

ARTURO BIANCHINI

IL LAGO DI SABAUDIA E L'AUMENTO DEL LIVELLO MARINO

E' noto che il livello medio del mare attualmente è in fase di innalzamento in conseguenza della regressione dei ghiacciai di tutta la terra, verificatasi da circa un ottantennio. Secondo S. Polli, che ha calcolato il livello marino annuo di una trentina di stazioni mareografiche italiane, lungo le coste del nostro Paese il graduale aumento di tale livello è pari a 16 mm. per decennio: aumento superiore a quello medio calcolato per tutti i mari del globo, che risulta di 11 mm. per decennio (1).

Tale innalzamento del livello marino esercita un'azione dannosa in modo particolare sulle coste basse e piate, dove il mare avanza insensibilmente di anno in anno con conseguenze cospicue, poiché la larghezza delle spiagge va restringendosi dove più dove meno, e le onde investono strade litoranee, stabilimenti balneari, ville ed altre costruzioni, minandone le fondamenta e determinandone il crollo.

Così sulla spiaggia della Versilia e di Marina di Pisa, il mare, nel giro di pochi anni, ha distrutto ed asportato un buon tratto della grande strada litoranea, abbattendo e demolendo edifici. A Venezia il fenomeno delle maree, che raggiungono livelli sempre più alti, preoccupa le persone colte di tutto il mondo per la minaccia che esse costituiscono per la città miracolo.

In tutta la zona costiera del Lazio meridionale la spiaggia si va pure lentamente restringendo. Ad Anzio alcune ville in prossimità del mare, raggiunte dalle acque, sono state abbandonate. Il

(1) Tra i vari scritti di S. Polli sull'argomento (tutti citati nella relazione di R. RICCARDI, *Lo stato attuale delle conoscenze dei mari italiani*, in « Atti XVIII Congr. Geogr. Ital., Trieste 1961 », Vol. I, pp. 323-358) si veda specialmente *Il graduale aumento del livello del mare lungo le coste italiane*, in « Geofis. pura e appl. », Milano, 1953, pp. 919-932.

litorale di Sabaudia si è ristretto notevolmente negli ultimi anni ed il mare raggiunge quasi direttamente i piedi dell'alta duna litoranea.

Nella spiaggia di ponente di Terracina si verifica lo stesso fenomeno, ed è dell'anno scorso il franamento di un lungo tratto del muraglione che sostiene il Viale di Circe, scalzato dalle onde, sia pure in conseguenza di una forte mareggiata.

In effetti, in qualche zona del litorale si può attribuire l'avanzamento del mare, con le conseguenze che ne derivano, a bradisismo positivo, ma è da ritenere che in buona parte esso sia dovuto piuttosto all'innalzamento del livello marino (2).

Questo fenomeno ho avuto modo di accertarlo anche nella zona del Lago di Sabaudia, in occasione di parecchi sopralluoghi eseguiti sulle sue sponde negli ultimi mesi del 1964 e nei primi del 1965.

Il Lago di Sabaudia, o di Paola, come è noto, è il più meridionale dei quattro laghi pontini, che si allineano in una depressione compresa fra il rilievo della duna quaternaria ed un cordone di dune litoranee recenti (3).

La duna quaternaria si prolunga per circa 50 km., in senso NO-SE, dalle colline di Campo Rosso, presso Nettuno, fino ai piedi del Circeo; essa, che ha una larghezza media dai sei ai sette km., è alta dai 20 ai 40 m. e separa nettamente la piana pontina dalla depressione che accoglie i laghi. Nella parte occidentale la depressione è divisa dal mare da una ristretta cimosa di dune recenti, dette localmente *tumoleti*, alta in media dai 15 ai 20 m. e larga circa 200.

La duna quaternaria è costituita da terreni silicei di colore marrone contenenti una piccola percentuale di argilla, o da terreni sabbiosi chiari che occupano in generale la parte più elevata

(2) Sui fenomeni di bradisismo sulle coste italiane cfr., fra l'altro, il volume *L'Italia fisica*. Milano, T.C.I., 1957, pp. 126-128. In detta opera la cartina disegnata da D. Albani delle « Coste in ritiro ed in avanzamento negli ultimi anni », e riportata a p. 166, considera le coste fra Anzio ed il promontorio del Circeo ai fini dell'avanzamento come « Incerte ». Cfr. pure D. ALBANI, *Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane*. Roma, C.N.R., Comit. Naz. per la Geografia, 1933, pp. 95.

(3) Il L. di Sabaudia è rappresentato nelle tavolette IV NO e IV SO del F° 159 della Carta d'Italia dell'I.G.M.

del rilievo collinoso e che prevalgono, misti a formazioni marnose, nel versante che prospetta la piana pontina.

I tumoleti, invece, sono costituiti da sabbioni silicei quasi puri, aventi in superficie uno strato molto sottile di *humus* derivante dal disfacimento delle foglie della magra macchia mediterranea che li ricopre.

Sia i terreni della duna quaternaria che quelli dei tumoleti sono estremamente permeabili, e quindi lasciano penetrare le acque meteoriche, senza dar luogo a nessun corso superficiale permanente o temporaneo di qualche importanza.

Sui terreni ondulati della duna quaternaria però, costituiti, come abbiamo detto, da sabbie silicee contenenti un lieve quantitativo di argilla, questa, asportata per azione delle acque pluviali, si andava a depositare nei luoghi più depressi, dove formava uno strato di pochi centimetri e dove si raccoglievano e conservavano sia le acque pluviali che le poche acque di scorrimento, dando origine alle malfamate *piscine*, ampie a volte qualche ettaro, alcune delle quali non erano prosciugate nemmeno dai calori più ardenti dell'estate, *habitat* ideale per le zanzare malarigene, anche perché riparate dai venti ad opera della folta boscaglia che le circondava.

Non è stata mai fatta una misurazione di queste *piscine*, la cui estensione variava del resto moltissimo fra estate ed inverno, pure essendo state esattamente disegnate nella carta topografica al 5000 rilevata nel 1929; ritengo però, da uno sguardo d'insieme alla carta, che esse occupassero una superficie di molte decine di ettari, e non si andrà lontano dal vero valutando la loro estensione ad un terzo almeno del bacino imbrifero apparente dei due laghi di Sabaudia e di Caprolace e ritenendo che, pertanto, in tale superficie l'acqua si esauriva esclusivamente per evaporazione.

In origine i quattro laghi che occupano la depressione (di Fogliano, dei Monaci, di Caprolace e di Sabaudia), quando furono separati dal mare, dovevano costituire delle lagune, forse anzi un'unica laguna, e successivamente formarono delle raccolte d'acqua dolce, rimaste tali fino ad epoca relativamente recente, varie per estensione a seconda dell'andamento delle precipitazioni stagionali.

