

MINISTERO DELL'INDUSTRIA E COMMERCIO
SERVIZIO GEOLOGICO

NOTE ILLUSTRATIVE
DELLA
CARTA GEOLOGICA
D'ITALIA

F.° N. 111 LIVORNO

SCALA 1 : 100.000

ALBERTO MALATESTA

NOTA GEOIDROGRAFICA DI ALDO G. SEGRE

ROMA
LARGO S. SUSANNA, 13

INTRODUZIONE

La varietà dei terreni affioranti, unitamente alla vicinanza ad un antico centro di studi naturalistici, fanno sì che i Monti Livornesi abbiano costituito meta di ricerche ed argomento di studio fin dagli inizi degli studi geologici in Toscana. Così ne trattarono il Targioni, il Pilla, il Savi, il Meneghini e, più tardi il Seguenza, il Capellini, il De Stefani e il Lotti, per citare solo i maggiori.

Considerevoli contributi alla geologia del Livornese furono dati assai più di recente dal Cecioni, il Dainelli, il Merla e l'Ugolini.

Rilevamenti parziali della zona rappresentata nel Foglio 111 della Carta d'Italia, comprendente appunto gran parte dei così detti Monti Livornesi, sono stati dati dal Capellini, dall'Ugolini, da Dainelli e Videsott, e da Cecioni e Malatesta.

La prima edizione di questo Foglio della Carta Geologica d'Italia, compilata da Bernardino Lotti in base ai rilevamenti da lui effettuati tra il 1883 e il 1885, era ormai esaurita da decenni, quando mi fu affidato l'incarico di prepararne una seconda. A questo scopo dedicai una campagna di rilevamento nella primavera del 1951 ed esaminai la copiosa bibliografia, sia precedente che successiva al lavoro del Lotti.

Si presenta in banchi che raggiungono anche qualche metro di spessore, alternati con livelletti scistosi. Nel vivo è grigio scuro, ma si ossida all'aria ed appare allora di colore giallo rossastro. Il cemento è formato da calcite e da particelle di quarzo e mica con una piccola quantità di idrossidi di ferro. I granuli cementati sono di quarzo, feldspato e mica, prevalentemente bianca; la calcite del cemento raggiunge percentuali più elevate di quelle generalmente riscontrate nei macigni appenninici.

Qua e là appaiono livelli con ciottolini, di rado superiori ad un centimetro cubo di volume, e costituiti di micascisto, quarzite, steatite e serpentino.

La roccia è attraversata da numerose diaclasi, spesso riempite di cristalli di vari minerali, tra i quali ematite, limonite, baritina, quarzo, dolomite, marcasite, calcite, farmacosiderite e stibina. In superficie sono stati più volte trovati sparsi cristalli di oligisto, ma, poiché vi ho trovato pure frequenti scorie di ferro, penso che gli uni e le altre siano dovuti ad antica metallurgia, probabilmente alimentata con minerale dell'Elba.

L'affioramento si estende per una lunghezza di circa due chilometri e mezzo lungo la costa, dal Rio Maroccone (N) al Castello del Romito (S), con una fascia che presenta la massima larghezza di un chilometro sul Botro di Calignaia ed appare più angusta tra Calafuria e il Boccale, superficialmente nascosta da depositi pleistocenici.

Gli strati sono inclinati ad W dal Rio Maroccone al Castello del Boccale; di qua sino alla torre di Calafuria sono sub-orizzontali, con leggera immersione a N, e finalmente presso il Romito appaiono decisamente inclinati a NE.

Ricostruendo schematicamente una simile struttura si avrebbe una figura simile ad una cupola, per 2/3 tagliata dalla costa.

La potenza, misurata graficamente lungo la sezione del Botro di Calignaia, è di circa 600 metri.

Intercalazioni scistose sono particolarmente evidenti presso l'imboccatura della Galleria del Sassone, lungo la Via Aurelia poco a S del Ponte di Calignaia e in località Sasso Scritto.

Facies conglomeratiche caratterizzano la parte bassa al Ponte del Sassone, sotto il nuovo Ponte di Calignaia e presso il casello ferroviario del Botro di Calafuria; si trovano però anche irregolarmente intercalate in tutta la formazione.

L'affinità chimico-petrografica del macigno di Calafuria con quello di altre località toscane inserisce il problema della datazione di questo affioramento nella più vasta questione dell'età dei macigni dell'Appennino Toscano. Questa età viene attualmente compresa, in senso generale, tra l'Oligocene ed il Miocene. A questa considerazione di carattere regionale si aggiunge la segnalazione di una microfauna che fece attribuire l'affioramento di Calafuria all'Aquitano dal Cecioni e la recentissima scoperta del Tavani di una fauna di lamellibranchi caratteristica dell'Oligocene. La presenza di questa macrofauna conferisce un carattere del tutto particolare alla facies del macigno di Calafuria. Questa fauna, infatti, è la sola nota sinora nel macigno toscano, ed è assai probabile che tale debba rimanere. Considerando infatti l'origine del macigno dovuta a risedimentazione di materiale da torbide, è difficile conciliare con un simile ambiente la possibilità di vita di organismi bentonici.

Se a questi dati di fatto aggiungiamo la più alta percentuale di calcite, già accennata, e la assoluta mancanza di fenomeni di *flowage* e di *sliding*, dobbiamo concludere che il macigno di Calafuria si è formato in condizioni diverse da quelle che appaiono costantemente nelle altre zone: è, cioè, dovuto a normale processo di sedimentazione in ambiente litorale.

Mancano elementi per definire se si tratti di un affioramento di autoctono o di lembo sradicato; tuttavia la considerevole regolarità della struttura e del contorno hanno fatto preferire la prima ipotesi.

COLTRE OFIOLITICA

I 9/10 della massa dei Monti Livornesi sono costituiti da un complesso eterogeneo e disordinato di rocce sedimentarie più o meno metamorfosate, che inglobano ammassi di quelle rocce verdi, note col nome di « ofioliti ».

Fondamentalmente questa complicata formazione consiste in una serie argilloscistosa con intercalazioni calcaree, inglobante rocce eterogenee in lembi, la posizione e natura dei quali non sembrano legate ai normali principi di successione e di variazione laterale. E' questo complesso che ha ricevuto i nomi di « formazione ofiolitica » o « ofiolitifera », « flysch », « coltre alloctona » e finalmente « argille scagliose ».

Serie argilloscistosa (G^a). Tipicamente è costituita dai galestri, che si presentano di colori straordinariamente vari, da un bronzo scuro, all'ocraceo e al giallastro, dal bruno all'olivastro, e perfino rosso.

Assai fragili e friabili, talvolta presentano una sfaldabilità a scaglie, più spesso la frattura avviene secondo superfici oblique, che producono schegge poliedriche appuntite e taglienti.

