ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A

VOL. LXXX - ANNO 1973

INDICE

		TE

Tardi A., Vittorini S Le acclività delle vulcaniti del Monte Amiata e i loro rapporti con i caratteri geolitologici	Pag.	1
Crescenti U., Giannelli L., Martinez Diaz C., Salvatorini G Tentativo di correlazione tra i piani Andalusiano e Messiniano	»	17
Caporusso A. M., Giacomelli G. P., Lardicci L $(+)(S)$ -3,4-dimethyl-1-pentyne and $(+)(S)$ -3,4,4-trimethyl-1-pentyne: synthesis and enantiomeric purity	»	40
Ferrari G. A., Malesani P Micromorphology and mineralogy of some acid brown soils (umbrepts) in the meadows of the Central calcareous Apennine (Abruzzo - Italy)	»	59
CAVAZZA S Su di una stima preliminare delle portate di magra del torrente Pesa	»	68
Brogini A. L Decandia F. A., Lazzarotto A Studio stratigrafico e micropaleontologico del Cretaceo inferiore della Montagna dei Fiori (Ascoli Piceno - Teramo)	»	79
Cremonesi G., Radmilli A. M., Tozzi C A proposito del Mesolitico in Italia	<i>"</i>	106
TAVANI G Ipotesi sulla presenza di grossi frammenti di gneiss e di cal-		121
Care nella «pietra leccese» della Puglia	» »	121
CERRINA FERONI A., PATACCA E., PLESI G La zona di Lanciaia fra il Cretaceo inferiore e l'Eocene inferiore	»	162
Bessi C., Grazzini M Indagine chimica-strutturale di minerali di serpentino: analisi in spettroscopia IR e in microscopia elettronica	»	188
Pelosi P., Galoppini C Sulla natura dei composti mercurio-organici nelle foglie di tabacco	»	215
Cecconi S., Ristori G Minerali argillosi di suoli derivati da diabase sotto differenti condizioni climatiche	»	221
BIGAZZI G., FORNACA RINALDI G Variazioni del contenuto di uranio nei sedimenti carbonatici di precipitazione chimica: possibili implicazioni		
paleoclimatiche	>>	233
GIUSTI M., LEONI L X-ray determination of Ab content in K-feldspars .	>>	244
Notini P Stazioni preistoriche all'aperto in Garfagnana (Lucca) . Cospito M., Zanello P., Lucarini L Applicazione dell'elettrodo di mercurio a gorgogliamento alla voltammetria di ridiscioglimento anodico. Determinazione di zinco, cadmio, piombo e rame in acque naturali e di scarico industriale	»	249
di scarico industriale	»	266
Lucca)	»	282
Elenco dei soci per l'anno 1973	>>	305
Norme per la stampa	>>	311

S. CAVAZZA

SU DI UNA STIMA PRELIMINARE DELLE PORTATE DI MAGRA DEL TORRENTE PESA

Riassunto — La memoria illustra un metodo di calcolo del deflusso di magra del torrente Pesa (Arno), per il quale non sono disponibili elementi diretti di valutazione.

Le condizioni di drenaggio del bacino imbrifero vengono individuate in base alle sue caratteristiche fisiografiche e paragonate con quelle del limitrofo e meglio conosciuto bacino del torrente Greve.

Ad un esame delle leggi di variazione delle portate di esaurimento e di magra fa quindi seguito l'analisi delle condizioni dell'anno 1971, cui si riferisce la ricerca, in rapporto con quelle dell'anno medio.

Sulla base di alcune misure contemporanee di portata sulla Pesa e sulla Greve, vengono svolte alcune elaborazioni idrologiche comparative di tipo probabilistico.

I risultati hanno dimostrato un maggior grado di perennità delle portate della Pesa rispetto a quelle della Greve, in accordo con le caratteristiche dei due bacini, ed hanno permesso la valutazione della portata minima annua da prevedere con determinati periodi medi di ritorno.

Résumé — Le rapport expose une méthode de calcul des étiages du torrent Pesa (Arno), en manque de mesures directes.

Les conditions de drainage du bassin versant sont définies en fonction de ses caratéristiques physiographiques et sont mises en rapport avec celles du bassin voisin de la Greve, en tant que mieux connu.

