

70. David RAFFAELLI. — Su alcuni caratteri chimico fisici delle raccolte idriche della provincia di Latina in rapporto alla natura dei terreni.

Riassunto. — L'A. analizzando i risultati di numerose osservazioni sui caratteri chimico-fisici delle raccolte idriche della provincia di Latina, dimostra che la salinità delle acque è determinata dalla costituzione chimica e dalla origine geologica del terreno, mentre il pH solamente in qualche caso è condizionato alla costituzione del terreno.

I risultati ottenuti sono di grande interesse per il malariologo, in quanto i caratteri chimico-fisici delle acque costituiscono un fattore determinante di grande importanza nella diffusione dell'anofelismo e nella distribuzione delle varie razze.

Résumé. — L'A., analysant les résultats de nombreuses observations sur les caractères chimico-physiques des collections hydriques de la province de Latina, démontre que la salinité des eaux est déterminée par la constitution chimique et par l'origine géologique du terrain, tandis que le pH seulement en quelques cas est conditionné par la constitution du terrain.

Les résultats obtenus sont de grand intérêt pour le malariologiste, parce que les caractères chimico-physiques des eaux constituent un facteur déterminant de grande importance dans la diffusion de l'anophélisme et dans la distribution des différentes variétés.

Summary. — The A. analyses the results of many observations on the physico-chemical characters of water bodies in Latina province and shows that the water salinity is determined by the soil's chemical constitution and by its geological origin, while the pH is conditioned by the soil constitution in a few cases only. The results obtained are of great interest to the malariologist, as the water's physico-chemical characters are determining factors of great importance for the spread of *anopheles* and for the distribution of its varieties.

Zusammenfassung. — Indem der Verfasser die zahlreichen Beobachtungen ueber die chemisch-physikalischen Charakteristiken der angesammelten Wassermassen der Provinz Latina analysiert,

stellt er dar, dass der Salzgehalt der Gewässer von der chemischen Zusammensetzung und vom geologischen Ursprung des Erdbodens bestimmt wird, während das pH nur in einigen Fällen von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist.

Die erzielten Ergebnisse sind von grossem Interesse fuer den Malariologen, da die chemisch-physikalischen Kennzeichen der Bodengewässer einen bestimmenden Faktor von grosser Wichtigkeit für die Verbreitung des Anophelismus und die Verteilung der verschiedenen Varietäten bilden.

Le grandi bonifiche idrauliche ed agrarie apportano sempre mutamenti grandissimi nella flora e nella fauna delle zone bonificate in rapporto alle profonde modificazioni subite dal terreno, e di conseguenza anche dalle acque superficiali, nei loro caratteri fisici e chimici.

Questi mutamenti determinano variazioni nel complesso rapporto tra vegetali ed animali, così da determinare un nuovo aspetto sia nel campo della fauna che in quello della flora, con lo scomparire di alcune varietà di piante e di animali ed il prevalere di altre che prima avevano vita in quanto avevano subito un parziale adattamento alle condizioni generali dell'ambiente.

Se questo concetto affermato già dal Missiroli nella comunicazione al II Congresso Internazionale di Malariologia di Algeri nel 1929 ⁽¹⁾ si basa il presente lavoro, scopo del quale è quello di mettere in evidenza i caratteri chimico-fisici delle acque nelle zone di Pontinia, Piana di Fondi e fascia costiera che si estende da Nettuno sino al Garigliano, in rapporto alla natura geologica del terreno, in modo da dare agli studiosi di malaria un quadro, di cui potranno servirsi per studiare meglio la preponderanza di una varietà anofelica sull'altra o la scomparsa o la maggiore diffusione di una o più altre varietà già esistenti.

In quasi tutte le zone studiate tanto la bonifica idraulica che quella agraria in gran parte è stata compiuta, ciò nonostante la malaria esiste ancora.

(¹) MISSIROLI, « Le grandi bonifiche nei riguardi della Biologia e dell'Igiene », Comunicazione al II Congresso Internazionale di Malariologia di Algeri, Riv. Malar. (Suppl.), pag. 1 (1930).

Le cause determinanti l'anofelismo, come si sa, sono molte e le recrudescenze malariche non possono trovare la loro spiegazione solamente nell'aggravarsi di alcune di esse, quanto invece nella coesistenza o nel sopraggiungere di altre che rendono l'ambiente più propizio.

Le variazioni di temperatura, il grado di umidità e tutti gli altri fattori climatologici non avrebbero un apprezzabile valore sullo sviluppo anofelico se non esistessero già altri fattori legati intimamente alla natura dei terreni e delle acque superficiali che si trovano nella zona malarica.

La fauna anofelica acclimatatasi ed adattatasi si mantiene in una costante stabilità rispetto alle varietà che la costituiscono, che sembra difficile che si verifichi ad un dato momento una predominanza numerica a favore di una specie o varietà piuttosto che di un'altra, senza che ciò sia in relazione con avvenuti cambiamenti nell'ambiente in cui essa vive, dato che tutte le varietà si sono già adattate a vivere nell'ambito degli stessi fattori fisici, chimici e biologici.

Ma l'habitat di cui hanno bisogno gli anofeli per vivere è soggetto a variazioni causate dal variare di alcuni caratteri del suolo e delle acque per effetto delle bonifiche, delle lavorazioni agricole, delle concimazioni, per cui l'ambiente in cui vive la zanzara resta legato alle condizioni dell'habitat larvale.

Moltissimi studiosi della malaria hanno infatti constatato che col mutare delle caratteristiche del suolo e delle acque si è verificata anche una graduale variazione nelle varietà anofeliche con conseguenze facilmente prevedibili nel campo della maggiore o minore diffusione della epidemia.

Le ricerche sulla distribuzione delle varietà anofeliche hanno messo in evidenza la possibile relazione esistente tra la natura dell'habitat larvale e quello dell'insetto adulto, e certamente vi deve essere anche uno stretto rapporto tra tutto il complesso dei fattori fisici e chimici riguardanti il suolo e le acque, e la prevalenza di una varietà sulle altre.

Molti hanno fermato la loro attenzione sulle principali caratteristiche delle acque dei focolai anofeligeni: concentrazione idrogenionica, salinità, sostanze organiche, ossigeno disciolto, residuo fisso o complesso dei sali contenuti, temperatura ed altri fattori di minore importanza; ed hanno cercato di stabilire quale di essi abbia maggiore importanza e quale influenza essi esercitino sullo sviluppo preferenziale di una data varietà.

Diversi sono i lavori pubblicati in proposito che riportano i dati delle ricerche eseguite in zone dove la malaria esiste da secoli.

Sulla resistenza delle larve degli anofelini alla salinità già da tempo furono fatte delle ricerche da alcuni studiosi italiani: Grassi richiama l'attenzione che l'*A. Claviger* tollera solo un basso grado di salinità ⁽²⁾, Centanni ⁽³⁾ Sella ⁽⁴⁾ e Celli ⁽⁵⁾ hanno eseguito ricerche sulle concentrazioni di cloruro di sodio favorevoli o sfavorevoli allo sviluppo delle larve di *A. Maculipennis*. La Face ⁽⁶⁾ trova che fra i fattori fisico-chimici che influiscono sulla vita larvale degli anofelini il più importante è la salinità, ed a tale scopo ha eseguito una serie di ricerche per stabilire la resistenza delle larve a varie concentrazioni.

Vennero anche osservati casi di adattamento delle larve anofeliche ad alti gradi di salinità da Dutton ⁽⁷⁾ e da Kligler e Theodor ⁽⁸⁾, i quali ultimi affacciarono anche la ipotesi di un effetto della reazione delle acque, oltre che della salinità, sulle larve; senza però portare alcun dato sperimentale.

Sepulcri ⁽⁹⁾ ha riferito di avere trovato nelle acque salmastre di Val Brian, contenenti il 23% di NaCl, numerose larve anofeliche. Il medesimo ⁽¹⁰⁾ riscontra in alcune località del veneto, note per la loro malaria, presenza di larve in acque con concentrazioni saline dal 14% al 22%. Missiroli ⁽¹¹⁾ nella relazione al Congresso internazionale di Berlino del 1938 mette in evidenza come la presenza delle singole varietà di *Maculi-*

(2) GRASSI, Studi di uno zoologo sulla malaria, 2^a ed. (1901).

(3) CENTANNI, La malaria nella provincia di Ferrara. Atti della Soc. per gli studi della malaria.

(4) SELLA, Seconda relazione della lotta antimalarica a Fiumicino (Roma) (1910).

(5) CELLI, La malaria, 3^a ed., Albrighi-Segati, Roma.

(6) LA FACE, « Sulla resistenza delle larve degli anofeli alla salinità », Riv. Malar., 1, 18 (1928).

(7) DUTTON, Memoir, n. 10, Liverpool School Trop. Med. (1902).

(8) KLIGLER e THEODOR, Effect of Salt Concentration and Reaction on the Development of *Anopheles* larvae, Bull. of. Ent. Res., 16, 11 (1925).

(9) SEPULCRI, Rapporti tra anofelismo ed ambiente nella zona litoranea tra Piave e Livenza, Riv. Malar., 4-5 (1927).

(10) SEPULCRI, Contributo allo studio del problema dell'anofelismo nel Veneto, Riv. Malar., 6, 637 (1929).

(11) MISSIROLI, « Le varietà di *Anopheles Maculipennis* e il problema della malaria in Italia ». Relazione al Congresso Internazionale di Entomologia di Berlino 1938, Rend. Ist. Sup. Sanità, 2, I, 213 (1939).

pennis in una determinata zona sia in rapporto con i caratteri dei focolai larvali oltre che col clima della regione.