In mezzo ad essi si osservano frequenti intercalazioni ed alternanze di un calcare marnoso detto « palombino » o « colombino », che non è che una varietà di calcare marnoso più largamente diffuso nei Monti Livornesi e noto come « alberese ». Questo calcare si presenta compatto e spesso con frattura concoide, intersecato da vene di calcite; è di colore grigio, talvolta biancastro o roseo, più o meno scuro, fin quasi nero per sostanze bituminose. I tipi più scuri e ruvidi, perchè più cristallini, sono stati denominati « porcino »; ma questa distinzione non ha alcun valore stratigrafico.

I livelli di alberese variano di spessore da qualche centimetro fino a un metro. In seno ai galestri i banchi calcarei appaiono discontinui, frammentari. Quando sono frequenti la loro maggiore compattezza mette in evidenza l'andamento straordinariamente complesso delle pieghe, altrimenti difficilmente riconoscibili nei galestri. Generalmente nelle pieghe i banchi appaiono

spezzati, sì che deve immaginarsi che abbiano subito ulteriori spostamenti quando il loro processo diagenetico era già compiuto.

In qualche caso si può osservare addirittura il galestro iniettato entro diaclasi dell'alberese. Il Cecioni ha segnalato la presenza di *Calpionella* nell'alberese dei Monti Livornesi.

Per quanto, come è stato detto, gli strati appaiono frammentari, in condizioni particolarmente favorevoli si possono ricomporre i frammenti dello stesso strato per diverse decine di metri: per esempio tra il Fortullino e S. Quirico e presso la strada tra Quercianella e Nibbiaia.

Scaglie di alberese (A¹). A parte quelle intercalazioni limitate, l'alberese compare in grandi placche alla Poggia, a M. Rotondo, a M. Burrone e a M. Nero. Questi affioramenti presentano struttura disarmonica e non sembrano collegabili; appare perciò giustificato interpretarli come « scaglie ». Ne sono state distinte quattro, ma non è improbabile che qualcuna delle maggiori possa risultare multipla. Le uniche tracce organiche macroscopicamente riconoscibili in queste rocce sono fucoidi e elmintoidee.

Arenarie tipo « pietra forte » (pf). Sulla strada che dal Santuario di M. Nero conduce al Castellaccio e di là lungo il pendio che scende verso l'alto Rio Maroccone compaiono banchi di una arenaria quarzosa e assai compatta. Una roccia simile è nel valone sotto la strada tra il Gabbro e Nibbiaia e in lembi minori sulla strada della Valle Benedetta. Non sono state trovate ammoniti né altri fossili che permettano un riferimento cronologico sicuro, e, solo per affinità litologica e ipoteticamente, questi lembi sono stati riferiti alla pietra forte.

Diaspri e ftaniti (Dp). Largamente diffusi nei Monti Livornesi specialmente nella facies rossa di radiolarite, che ha trovato espressione anche nel toponimo « Sasso Rosso » (presso Montenero). I più vasti affioramenti sono al Romito, a S. Quirico e alla Valle Benedetta. E' del Romito la fauna di Radiolari studiati dal Pantanelli e riferibile al Giura. Sono note da tempo le concentrazioni manganesifere nei diaspri di Valle Benedetta.

Una curiosità mineralogica ormai quasi introvabile sono i cristalli di rame nativo nei diaspri di Popogna, dei quali scrisse l'Ugolini. Spesso si può osservare un passaggio graduale dai diaspri a scisti galestrini ed a galestri. Diaspri e ftaniti accompagnano abitualmente gli ammassi di rocce verdi.

Rocce verdi. *Serpentini* (σ), *gabbri* (ϵ) e *diabasi* (δ), compresi dagli antichi Autori nella classica denominazione di « rocce ofiolitiche » costituiscono l'elemento più diffuso e più caratteristico dell'affioramento argilloscistoso detto appunto « coltre ofiolitica ». Nei Monti Livornesi compaiono in vasti ammassi e formano interi rilievi: ne sono formati Poggio Corbolone, Monte Maggiore, Poggio Ginepraia e Montauto, Monte Carvoli, Poggio S. Quirico e Monte Pelato.

L'affioramento che segue la costa dal Fortullino a Castiglioncello si è dimostrato assai meno esteso all'interno di quanto non apparisse sulla carta del Lotti. Lembi minori fino a blocchi di pochi metri cubi di volume affiorano qua e là nei colli galestrini ammantati di folta vegetazione; non è sempre possibile determinarne i limiti e alcuni sono così piccoli che sulla carta si è dovuto esagerarne le proporzioni. Prevalgono di gran lunga i serpentini dei quali sono frequenti alterazioni in steatite, talco e amianto, industrialmente sfruttate al Poggio Corbolone, a Popogna e altrove.

Un tempo furono celebri i giacimenti di magnesite dei dintorni di Castiglioncello, anch'essi prodotto d'alterazione delle rocce verdi.

Il gabbro o eufotide (ϵ) si presenta assai sviluppato nella zona del Romito, lungo il Rio Maroccone, nella zona di Poggio Caprone e in quella di Monte Maggiore.

Di diabase (δ) esistono solo limitati affioramenti tra i quali ricordo quelli di Popogna, quelli della strada di Valle Benedetta, quello sul versante S-E di Poggio Corbolone e quello di Castelnuovo Misericordia. Assai comuni sono le oficalci al margine degli ammassi serpentinosi.

Circa l'età relativa delle ofioliti e dell'alberese è interessante constatare col Cecioni a Popogna e altrove la presenza di blocchi

di alberese inglobati nell'eufotide e filoni di eufotide iniettati nell'alberese.

Lungo la valle del Maroccone e della Morra compaiono persino dei veri conglomerati ad elementi calcarei cementati da ganga ofiolitica.

Nello sviluppo e nella posizione dei vari affioramenti è riconoscibile un certo allineamento parallelo alla costa e cioè da N-NO a S-SE.

La quasi costante associazione nei Monti Livornesi delle Ofioliti con affioramenti di diaspri è un fatto ormai ben noto.

Granito (γ). Il granito compare in qualche spuntone semina-scosto dalla folta « macchia mediterranea » lungo la cresta del Poggio Caprone. I lembi di roccia viva sono assai rari e l'estensione degli affioramenti è più che altro indicata da un sabbione biancastro dovuto alla disgregazione delle rocce. Pertanto le placche presentate sulla carta hanno solo valore indicativo. La composizione chimica della roccia e il suo intimo contatto con rocce ofiolitiche costituiscono casi particolari che fanno apparire questo granito diverso dalle altre masse granitiche della coltre ofiolitica toscana. E' interessante a questo proposito lo studio del Pieruccini che mettendo in evidenza rapporti di affinità chimiche tra i vari tipi di rocce magmatiche presenti a Poggio Caprone, lascia intravedere possibili legami di parentela tra i termini ofiolitici e il granito.

a) *Tortoniano* (m^t). Sedimenti del Miocene cingono di una fascia continua il versante orientale dei Monti Livornesi e appaiono pure sul versante tirrenico in vari lembi separati. La situazione intravalliva di questi lembi occidentali è indizio dell'antico impianto della idrografia di questi rilievi. Dopo un periodo di emersione, durante il quale la coltre ofiolitica fu smantellata e incisa, il mare tortoniano invase di nuovo questa regione circondando completamente i Monti Livornesi ridotti ad una serie di isolotti.

