

NUOVI METODI DI VALUTAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE RINNOVABILI NEL BACINO DELL'ATERNO-PESCARA

Carlo BONI* & Manuela RUISI**

Il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali ha stipulato, con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, una convenzione per lo studio idrogeologico sperimentale del bacino rappresentativo dell'Aterno-Pescara.

Questa ricerca ha lo scopo di verificare se i più recenti metodi di valutazione delle risorse idriche rinnovabili, ampiamente sperimentati nelle ricerche di idrogeologia quantitativa, possano contribuire a migliorare la conoscenza dei bacini idrografici e se possano in particolare, fornire una valutazione più accurata dell'entità delle risorse idriche utilizzabili durante le magre estive, quando minore è la disponibilità e più elevata è la domanda.

La sperimentazione è in corso nel bacino dell'Aterno-Pescara, esteso su oltre 3.000 km² che, per i suoi caratteri idrogeologici, è stato scelto come rappresentativo di un vasto settore dell'Appennino centro-meridionale.

1. APPROCCIO TEORICO

Si è partiti dall'ovvia constatazione che non è possibile utilizzare in modo corretto le acque di un bacino se non si conosce, con buona approssimazione, l'entità delle risorse disponibili nei diversi settori del reticolo idrografico, e come queste varino nel corso del tempo.

Si pone quindi il problema di chiarire in quale modo e in quale misura i corsi d'acqua perenni siano alimentati durante l'arco dell'anno ed, in particolare, durante le magre estive.

1.1. RUSCELLAMENTO E FLUSSO DI BASE

I più recenti studi di idrogeologia quantitativa hanno messo in evidenza che la portata dei corsi d'acqua appenninici è alimentata da due componenti che assumono diverso ruolo nel corso dell'anno:

- il ruscellamento, che si sviluppa esclusivamente sulla superficie dei bacini a seguito di precipitazioni meteoriche intense e prolungate;
- il flusso di base, esclusivamente alimentato dalle acque sotterranee che vengono a giorno attraverso sorgenti puntuali e lineari.

*Dipartimento di Scienze della Terra. Università "La Sapienza" di Roma.

** Collaboratore esterno del Dipartimento di Scienze della Terra. Università "La Sapienza" di Roma.

Nei bacini appenninici, con superficie di qualche migliaio di km², il ruscellamento ha sempre carattere impulsivo e si esaurisce completamente pochi giorni dopo la fine della precipitazione che lo ha provocato. Dopo una decina di giorni dalla fine dell'ultima pioggia, la portata dei corsi d'acqua è alimentata esclusivamente da acque sotterranee.

Il flusso di base, nella maggior parte dei corsi d'acqua appenninici, ha un regime di portata molto stabile, con modeste variazioni stagionali e più marcate variazioni di lungo periodo che seguono cicli pluriennali.

L'Appennino centro-meridionale è caratterizzato dall'esistenza di un articolato sistema di grandi acquiferi distribuiti nelle dorsali carbonatiche che formano l'ossatura della catena; in questi rilievi si infila nel sottosuolo una percentuale molto elevata, superiore al 50%, delle precipitazioni. Gli acquiferi appenninici alimentano grandi sorgenti che restituiscono gradualmente, durante l'intero anno, le acque immagazzinate nei periodi più piovosi. Questo complesso sistema di serbatoi naturali regola il deflusso delle acque sotterranee verso le sorgenti che sono irregolarmente distribuite nel territorio e ubicate a quote diverse.

Nel contesto climatico dell'Appennino centro-meridionale, caratterizzato da estati lunghe e poco piovose, la portata di magra estiva dipende sostanzialmente dalla portata erogata dalle sorgenti.

Lo studio delle risorse idriche utilizzabili in periodo estivo si pone, quindi, come principale obiettivo l'identificazione di tutte le emergenze naturali di acqua sotterranea che alimentano il flusso di base e l'analisi del loro regime di portata di breve periodo (stagionale) e di lungo periodo (cicli pluriennali).

1.2. SORGENTI PUNTUALI E SORGENTI LINEARI

Le sorgenti che alimentano il flusso di base dei corsi d'acqua si possono raggruppare in due grandi categorie: sorgenti puntuali e sorgenti lineari.

Le sorgenti puntuali sono le più note ed appariscenti perché le loro acque emergono in superficie in punti chiaramente identificabili o in aree circoscritte; queste emergenze si trovano ad una quota ben definita e danno generalmente origine ad un corso d'acqua perenne.

Le sorgenti lineari sono assai meno note e meno evidenti delle sorgenti puntuali anche se, in molti bacini dell'Appennino centrale, erogano portate nettamente superiori a quelle fornite dalla sorgenti puntuali.

Le acque della sorgente lineare emergono in superficie, in modo diffuso, lungo un tratto di alveo fluviale e determinano un considerevole aumento della portata del corso d'acqua. La lunghezza della sorgente può variare da qualche centinaio di metri a qualche chilometro.

Le sorgenti lineari si individuano con misure di portata seriate, eseguite lungo gli alvei in periodo di magra, almeno una settimana dopo la fine dell'ultima pioggia e comunque quando non vi sia ruscellamento di

superficie. La portata erogata si ricava dalla differenza dei valori misurati in sezioni successive. I risultati ottenuti in una campagna devono essere confermati da analoghe indagini, possibilmente condotte in stagioni diverse.

A questo fenomeno, noto genericamente come “sorgente di subalveo”, non è stata ancora attribuita l’importanza che effettivamente merita. Gli studi di idrogeologia quantitativa hanno definito i modi per identificare e misurare le sorgenti lineari e hanno messo in evidenza la loro importanza in vaste aree dell’Appennino centrale.