A' un examen des lois de variation du tarissement et des étiages, on fait suivre une analyse des conditions de l'année 1971 en rapport à l'année moyenne.

Sur la base de quelques jaugeages effectués en même temps sur la Pesa et sur la Greve, des élaborations hydrologiques de type probabilistique sont menées.

Les résultats portent à des degrés de pérennité des débits plus forts pour la Pesa que pour la Greve, en accord avec les déductions ressortissantes des caractéristiques physiographiques des deux bassins, e portent à l'évaluation des étiages à prévoir pour des périodes de retour données.

1 - CARATTERISTICHE DEL BACINO

Il bacino imbrifero drenato dal torrente Pesa, affluente in sinistra dell'Arno, è costituito da una unica vallata principale che, inizialmente orientata verso sud-est, risale a monte curvando, nella zona di Raddà, verso nord.

Esso si estende in totale a 339 km² di territorio prevalentemente collinare, che, solo a monte della sezione di Molino dell'Abate, presso Sambuca, diventa più acclive e si porta a quote più elevate.

La vallata principale è interrotta sui due fianchi da brevi vallate secondarie trasversali percorse da torrenti e colatori minori. Fanno corona a tali vallate, sui versanti opposti, notevoli rilievi di altitudine superiore ai 600 m s.m. che culminano, allo spartiacque con il bacino del t. Greve, nei monti Querciabella (845 m s.m.) e S. Michele (892 m s.m.). Ne consegue che circa il 16% del bacino è a quota inferiore ai 600 m, mentre solo il 9% circa è nel fondo valle a quote inferiori ai 300 m s.m.

Dal punto di vista geologico la sinistra orografica è rappresentata da formazioni generalmente alberesi ad argilloscisti e calcari marnosi, mentre in destra si nota un alternarsi di arenarie quarzo-so-calcaree, di argille scagliose e di argilloscisti. Nella parte più alta del bacino, a NE di Raddà, si osservano calcari marnosi di vario tipo e, più in quota, estese formazioni di arenarie quarzoso-feldspatiche.

Dal punto di vista della copertura vegetale, una notevolissima aliquota del bacino è ricoperta da bosco ben conservato, costituito generalmente da cedui semplici o composti. Solo nel fondo valle ed alle quote inferiori sono diffuse le colture erbacee e gli impianti di nuovi vigneti, mentre una zona destinata a colture arboree ed in particolare a oliveti è delimitata tra gli abitati di Panzano, Campana, Sala a Pieve di Panzano.

L'intiero bacino presenta buone caratteristiche di sistemazione idraulico agraria e forestale, con prevalenza di sistemazioni collinari in traverso nella parte valliva e di terrazzamenti in quella più in quota (GIULIANI R. [1956]). La intensità sistematoria appare notevole e, in base ad un metodo aereofotografico recentemente proposto (GHERI F. [1968]), può essere valutata nel 44,7% e, secondo una precedente valutazione qualitativa, addirittura tra l'80 ed il 100%.

70 cavazza s.

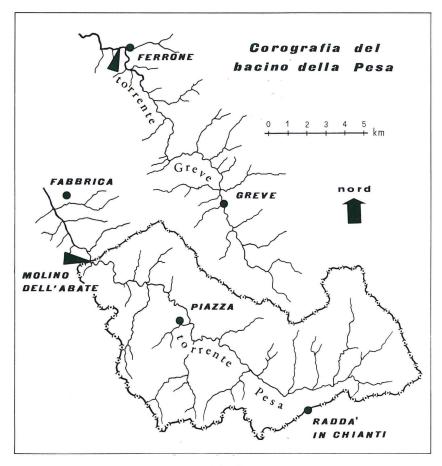


Fig. 1

Da quanto su esposto appaiono chiariti i fattori cui è dovuto l'alto grado di perennità (Tonini D. [1966]) delle portate della Pesa, riscontrato sia dalle elaborazioni che si illustrano, che dalla viva osservazione critica dei valligiani.