La serie miocenica si inizia con conglomerati di rocce ofiolitiche e d'alberese, sviluppati specialmente lungo il versante orientale e visibili, per esempio, lungo il Torrente Morra, lungo il Rio Nugola e all'Acqua Viva. Sul versante occidentale al Gorgo della Chioma i conglomerati sono alternati con argille lignitifere; a Popogna, alla base compaiono solo le argille lignitifere. Seguono calcari marnosi teneri di colore chiaro, noti come « calcare di Rosignano » dal paese presso il quale sono più largamente sviluppati e cavati. Assai spesso assumono la facies di calcari madreporici di cui il classico esempio è quello di Popogna, con *Porites* e *Siderastraea*. A Cordecimo, sulla Morra e al Rio Loti poggiano sul conglomerato, ma generalmente sono impiantati direttamente sulle rocce della coltre ofiolitica.

Il calcare di Rosignano è assai diffuso sul versante orientale e si può ben osservare da Colognole alle Parrane. Contiene una ricca fauna di molluschi, echinidi e crostacei studiata dal Fuchs, dal Manzoni, dal Capellini e dal Trentanove. Il fossile più frequente è *Pecten aduncus*, caratteristico del Tortoniano.

b) *Sarmaziano* (m^s). A nord di Parrana S. Giusto e presso l'Acqua Viva sopra il tipico calcare di Rosignano compare un calcare di tipo travertinoso, affatto sterile. Corrisponde al « calcare solfifero » della serie sarmaziana sicula.

Più generalmente sopra al calcare di Rosignano seguono argille o marne fogliettate, molasse e gessi spesso ripetutamente alternati.

Queste formazioni si possono seguire dal lato occidentale specialmente a Popogna, sul Botro Rosso e lungo il Rio Maggiore all'Osteria di Valle Benedetta. All'Uliveto e al Limone compaiono marne scistose e molasse. Sul versante orientale una serie alternata di argille a *Melanopsis* e gesso è tagliata dall'alto corso del Torrente Morra, sotto Colognole (1). Tra Parrana S. Giusto e Parrana S. Martino si hanno banchi di gesso, argille con noduli di alabastro e molasse.

Sotto Poggio Corbolone sabbie, molasse e gesso in alternanza, poggiano direttamente sulle serpentine (2).

Le marne fogliettate all'Osteria di Valle Benedetta e vere diatomiti a Pane e Vino, presso il Gabbro, contengono una ricca flora ed impronte di insetti, onde dobbiamo concludere che, dal Tortoniano alla fine del Sarmaziano, la facies variò con mancata tendenza all'emersione.

Il confine tra Tortoniano e Sarmaziano è del tutto artificiale, perchè il passaggio tra condizioni di ambiente marino e quelle di ambiente lagunare o lacustre si è svolto gradualmente e in modo ineguale.

(1) La serie appare qui come segue, dal basso:

- a) basamento di rocce ofiolitiche;
- b) calcare a *Pecten aduncus*;
- c) conglomerato di rocce ofiolitiche;
- d) alternanza di argille e livelli di gesso da pochi centimetri a qualche metro, terminante con banco di argilla;
- e) molasse ed argille alternate;
- f) argille gessose;
- g) argille grigie con modelli limonitizzati di bivalvi, passanti a tipiche marne azzurre del Piacenziano.

Per gli affioramenti di Popogna, della Chioma e del Gabbro, vedi sezioni di dettaglio in Capellini, de Bosniaski e Lotti.

(2) Lungo il Rio Nugola appare la serie seguente, dal basso:

- a) basamento ofiolitico;
- b) conglomerato di rocce ofiolitiche;
- c) argille gessose;
- d) marne azzurre piacentiane.

a) *Piacenziano* (p^{**}). Le argille azzurre del Piacenziano, specialmente sviluppate ad oriente, oltre il confine del foglio rilevato, e contenenti le ricche e famose faune di molluschi di Orciano, Fauglia, Santa Luce ecc., seguono generalmente con continuità di sedimentazione la serie tortoniano-sarmaziana. Un limite netto tra Sarmaziano e Piacenziano non è sempre facilmente riconoscibile sul terreno. Del resto i sedimenti del Pliocene appaiono talvolta direttamente poggianti su alberese e galestro; ciò è visibile, per esempio, nella zona del Cisternino, dove argille piacentiane riposano indifferentemente sulle arenarie del Sarmaziano o sull'alberese.

Per queste ragioni e per il contrasto tra la facies del Sarmaziano e quella di mare abbastanza profondo, del Piacenziano, si deve immaginare che, almeno al margine del bacino, il mare che deponesse le argille piacentiane abbia in parte eroso i depositi lacustri e salmastri del Sarmaziano. Questa condizione si è voluto esprimere nella sezione unita alla carta, mentre sulla colonna stratigrafica è stata messa in evidenza la continuità stratigrafica a partire dal Tortoniano fino al Calabriano, escluso. Del resto sul versante orientale dei Monti Livornesi si osservano sensibili disordinanze angolari tra Sarmaziano e Pliocene.

Sulla pianura costiera di Livorno argille del Pliocene affiorano solo alle fornaci Anelli, sulla Cigna. Compaiono invece in tutte le trivellazioni.

b) *Astiano*. Facies sabbiose (p^{*}) e calcaree (p^{*}) seguono in successione regolare le argille azzurre al margine settentrionale della zona rilevata, tra i villaggi di Nugola e Guastisce. Contengono una fauna non molto varia ma con forme ancora caratteristiche del Pliocene.

Conglomerati fluviali antichi (q^{*}). Grandi ammassi di ciottolame incoerente o poco cementato, formato da quaziti, euriti e anageniti del Verrucano dei Monti Pisani, costituiscono un antico terrazzo fluviale, che poggia indifferentemente sulle argille e sulle sabbie del Pliocene. Questo terrazzo segue il margine settentrionale dei Monti Livornesi ed è allineato in corrispondenza del vallone sottomarino messo in evidenza dalla batimetria, presso a poco di fronte al Calambrone. Corrisponde probabilmente ad un antico corso dell'Arno ed è stato attribuito al Villafranchiano.

Depositi marini, eolici e lacustri. La pianura costiera di Livorno è formata da sedimenti depositi durante le trasgressioni quaternarie, coperti da un velo detritico-eluviale. I pozzi ed i sondaggi mettono in evidenza tutta una serie di depositi con faune calabriane e siciliane. In superficie il Calabriano (q^{*}) appare nella zona di Castiglioncello.

Panchine (q^{*}) e sabbie concrezionate con fauna a *Strombus* affiorano praticamente lungo tutta la costa da Livorno a Rosignano. Generalmente sono seguite da arenarie a stratificazione incrociata, di origine eolica; talvolta sono alternate con livelli di argilla lacustre con fauna e flora glaciali (q^{*}) (1).