In tutti i corsi d’acqua studiati si è constatato che la portata di magra, misurata in una qualunque stazione, corrisponde alla somma delle portate erogate contemporaneamente dalle sorgenti puntuali e lineari poste a monte.

Le portate utilizzabili in periodo estivo possono essere valutate attraverso l’elaborazione di dati idrometrici già disponibili e possono essere direttamente misurate negli alvei con apposite campagne di misura.

2. BACINO DELL’ATERNO-PESCARA

2.1. CARATTERI GENERALI DEL BACINO

Il bacino dell’Aterno-Pescara si estende su un’area di 3150 km². L’altitudine media è di 925 m sul livello del mare. La precipitazione atmosferica varia da massimi di circa 1500 mm/a, in corrispondenza dei maggiori rilievi, a minimi di 600 mm/a, nelle depressioni e nella fascia costiera: la precipitazione media è di circa 900 mm/a.

Il 30% del territorio è costituito da successioni sedimentarie calcareo-silico-marnose riferibili ad un ambiente di transizione piattaforma-bacino; il 25% è costituito da depositi calcareo dolomitici di piattaforma carbonatica; il 20% è costituito da flysch argilloso-arenacei; il 25% è costituito da depositi fluvio-lacustri e da detriti di falda.

Nel bacino dell’Aterno-Pescara sono state installate dal Servizio Idrografico 10 stazioni idrometriche che hanno funzionato per un minimo di 15 anni.

Il reticolo idrografico è piuttosto articolato nel settore montano, dove si identificano i corsi dell’Aterno, del Sagittario e del Gizio; dalla confluenza di questi rami e dal contributo delle omonime sorgenti, nella piana di Sulmona-Popoli ha origine il Pescara che riceve, in riva sinistra, il corso del Tirino.

La lunghezza del reticolo di drenaggio, comprensiva di tutti i segmenti più significativi, è di circa 2500 km.

La portata del Pescara alla foce, ha valori mensili medi che raggiungono un massimo di circa 65 m³/s, in primavera e un minimo di 38 m³/s, in estate. Dalla scomposizione degli idrogrammi risulta che solo il 20% della portata è alimentato dal processo di ruscellamento di superficie e che l'80% è riferibile al flusso di base delle acque sotterranee. Questi dati concordano con la valutazione della portata erogata complessivamente dalle 50 principali sorgenti identificate, che varia da massimi di 43 m³/s a minimi di 33 m³/s.

2.2. FINALITÀ DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO SPERIMENTALE

Lo studio si pone l'obiettivo di sperimentare metodi efficaci che consentano di definire: dove, in qual modo e in quale misura i corsi d'acqua perenni vengono alimentati in periodo estivo, quando il ruscellamento di superficie assume un ruolo trascurabile.

Questi obiettivi sono perseguiti seguendo due percorsi complementari:

- a) l'elaborazione dei dati idrologici ed idrogeologici disponibili per valutare le più significative portate di magra estiva, desumibili dalla documentazione esistente;
- b) l'indagine di campo, estesa all'intero reticolo idrografico perenne, per verificare direttamente lo stato degli alvei in periodo estivo, per misurare le portate residue e per identificare quali siano i principali apporti e le principali derivazioni operate sul flusso di base estivo.

2.3. PRIMI RISULTATI

Vengono riassunti i primi risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati idrometrici esistenti, dalle indagini di campo e nell'identificazione degli acquiferi.

2.3.1. Elaborazione dei dati esistenti

L'elaborazione dei dati idrometrici esistenti ha fornito due principali risultati:

- A. La preparazione di "schede" di sintesi sulle conoscenze relative alle 50 principali sorgenti del bacino, sia puntuali che lineari.

Alla fine del testo, viene riportata, come esempio, la scheda del Gruppo Capestrano nel bacino del Tirino.

La scheda è costituita da una prima pagina di sintesi dove viene riportata: l'ubicazione delle sorgenti, su carta alla scala 1:25.000; la via di accesso; la descrizione delle emergenze; le opere di derivazione esistenti; una sintesi dei dati di portata disponibili (con specifici riferimenti bibliografici); la portata media e la portata di magra; una sintesi delle caratteristiche chimico fisiche delle acque. Nelle pagine successive

vengono elencati tutti i dati di portata raccolti, con specifici commenti: ad esempio, la portata della sorgente di Capestrano che, agli inizi del secolo era di circa 1000 l/s, si è oggi ridotta a qualche decina di litri al secondo. Viene inoltre messa in evidenza l'esistenza di una sorgente lineare che ha una portata di magra di circa 900 l/s.

Dalle schede compilate risulta che le 50 principali sorgenti del bacino erogano complessivamente una portata media valutabile 43 m³/s e una portata di magra estiva valutabile 33 m³/s. Di quest'ultima circa 9 m³/s vengono erogati da sorgenti lineari.

Nella Figura 1 sono indicate le principali sorgenti del bacino dell'Aterno-Pescara.

B. Scomposizione degli idrogrammi con il "Metodo delle portate mensili caratteristiche" (Boni et alii, 1993)

Questo metodo consente di valutare le portate medie mensili riferibili al ruscellamento, al flusso di base massimo e al flusso di base minimo.

