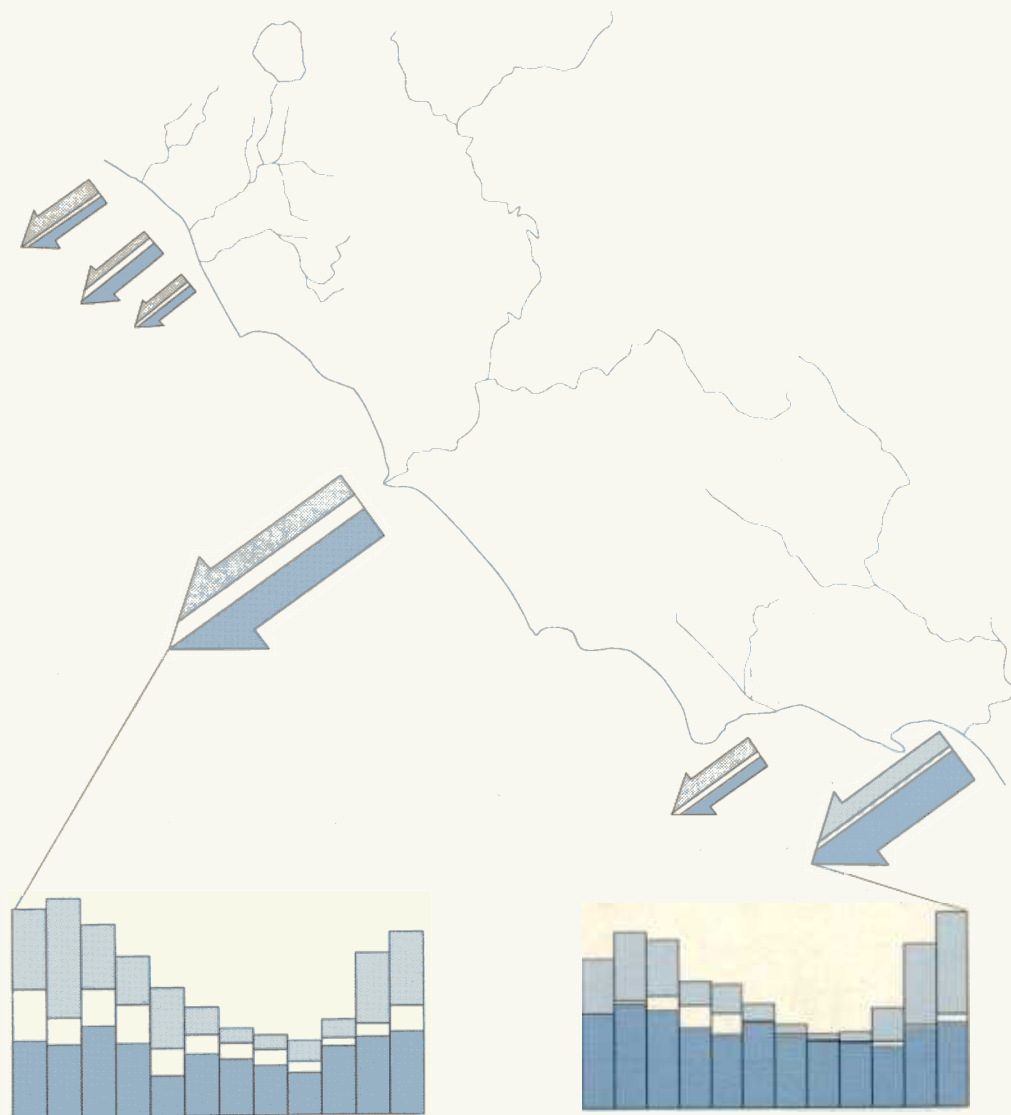


CNR - Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale  
Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Scienze della Terra

C. BONI, M. PETITTA, E. PREZIOSI & M. SERENI

# Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio



CNR - Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale  
Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Scienze della Terra

C. BONI, M. PETITTA, E. PREZIOSI & M. SERENI

# Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
Ufficio Pubblicazioni e Informazioni Scientifiche  
ROMA - 1993