All'inizio del primo secolo dell'Impero, e forse anche anteriormente, se dobbiamo prestar fede alla tradizione che attribuisce a Lucullo una costruzione caratteristica destinata, pare, a vivaio di

pesci, esistente sul L. di Sabaudia, i Romani costruirono parecchie opere intese a regolarizzare il livello dei laghi, ed in modo particolare quello del lago ricordato or ora, dove scavarono il cosiddetto « Emissario Romano ». Questo, lungo circa 700 m., partendo dall'estremità meridionale del lago, sbocca presso le pendici nord-occidentali del Circeo, in prossimità della Torre Paola, così chiamata dall'antichissima chiesetta dedicata a S. Paolo, da cui prese uno dei suoi nomi il lago, che peraltro durante il Medioevo fu più comunemente noto col nome di Lago di S. Maria della Soreasca, dall'altra chiesetta che sorge su una penisola, non lontano dall'attuale abitato di Sabaudia.

Aperto l'emissario, il livello del L. di Paola si portò a quello del mare, come attesta un'iscrizione riportata in C.I.L., X, 6428: « L. Faberius C. f. Pom(ptina tribu) Murena... aquam quae fluebat ex lacu conlegit et salientem in lacum redegit... ». In breve, il quadrumviro L. Faberio Murena regolarizza, quasi sicuramente ai fini della pesca, il flusso ed il riflusso della marea, durante i quali rispettivamente l'acqua dal mare risaliva nel lago e da questo defluiva nel mare.

C. Della Valle, nella sua pregevole monografia *La pesca nei laghi costieri del Lazio* (in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1961, pp. 48-97), scrive che « contemporaneamente, con molta probabilità, fu scavata la Fossa Augusta, canale di collegamento del L. di Paola con quello immediatamente precedente, il L. di Caprolace ». E' quasi certo che le due opere, il Canale Emissario e la Fossa Augusta, debbano risalire all'incirca alla stessa epoca, e cioè alla prima metà del I sec. d. C. (4), ma esse furono eseguite per ben diverse finalità.

Infatti la Fossa Augusta faceva parte di un complesso di opere idrauliche la cui iniziativa viene attribuita a Nerone (5). Questo aveva ordinato di costruire un canale, di cui è parte la Fossa Augusta, che doveva andare da Terracina alle vicinanze di Anzio, approfittando delle bassure coperte da acque stagnanti o da laghi salmastri esistenti fra la duna recente ed il rilievo quaternario, dal-

(4) Lo dimostrano le caratteristiche del muro di contenimento della duna litoranea, che riveste la sponda occidentale del canale, in opera quasi reticolata.

(5) PLINIO, *Naturalis Historia*, XIV, 61; SVETONIO, *Nerva*, 31. Cfr. anche, a p. 192, la mia *Storia e poleografia della Regione Pontina*. Roma, Signorelli, 1932.

le immediate vicinanze di Terracina alla punta dell'Astura. Esso aveva lo scopo di aprire una sicura via navigabile interna tra il porto di Terracina e quello di Anzio, per evitare, soprattutto nella cattiva stagione, i pericoli della navigazione marittima lungo la costa aperta del Lazio meridionale, battuta da improvvise, violente libecciate.

Certo questo canale (per la cui ideazione Nerone, che non ha avuto, come si dice ora, una buona stampa, neanche quando la meritava, fu tacciato di megalomania), se completato, sarebbe stato d'immensa utilità per i rifornimenti di Roma. Il tratto, però, che unisce il promontorio Circeo alla terraferma, tra la Torre Vittoria ed il L. di Sabaudia, non pare sia stato mai ultimato. Secondo notizie fornitemi da ingegneri che hanno diretto i lavori dell'ultima bonifica, in questa zona il tracciato del canale, nei pressi del Circeo, seguiva press'a poco il corso dell'attuale Rio Torto. Lungo questa direttrice lo scavo dell'alveo artificiale appare intrapreso almeno in tre punti, dove il lavoro sarà stato iniziato contemporaneamente allo scopo di affrettarlo, procedendo nei due sensi, fino a saldare le varie sezioni. Senonché ad un certo momento l'impresa dovrebbe essere stata troncata (6) per motivi che è impossibile precisare. Poiché non ritengo che, nonostante sopra un percorso di circa 5 km. si dovesse eseguire uno scavo di una decina di metri di profondità, l'impresa apparisse eccessivamente difficoltosa agli ingegneri che hanno eseguito il famoso taglio di Rio Martino, tanto più impegnativo, è probabile l'abbia fatta sospendere la rivoluzione che portò alla caduta e alla morte di Nerone, e che i torbidi che seguirono abbiano distolto il pensiero del governo da quell'opera così grandiosa.

Il L. di Paola è caratterizzato, più degli altri laghi pontini, dal frastagliamento della sponda orientale in cui si addentrano, più o meno profondamente, sei bracci che da sud-est a nord-ovest prendono il nome della Bagnara, della Molella, di Carnarola, degli Arciglioni, della Caprara e dell'Annunziata. La sponda occidentale, invece, formata dal tumoleto sabbioso, è quasi perfettamente rettilinea.

(6) Dico «dovrebbe», perché la presenza di costruzioni che fanno pensare ad una darsena nella località Sottomonte, quasi a metà distanza fra Torre Vittoria e il Paola, potrebbe far ritenere che il canale sia stato completato e per un certo tempo abbia funzionato.

La lunghezza del lago è di circa 6,7 km.; la sua larghezza, che tra la sponda occidentale ed il fondo del braccio della Molella giunge a 2,3 km., si riduce in molti punti a meno di 300 m.; il perimetro è di circa 20 km.; la profondità è in media di 4 m., ma in due fosse centrali raggiunge i 10 m. e scende, secondo recenti scandagli, perfino a 13 m. (7).

La superficie del lago è diversamente valutata dagli studiosi che se ne sono interessati. O. Marinelli, nel 1895, la indicava in kmq. 3,90; il Della Valle (8) la riduce a kmq. 3,80, press'a poco uguale a quella stabilita nell'Atto di compravendita fra il Segretario dell'Intendenza di Finanza e il Cav. Ottavio Giachetti. In tale Atto, infatti, stipulato nel 1881, con il quale lo Stato alienava il lago, di proprietà demaniale, la superficie ne venne valutata ad ettari 379,40.

Ho pregato l'amico R. Riccardi di far eseguire misurazioni planimetriche della superficie del lago sulla carta al 50.000 del 1878 e sulla carta al 25.000 derivata dalla levata al 5000 del 1928-29, con le ricognizioni aerofotografiche del 1936.

Si è gentilmente prestato ad eseguire le misurazioni l'Ing. F. Scaramuzza, molto competente in materia, che ha eseguito quattro misurazioni per ogni carta. I risultati ottenuti come media sono i seguenti: A, superficie risultata sul 50.000, ettari 375; B, superficie risultata sul 25.000, ettari 387,5.

