

AUTORI: Carlo Boni* e Manuela Ruisi**

LE GRANDI SORGENTI CHE ALIMENTANO IL CORSO DEL FIUME NERA – VELINO: UNA IMPORTANTE RISORSA STRATEGICA NELL'ECONOMIA DELL'ITALIA CENTRALE

Il Laboratorio di Idrogeologia Quantitativa, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", negli ultimi venti anni, ha eseguito approfonditi studi per definire il bacino idrogeologico e le modalità di alimentazione del sistema Nera – Velino, principale affluente del Tevere. Nell'ambito di una apposita convenzione, i risultati di queste ricerche sono stati rielaborati per l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ed utilizzati per la preparazione del "Progetto di Piano di Bacino – Risorse idriche superficiali e sotterranee, P.S. 9".

Nel bacino idrografico del Nera – Velino funzionano attualmente due stazioni idrometriche. Una si trova sul Nera, a Torre Orsina, poco a monte della confluenza con il Velino (Cascata delle Marmore). L'altra si trova a Terria, sul Velino, poco a valle di Rieti. Nella Conca ternana ha funzionato la stazione di Macchiagrossa, dismessa da molti anni, che misurava la portata del Nera dopo la confluenza con il Velino. In Figura 1 è riportato un idrogramma rappresentativo, per ogni stazione.