In tale modo si spiega la regressione della malaria nei paesi bonificati; e così si esprime nella relazione citata: « studiando così il contenuto in NaCl delle acque delle varie zone, si è osservato che l'*A. Maculipennis elutus* e quindi la malaria, scompaiono nelle zone con bonifica più progredita, ove l'acqua contiene appena tracce di cloruri. Contemporaneamente si osserva nelle zone di bonifica progredita una popolazione anofelica costituita prevalentemente di *A. Maculipennis* tipo e scarsi individui di *A. Maculipennis Messeae*. Alcuni discutono come una razza possa sostituirsi ad un'altra ma, allo stato attuale delle nostre conoscenze biologiche, io non vedo questo fenomeno di difficile interpretazione. Certo che le bonifiche hanno determinato veri capovolgimenti nei caratteri fisici e chimici dei terreni e delle acque di vaste zone, e come conseguenza sono state osservate variazioni nella flora e nella fauna. Durante i lavori della bonifica Pontina molti terreni a carattere nettamente acido prima erano invasi dalle felci, resi alcalini dai continui lavori agricoli sono ora sottoposti a coltivazioni di piante graminacee con ottimo risultato. Così, come i terreni, anche per le acque si sono verificati importanti cambiamenti nei loro principali caratteri chimici e fisici ».

Il continuo dilagamento del suolo, specialmente nei terreni sottoposti ad irrigazione, ha prodotto una graduale diminuzione dei cloruri e quindi anche le acque delle raccolte idriche superficiali si sono man mano impoverite con notevoli diminuzioni della loro salinità determinando un habitat sfavorevole ad alcune varietà di anofeli come il *labbranchiae* e l'*elutus*, le quali hanno una marcata preferenza per le acque salate.

Tale osservazione fu fatta dal La Face per la bonifica del Maccarese ⁽¹²⁾ in cui le razze più diffuse di *A. Maculipennis* erano il *tipicus* ed il *labbranchiae* ma questa ultima razza prevaleva nelle zone in cui la bonifica agraria era meno progredita. Ad analoga conclusione giunge anche Patrissi ⁽¹³⁾ nel suo studio sulle variazioni della fauna anofelica in alcuni comuni della regione veneta.

⁽¹²⁾ LA FACE, Sull'anofelismo della bonifica di Maccarese, Rend. Ist. Sup. Sanità, 2, I, 213 (1939).

⁽¹³⁾ PATRISSI, Epidemiologia della malaria e variazioni della fauna anofelica in rapporto alla bonifica del suolo, Riv. Malar., 2, 18 (1946).

Anche molti altri ricercatori e studiosi della malaria hanno fatto osservazioni analoghe, ed alcuni non si sono limitati alla sola osservazione della salinità delle acque ma hanno rivolto la loro attenzione anche alla reazione del mezzo.

Osservazioni sul Ph delle acque, sul plankton, in rapporto alle diverse varietà anofeliche esistenti in zona malarica furono fatte da T. Darling ⁽¹⁴⁾. Egli per quanto riguarda il Ph trova che le larve di *Crucians* vivono preferibilmente in acque acide, mentre il *Punctipennis* ha preferenza per quelle alcaline, ed il *Quadrifasciatus* per quelle quasi neutre.

In un altro studio di R. Senior White ⁽¹⁵⁾ sono posti in evidenza tutti i fattori capaci di influire sulla vita larvale, intesa in senso lato, delle zanzare. L'Autore da tempo pensava che sullo sviluppo degli anofeli la acqua agiva per la sua composizione; intraprese pertanto un complesso di studi sulle acque di Ceylon raccogliendo una notevole mole di dati molto interessanti.

Egli trovò che le acque naturali avevano un ph tra 5,4 e 9,2 mentre gli stadi acquatici delle zanzare vennero osservati in acque con un ph compreso tra 5,8 e 8,6; le specie viventi in acque correnti avevano una tolleranza maggiore rispetto a quelle viventi in acque stagnanti; le prime, secondo le osservazioni dell'autore, vivrebbero di preferenza in acque a carattere acido, le altre preferirebbero acque alcaline.

I culicidi hanno mostrato una tolleranza minore degli anofelini.

Oltre al ph normale l'autore ha ricercato anche quello residuale, e si rileva dai dati riportati che l'acidità dovuta alla anidride carbonica è meglio tollerata che non quella dovuta ad altri fattori. Ma nel corso delle sue ricerche l'autore cercò di mettere in evidenza anche l'azione esercitata dalla percentuale di ossigeno disciolto e dalla concentrazione salina totale, valendosi della determinazione della conducibilità elettrica dell'acqua. Come risultati trovò che tale concentrazione può variare entro limiti molto estesi; così pure per l'ossigeno non vennero trovati limiti molto netti ma venne solamente notato che la scarsa quantità di ossigeno nell'acqua determina una condizione sfavorevole allo sviluppo degli anofeli.

⁽¹⁴⁾ T. DARLING, Saut. Med. Journ., giugno (1925); Rec. Malar., 623 (1926).

⁽¹⁵⁾ R. SENIOR WHITE, Bull. Entom. Res., gennaio (1926); Rec. Riv. Malar., 696 (1926).

Per i sali di ammonio le larve, specialmente quelle anofeline, hanno dimostrato una scarsa tolleranza.

Anche un altro studioso di questo problema K. B. Williamson, ha rivolto la sua attenzione al ph delle acque dei focolai anofeligeni, nelle risaie di Perak e di Negri Nembilem ⁽¹⁶⁾.

In tale studio viene osservata la preferenza di alcune specie anofeline per acque acide con ph medio di 6,4, di altre per acque alcaline con ph medio di 8, ed inoltre si nota che vi sono effettivamente dei limiti di acidità di alcalinità che non sono superati da una data specie, ma possono intervenire anche altri fattori per regolarne la diffusione.

Secondo C. H. Arold ⁽¹⁷⁾ il ph delle acque di per se stesso non ha che scarsa importanza, mentre ne assume indirettamente per la sua influenza sulla flora dell'acqua e quindi sulla alimentazione delle larve. Di eguale parere sono anche M. A. Barber e W. H. Kamp ⁽¹⁸⁾.

Sulla respirazione larvale e quindi sul contenuto in ossigeno delle acque, vennero eseguite ricerche da V. Beclemistev e Mitrofanova ⁽¹⁹⁾ che osservarono la mancanza di larve in acque povere in ossigeno, ma secondo gli autori la scarsa quantità di ossigeno non è la causa diretta dell'impedimento della vita larvale, come pure il ph non può essere il solo a determinare la vita delle larve; essi ammettono che tali fattori agiscono per via indiretta, probabilmente tramite l'alimentazione. Altre accurate indagini sulla importanza della azione del ph sulle larve vennero eseguite da Morishita ⁽²⁰⁾, il quale ha notato che le uova di anofeli si schiudono anche in acque con ph-2 o con ph 9,8 ma le larve muoiono appena nate. Solo tra ph 5,3 e 9,4 lo sviluppo larvale e le metamorfosi si compiono normalmente, sempre mantenendo favorevoli le altre condizioni di vita. Le ninfe

⁽¹⁶⁾ B. WILLIAMSON, Ann. Report. of the Malaria Bureau Institut for Med. Res. Fed. Malaria Statesfor Mc. Gregor (1924); F. M. 3 Ann. Rept. Med. Dept. (1924).

⁽¹⁷⁾ C. H. AROLD, Journ. R. Army Med. Corps, agosto-settembre (1926).

⁽¹⁸⁾ BARBER e KAMP, Trans. Conf. Malaria Freld. Workers Bull. Haelth. Bull., n. 137 (1924).

⁽¹⁹⁾ MITROFANOVA, Bull. Inst. Recherch. Biol. St. Biol. Univ. Perm. (1925).

⁽²⁰⁾ MORISHITA, Toiwan. Igakai Zosshi., sett. (1925); Rec. Rev. Appl. Entom. B., 14, 7 luglio (1926).

mostrarono una maggiore tolleranza. Si interessarono dell'argomento anche Mac. Gregor ed R. Senior Wite ⁽²¹⁾.

In alcuni stagni torbosi della Russia furono eseguite una serie di ricerche da R. M. Lebenow ed A. Adowa ⁽²²⁾ i quali trovarono quale fattore più importante nello sviluppo larvale il ph, che agirebbe non per le modificazioni che esso apporta al plankton, ma direttamente sui processi di nutrizione delle larve.

Determinando modificazioni sul ph di queste acque, abbassandolo sino al valore di 4, gli autori assicurano la scomparsa delle larve.

Nel Laboratorio di Zoologia di Johannesburg (Africa del Sud) venne osservato ⁽²³⁾ che le modificazioni apportate al ph dell'acqua provocano una variazione nello sviluppo delle larve delle zanzare, e che i superfosfati e la calce agiscono da larvicidi in quanto provocano una modificazione di tale valore.

Analoghe osservazioni vennero fatte da Helen Russel ⁽²⁴⁾ che trovò larve di anofelini in acque con ph tra 8 e 9,5 e larve di culicini in acque con ph tra 6,5 e 10.

Collegandosi agli studi di R. Senior Wite già accennati sulla influenza dell'ossigeno disciolto nell'acqua M.O.T. Ijengar ⁽²⁵⁾ ha eseguito un numero rilevante di ricerche nel Bengala. Il contenuto di ossigeno trovato in 332 raccolte di acqua varia da mg 0 a mg 6,5 per litro, nella maggior parte dei casi tali valori oscillano tra mg 1 e mg 4. In tutte le raccolte vennero osservate oscillazioni giornaliere, quasi parallele, segnando un minimo alle ore 6 ed un massimo alle 14,30-15,30. Tali fluttuazioni sono da porre in rapporto con la vita animale o vegetale, fotosintesi e respirazione.