Vengono riportati alcuni esempi di scomposizione eseguita sulle dieci stazioni idrometriche che hanno operato nel bacino, nel corso dell'ultimo secolo: Aterno a Molina, quota 435 m s.l.m.; Sagittario a Villalago, quota 807 m s.l.m.; Tirino a Madonnina, quota 317 m s.l.m.; Pescara a S; Teresa , quota 4,5 m s.l.m.

L'idrogramma dell'Aterno a Molina (Figura 2) indica che il ruscellamento è particolarmente attivo nei mesi autunnali-primaverili e si riduce a valori trascurabili nei mesi estivi. Il flusso di base massimo ha valori variabili da circa 5 m³/s a 2,5 m³/s, mentre il flusso di base minimo ha valori variabili da 2 m³/s a qualche centinaio di litri al secondo, in periodo estivo. Dalla lettura dell'idrogramma così scomposto, si possono fare due considerazioni; viene messa in evidenza una variabilità stagionale del flusso di base che vede le portate estive ridursi di circa il 50% rispetto alle portate invernali; questa variabilità è riscontrabile sia nei valori massimi che nei valori minimi del flusso di base. Viene inoltre messo in evidenza che oltre alle variazioni di portata con ritmo stagionale, esistono più importanti variazioni del flusso di base di lungo periodo. Il flusso di base è infatti variato nel corso dei 50 anni di osservazione, nel campo compreso tra i valori massimi e i valori minimi rilevati dal processo di scomposizione. Nel corso del 1998 i valori misurati in alveo sono risultati molto prossimi ai valori minimi registrati.

Si può dire in sintesi che questo metodo di scomposizione consente di definire sia una variabilità stagionale delle portate sia una variabilità pluriennale. Questa variabilità pluriennale, ancora poco studiata, assume particolare importanza per la corretta valutazione delle risorse disponibili.

La stazione del Sagittario a Villalago (Figura 3) misura esclusivamente la portata di un gruppo di sorgenti. Dalla scomposizione risulta infatti un ruscellamento estremamente ridotto e una contenuta variabilità stagionale delle portate. Risulta invece che nel corso dei circa 40 anni di osservazione, la portata si è

mantenuta, per alcuni periodi, su valori massimi superiori a $1 \text{ m}^3/\text{s}$, ed in altri periodi, su valori minimi che sono variati tra 800 e 400 l/s. Nel 1998 si sono misurate portate prossime ai valori minimi indicati dalla scomposizione.

La stazione di Madonnina sul fiume Tirino (Figura 4), pur avendo un bacino di dominio di oltre 322 km^2 , misura valori di ruscellamento trascurabili, perché i versanti calcarei del bacino assorbono totalmente le acque meteoriche. La stazione misura esclusivamente la portata di un gruppo di grandi sorgenti basali, alimentate dalla struttura del Gran Sasso. Nell'idrogramma non si osserva alcuna apprezzabile variabilità stagionale, ma viene evidenziata una variabilità pluriennale. Nel corso dei 15 anni di osservazione le portate erogate dal gruppo di sorgenti hanno variato da massimi di poco superiori a $8 \text{ m}^3/\text{s}$ a minimi di poco inferiori a $7 \text{ m}^3/\text{s}$.

La stazione di S. Teresa (Figura 5) posta presso la foce del fiume Pescara, evidenzia che il ruscellamento di superficie è limitato in tutti i mesi dell'anno e non supera in media il 20% del deflusso totale. Nel corso dei circa 40 anni di osservazione si identifica un campo di variabilità pluriennale del flusso di base. I valori massimi variano da poco più di $50 \text{ m}^3/\text{s}$ a poco meno di $40 \text{ m}^3/\text{s}$; i valori minimi variano da poco più di $40 \text{ m}^3/\text{s}$ a circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$. È significativo rilevare che le portate del flusso di base massimo e del flusso di base minimo corrispondono rispettivamente alla somma delle portate medie e delle portate minime erogate dalle 50 principali sorgenti censite nel bacino.

Per mettere in evidenza in che modo è alimentata la portata del fiume Pescara lungo il suo corso, nella Figura 6 vengono messe a confronto le portate del flusso di base massimo registrate alle stazioni di Villalago, Capocanale, Alloggiamento idraulico, Maraone e S. Teresa. Si vede chiaramente il contributo fornito dal Gizio, dall'Aterno, dal Pescara e dal Tirino, nei diversi mesi dell'anno.

2.3.2. Indagini di campo

Nell'estate 1998 è stato percorso l'intero reticolo idrografico perenne e sono state eseguite misure di portata in corrispondenza delle principali emergenze, delle principali derivazioni e nei punti significativi del reticolo.

L'indagine di campo ha messo in evidenza alcuni aspetti particolarmente significativi:

1. Le portate erogate dalle sorgenti poste a quote comprese tra 1200 e 300 m circa sul livello del mare, sono interamente captate ed utilizzate per uso municipale, industriale, idroelettrico ed agricolo. Solo in parte vengono restituite agli alvei a quote inferiori.
2. Diversi tratti del reticolo idrografico perenne sono totalmente prosciugati a causa delle derivazioni operate a monte.