Tenendo però conto delle variazioni che ogni carta subisce in conseguenza del variare della temperatura e dell'umidità dell'aria, variazioni che si riflettono naturalmente sulla scala grafica, la quale pertanto può risultare di lunghezza leggermente superiore o inferiore a quella che dovrebbe essere, i dati di cui sopra devono essere così corretti: A, ettari 385; B, ettari 388.

Il Riccardi nella comunicazione fattami, con lo scrupolo dello studioso, aggiunge che, data la diversa scala delle due carte sulle

(7) O. MARINELLI, *Area e profondità dei principali laghi italiani*, in «Riv. Geogr. Ital.», Firenze, 1895, pp. 32-35 e 93-199; cfr. p. 96. Il dato del Marinelli è riportato da R. RICCARDI, *I laghi d'Italia*; in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1925, pp. 506-587 (cfr. p. 568) e da R. ALMAGIA' nella voce relativa al lago pubblicata nel volume XXX dell'*Enciclopedia Italiana*, Roma, 1936. Cfr. anche C. DELLA VALLE, *op. cit.* nel testo.

(8) C. DELLA VALLE, *op. cit.* nel testo; cfr. p. 75.

quali è stata eseguita la misurazione, i due dati ottenuti non possono ritenersi perfettamente confrontabili.

Questo è più che giusto: tuttavia è evidente che, qualora le carte fossero state alla stessa scala, non si sarebbe ottenuta una considerevole differenza tra le superfici.

Il livello del lago, secondo la levata topografica del 1878, sarebbe stato di un metro al di sopra di quello del mare, e questo dato è stato accettato da tutti gli studiosi che posteriormente si sono interessati del lago stesso: il Marinelli, il Riccardi e l'Almagià (9). Tale livello lo troviamo segnato anche nell'*Atlante dei tipi geografici*, compilato da O. Marinelli (10).

Perfino nella memoria di G. Brunelli e di G. Cannicci, *Caratteristiche biologiche del Lago di Sabaudia*, pubblicata nel fasc. 24 del Vol. XIV degli « Atti dell'Accademia d'Italia » (Roma, 1936), memoria che rappresenta, a mio avviso, l'unico studio originale veramente approfondito sulle condizioni biologiche del lago, frutto di lunghe, metodiche ed accurate ricerche eseguite negli anni 1934-35, nonostante i risultati acquisiti dalla levata topografica del 1928-29, evidentemente non consultata, e in contraddizione con le risultanze delle ricerche degli stessi AA. (tale è la forza della tradizione), viene affermato che l'altezza del lago è di un metro sul livello del mare.

In realtà, quando nel 1928-29 furono eseguiti i rilevamenti topografici dell'Agro Pontino da parte dello stesso Istituto Geografico Militare che li aveva eseguiti nel 1878, il livello delle acque del lago fu trovato *eguale al livello del mare* (quota 0).

Il Prof. A. Lazzari, dell'Istituto di Geologia e di Geografia fisica dell'Università di Napoli, che di recente ha fatto ricerche accuratissime sulle condizioni geofisiche e morfologiche del lago, delle sue sponde e delle vicende alle quali queste sono andate soggette nei tempi moderni, ha calcolato con estrema precisione la superficie compresa tra l'isoipsa di 1 m. (11) e l'attuale peri-

(9) Nei lavori citati alla nota 7.

(10) Firenze, Istituto Geografico Militare, 1922; cfr. tav. 40. 2ª ediz., 1948, cfr. tav. 41.

(11) Non so come abbia fatto il Lazzari a stabilire la isoipsa di un metro nel tratto, della lunghezza di circa 300 m., situato a nord-ovest del lago, in corrispondenza del pantano La Pozzolosa, dove le quote del piano di campagna non superano i 30 cm. s.m. e molte volte si abbassano allo 0.

metro delle acque e l'ha valutata a 68 ettari e 84 are. Poiché la superficie del lago misurata dall'Ing. Scaramuzza risulta, per il 1878, di ettari 385, l'intera superficie compresa entro l'isoipsa di 1 m. è uguale ad ettari 453,84 ($385 + 68,84$). Pertanto, qualora il livello del lago fosse stato di 1 m. superiore allo 0, nel 1878 lo specchio delle acque doveva avere precisamente la superficie di ettari 453,84 e non quella concordemente considerata dagli autori da noi sopra citati, che va da un minimo di 380 a un massimo di 390 ettari e risulta press'a poco della stessa entità nella misurazione planimetrica eseguita dallo Scaramuzza.

Ma questo dimostra che l'altezza di 1 m. s.m. che troviamo nella carta del 1878 è un evidente errore commesso dai topografi rilevatori e di peso non so se da deficienza degli strumenti usati nell'epoca o dalla speditezza con cui procedettero i lavori. D'altra parte errori anche più grossolani relativi alle quote altimetriche non sono infrequenti nelle carte dell'I.G.M. costruite anteriormente alla prima guerra mondiale, e ritengo che essi vadano attribuiti, soprattutto, alla rapidità con cui si procedeva nei rilevamenti per costruire la Carta topografica completa di tutto il territorio italiano, da poco costituitosi ad unità, per eventuali esigenze di ordine militare.

Quando invece, nel 1928-29, è stato eseguito il rilevamento topografico del territorio pontino in cui è compreso il nostro lago, le quote altimetriche sono state precisate al centimetro, data l'importanza che esse assumevano per la elaborazione dei progetti di sistemazione idraulica dei terreni da bonificare.

Ma, prima ancora che dalle operazioni della levata del 1928-29 il livello del lago fosse risultato a quota 0, molte considerazioni, non so come mai non tenute presenti dai geografi precedentemente ricordati, dovevano far presupporre tale quota.

Anzitutto vi era da considerare il fenomeno della marea, in conseguenza del quale durante il flusso l'acqua del mare penetrava nel lago e durante il riflusso l'acqua del lago defluiva nel mare. Ora è noto, e non da oggi, che le massime maree sulle nostre coste non raggiungono i 30 cm. (12), e pertanto, se il livello delle acque

(12) Cfr. G. GRABLOVITZ, *Le attuali conoscenze delle maree nel Mediterraneo*, in « Memorie geografiche », n. 9, Firenze, 1909.

lacuali fosse stato di 1 m., sarebbe risultato impossibile il ricambio giornaliero delle acque, ma una corrente continua si sarebbe determinata unicamente dal lago al mare. E questa corrente avrebbe avuto una forte velocità in quanto, essendo l'Emissario Romano lungo poco più di 700 m., come s'è detto, avremmo avuto una pendenza delle acque pari a circa 14 cm. ogni 100 metri. Ne sarebbe risultato, quindi, che la massa delle acque del lago, alimentata esclusivamente dalle acque meteoriche, dalle scarsissime sorgenti e dalle filtrazioni dei terreni permeabilissimi circostanti, sarebbe stata completamente dolce e non sarebbe diventata mai salmastra (salinità delle acque dal 13 al 15‰), come è invece da moltissimo tempo. Ben diverse sarebbero state le caratteristiche fisico-chimiche delle acque e di conseguenza affatto diverse quelle biologiche.

