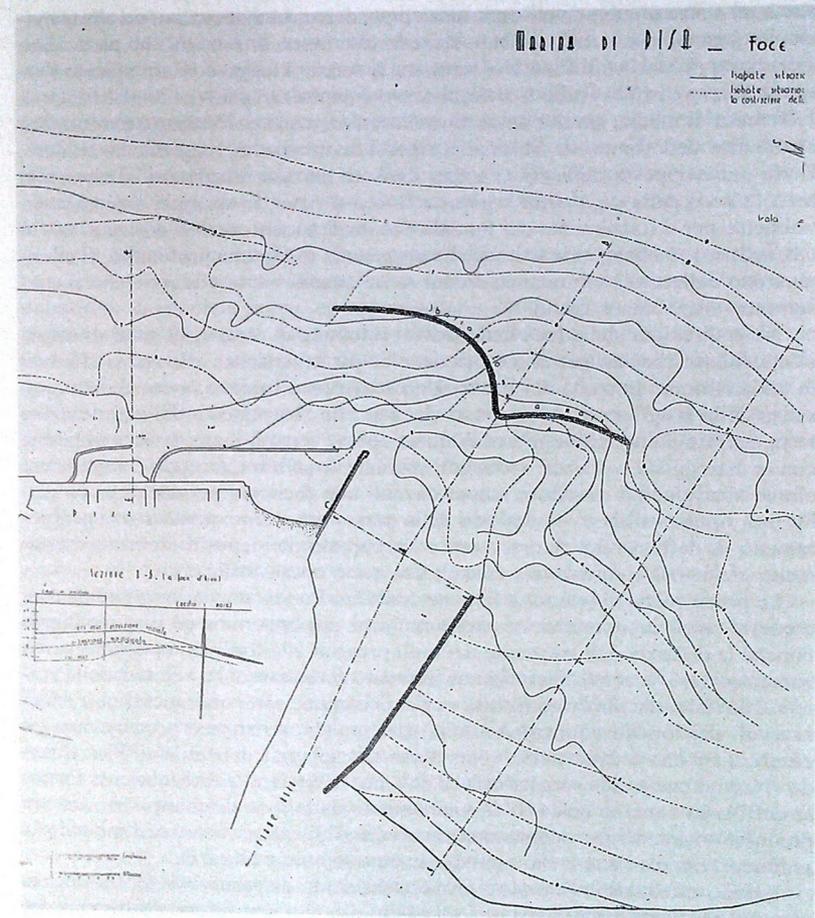
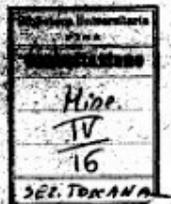


Fig. 4 - Foce dell'Arno con lo sbarramento a mare proposto dalla Commissione presieduta dal prof. ing. C. Ruggiero.



LIVIO BORGHI

Apporto allo studio sulle cause di variazione del litorale pisano

ESTRATTO
DAI NN. 1-2 E 11-12 DELLA

RASSEGNA

PERIODICI CULTURALI E DI INDIRIZIONE

Anno sesto — 1970

COMUNE DI PISA

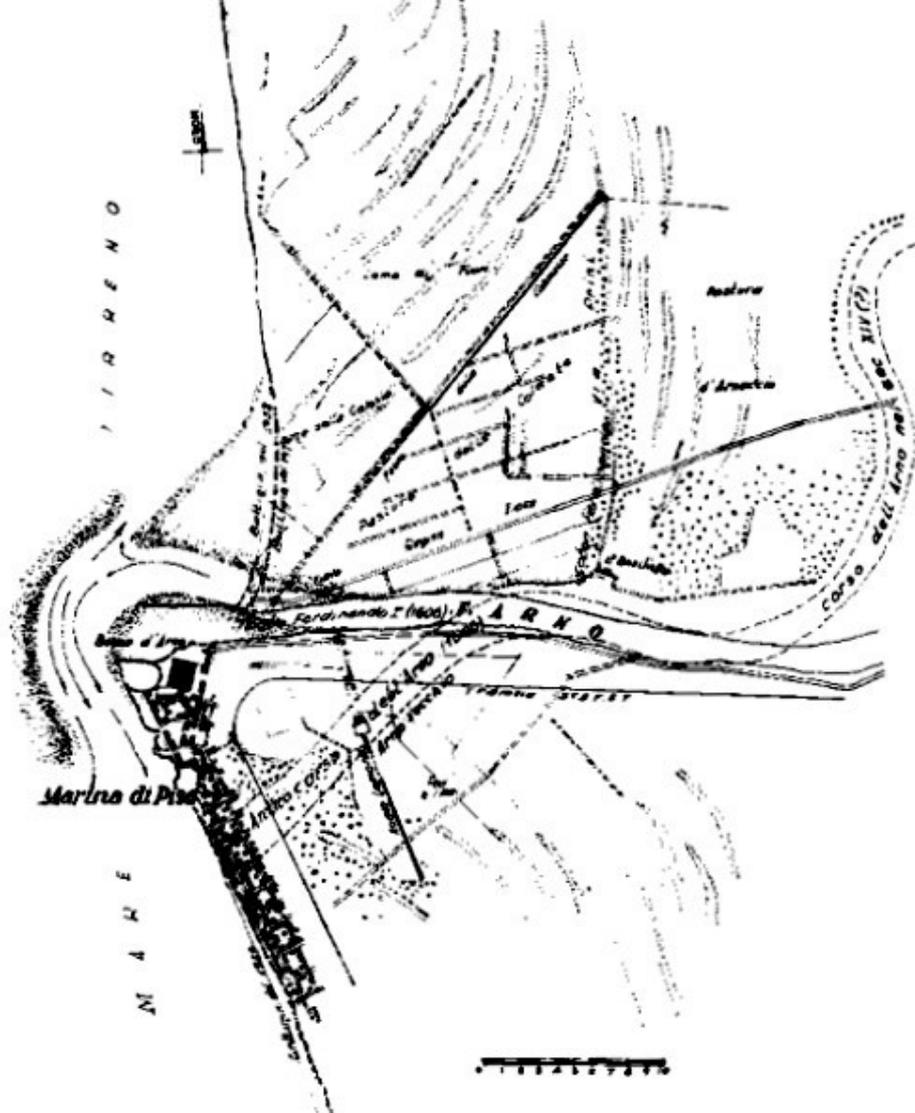


Fig. 10 - Schema planimetrico della diga in sabbia della quale si propone la costruzione, per volgere l'Arno a ripascere il litorale marinese.

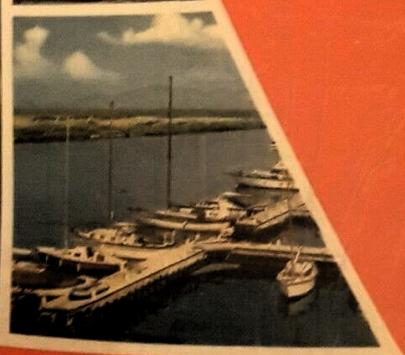
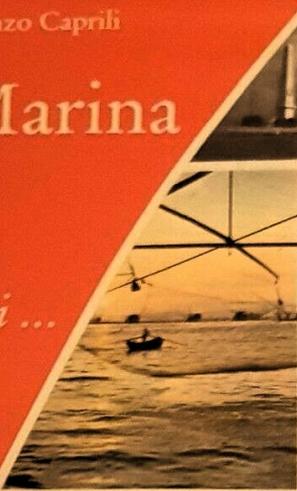
Renzo Caprili

Marina di Pisa

da scoprire

Ieri ...

Oggi



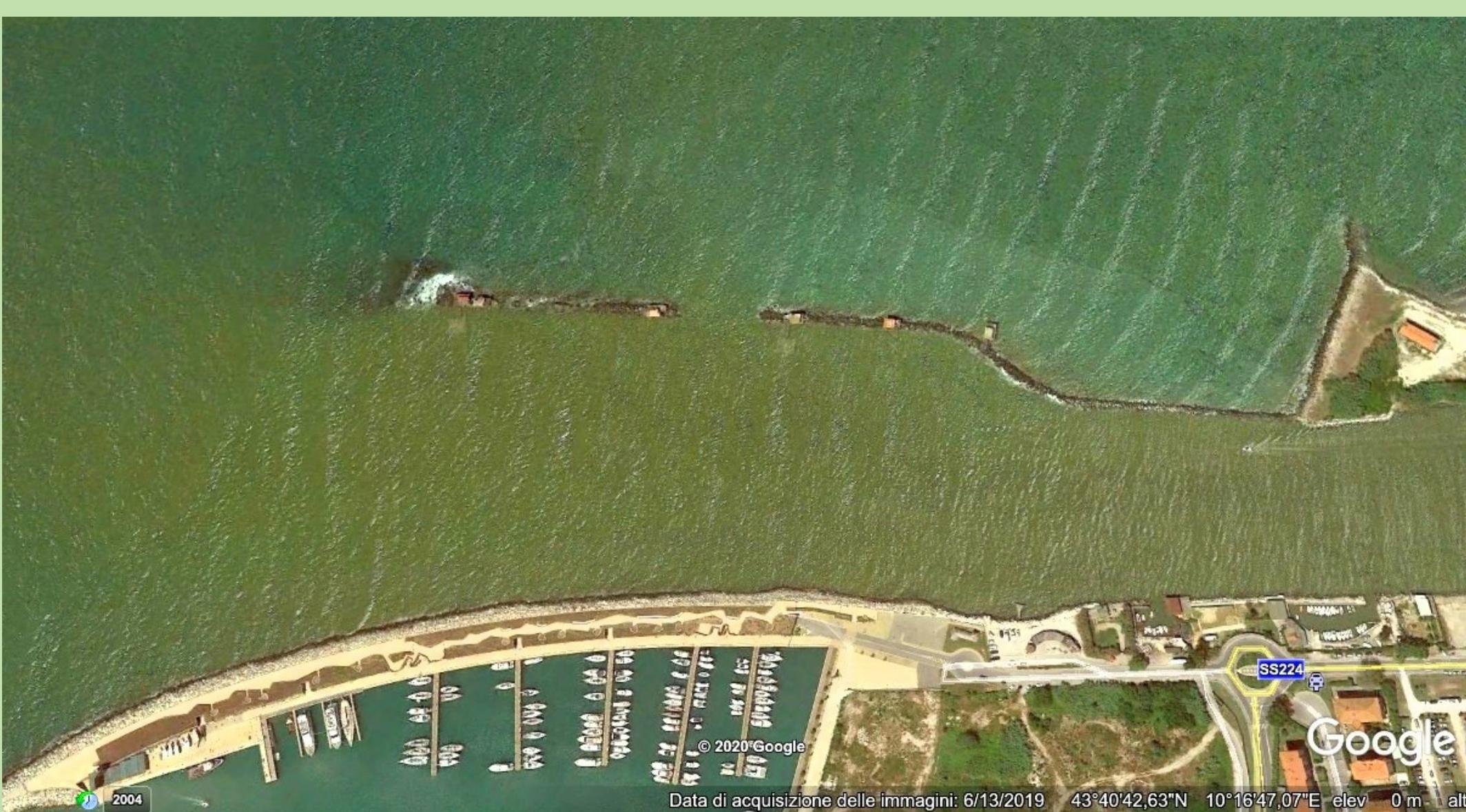
volume secondo

ETS EDITRICE 1991



UN LITORALE DA SALVARE

CAMERA DI COMMERCIO DI PISA



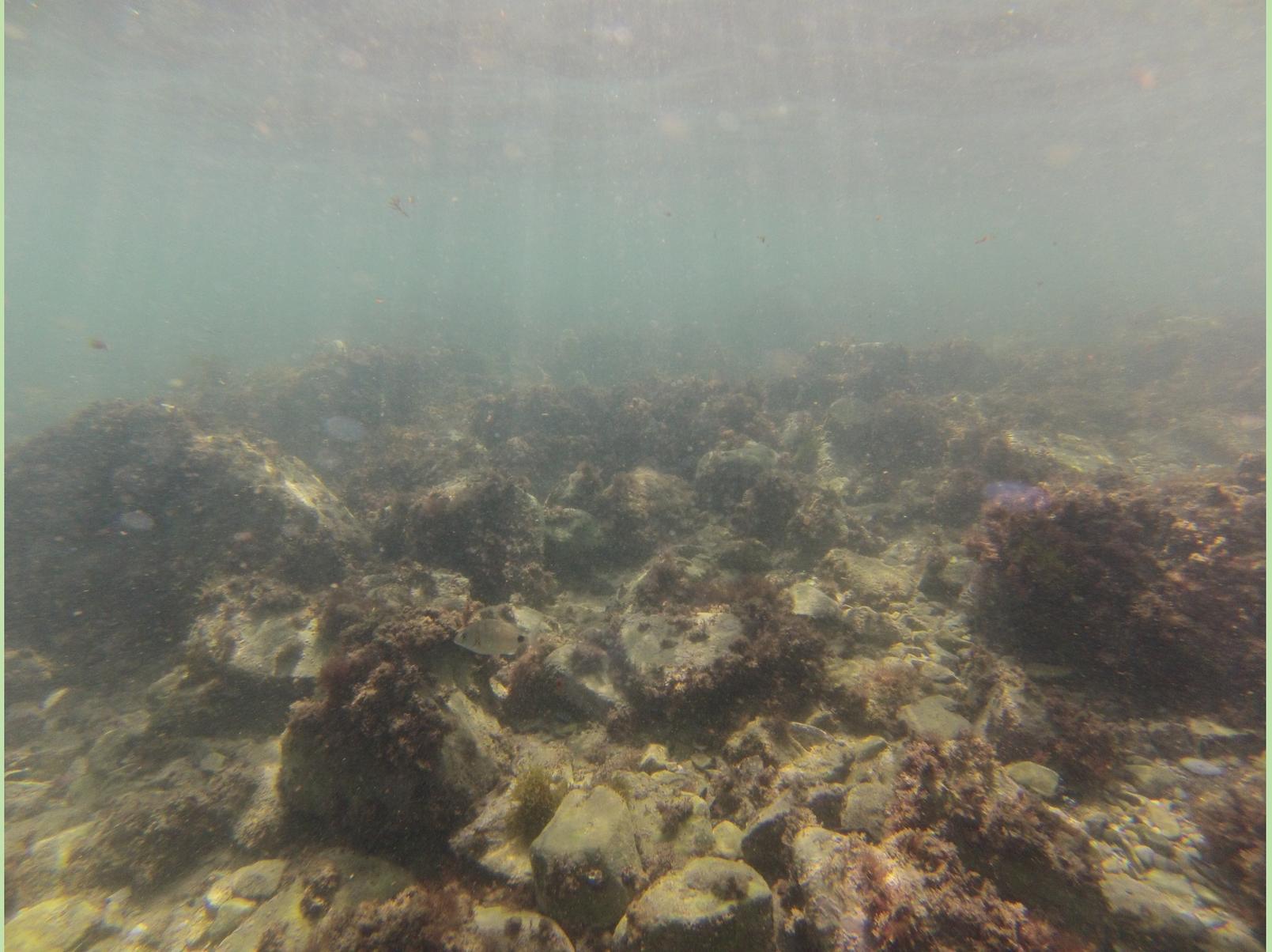
2004

© 2020 Google

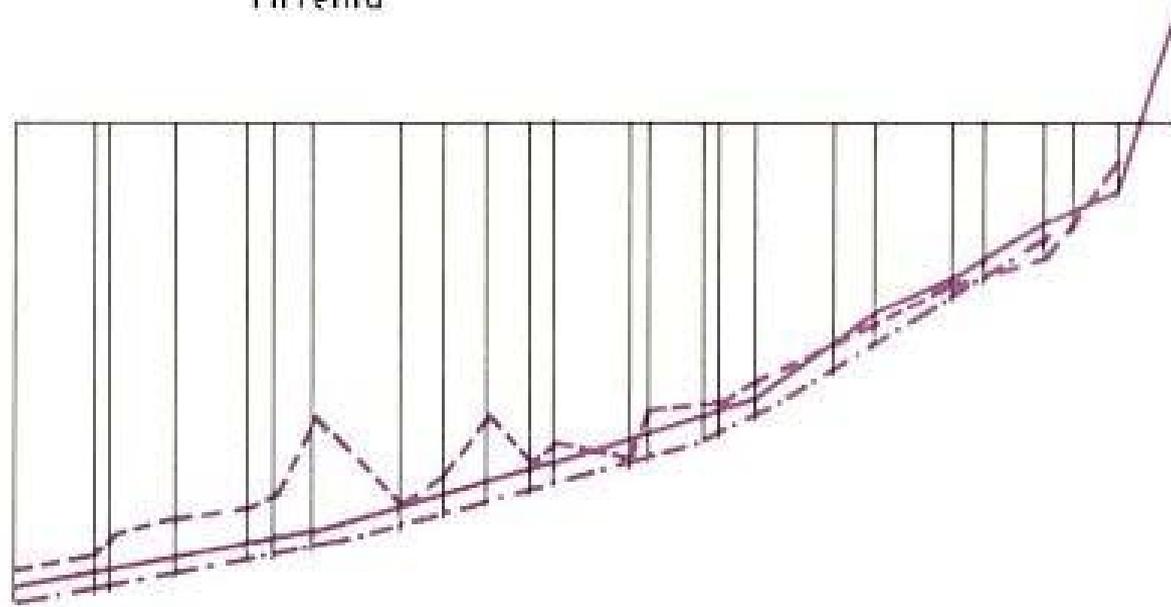
Data di acquisizione delle immagini: 6/13/2019 43°40'42,63"N 10°16'47,07"E elev 0 m alt





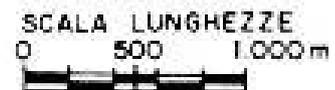
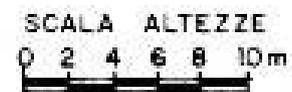


Tirrenia



PROFILI DELLA SPIAGGIA SOMMERSA

-----	Rilievi	1881-1883
- · - · -	Rilievi	1954
————	Rilievi	1973





Nell'immagine aerea adiacente, si vede la foce del Fiume Arno, con la costa particolarmente erosa sul territorio della Tenuta di San Rossore

L'immagine a destra, mostra la foce del Fiume Arno, resa innaturale dalla presenza delle dighe di massi, che la imbrigliano in modo forzoso da quasi un secolo, accentuando le cause che generano l'erosione costiera