Il deposito travertinoso del Pio Fortullino, inciso e sospeso rispetto al fondovalle attuale, si è depositato in corrispondenza di un livello di base più elevato.

Olocene. - Le argille che alimentano le fornaci di laterizzi di Salviano, indicate come Piacenziano nella prima edizione, contengono fauna di polmonati di tipo attuale e pertanto sono state poste nell'Olocene (a^{*}).

(1) Dettagli sulle formazioni quaternarie possono trovarsi nei lavori dello scrivente indicati in bibliografia.

L'unica differenza sensibile apportata nella carta geologica della Gorgona, rispetto a quella del Lotti, sta nell'aver riunito micascisti e calcescisti. Infatti ho potuto constatare che le lenti di calcare grigio cristallino, se pure più frequenti e vistose dal lato sud-occidentale dell'Isola, sono diffuse in tutta la serie dei micascisti. Alcune piccole cave di calcare erano aperte al tempo della mia visita nel valloncetto poco sopra i caseggiati della Colonia Penale.

CENNO DI GEOLOGIA APPLICATA

Materiali utili del macigno e della coltre ofiolitica. - Buon materiale da costruzione è da tempo ricavato dal macigno di Calafuria. Attualmente le cave principali sono lungo il Botro di Calignaia.

Le quattro grandi placche di alberese vengono intensamente sfruttate per alimentare fornaci, che producono ottima calce. Il versante occidentale del M. Burrone, in particolare, sta cambiando rapidamente aspetto per l'enorme squarcio prodotto dalle cave, che sono in attività da oltre un cinquantennio.

Talco e steatite vengono cavati con profitto dalle ofioliti, specialmente a poggio Corbolone e a Popogna. Un tempo fu sfruttato in miniera un giacimento di calcopirite al contatto tra ofioliti e galestri con alberese intercalato, sul Torrente Rogiolo, presso Quercianella; ma è ormai abbandonato da anni. Di più recente abbandono sono i giacimenti di magnesite, già accennati, dei dintorni di Monte Pelato, che furono celebri per l'alta produzione di minerale.

Materiali utili dei terrenigeogenici e quaternari. - Il calcare tortoniano come pietra da costruzione è limitato ad un impiego strettamente locale. Il lembo detto Monte Tignoso, presso Ardenza di Terra, in cui si apriva la famosa Grotta delle Fate, ricca di importanti resti paleontologici e paleontologici, è stato quasi completamente spianato dai lavori di cava, nel secolo scorso.

Cave di gesso vengono qua e là aperte nella formazione sarmaziana, ma si tratta di attività temporanee e locali.

Argille da laterizi vengono cavate oltre che ovunque affiori il Piacentino, dai depositi palustri recenti di Salviano e delle Gore di Casa Corridi.

Sorgenti minerali.

Tra le sorgenti minerali, ben note sono quelle cloro-salso-iodiche del Corallo, che scaturiscono dai terreni quaternari, nella città stessa di Livorno.

Dalla serie gessoso-solfifera sgorga la sorgente solforosa della Puzzolente, presso il Lamone. La sorgente silico-ferrifera degli Occhibolleri, sul Rio Fortullino tra Quercianella e Castiglioncello, studiata dal Pieruccini, scaturisce dalla coltre ofiolitica.

Una nuova sorgente minerale con lieve termalità è stata osservata presso le sorgenti del Rio Sanguigna, nei dintorni del Gabbro.

BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

- BACCI G., MALATESTA A. e TONGIORGI E.: *Di una formazione glaciale Rissiana riscontrata a Livorno*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., XLVIII, 5, Pisa, 1939.
- BONATTI S.: *I graniti della formazione ofiolitica appennina*. Boll. R. Uff. Geol. It., LVIII, Roma, 1933.
- CAPELLINI G.: *Calcare ad Amphistegina, strati a Congerie e Calcare di Leitha dei Monti Livornesi*. Rend. Acc. Sc. Ist. Bologna, 1875.
- *Il calcare di Leitha il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei Monti di Livorno, di Castellina Marittima, di Miemo e di Monte Catini*. R. Acc. Lin. Mem. Cl. Sc. F. Mat. Nat., II, Roma, 1878.
- *Le filliti dei tripoli schistosi del Gabbro nei Monti Livornesi*. R. Acc. Sc. Ist. di Bologna, Rend. 1880-81.
- *Gli strati a Congerie o la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno*. R. Acc. Lin. Ser. 3, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., V, Roma, 1880.
- CECIONI G.: *L'ordine tettonico dei monti di Livorno*. Atti Soc. Tosc. Nat., Proc. Verb., XLVIII, 1939.
- *Eocene di copertura di Rovereto e complesso IV di Beneo e Trevison*. Soc. It. Sc. Nat. « Natura », XL, 1949.
- e MALATESTA A.: *Le valli del Torrente Chioma e del Rio Popogna nei Monti Livornesi*. Riv. di Sc. Nat. « Natura », XXXI, Milano, 1940.
- DAINELLI G. e VIDESOTT P.: *Il mare pliocenico nella Toscana settentrionale. I Monti Livornesi*. Mem. Geol. e Geograf. di G. Dainelli, I, Firenze, 1929-30.
- DE AMICIS G.: *Il calcare ad Amphistegina nella provincia di Pisa e i suoi fossili*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. VII, 1885.
- DE BOSNIASKI S.: *Ricerche e studi sui fossili degli scisti miocenici del Gabbro*. Soc. Sc. Nat., maggio 1878.
- *La formazione gessoso-solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 1880.
- D'ERASMO G.: *L'ittiofauna fossile del Gabbro*. R. Acc. Sc. Fis. Mat. di Napoli, num. XVIII, ser. II, 6, 1930.
- DE STEFANI C.: *Sunto geologico dei Monti Livornesi*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., XXVII, 1911.
- FUCHS: *Relazione di un viaggio geologico in Italia*. Boll. R. Com. Geol. Ital., V, Roma, 1874.
- LOTTI B.: *Geologia della Toscana*. Mem. descr. della Carta Geol. d'Italia, XIII, 1910.
- MALATESTA A.: *L'industria musteriana di Livorno*. S.I.P.S., XXVIII Riunione, Relazioni, IV, Roma, 1940.
- *Le formazioni pleistoceniche del Livornese*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., LI, Pisa, 1942.
- *Il Calabriano tra Castiglioncello e Rosignano (Livorno)*. Boll. Serv. Geol. It., Vol. LXXIII, f. 2, Roma, 1943.
- MANASSE E.: *Cenni sul macigno di Calafuria e i suoi minerali*. Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. XXI, Pisa, 1905.
- MARCHETTI M.: *Flora fossile del Gabbro — Pteridophita*. Palaeont. Ital., XXXV (N.S. V), Pisa, 1934-35.
- MARTINOLI G.: *Flora fossile del Gabbro — Gymnospermae*. Palaeont. Ital., XXXVIII, (N.S. VIII), Pisa, 1938.
- MERLA G.: *I graniti della formazione ofiolitica appennina*. Boll. Uff. Geol. Ital., LVIII, Roma, 1933.
- PANTANELLI D.: *I diaspri della Toscana e i loro fossili*. R. Acc. Lin., CCLXXVII (1879-80).
- PIERUCCINI R.: *Le rocce verdi di Poggio Caprone (Livorno)*. Soc. Tosc. Nat., Mem. LIV, Pisa, 1947.
- SACCO F.: *L'Appennino settentrionale; P. III: La Toscana*. Boll. Soc. Geol. Ital., XIV, Roma, 1895.
- SAVI P. e MENEGHINI G.: *Considerazioni sulla Geologia della Toscana*. Firenze, Stamperia Granducale, 1878.
- SEGUENZA G.: *Studi stratigrafici sulla formazione pliocenica dell'Italia merid.* Boll. R. Com. Geol. Ital., IV, 1873.
- TAVANI C.: *Fossili del macigno di Calafuria (Livorno)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. LXI, Pisa, 1954.
- TRENTANOVE G.: *Il Miocene medio di Popogna nei Monti Livornesi*. Boll. Soc. Geol. Ital., XX, Roma, 1901.
- *I fossili tortoniani di Quarata nei Monti Livornesi*. Boll. Soc. Geol. Ital., XXX, Roma, 1911.
- UGOLINI R.: *Le pieghe dei Monti Livornesi e della Castellina*. Ann. R. Ist. Sup. Agr. Forest., Serie II, vol. II e IV, Firenze, 1925-28; 1931-33.