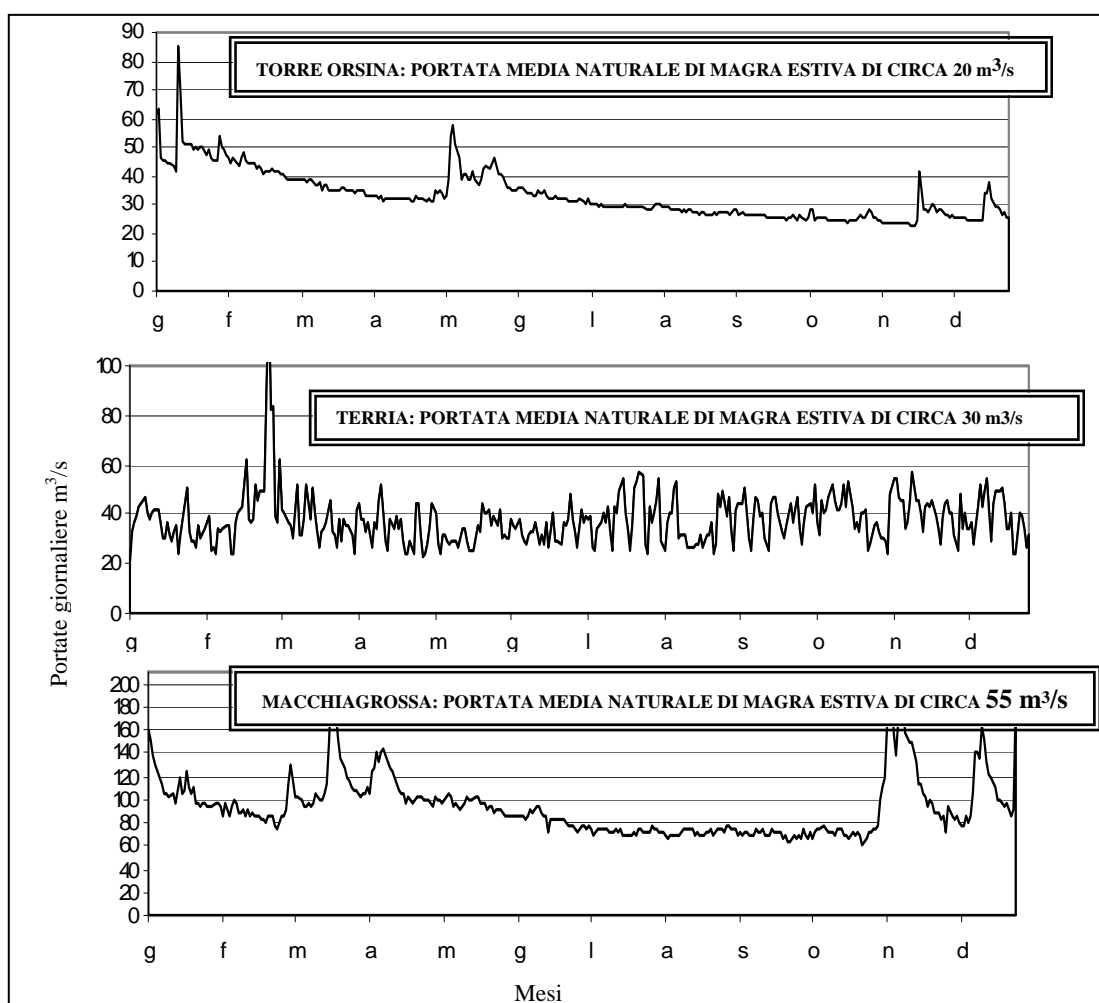


Fig. 1. Idrogrammi rappresentativi del deflusso registrato alle stazioni di Torre Orsina, Terria e Macchiagrossa. In tutte le stazioni il deflusso è molto regolare durante l'intero arco dell'anno. Il ruscellamento è concentrato nei mesi primaverili ed autunnali e risulta trascurabile nel periodo estivo. Alla stazione di Terria appare evidente l'effetto prodotto dall'esercizio delle centrali idroelettriche. E' stata valutata una portata media naturale di magra estiva, interamente alimentata da apporti sorgivi di 20 m³/s alla stazione di Torre Orsina, di 30 m³/s alla stazione di Terria e di 55 m³/s alla stazione di Macchiagrossa.

*Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", P.le Aldo Moro 5, 00185, Roma. E-mail: carlo.boni@uniroma1.it

**Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Via Vittorio Bachelet 12, 00185. E-mail: manuela.ruisi@abtevere.it

Dall'analisi degli idrogrammi di queste stazioni risultano alcune caratteristiche molto evidenti.

Il ruscellamento di superficie non supera il 20 % della portata media annua e si riduce a valori trascurabili in periodo estivo.

Alla stazione di Torre Orsina risulta un Flusso di Base naturale di circa 20 m³/s, con minimi di 16. In realtà questa stazione misura solo la portata residua, a valle delle derivazioni idroelettriche, variabile tra 5 e 6 m³/s. A questa viene sommata la portata del Canale idroelettrico del Medio Nera, che non passa a Torre Orsina, ma si versa prima nel Lago di Piediluco e da qui nel Velino, a monte della Cascata delle Marmore.

Alla stazione di Terria risulta un Flusso di Base estivo di circa 30 m³/s, con minimi di 20. La valutazione è difficile per le variazioni di portata prodotte dall'esercizio delle centrali idroelettriche. Alla stazione di Macchiagrossa, con i dati disponibili, si può stimare un Flusso di Base estivo di circa 55 m³/s.

Nel bacino idrografico non vi sono ghiacciai o nevi perenni che possano alimentare la portata dei corsi d'acqua durante le estati lunghe ed aride.

In sintesi, la portata media di questi fiumi è alimentata per oltre l'80 % dal Flusso di Base, interamente riferibile ad apporti sorgivi, che hanno un regime di flusso molto stabile e regolare durante l'intero arco dell'anno.

Nel bacino sono note solo quattro sorgenti significative: Canetra, Peschiera e Santa Susanna nel bacino del Velino e Argentina nel bacino del Nera, che erogano complessivamente 25 m³/s. Di questi, 9 m³/s sono derivati per l'approvvigionamento idrico della città di Roma.

Oltre agli apporti dovuti alle sorgenti note, definite puntuali, il Nera – Velino è alimentato da sorgenti subalvee definite lineari, irregolarmente distribuite lungo il suo corso, che sono state tutte identificate e valutate, con i metodi propri dell'Idrogeologia Quantitativa.