3. Sono interamente utilizzate le acque del Gizio, quasi interamente le acque del Sagittario e dell'Aterno. In estate il corso del Pescara viene alimentato quasi esclusivamente dal gruppo di omonime sorgenti distribuite nella piana di Popoli e dal notevole contributo del Tirino. Dalle gole di Popoli, l'intero corso del Pescara è ampiamente utilizzato per uso idroelettrico ed agricolo, fino alla sua foce.
4. Sono state identificate e misurate 11 sorgenti lineari che, in magra estiva, erogano complessivamente circa $9 \text{ m}^3/\text{s}$.
5. Le portate residue in alveo sono prossime ai minimi storici registrati dalle diverse stazioni idrometriche nel corso dell'ultimo secolo.
6. È stata compilata una carta dell'idrologia di superficie che mette in evidenza:
 - a) l'ubicazione di tutte le principali sorgenti del bacino, puntuali e lineari;
 - b) tutte le sezioni di misura del flusso di base disponibili;
 - c) come, dove e in che misura viene alimentato il flusso di base del reticolo idrografico perenne, nell'"anno medio";
 - d) la posizione e la tipologia delle principali derivazioni e restituzioni.

Nella Figura 1 viene indicata la distribuzione delle principali sorgenti che alimentano il flusso di base dell'Aterno-Pescara.

2.3.3. Identificazione degli acquiferi

Con un apposito studio idrogeologico sono stati identificati 8 grandi acquiferi che alimentano le principali sorgenti: di ciascuno si sono identificati i limiti ed è stato valutato il bilancio idrogeologico. I risultati di questa ricerca non sono riportati in questa comunicazione.

3. CONCLUSIONI

Dai primi risultati acquisiti si può concludere quanto segue:

- La portata dell'Aterno-Pescara è mediamente alimentata per il 20% da ruscellamento di superficie e per l'80% da acque sorgive.
- In estate il ruscellamento è trascurabile e l'intera portata del corso d'acqua è alimentata da sorgenti puntuali e lineari.

- La corretta elaborazione dei dati idrometrici disponibili consente di caratterizzare meglio le principali sorgenti del bacino e di conoscere la loro variazione di portata nel corso del tempo.
- Dalla elaborazione dei dati idrometrici, con il “Metodo delle portate mensili caratteristiche”, risulta che la portata del flusso di base è soggetta a variazioni stagionali e a variazioni pluriennali. Con i metodi adottati è possibile definire l’entità di queste variazioni. La conoscenza della variabilità pluriennale, ancora poco studiata, pare indispensabile per la corretta valutazione e gestione delle risorse idriche di un bacino.
- Solo l’indagine di campo ha consentito di conoscere l’attuale stato degli alvei e l’entità delle portate residue a valle delle derivazioni. La campagna estiva di misure seriate ha consentito di identificare l’ubicazione e di valutare le portate erogate dalle sorgenti lineari recentemente identificate.
- Si può infine osservare che i metodi in corso di sperimentazione forniscono informazioni indispensabili per la corretta gestione del patrimonio idrico disponibile.