NOTA SULLA IDROGRAFIA CONTINENTALE
E MARINA

(A. G. Segre)

Nel foglio Livorno al 100.000 vengono distinte, per il mare: una zona litoranea soggetta a variazione per effetto delle azioni dinamiche, dai m. 10 in su; una zona con tracce di modellamento subaereo, più profonda, fino a ca. 100 m., ed il margine della scarpata continentale, tra 150 e 200 m.

La natura degli affioramenti rocciosi sommersi è segnalata con l'indice della formazione corrispondente, reperibile nella scala stratigrafica annessa al foglio. Dove la loro natura è occultata da masse di organismi incrostanti, ovvero rimanga per ora ignota, vi è apposto l'indice r . La coltre clastica quaternaria ha indici generici con riferimento alla natura litologica:

s , fondi sabbiosi, banchi e barre di sabbia; f , fondi fangosi; crf , costruzioni organogene di alghe calcaree e briozoi «fondi a coralline»; «brundo», «trottoir» lungo le scogliere.

La parte submarina e costiera dell'area compresa nel foglio Livorno, presenta i seguenti caratteri:

a) La fascia litoranea compresa nell'area sino a profondità tra 10 e 15 m. presenta le propaggini di qualche piccola conoide di apporti terrigeni e ciottolosi di origine torrentizia, il cui apice emerso forma talvolta modeste spiagge (Torrente Chioma a S. di Quercianella, baia del Quercetano, Botro Colignaia, Rio Marrocone).

La morfologia è incerta e mutevole, costituendo la fronte d'avanzata tuttora in atto della trasgressione eustatica Versiliana (= *Fiandriano* degli Aa). Questo in relazione anche alla manifesta tendenza allo spostarsi verso settentrione delle foci dell'Arno e del Serchio per effetto delle correnti litoranee. Si formano così lingue, barre e banchi sabbiosi (a foce Serchio con accrescimento misurato di ca. 12 m./anno ai primi del 1900), temporanei fra Marina di Pisa e Livorno, per cui i fondali da 10 m. in su variano notevolmente in breve tempo.

I tratti di costa a spiaggia sono principalmente sviluppati

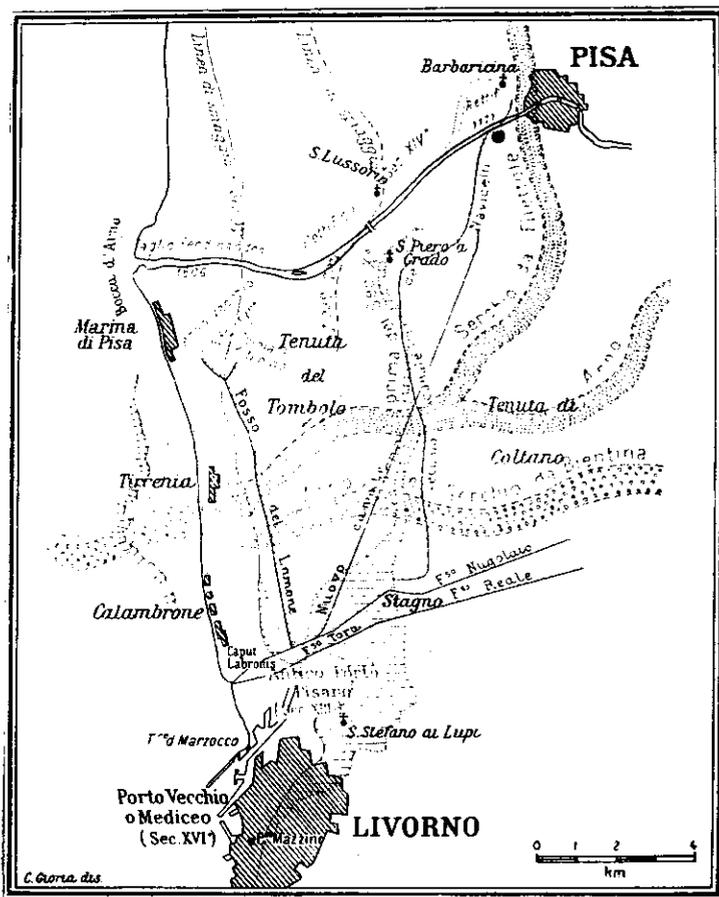


FIG. 1. - SCHEMA DELLE MODIFICAZIONI SUCCESSIVAMENTE SUBITE DALL'IDROGRAFIA TRA PISA E LIVORNO.