In nessun caso venne riscontrata una manifesta azione dell'ossigeno sulle specie anofeline.

Gli studi sul contenuto in sali di ammonio, di calcio, e di magnesio, hanno dimostrato che essi esercitano poca influenza sugli anofelini, ma non è stato possibile stabilire nulla di preciso ⁽²⁶⁾.

⁽²¹⁾ R. SENIOR WITE. Parassitology, maggio (1929).

⁽²²⁾ A. ADOWA, Bull. Soc. Path. exact., 10 luglio (1929).

⁽²³⁾ F. PETERSON, Sout. Afr. Journ of Science, 211 (1925).

⁽²⁴⁾ RUSSEL, Bull. Entom. Res., n. 2 (1927).

⁽²⁵⁾ IJENGAR, Indian. Journ. Med. Res., aprile (1930).

⁽²⁶⁾ W. WAROSI, Arch. f. Sch. u. Tragenhug., giugno (1931).

J. Pomeray nelle sue ricerche eseguite sulla Costa d'Oro ⁽²⁷⁾ riscontra una notevole influenza del ph: solo il 50% delle larve tenute in ambiente a ph 9 sfarfallavano. V. B. Wigglesworth ⁽²⁸⁾ ha eseguito un accurato studio sull'adattamento delle larve all'acqua salata, le larve di quarto stadio di *Aedes Aegypti* portate in ambiente salino sopportarono bene lo aumento della concentrazione sino a 0,9% di NaCl, aumentandola gradatamente sino a raggiungere 1,1% quasi tutte le larve morirono in 4-5 giorni. Le larve di I stadio sopportarono la concentrazione del 0,8% e morirono alla concentrazione dell'1,1% ma innalzando gradatamente la concentrazione salina le larve si adattarono a vivere anche in acqua con 1,1% di NaCl.

Prove di variazione di ph in raccolte idriche naturali furono eseguite da Pavlova P. ⁽²⁹⁾. L'Autore adoperò acido solforico per la acidificazione portando il valore del ph delle acque sino ad 1,9.

Se le pareti delle raccolte idriche erano di argilla, il ph si mantenne per circa due mesi, invece in raccolte con pareti torbose il ph variò poco tempo dopo.

Per ciò che riguarda la bonifica del suolo in rapporto alla malaria, il lavoro di M. Borel ⁽³⁰⁾ è notevole per i dati che vengono riportati. Esso riguarda zone malariche della Cocincina, la carta epidemiologica della malaria può addirittura sovrapporsi a quella geologica.

Analogo risultato si riscontra per alcune zone della Malesia dove le terre di origine granitica risultano le più malariche. La spiegazione di ciò si può trovare non nella costituzione chimica del terreno ma nel suo stato fisico.

Infatti la maggior o minore permeabilità del terreno dipende dal rapporto sabbia-argilla. Nelle terre rosse poco permeabili questo rapporto ha un valore molto basso oscillante tra 0,20 e 0,95; esse danno più facilmente origine a raccolte idriche anofeligeni. Nei terreni alluvionali recenti il rapporto non va mai al di sotto di 1,5; nelle terre grigie che presentano una permeabilità elevata il valore può raggiungere il 6,2.

⁽²⁷⁾ J. POMERAY, Rep. Med. Depart. Goold. Coost. (1930-1931); Rec. Rev. Malar., 714 (1932).

⁽²⁸⁾ WIGGLESWORTH, Parass. Biol. Mosca, 5-6, 265-266; Rec. Rev. Malar., 793 (1933).

⁽²⁹⁾ PAVLOVA, Journ. Experim. biol. n. 1 (1933); Rec. Riv. Malar., 132 (1934)

⁽³⁰⁾ M. BOREL, Bull. Soc. Path. Exat., 8, 12 (1926); Rec. Riv. Malar., 456 (1927).

Ma nella valutazione dei terreni permeabili o impermeabili è necessario tenere presente che uno strato permeabile poco spesso può essere alternato con uno strato inferiore impermeabile il quale può mantenere la falda freatica molto superficiale ⁽³¹⁾.

Dal complesso dei lavori citati appare evidente quale interesse abbia suscitato negli studiosi la conoscenza dei caratteri chimici e fisici delle raccolte idriche delle regioni malariche, e come tale conoscenza possa portare ad una più chiara valutazione delle possibili cause dell'anofelismo, da cui potrebbe anche derivare un nuovo indirizzo per una lotta più efficace basata su principi più scientifici, nella ricerca delle cause prime da eliminare.

PARTE SPERIMENTALE

Con lo scopo di poter portare un contributo al problema furono iniziate una serie di ricerche sulle acque di tutte le raccolte idriche piccole e grandi della provincia di Latina, fossi, canali, sorgenti, fiumi, scoline, laghetti, pantani, in modo da raccogliere più dati possibile che possano interessare gli studiosi ed aiutarli a trovare eventuali dipendenze tra l'anofelismo e la distribuzione qualitativa e quantitativa degli anofeli ed i caratteri chimici e fisici delle acque.

I valori riportati sono messi in relazione ai caratteri dei terreni delle singole zone, perchè esiste quasi sempre una stretta relazione tra questi due fattori.

Il lavoro venne iniziato nel 1938 e continuato sino a tutto il 1940 con un totale di analisi di campioni di acque di 3420. Purtroppo parte dei protocolli in cui venivano sistematicamente riportati i dati di analisi sono andati perduti a causa degli eventi bellici, ne sono stati ritrovati una buona parte per un numero complessivo di 1350 campioni. Sono state ritrovate le carte della salinità e del ph di tutta la provincia che erano state redatte in base ai valori di tutti i campioni analizzati, ed i grafici riguardanti i maggiori corsi d'acqua esistenti nelle zone studiate.

I campioni vennero prelevati in bottiglie di vetro neutro a tappo smerigliato, sempre da raccolte idriche non verdizzate e, in caso contrario, il prelevamento venne effettuato non prima che fossero passati dodici giorni dall'ultimo trattamento.

⁽³¹⁾ BELLINCIONI, Studio sulle relazioni tra regime idrologico e malaria nelle bonifiche Pontine, Cons. Naz. delle Ricerche.

Determinazione del ph. — Per tale determinazione è stato adoperato un potenziometro Hellige, e per valori inferiori a 7,8 si impiegò la catena calomelano-chinidrone, mentre per valori superiori è stato usato l'elettrodo ad idrogeno e talvolta l'elettrodo di vetro.

Tutte le zone vennero controllate determinando il ph direttamente sul posto, e non sono state riscontrate forti differenze mentre alcune oscil-

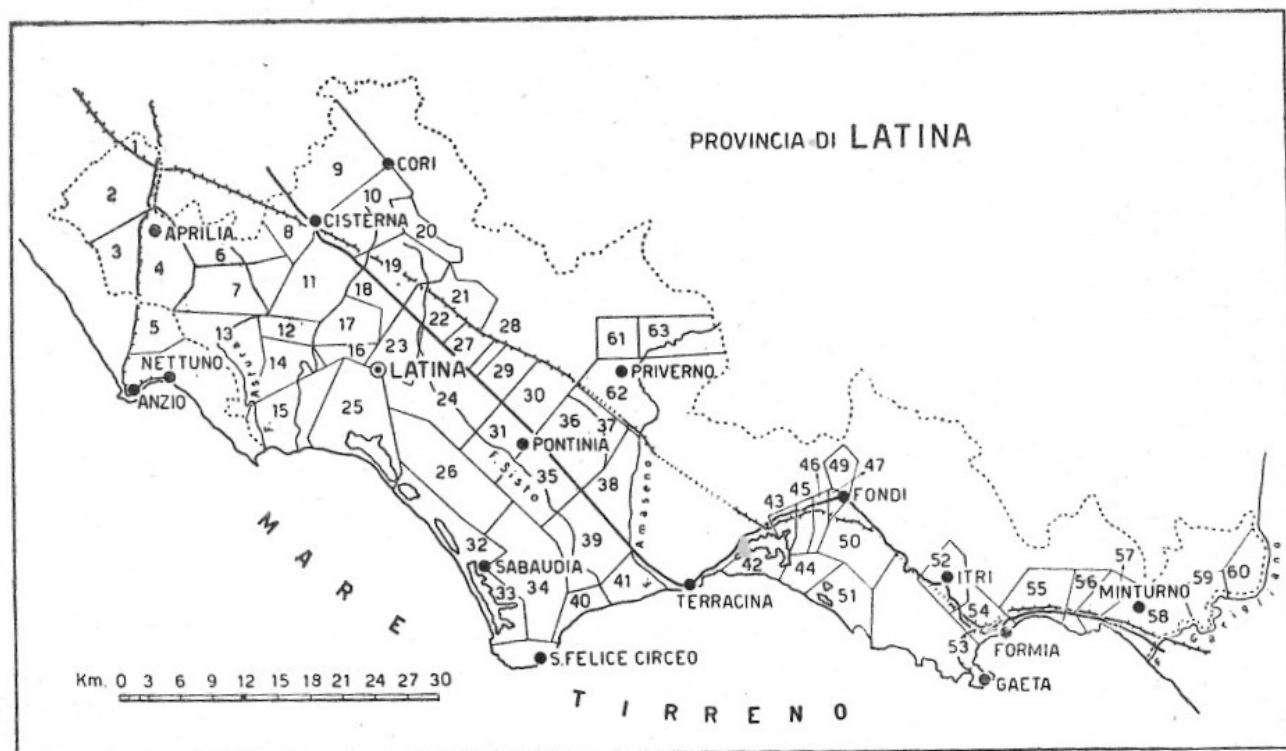


FIG. 1.

lazioni hanno trovato la loro spiegazione nelle recenti concimazioni o nelle lavorazioni speciali dei terreni, oppure nella recente verdizzazione.