BACINO DELL'ATERNO-PESCARA

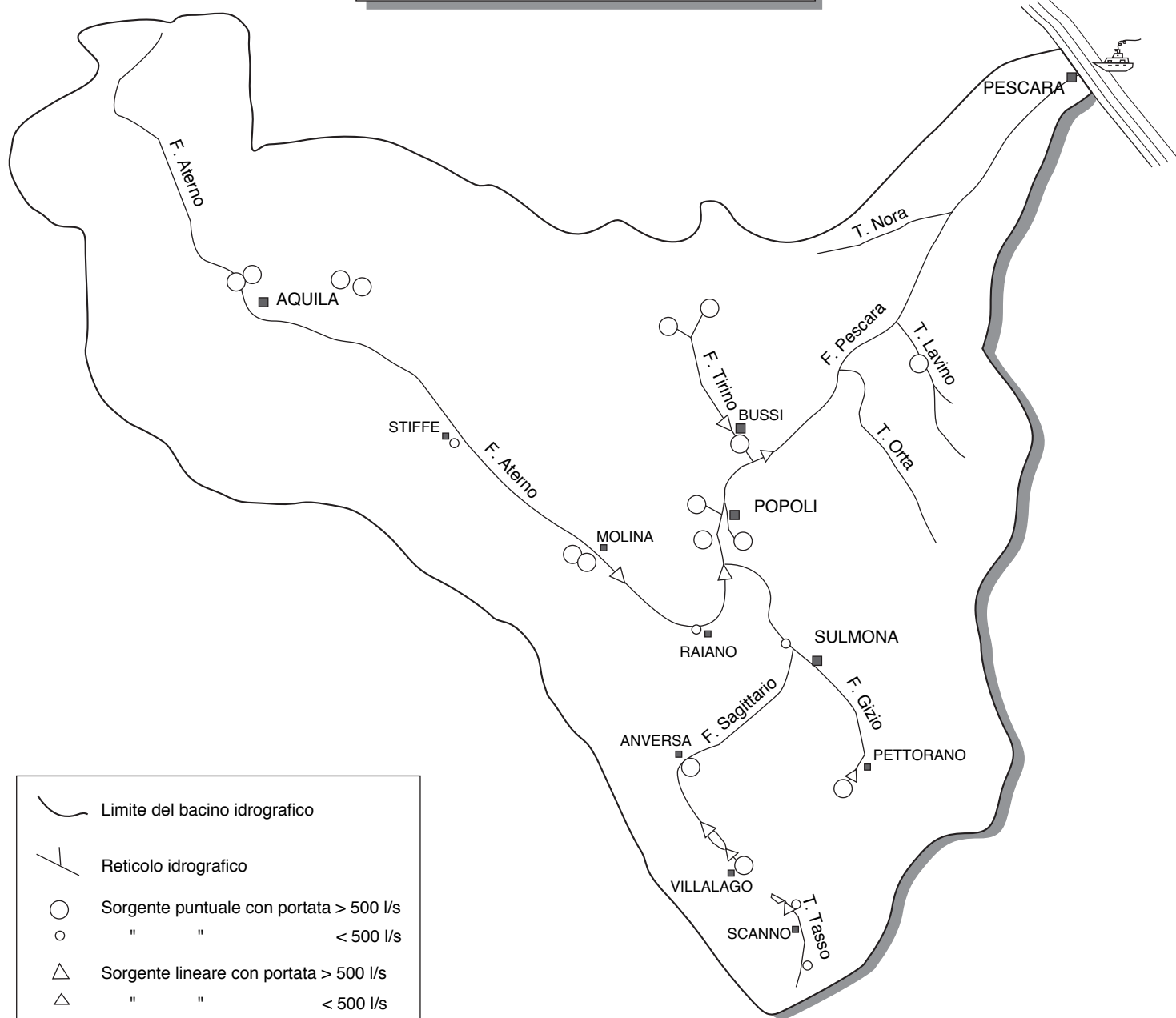


Figura 1. Distribuzione delle principali sorgenti del bacino dell'Aterno-Pescara. Si riconoscono sorgenti puntuali e sorgenti lineari. La portata complessiva erogata dalle sorgenti varia da massimi di $43 \text{ m}^3/\text{s}$ a minimi di $33 \text{ m}^3/\text{s}$. Questa risorsa costituisce l'80% della portata media del fiume Pescara alla foce.

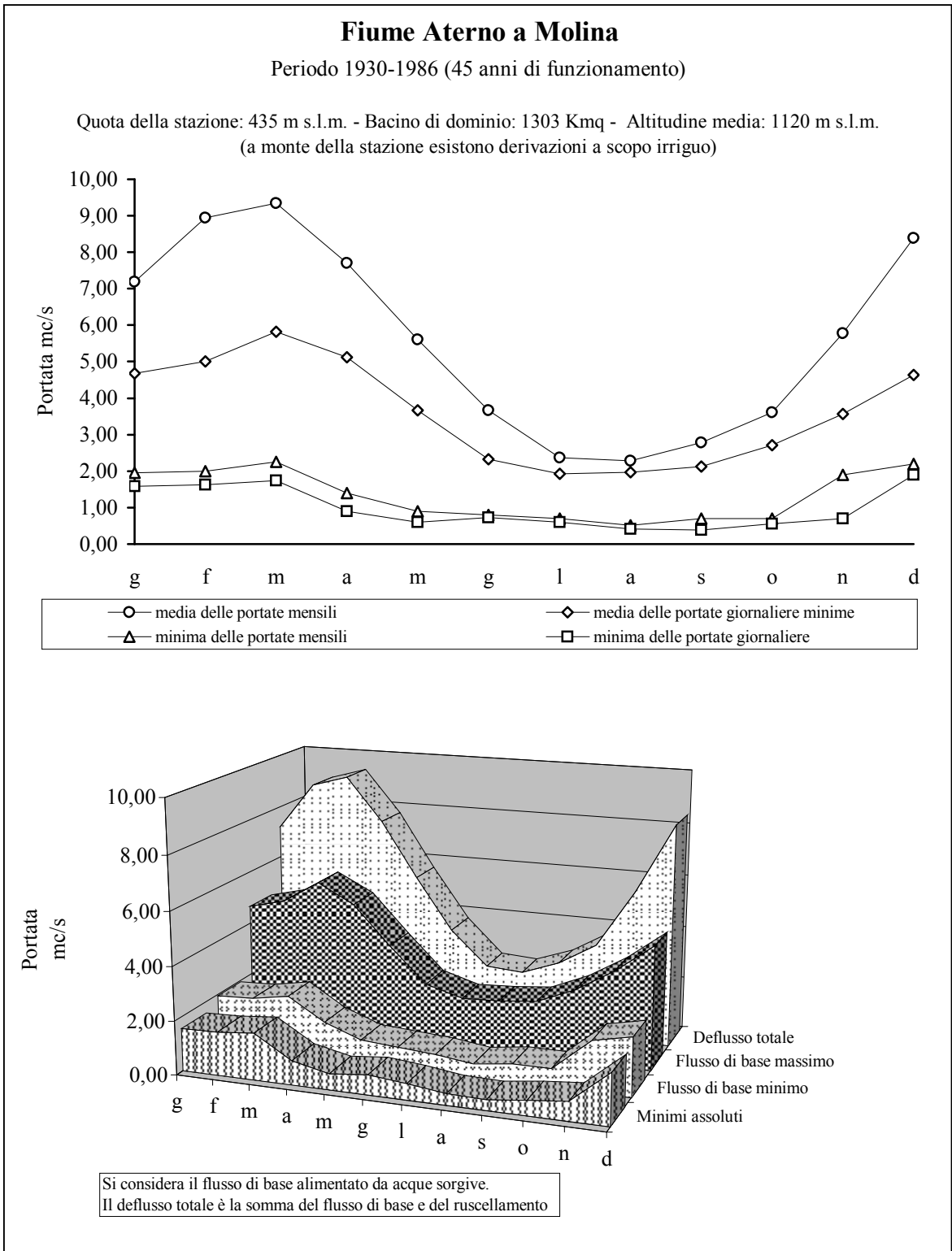
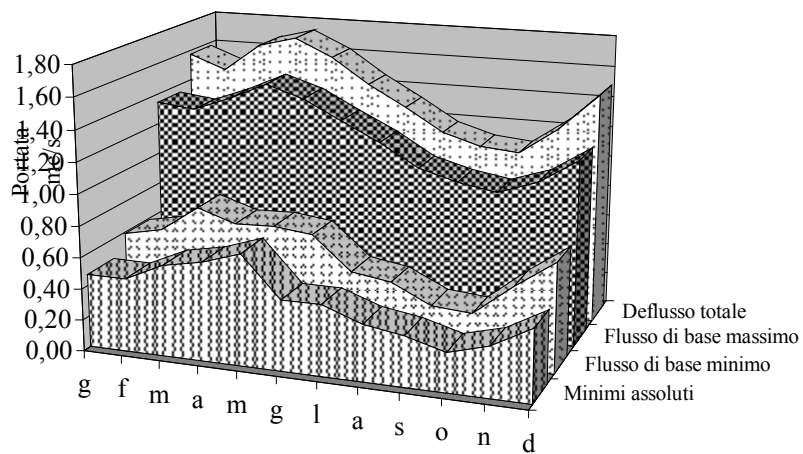
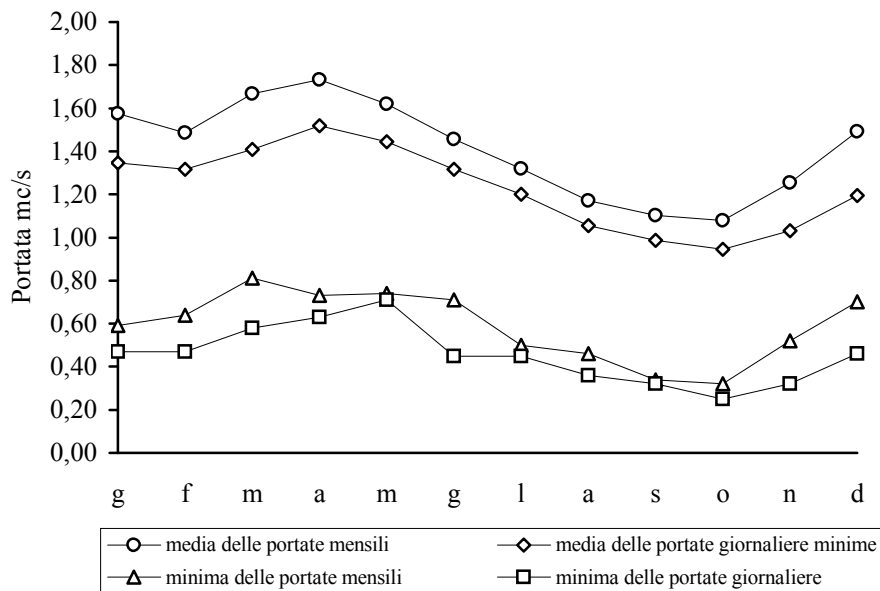