Gli studi di Idrogeologia Quantitativa, si svolgono su due piani complementari ed integrati: da una parte la minuziosa analisi dell'idrologia di superficie, in periodo di magra, che consente di valutare tutti gli apporti sorgivi, le portate residue in alveo, tutte le derivazioni e restituzioni artificiali; dall'altra studi di idrogeologia strutturale che portano alla delimitazione dei bacini idrogeologici e al riconoscimento delle aree di alimentazione delle sorgenti.

Idrologia di superficie

Si eseguono misure di portata in alveo molto accurate (almeno dieci misure di velocità per m²), seriate lungo l'intero reticolo idrografico perenne. Le campagne di misura si effettuano sempre dopo un periodo di aridità sufficientemente prolungato, per essere certi che i processi di ruscellamento prodotti dall'ultima pioggia si siano completamente esauriti. L'elaborazione dei dati ottenuti consente di identificare e valutare le variazioni di portata dovute ad apporti e perdite naturali, e a restituzioni o derivazioni artificiali. Campagne di misura si ripetono in diverse stagioni dello stesso anno e in anni successivi.

I risultati ottenuti devono essere validati da opportuni controlli:

- a) la portata naturale del Flusso di base, in una qualunque sezione, deve corrispondere alla somma delle portate erogate contemporaneamente da tutte le sorgenti poste a monte;
- b) la portata residua, misurata in alveo, deve corrispondere alla differenza tra la portata naturale e la somma delle derivazioni misurate a monte della sezione.

Nel corso degli anni è stata acquisita una dettagliata documentazione che consente di identificare e valutare tutte le cause, naturali o artificiali, che modificano la portata naturale e la portata residua. Oltre ai valori medi, sono noti i valori minimi registrati nei periodi più aridi.

Una sintesi, molto ridotta, dei risultati ottenuti è illustrata nelle Figure 2 e 3 dove, per maggiore chiarezza, sono rappresentate solo le portate naturali medie e le portate residue medie, misurate in magra ordinaria nelle principali sezioni controllate. Nell'Alto Bacino del Nera (Figura 2), la portata naturale aumenta, per apporti sorgivi, tutti identificati, da 2 m³/s a quota 600 m (abitato di Visso) a circa 20 m³/s alla Cascata delle Marmore. Il Corno – Sordo, interamente alimentato da sorgenti, verserebbe nel Nera una portata di circa 5 m³/s, se non fosse derivato prima della confluenza. La portata residua in alveo, all'altezza della