Il Brunelli e la Cannicci, nella memoria citata, hanno dimostrato che le acque del L. di Sabaudia costituiscono un ambiente mesoalino, presentando una vita vegetale ed animale quasi in totalità di origine marina, per intrusione di forme eurialine, cioè di specie ittiche capaci di sopportare continuamente, ed in certi periodi della loro esistenza, variazioni anche notevoli di salinità, ma che però normalmente si riproducono nell'ambiente originario. Pertanto, qualora le acque del lago fossero state completamente dolci, ben diverse sarebbero state le specie ittiche, di natura esclusivamente stenoalina dulcicola.

Ma un'altra considerazione non si è presentata alla mente degli studiosi sopra nominati, quella, cioè, che se il livello del lago fosse stato di 1 m. superiore a quello del mare, le sue acque avrebbero invaso tutto il terreno depresso che si trova fra il L. di Sabaudia e quello di Caprolace (Pantano della Pozzolosca, Pantano di S. Andrea, Pantano dell'Inferno), terreno alto al massimo una trentina di cm., ma che in alcuni punti, in vicinanza del L. di Caprolace, si deprime a quote che si approssimano allo 0. In conseguenza avremmo avuto un solo specchio d'acqua comprendente il L. di Paola, il L. di Caprolace ed i terreni interposti, e forse tale specchio si sarebbe esteso anche al L. dei Monaci ed a quello di Fogliano.

L'Almagià nella voce citata dell'*Enciclopedia Italiana*, dopo aver affermato che il L. di Paola non ha immissari notevoli, dice che « il suo regime è assai irregolare, essendo soggetto ad oscilla-

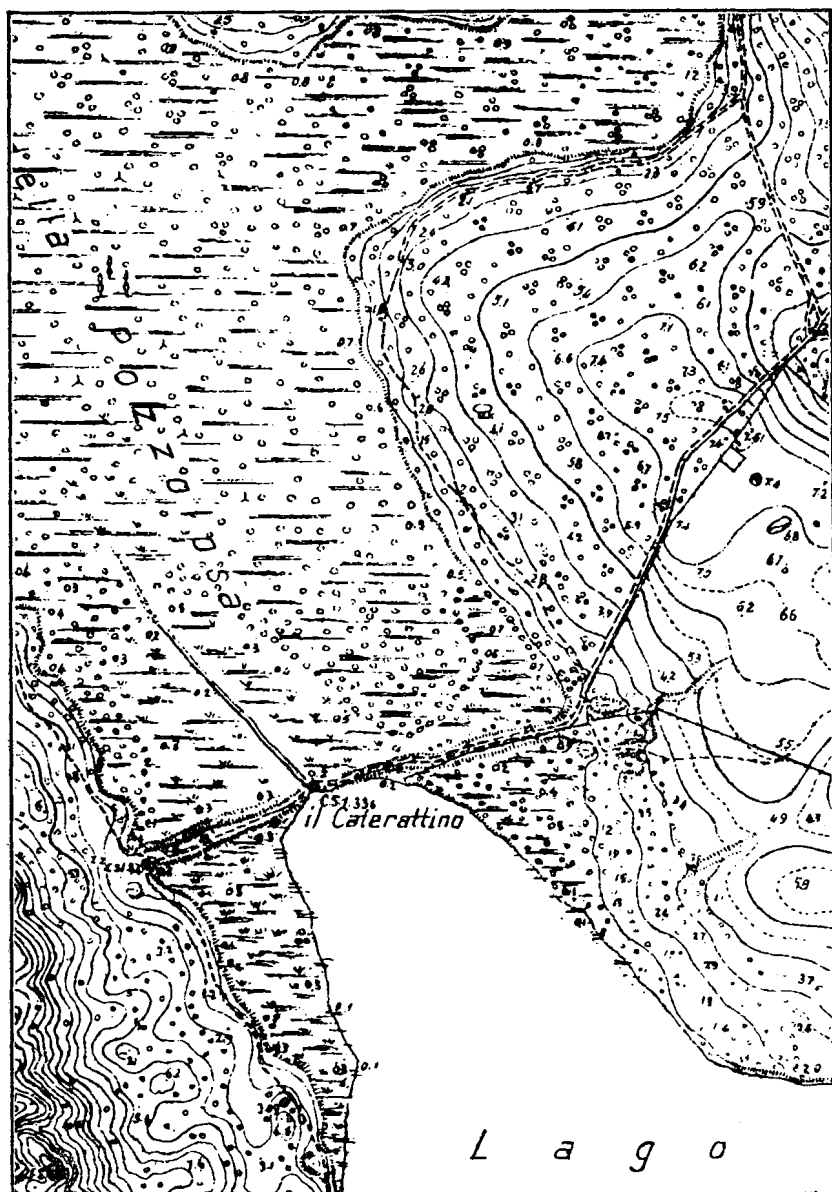


FIG. 1. — ESTREMITA' SETTENTRIONALE DEL LAGO DI SABAUDIA.

Al di là del limite delle acque si estende la zona depressa del Pantano della Pozzolosà. (Scala 1:5000, Levata dell'I.G.M. del 1928-29).

zioni di livello stagionali ». Questa affermazione è alquanto esagerata: il livello del lago era soggetto essenzialmente al gioco delle maree, in conseguenza delle quali il livello varia giornalmente meno di una quindicina di cm. Le piogge che cadono sulla superficie del lago, per quanto persistenti, possono innalzare detto livello al massimo di 4-5 cm., essendo molto limitata, nella regione, la consistenza di esse, che non raggiungono i 700 mm. annui (13). Esse cadono soprattutto nel periodo autunno-vernino, ed i massimi giornalieri di densità difficilmente superano i 100 mm. Le precipitazioni cadute sull'intero bacino imbrifero vengono assorbite dal terreno permeabilissimo ed arrivano al lago a distanza di tempo per infiltrazione ed anzi, in un recente passato, molte acque pluviali si raccoglievano nelle piscine dove, come abbiamo precedentemente notato, si esaurivano esclusivamente per evaporazione.