Figura 2. Scomposizione dell'idrogramma del fiume Aterno a Molina secondo il "Metodo delle portate mensili caratteristiche".

Fiume Sagittario a Villalago

Periodo 1932-1974 (37 anni di funzionamento)

Quota della stazione: 807 m s.l.m. - Bacino di dominio: 108 Km² - Altitudine



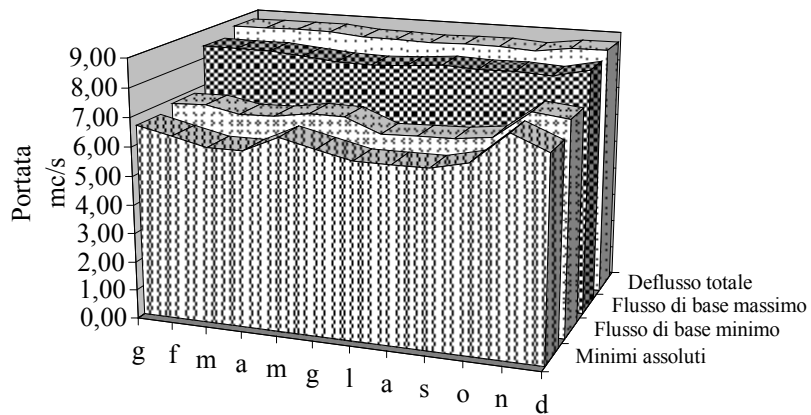
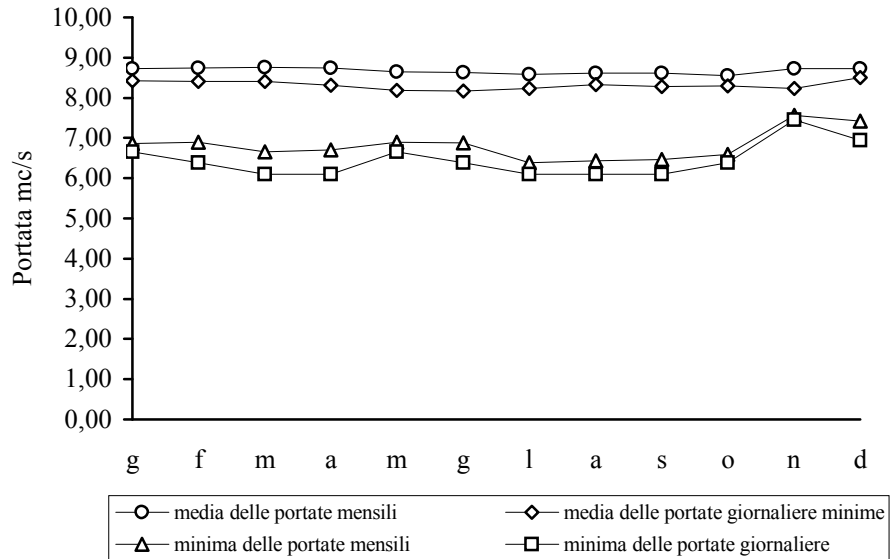
Si considera il flusso di base alimentato da acque sorgive.
 Il deflusso totale è la somma del flusso di base e del ruscellamento

Figura 3. Scomposizione dell'idrogramma del fiume Sagittario a Villalago secondo il "Metodo delle portate mensili caratteristiche".