# NDICE

<i>Summary</i>	pag. 9
INTRODUZIONE	11
RICHIAMI SUI METODI DI SCOMPOSIZIONE DEGLI IDROGRAMMI	
1 - Le componenti del flusso .....	15
2 - Metodi grafici elementari .....	16
3 - Metodi grafici analitici .....	16
4 - Metodi statistici .....	17
METODO DELLE PORTATE MENSILI CARATTERISTICHE	
1 - Introduzione .....	23
2 - Selezione ed analisi dei dati idrologici mensili .....	24
3 - Discussione del metodo .....	27
3.1 - Confronto tra il flusso di base e la portata delle emergenze note .....	27
3.2 - Considerazioni sulla scomposizione dell'idrogramma delle grandi sorgenti .....	28
3.3 - Durata del periodo di osservazione delle portate .....	28
3.4 - Esempio di calcolo del ruscellamento e del flusso di base .....	29
3.5 - Classificazione delle stazioni idrometriche in base all'Ifb .....	29
3.6 - Considerazioni sul campo indeterminato .....	31
III RICHIAMI DI GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA	
1 - Ambienti morfo-strutturali .....	35
2 - La dorsale appenninica .....	35
2.1 - Differenziazione dei domini di sedimentazione .....	35
2.2 - Dominio di piattaforma carbonatica .....	36
2.3 - Dominio pelagico .....	37
2.4 - Dominio di transizione bacino-piattaforma .....	37
3 - Il graben del Tevere e le sue diramazioni .....	38
4 - Gli apparati vulcanici .....	38
IV IL BACINO DEL TEVERE	
1 - Introduzione .....	41
2 - Analisi del regime delle portate di magra ordinaria .....	41
3 - Analisi dei dati idrologici mensili per il calcolo del ruscellamento e del flusso di base .....	45

---

4 - Analisi dei dati relativi alle stazioni situate lungo l'asta del Tevere	pag.	51
5 - Conclusioni .....	»	52
V - IL BACINO DEL LIRI-GARIGLIANO		
1 - Introduzione .....		55
2 - Analisi del regime delle portate di magra ordinaria .....		55
3 - Analisi dei dati idrologici mensili per il calcolo del ruscellamento e del flusso di base .....		58
4 - Analisi dei dati relativi alle stazioni situate lungo l'asta del Liri-Garigliano ....		61
5 - Conclusioni .....		64
VI - I BACINI MINORI DEL LAZIO		
1 - Introduzione .....		67
2 - Analisi dei dati idrologici mensili per il calcolo del ruscellamento e del flusso di base .....		67
3 - Stazioni di misura del solo livello idrometrico .....		69
4 - Considerazioni generali sugli apporti a mare dei bacini minori .....		71
CONCLUSIONI		73
BIBLIOGRAFIA		77
TAVOLE		79

## SUMMARY

The total discharge of a river includes baseflow and runoff. The baseflow consists of groundwater flowing directly from the springs into the stream network; it has a rather regular regime and sustains the discharge of perennial streams during the dry season. The runoff is fed by that part of effective rainfall which flows on the basin surface to the stream, therefore is very irregular and depends on precipitation regime. Runoff contributes to erosion processes and it is the principal cause of floods.

Baseflow and runoff mainly depend on both hydrogeological features of the catchment area and regional climatic conditions.

The evaluation of baseflow and runoff regime is very useful in assessment of groundwater resources, sediment transport, coastlines erosion, water pollution and in every research concerned with land use and environmental protection. Many Authors proposed several methods of evaluation based either on daily or monthly discharge data analysis. A brief review of some of these methods is given in Chapter I.

The new method of "characteristic monthly discharges", described in Chapter II, was applied to the main rivers of Latium (Tevere, Liri-Garigliano and others) in order to divide the mean monthly discharge into baseflow and runoff.

The method of "characteristic monthly discharges" is based on the assumption that stream discharge is fed only by groundwater, when runoff ceases. Each gauging site has its own "time of concentration", defined as the estimated time required for runoff to reach the gauging site from the furthest point in the drainage area. This time was evaluated less than 2 weeks for the Tevere in Roma: as a theoretical consequence, does not exceed 15 days after the end of an effective rainfall. In the climatic conditions of central Italy, dry periods longer than 15 days are not unusual, even during wet seasons. Hence it is possible to determine tentatively the groundwater discharge every month, by spotting discharge values at the end of dry periods.

The selection of the "characteristic monthly discharges" was done as follows (Fig. 5). Each station which worked for at least 10 years is examined separately. For each year we selected the minimum daily discharge and the mean discharge of each month. The "mean monthly discharge" (line A, Fig. 5) is obtained by the arithmetic mean of the monthly discharges. The lowest value of the monthly discharges corresponds to the "minimum of the monthly discharge" (line C in Fig. 5). The "mean of minimum daily discharge" (line B, Fig. 5) is obtained by arithmetic mean of the minimum daily discharges, for each month. On line D (Fig. 5) the lowest values of the minimum daily discharges are plotted.