Solo quando si combinavano con piogge persistenti maree eccezionali che, anche in seguito al soffiare di venti forti, specie di libeccio, spingevano masse di acqua marina nell'emissario (in tal caso, se non erro, ad evitare l'eccessivo insalamento del lago, venivano chiuse le paratoie del ponte regolatore), si poteva determinare un livello maggiore di qualche centimetro: ma il fenomeno era di breve durata in quanto, in pochissimo tempo, si ristabiliva l'equilibrio tra mare e lago. D'altra parte, essendo le sponde del lago prevalentemente alte, i terreni più bassi che venivano invasi in conseguenza del maggior livello raggiunto dalle acque avevano una superficie assai limitata, che non poteva raggiungere l'estensione di una decina di ettari. Tale superficie, infatti, è stata quella sistemata dai lavori di bonifica delle sponde del lago, eseguiti a partire dal 1935. La sistemazione era resa necessaria dalla esigenza di eliminare i focolai di zanzare malarigene, che trovavano un *habitat* favorevolissimo nei ristagni d'acqua, resa meno salmastra per il contatto diretto colle acque di filtrazione, ristagni

(13) Ctr. MINISTERO DEI LL. PP., SERVIZIO IDROGRAFICO, *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950. Bacini con foce al litorale tirrenico dal Fiora al Lago di Fondi*. Pubbl. n. 24, fasc. I, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1955 (v. alle pp. 223-225); MINISTERO DEI LL. PP., SERVIZIO IDROGRAFICO, *Precipitazioni massime con durata da uno a cinque giorni consecutivi. Bacini con foce al litorale tirrenico dal Fiora al Lago di Fondi*. Pubbl. n. 25 del Servizio, fasc. I, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1955 (v. alle pp. 219-221); ALB. MORI, *Carta delle precipitazioni medie annue in Italia (trentennio 1921-1950)*, scala 1:1.500.000, Roma, C.N.R., 1964.



Tratto della sponda occidentale del L. di Sabaudia. Le acque sono in immediato contatto col mantello arboreo che ricopre la duna recente. (Bassa marea, 2 dicembre 1965, ore 11 circa).



Ciottoli e cocci ricoperti da un lieve velo di acqua, resti dello spiazzo antistante alla chiesetta di S. Maria della Soresca. (Bassa marea, 2 dicembre 1965, ore 11 circa).



Grosso albero di pioppo fortemente inclinato sul lago, essendo le sue radici scalzate dalle acque avanzanti. Quest'albero fu piantato con altri, circa settanta anni fa, ad oltre 10 m. dalla sponda, sul lato nord-occidentale della penisola di S. Maria della Soresca.



Pali di contenimento delle colmate eseguite nel 1935, rimasti isolati nelle acque che hanno asportato il materiale posto a ridosso di essi per rialzare il terreno.

coperti da folta vegetazione palustre (allora non si conosceva ancora il DDT). Nella parte periferica del L. di Sabaudia non si trattava di acquisire terreni all'agricoltura, in quanto essi, per loro natura, sono tutt'altro che adatti ad essere coltivati.

L'opera di bonifica consisté principalmente nell'infiggere nel fondo del lago dei pali in corrispondenza del fronte delle zone depresse e di accumulare, a ridosso di essi, materiale ricavato dallo stesso fondo e fascine e sabbie trasportate dalle zone viciniori. Così quasi tutte le sponde depresse furono rialzate, e se il lavoro non venne completato ciò dipese dallo scoppio della seconda guerra mondiale, che lo fece interrompere.

Ma lavori di bonifica di ben più vasto respiro furono quelli eseguiti per l'assessamento idraulico dei terreni gravitanti sul lago nel versante della duna quaternaria. Furono lavori assai difficili e che richiesero un complesso di opere molto costose per poter convogliare ad occidente nel L. di Paola e ad oriente nel fiume Sisto le acque che si raccoglievano nelle piscine e che costituivano, come abbiamo precedentemente notato, l'*habitat* ideale allo sviluppo delle zanzare malarigene e degli innumerevoli fastidiosi tafani che rendevano impossibile la dimora nella macchia dai primi di aprile ad ottobre avanzato.

La duna quaternaria, si è già detto, si presenta come una specie di ripiano ondulato alto dai 20 ai 40 m. sul livello marino, ripiano che si abbassa più rapidamente verso la depressione occupata dai laghi, un po' meno in direzione del Sisto. Per consentire il regolare scorrimento delle acque senza che esse, per l'eccessiva pendenza, erodessero le sponde, fu necessario costruire tutta una fitta rete di scoline, di canaletti, di fossi di drenaggio, molte volte profondamente incassati nel terreno, adducenti le acque negli emissari principali, lungo il corso dei quali fu necessario costruire numerose briglie in muratura ed in cemento per interrompere l'eccessiva pendenza. Con tale accorgimento fu impedito che esse erodessero le sponde, costituite da terreni estremamente friabili, convogliando nei laghi e nel fiume molto materiale di sedimentazione. Inoltre, per contenere le sponde dei fossi più profondamente incassati, fu necessario in molti punti rivestirle di muratura. Contemporaneamente a questi lavori si provvide, e forse inconsultamente, ad abbattere gran parte delle selve che ricoprivano la duna, e venne estirpato in par-

sia quasi il doppio di quello che vi affluiva prima dei lavori di bonifica. Né c'è da pensare che, anteriormente a detti lavori, un certo quantitativo d'acqua dolce affluisse nel lago dai pantani esistenti fra il L. di Paola ed il L. di Caprolace. Poiché il L. di Caprolace aveva un livello inferiore a quello di Paola ed i terreni interposti sono estremamente depressi, come abbiamo già osservato, sarebbero state le acque del secondo ad affluire nel primo e ad invadere i terreni interposti qualora vi fosse stata comunicazione diretta fra i due specchi.

Abbiamo parlato sopra degli scopi per i quali, forse all'epoca di Nerone (14), vennero collegati i diversi laghi, ed il nome stesso di Fossa Augusta, che si trova nelle carte più antiche, ricorda indubbiamente l'origine imperiale del canale.

C. Della Valle, nella monografia citata, scrive che il L. di Paola era collegato a quello di Caprolace mediante la Fossa Augusta, riparata poi anch'essa nel 1720 a cura di Innocenzo XIII, ed aggiunge che alla circolazione delle acque del Paola oltre all'Emissario Romano contribuiva, « quando era efficiente », la comunicazione con il L. di Caprolace e con gli altri laghi della serie pontina; allorché, però, furono sistemati i laghi vicini, si provvide ad isolare il L. di Paola dal L. di Caprolace (15).

Ma quando nel 1928-29 furono eseguiti i rilievi topografici della zona, non esisteva da tempo alcuna comunicazione tra il L. di Sabaudia e gli altri laghi; forse è da ritenere resto dell'antica Fossa Augusta un modesto fossato disegnato nella carta topografica al 5000 con linee in parte tratteggiate che, con direzione da sud-est a nord-ovest si addentrava per circa 200 m. nel pantano della Pozzolosa. Tutta la fascia dei terreni giacente fra i due laghi era ricoperta da un fitto e continuo bosco di ontani, che aveva cancel-

(14) A titolo di curiosità si ricorda che Giulio Cesare, per risolvere radicalmente il problema delle inondazioni e della navigazione del Tevere, aveva progettato di deviare il corso del fiume lungo i Colli Vaticani per incanalarlo poi in un nuovo alveo più diritto e profondo fino al mare di Terracina, approfittando, lo penso, delle bassure esistenti lungo il litorale e non facendogli attraversare la Palude Pontina, cosa impossibile data la morfologia del terreno interposto fra la Campagna Romana e la Palude.