Fiume Tirino a Madonna

Periodo 1971-1986 (15 anni di funzionamento)

Quota della stazione: 317 m s.l.m. - Bacino di dominio: 322 Km² - Altitudine media: 918



Si considera il flusso di base alimentato da acque sorgive.
 Il deflusso totale è la somma del flusso di base e del ruscellamento

Figura 4. Scomposizione dell'idrogramma del fiume Tirino a Madonna secondo il "Metodo delle portate mensili caratteristiche".

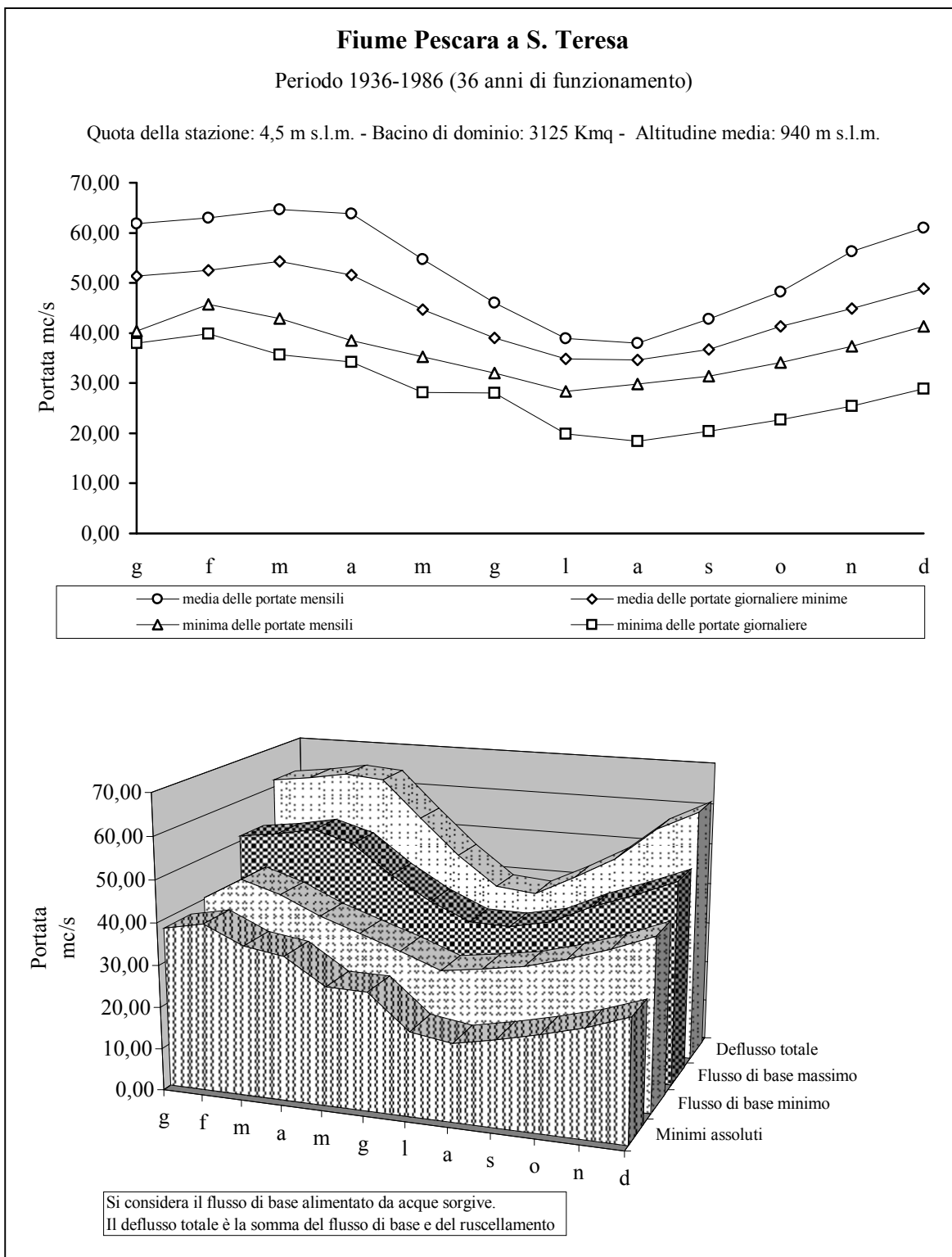
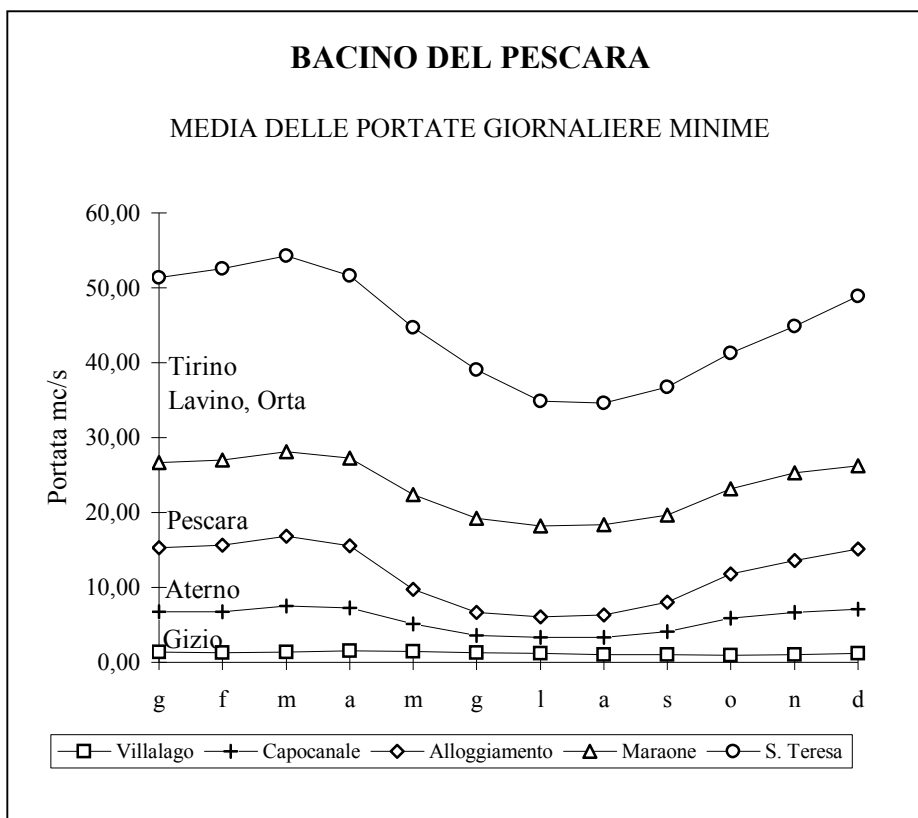