FIUME NERA DA VISSO ALLE CASCADE DELLE MARMORE

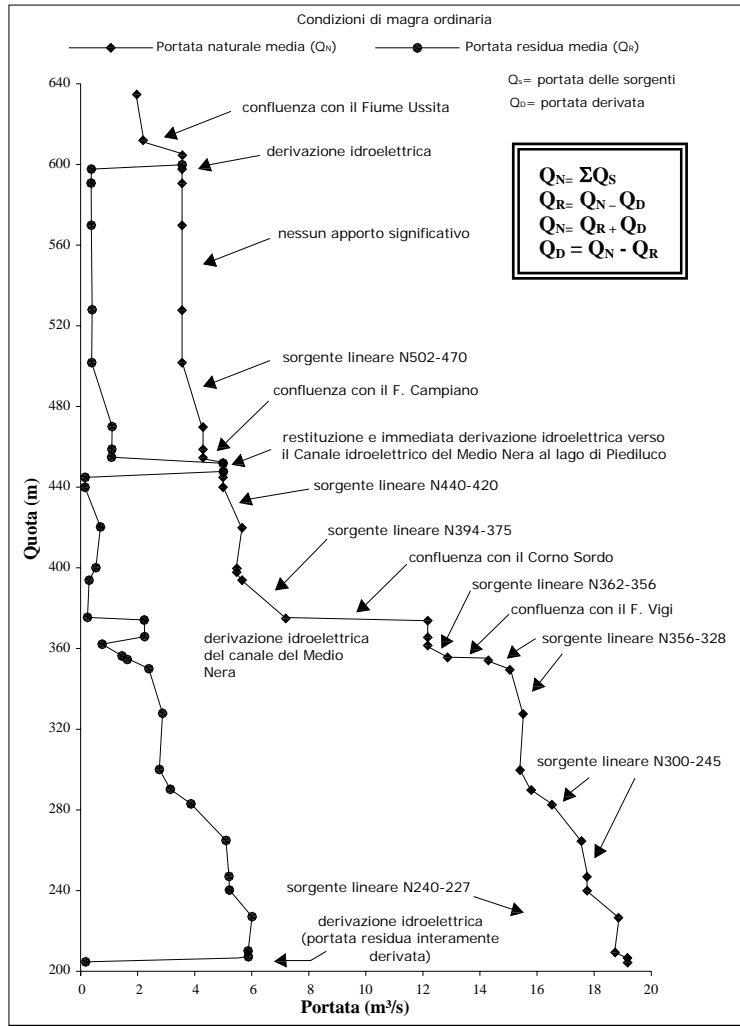


Fig. 2

FIUME VELINO DA ANTRODOCO ALLE CASCADE DELLE MARMORE

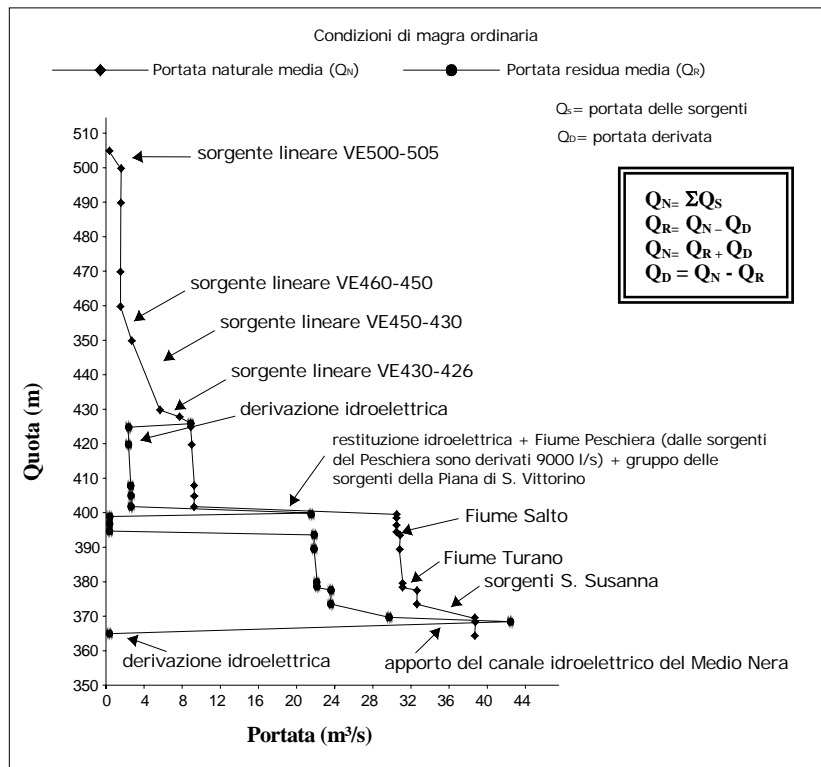


Fig. 3

stazione di Torre Orsina, è di circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$, a fronte di una portata naturale di 19. La portata derivata per uso idroelettrico, in condizioni di magra ordinaria, è di circa $13 \text{ m}^3/\text{s}$. Immediatamente a monte della Cascata delle Marmore viene derivata l'intera portata residua del Nera.

Da questa analisi risulta che, a quota 200 m, i $19 \text{ m}^3/\text{s}$ di acque sorgive dell'Alto Nera sono utilizzati da impianti per usi idroelettrici ed industriali.