Infatti alle caratteristiche di semipermeabilità del bacino (GIU-LIANI R. [1956]), si contrappongono le acclività non eccessive, le diffuse sistemazioni idraulico-agrarie e forestali, e, soprattutto, una estesa ed efficiente coltre vegetale che permette una notevole ritenzione delle precipitazioni ed una conseguente sensibile regolazione dei deflussi. In merito alle precipitazioni, va infine ricordato che la media annua nel bacino, aggirantesi sugli 870 mm., si ridusse nello

anno di magra 1945 a soli 400 mm circa, dei quali peraltro quasi la metà piovuti nel quadrimestre giugno-settembre.

2 - PORTATE DI ESAURIMENTO E DI MAGRA

La valutazione delle portate di magra del torrente Pesa si presenta ardua e complessa in quanto, né alla sezione del Molino dell'Abate, né in altre sezioni del corso d'acqua, sono state mai eseguite misure sistematiche di portata, tali da permettere la individuazione dei minimi valori osservati in un periodo adeguatamente lungo di osservazioni.

Ne deriva di conseguenza che una stima preliminare deve basarsi solo su calcoli indiretti ed analogie con bacini imbriferi assimilabili per qualche aspetto al bacino della Pesa, con l'ausilio di qualche misura di taratura che è possibile eseguire in breve tempo nel corso d'acqua in esame.

Come noto, infatti, le portate di magra di un corso d'acqua riflettono le modalità con cui il bacino da esso drenato reagisce agli afflussi meteorici, ed in particolare i processi di infiltrazione ipodermica od ipogea di tali afflussi e la restituzione dilazionata delle acque in tal modo trattenute nel reticolo idrografico drenante.

Ne consegue che, al termine dei mesi piovosi, in cui si susseguono nel corso d'acqua smaltimenti violenti di acque meteoriche durante gli eventi di piena e successivi smaltimenti meno cospicui nelle morbide, ha inizio una lunga fase di decrescenza od esaurimento, che si sviluppa per tutto il periodo secco e che, prima dell'inizio del nuovo ciclo idrologico, fa registrare le portate di magra.

Secondo il Pallucchini la curva di decrescenza o di esaurimento di un corso d'acqua è quindi «quel tratto del diagramma delle portate compreso nell'intervallo di tempo durante il quale il bacino alimentatore non riceve alcun contributo idrico esterno, oppure un contributo trascurabile agli effetti dei deflussi» (Pallucchini A. [1934]).

Le curve di esaurimento sono rappresentabili secondo il Fan-TOLI [1897] da espressioni iperboliche del tipo

$$t = a \left(\frac{1}{q-b} - \frac{1}{q_0-b} \right)$$

o più comunemente da espressioni esponenziali (Tonini D. [1966]; Pallucchini A. [1934])

$$q = q_0 e$$

In ogni caso le curve di esaurimento di bacini imbriferi di limitata estensione tendono a stabilizzarsi, dopo non molte decadi dall'inizio del fenomeno, attorno ai valori delle portate di magra. Tali valori possono essere, a seconda dei bacini, pressoché costanti nei vari anni o, più frequentemente, molto variabili in dipendenza delle vicende idrometeorologiche precedenti, e possono talvolta annullarsi completamente.

Variando le portate di magra di anno in anno, ed essendo estremamente raro il caso in cui il suo valore minimo risulta chiaramente definito in base ad accertati contributi idrici costanti nel bacino, ne deriva che uno studio delle portate di magra può portare solo alla definizione dei valori più bassi e della relativa probabilità di verificarsi, potendo pertanto solo in tal senso stabilire un valore minimo.

3 - MISURE SPERIMENTALI DI PORTATA

Non disponendo di osservazioni sistematiche di portata della Pesa in alcuna sua sezione, si è proceduto alla esecuzione di una serie di misure saltuarie di portata, in modo da seguirne le variazioni nella fase finale dell'esaurimento, sino all'inizio del nuovo ciclo idrologico e potere quindi determinare il valore della portata di magra del 1971.

Tale ciclo di misure è iniziato il 15 settembre alla sezione di Molino dell'Abate e, grazie al particolare ritardo con cui è iniziata nel 1971 la stagione piovosa, ha fatto riscontrare portate decrescenti sino al 5 ottobre, data in cui vennero misurati 33 l/s. Le portate sono risultate invece in aumento il 19 ottobre, data in cui è stato interrotto il ciclo di misure.