Figura 5. Scomposizione dell'idrogramma del fiume Pescara a S. Teresa secondo il "Metodo delle portate mensili caratteristiche".



ia

Figura 6. Confronto fra i valori della media delle portate giornaliere minime misurate nelle stazioni di Villalago, Capocanale, Alloggiamento idraulico e S. Teresa. Si distinguono nettamente i contributi a sostegno del flusso di base dati dai diversi affluenti.

BIBLIOGRAFIA

ADAMOLI L. (1990) - *Idrogeologia del massiccio carbonatico del Gran Sasso e conseguenze idrogeologiche degli scavi autostradali*. Geologia Tecnica,.

BENZEDEN E. & TATLIOGLU E. (1985) - *Hydraulicity and aquifer discharge coefficient in river basin with significant Karst springs effluents*. IAHS Publication **161**.

BONI C. (1975) - *The relationship between the geology and hydrogeology of the latium-abruzzese Apennines (in Structural Modell of Italy)*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **90**, CNR, Roma.

BONI C. & BONO P. (1982) - *Prima valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace nei sistemi carsici della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e nei sistemi di facies pelagica umbro-marchigiano-sabina (Italia centrale)*. Geologia Applicata e Idrogeologia **17**.

BONI C. & BONO P. (1984) - *Essai de bilan idrogeologique dans une region karstique de l'Italie central*. In: BURGER A., DUBERTRET L., (Eds): Hydrogeology of karstic terrains. UNESCO. Int. Contr. Hydrogeology, Reise Hannover.

BONI C. & BONO P. (1984b) - *Evaluation of water resources*. In: BURGER A., DUBERTRET L., (Eds): Hydrogeology of karstic terrains. UNESCO. Int. Contr. Hydrogeology, Reise Hannover.

BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 991-1012, Roma.

BONI C. & PETITTA M. (1994) - *Sorgenti lineari e valutazione dell'infiltrazione efficace in alcuni bacini dell'Italia centrale*. Quaderni di Geologia Applicata **1**.

BONI C., PETITTA M., PREZIOSI E. & SERENI M. (1993) - *Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio*. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Ufficio Pubblicazioni Scientifiche. Roma.

CELICO P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. Note Ist. Geol. App. Napoli, **14**.

CELICO P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania)*. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno 4/2, Roma.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. (1900-89) - *Annali Idrologici*. Serv. Idrografico. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. (1964) - *Le sorgenti italiane (Abruzzo)*. **14**, Roma.

PERRONE E. (1900) - *Carta idrografica d'Italia. Aterno-Pescara*. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, Roma.

PETITTA M. & MASSOLI-NOVELLI R. (1995) - *Primi risultati del monitoraggio geoambientale delle sorgenti del Fiume Vera (Gran Sasso)*. Atti 2° Conv. Naz. Prot. Gest. Acque Sott., Modena, maggio 1995; Quad. Geol. Appl., suppl. **1/95**, 93-101.

PETITTA M. & MASSOLI-NOVELLI R. (1998) - *Tirino springs (Abruzzi, Italy): an important groundwater resource for humans and environment*. Gambling with Groundwater, Physical, Chemical and Biological Aspects of Aquifer-Stream Relations. Brahma et al. (eds.), 97-103.

PIANELLI A. & BONI C. (1995) - *Groundwater resources assessment in Sagittario river basin. Central Apennines, Italy*. Atti 2° International Meeting of Young Researcher on Applied Geology (2° I.M.Y.R.A.G.) Peveragno 11-13 ottobre 1995.

PIANELLI A., RUISI M. & SCALCIONE M. (1998) - *Valutazione delle risorse idriche del Parco Nazionale d'Abruzzo*. In: Le Nuove Sorgenti. Ente Autonomo Parco Nazionale d'Abruzzo-Pro Natura Abruzzo. Roma 1998.