Il Fiume Velino (Figura 3) è soggetto a periodiche variazioni di portata tra quota 500 m e quota 460 m. A valle di Antrodoco il corso del fiume diviene perenne, perché alimentato da sorgenti puntuali e lineari che elevano la sua portata media a circa $8 \text{ m}^3/\text{s}$. A quota 425 m vengono derivati $6 \text{ m}^3/\text{s}$ per uso idroelettrico. Da quota 410 a quota 400 m il Velino scorre in un alveo artificiale, pensile, che attraversa l'intera piana di San Vittorino e alimenta un impianto idroelettrico. Nella pianura sgorgano molte sorgenti minori e le grandi sorgenti del Peschiera, che hanno una portata media di $18 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi noti di 15. La portata varia secondo cicli di diversi anni, ma risulta costante nell'ambito dello stesso anno. Dalle sorgenti del Peschiera sono costantemente derivati $9 \text{ m}^3/\text{s}$, a servizio della città di Roma; la portata non captata, variabile da 12 a $6 \text{ m}^3/\text{s}$, dà origine al Fiume Peschiera, che a quota 400 m si versa in un impianto idroelettrico.

A quota 400 m il Flusso di Base del Velino ha una portata media di circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$, alimentata da uno dei più grandi gruppi sorgivi finora noti in Europa e nel mondo.

L'intera portata del Velino viene derivata (restano in alveo poche centinaia di litri al secondo) e restituita nell'alveo del Fiume Salto, che dopo pochi chilometri confluisce nel Velino. All'altezza della città di Rieti, in magra ordinaria, la portata residua in alveo è di poco superiore a $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Nella Piana di Rieti il Fiume riceve circa $5 \text{ m}^3/\text{s}$ dalle sorgenti di Santa Susanna e $13 \text{ m}^3/\text{s}$ dal Canale del Medio Nera, proveniente dal bacino contiguo. Per questo motivo, per un brevissimo tratto (Figura 3), la portata definita residua risulta superiore alla portata naturale. A quota 360 circa, a monte della Cascata delle Marmore, l'intera portata del Velino (più quella proveniente dal Canale del Medio Nera) di circa $45 \text{ m}^3/\text{s}$, viene derivata dall'alveo naturale, per uso idroelettrico.

Alla confluenza del Nera con il Velino, a quota 200 m, circa $55 \text{ m}^3/\text{s}$ di acque sorgive sono derivate per uso idroelettrico e industriale.

L'intera portata viene restituita all'alveo naturale, poco a monte di Terni. Poco a valle della città il Fiume è nuovamente derivato verso altri impianti idroelettrici. In corrispondenza delle Gole di Narni, tra gli abitati di Montoro e Stifone, l'alveo del Nera riceve, da una grande sorgente lineare, una portata media di $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 10. Poco a monte di Orte torna in alveo l'intera portata, che viene utilizzata dall'ultimo impianto idroelettrico, ubicato immediatamente a monte della naturale confluenza con il Fiume Tevere.

Idrogeologia strutturale

Il Bacino Idrogeologico del sistema Nera - Velino è costituito da quattro grandi idrostrutture, separate da due importanti linee tettoniche regionali, (l'Ancona - Anzio degli Autori e la Linea della Valnerina) che passano nella valle del Velino e nella valle dell'Alto Nera. In Figura 4 uno schema sintetico indica i limiti delle strutture individuate e le relative sorgenti (i cerchi indicano sorgenti puntuali e i triangoli sorgenti lineari).

Di ogni struttura sono dati i valori: dell'area di alimentazione, della portata media e minima erogata, della infiltrazione efficace.

L'idrostruttura del Nuria - Velino eroga una portata media di $30 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 22.

L'idrostruttura del Monte Terminillo eroga una portata media di $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 4,6.

L'idrostruttura dell'Alto Nera eroga una portata media di $19 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 16.

La struttura dei Monti Martani, Sabini, ecc., eroga una portata media di $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 10.

L'intero sistema alimenta una portata media $70 \text{ m}^3/\text{s}$, con minimi di 53.