Conducibilità elettrica. — E' stata determinata con l'apparecchio Pontavi mantenendo il campione in termostato ad immersione a 18°; dalla conducibilità è stato calcolato il residuo fisso.

Determinazione dei cloruri. — Sono stati determinati per titolazione secondo il metodo Mohr; i valori sono riportati al cloruro di sodio in milligrammi per litro.

Sostanze organiche. — Non in tutti i campioni la determinazione è stata possibile, è stato impiegato il metodo per titolazione con permanganato ed acido ossalico in soluzione N/100.

I campioni esaminati sono stati raggruppati secondo la località di provenienza suddividendo la provincia in 64 zone, per ciascuna delle

quali sono riportati i valori massimi e minimi del ph e dei cloruri nella seguente tabella:

TABELLA I.

Nu- mero della Zona	Denominazione	Valori pH		Valori NaCl		Osservazioni
		Min.	Max.	Min.	Max.	
1	Campoleone	7,6	7,6	35,1	35,1	Fontana di Papa
2	Campo del Fico	7,2	7,6	58	96	Aprilia
3	Buon Riposo	7,8	8,4	58	128	Staz. Aprilia
4	Campo di Carne	7,6	8,0	10	35	Via Nettunese
5	Torre del Padiglione	7,8	8,4	50	117	
6	Carano	7,4	7,8	11	30	
7	Campomorto	7,6	7,7	22	117	
8	V. Nett. La Villa	7,5	8,4	15	93	Cisterna
9	Cori-Giul.	7,6	7,9	34	150	
10	Cisterna-Doganella	7,6	7,8	35	140	Confine con Cori
11	Cisterna-B. Flora	7,5	8,4	35	150	
12	Latina-B. Montello	7,6	8,0	22,7	432	
13	Le Ferriere	7,6	8,0	58	280	Tre Cancelli
14	B. Bainsizza	7,2	8,2	13	70	Latina
15	B. Sabotino	7,4	7,6	168	304	Latina
15	Valmontone	7,8	8,4	140	250	Latina
15	Foce Verde	7,3	7,8	23,4	23,4	Latina
17	B. Podgora	7,2	8,2	58	263	Latina
18	Casale delle Palme	7,6	8,8	17	163	Latina
16	B. Piave	7,7	8,4	117	374	Latina
19	Doganella	7,4	7,8	10	82	Cisterna
20	Ninfa	7,4	7,8	1 -	50	
21	Sermoneta	7,5	7,8	7 -	30	
22	Tre Ponti-S. Fecitola	7,5	7,9	24,2	316	Latina
23	Latina-Staz.	7,9	8,4	15	51	
24	B. Faiti	7,8	8,4	70	316	
25	Foce Verde-Canali	7,8	8,0	4 gr.	26 g.	Canali Salati
25	Canali non salati	7,5	7,7	10	234	
25	Lago Fogl.	8,3	8,6	21 gr.	21 g.	In com. con il mare
26	B. Grappa	7,5	8,1	58	257	Sabaudia
27	Strada degli Archi	7,6	7,7	29,2	58,5	Sezze
28	Via Setina	7,4	7,6	143	628	Sezze
29	Mole di Sezze-Bocca di Fiume	7,1	7,9	81	760	
30	Migl. 46-48	7,3	7,9	187	760	
31	Pontinia	7,5	7,7	191	713	
32	Lago Capro-Lace	8,2	8,3	11,2g.	12,8 g.	
32	Lago Monaci	8,1	8,1	21,85	g.	
33	Sabaudia-Lago	8,0	8,1	14 g.	16,9 g.	
33	Sabaudia-Fossati vic. Lago	7,2	7,4	14,6	410	
33	Sabaudia retroterra	7,35	7,8	11,7	58,5	
35	Migl. 53-Pontinia	7,3	8,3	42	585	
36	Mazzocchio	7,4	7,8	93	707	
37	Gricilli Laghi Solf.	6,2	6,8	568	2,9 g.	Zone acque solfuree
37	Gricilli acq. non Solfuree Migl. 53-57-Amaseno	7,4	7,8	234	936	Non solfuree
38	Ufente	7,2	8,0	24	325	Amaseno-Ufente
39	B. Vodge	7,2	8,1	29	374	Terracina
40	B. Montenero	7,8	8,4	70	152	Terracina

Segue: TABELLA I.

Nu- mero della Zona	Denominazione	Valori pH		Valori NaCl		Osservazioni
		Min.	Max.	Min.	Max.	
41	B. Ermada e Pantani .	7,0	7,9	23	432	Terracina
42	FondiLago	7,4	7,4	289	351	
43	M. S. Biagio	7,4	7,8	58	403	
44-45	Segni e Ponte Tavolato	7,4	7,8	5-	80	Fondi
45	S. Magno	7,4	7,7	10	94	Fondi
46	Lagurio	7,2	7,6	16	327	Fondi
47	S. Antonio	7,6	8,3	10	23	Fondi
	Fondi dintorni della					
48	Citta	7,1	7,4	20	30	
49	Mole della Corte . . .	7,3	8,0	2,0	70	Fondi
51	Sperlonga retroterra .	7,7	7,9	58	526	
51	Sperlonga Lago Lungo	7,8	8,0	9 g.	19,8 g.	Lago salato
51	Sperlonga Lago S. Puoto	7,9	7,9	200	500	
52	Itri	7,5	8,2	9,0	38	
53	Gaeta periferia	7,3	8,4	3,0	364	
54	Formia periferia	7,8	7,75	40	380	
55	Formia Rio Fresco . . .	7,6	8,0	24	432	
56	Formia Penitro	7,6	8,0	11	100	
57	Formia S. Croce	7,3	7,8	17	93	
58	Minturno	7,6	7,9	17	120	
59	Fiume Garigliano . . .	7,2	7,2	58,5	58,5	
60	Suio acque solfuree . .	6,5	7,0	200	151	
61	Priverno Via Setina . .	7,2	7,6	5,0	17	
62	Fossanova	7,6	8,3	3,0	58,5	
63	Prossedi	7,4	8,2	35	409	

Esaminando i valori del ph le zone si possono raggruppare in grandi sei gruppi:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| I. ph: 6,1-6,8 | IV. ph: 7,4-8,0 |
| II. ph: 7,2-7,6 | V. ph: 7,5-8,4 |
| III. ph: 7,6— | VI. ph: 7,7-8,6 |

Per i cloruri la oscillazione dei valori trovati è più grande e le zone si possono raggruppare nel seguente modo:

- | | |
|------------------|--------------|
| I. milligrammi | 1-50 |
| II. milligrammi | 20-150 |
| III. milligrammi | 60-350 |
| IV. milligrammi | 300-500 |
| V. milligrammi | 500-760 |
| VI. milligrammi | 760-3 grammi |
| VII. milligrammi | 11-21 grammi |

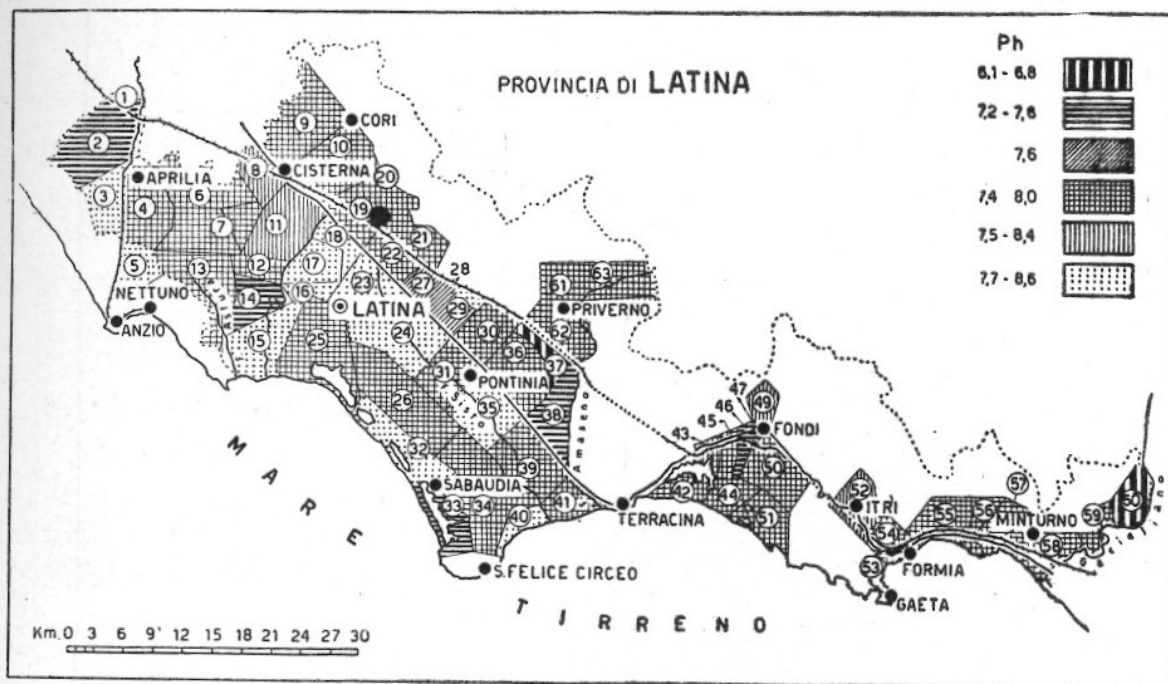


FIG. 2.