Idrografia attuale in nero (dopo l'anno 1800). Idrografia antica in celeste: puntinato fitto, Arno-Serchio alla fine del Pleistocene; cerchietti, Arno-Serchio presumibilmente nel Würm 1°.

tra Livorno e Marina di Pisa a N. (12 Km.) e a Rosignano Solvay per 6,5 Km. Quest'ultima, (spiaggia di Vada), nella prima metà del sec. XIX è avanzata di ca. 50 m. in media; dopo il 1850 ha subito una notevole erosione, e successivamente, dalla fine del sec. ha ripreso ad avanzare col ritmo precedente. Il torrente Fine a Rosignano Solvay ha mutato corso più volte in epoca storica (interruzioni del cordone di dune litoranee) (*) come indicano anche le depressioni del fondo marino conservate a S. dell'attuale foce. Prova di notevoli interrimenti è offerta dalla « Torre del Marzocco » (Livorno) che nel 1840 scorgevasi isolata nel mare a 180 m. dalla spiaggia, mentre oggi è ad essa unita. Il mare nel XIII sec. aveva il suo battente a P.za Mazzini e presso i cantieri Orlando a Livorno (**).

b) Segue una zona dove più, dove meno mossa, ad evidente modellamento subaereo, in corso di livellamento da parte degli apporti terrigei costieri. Le depressioni valliformi, alquanto addolcite, appaiono disposte secondo sistemi regolari, prolungamento della corrispondente morfologia terrestre; tali depressioni, tra Antignano e Castiglioncello terminano a ca. 6 Km. dalla costa fra 70 e 80 m. di profondità. La più evidente è quella che trovasi 2 Km. a SW di Calafuria. Altre numerose contornano le pendici delle Secche della Meloria e di Vada.

c) Una zona pianeggiante a modo di fascia delimita il termine della precedente morfologia. E' un'area d'arresto e di

(*) Questi allineamenti di dune più recenti (= *Tomboli*) seguono un andamento curvilineo: esse delimitano depressioni acquitrinose (= *Lame*) interposte. Sommità di rilievi dunari antichi, di sabbie gialle post-tirreniane (probabilmente post. al Würm 2°) affiorano più all'interno nella pianura, sepolte in buona parte da sedimenti palustri.

(**) Verso l'anno 100 a. Cr. il mare distava da Pisa ca. 3,5 Km.; intorno al 1400 ca. 8,5 Km. Nel Medioevo il mare si internava a formare il « *Porto Pisano* » presso Calambrone e la linea di spiaggia era in corrispondenza dei Tomboli del Lamone. Il tronco principale dell'Arno volgeva a S. sotto S. Piero a Grado e sboccava presso l'abitato di Stagno. Non è però da escludere che l'opera dell'uomo avesse già da allora concorso a modificare l'andamento di questo braccio fluviale, parallelamente al quale fu successivamente impostato il drenaggio dei paduli a S. di Pisa (Canale dei Navicelli).

più sensibile accumulo dei sedimenti fini per cui ogni depressione è quasi scomparsa. Una stretta dorsale, con profondità media di 100 m. e non inferiore a 115 m., raggiunge l'isola di Gorgona, che vi s'innalza all'estremo come dirupato promontorio.

d) L'inizio della scarpata continentale si manifesta con sensibile incremento nella pendenza e l'incisione di caratteristici *valloni*. Un gruppo di essi molto notevole forma un sistema la cui testata inizia bruscamente 18 Km. a W di Torre della Meloria e a 14 dalla Secca di Fuori. Il più lungo (ca. 20 Km.) dei tre valloni convergenti, inizia a 120 m. di profondità. Presenta un primo salto in testata tra 150 e 300 m., e successivamente nel mezzo da 320 a 450 m.; in questi tratti si restringe fino ad una larghezza di ca. 1 Km., per terminare verso i 600 m. di profondità. Esso costeggia una dorsale che vi forma ripide pareti rocciose, lunga ca. 7 Km., protesa a NW dalla P.ta Maestra dell'Isola di Gorgona; il suo sommo accidentato da spuntoni, si mantiene tra i 150 e 200 m. La piattaforma continentale nei limiti considerati, coincide in massima parte con l'area emersa allorchè la regressione post-tirreniana raggiunse la minima quota nel bacino mediterraneo durante il Würm 1. Il modellamento nei suoi aspetti fondamentali è preesistente all'ultimo interglaciale. Ai banchi della Meloria 6,5 Km. da Livorno, costituiti da ampi residui di panchina fossilifera, nella parte superiore furono rinvenute corna di cervidi ed una difesa elefantina nella prima metà dell'800 (TARGIONI).

Nella topografia sommersa sono evidenti le tracce di prolungamenti antichi dell'Arno, prove della migrazione avvenuta da S verso N, dopo l'inizio della regressione post-tirreniana. Tracce riferibili ad una morfologia valliva ampia molto più antica, corrispondono alla zona fra Stagno e la diga foranea del porto di Livorno; ivi, gli avvallamenti del fondale, riflesso di quelli più sensibili del substrato roccioso sono molto più antichi della panchina di Ardenza - Antignano, ma forse, in parte, posteriori alle puddinghe e ghiaie delle colline di Guasticce e Nugola attribuite al Villafranchiano. La grande conoide edificata presumibilmente durante la fase cataglaciale del Würm, dall'Arno e dal Serchio proveniente da Filettole allora confluen-

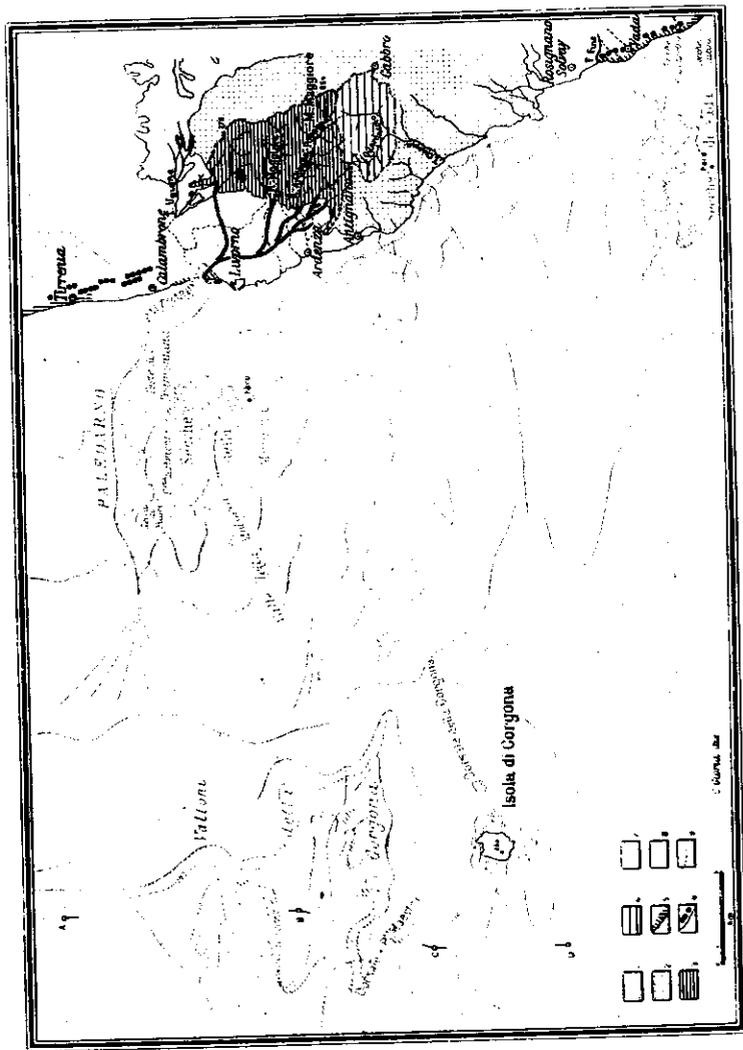


FIG. 2. - SCHEMA MORFOLOGICO E IDROGRAFICO DEL
F. 111 - LIVORNO

1, Quaternario antico e Pliocene. 2, Terreni pre-Pliocenic. 3, Bacino idrografico del Paleoardenza. 4, Bacino idrografico del T. Quarantioio quando apparteneva al sistema idrografico del Paleoardenza, prima della cattura operata dal Torr. Chioma. 5, Spiagge con tendenza ad avanzamento (tratteggio verticale) e a ritiro temporaneo (tratteggio obliquo). 6, Dune (Tomboli). 7, Fondali rocciosi. 8, Zona di accumulo di sedimenti terrigeni; zona litoranea al massimo della regressione post-tirreniana II (per tirreniano II s'intende la facies a «strombi»). 9, Ripidi pendii e pareti rocciose dei valloni sottomarini. Gli indici A, B, C, D si riferiscono al profilo di fig. 3.