I risultati dell'indagine idrostrutturale devono essere validati da appositi controlli:

- la portata complessiva erogata dalle sorgenti di una struttura deve essere coerente con la superficie, le caratteristiche geologiche, morfologiche e climatiche del suo bacino idrogeologico;
- il volume erogato in un anno dalle sorgenti, rapportato all'area di alimentazione, deve fornire un valore della infiltrazione efficace, coerente con i valori calcolati per idrostrutture con analoghe caratteristiche.

Il bacino idrogeologico, che fornisce al Fiume Nera – Velino l'80% della portata media e l'intera portata di magra, non coincide con il bacino idrografico, ma in molti punti si estende oltre i suoi limiti. Le valli del Salto e del Turano e le Conche di Terni e di Rieti non alimentano il flusso di base naturale, ma solo il ruscellamento (in parte invasato in bacini artificiali).

STRUTTURE IDROGEOLOGICHE CHE ALIMENTANO LE SORGENTI E IL RETICOLO IDROGRAFICO PERENNE DEL FIUME NERA-VELINO

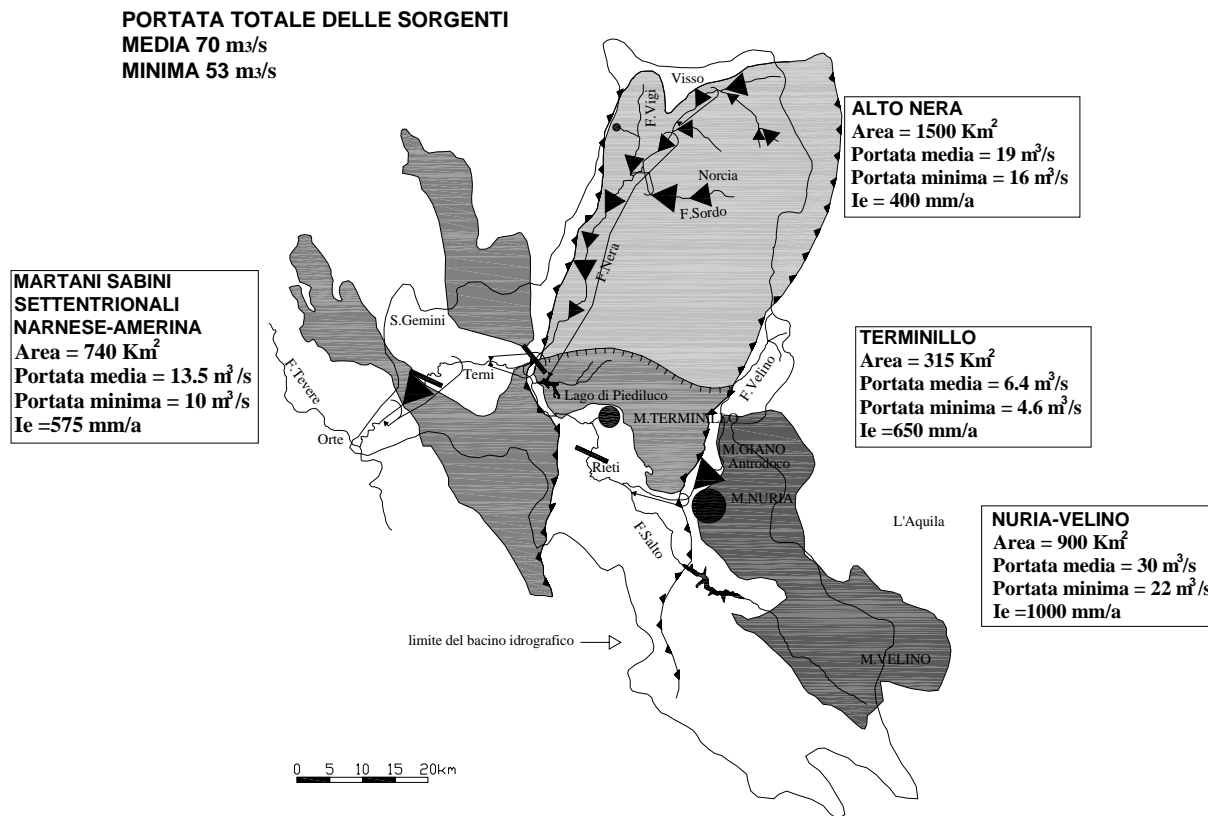


Fig. 4

Conclusioni

In periodo di magra estiva, il corso del Fiume Nera - Velino è interamente alimentato dalle sorgenti di quattro grandi strutture idrogeologiche, che erogano complessivamente una Portata media di 70 m³/sec e minima di 55 m³/sec.