Allo scopo di valutare come si situa la magra del 1971 fra quelle di una serie sufficientemente numerosa di anni, contemporaneamente alle portate della Pesa sono state misurate le portate del t. Greve al Ponte dei Falciani (Km² 120 di bacino sotteso), ove ven-

nero effettuate osservazioni sistematiche dal 1933 al 1942, proseguite poi dal 1953 al 1964 poco più a valle alle Strette di Bifonica (Km² 126).

Durante il ciclo di misure si verificarono sui due bacini tre eventi piovosi, il più consistente dei quali, tra il 10 ed il 14 settembre, non sembrò provocare un benché minimo aumento delle portate, in quanto avvenuto dopo un lungo periodo spiccatamente siccitoso e pertanto senza provocare alcun ruscellamento.

Solo le successive piogge del 27-30 settembre e poi quelle del 14-16 ottobre, benché più deboli delle precedenti, provocarono un aumento delle portate, risentito prima dalla Greve e, con numerosi giorni di ritardo, dalla Pesa. Quest'ultima considerazione, in uno a quelle caratteristiche geomorfologiche del bacino innanzi descritte, consente già da sola di apprezzare l'alto grado di perennità delle portate della Pesa, specie se paragonate a quelle della Greve, e di prevedere cospicue portate di magra anche negli anni più siccitosi.

I risultati delle misure di portata sono riportati, in uno alle piogge nei due bacini, nel grafico di fig. 2.

In tale grafico il paragone tra le portate della Pesa e della Greve è possibile in quanto i relativi valori sono stati espressi in contributo unitario per km² di superficie. Se ne desume in particolare che il contributo minimo misurato sulla Pesa è stato nel 1971 di ben 12 volte superiore a quello misurato sulla Greve, benché le piogge siano state su quest'ultimo bacino superiori del 55% a quelle osservate nel primo.

Tali piogge sono state calcolate come media dei valori osservati alle stazioni di Greve e Ferrone per la Greve ed alle stazioni di Raddà e Piazza per la Pesa.

4 - Elaborazioni idrologiche

Dovendo fare riferimento a qualche serie poliennale sufficientemente lunga di portate osservate sperimentalmente, si è effettuato l'esame dei caratteri geomorfologici e agroclimatologici dei non numerosi bacini che "nello stesso ambiente climatico della Pesa, possiedono osservazioni di quel tipo e si riferiscono a superfici imbrifere non eccessivamente discoste dai 109,8 km² sottesi dalla Pesa al Molino dell'Abate.

A conclusione di tale indagine si è creduto opportuno riferirsi

al bacino della Greve per il quale sono noti i bilanci idrologici di 22 anni, dei quali 10 riferentisi alla sezione del Ponte dei Falciani, che sottende 120 km² di bacino (anni dal 1933 al 1942) e 12 riferentisi alla Stretta di Bifonica che ne sottende 126 (anni dal 1953 al 1964). La piccola differenza tra i bacini sottesi dalle due sezioni di misura permette di considerare comparabili i relativi contributi

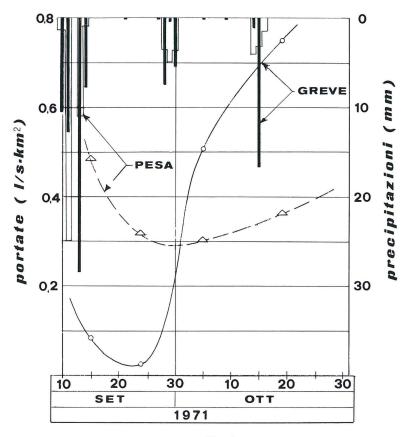


Fig. 2

unitari di magra annuale, senza alcun trattamento correttivo, tenendo anche presente che nei 6 km² di superficie che rappresentano la differenza tra i due bacini si riscontrano le caratteristiche idrologiche medie dei bacini stessi e la assenza di particolari manifestazioni sorgentizie o anormalità di sorta.