FIG. 3.

Prendiamo in esame i valori trovati in rapporto alla natura geologica dei terreni.

Agro Pontino. — Il suolo dell'Agro Pontino ha una costituzione chimico fisica molto diversa da luogo a luogo, differenza che è in stretto rapporto con i fattori geologici che hanno dato origine a tutta la regione.

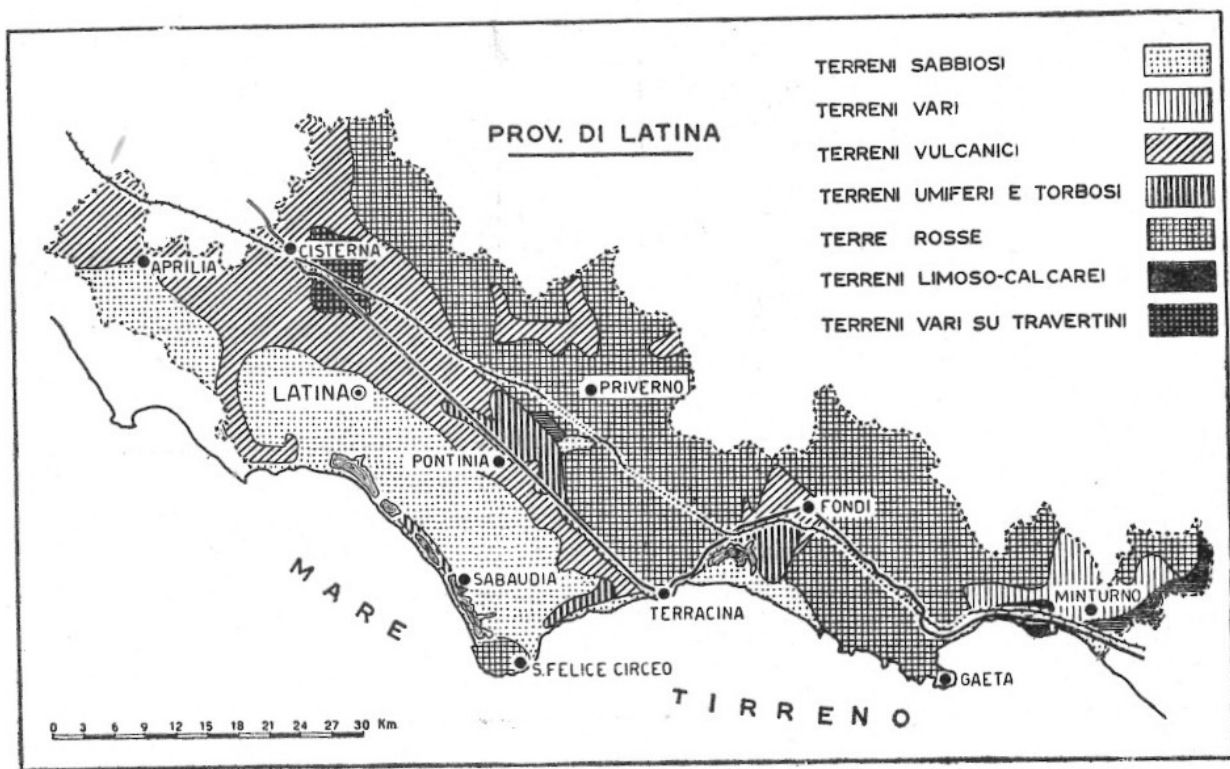


FIG. 4.

La fascia costiera del bassopiano è costituita da dune recenti, alte non più di dieci metri, che racchiudono con la fascia più interna delle dune marine antiche i quattro laghi denominati: lago di Fogliano, lago di Monaci, lago di Caprolace, lago di Paola oggi detto comunemente di Sabaudia, vi sono inoltre un gruppo di stagni, detti Stagni da basso, oggi scomparsi con le opere di bonifica.

Questa striscia di terreno sabbioso, una volta veramente palustre, è stata in parte colmata servendosi della sabbia delle dune recenti e delle dune antiche ed in vicinanza dei laghi con il materiale di scarico delle draghe formando così terreni di varia costituzione dal sabbioso al torboso, con un grado di reazione variabile, ma prevalentemente neutro. La percentuale dei sali solubili è elevata ma la sistemazione degli scoli tende a diminuirla.

In questa striscia costiera il ph delle acque è compreso tra 7,7 è 8,6 eccetto per la zona di Borgo Sabotino (n. 15) ed in vicinanza del lago di Fogliano dove è stato trovato il valore di 7,4-7,9 e la zona di Sabaudia (n. 33) in vicinanza del lago con i valori di 7,2-7,4.

La salinità media è compresa tra 60 e 300 milligrammi per litro, eccetto per una piccola zona in vicinanza dei laghi di Fogliano e Sabaudia con i valori più bassi compresi tra 20 e 150 milligrammi.

I laghi hanno dato i seguenti valori:

Fogliano		ph 8,3-8,6	NaCl 21	grammi
Monaci		ph 8,1 —	NaCl 21,85	»
Caprolace		ph 8,2-8,3	NaCl 11-12,8	»
Sabaudia		ph 8,0-8,1	NaCl 14-17	»

Più interessante si presenta la fascia dei terreni sabbiosi costituiti dalle dune marine antiche. I loro caratteri fisici sono molto diversi alcuni sabbioso rossicci, altri sabbioso grigio chiari con una permeabilità che aumenta man mano che si passa dai primi ai secondi.

Queste terre hanno un ph che si aggira sul 7,6 e sono esenti da acidità di scambio; le acque che vi si trovano hanno un carattere leggermente alcalino.

Si estendono per quasi tutta la zona sino al Circeo. I terreni grigio chiari ricoprono la parte più elevata ed il declivio orientale dell'altura costiera sino ad oltre il fiume Sisto, hanno un carattere nettamente acido con ph 5,8-5,9 mentre le acque ivi esistenti non hanno mai un ph al di sotto di 7,4, e ciò è da mettere in relazione con le modificazioni apportate al terreno mediante periodiche calcitazioni ⁽³²⁾ onde abbassare la loro acidità e renderli più adatti alle coltivazioni.

La salinità di questi terreni non è elevata.

Il sottosuolo è argilloso molto tenace, a carattere acido, che con i lavori di dissodamento è stato portato in superficie formando così un nuovo tipo di terreno sabbioso argilloso ricco di potassa.

Nella regione centrale e pedemontana il suolo presenta caratteristiche molto diverse della parte costiera; si passa dai terreni di origine marina a quelli di origine alluvionale e palustre.

⁽³²⁾ TOMMASI e MORANI, Studio chimico fisico dei terreni italiani. « Il Lazio », pubblicazione n. 347, Staz. Agr. Roma.

La parte settentrionale è costituita da terreni vulcanici rimaneggiati che si estendono dalle colline di tufo e travertino di Cisterna sino al Foro Appio; questi terreni argillo-silicei solo in pochi casi sono sensibilmente acidi.

Le acque di questa zona hanno un carattere leggermente alcalino con un ph medio 7,6-7,8 ed una salinità che va aumentando man mano che ci si avvicina alle terre di origine palustre, con valori che oscillano tra 20 e 300 milligrammi per litro.

A sud si passa dai terreni argilloso-silicei ai terreni limoso pesanti generalmente sub acidi formatisi per azione delle acque. I terreni vulcanici e quelli limosi si trovano sempre più rimescolati ed aumenta la percentuale di sostanza organica e si nota un graduale passaggio sino a terreni prevalentemente torbosi che risentono della loro origine palustre. Anche i valori delle acque variano, il ph oscilla tra 7,4 e 8,0 e la salinità va aumentando man mano che ci si avvicina alla zona pedemontana ricca di acque solfuree e formata da terre torbose, i valori sono compresi tra 80 e 760 milligrammi.

Nelle vicinanze della zona pedemontana i terreni torbosi hanno una reazione sub acida o neutra e talvolta sub alcalina, mentre il comportamento delle torbe del bacino dello Schiazza è diverso, esse hanno un carattere acido con un ph tra 5 e 4,5 ed una elevata acidità di scambio, per cui le acque hanno un carattere nettamente acido.

Il sottosuolo limoso calcareo si trova ad una profondità superiore ai due metri.

Il ph delle raccolte idriche di questa zona è compreso tra 6,1 e 6,8 la salinità è elevata tra 730 milligrammi e 3 grammi per litro.

Le acque solfuree sono quelle a ph più basso ed a salinità maggiore ma anche le acque non solfuree sono nettamente acide con una salinità che può raggiungere anche il grammo.

Tutta la fascia pedemontana, da Ninfa a Terracina, è formata da terre rosse generalmente sub acide che provengono dalla disgregazione delle terre sovrastanti i calcari cristallini dei Lepini, e trasportate in basso dalle acque.

A seconda del grado di reazione dei terreni il ph delle acque varia da 7,2 a 7,9.

Tra Cisterna e Carano sino a Borgo Montello si estende una zona formata da terre che poggiano su tufo vulcanico, ad eccezione di un piccolo tratto nelle immediate vicinanze di Cisterna dove il sottosuolo è calcareo. Il ph delle acque è compreso tra 7,5 e 8,4, ma con prevalenza al carattere alcalino, la salinità massima raggiunge i 200 milligrammi.