ti, è chiaramente delineata dalle isobate sin verso i 25 m. di profondità. Al di sotto si delineano due valli parallele, corso subaereo dell'Arno più antico all'epoca della massima regressione post-tirreniana. In quel tempo il Serchio confluiva con l'Arno molto più a monte, poco sotto Cascina, provenendo dalla valle di Bientina. I ritrovamenti archeologici protostorici e storici (villanoviani ed etruschi) avutisi anche nella parte più depressa del bacino di Bientina (BERNARDI), dimostrano come per un periodo sufficientemente lungo, protrattosi nella più antica epoca storica, tale bacino si mantenne in buona parte asciutto, ricoperto da querceto e popolato. Successivamente si trasformò in conca lacustre e poi in padule fino alla metà del XIX sec. (*).

Un altro marcato avvallamento inizia poco a S dello sbocco (Calambrone) dei canali Nugolaio e Reale; contorna i banchi della Meloria lungo il versante N (Testa di Tramontana e Testa di Ponente): rappresenta esso un antico prolungamento dell'Ardenza e del Rio Maggiore (**). Queste vallate dunque tra i poggi Caprone e Querciolaia sono morfologie molto remote e in parte pre-pleioceniche. Una serie di altre più modeste depressioni valliformi verso N, occultate nella parte più alta da un cospicuo ammasso di sabbie delitizie allungato parallelamente alla costa per effetto delle correnti litoranee, termina presso l'abitato di Tirrenia.

In corrispondenza della Bocca d'Arno presso Marina di Pisa, recente deviazione del fiume, sono assenti depositi d'estuario sommersi, in quantità tale da imporre localmente una morfologia sensibile, e inoltre ivi scompare ogni traccia di valli sotto il livello del mare.

(*) La successione degli avvenimenti qui riassunta schematicamente e accennata nelle fasi più vistose, è stata in realtà assai più complessa. Si ricorda come già MENEGHINI accennò ai rapporti fra l'Arno ed il Serchio pleistocenici intuendo quanto gli studi più moderni vanno confermando.

(**) Il torrente Chioma (cfr. CECIONI-MALATESTA) nel Quaternario antico avrebbe catturato il torrente Quarantioio il quale, unitamente all'alto corso del Chioma faceva parte allora del bacino superiore dell'Ardenza (Popogna); successivamente lo spartiacque si è spostato nella zona di Cafaggio.

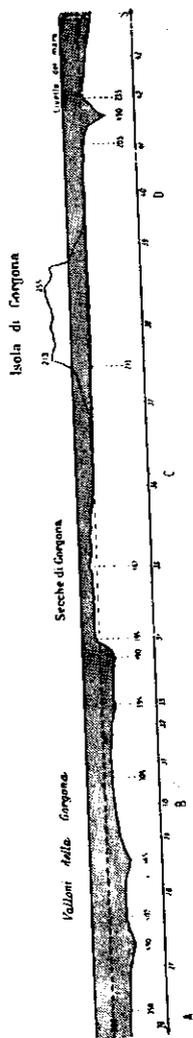


FIG. 3. - PROFILO DEL FONDALE A OCCIDENTE DELLA GORGONA, IN DIREZIONE N-S.
Scala 1:200.000 per le dist.; 1:100.000 per le alt.; quote in metri, riferite al liv. medio d. mare.

- ALBANI D.: *Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane*. C.N.R., Comitato Naz.le per la Geografia, Roma, 1933.
- ALBANI D., GRISELLI A., MORI A.: *Le spiagge Toscane*. Pubbl. a cura del C.N.R., Comitato per la Geografia e l'Ingegneria: *Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane*. Ist. Geogr. Univ. Bologna; Roma 1940.
- ANON: *Osservazioni intorno al padule di Fucecchio*. Lucca, 1731.
— *Sulle bonificazioni della Maremma in Toscana nell'anno 1830*. Milano 1830.
- ATTI PARLAMENTARI: Legislat. XXIV, Sess. 1913-1915, III relazione sulle bonificazioni. Cap. II, Par. 4: *Bonifiche della Toscana*. Padule di Fucecchio a p. 203, Bonif. fra Cecina e S. Vincenzo, p. 204, Bonif. di Bientina a pag. 220, Bonif. d. pianura settentr. Pisana a p. 223. Roma 1915.
- BARSOCCHINI D.: *Sull'antico corso del Serchio*. « Atti R. Acc. Lucchese », XIX; Lucca 1853.
- BELLINI P.: *Cause principali dell'innalzamento delle acque dei paduli di Coltano e della inondazione dei circostanti terreni coltivati*. Pisa, 1848.
- BERNARDI V.: *I nuovi trovamenti archeologici del bacino di Bientina ed il loro valore storico-topografico*. « La Provincia Pisana », n. 4-5; Pisa 1955.
- BLANC A. C.: *Variazioni climatiche ed oscillazioni della linea di riva nel Mediterraneo centrale durante l'era glaciale*. Geol. d. Meere u. Binnen-Gewässer, V, 137, Berlin, 1942.
- BONGI S.: *Nota sulle marine Lucchesi*. Lucca 1865.
- BERTARELLI L. V.: *I nuovi destini di Coltano*, in: « Terra Promessa », p. 27; Milano, T. C. I., 1924.
- CANESTRELLI G.: *Le regioni a spartiacque incerto o indeterminato dei bacini dell'Arno e del Serchio*. « Mem. Geogr. », Firenze, 1909.
- CARTA ARCHEOLOGICA D'ITALIA 1:100.000 - F° 105, Lucca.
- CAPACCI C.: *Il lago di Bientina; la torbiera di Orentano*. Atti VIII° Congr. Geografico Ital., III, 40; Firenze 1931.
- CECIONI G., MALATESTA A.: *Le valli del torrente Chioma e del Rio Pognana nei monti Livornesi*. « Natura », riv. di Sc. Nat. XXXI, p. 62; Milano, 1940.
- CECALDI A.: *Studi sul porto di Livorno*. Firenze 1853.