Via S. Sazza

Via Padre Agostino Da Montefeltro

SS224

Via Arnino

Via Enrico Diacono

Via Popolillo Felici

Via Dell'Ordine di S. Stefano

Via Flavio Ando

Via Vecchiani Girolamo

Via Littoranea









MARINA DI PISA

Sull'Argine d'Arnino

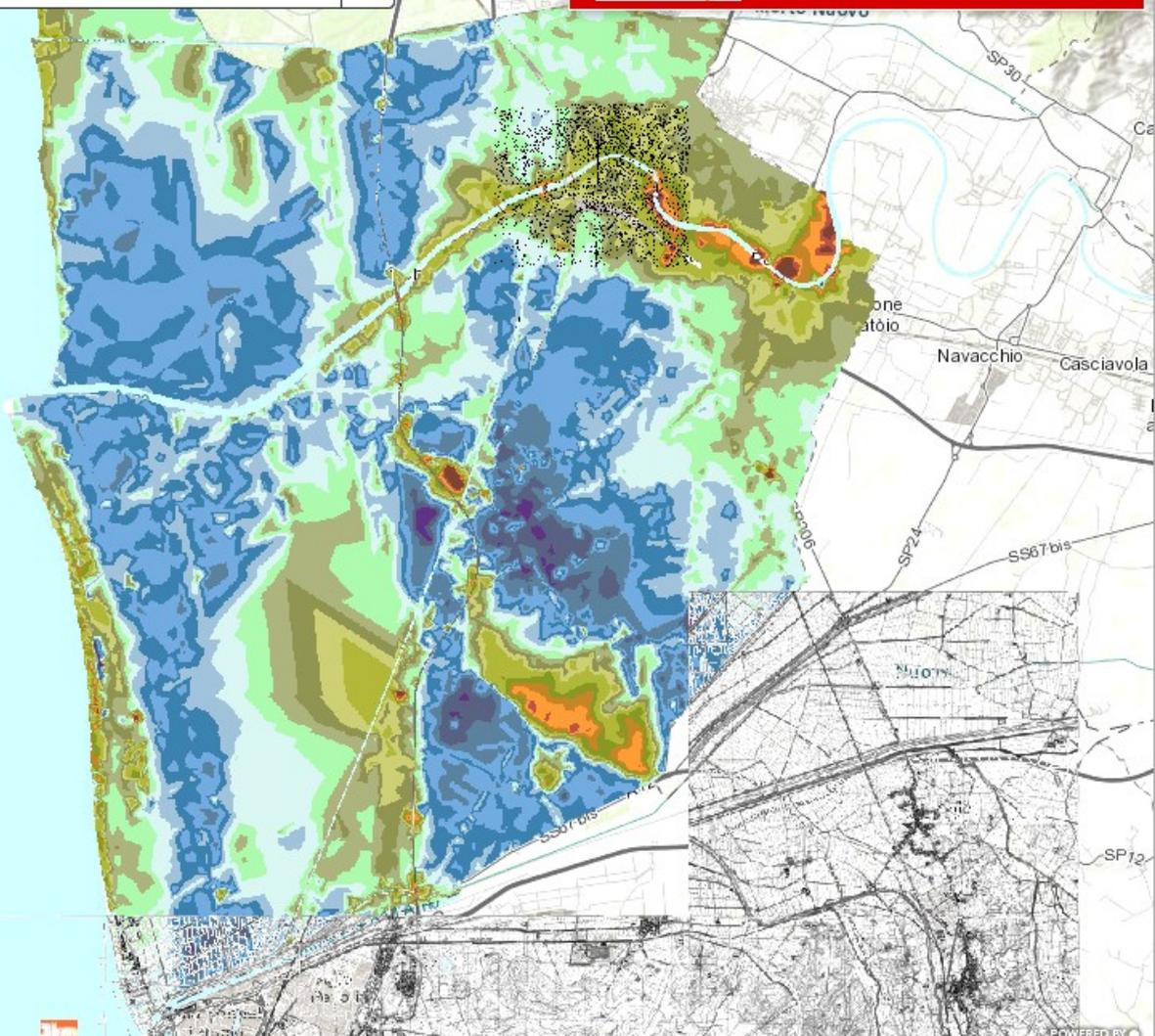




Find address or place



Elenco layer



L'avanzata del mare. Spesi 4,5 miliardi di euro in 50 anni: ma l'erosione cresce



Allarme dei geologi: usate tecniche sbagliate, anzi dannose. Così i chilometri di costa a rischio sono passati da 800 a 1300

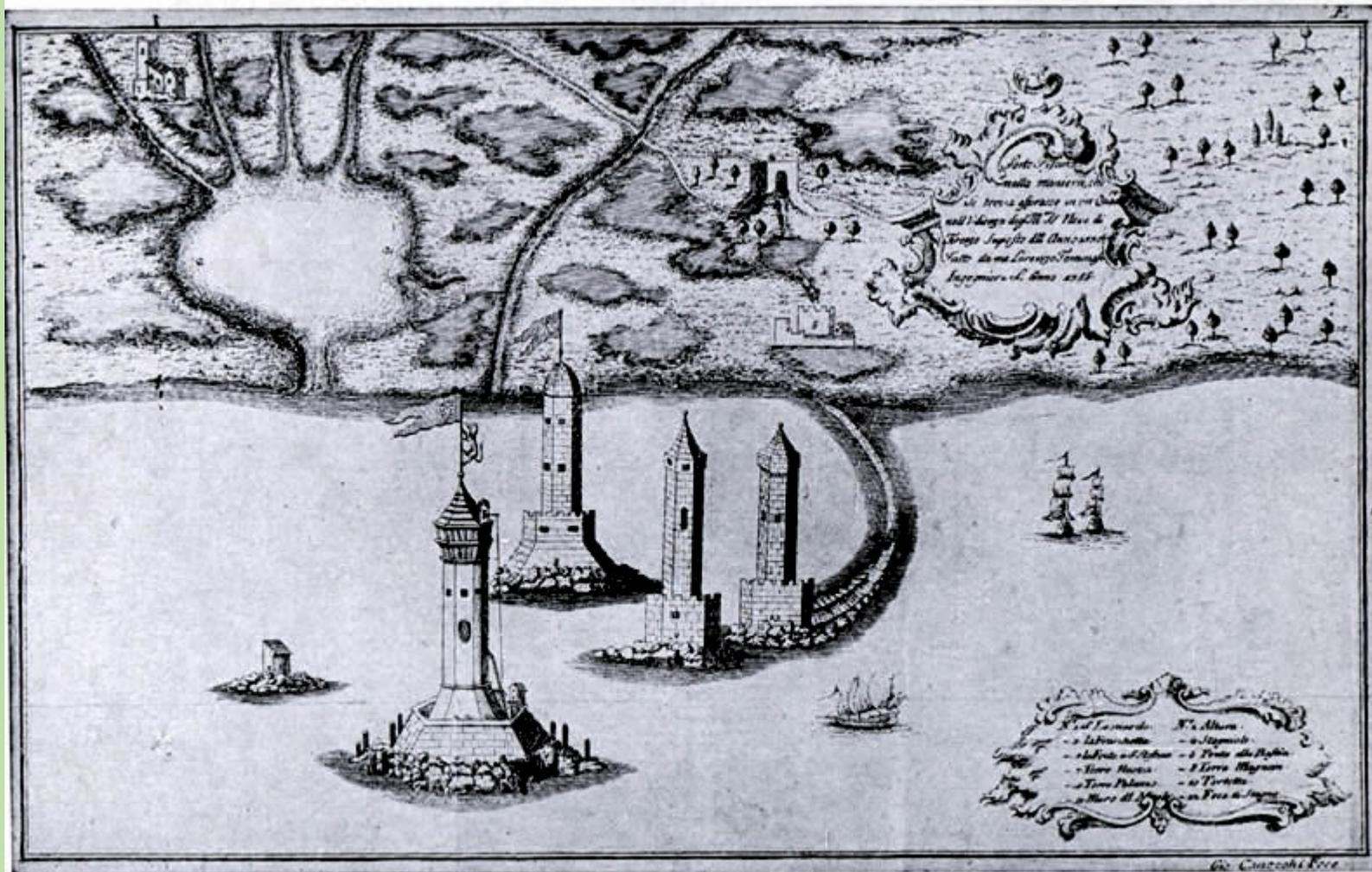






PORZIONE DELLA TOSCANA INFERIORE, CHE COM





Porto Pisano secondo una stampa dell'ingegnere Tommasi (1755). Si vedono la Torre Nuova (cioè il Marzocco ricostruito dai Fiorentini), la Torre Magna (1163), il Castelletto, la Torretta, il Molo, l'Acquedotto di S. Stefano, la Bastia, la Chiesa di S. Leonardo, ecc. (S. Giulia, S. Stefano, S. Niccola ed altre erano già andate distrutte). Il villaggio di Livorno, con altre Torri, Rocche e Chiese è coperto dalla cartella esplicativa.

**Porto
Commerciale**

**SCALO
FERROVIARIO**

**TERMINAL
CONTENITORI**

**TERMINAL PORTO
FLUVIALE**

**TERMINAL
AUTOSTRADE
DEL MARE**

DARSENSA EUROPA

**Nuova Diga
Matorla**

**DARSENSA
TRAGHETTI**

**Diga distaccata
sud**

**TERMINAL
PETROLCHIMICO**

**NUOVA
DARSENSA-
PETROLI**

Nuovo canale di accesso

Diga nord







Calambrone, 2 Aprile 2020

Subito a ridosso del pennello armato la spiaggia si è allungata moltissimo e continua gradualmente ad allungarsi, spostandosi verso nord.

Davanti al Centro Velico sembra che la tendenza della spiaggia sia a crescere, ed in acqua si stanno formando altre secche più a largo.

Durante le mareggiate il mare avanza moltissimo per poi rilasciare più spiaggia. In alcuni periodi con la bassa marea e maestrale, la prima secca quasi emerge dall'acqua del mare.



Porto, la svolta. La ministra: darò a Livorno i soldi per la maxi-Darsena



De Micheli non indica cifre. Ma Rossi: «Importante che ora il governo investa». Corsini (Authority): «Possiamo farcela a finire i lavori entro la metà del 2024»

1) far uscire la società interportuale dai guai finanziari (fatto); 2) creare l'integrazione con l'Authority (fatto); 3) costruire lo scavalco ferroviario che è la "direttissima" fra banchine e interporto (in corso). Ecco cosa manca: 1) c'è da completare il disegno infrastrutturale con l'allaccio fra interporto e i binari della Pisa-Vada; 2) occorre dribblare il nodo ferroviario di Pisa per collegare la costa all'Alta Velocità sulla dorsale Firenze-Bologna (dov'è in corso l'adeguamento delle gallerie appenniniche).

Era stato Corsini a tratteggiare l'identikit del progetto: fondamenta a 20 metri di profondità, fondali per ora a meno 16, 1.200 metri di banchina per una capacità di 1,6-2 milioni di teu. Pronta quando? «Metà 2024», scandisce il presidente dell'Authority (e incrocia le dita...).

E le lamentele di Pisa? Corsini manda segnali di ottimismo: le indagini - rileva - attestano che l'influsso è «tutt'al più sui primi 2-3 chilometri di litorale, anzi in certo modo lo "protegge"». Non solo: dall'escavo per portare i fondali a meno 16 salteranno fuori 5 milioni di metri cubi di sedimenti da utilizzare per i ripascimenti sul litorale pisano.



[Proteggi](#) [Denuncia](#) · [#Inquinamento](#) [#Mare](#)

Tonnellate di plastica abbandonate nel Mar Tirreno, Greenpeace Italia presenta esposto alla Corte dei Conti contro la Regione Toscana

L'Espresso



INCHIESTE

OPINIONI

BLOG



Cerca

Sei in: [HOME](#) > [INCHIESTE](#) > [Il Santuario dei Cetacei è invaso...](#)

INCHIESTA

Il Santuario dei Cetacei è invaso dalla plastica: chi inquina la fa franca e le istituzioni dormono

Nel 2015, oltre 60 tonnellate di rifiuti sono stati sversati nell'oasi marina protetta. Da quel giorno è iniziato un rimpallo delle autorità con un solo risultato: la spazzatura è rimasta lì e chi ce l'ha messa non ha avuto alcun problema

DI **DEBORA FERRETTI** - UNITÀ INVESTIGATIVA GREENPEACE

25 giugno 2020



LA STORIA

INCHIESTE INFINITE

PAGA SOLO LO STATO

PER L'ARPA NON C'È PROBLEMA

DOPO 5 ANNI NULLA CAMBIA

In Italia chi inquina non paga. E l'accollo finisce sulle spalle dello Stato, quindi sulle nostre. Da cinque anni una cinquantina di gigantesche balle di rifiuti giace nelle profondità nel Santuario dei Cetacei, un'area marina protetta dove nuotano delfini, balene e altre meravigliose creature. Nel tempo gli involucri di plastica che contenevano i rifiuti si sono completamente deteriorati e ora la plastica si sta diffondendo nelle acque e sui fondali del Golfo di Follonica, rilasciando soprattutto frammenti di plastiche. Un disastro ambientale che tutte le autorità conoscono, eppure nessuno ha cominciato a recuperare le balle se non i pescatori che le catturano nelle reti.

Greenpeace ha condotto un'inchiesta che evidenzia come ambiente e salute pubblica non sempre sono al centro dell'attenzione delle istituzioni. Per rivendicare in maniera concreta i diritti dell'ambiente e dei cittadini e per definire responsabilità, errori e incompetenze nella vicenda delle "balle nel Santuario", Greenpeace ha deciso di procedere con un esposto alla Corte dei Conti per danno erariale nei confronti della Regione Toscana, che aveva in mano quasi 3 milioni di euro per avviare il recupero delle balle e li ha restituiti.

La Storia

Il 23 luglio 2015 la motonave Ivy salpa da Piombino diretta a Varna, in Bulgaria, con un carico di 1.888 balle di rifiuti di

meteorologici intensi sono rari.

Durante le rimanenti stagioni, in genere primavera e soprattutto l'autunno, le piene prodotte dalle intense piogge e le forti mareggiate, hanno un'incidenza notevole sulle modificazioni del suolo. Con il variare di certi parametri può modificarsi completamente il quadro nel suo insieme, secondo un certo meccanismo legato alle leggi della natura. In genere ci si preoccupa dell'erosione della spiaggia ma l'instabilità di questa prodotta dalle correnti che la spostano, rese incisive da vari fattori, può avere effetti dannosi in funzione delle varie attività svolte dall'uomo.

È frequente in certi porti, il fenomeno del loro insabbiamento, che obbliga per la loro agibilità a periodici dragaggi, con costi notevoli e con problemi, certe volte, assai di difficile soluzione: il dragaggio della sabbia dai porti ha il problema del suo collocamento. Generalmente si tratta di sabbia inquinata con le sostanze chimiche che le navi, nelle manovre di scarico, perdono nel tempo in porto, oppure possono essere altre sostanze perse o versate nel porto, per altre cause, negli anni. Un esempio di questa difficoltà di smaltimento di tali sabbie e fanghi inquinati è il porto di Piombino, in cui è stato fatto di recente il dragaggio.

Secondo Greenpeace questi fanghi conterrebbero varie tonnellate di sostanze inquinanti, alcune provenienti dai carichi trasportati, ed in parte perse nel porto, soprattutto dalle navi di servizio alle acciaierie di Piombino e precisamente: 5 di arsenico, 14 di cromo, 4.250 di alluminio, 21 di piombo, 21 di idrocarburi, ed infine 4 tonnellate di rame.

PORTI A RISCHIO ALLAGAMENTO AL 2100



ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



CONFCOMMERIO
IMPRESE PER L'ITALIA





Viareggio







Lo stesso Fiume Arno ha aumentato la profondità dell'alveo per lungo tratto del suo percorso, con un approfondimento marcato, in solo quaranta anni, nel tratto tra Le Sieci fino a valle di Firenze (abbassamenti localizzati del letto del fiume Arno fino a **5 ed 8 metri**, con oscillazioni che tendono a smorzarsi in prossimità di Signa). Un fenomeno operato dalla corrosione fluviale, generato dall'eccessiva corrente del fiume nelle piene.

L'abbassamento dell'alveo dell'Arno fino a Pisa, fa stimare un aumento di volume in alveo sull'ordine di **12 milioni di metri cubi**. Tutti questi numerosi sedimenti, milioni di tonnellate, oltre a quelli prodotti dalle piogge sul suo esteso bacino idraulico, sono stati trascinati con le piene alla foce del fiume e quindi dispersi in mare, ma non hanno minimamente contribuito alla sedimentazione dei fondali litoranei e quindi al ripascimento della spiaggia prossima alla stessa foce.

Gli invasi di Levane e La Penna, sul Fiume Arno, costruiti in provincia d'Arezzo, regolano la portata idraulica a valle, ma per la progettazione superata delle loro dighe, si accumulano sul loro fondo i sedimenti trasportati dalla corrente fluviale dell'Arno.

In questi invasi, realizzati dall'ENEL, la cui costruzione è terminata rispettivamente nel 1958 e nel 1957, essendo lunghi rispettivamente 3 e 5 Km, vi sono circa sei milioni di metri cubi di fanghi e depositi solidi del fiume, che costituiscono l'interrimento prodotto dall'Arno, avvenuto in circa 40 anni.

E' opinione diffusa tra gli studiosi, che l'accumulo dei sedimenti trasportati dal fiume in questi invasi, abbia influito pesantemente sull'erosione costiera.

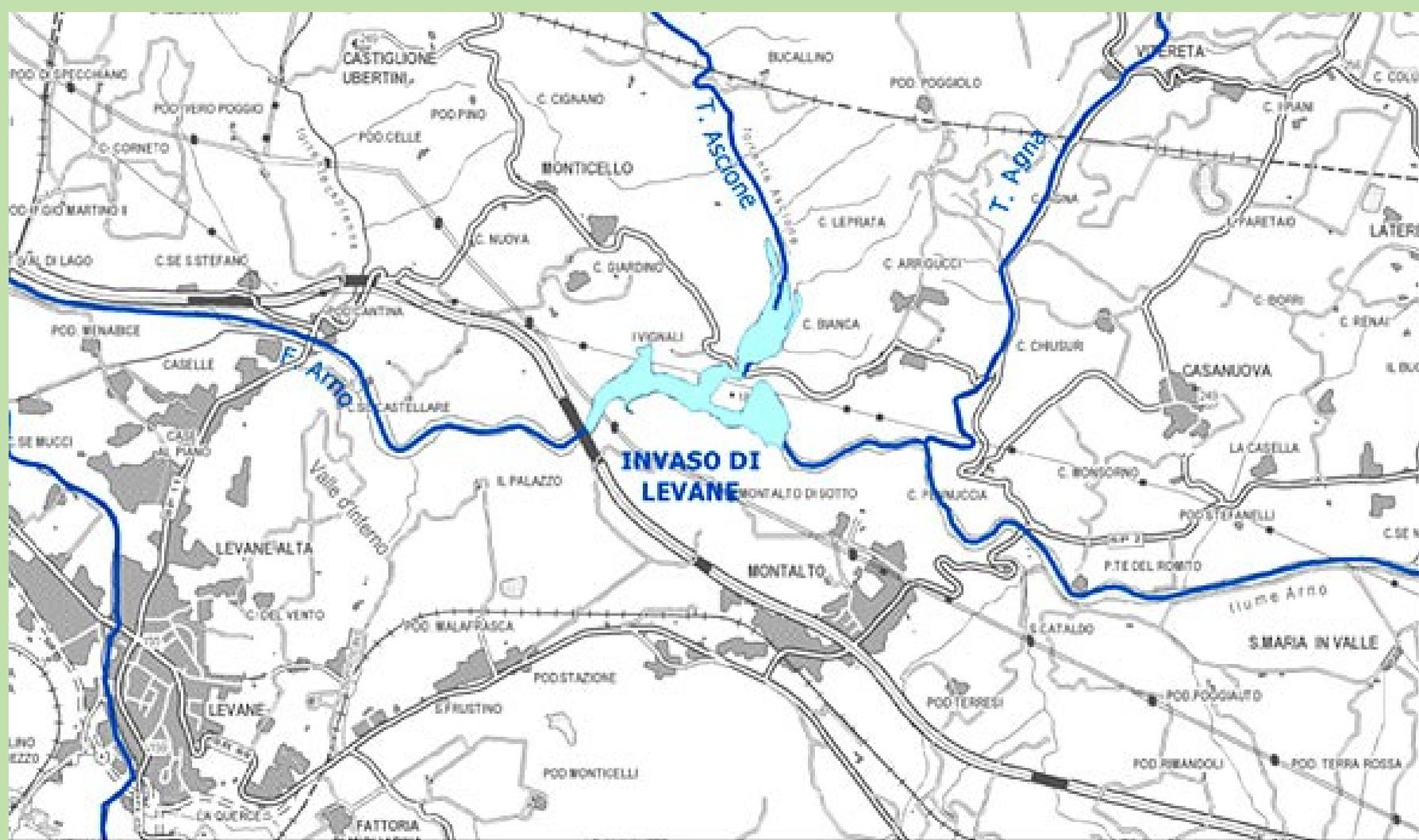
In pratica, i sedimenti non avendo potuto raggiungere la foce del fiume hanno influito negativamente sul bilancio sedimentario del litorale.