La zona di Carano sino a Campo di Carne, comprende Campomorto e le Ferriere, riprende i caratteri dei terreni vulcanici rimaneggiati e le acque mantengono un ph tra 7,4 e 8,0 con una salinità massima di 300 milligrammi. La parte denominata Campo di Carne è formata da terreno argillo sabbioso acido, privo di acidità di scambio; le acque mantengono un ph alcalino con poche oscillazioni al disotto di 7,6.

La zona Campo del Fico, Tuffello, Tenuta di Vallelata, sino a Carroceto e Buon Riposo è costituita da terreno semipermeabile che poggia su tufo litoide o su conglomerato vulcanico cementato. Tali sono il Fosso di Castellaccio, Fosso dell'Acqua Bona, Fosso della Ficoccia, Fosso Pane e Vino ed altri minori. Le acque di questi corsi hanno tutte un carattere neutro con alcune punte verso l'alcalinità, ad eccezione dei corsi che si trovano nei dintorni di Campo del Fico, Aprilia, Ruderi del Castellaccio dove le acque sono acide con un ph 7,2-7,6 raccogliendo acque di sorgenti ricche di CO_2 chiamate comunemente acque acide.

I cloruri sono compresi tra 20 e 150 milligrammi.

Anche verso Borgo Bainsizza le acque sono in prevalenza leggermente acide con eguali valori sia per il ph che per i cloruri (7,2-7,6 per il ph, e 20-150 milligrammi per i cloruri), mentre le acque delle zone circostanti sono alcaline.

Il resto della zona che si estende sino al Bosco di Nettuno, Bosco del Padiglione ed il Fiume Astura è formata da terreni impermeabili e le acque hanno un ph tra 7,7 e 7,6.

Bacino Fondi. — Il Bacino di Fondi, golfo di origine quaternaria, si ricollega specialmente per la sua idrografia sotterranea alla zona pontina. Alle falde degli Ausoni i terreni sono formati da materiale vulcanico rimaneggiato mentre il resto della zona ha origine alluviale, comprendente anche terre di origine organica, in qualche caso marcatamente acide. Specialmente nel periodo invernale gran parte di queste terre sono ancora sommerse dalle acque.

Nella parte pedemontana il ph delle acque varia tra 7,5 e 8,4, quelle che invece scorrono in pianura hanno un ph compreso tra 7,4 e 7,9 esse risentono della acidità dei terreni di origine organica.

Anche le acque del lago tendono alla alcalinità con un ph massimo di 7,7. La salinità varia, è molto bassa per le acque che scorrono nei terreni pedemontani e circostanti al lago: con mg 20-150; ed aumenta man mano che si passa ai terreni di origine palustre sino ad arrivare a mg 500.

Le acque del lago hanno una salinità compresa tra 200 e 300 mg.

Nella fascia costiera sino a Sperlonga vi sono due piccoli laghi, uno interno chiamato lago di San Puoto di acqua dolce con ph 7,9 e percentuale massima di cloruri 500 mg, l'altro di acqua salata in terreno torboso separato dal mare da dighe costiere, chiamato lago Lungo, ha un ph 7,9-8,0 e cloruri compresi tra g 9 e 20 per litro.

Da Sperlonga ad Itri, Formia e Gaeta, le terre sono costituite da terreni rossi originatisi da calcari cristallini mesozoici. Le acque che interessano la zona di Itri hanno un ph oscillante tra 7,5 e 8,4 sono generalmente alcaline, con una percentuale di cloruri molto bassa che non supera i 40 mg per litro.

Zona di Formia - Minturno. — Per le zone di Gaeta e di Formia il ph delle acque è compreso tra 7,4 e 8,0 con prevalenza al carattere nettamente alcalino, ed una bassa salinità con percentuali massime non superiori ai mg 350.

La palude di Minturno, oggi in parte bonificata, è costituita da terreni sabbiosi originatisi dalle alluvioni marine quaternarie su sottosuolo argilloso poco permeabile, ciò che spiega la facilità con cui il terreno s'impaluda. La parte più vicina al mare ha carattere limoso calcareo, mentre nella parte più interna è evidente il carattere argilloso; questa zona è ricca di manifestazioni vulcaniche con sorgenti di acque solfuree calde ed emanazioni di idrogeno solforato.

Le acque non solfuree hanno un ph compreso tra 7,4 e 7,9 ed una salinità bassa di 50 mg, mentre nella zona a carattere vulcanico le acque sono nettamente acide con ph 6,1 e 6,8 ed una maggiore salinità per quanto non elevata.

Corsi d'acqua. — I corsi d'acqua che costituiscono la parte principale del sistema idrologico della regione pontina hanno origine dalle

acque che scendono dalle ultime pendici dei monti laziali, dal versante meridionale dei Lepini ed occidentale degli Ausoni.

Nella maggiore parte dell'anno nella parte montana sono asciutti mentre in pianura raccolgono le acque dei canali minori che hanno origine dalle sorgenti pedemontane.

I canali importanti che raccolgono le acque di quelli minori sono: il Fiume Sisto che raccoglie le acque basse e quelle del fiume Ninfa il Linea Pio in cui sboccano il Cavata, l'Ufente, l'Amaseno ed altri corsi minori; il Canale delle acque Medie che si unisce con il Rio Martino ed il Canale delle acque Alte.

Per questi corsi principali è stato possibile seguire l'andamento delle variazioni del ph e dei cloruri per tutto il loro percorso.

Canale delle acque alte. —

All'inizio cioè alla confluenza dei fiumi Teppia, Monsignore, Murillo, il ph medio è di 7,8 si ha poi un rapido aumento alla altezza di Doganella a cui

ha seguito un abbassamento notevole sino a passare dalla alcalinità alla acidità con un valore medio di 7,2, poi si verifica un nuovo aumento sino a raggiungere la netta alcalinità con ph 8,4, alla fine del corso in corrispondenza del Borgo Sabotino. Anche i cloruri seguono un andamento analogo, diminuiscono per poi aumentare man mano che il canale raccoglie le acque che attraversano terreni a carattere sempre più sabbioso di origine marina quaternaria.

Fiume Sisto. — Dopo la immissione delle acque basse presenta un ph che oscilla sul 7,8, segue una leggiera diminuzione sino a 7,6 per poi

VARIAZIONI DEL PH LUNGO IL CORSO DEL COLLETTORE DELLE ACQUE ALTE.

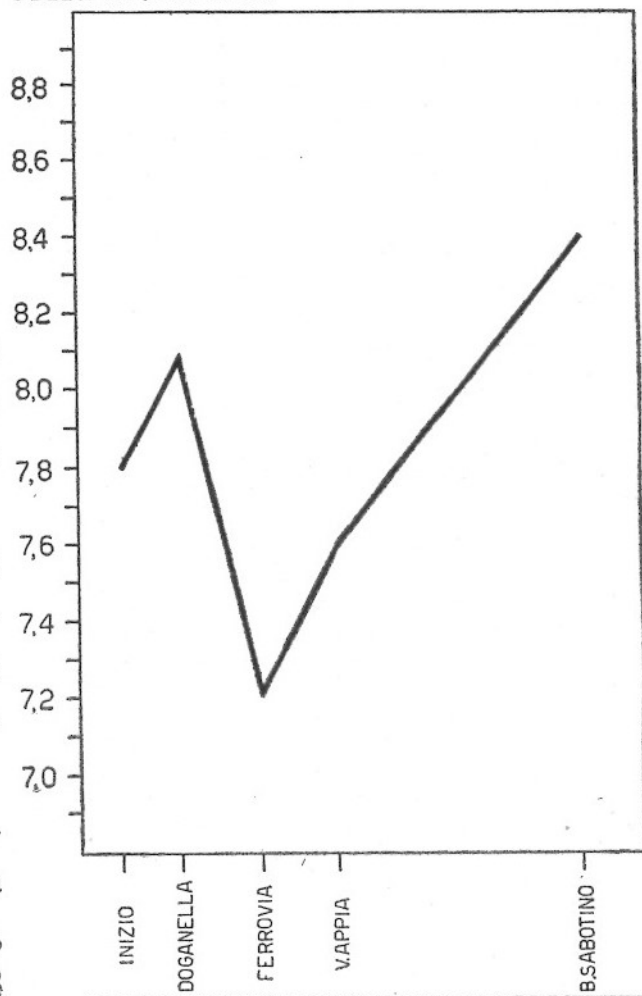


FIG. 5.

risalire sino a 7,8-7,9 alla altezza di Borgo Ermada dove si verifica una rapida caduta e le acque passano dalla zona alcalina alla zona quasi acida con ph medio di 7,2 che si mantiene costante sino al mare.

Questa caduta va posta in relazione alla raccolta delle acque che

VARIAZIONI DEI CLORURI LUNGO IL CORSO DEL COLLETTORE DELLE ACQUE ALTE

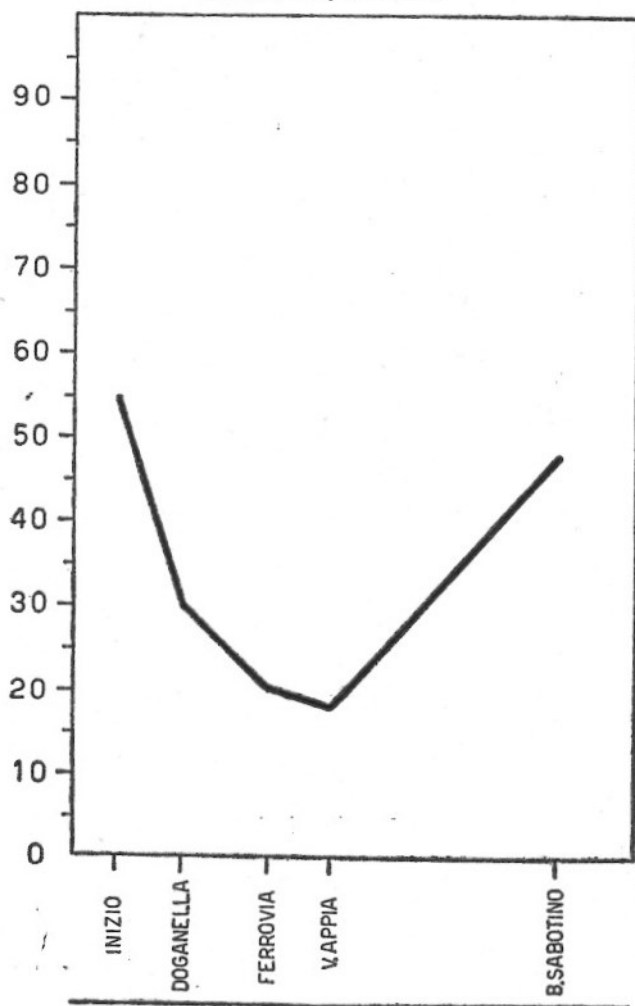


FIG. 6.

provengono da terreni umiferi e torbosi circostanti il Bordo i quali hanno un carattere nettamente acido.