CUPPARI P.: *Ragionamento intorno alla geologia della pianura pisana.*
« R. Acc. Geogofili », XXVII, Firenze, 1849.

DE STEFANI C.: *Auser, Arno e Serchio a Pisa.* « Cosmos » di G. Cora,
VIII; 1884-85.

— *Storia idrografica del M. Pisano.* In: « Geologia del M. Pisano »,
cap. I, p. 132, Mem. p. serv. alla descr. d. Carta Geol. d'It., III,
p. 117; Roma 1873.

HUNGER R.: *Die Schwemmlandküste des Arno, Versuch der Begrenzung
eines Küstensaumes nach Innern.* « Mitt. d. Ver f. Erd.kde zu Leip-
zig », p. 116; 1905.

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA (Genova): F.° 91 (Da La Spezia
a Livorno 1:100.000); F.° 88 (p.no inserito: Isola Gorgona 1:20.000);
F.° 99 (Ancoraggi e Secche di Vada 1:25.000); F.° 102 (Da Livorno
al Canale di Piombino 1:100.000); F.° 154 (Porto di Livorno 1:5.000;
1951); F.° 265 (Rada di Livorno, da Bocca d'Arno a Torre Romito
1:30.000; 1906-1933); F.° 155 (Livorno porto industriale 1:5.000; 1949).
—, *Portolano del Mediterraneo*, vol. I°, *Coste d'Italia da Ventimiglia al
Capo Circeo*. V. cap.: da P.ta Corvo a C. Argentario (zona com-
presa nel F.111 Livorno, da pp. 147 a 170); Genova, 1947.

LAMARMORA A.: *Voyage en Sardaigne*, III p.: *Description géologique*,
I, 344, Torino, 1857.

LAMPANI G.: *L'Italia sotto l'aspetto idrografico: fiumi, torrenti, canali.*
Roma, 1878.

MAIN A.: *Costa del Tirreno superiore e Porto Pisano.* Livorno, 1888.

MARINELLI O.: *Il problema della ricostruzione delle condizioni fisiche
del litorale etrusco nell'antichità.* « Studi Etruschi », I, Firenze, 1927.

MARRUCCHI G.: *Ulteriori studi sulla bonifica del padule di Fucecchio e
della Valdinievole.* Firenze, 1901.

MARTINUCCI A.: *Quando il padule di Bientina era la città di Sesto (?)*.
« La Nazione », 14 marzo 1935.

MENEHINI G.: *Lezioni orali di Geografia Fisica*, a pag. 257; Pisa, 1852.

MERCIAI G.: *Mutamenti avvenuti nella configurazione del litorale tra
Pisa e Orbetello dal Pliocene in poi.* Pisa, Nistri tip., 1910.

— *Sulle condizioni fisiche del litorale Etrusco tra Livorno e Civitavec-
chia.* « Studi Etruschi », III, Firenze, 1929.

ODIFREDI R.: *Progetto di massima per la sistemazione del fiume Morto.*
Pisa, 1892.

PADERI E.: *Variazioni fisiografiche del bacino di Bientina e della pia-
nura Lucchese durante i periodi storici.* Roma 1932.

PANTANELLI D.: *Storia geologica dell'Arno.* Boll. Soc. Geol. It., XIX,
p. 435; Roma, 1900.

PAOLI G.: *Notizie storico-fisiche sul fiume Serchio.* «Atti Acc. Lucchese»,
p. 6, Lucca, 1866.

PEDRESCHI L.: *Due particolari idrografici della pianura costiera Pisano-
Lucchese.* « Riv. Geogr. It. », LXI, p. 229; 1954.

PERRONE E.: *Carta idrografica d'Italia (mem. descritt.): Arno, Val di
Chiana e Serchio.* Roma, 1902.

— *Fiora, Chiarone, Albegna.* Roma, 1904.

REPETTI E.: *Dizionario geografico-fisico-storico della Toscana.* II, p. 706,
Firenze, 1833.

RODOLICO F.: *La Toscana descritta dai naturalisti del '700: cap. VIII.
Lungo il corso dell'Arno, dalla Pian. Pisana alla foce*, a p. 166 e segg.,
Firenze, 1945.

SEGRE A. G.: *Commento alla parte submarina del Foglio 111 (Livorno)
della Carta Geologica d'Italia.* Boll. Serv. Geol. It., LXXV, 827, 1954.

SESTINI F.: *Materiali per una carta chimico-agronomica dei terreni della
pianura Pisana e in special modo di quelli dei dintorni di Pisa.* « Atti
Soc. Tosc. Sc. Nat., proc. verb. », p. 28, Pisa, 1903.

SIMONI D.: *San Rossore nella storia.* Pisa, 1908.

TARGIONI-TOZZETTI: *Relazioni d'alcuni viaggi in diverse parti della
Toscana.* 2° ed., Firenze 1778.

TARGIONI, in: SAVI: *Memorie per servire allo studio della costituzione
fisica della Toscana* (a pp. 15 e 465). Pisa, 1859.

TONIOLO A. R.: *Sulle variazioni di spiaggia a Foce d'Arno (Marina di
Pisa) dalla fine del sec. XVIII ai nostri giorni, studio storico-fisiografico.*
A cura del Comune di Pisa, 1910.

— *Le variazioni storiche del litorale toscano tra l'Arno e la Magra.*
« Atti X Congr. Geografico Ital. », I, p. 314, Milano, 1927.

—, *Le condizioni fisiografiche della zona deltizia Arno-Serchio durante
il periodo etrusco.* « Studi Etruschi » III, 339; Firenze, 1929.

TREVISAN L., TONGIORGI E.: *Le acque del sottosuolo della regione pisana.*
« La Provincia Pisana », I, n. 9-10, p. 3; a cura d. Amministrazione
Provinciale: Pisa, maggio-giugno, 1953.

VIGO P.: *Il Porto Pisano.* In: « Monografia Storica dei Porti nell'Anti-
chità », Roma, 1903.

ERRATA CORRIGE

(Foglio Livorno, II Ed. 1954)

Isola di Gorgona, costa orientale: sul terreno colorato in rosso leggere π invece di γ .

Salviano, a S del paese: sul terreno con tratteggio orizzontale leggere a^+ invece di q^+ ; la sigla q^+ deve porsi sul lembo ad E del paese, sulla strada per Valle Benedetta.

INDICE

	PAG.
INTRODUZIONE	5
IL MACIGNO DI CALAFURIA	6
COLTRE OFIOLITICA	8
MIOCENE	12
PLIOCENE	14
PLEISTOCENE	15
ISOLA DI GORGONA	16
CENNO DI GEOLOGIA APPLICATA	16
MATERIALI UTILI DEI TERRENI NEOGENICI E QUATERNARI	17
BIBLIOGRAFIA SOMMARIA	18
NOTA SULLA IDROGRAFIA CONTINENTALE E MARINA	20
NOTA BIBLIOGRAFICA	27
ERRATA CORRIGE	30