Una prima indicazione sulla permanenza delle portate di magra è stata ottenuta esaminando i valori pubblicati negli Annali Idrologici, 2ª Parte, dell'Ufficio Speciale del Genio Civile per il Servizio Idrografico di Pisa. Come si può da essi osservare, i valori delle portate mediane della Greve, pari a quelle con durata di 182 giorni nell'anno, variano notevolmente di anno in anno, si riducono sensibilmente per durate di 274 giorni e, meno sensibilmente, per durate di 355, presentando ulteriori diminuzioni talvolta sensibili nella decade dell'anno più povera di deflussi. Ciò, in particolare, mette in luce sia il modesto grado di perennità delle portate della Greve, certamente inferiore a quello della Pesa come già posto in evidenza dalla fig. 2 per l'anno 1971 e sia, d'altra parte, la brevità dei periodi nei quali defluiscono in alveo le portate minime annue.

Riservando a tali portate minime una particolare attenzione, per il calcolo delle frequenze con cui esse si verificano si è proceduto alla regolarizzazione della serie dei valori minimi annui mediante una appropriata metodologia statistica. Si è ritenuto innanzitutto possibile unificare le due serie dei contributi unitari della magra annua ottenuti al Ponte dei Falciani ed alla Stretta di Bifonica, data la modesta differenza di superficie dei bacini sottesi dalle due stazioni e le loro simili caratteristiche geomorfologiche ed agroclimatologiche.

Date le caratteristiche della serie di eventi rari rappresentati dalle portate minime annue, si è ritenuto di assimilarne la distribuzione statistica ed una distribuzione log-normale, che meglio si addice ad una varietà notevole di serie idrologiche (ROCHE M. [1963]; CHOW V. T. [1954]).

Basandosi sulla teoria messa a punto da FISHER e TIPPETT, ed applicata alla idrologia da GUMBEL, si è adottato nel presente caso il metodo proposto da BRAKENSIEK [1964] ottenendone i risultati riportati nella fig. 3.

In base alla retta regolarizzatrice riportata in tale figura sono stati desunti i valori delle portate di magra della Greve aventi frequente date. Tali portate, in uno alle relative frequenze e tempi di ritorno in anni, sono riportati nella acclusa tabella.

Ricordando che la portata di magra del 1971 è risultata sulla Greve di 3 l/s, pari a 0,025 l/s km², se ne ottiene dalla fig. 3 che tale portata ha una frequenza del 91% e cioè si avvera mediamente, ogni 11 anni circa.

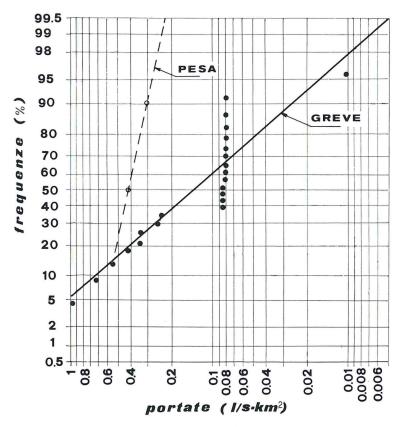


Fig. 3

Portate misurate nella Pesa al Molino dell'Abate e nella Greve al Ponte dei Falciani.

Dumi	T. Greve		T. Pesa	
Data _	l/s	l/s km²	l/s	l/s km²
15 settembre 1971	10	0,083	53	0,482
24 settembre 1971	3	0,025	35	0,319
5 ottobre 1971	61	0,508	33	0,301
19 ottobre 1971	90	0,750	40	0,364

Data la similitudine accertata tra i bacini della Greve e della Pesa, anche alla magra osservata nel 1971 al Molino dell'Abate si attribuisce pertanto la stessa frequenza. Per avere altre informazioni sulle portate di magra che sono da prevedere nella Pesa con determinate frequenze, occorre a tal punto costruire anche per questo corso d'acqua la retta regolarizzatrice e, conoscendone già un valore, basta definirne solo un secondo valore.

In mancanza di misure di magra relative ad un differente anno o di altri referti idrometrici, si fa ricorso alla analogia esistente tra le portate di magra e le precipitazioni che le determinano.

Si è pertanto ritenuta sufficientemente valida anche nel caso della Pesa la proporzionalità che in un dato bacino è accertata tra portate di esaurimento, legate come già accennato alle portate di magra, e le precipitazioni che hanno immediatamente preceduto la fase di esaurimento o che ne hanno variato e interrotto temporaneamente la legge di decrescenza.