Anche la salinità dapprima diminuisce per la raccolta di acque provenienti da terreni poco ricchi di sali, quindi aumenta leggermente sino a Borgo Ermada, segue un rapido aumento perchè i terreni ricostanti torbosi hanno una ricchezza maggiore in cloruri che vengono disciolti dalle acque.

Linea Pio. — L'andamento del ph subisce alcune variazioni, una punta all'altezza della migliara 43 con la immissione delle acque del Cavata, il quale ha un ph medio di 8,2-8,4; segue una diminuzione leggiera quindi alla migliara 50 con la immissione di acque basse si ha

un nuovo aumento ed il valore del ph mantiene sulla media del 7,9. I cloruri subiscono una notevole diminuzione all'altezza della migliara 50 ed i valori relativamente bassi si mantengono per tutto il resto del corso.

Fiume Ufente. — Risente notevolmente delle acque acide provenienti dalla zona torbosa dei laghetti dei Grecilli ricca di acque solfuree. All'inizio il valore medio del ph è di 7,8 e va aumentando sino a raggiungere il valore medio di 8,4; man mano che raccoglie le acque acide il ph diminuisce rapidamente con un minimo all'altezza della migliara 57, si ha poi un leggiero aumento sino a ph 7,3.

VARIAZIONI DEI CLORURI LUNGO IL CORSO DEL FIUME SISTO

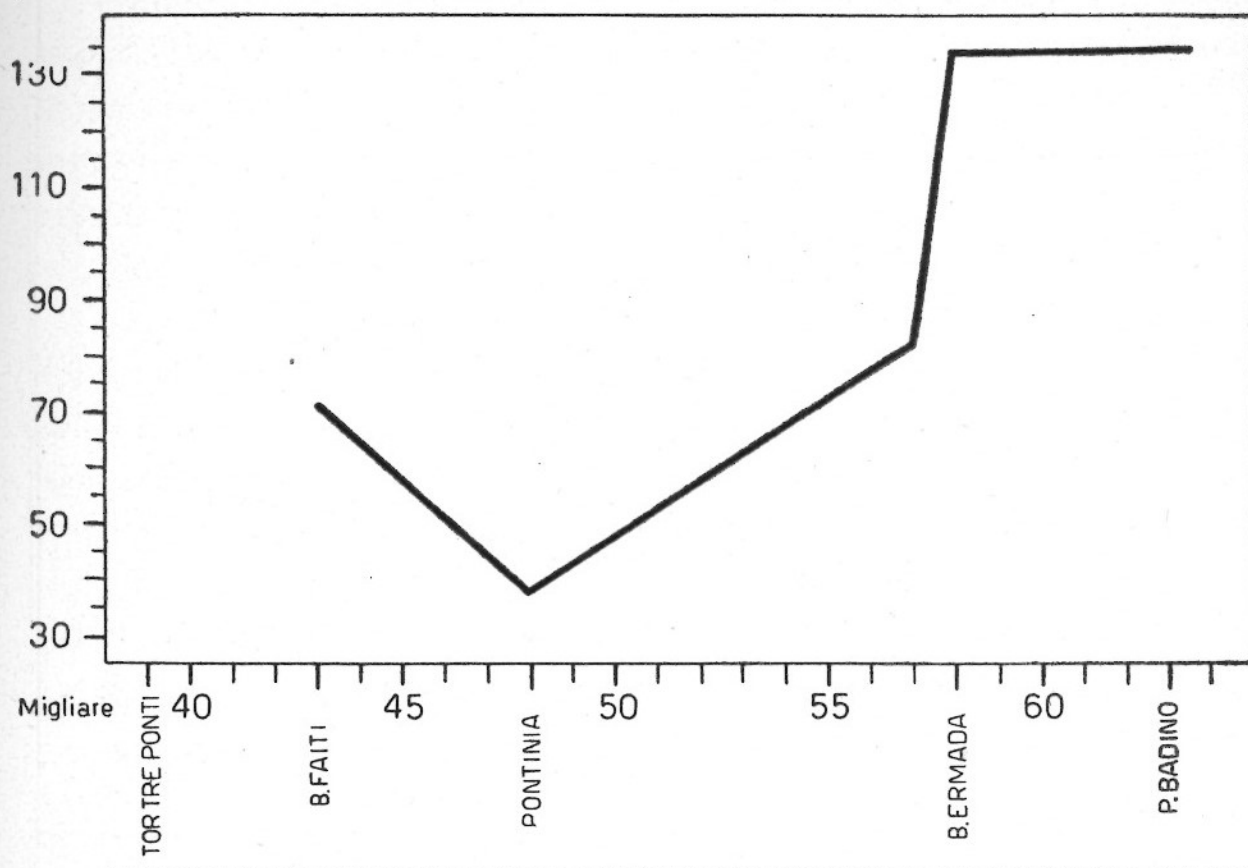


FIG. 7.

VARIAZIONI DEL Ph LUNGO IL CORSO DEL CANALE LINEA PIA E DEL FIUME SISTO

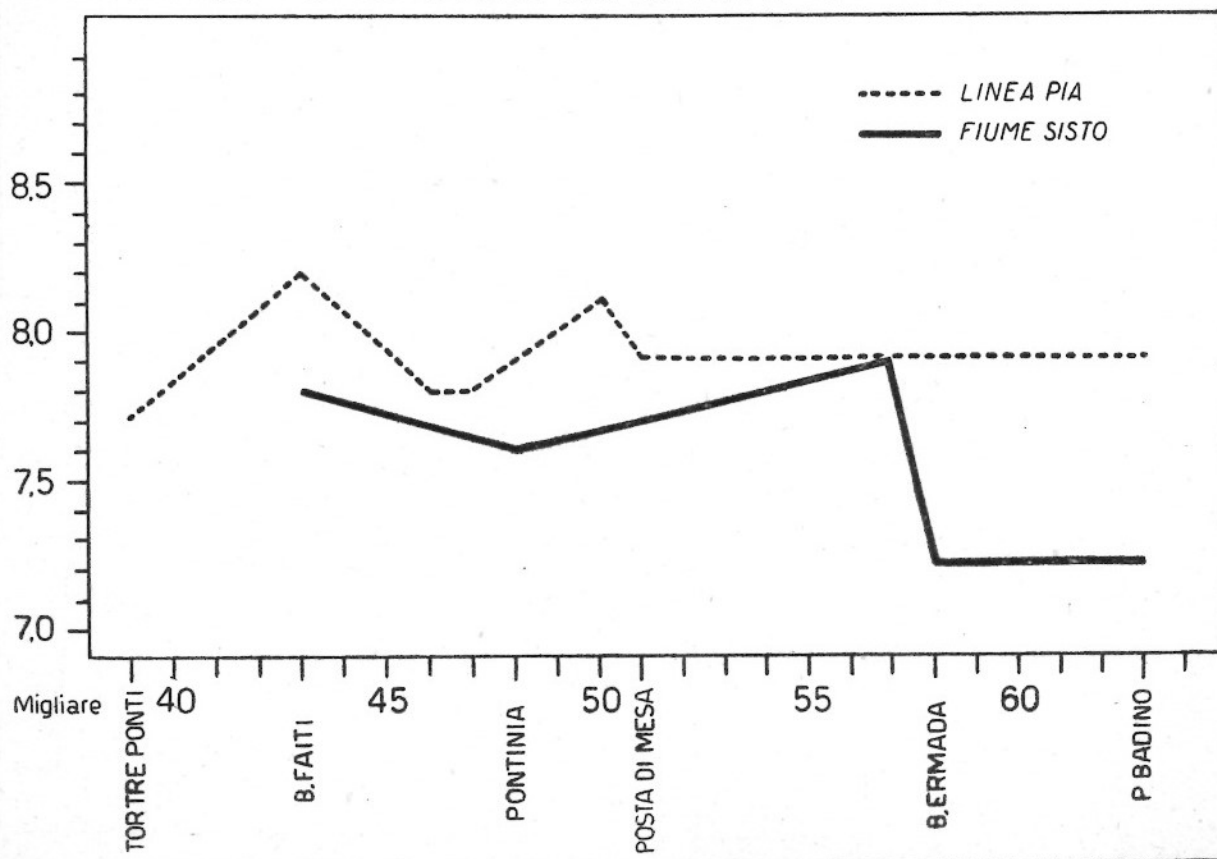


FIG. 8.