Line A represents the river total discharge, including baseflow and runoff for each month. The field between lines A and B should correspond to the "calculated runoff". Line C was assumed to represent the "calculated baseflow". It is supposed in fact that (over a period of several years), there must have been cases of dry periods lasting more than 30-45 days, in every season. The field between lines B and C corresponds to the so-called "undetermined field". It represents the amount of discharge which cannot be divided by this method. Line D is the minimum daily discharge, which is supposed to be the baseflow during severe droughts.

Stream gauging stations are shown in the Hydrogeological Scheme and in Table 1.

In the drainage basin of Tevere, 19 gauging stations were selected, 7 of which on the main stream and the rest on its tributaries (Tab. 2 and Fig. 8). For Tevere in Roma (Tav. 19), the summer calculated baseflow amounts to 84 m<sup>3</sup>/s, the calculated runoff 28 m<sup>3</sup>/s and the undetermined field 24 m<sup>3</sup>/s. In winter the same flow values grow to 120 m<sup>3</sup>/s (calculated baseflow), 124 m<sup>3</sup>/s (calculated runoff) and 78 m<sup>3</sup>/s (undetermined

field). The calculated baseflow is 62% in summer and 38% in winter; calculated runoff is 21% in summer and 38% in winter (Tav.19). In Tevere basin the total amount of spring discharge adds up to a mean value of 95 m<sup>3</sup>/s, which is much similar to the mean of minimum daily discharge (108 m<sup>3</sup>/s, line B), gauged in Roma during the dry season. Most of baseflow comes from carbonate ridges, on the left side of the valley, where a number of large springs feeds the baseflow of Nera-Velino and Aniene rivers.

In the drainage basin of Liri-Garigliano 14 gauging stations were selected, 6 on the main stream and the others on its tributaries (Fig.12 and Tab.4). For Garigliano river at Suio (Tav.33) in summer, calculated baseflow is 62 m<sup>3</sup>/s, calculated runoff 10 m<sup>3</sup>/s and the undetermined field is 4 m<sup>3</sup>/s. Winter values are 94 m<sup>3</sup>/s (calculated baseflow), 58 m<sup>3</sup>/s (calculated runoff) and 5 m<sup>3</sup>/s (undetermined field). The calculated baseflow is 82% in summer, 60% in winter. Calculated runoff is 13% of the discharge in summer and 37% in winter (Tav.33). Spring discharge is 59 m<sup>3</sup>/s, while the mean of the minimum daily discharge is 66 m<sup>3</sup>/s in summer (line B). Liri-Garigliano baseflow is sustained by great springs (Fibreno, Gari, etc.), fed by the carbonate ridges on the eastern side of the basin.

Minor streams and submarine springs provide 17% of the total discharge of continental waters along the coastline of Latium.

The mean total discharge of Latium rivers is 442 m<sup>3</sup>/s. It consists of 227 m<sup>3</sup>/s of calculated groundwater and 141 m<sup>3</sup>/s of calculated runoff; 55 m<sup>3</sup>/s cannot be divided by the method used, 19 m<sup>3</sup>/s are artificially derived from other rivers (Fig. 19).

## INTRODUZIONE

La portata totale di un corso d'acqua perenne è costituita da due principali componenti: il flusso di base e il ruscellamento.

Per flusso di base si intende il contributo delle acque sotterranee alla portata complessiva del corso d'acqua, che corrisponde, con buona approssimazione, all'entità delle risorse idriche sotterranee rinnovabili. Il flusso di base ha origine dalle sorgenti, si sviluppa esclusivamente lungo le aste fluviali e non interessa la superficie dei bacini; dove si manifesta si instaurano particolari condizioni ambientali, tipiche delle zone umide; contribuisce in misura molto limitata al processo erosivo e al trasporto dei prodotti dell'erosione; in Italia centrale ha regime relativamente regolare nel corso dell'anno e sostiene quasi interamente la portata dei corsi d'acqua perenni nei mesi estivi, quando il ruscellamento è molto ridotto; è la risorsa più utilizzata per l'approvvigionamento idrico municipale; in periodo estivo è il principale veicolo di smaltimento e trasporto a mare degli scarichi liquidi urbani, agricoli e industriali ed esercita quindi un'essenziale funzione di costante depurazione degli ambienti antropizzati.