Ciò stante, presa ad indice degli afflussi meteorici sul bacino della Pesa la media delle precipitazioni osservate a Piazza ed a Raddà, se ne sono calcolati i valori mensili dei mesi estivi ed in particolare il totale dei cinque mesi da maggio a settembre inclusi.

Tale periodo tiene infatti conto delle ultime precipitazioni del periodo più piovoso dell'anno e si arresta al mese in cui usualmente, e in particolare nel 1971, si è verificata la minima portata annua.

I totali di pioggia di tali cinque mesi sono stati quindi calcolati sia per il 1971 che per il precedente periodo di osservazione che, tra il 1921 ed il 1970, si estende per le due stazioni pluviometriche citate a 47 e 48 anni rispettivamente.

Dal raffronto delle due coppie di dati, si osserva che sul bacino della Pesa la precipitazione dei cinque mesi da maggio a settembre è risultata nel 1971 di 229,3 mm, contro un totale di 320,4 mm attribuibile al precedente periodo di osservazione.

Con tali presupposti la portata di magra della Pesa nell'anno medio è stata valutata con sufficiente approssimazione in 46 l/s, pari a 0,421 l/s km².

Poiché il periodo di osservazioni pluviometriche cui si riferisce la precipitazione media di 320,4 mm è sufficientemente esteso, il valore di tale precipitazione e quello della portata di magra da essa derivata si possono considerare non solo medi del periodo, ma anche affetti da frequenza del 50%.

Stabilito perciò il secondo punto necessario per definire la retta regolarizzatrice delle portate di magra annue della Pesa, questa è stata riportata nel grafico della fig. 3.

In base a tale retta sono stati quindi calcolati i contributi unitari di magra con tempi di ritorno di 5, 10, 20, 50, 100, e 200 anni che, in uno alle corrispondenti portate in l/s, sono riportati nella tabella acclusa.

Dall'esame di tali dati si osserva che le portate minime annue della Pesa al Molino dell'Abate presentano variazioni da un anno all'altro segnatamente modeste, in accordo con quanto si poteva già dedurre orientativamente esaminando le caratteristiche geomorfologiche e di copertura vegetale del bacino tributario.

In particolare si osserva che solo mediamente ogni 25 anni la portata di magra scende sotto i 30 l/s ed ogni 150 anni circa sotto i 25 l/s.

Tali conclusioni, desunte dalla applicazione di metodologie statistiche appropriate e di analogie idroclimatologiche normalmente accettate per elaborazioni preliminari come è quella illustrata, risentono ovviamente della scarsità dei dati sperimentali disponibili, per cui è attualmente in corso un programma di misure sistematiche che consentirà, nei prossimi anni, il controllo della validità dei risultati fin qui esposti e l'affinamento della loro valutazione.

BIBLIOGRAFIA

CHOW V. T. (1954) - The log-probability, low and its engineering applications. *Amer. Soc. Civ. Eng. Proc.*, **80** (536), Washington.

Fantoli E. (1897) - Sul regime dei laghi. Ed. Hoepli, Milano.

GHERI F. (1968) - Nuova tecnica di studio, con metodi aereofotografici, degli elementi sistematori ai fini della difesa del suolo e della regimazione delle acque. *Atti Acc. Georgofili*, ser. 7, 15, 247.

GIULIANI R. (1956) - Il bacino dell'Arno. Accademia dei Georgofili, Firenze.

Mc Guines J. L., Brakensiek D. L. (1964) - Semplified Techniques for fitting frequency distributions hydrologic data. *Agr. Handbook U.S. Dep. Agric.*, **259**, Washington.

Pallucchini A. (1934) - Le curve di esaurimento dei bacini idrografici italiani. *Memorie e Studi Idrografici*, Servizio Idrografico Italiano, pub. 2, 8, 119.

ROCHE M. (1963) - Hydrologie de surface. Ed. Gauthier - Villars, Parigi.

TONINI D. (1966) - Elementi di idrografia ed idrologia. Ed. Libr. Univ., Venezia.

(1924) - Superficie dei bacini imbriferi. Servizio Idrografico Italiano, Ufficio di Pisa.

(ms. pres. il 12 dicembre 1972; ult. bozze il 10 luglio 1973)