0 2 Kilometers





© 2020 Google
© 2020 Google
US Dept of State Geographer

Google Earth

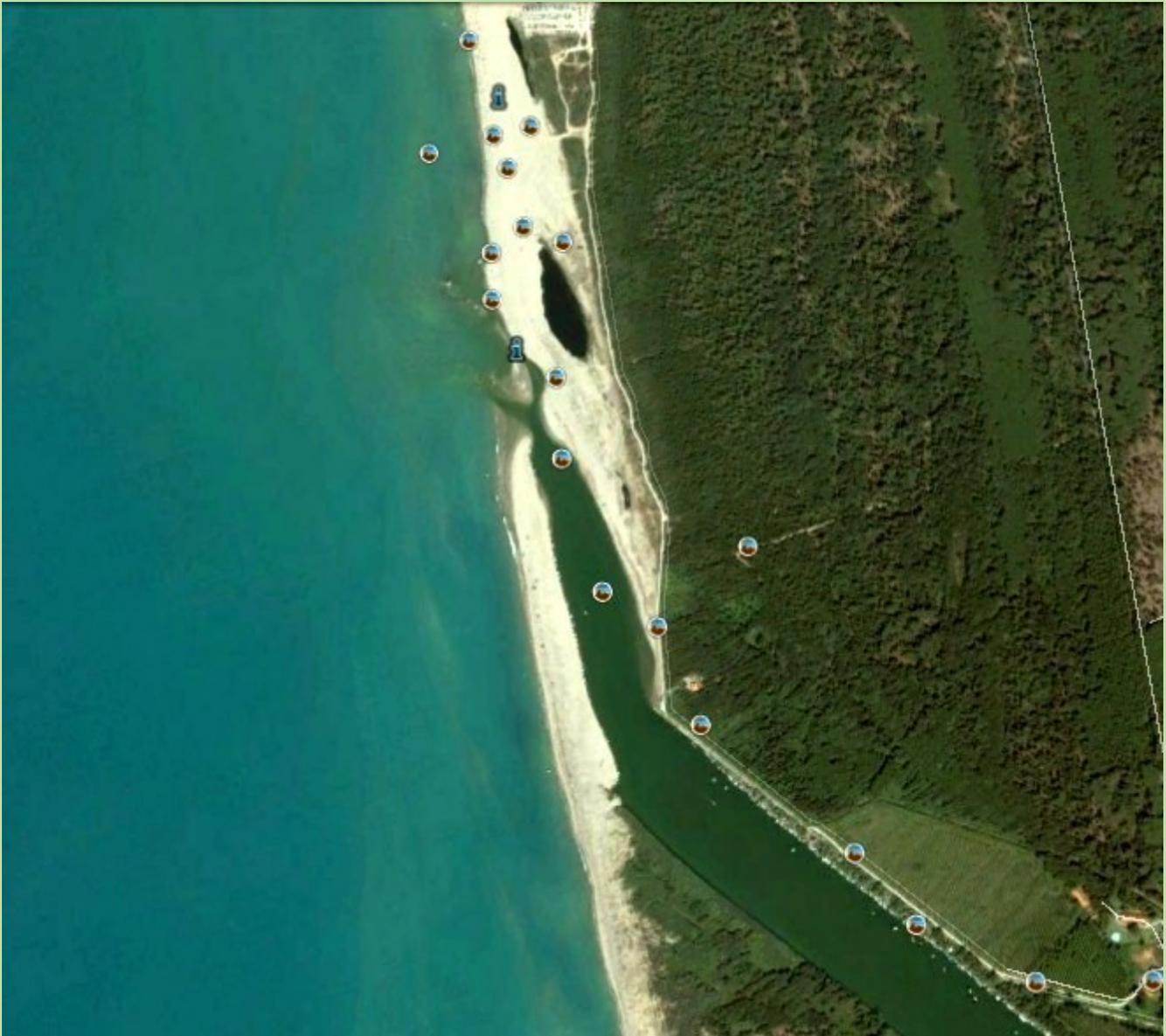
Data di acquisizione delle immagini: 10/2011 43°30'44,93"N 11°37'49,75"E elev 143 m alt 146 m

Effettuando il confronto con il Serchio, va osservato che questo fiume, pur avendo lungo il suo percorso varie dighe dell'Enel di vecchia progettazione, ha uno sbocco naturale con la barra di foce (denominata localmente "penisola dei gabbiani") che indirizza i sedimenti trasportati dalle acque, nelle piene del fiume, verso i fondali litoranei di Marina di Vecchiano, contribuendo insieme ai sedimenti pervenuti dall'Arno, all'espansione della spiaggia.

Va precisato che il Fiume Serchio ha nelle piene minor portata idraulica rispetto all'Arno, a causa del bacino idrografico meno esteso. Sono numerosi gli sbarramenti dell'Enel sul Fiume Serchio. Le dighe di Vagli, Isola Santa, Villa Collemandina, Trombacco, Turrîte Cava, Borgo a Mozzano, Vicaglia, Gramolazzo, Pontecosì, Tistino, Verdiana e Giardinetto.

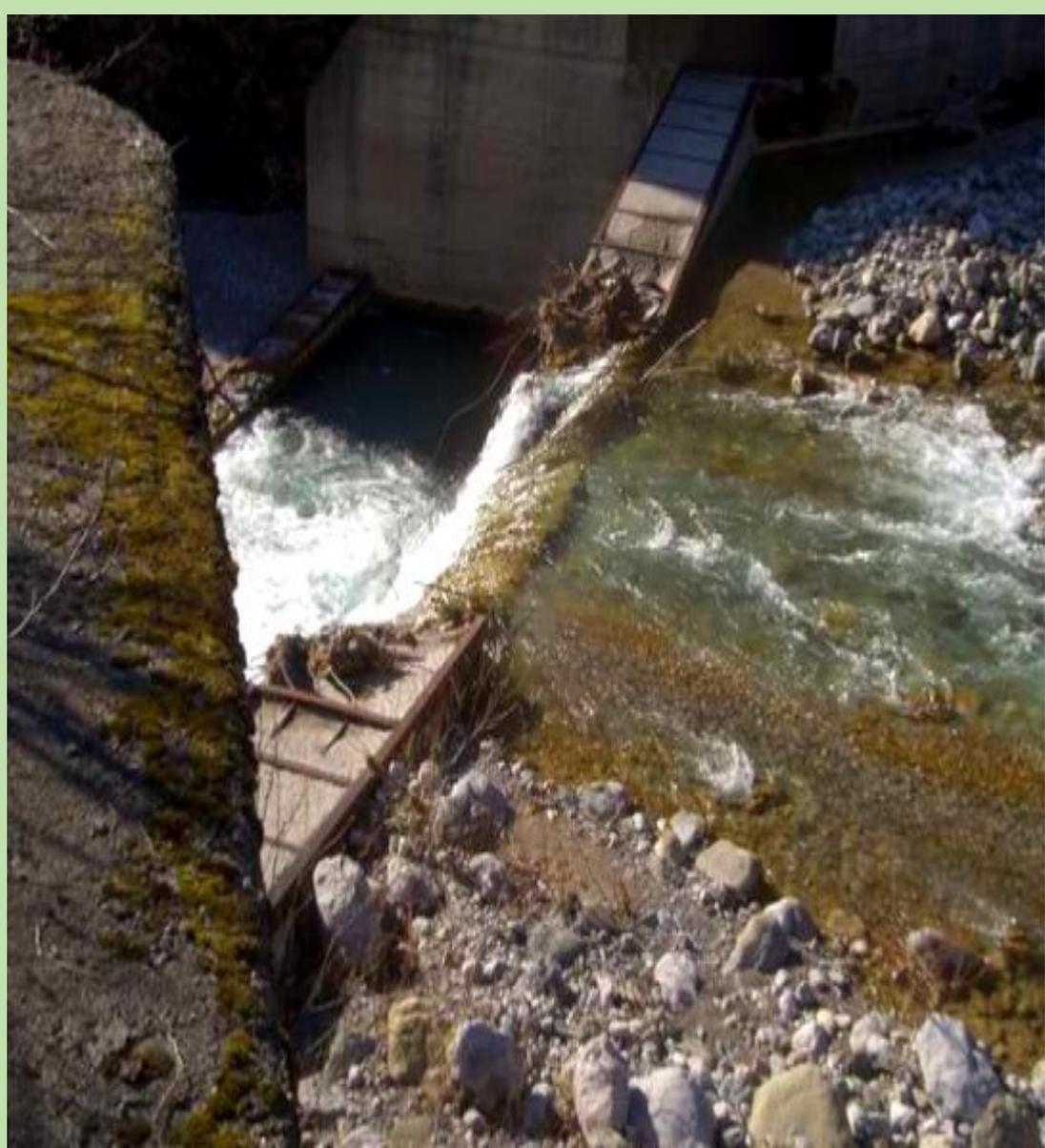
Comprendendo anche le dighe che si trovano sul torrente Lima, affluente del fiume Serchio, salgono a ben 17 le dighe per la produzione idroelettrica che sono presenti nel bacino idrografico del Serchio e che complessivamente formano degli invasi la cui capacità è di ben 42 milioni di metri cubi d'acqua.

Anche le dighe dell'Enel in Garfagnana, regolando nelle piene fluviali la portata idraulica del Serchio, producono la moderazione della sua corrente fluviale. E' da ritenere che nei vari invasi prodotti dalle vecchie dighe poste nel bacino idrografico del Serchio siano trattenuti numerose migliaia di metricubi di sedimenti fluviali.



Nel bacino dell'Arno, sono state censite oltre 2.700 opere di correzione dei torrenti, risultato d'interventi organici di sistemazione dei bacini montani, iniziati nella prima metà dell'Ottocento ed estesi ovunque, nei primi decenni del XX secolo, delle quali oggi circa 900 presentano danni da considerare gravi o di medie dimensioni e oltre 700 sono parzialmente danneggiate.











ETTORE SIGHIERI

Le piene dell'Arno

BONIFICHE



PISA: ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI

Cav. E. PACINI, Successore

ANNO 1934 - XII ERA FASCISTA

ETTORE SIGHIERI



F i u m i

Navigazione Interna

Bonifiche - Porti

(CON 9 TAVOLE FUORI TESTO)



PISA: ARTI GRAFICHE MARIOTTI PACINI



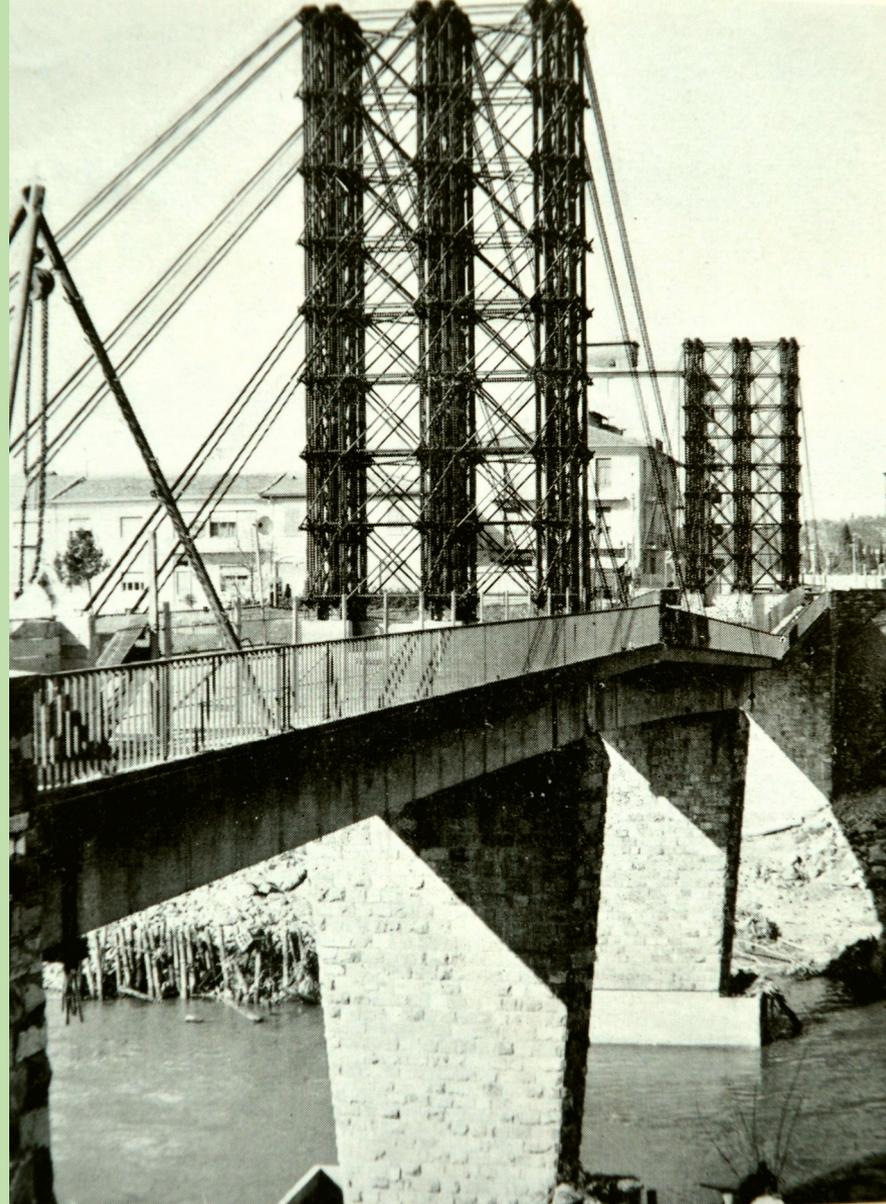
Pisa - Ponte di Mezzo





50 Empoli - Ponte sull'Arno



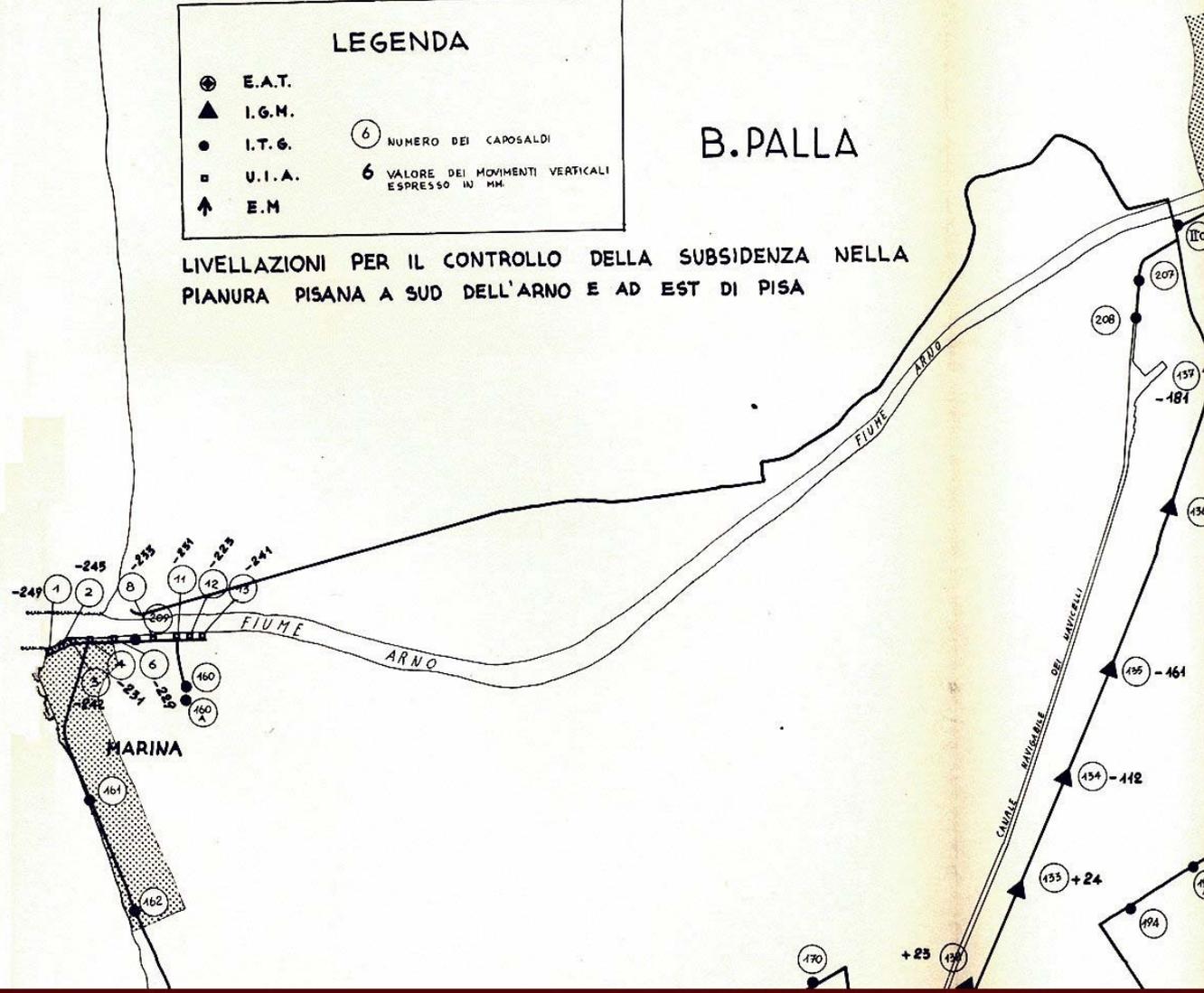


LEGENDA

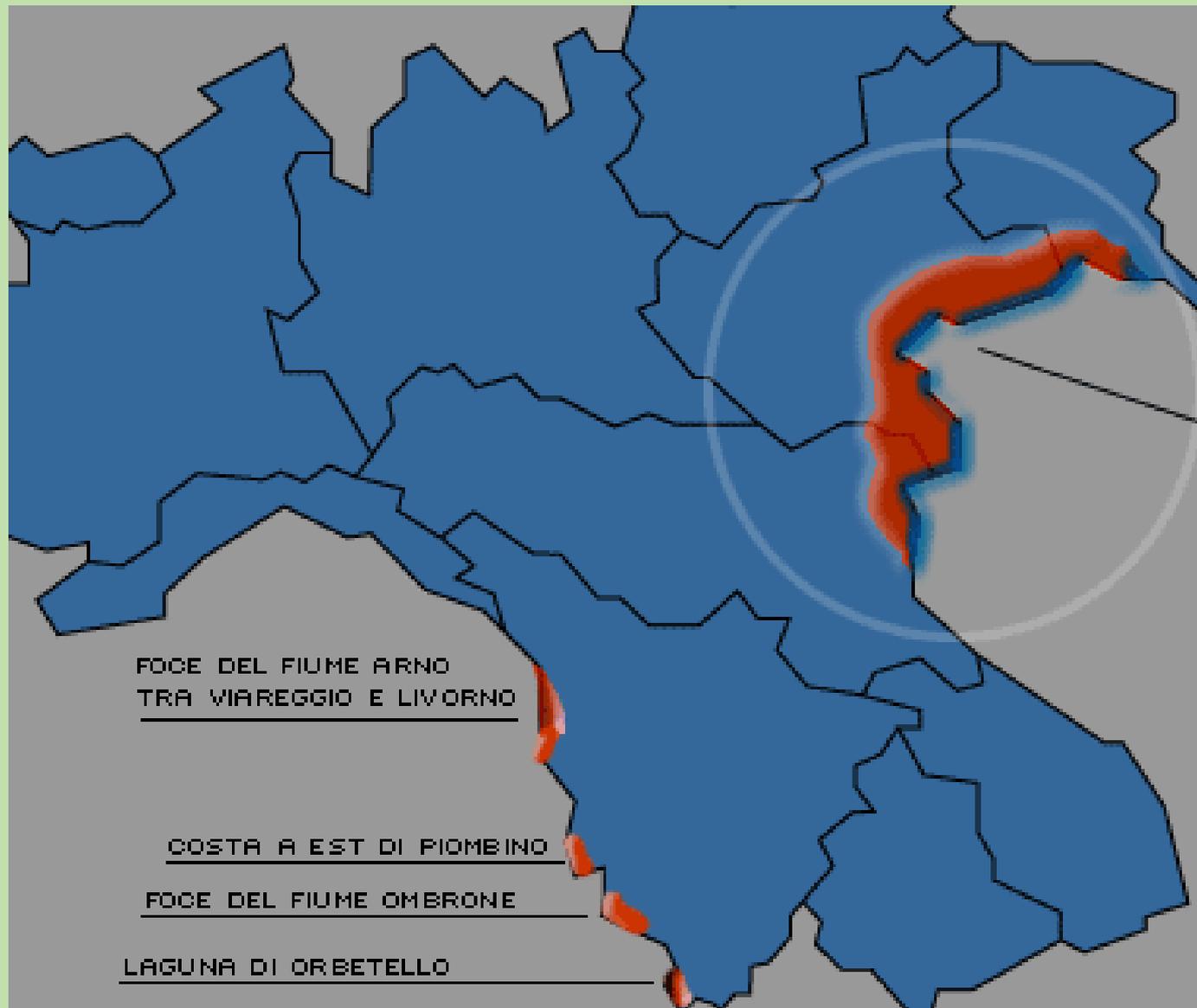
- | | | | |
|---|--------|---|--|
| ⊗ | E.A.T. | ⑥ | NUMERO DEI CAPOSALDI |
| ▲ | I.G.M. | 6 | VALORE DEI MOVIMENTI VERTICALI ESPRESSO IN MM. |
| ● | I.T.G. | | |
| ■ | U.I.A. | | |
| ↑ | E.M. | | |