Per ruscellamento si intende quella porzione di acque meteoriche che non penetra nel suolo e nel sottosuolo, ma scorre velocemente sulla superficie dei bacini idrografici. Il ruscellamento è il principale agente dell'erosione del suolo e delle rocce e del trasporto dei sedimenti; ha un regime di flusso molto irregolare ed impulsivo, strettamente dipendente da quello delle precipitazioni; trasporta nel reticolo idrografico le sostanze che si trovano naturalmente o che vengono artificialmente distribuite sulla superficie dei versanti, come i suoli, i fertilizzanti, gli antiparassitari, i diserbanti e più in generale, tutti i prodotti connessi all'attività agricola; è la principale causa delle piene dei corsi d'acqua e quindi delle inondazioni; le acque di ruscellamento trasportano negli alvei anche i prodotti solidi, accumulati in superficie in aree non opportunamente scelte e controllate.

Queste semplici considerazioni paiono sufficienti a mettere in chiara evidenza che il flusso di base e il ruscellamento svolgono ruoli idrogeologici molto diversi e che il prevalere dell'uno o dell'altro condiziona nettamente il quadro ambientale di un territorio.

L'entità delle due principali componenti del deflusso, in un bacino idrografico, dipende da almeno tre fattori dominanti:

le caratteristiche geologiche del territorio: in particolare, la litologia delle rocce affioranti, l'assetto strutturale e le condizioni morfologiche;

le caratteristiche climatiche della regione: in particolare, l'entità e il regime delle precipitazioni, la temperatura media nelle diverse stagioni;

la gestione del territorio: in particolare, la protezione del suolo e del patrimonio forestale, lo sviluppo agricolo, la regolazione del deflusso di superficie e la gestione delle risorse idriche sotterranee.

Metodi che consentono di conoscere i valori medi mensili del flusso di base e del ruscellamento sono molto utili negli studi sulla valutazione delle risorse idriche sotterranee, sull'erosione del suolo, sul trasporto solido, sull'erosione dei litorali, sui processi di inquinamento delle acque continentali e marine e, più in generale, per la preparazione dei piani di assetto e gestione del territorio e di protezione ambientale. Per questo motivo molti Autori hanno proposto diversi

metodi, più o meno convincenti, che portano alla stima, o alla valutazione, del flusso di base e del ruscellamento.

Le conoscenze recentemente acquisite sull'idrogeologia dell'Italia centrale, consentono di definire con buona approssimazione la natura e l'estensione dei grandi acquiferi regionali che alimentano le principali sorgenti ubicate nei bacini del Tevere, del Liri-Garigliano e dei corsi d'acqua minori del Lazio, considerati in questa ricerca. Questi risultati sono stati ottenuti grazie ai metodi dell'idrogeologia strutturale e dell'idrogeologia quantitativa che portano, rispettivamente, alla definizione dei limiti idrostrutturali degli acquiferi e, con buona approssimazione, anche alla valutazione dei loro bilanci. Queste ricerche hanno messo in evidenza l'esistenza di enormi risorse idriche sotterranee rinnovabili, molto pregiate per la loro qualità, per la loro purezza ancora sostanzialmente integra e per la straordinaria regolarità del regime di flusso.

Le prime stime attribuiscono al flusso di base una portata media pari a circa il 50 % del flusso totale. Un valore così elevato del flusso di base condiziona il regime di portata dei corsi d'acqua ed è quindi facilmente individuabile attraverso un'attenta analisi degli idrogrammi.

In questa ricerca, che ha una preminente finalità metodologica, per la scomposizione degli idrogrammi, si è utilizzato il nuovo metodo delle "portate mensili caratteristiche". Questo metodo, già da alcuni anni utilizzato come strumento di lavoro in diverse ricerche idrogeologiche condotte nell'Appennino centrale, è stato meglio definito e utilizzato nella forma attuale in occasione di una specifica ricerca sulle componenti del deflusso dei corsi d'acqua che sfociano nel Tirreno lungo la costa del Lazio. Si sono in tal modo calcolati i valori del ruscellamento e del flusso di base medio di tutti i mesi; questi risultati sono stati messi a confronto con quelli ottenuti da un precedente studio idrogeologico regionale molto più approfondito. Dal confronto appare evidente l'attendibilità dei risultati acquisiti.

Il nuovo metodo, molto semplice e di facile applicazione può fornire un'attendibile valutazione dell'entità e del regime di flusso delle risorse idriche superficiali e sotterranee in regioni, con clima mediterraneo, dove siano disponibili sufficienti dati idrologici ma dove non si conoscano ancora i lineamenti idrogeologici regionali.