(15) Ritengo opportuno mostrare come appare la zona dei laghi pontini in una carta di Giacomo Filippo Ameti pubblicata nel 1693 (v. flg. n. 3). In essa il disegno dei laghi risulta evidentemente di maniera, tanto che essi appaiono come costituenti un unico specchio d'acqua.

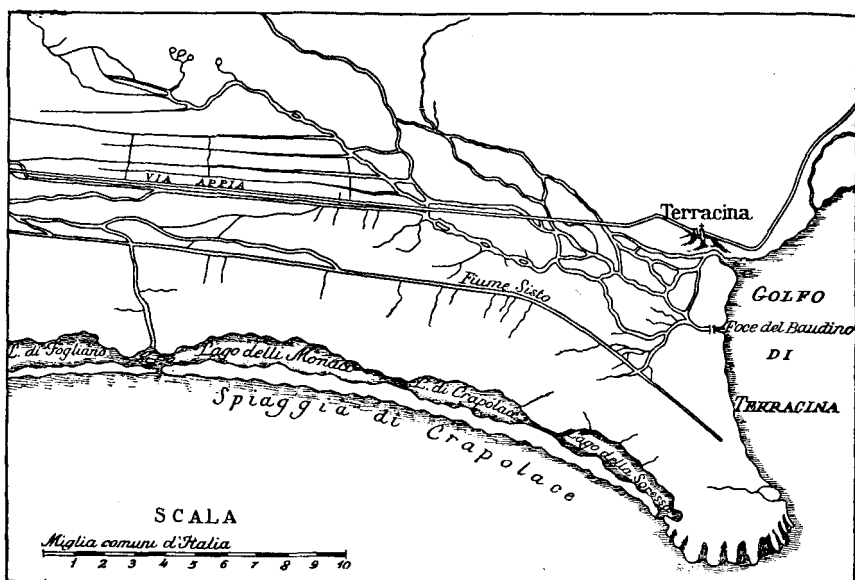


FIG. 3. — LA PALUDE PONTINA E LA ZONA DEI LAGHI PONTINI.

(Da una carta di Giacomo Filippo Ameti pubblicata nel 1693).

lato ogni traccia dell'antica Fossa Augusta. E poiché gli alberi erano molto alti ed avevano tronco di notevole spessore, la sparizione della Fossa doveva risalire a molto tempo addietro (16).

* * *

I caratteri geomorfologici del L. di Sabaudia, la natura delle sue sponde, le condizioni climatiche dell'ambiente, l'idrografia del suo bacino imbrifero concorrono a farlo considerare come un osservatorio ideale del fenomeno in atto dell'innalzamento del livello delle acque marine.

Dall'esame che abbiamo fatto delle caratteristiche geografiche del lago risulta:

1) che il livello delle acque di esso da centinaia di anni è lo stesso di quello del mare, al quale è congiunto, dall'epoca romana,

(16) Cfr. la relazione dell'Ing. G. B. Pancini, progettista della bonifica idraulica della zona, riportata in «Economia Pontina», Latina, 1964, fasc. 7, pp. 21-22.

da un canale lungo circa 700 m. e, da epoca recente (1935), da un altro canale (Caterattino) molto più stretto, lungo circa 500 m. Per questo motivo il regime dell'acqua del lago è condizionato da molto tempo dal gioco delle maree, in conseguenza delle quali, come si è già detto, durante il flusso l'acqua del mare penetra nel lago e durante il riflusso quella del lago discende al mare;

2) che il lago, da tempo imprecisato, deve considerarsi un bacino a sé stante, non avente, cioè, nessuna comunicazione cogli altri laghi costieri pontini;

3) che nel lago il volume di acque dolci apportatovi dai corsi d'acqua superficiali è molto limitato e temporaneo, per quanto notevolmente accresciutosi dopo la sistemazione idraulica della duna quaternaria; l'unico fosso che vi convoglia permanentemente acqua (non più di 2 litri al secondo) è quello della Bagnara, che prende il nome dalla fonte omonima, la quale scaturisce a poca distanza dal lago;

4) che il contributo maggiore di acque dolci, a prescindere da quelle pluviali che vi cadono direttamente, viene apportato al lago da acque di infiltrazione, poiché, data la loro natura, i terreni, estremamente permeabili, assorbono rapidamente e quasi completamente le precipitazioni che cadono sia sulla duna quaternaria, sia sulla duna litoranea;

5) che il maggior volume di acqua dolce, affluente nel lago in seguito ai lavori di bonifica, non può aver influito ad innalzare il livello, perché modesto e perché, data la diretta comunicazione col mare, per la legge dei vasi comunicanti, si stabilisce ben presto l'equilibrio fra le due superfici del lago e del mare.

Pertanto, in relazione alle considerazioni da noi esposte, il maggior livello raggiunto dal lago negli ultimi tempi non può essere stato determinato che dall'innalzamento del livello che da parecchi decenni si sta verificando nel mare.

Il maggior livello raggiunto dalle acque del lago è dimostrato in maniera evidente da una serie di fenomeni che non possono sfuggire non solo ad uno studioso di geografia, ma anche ad una persona colta dotata di spirito di osservazione.

Vi è anzitutto il fenomeno di alberi che normalmente vegeta-

no su terreno perfettamente asciutto, come i lecci, le cui radici sono state raggiunte e scalzate dalle acque, in mezzo alle quali permanentemente si trovano immerse. Alcuni tronchi già sono caduti nelle acque o sono in procinto di cadervi in un tempo più o meno vicino.

Molti pali di contenimento delle colmate eseguite per rialzare tutte le sponde depresse durante i lavori di bonifica iniziati nel 1935, oggi si trovano isolati in pieno lago, poiché il materiale depositato a ridosso di essi allo scopo di rialzare le bassure è stato in buona parte asportato dalle acque in fase di trasgressione.