B.PALLA

LIVELLAZIONI PER IL CONTROLLO DELLA SUBSIDENZA NELLA PIANURA PISANA A SUD DELL'ARNO E AD EST DI PISA



ELABORAZIONE
DI CNNTALIA
SUI DATI ENEA
PER IL MINISTERO
DELL'AMBIENTE



COSTA DELL'ALTO
ADRIATICO

FOCE DEL FIUME ARNO
TRA VIAREGGIO E LIVORNO

COSTA A EST DI PIOMBINO

FOCE DEL FIUME OMBRONE

LAGUNA DI ORBETELLO



ZONE COSTIERE
A RISCHIO INONDAZIONE
PER EFFETTO
DELL'INNALZAMENTO
DEL LIVELLO DEL MARE
DI CIRCA 30 CM

Surging Seas RISK ZONE MAP

VIEW FULL-FEATURE MAP

Enter a global coastal pl

English (US)

Water level



0.5 ft m

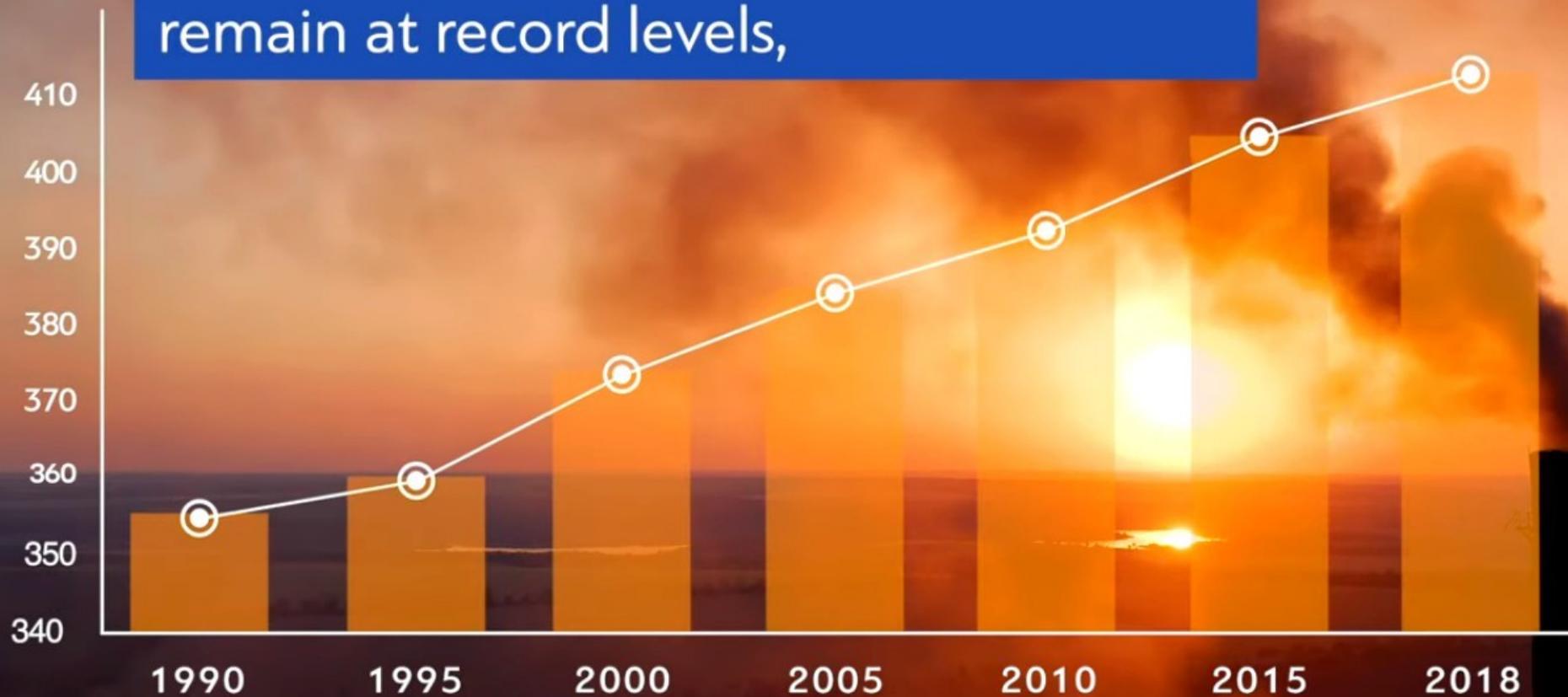
Show current coast





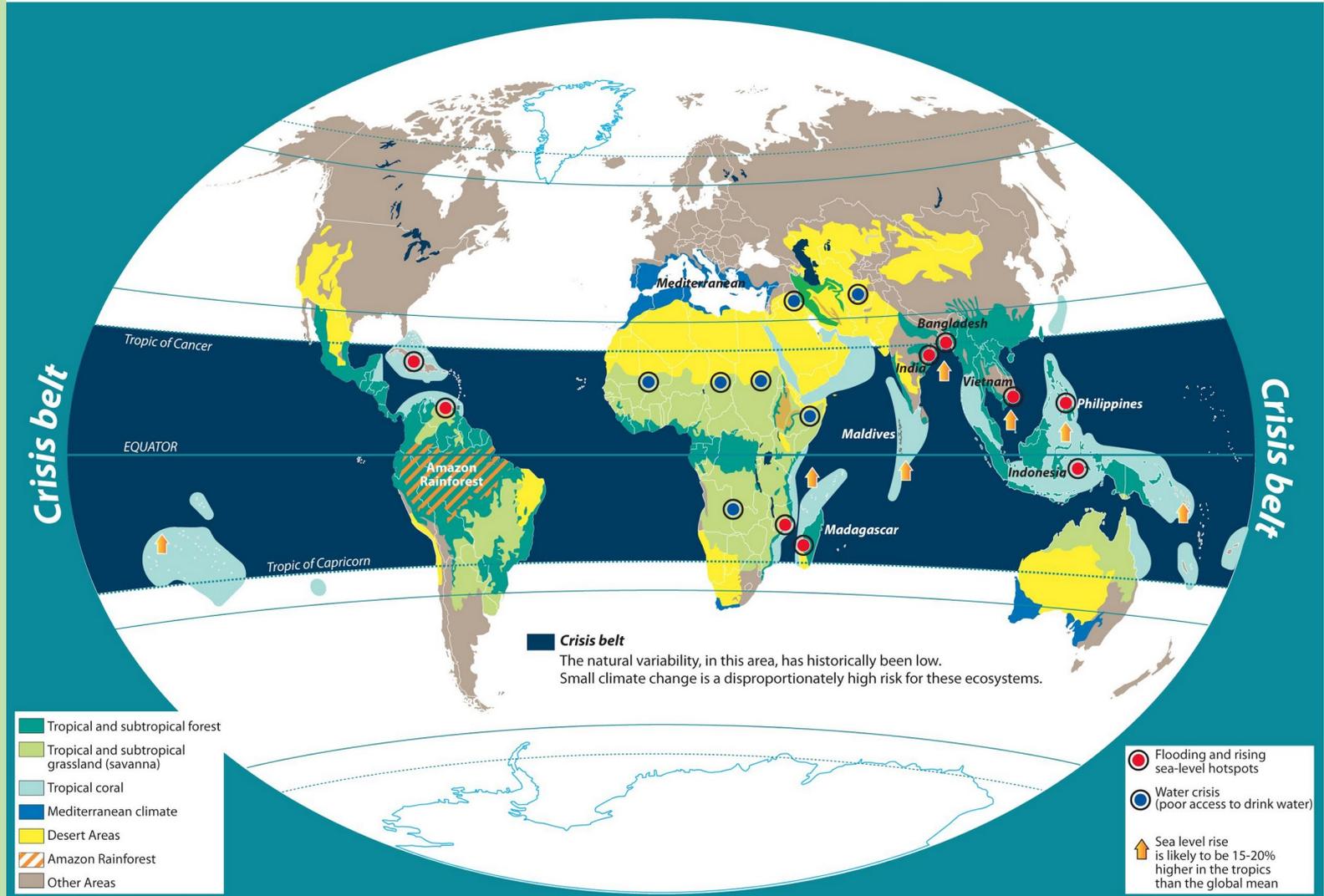
WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION

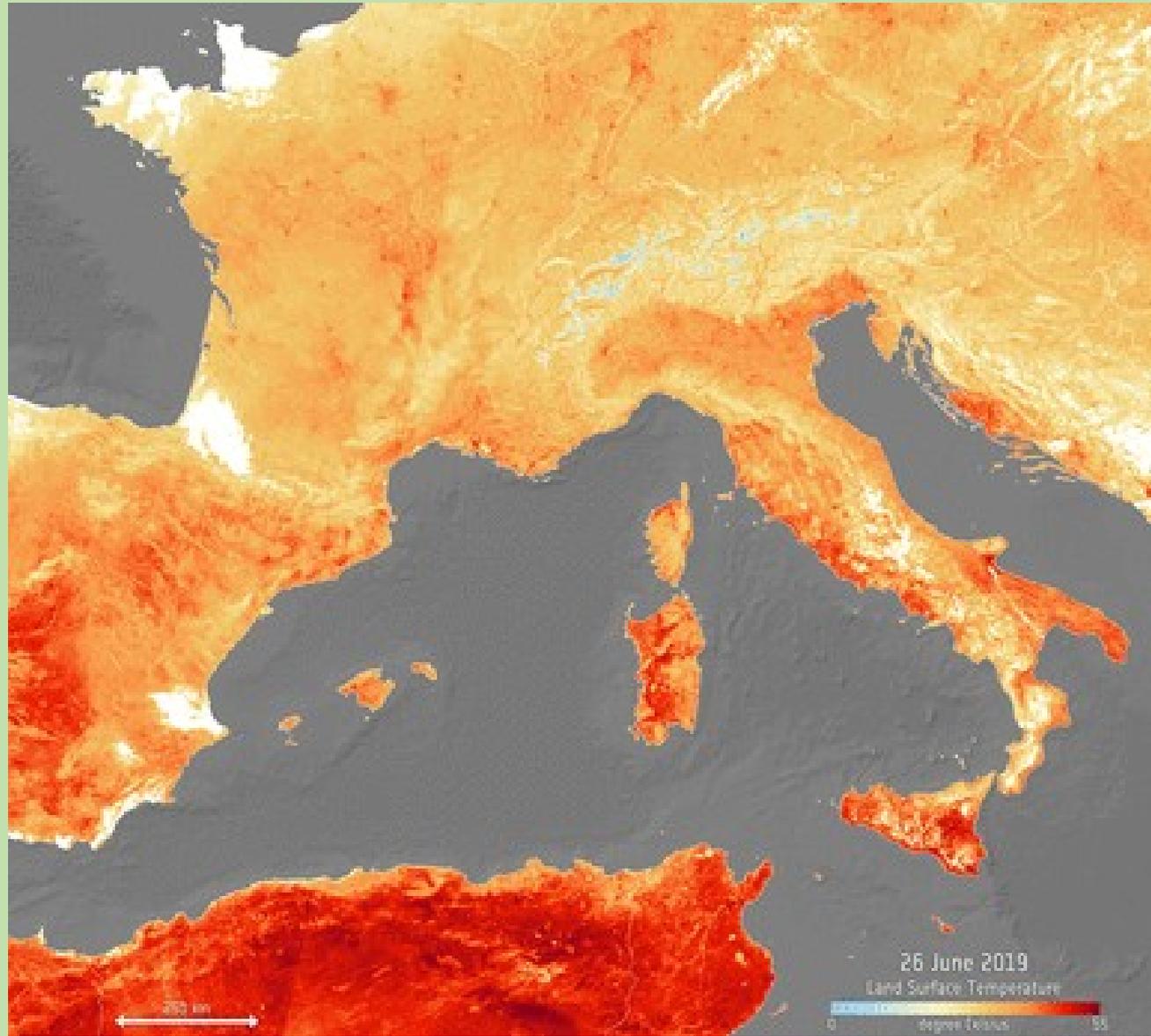
Greenhouse gases like carbon dioxide remain at record levels,

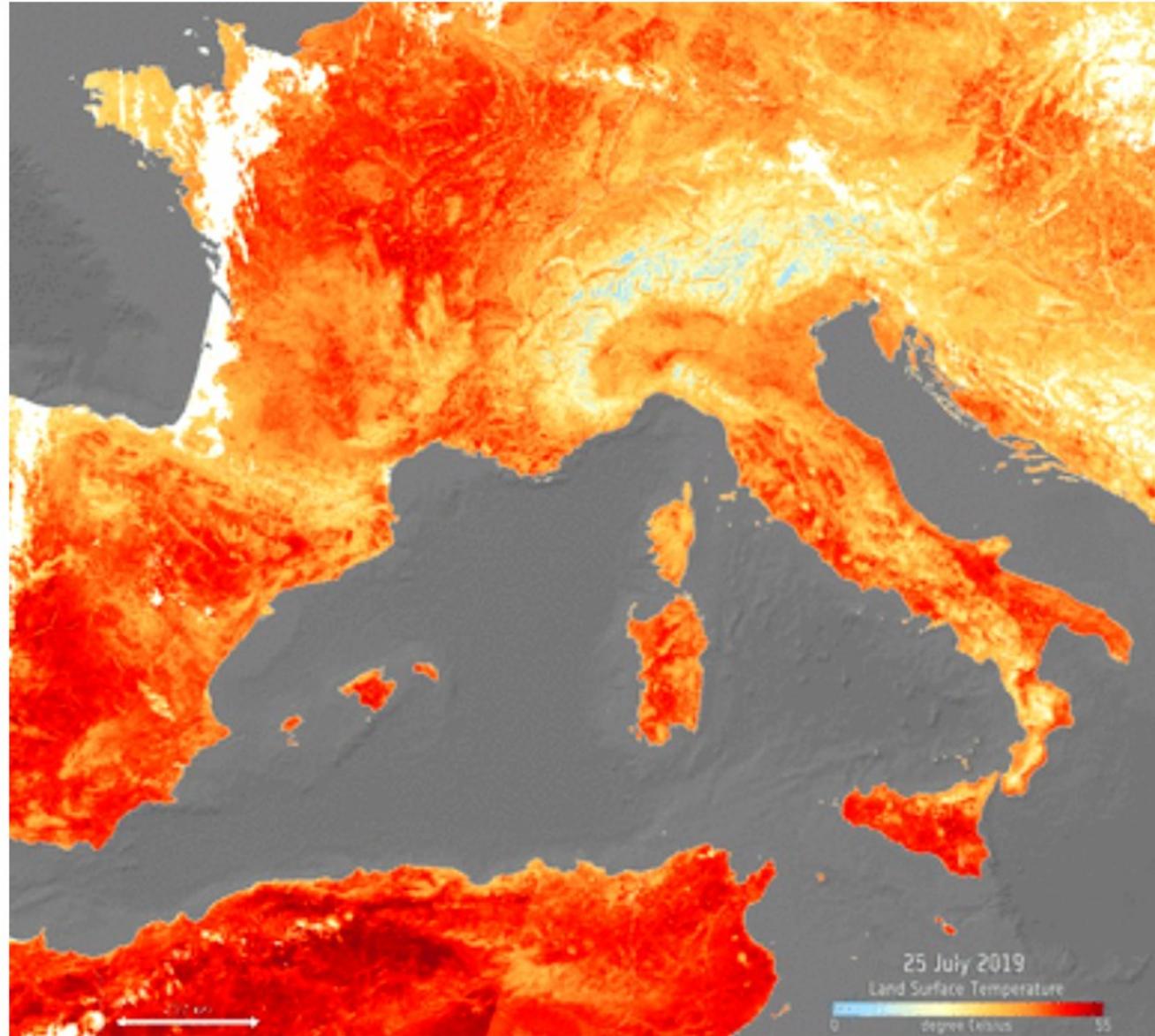


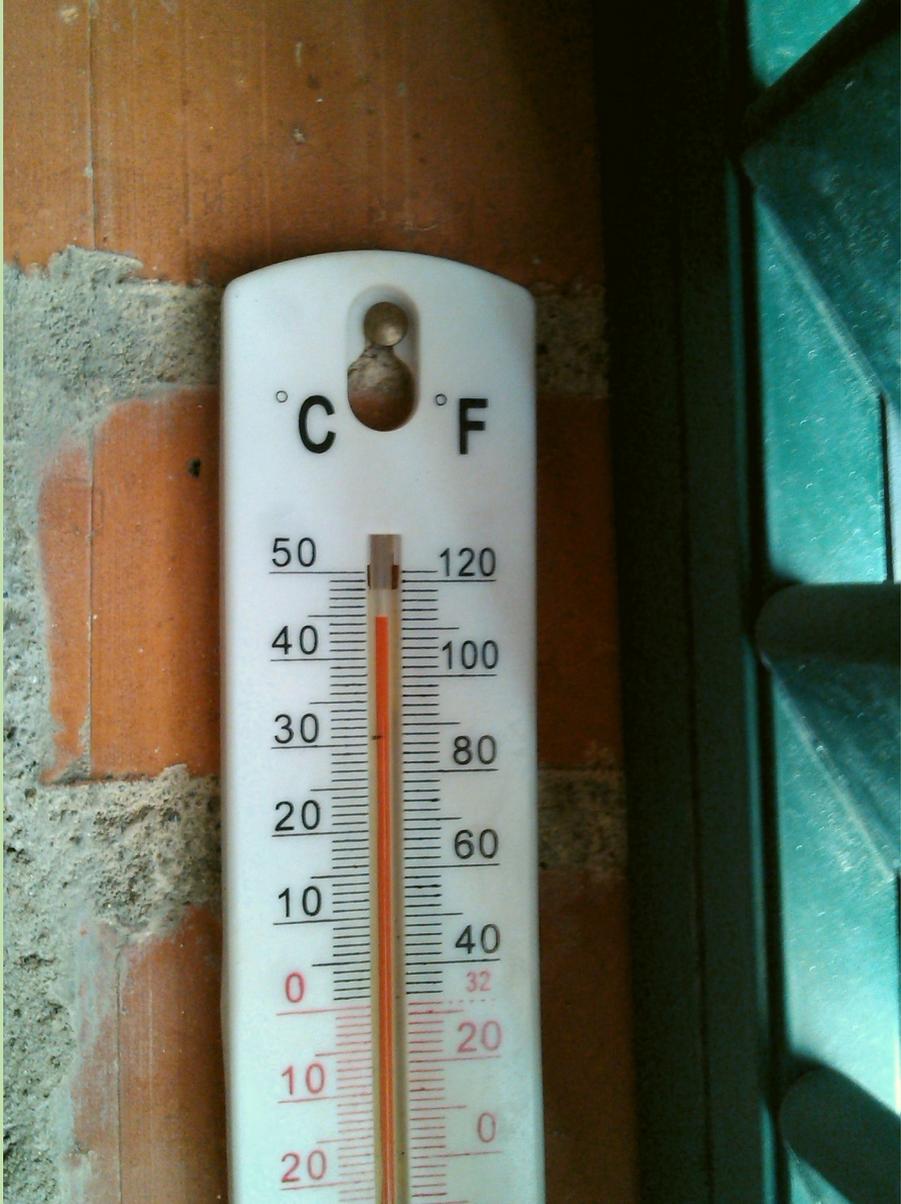
Crisis Belt - What would a 4°C warmer world look like?

Warming is likely to have more severe impacts on **the tropics**.