La maggior parte di queste risorse sorgive, disponibili a quote relativamente elevate e di ottima qualità, è oggi utilizzata per la produzione di energia elettrica.

Le sorgenti del Nera - Velino, ancora poco conosciute, costituiscono una risorsa imponente ed affidabile, che può assumere valore strategico, nell'economia dell'Italia centrale.

Gli studi di idrogeologia quantitativa:

- forniscono dati sperimentali certi e verificabili, che finora nessun altro metodo di indagine è stato capace di fornire;
- consentono di valutare la distribuzione territoriale e la reale consistenza delle risorse sorgive, disponibili in periodo di magra;
- consentono di confrontare la portata naturale dei corsi d'acqua con la portata residua e di valutare quindi l'impatto prodotto dalle attuali derivazioni;
- forniscono dati essenziali per la redazione di Piani di Tutela e di Piani d'uso delle Risorse Idriche.

Bibliografia

- BONI C. (1992) – *Karst hydrogeology in Central Italy*. Int. Contr. to Hydrogeology, 13, Karst Commission, Verlag Heinze, Hannover.
- BONI C. (2000) – *Karst aquifers of the Central Apennines* - Hidrogeologie, 4, 2000, pp. 49-62, 8 fig.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G. (1986) - *Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale* – Mem. Soc. Geol. It. , 35 , pp. 991-1012.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G. (1988) – *Carta idrogeologica del territorio della regione Lazio (scala 1:250.000)*. Regione Lazio.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., LOMBARDI S., ZUPPI G.M. (1986) – *Contributo all'idrogeologia dell'Italia Centrale: analisi critica e metodi di ricerca* - Mem. Soc. Geol. It., 35, pp. 947-956.
- 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, Collana di Monografie Scientifiche, Roma.
- BONI C., PREZIOSI E. (1993) – *Una possibile simulazione numerica dell'acquifero basale di M. Coscerno – M. Aspra (bacino del fiume Nera)* – Geol. Appl. Idrogeol., 28, pp. 131-140.
- BONI C., PREZIOSI E. (1994) – *Le sorgenti lineari nell'alto bacino del fiume Nera (Appennino Umbro – Marchigiano Italia centrale)*. In: Atti dell'International Meeting for Young Researchers in Applied Geology. GEOLEP-DGC/EPFL, pp. 31-35, Lausanne 1994.
- CELICO P. (1983) – *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale* – Quad. della Cassa per il Mezzogiorno, 4, p. 225.
- CENCETTI C., DRAGONI W., NEJAD MASSOUM M. (1989) - *Contributo alle conoscenze delle caratteristiche idrogeologiche del fiume Nera (Appennino Centro Settentrionale)* - Geologia Applicata e Idrogeologia, 24, Bari, pp. 191-210.
- GOVERNA M.E., LOMBARDI S., RIBA M., ZUPPI G.M. (1989) – *Karst and geothermal water circulation in the Central Apennines (Italy)*. *Isotope Techniques in the study of the hydrogeology of fractured and fissured rocks.*– IEAE, Vienna, STI/PUB/790, pp. 173-202.
- PREZIOSI E., LEDOUX E., BONI C. (1995) – *Evaluation par modèle mathématique de l'infiltration efficace dans un aquifère multicouche de l'Apennin central*. In: Proc 2nd International Meeting for Young Researchers in Applied Geology, pp. 367-375, Peveragno, Cuneo, 11-13 October 1995.