Caratteristico è il fenomeno che si osserva nella penisola su cui sorge la chiesa di S. Maria della Soresca, in vicinanza di Sabaudia. La facciata della chiesa, distante oggi dal limite delle acque meno di quattro metri, in epoca relativamente recente (mi riferisco ad una sessantina di anni fa, quando sono stato la prima volta sul luogo) ne distava una dozzina. Sulla carta al 5000 rilevata nel 1928-29, la facciata dista ancora dalle acque almeno 8 metri (2 mm. sulla carta). Osservando la fotografia aerea del L. di Sabaudia riportata nel volume dell'*Enciclopedia Italiana*, pubblicata nel 1936, si nota come lo spiazzo antistante alla chiesa si spinga abbastanza profondamente nel lago. Esso, che è costituito da terriccio di riporto misto a ciottoli e a rottami di coccio, è stato abraso dall'azione esercitata delle acque avanzanti, azione manifesta su tutte le sponde della penisola. In detta penisola, infatti, un notevole tratto di orto coltivato dalla famiglia che abita la località è stato asportato dalle acque, e nella sua parte nord-occidentale una fila di alberi piantati una settantina di anni fa ad oltre dieci metri dalla riva ha le radici quasi immerse nelle acque.

Ma quello che colpisce maggiormente l'osservatore non digiuno di conoscenze geografiche è la tipica morfologia delle sponde.

Il Lazzari, nel suo accuratissimo studio del quale abbiamo fatto cenno precedentemente, riporta ben 194 sezioni delle sponde, da lui disegnate, di cui se ne riproducono qui alcune delle più caratteristiche. Circa il 70% delle sezioni rappresenta rive che cadono sul lago o con ripida scarpata, o con uno spiazzo pianeggiante che si abbassa con un gradino verticale sulle acque, formando una specie di piccolo scanno. Anche in alcuni tratti delle rive più depresse, che si trovano quasi al livello del lago, il gradino, non visibile in

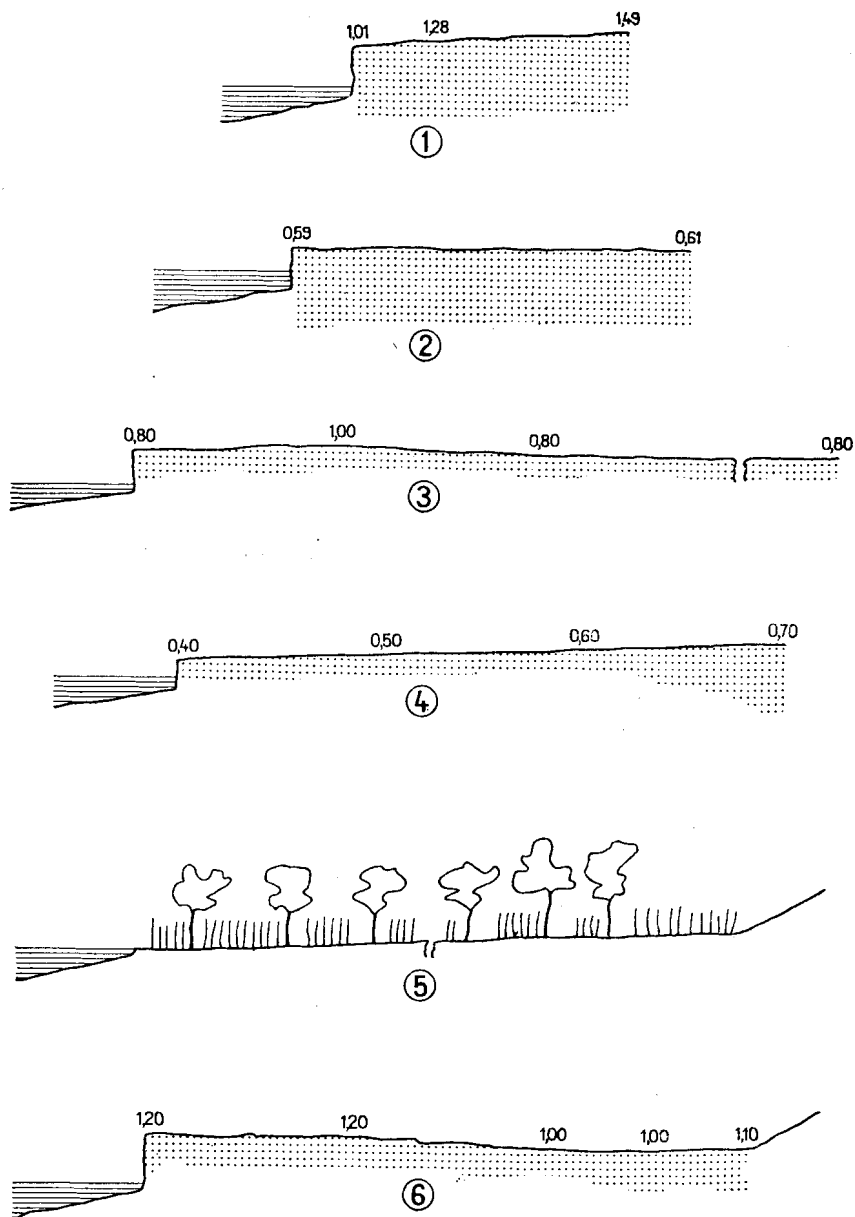


FIG. 4. — ALCUNE SEZIONI DELLE SPONDE DEL LAGO DI SABAUDIA.

1 - sponda occidentale, di fronte al Braccio della Molella; 2 - idem, di fronte al Braccio di Carnarola; 3 - idem, in fondo al Braccio di Carnarola; 4 - idem, all'ingresso del Braccio della Molella; 5 - sponda meridionale del Braccio della Molella; 6 - sponda meridionale del Braccio della Bagnara.

superficie, si nota sotto le acque. Nella relazione che accompagna le sezioni, esistente presso il Tribunale di Latina, a p. 17, il Prof. Lazzari giustamente afferma: «...ma, come accennato, del totale sviluppo del perimetro del lago, solo una parte risulta interessata dagli arginelli artificiali e riporto di materiali (17). Su molti altri tratti le rive sono verticali o pressoché verticali, in relazione all'azione erosiva esercitata dalle acque in corrispondenza del battente che frana per quel tanto interessato dal battente stesso delle acque ».

E' evidente che questa azione erosiva può essere esercitata soltanto dalle acque in fase di ingressione, e, poiché in molti punti lo scanno è relativamente alto, le sponde sono state modellate da un'azione che continua da parecchi anni.

A mio giudizio, date le caratteristiche fisiche del lago, nel quale non è stato modificato sostanzialmente l'apporto delle acque dolci che finora vi sono confluite per scorrimento o per infiltrazione, e data soprattutto la comunicazione diretta col mare al cui livello si trova la superficie del lago stesso, il fenomeno delle acque che avanzano erodendo le sponde e quindi ampliando la superficie lacustre non può essere spiegato che coll'aumento di livello delle acque marine.

Non è possibile, tuttavia, calcolare, anche approssimativamente, l'aumento di superficie raggiunto dalle acque negli ultimi 80-90 anni, da quando, cioè, è cominciato il fenomeno del regresso dei ghiacciai.