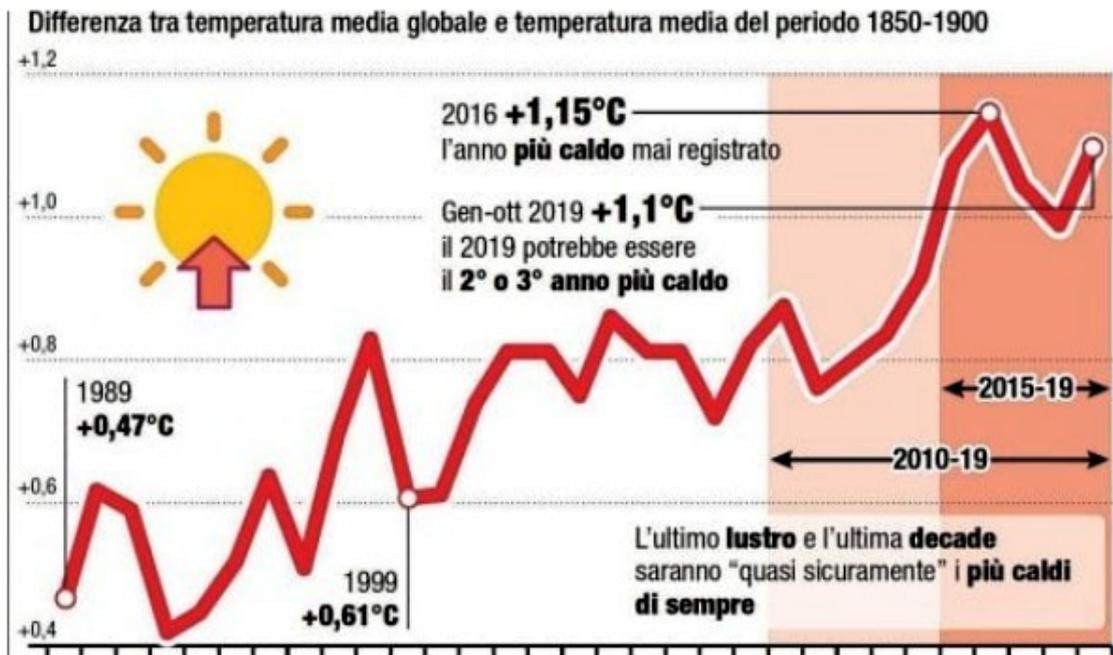








Il novembre 2019 è stato il più caldo mai registrato sul pianeta



Secondo i dati di Copernicus questo mese ha fatto registrare temperature a livello globale di 0,64 gradi sopra media, come accaduto nel 2016 e 2015. Studio Eurac Research: per Italia il limite delle emissioni sarà raggiunto in 10 anni



Microplastiche negli oceani: peggio del previsto



Australia: con gli incendi divampano le fake news



I giovani non ricordano quando c'erano più animali



Gli oceani stanno perdendo l'ossigeno

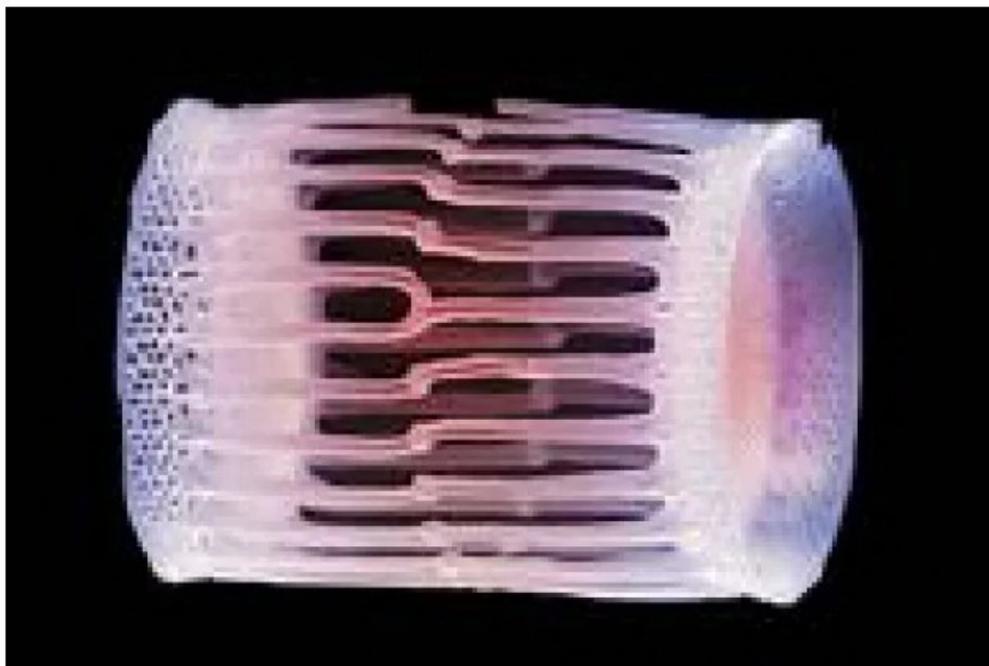


HOME | AMBIENTE | ECOLOGIA



L'effetto serra e le diatomee

Le acque dei Poli racchiudono miliardi di microrganismi che stabilizzano il clima terrestre; se l'uomo non ci mettesse lo zampino.



INCENTIVI FISCALI 65%

HYBRID -42% COSTI

ENTRA NEL FUTURO DEL RISCALDAMENTO

Scopri di più

METANO

CO2

ESSENZA MINI IN OMAGGIO*
Acquistando 500 capsule



SCONTO 15%
sulle soluzioni di caffè da 200 capsule



potrebbe rimediare agli eccessi “energetici” dell'uomo. Alcuni ricercatori americani e italiani hanno scoperto però che c'è un problema. Le diatomee che abitano nelle acque fredde, infatti, con il carbonio assorbito si costruiscono una specie di cappotto che protegge la loro parete cellulare fatta di silicio; quando precipitano, la copertura di carbonio è bloccata sul fondo dell'oceano e per sempre eliminata dall'atmosfera.

Che accade con l'effetto serra? Se la temperatura si alza, però, come sta accadendo in questi ultimi decenni, i batteri (che, a basse temperature, non riescono ad attaccare la copertura di carbonio) crescono più velocemente e aggrediscono la protezione delle diatomee, rimandando nell'atmosfera il carbonio digerito. In questo modo il sistema diatomee-batteri non blocca più l'eccesso di CO₂ che l'uomo produce, e il gas ritorna nell'atmosfera aumentando ancora di più l'effetto serra; che a sua volta aumenta la temperatura anche nelle zone polari, dove vivono le diatomee. Una specie di circolo vizioso senza fine che corre il rischio di aumentare a dismisura il riscaldamento globale.
(Notizia aggiornata al 10 dicembre 2002)



Sul nucleo della Terra
nevica ferro



L'uomo con due Dna
diversi



Come sopravvisse la
vita alla Terra Palla di
neve?



La catastrofe climatica
che favorì i dinosauri



Più 2 °C di riscaldamento globale (temperatura media globale del pianeta) avrebbero conseguenze disastrose per tutti, non solo per le comunità insulari, minacciate da fusione dei ghiacci e innalzamento del livello del mare. | SHUTTERSTOCK



Restano circa 12 anni per provare a mantenersi entro quel tetto di +1,5 °C di riscaldamento globale menzionato [nel testo degli Accordi di Parigi](#). Dopodiché, anche soltanto mezzo grado di aumento delle



temperature comporterà conseguenze devastanti per i ghiacci, i raccolti e gli ecosistemi, a cominciare da inondazioni, siccità, perdita di specie e povertà diffusa.



Non usa giri di parole [il testo completo](#) del **Rapporto Speciale dell'IPCC, Global warming of 1,5 °C**, appena pubblicato dopo il meeting in Sud Corea. Il testo, frutto di tre anni di lavoro e della revisione di *oltre 6.000 studi climatici*, afferma che stiamo andando verso un disastroso innalzamento di oltre 3 gradi, che arriveremo alla soglia di +1,5 °C attorno al 2030 e che pensare di poter gestire gli effetti di un innalzamento di temperature oltre questo limite è una *pura illusione*.

Con estremi sforzi economici e tecnologici, non tutto è perduto, e possiamo ancora provare a non oltrepassare questo grado e mezzo. Di seguito una sintesi del documento, che risponde [ad alcune](#)

[fondamentali domande](#).

Approfondimenti

Che cosa aspettarsi dal Rapporto Speciale dell'IPCC sui +1,5 °C

Di nuovo in aumento la fame nel mondo: denutrita una persona su nove

Le "bolle" del global warming in 191 Paesi del mondo: un'animazione che colpisce nel segno

L'uomo è riuscito ad alterare il corso naturale delle stagioni

Il costo in vite umane delle politiche ambientali di Trump



130 evacuati, 541 mm di pioggia a Gavi e lo stato di emergenza

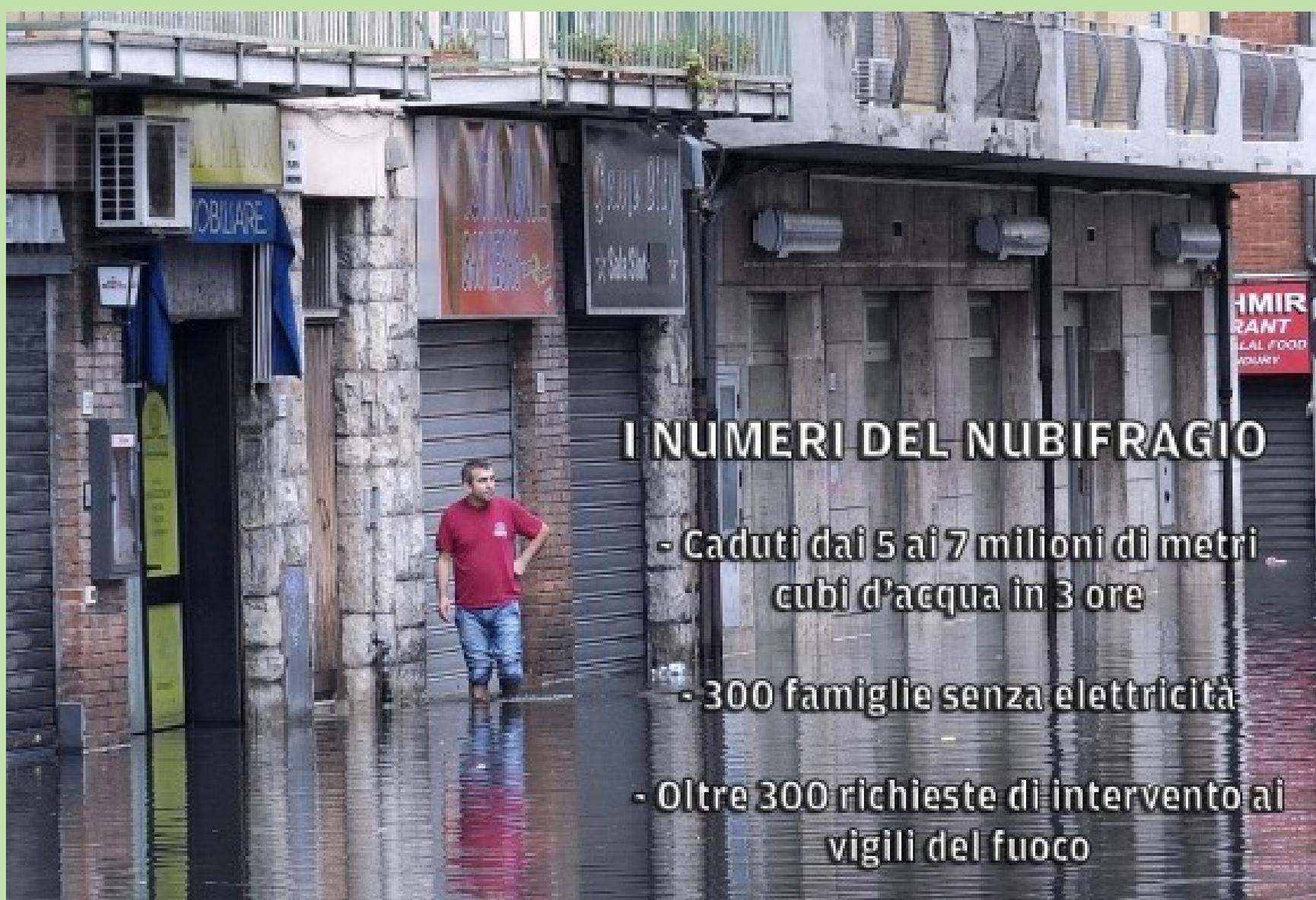
Allagamenti e frane si sono registrati su strade ex statali e provinciali, in particolare a Ovada, tra Gavi, dove sono caduti 541 mm di pioggia (un valore simile a quello registrato in Piemonte nella disastrosa alluvione del 1994 che causò nella regione 70 morti e danni enormi a infrastrutture e beni privati), e Francavilla Bosio, tra Novi e Pozzolo Formigaro. A Bosio, 700 persone sono rimaste senza acqua e 500 senza elettricità. Evacuate 80 persone a Castelletto d'Orba, 40 a Gavi e 10 a Casalnoceto. La macchina della Protezione civile per soccorrere le popolazioni dell'Alessandrino si è mobilitata già dal primo mattino; colonne mobili di volontari, con relativi mezzi, stanno raggiungendo la zona da Torino, Novara, Vercelli e Asti. Per i danni causati dal maltempo delle ultime ore la Regione Piemonte chiederà lo stato di emergenza. Lo rende noto il presidente della Regione, Alberto Cirio, in prefettura ad Alessandria per fare il punto sulla situazione. «Quando conteremo i danni, oltre a far piangere il cuore, non possiamo lasciare soli sindaci e privati, abbiamo bisogno che lo stato ci sia», è l'appello del governatore piemontese.

Nel corso della giornata il tempo sul Piemonte dovrebbe migliorare ma la pausa sarà di breve durata: altre piogge intense sono previste da domani, sulla parte sudoccidentale della regione

Isolate le valli Antigorio e Formazza

Il Capo Dipartimento della Protezione Civile, Angelo Borrelli, si sta recando nella regione Piemonte dove alle 8.30 terrà un punto di situazione presso la Prefettura di Alessandria. Inoltre, nella mattinata, un team di esperti del Dipartimento, raggiungerà le zone interessate dal maltempo a supporto delle autorità locali impegnate nella gestione dell'emergenza. Le valli Antigorio e Formazza, nella





I NUMERI DEL NUBIFRAGIO

- Caduti dai 5 ai 7 milioni di metri cubi d'acqua in 3 ore**
- 300 famiglie senza elettricità**
- Oltre 300 richieste di intervento ai vigili del fuoco**



[ANSA.it](#) > [Ambiente&Energia](#) > [Natura](#) > [Costo disastri naturali salito di 20 volte in 50 anni](#)

Costo disastri naturali salito di 20 volte in 50 anni

Lo indica una ricerca fra Italia e Usa



Redazione ANSA ROMA 08 ottobre 2019 13:07



[Scrivi alla redazione](#)



[Stampa](#)



L'erosione minaccia un terzo delle coste italiane



AMBIENTE

Pubblicato il 02 AGO 2019



di MAURIZIO BONGIOANNI

L'impatto dei cambiamenti climatici, l'erosione e il cemento selvaggio stanno cambiando la morfologia delle spiagge italiane che in 50 anni sono arretrate di 25 metri.

L'Italia è *"o paese d'o sole"* come cantava una canzone napoletana di inizio Novecento. Ma è anche il paese delle coste: con i suoi **3 mila chilometri di fascia costiera**, quello italiano rappresenta un patrimonio ambientale e

Temi dell'articolo

[cambiamenti climatici](#) [coste](#)[erosione](#)[innalzamento del livello dei mari](#)[legambiente](#) [sabbia](#) [spiagge](#)

Clima, riscaldamento globale genera onde più alte e potenti

Colpa di venti sempre più forti, a rischio coste e infrastrutture



Redazione ANSA SYDNEY 20 agosto 2019 11:06



Scrivi alla redazione



Stampa



- RIPRODUZIONE RISERVATA

CLICCA PER
INGRANDIRE



Venti sempre più forti che creano onde marine più alte e potenti tanto da mettere a rischio coste e infrastrutture. E' uno degli effetti del riscaldamento globale e se si continuerà ai ritmi attuali gli effetti si faranno sentire soprattutto sulla costa meridionale dell'Australia e quella occidentale del Sud America. E' quanto prevede una ricerca











Viale Regina Elena

© 2019 Google

Data di acquisizione delle immagini: 6/13/2019 43°40'58,97"N 10°17'24,88"



Le immagini mostrano la spiaggia erosa del Gombo, sul litorale del Parco di San Rossore. La vegetazione arborea di questa area naturale è stata profondamente danneggiata, negli anni trascorsi, anche dall'inquinamento del mare

Nell'immagine a destra, si nota ben evidente, la profonda insenatura, causata dall'erosione costiera, a sua volta generata dalla corrosione dei fondali litoranei







La foto mostra la spiaggia di ghiaia posizionata a Marina di Pisa. Le periodiche mareggiate prodotte dai venti marini dominanti, spostano le ghiaie verso la strada, formando delle dune, mentre altre ghiaie vengono disperse in mare.

Un intervento di difesa costiera che risente della curvatura prominente della cuspidè deltizia dove è situata la cittadina balneare pisana.

Quale intervento di difesa costiera tradizionale sarà mai in grado di assicurare il litorale vicino alla foce, dove i fondali costieri sono profondi e la curvatura ancor più accentuata?

In quest'area marina prossima alla foce del fiume, le correnti fluviali nelle piene allo sbocco e quelle litoranee sono intense. Sono queste correnti, le responsabili dell'approfondimento marcato dei fondali litoranei, che si aggrava negli anni.







Il mare in tempesta porta detriti di ogni genere, sulla spiaggia di ghiaia, compreso i tronchi d'albero.



Nelle ricorrenti forti mareggiate, l'intensa forza dei venti marini dominanti, sposta le ghiaie, gettandole fin sulla strada litoranea.





La duna di ghiaia prodotta dai venti marini, mostrata nella foto, ha una altezza tale da nascondere la vista del mare.

La manutenzione periodica delle spiagge di ghiaia, costa ogni anno, una cifra stimata in alcune decine di migliaia di Euro. Un'altra spesa pagata dai contribuenti.

Ed è un lavoro da ripetere ciclicamente, finché la ghiaia sarà presente sul litorale.







foce dell'Arno, dove sboccava prima del 1606.



Il tracciato proposto del nuovo canale, sul vecchio percorso dell'Arnovecchio.

Possiamo affermare, a parer mio, che la natura mette in atto tutte le possibilità consentite per uscire da questa situazione insostenibile, avendo oramai il fiume nelle piene, un comportamento idraulico innaturale.

Nelle piene del fiume Arno, è prodotta l'erosione alla foce, dalla corrente fluviale intensa, per aumentare la sezione utile (diminuendo in questo modo la portata), e diminuire il suo elevato valore, erosione della foce, che il fiume vorrebbe ampliare, ma che è impedita dalle dighe, che sono opere di protezione.

Per questo, l'erosione tende a demolire negli anni queste dighe con la corrosione incisiva dei fondali, aumentandone la profondità.

Descrivo sinteticamente di seguito, quello che la commissione presieduta dal prof. ing. Ruggiero effettuò con numerose esperienze di laboratorio, utilizzando il modello della foce dell'Arno, e riportate nello studio pubblicato nel 1948. Dalle esperienze di laboratorio fu individuata anche la posizione della linea neutrale, secondo gli studi dell'ing. Cornaglia, riproducendo la situazione presente in quegli anni (4).