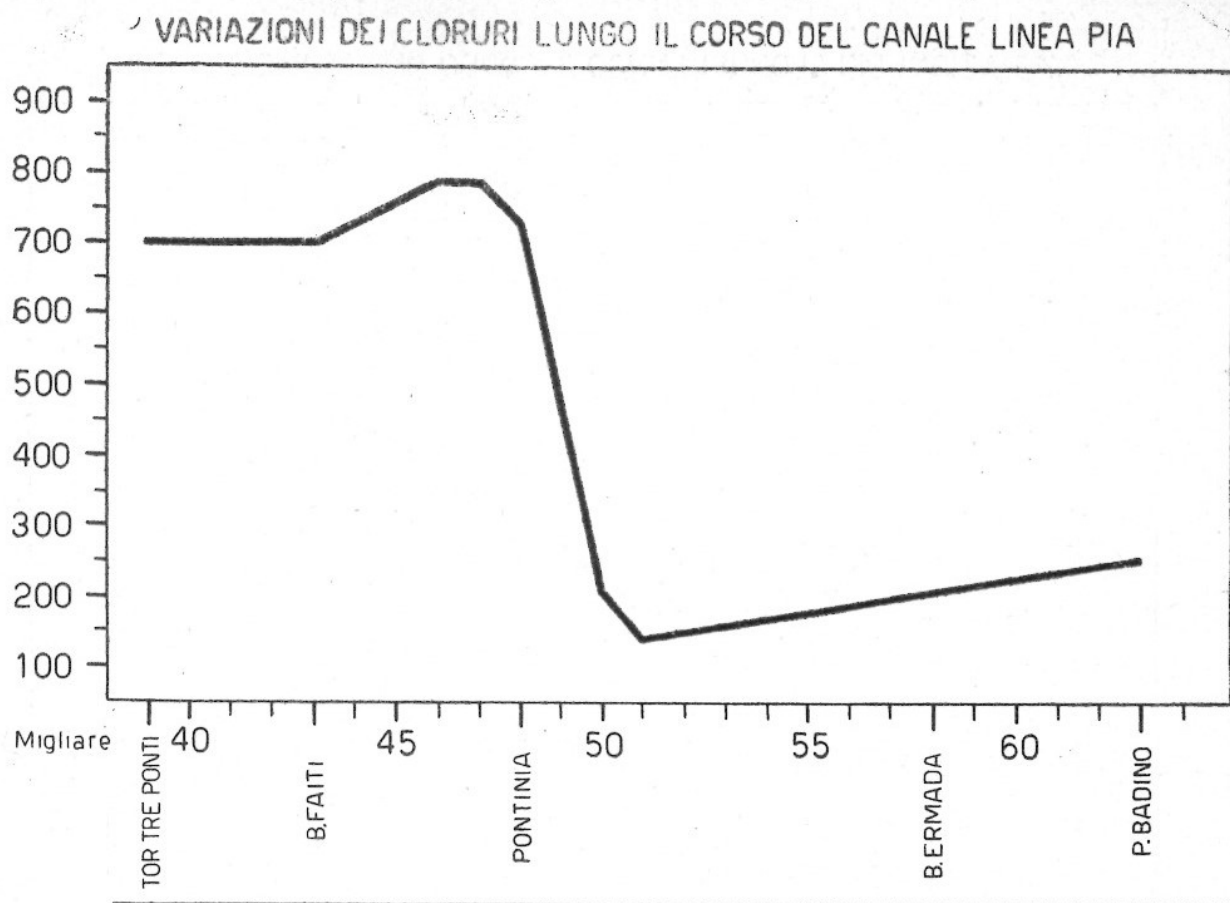


FIG. 9.

VARIAZIONI DEL Ph LUNGO IL CORSO DEL FIUME UFENTE VARIAZIONI DEI CLORURI LUNGO IL CORSO DEL FIUME UFENTE

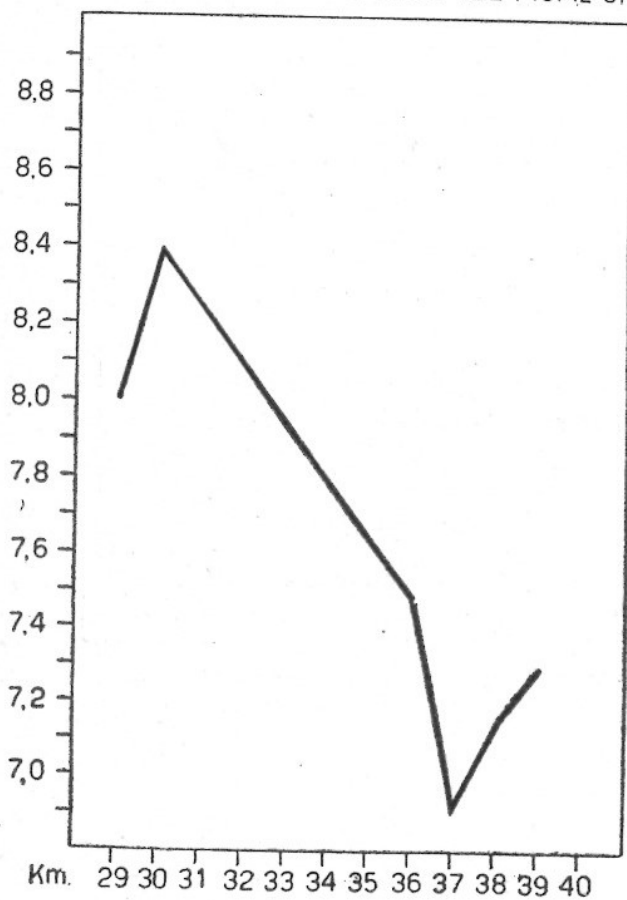


FIG. 10.

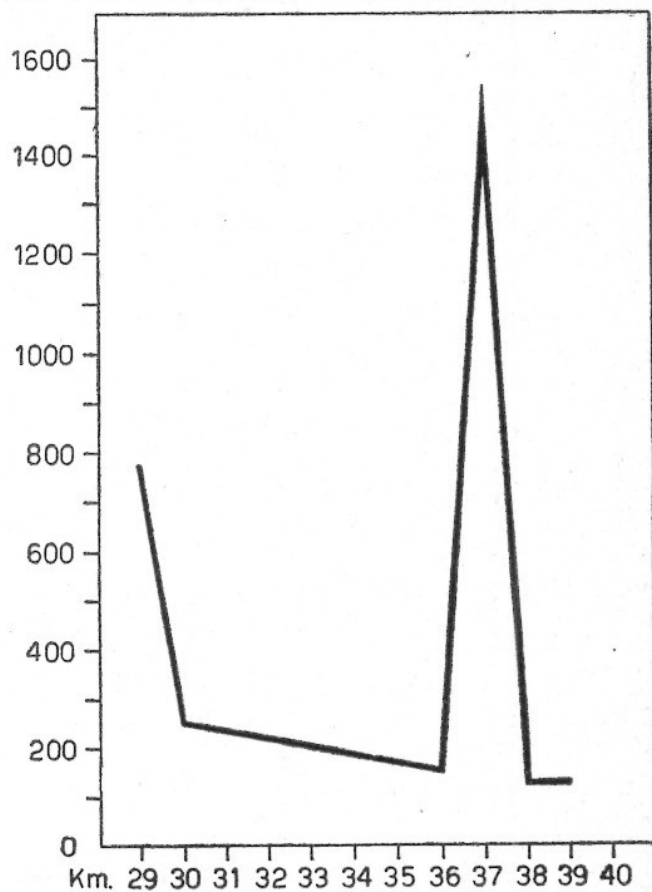


FIG. 11.

Analoghe variazioni subiscono i cloruri perchè le acque a carattere acido e solfuree ne sono ricche: nella prima parte del corso si ha una diminuzione a cui fa seguito un aumento rapido sino a raggiungere i mg 1700 per litro, segue rapida diminuzione sino a raggiungere il valore primitivo.

Nei grafici sono riportate tutte le variazioni sin qui descritte.

Esaminando i valori trovati per il residuo fisso delle acque, calcolato come si è detto dalla conducibilità elettrica, non è possibile trarre alcuna conclusione variando notevolmente da acqua ad acqua, senza mostrare alcuna costanza di valori per acque di determinate zone.

Altrettanto si osserva per la percentuale delle sostanze organiche, per cui allo stato attuale delle ricerche non è possibile alcuna utile osservazione sui valori trovati. Potranno forse divenire dati utili se riportati allo sviluppo delle singole varietà anofeliche nelle diverse zone considerate.

Sembra secondo Williamson che alcuni anofeli vivano in acque ricche di sostanze organiche e che i sali di ammonio ne ostacolano lo sviluppo, sarebbe perciò certamente interessante osservare come variano le diverse varietà anofeliche in rapporto al contenuto in azoto dei focolai di larve.

Osservando la carta pedologica della provincia e le carte dei cloruri e, del ph, si può notare che esiste una certa relazione tra le variazioni della salinità, e la costituzione chimica dei terreni e la loro origine geologica, mentre solo per i terreni umiferi e quelli a carattere torboso si riscontra una relazione costante tra ph delle acque e la costituzione del terreno.

Tutti i dati sin qui riportati, osservati e valutati in relazione ai diversi terreni delle zone considerate potranno essere utili a quanti si occupano di malaria, perchè essi possono dimostrare quale dipendenza esiste tra i fattori studiati, in relazione alla natura del terreno, e la maggiore o minore diffusione sia dell'anofelismo che delle diverse varietà, e come l'anofelismo può essere una conseguenza dei diversi caratteri chimici e fisico-chimici delle acque esistenti nella Zona.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laborat. di Malariologia. 10 febb. 1948.