Un confronto tra la superficie del lago risultata nella levata topografica del 1878 e la superficie risultata in quella del 1928-29, non dà esito sicuro per le ragioni già accennate, e cioè la diversità della scala alla quale sono state eseguite le due levate, e le inevitabili deformazioni alle quali sono andate soggette le carte pubblicate più di ottant'anni fa.

D'altra parte è evidente che, su sponde di assai diversa conformazione, per quanto geologicamente della stessa natura, le acque hanno avanzato maggiormente nei tratti più depressi, mentre l'avanzamento sulle sponde più ripide è stato molto più limitato o quasi nullo.

(17) Il Lazzari si riferisce ai lavori eseguiti a partire dal 1935 per bonificare le sponde soggette ad impaludamento.

Tuttavia non mancano elementi per valutare approssimativamente l'innalzamento del livello avvenuto nelle acque del lago nell'ultimo ottantennio.

Abbiamo osservato sopra che nella penisola sulla quale sorge la chiesa di S. Maria della Soresca l'acqua ha eroso il tratto di sponda più sporgente per una larghezza che si avvicina agli 8-10 metri. In questo tratto, come ho già detto, il suolo è costituito da terra di riporto, mista a ciottoli e pezzi di coccio, derivata da disfacimento di costruzioni romane (18). L'acqua avanzante ha asportato il terriccio lasciando sul fondo il materiale pesante rappresentato dai ciottoli e dai cocci. Tale strato, che si spinge sul fondo del lago per qualche metro, a marea bassa (19) resta coperto solo da pochi cm. di acqua e dista dall'orlo dello scanco circa 30 cm., mentre a marea alta la distanza fra il livello delle acque e l'orlo dello spiazzo si riduce a circa 8 cm. Se si prende come punto di riferimento il fondo rappresentato dal materiale pesante rimasto in loco e si considera l'alta marea di poco superiore ai 25 cm., si può dedurre che il livello del lago si sia innalzato di circa una dozzina di centimetri, pari press'a poco allo spessore delle acque che ricoprono le costruzioni della Villa di Domiziano esistente sul lago, le quali vengono lentamente sommerse (20).

Ma all'incirca della stessa altezza è il gradino subacqueo che si trova in alcuni tratti di sponde depresse, come risulta, p. es., dalle sezioni 108 e 111 disegnate dal Prof. Lazzari.

Io ritengo, pertanto, che di circa una dozzina di cm. debba essere considerato il valore del maggior livello raggiunto dalle acque del lago nell'ultimo ottantennio. Ma in questo periodo, secondo gli accertamenti di S. Polli, il livello del mare si sarebbe sollevato all'incirca della stessa misura ($80 \times \text{mm. } 1,6 = \text{mm. } 128$), e quindi i due dati corrispondono quasi perfettamente.

(18) Dietro la chiesa vi sono costruzioni di epoca classica, rimaneggiate durante il Medioevo.

(19) Ho eseguito la misurazione il 2 dicembre 1965 alle ore 11 circa, quando il mareografo del Caterattino indicava bassa marea.

(20) I numerosi ruderi del complesso della Villa di Domiziano, Palazzo e Rovine di Cire, si trovano sulla tozza penisola situata tra il Braccio della Molella a nord ed il Braccio della Bagnara a sud. Essi, che si estendono dal limite delle acque per qualche centinaio di m. verso l'interno, finora non sono stati oggetto di scavi sistematici.

I 12-13 cm. di maggior livello raggiunti dalle acque marine costituiscono il fattore che ha influito principalmente a modificare la vita vegetale ed animale dei laghi costieri pontini e che ha esercitato un peso non indifferente sulla loro economia peschereccia.

Il Della Valle (21) ha affermato che una delle cause della diminuita pescosità in atto nei laghi pontini è il minore apporto di acqua dolce in essi in dipendenza dell'aumentato consumo che se ne fa per l'irrigazione dei terreni (e noi aggiungiamo per le necessità delle industrie sviluppatesi notevolmente nella zona negli ultimi anni).

Consento alla sua affermazione, ma aggiungo che la maggior salinità dei laghi costieri è stata causata anche dall'aumentato afflusso di acqua salata conseguente all'accresciuto livello del mare.

Infatti, per il L. di Paola non si può parlare di diminuito apporto di acqua dolce, la quale anzi vi affluisce in maggiore quantità per le ragioni da noi ampiamente esposte.

Se oggi nei laghi pontini si riscontra una più forte salinità, ciò che sarebbe confermato dalla quasi totale scomparsa di alcune specie di pesci che vivono in ambienti salmastri molto dolcificati, come il pesce localmente chiamato calamita (*Mugil capito*), presente fino a qualche anno fa in notevole quantità, e dalla forte riduzione di molluschi tipici delle acque mesoaline (*Cardium edule*, *C. glaucum*) che contribuiscono all'alimentazione di alcune specie ittiche, tale aumento della salinità, che ha determinato anche modificazioni nel plancton, può essere solo in dipendenza dell'aumentato livello del mare, che ha portato al conseguente innalzamento delle acque dei laghi.

Da parte del Laboratorio Centrale di Idrobiologia, così benemerito per gli studi eseguiti nei nostri laghi, sarebbe necessario che fossero eseguite nuove indagini, intese ad accertare, col grado di salinità delle acque, le eventuali variazioni avvenute nell'ittiofauna, anche allo scopo di suggerire opportuni provvedimenti che

(21) *Op. cit.* nel testo; cfr. alle pp. 62, 68 e 73. L'A. ritiene che oggi nel vicino L. di Fondi, il cui livello è di cm. 30 al di sopra del livello del mare, entri una maggiore quantità di acqua salata per l'approfondimento a cui sono stati soggetti gli alvei dei canali di Canneto e di S. Anastasia, emissari del lago, il che ha facilitato e facilita l'ingresso di troppa acqua marina. Io penso invece che a questo fenomeno abbia contribuito principalmente l'aumentato livello del mare.

valgano ad arrestare il depauperamento in atto della piscicoltura nei laghi litoranei pontini ed in quelli non lontani della pianura fondana.

SUMMARY. — The Lake of Sabaudia is the southernmost of the Pontine lakes, which are situated between an outer ridge of recent shore-line dunes and an inner ridge of quaternary dunes, from Torre Astura to Circeo. Its water level is the same as the mean sea level, the communication between sea and lake being provided by an artificial channel dating from Roman times, about 700 m. long, and by a second channel recently built, which is narrower than the original one. The water level is influenced by the tide. For many years the lake had no communication with the other Pontine lakes. There are no rivers to bring waste into the lake, and the shores consist of soft rock. Thanks to the calmness of the water, since there are normally no large waves, this lake can be used for measuring the rise in sea level, which, on the Italian coast, is 1,6 cm. every ten years, as a consequence of the glacier recession which has been occurring for more than eighty years all over the world. The author calculates that in the same period the lake level has risen 12-13 cm., that is nearly the same amount as the sea level.