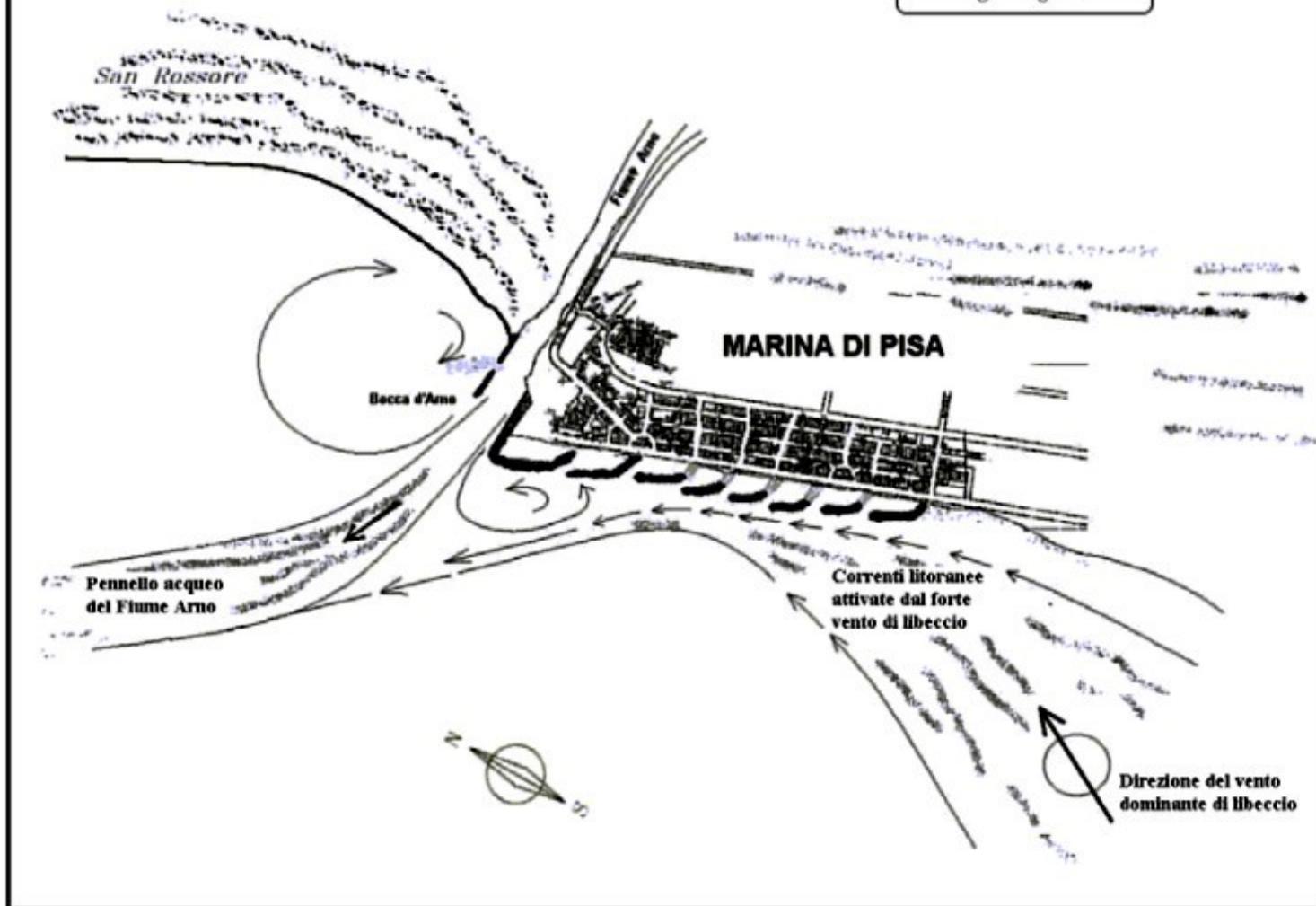
Quella linea, in altre parole, che se viene superata dai sedimenti, questi difficilmente possono raggiungere la vicina spiaggia, essendo in sostanza persi, questa linea variava da - 4,5 mt. e - 5 mt. corrispondente ai venti di libeccio, si portava alla quota - 1,5 mt. circa sul litorale di Marina di Pisa, per i venti di maestrale.

Con l'estrema vicinanza della linea neutrale alla costa, nessun movimento di materiali portati dall'Arno in piena si poteva verificare sul fronte di Marina, mentre fu constatata nei tratti a sud e a nord lontani dalla foce, dove la linea neutrale si trovava alquanto più al largo del litorale. Riproducendo in laboratorio, la situa-

(4) Paolo Cornaglia: "Sul regime delle spiagge e sulla regolarizzazione dei porti", Torino, ed. Paravia, 1891.



Elaborazione:
Prof. ing. Giorgio Gentilini



UNO SGUARDO ALLA
DIFESA COSTIERA DEL
FUTURO



OPERE DI CONTRASTO
ALL'INFLUENZA DEL CAMBIO
CLIMATICO SULL'EROSIONE
COSTIERA



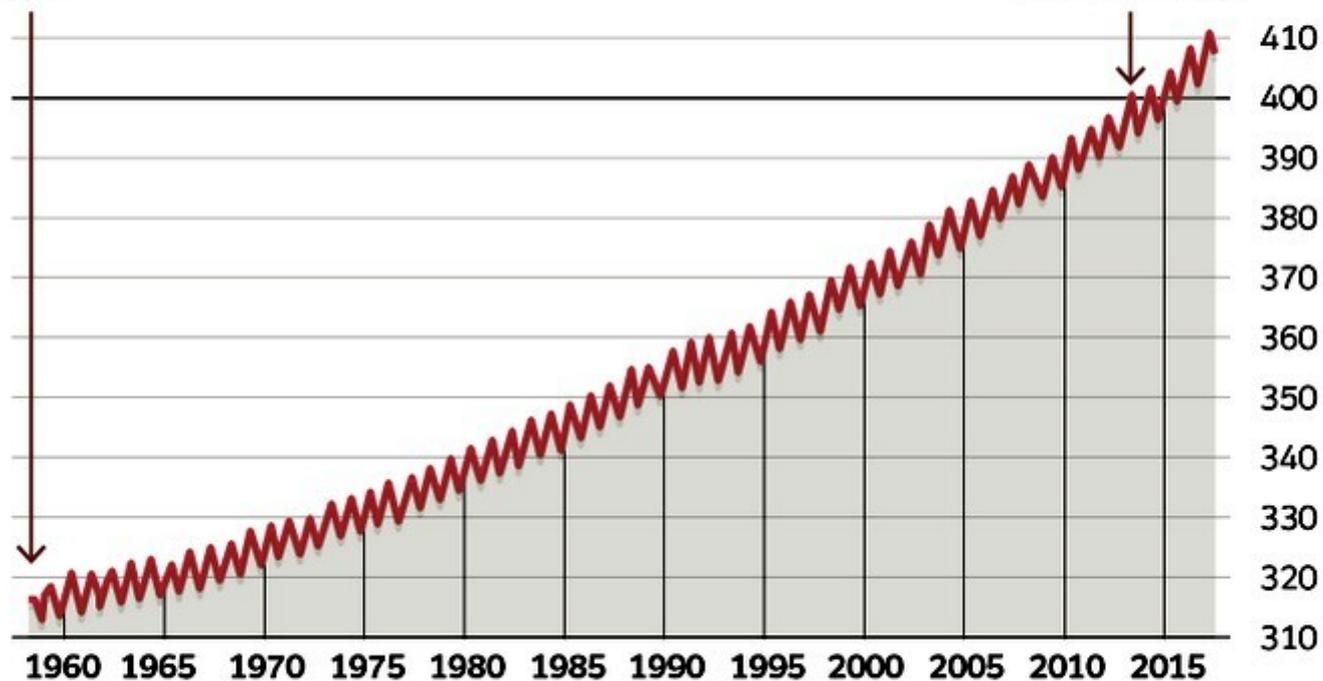
Le emissioni di CO₂

Concentrazione - parti per milione (ppm)

Anni '50

310

ppm



2013

superato il limite di

400

parti per milione

Fonte: Scripps Institution of Oceanography



Tuesday, June 4, 2019

Carbon dioxide levels hit record peak in May

Monthly average surpassed 414 parts per million at Mauna Loa observatory

Atmospheric carbon dioxide continued its rapid rise in 2019, with the average for May peaking at 414.7 parts per million at NOAA's Mauna Loa Atmospheric Baseline Observatory, scientists from NOAA and [Scripps Institution of Oceanography](#) at the University of California San Diego announced today.

This is the [highest seasonal peak recorded in 61 years of observations](#) on top of Hawaii's largest volcano, and the seventh consecutive year of steep global increases in concentrations of carbon dioxide, or CO₂. The 2019 peak value was 3.5 parts per million (ppm) higher than the 411.2 ppm peak reached in May 2018; it represents the second-highest annual jump on record. The May monthly average measured by Scripps' instruments was 414.8 ppm, also 3.5 ppm higher than Scripps' May 2018 average.

Esperto artico russo: la condizione del permafrost è critica



L'allarme: "Si scioglie ovunque in Yakutia, rischia di sparire in 10 anni". Con gravi problemi per l'ambiente



ALPI COZIE E GLOBAL WARMING



Clima, Monviso a rischio frane: «Si sta degradando il permafrost»



Questa la diagnosi dei geologi di Arpa (Agenzia regionale per la protezione ambientale) dopo il sopralluogo effettuato a seguito del crollo avvenuto il 26 dicembre



di **Floriana Rullo**



Le **Newsletter** del Corriere, ogni giorno un nuovo appuntamento con l'informazione

Riceverai direttamente via mail la selezione delle notizie più importanti scelte dalle nostre redazioni.

ISCRIVITI

PRENOTA ENTRO IL 27 GENNAIO 2020

	Economy Class a partire da*	Business Class a partire da*
Kuala Lumpur	€539	€1.999
Singapore	€549	€1.899
Mauritius	€629	€2.249

Prenota ora

*Tariffe A/R. Termini e condizioni applicate.

FLY BETTER

Emirates

IL NOSTRO CLIMA

Allarme metano nell'atmosfera

Claudia Grisanti, giornalista

18 giugno 2019 • 15,53



A partire dal 2007 la quantità di metano nell'atmosfera ha cominciato ad aumentare dopo un periodo di relativa stabilità. Nel 2014 c'è stata un'ulteriore accelerazione. [Secondo Science](#), il dato preoccupa perché il metano è un gas serra molto potente. Di conseguenza, la sua maggiore concentrazione è un ostacolo al raggiungimento degli obiettivi dell'[accordo di Parigi](#).

Non ci sono certezze sulle cause dell'aumento del metano nell'atmosfera. Potrebbe essere dovuto allo sviluppo dell'agricoltura e dell'allevamento del bestiame. Un'altra possibilità è il maggiore uso in Asia orientale dei combustibili fossili, in particolare del carbone. Altri fattori che potrebbero influire sulla quantità di metano sono la maggiore frequenza degli incendi e la reazione di alcuni ambienti, come le zone umide, all'aumento delle temperature.

Purtroppo i ricercatori non dispongono dei dati relativi a molte regioni, in particolare quelle tropicali. All'equatore c'è solo una stazione che misura il metano nell'atmosfera. Si trova sull'isola dell'Ascensione, nell'oceano Atlantico meridionale, e potrebbe chiudere presto. Secondo il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (Ippc), per limitare il riscaldamento globale a 1,5 gradi

PUBBLICITÀ

AMNESTY INTERNATIONAL

MINACCIATA PER AVER DIFESO L'AMBIENTE E IL SUO POPOLO

FIRMA ORA

Leggi anche



Gli impegni sui gas

Inquinamento da metano: le vere cifre

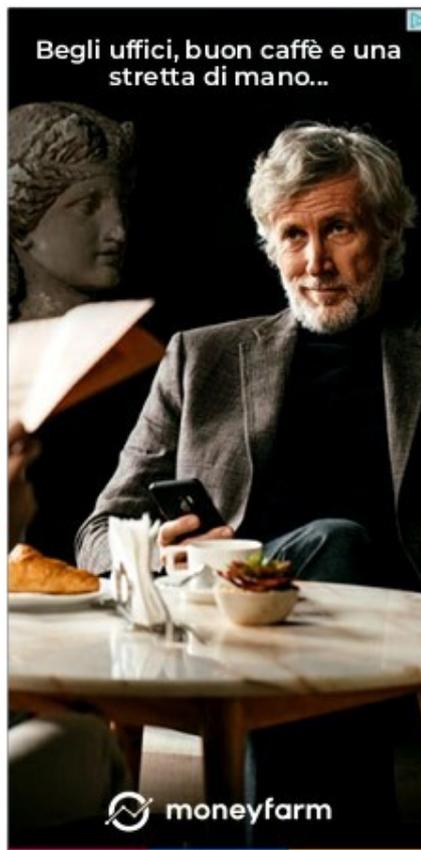
Il metano è uno dei gas serra più potenti e nocivi: un recente studio ha fatto i conti di quanto se ne perde durante i processi estrattivi e quanto costa in termini di impatto ambientale.



Il metano non è così verde come sembra, soprattutto se i processi estrattivi sono fuori controllo. | US BUREAU OF LAND MANAGEMENT



Le previsioni sulle **emissioni di metano** in atmosfera da parte dell'industria dell'energia americana sono clamorosamente sbagliate: per difetto, purtroppo. Il metano è il peggiore tra i gas serra che dovremmo saper controllare: secondo uno studio da poco [pubblicato su Science](#), il settore delle estrazioni ne disperde in atmosfera 13 milioni di tonnellate l'anno, il 60% in più di quelle stimate dall'Agenzia Usa per la Protezione dell'Ambiente. Secondo i ricercatori la maggior parte delle emissioni è causata da perdite negli impianti, macchinari mal funzionanti e altre condizioni operative anomale.



Approfondimenti



05 febbraio 2020



Artico, bolle di metano sotto il permafrost. "I ghiacci si sciolgono e liberano gas"

di MATTEO GRITANI



Venticinque volte più dannoso della CO₂, il potente gas serra è intrappolato sotto i ghiacci del Polo Nord. Solo adesso, a causa del global warming inizia a fuoriuscire. Gli effetti del fenomeno in un nuovo studio su Science Advances

DUE notizie: una buona e una cattiva. Quella cattiva è che circa un terzo del carbonio presente sul Pianeta, intrappolato nel Mar Glaciale Artico sotto forma di metano e CO₂, è sul punto di liberarsi in atmosfera. Il [permafrost si sta sciogliendo](#) sotto l'effetto del riscaldamento globale e di conseguenza il metano intrappolato in bolle al suo interno fuoriesce, accrescendo ulteriormente l'effetto

e ancora rilevante a livello globale: "anche se già considerevoli, questi picchi di emissione rimangono localizzati in zone poco estese, almeno per ora", osserva il professor **Kristian Andersson**, tra gli autori dello studio.

Il futuro non incoraggia

Come noto il metano è uno dei principali contributori al global warming, secondo solo alla CO₂. Potenzialmente si tratta di un gas serra ben 25 volte più efficace dell'anidride carbonica. In poche parole, una molecola di metano trattiene calore e 'genera' riscaldamento globale 25 volte più che una molecola di CO₂. Ad oggi, la concentrazione atmosferica di CO₂ è molto più elevata rispetto a quella di metano (414 parti per milione contro 1870 parti per miliardo), e quindi l'effetto dell'anidride carbonica prevale.

Non sarà così per sempre però. "Non dovremo aspettare 200 o 300 anni per assistere ad un rilascio di metano dal permafrost su larga scala - avverte **Katey Walter Anthony**, biogeochimica dell'Università dell'Alaska, una delle massime esperte al mondo sul tema - già la mia generazione o al limite quella dei miei figli lo conoscerà. Sta già succedendo, ma ad un ritmo non ancora elevato. Il picco avverrà nel giro di pochi decenni". Un altro timido segnale di una Natura affaticata, l'ennesimo.

Rapporto Ipcc: stiamo perdendo i ghiacciai, il mare salirà in modo preoccupante

Tantissime e dettagliate le informazioni dello Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, l'ultimo rapporto dell'Ipcc, il comitato scientifico sul clima dell'Onu, dedicato a oceani e ghiacci e diffuso ieri. Il primo documento approfondito sulla scomparsa dei ghiacciai e sulle mutazioni del mare

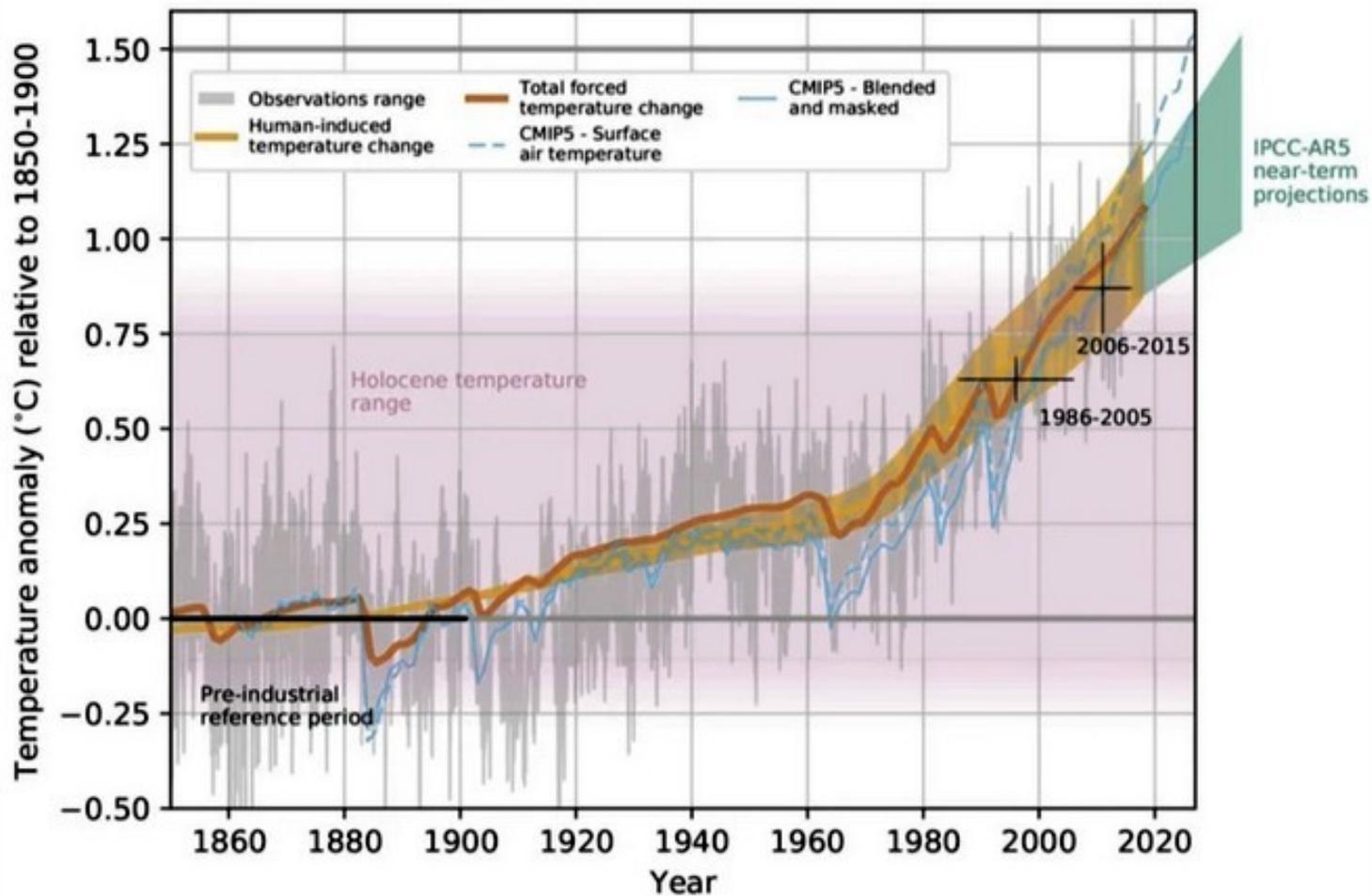


IMMAGINE: IPCC

L'oceano è più caldo, più acido e meno produttivo. Lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte glaciali sta causando l'innalzamento del livello del mare e gli eventi estremi costieri stanno diventando più gravi e frequenti. Le tempeste del secolo saranno un'occorrenza annuale entro il 2050, e causeranno inondazioni e devastazione nelle aree costiere dove sono collocate metà delle megalopoli del mondo e quasi 2 miliardi di persone. Anche se il riscaldamento sarà limitato entro i 2 gradi a livello globale, gli scienziati si aspettano che l'innalzamento del livello del mare causerà danni per diversi miliardi di dollari all'anno e molti milioni di migranti.

Sono tantissime e dettagliate le informazioni che emergono dallo *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, l'ultimo rapporto dell'Ipcc, il comitato scientifico sul clima dell'Onu, dedicato a oceani e ghiacci e diffuso ieri. Dati e informazioni che possono suonare al lettore disattento "solo" come l'ennesima conferma del cambiamento climatico.

In realtà le novecento pagine redatte sulla base di 7000 lavori scientifici di 104 studiosi, provenienti da oltre 30 Paesi, rappresentano il primo documento approfondito sulla scomparsa dei ghiacciai e sulle mutazioni del mare. In queste aree vivono quasi due miliardi di abitanti del pianeta. 670 milioni di persone nelle regioni di alta montagna e 680 milioni nelle zone costiere basse dipendono direttamente da questi sistemi. Quattro milioni di persone vivono permanentemente nella regione artica mentre le piccole isole ospitano 65 milioni di persone.

Questo studio dunque va a disegnare lo scenario geografico ed economico per coloro che vivono in queste aree. E per gli Italiani, con i nostri 9706 chilometri di coste e 907 ghiacciai è importante prestare attenzione, visto che ci riguarda da vicino.

 CRONACA

RICERCA: STUDIO SU NATURE, COSI' L'ALGA DIATOMEA FRENA L'EFFETTO SERRA (4)

(Adnkronos)- Quando la luce e le condizioni nutritive nella parte superiore dell'oceano sono favorevoli, di solito all'inizio della primavera, le diatomee emergono e tendono ad assumere una posizione dominante sul fitoplankton. Quando il cibo è scarso, muiono e affondano, trasportando il loro carico di anidride carbonica in profondità. Bowler e i suoi colleghi stanno tentando anche di capire il ruolo che il ferro ricopre nello sviluppo del *Phaeodactylum*. Il ferro è anche più prezioso dell'azoto nell'oceano e la sua assenza nell'emisfero meridionale è probabilmente una delle più importanti cause della 'desertificazione' degli oceani, ossia della mancanza di piante oceaniche che facciano fotosintesi.

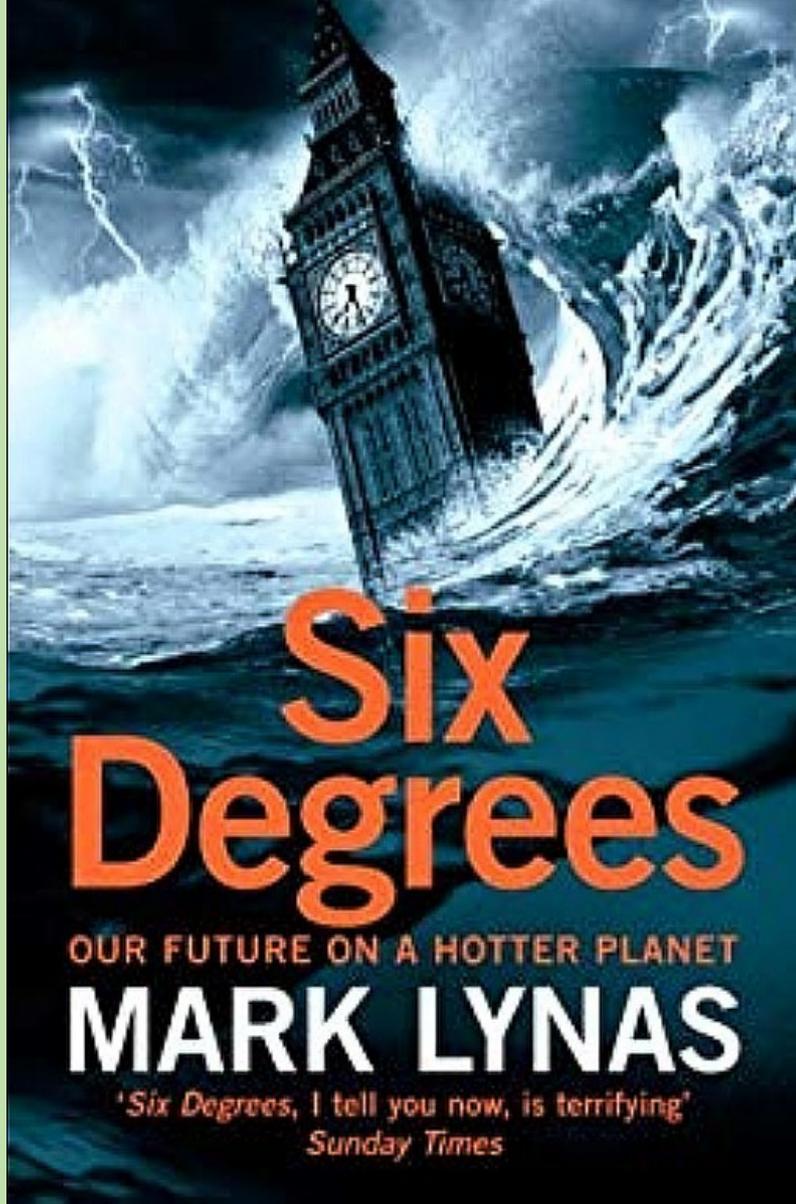
Il gruppo di Bowler ha dimostrato che quando c'è penuria di ferro processi come la fotosintesi e l'assimilazione dell'azoto sono soppressi. Altri studi, che dipingono le diatomee come campioni nella cattura di anidride carbonica, suggeriscono di usare proprio massicce quantità di ferro come fertilizzanti, per provocare una grande diffusione di diatomee.

"Dopo essersi nutrite, alla loro morte le diatomee sprofonderanno sul fondo dell'oceano sotto il peso della loro conchiglia di silicio, che somiglia al vetro, e il carbonio in essa contenuto sarà intrappolato per millenni" dice Bowler, aggiungendo che "il sequestro dell'anidride carbonica, in questo modo, potrà invertire i danni fatti finora dai combustibili fossili". Altri autori della Stazione Zoologica di Napoli coinvolti nello studio sono Angela Falciatore, Sacha Coesel, Manuela Mangogna, Anton Montsant, Magali Siaut e Assaf Vardi.

(Ada/Pn/Adnkronos)

Gli ultimi cinque anni sono stati i più caldi dal 1880, un record registrato dalla Nasa e dalla National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa) negli ultimi 140 anni, cioè da quando si fanno le rilevazioni delle temperature. Nel comunicarlo, le due agenzie rilevano che il 2019 si è piazzato al secondo posto dopo il 2016 per record di temperatura terrestre, confermando il trend del riscaldamento a lungo termine del pianeta.

"Purtroppo ci aspettiamo molti eventi meteo estremi nel 2020 e nelle prossime decadi" afferma il segretario generale dell'Organizzazione meteorologica mondiale (Wmo) che fa capo all'Onu Petteri Taalas rilevando che "con le attuali emissioni di gas serra siamo diretti verso un aumento della temperatura dai 3 ai 5 gradi entro la fine del secolo". La temperatura media globale, aggiunge, "è aumentata di circa 1,1 gradi centigradi dall'era preindustriale e il calore dell'oceano è al livello record".



Six Degrees

OUR FUTURE ON A HOTTER PLANET

MARK LYNAS

'Six Degrees, I tell you now, is terrifying'
Sunday Times

=> **Incremento di cinque gradi dell'atmosfera:**

Il pianeta come lo conosciamo oggi diventerà irriconoscibile: non rimangono lastre di ghiaccio. Non rimangono foreste pluviali.

L'innalzamento dei livelli del mare provocherà inondazioni di massa nell'entroterra che modificheranno completamente la geografia del pianeta. Gli umani si recheranno in aree abitabili sempre più ristrette.

Siccità, inondazioni, temperature più alte di adesso, di 10 °C.

Espansione dei deserti: Sahara, Western Sahel, Etiopia, Kalahari, in Patagonia, in Australia ed il deserto del Gobi.

Si creeranno nuovi deserti in Indonesia, Indocina, Corea, Giappone e Pacifico occidentale e Isole del Pacifico, Europa meridionale, Africa orientale e Madagascar e parti del Cile.

La Russia e il Canada trarranno beneficio da stagioni dove la crescita dei cereali sarà ampliata, ma non saranno in grado di far compensare le perdite di produzione agricola subite altrove.

Vi è il rischio di rilascio di idrati di metano dal fondo dell'oceano, a causa di cambiamenti nelle temperature oceaniche profonde. Ciò aumenterà ulteriormente il rilascio di gas serra ed indurre il cambiamento climatico ben oltre il cosiddetto "punto di non ritorno".

Il rilascio di idrati di metano causeranno smottamenti sottomarini e questo a sua volta causerà tsunami in tutto il pianeta.

Le aree abitabili si restringeranno verso i poli.

Ci sarebbe un totale collasso della civiltà che richiede nuove forme di governance, molto probabilmente non di natura democratica.

Ci sarebbe inevitabilmente una massiccia riduzione della popolazione, abbastanza elevata, forse miliardi di persone moriranno.



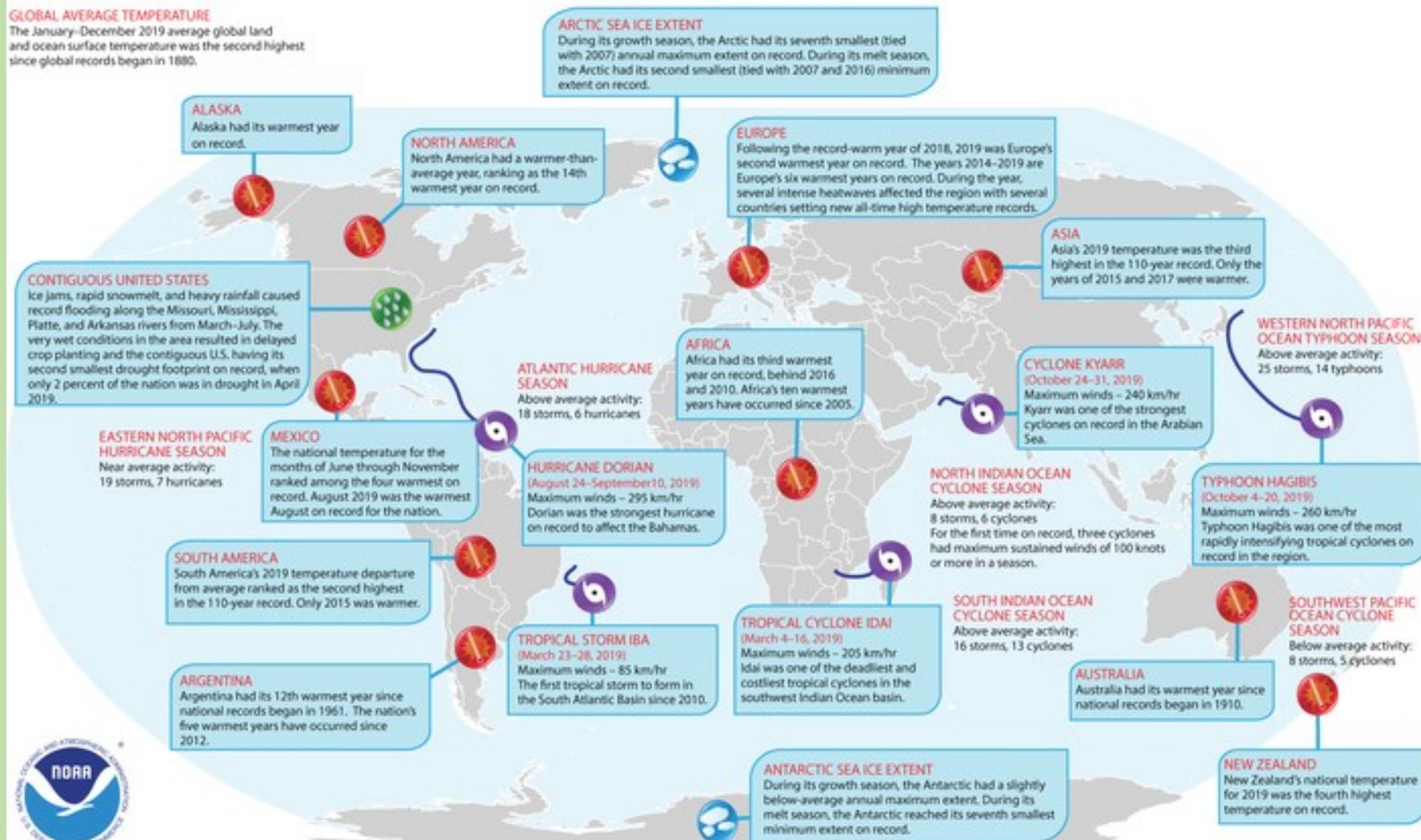




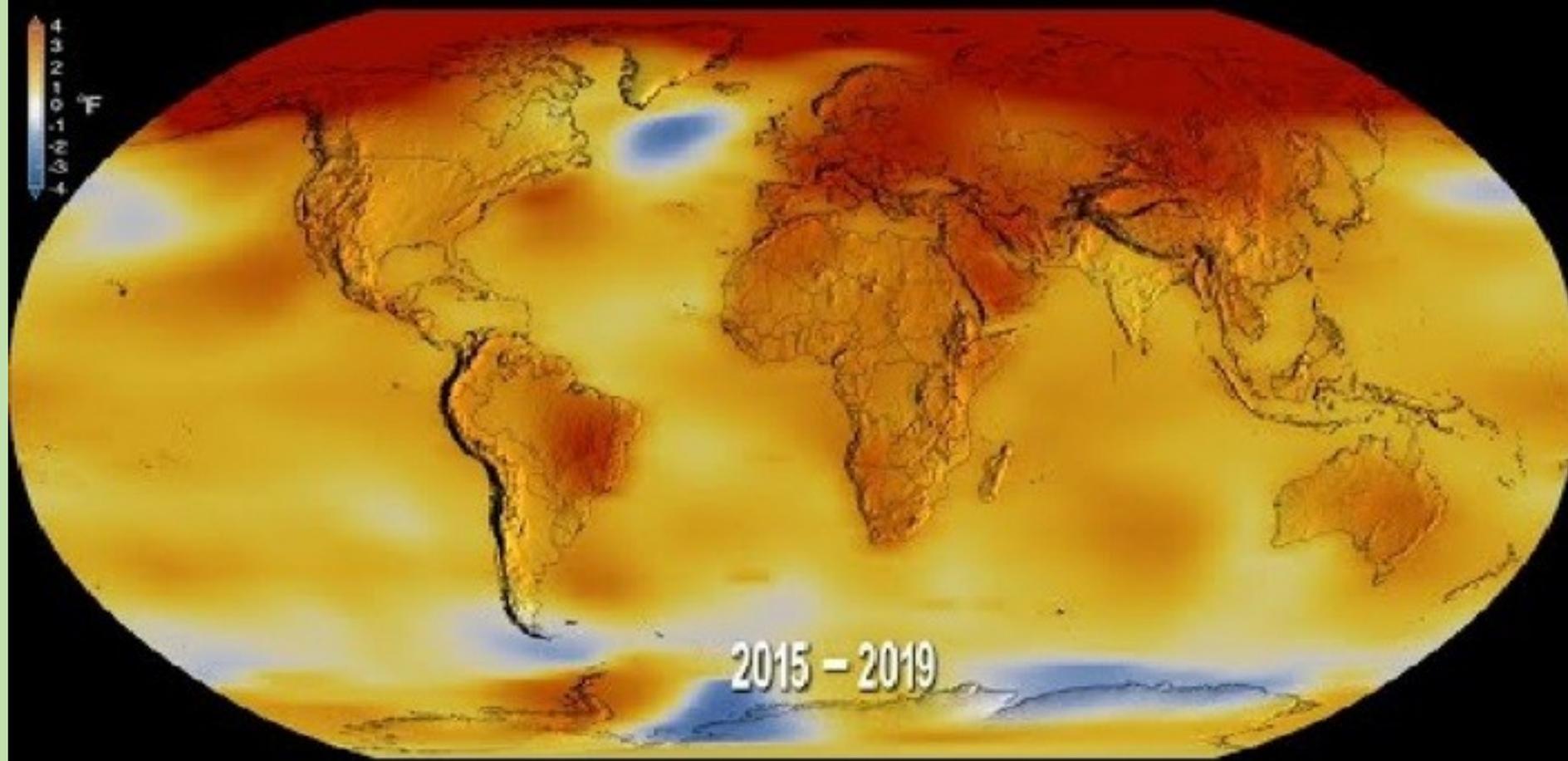
Selected Significant Climate Anomalies and Events in 2019

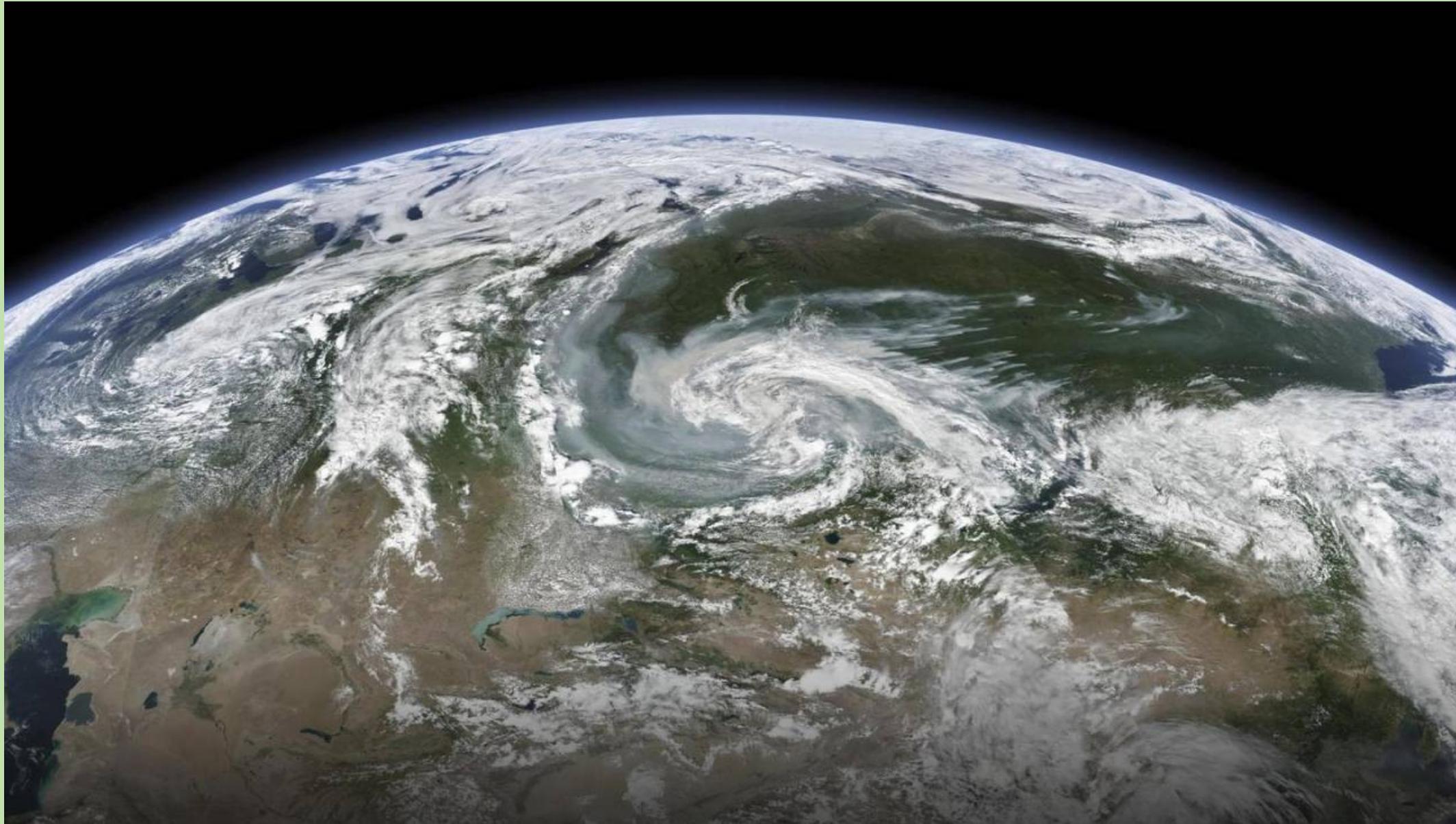
GLOBAL AVERAGE TEMPERATURE

The January–December 2019 average global land and ocean surface temperature was the second highest since global records began in 1880.



Please Note: Material provided in this map was compiled from NOAA's NCEI State of the Climate Reports and the WMO Provisional Status of the Climate in 2019. For more information please visit: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc>







Sunday 31 March 2019

Sunday 29 March 2020



Number of airborne flights in ECAC : 2932

11:20:29

Number of airborne flights in ECAC : 349



[ANSA.it](#) > [Ambiente&Energia](#) > [Clima](#) > Clima, rischio +1 metro livello del mare entro il 2100

Clima, rischio +1 metro livello del mare entro il 2100

Esperti, senza taglio consistente gas serra; +5 metri nel 2300



Redazione ANSA ROMA 08 maggio 2020 13:12



Scrivi alla redazione



Stampa

METEO

Groenlandia, allarme caldo: il ghiaccio si scioglie a tempo di record

MONDO

Sabato 3 Agosto 2019



Se l'intera superficie della **Groenlandia** si sciogliesse, il livello medio del mare salirebbe di oltre 7 metri. Scenari apocalittici a parte, quello che sta accadendo nell'isola dell'Artico è comunque preoccupante: il **caldo** eccezionale di questi giorni sta provocando uno **scioglimento**



record dei suoi **ghiacci**, con un picco di ben 10 miliardi di tonnellate in un solo giorno.



APPROFONDIMENTI



MONDO

Groenlandia, luglio il mese più caldo di sempre. E i ghiacciai...



IL RAPPORTO

L'Onu: «La Terra rischia apartheid climatico,...

[Ghiacci sciolti in Groenlandia, la slitta corre sull'acqua: la foto del cambiamento climatico](#)

A luglio le correnti torride provenienti dall'Africa non hanno risparmiato nemmeno il Nord Europa, tanto che in Belgio la scorsa settimana si sono sfiorati i 42 gradi e la Siberia è stata colpita da vasti incendi. L'ondata di calore ha poi proseguito il suo percorso, picchiando sulla punta più estrema del pianeta, la Groenlandia,









05 febbraio 2020



Artico, bolle di metano sotto il permafrost. "I ghiacci si sciolgono e liberano gas"

di MATTEO GRITANI



Venticinque volte più dannoso della CO₂, il potente gas serra è intrappolato sotto i ghiacci del Polo Nord. Solo adesso, a causa del global warming inizia a fuoriuscire. Gli effetti del fenomeno in un nuovo studio su Science Advances

DUE notizie: una buona e una cattiva. Quella cattiva è che circa un terzo del carbonio presente sul Pianeta, intrappolato nel Mar Glaciale Artico sotto forma di metano e CO₂, è sul punto di liberarsi in atmosfera. Il [permafrost si sta sciogliendo](#) sotto l'effetto del riscaldamento globale e di conseguenza il metano intrappolato in bolle al suo interno fuoriesce, accrescendo ulteriormente l'effetto



In Antartide è caldo record, temperature mai viste prima

Punte di 18,3 gradi. Scienziati temono danni per piante e animali



Redazione ANSA SYDNEY 31 marzo 2020 10:23

Scrivi alla redazione Stampa



informazione pubblicitaria

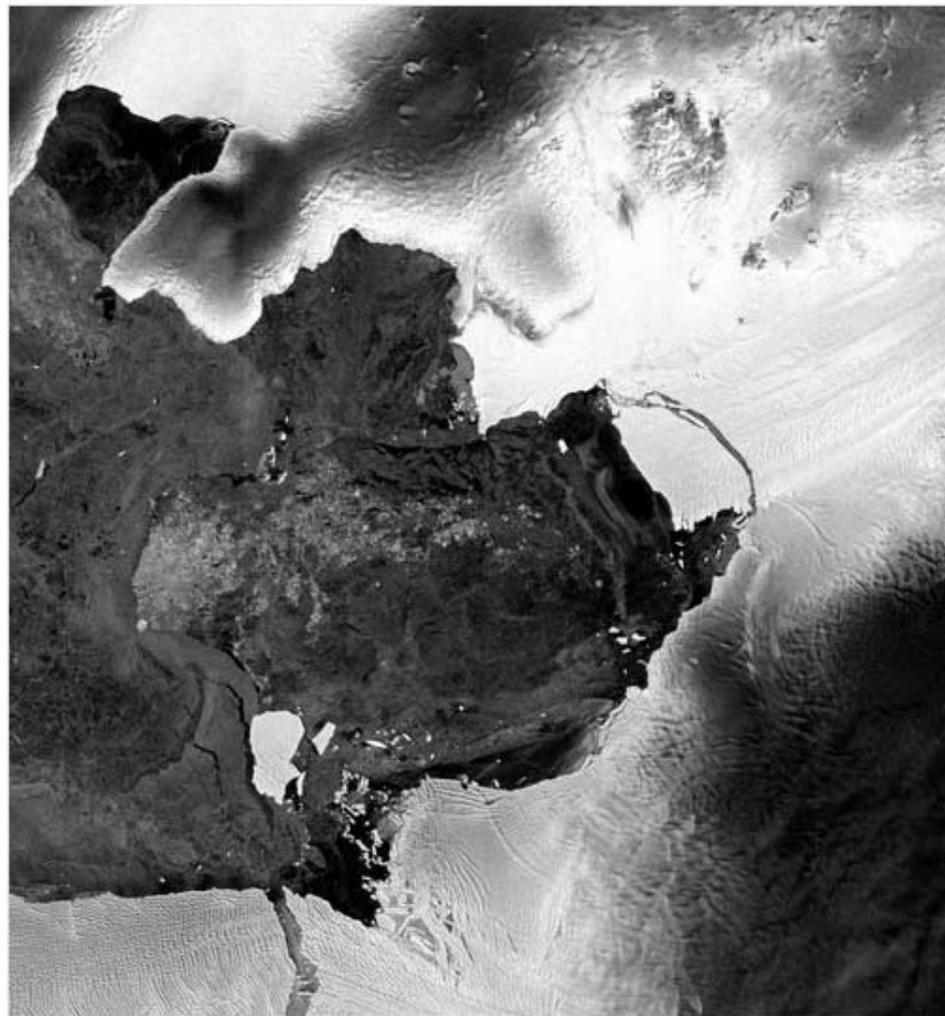
-RIPRODUZIONE RISERVATA

CLICCA PER
INGRANDIRE

(ANSA) - SYDNEY, 31 MAR - E' caldo record in Antartide. Sono state registrate temperature mai viste prima tanto che gli scienziati temono danni a lungo termine per piante, animali ed ecosistemi. Massime e minime estreme sono state rilevate dal 23 al 26 gennaio presso la stazione australiana di ricerca di Casey nell'est dell'Antartide, classificate come un'ondata di calore. La temperatura nell'Antartide settentrionale ha toccato quasi i 18,3 gradi Celsius mentre temperature record sono state riportate anche nella penisola antartica. Le minime alla stazione di Casey erano superiori a zero mentre le massime erano superiori a 7,5 gradi. Il massimo più alto registrato è stato di

DALLA HOME AMBIENTE&ENERGIA

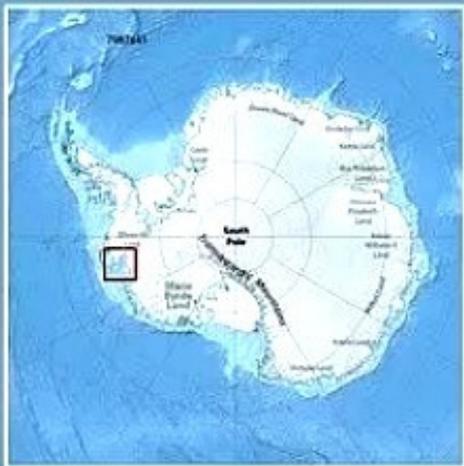
In Antartide è



Nascita di un iceberg - L'immagine, scattata con l'Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) Envisat, mostra la frammentazione di un iceberg gigante dal ghiacciaio della Pine Island Antartide (Esa)

3280 ft

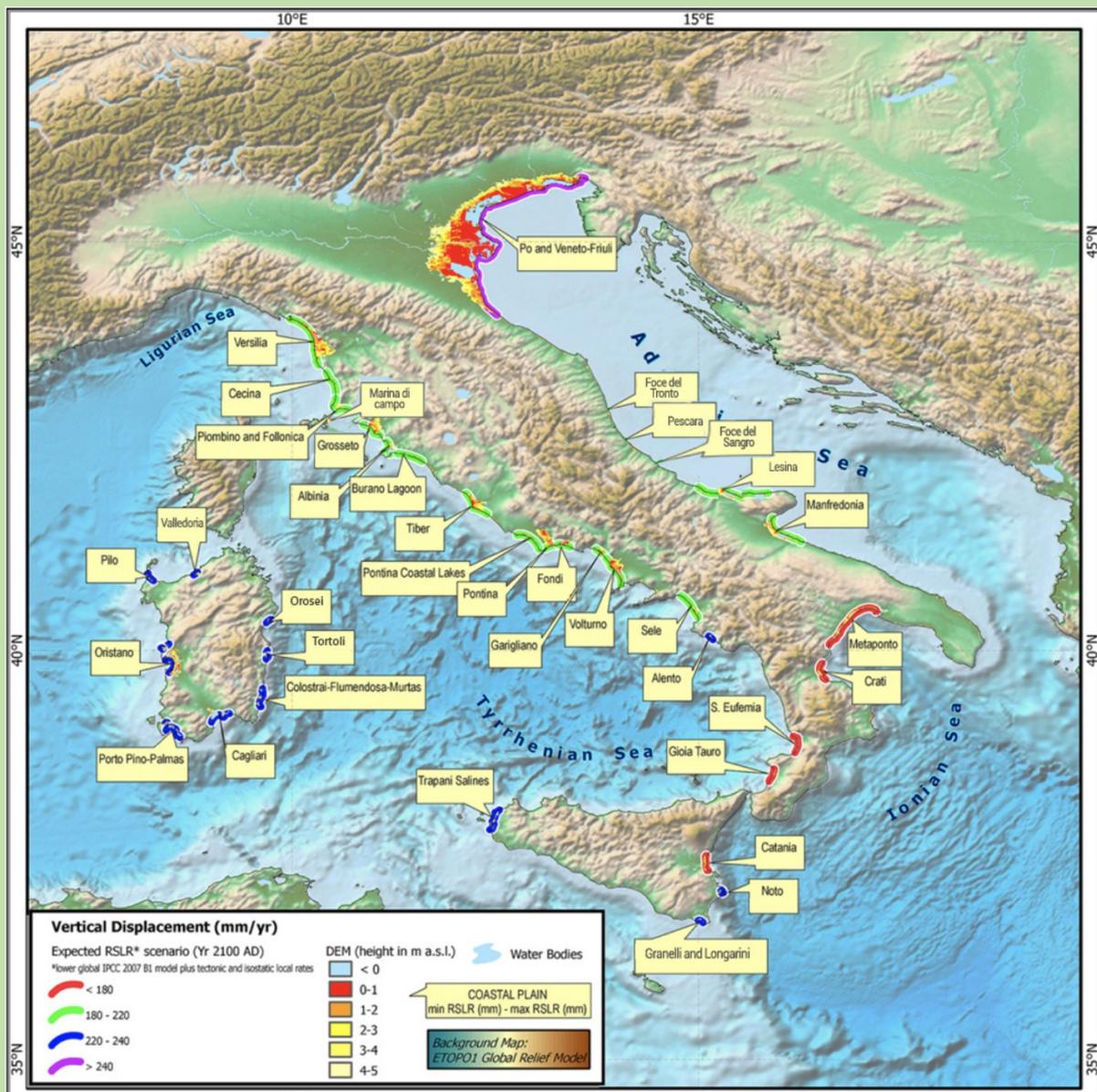
Icebergs



Sif Island

1,240ft across
520ft wide
634,400 sq ft

ANTARCTICA





Climate change

[Indice](#) [multimedia](#)

27 giugno 2019

[Climate change](#)[Inquinamento](#)[Veerabhadran
Ramanthan](#)[Yangyang Xu](#)

Salva



Commenta



SERVIZIO | NUOVO STUDIO AUSTRALIANO



«Così nel 2050 la civiltà umana collasserà per il climate change»

Un'allarmante analisi dei ricercatori del National Center for Climate Restoration australiano delinea uno scenario in cui entro il 2050 il riscaldamento globale supererà i tre gradi centigradi, innescando alterazioni fatali dell'ecosistema globale e colossali migrazioni da almeno un miliardo di persone. Ecco cosa potrebbe avvenire anno dopo anno

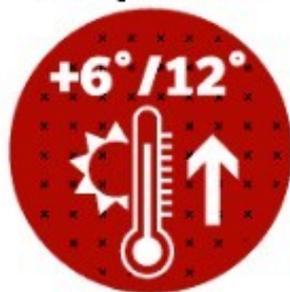
di Enrico Marro



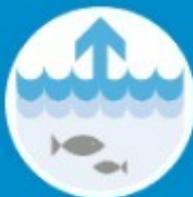
Le previsioni peggiori

Temperature

Entro
il 2100



il ghiaccio si scioglierà



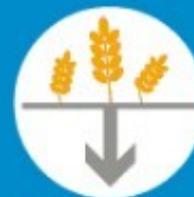
Oceano
+75 metri



Inondazioni per
1/3
delle case



Regioni
desertificate



Diminuzione
della produzione
di cibo

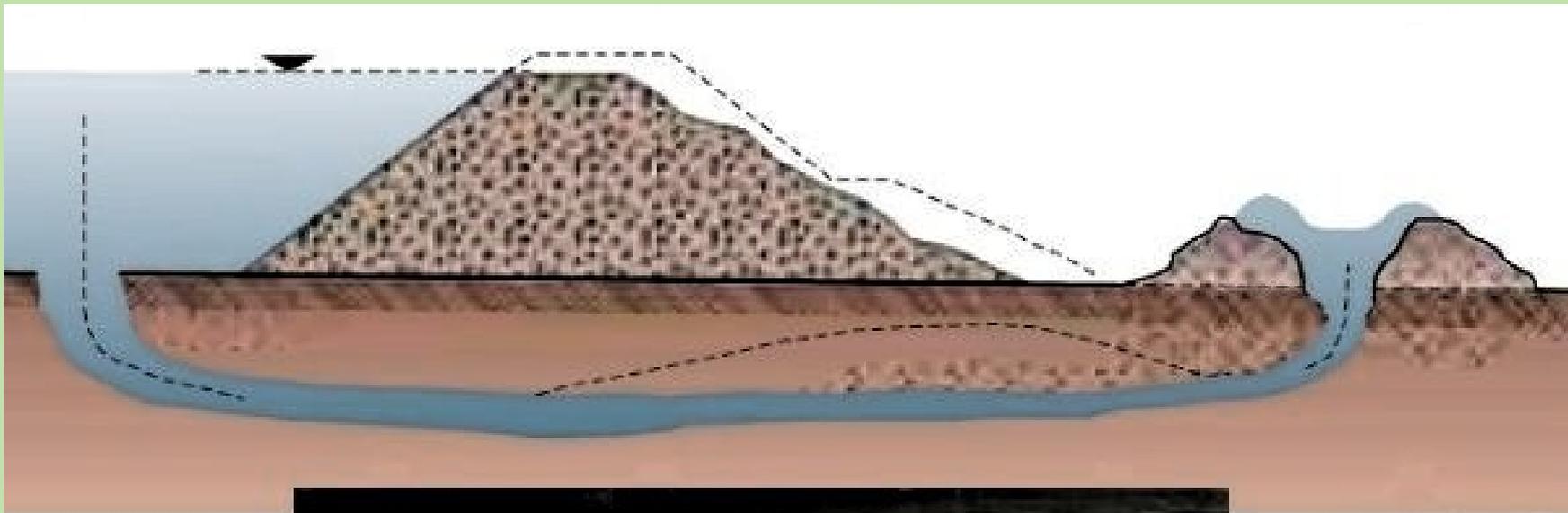
Fonte: IPCC



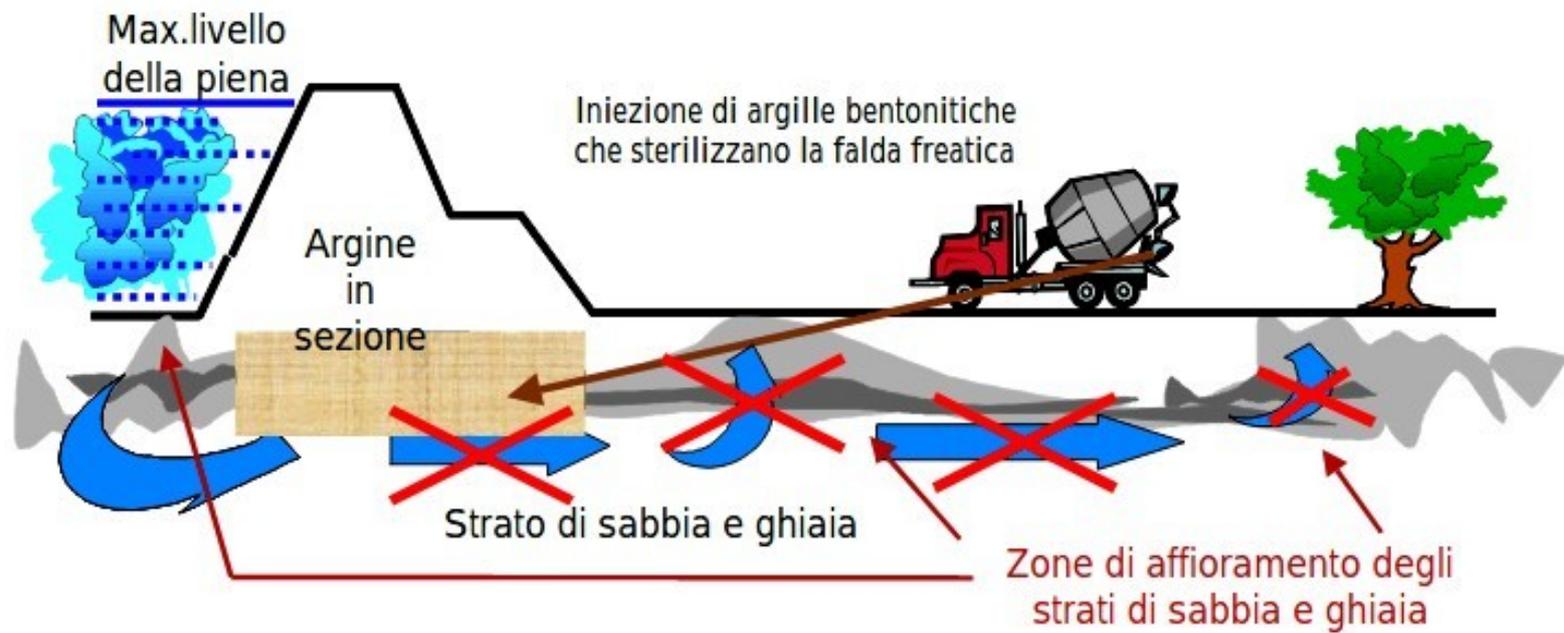




















topnews

torinosette

tuttigusti

tuttolibri

tuttosalute

tuttoscienze

tuttosoldi

ECONOMIA&FINANZA

EDIZIONI LOCALI 

FIRME 

LETTERE&IDEE

PRIMO PIANO

SPORT

TEMPI MODERNI

TOP NEWS / PRIMO PIANO

Il brutto record dell'Antartide: si riscalda 3 volte più in fretta del resto della Terra

La ricerca: intorno al Polo Sud geografico tra 1989 e il 2018 la temperatura è salita di 1,8 gradi. La causa non è solo umana



La temperatura media in Antartide oscilla tra i -60 gradi in inverno e i -20 in estate



CLIMA E CRIOSFERA

Si sciolgono sempre di più i ghiacci in Groenlandia: dall'Artico alle Alpi, la fine di un'era

di **Peppe Aquaro** | 23 mar 2020



CORRIERE TV



Sardegna, tartaruga torna in mare dopo
due mesi di cure

Clima e ambiente

