

LE SORGENTI LINEARI NELL'ALTO BACINO DEL FIUME NERA (APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO, ITALIA CENTRALE)

Carlo Boni & Elisabetta Preziosi
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Abstract

Linear springs are widespread in the Umbria-Marche Apennines, where the large karstic aquifers discharge mainly into the rivers, while great punctual springs are uncommon. In the study area the Nera river has deeply cut the carbonate structures, becoming the main ground water base level. During the period '91-'93 several hydrogeological surveys have been carried out in the basin in order to identify the linear springs, to evaluate the ground water discharge regimen and to define the hydrogeological boundaries of the structure. The outcropping sequence consists of calcareous formations, corresponding to the recharge areas, interbedded with marly impervious formations, which act as aquicludes. A preliminary analysis shows that the different linear springs are fed by separated aquifers. The mean ground water discharge in the basin adds up to $18.5\text{m}^3/\text{s}$, with an extremely regular regimen, uncommon in karstic areas. The supposed recharge area extends over 1150km^2 ; the mean annual effective infiltration is evaluated 480mm .

1. Introduzione

E' da tempo noto che le acque sotterranee che circolano nei massicci carbonatici possono avere due differenti modalità di emergenza: tramite le sorgenti puntuali, ovvero emergenze di acque sotterranee localizzate in aree ristrette, o tramite le sorgenti lineari, ovvero corsi d'acqua che incidono tanto profondamente i rilievi da raggiungere la quota di saturazione dell'acquifero (Boni & Bono 1982; Boni et al., 1986), per cui la loro portata aumenta da monte verso valle senza che vi siano apporti da parte di affluenti o di acque di ruscellamento.

Le prime sono generalmente ubicate al contatto fra un complesso permeabile ed uno meno permeabile, sono identificabili con una quota ben definita e spesso danno origine ad un corso d'acqua, perenne o temporaneo. Le sorgenti lineari si estendono lungo l'alveo fra due quote, di inizio e di fine drenaggio, sono generalmente chiuse a valle da un complesso a bassa permeabilità, ma la quota di inizio drenaggio può variare a seconda del regime dell'alimentazione, che condiziona la fluttuazione della quota della superficie piezometrica.

In Italia centrale le sorgenti puntuali, anche con portata molto elevata, sono molto numerose nelle aree di affioramento delle facies di piattaforma carbonatica. Le sorgenti lineari invece sono molto diffuse sulle pendici di apparati vulcanici, nel settore tirrenico, ed dove affiorano le formazioni carbonatiche di facies pelagica (Umbria e Marche). Viene qui presentato un esempio di sorgente lineare, lungo il corso del fiume Nera, e la metodologia utilizzata per identificare i tratti drenanti e per valutare la portata delle sorgenti lineari ed il loro regime di flusso.

2. Il fiume Nera: un esempio di sorgente lineare

Il fiume Nera è il principale affluente del Tevere. Le sorgenti puntuali sono diffuse nel bacino ma, tranne poche eccezioni, hanno portata trascurabile. E' da tempo riconosciuto che gran parte del corso del Nera costituisce un esempio di sorgente lineare (Boni et al., 1986; Boni & Pettita, in stampa; Cencetti et al., 1989). Tramite alcune campagne di misura della portata in alveo, in sezioni successive, è stato possibile identificare, con notevole dettaglio, i tratti drenanti del reticolo idrografico. Ciò che distingue in maniera particolare questo fiume è l'eccezionale stabilità delle portate nel corso dell'anno, indice di un regime di flusso delle acque sotterranee non influenzato da un carsismo sviluppato, nonostante scorra su rilievi prevalentemente calcarei.

Viene considerato il bacino del Nera a monte della confluenza col Velino, chiuso alla stazione idrometrica di Torre Orsina (Serv. Idrografico, Sez. di Roma, Min. LL. PP.) in funzione nel periodo 1926-'43 e 1946-'74. Il bacino idrografico sotteso è di 1445 km^2 ; la precipitazione media di $1055\text{mm}/\text{anno}$, la portata media di $27\text{m}^3/\text{s}$. In Fig. 1 viene mostrato, a titolo d'esempio, l'idrogramma giornaliero del Nera a Torre Orsina e le piogge mensili nel bacino per il periodo luglio '73 - giugno '74. Il regime di deflusso è estremamente regolare e risente pochissimo delle

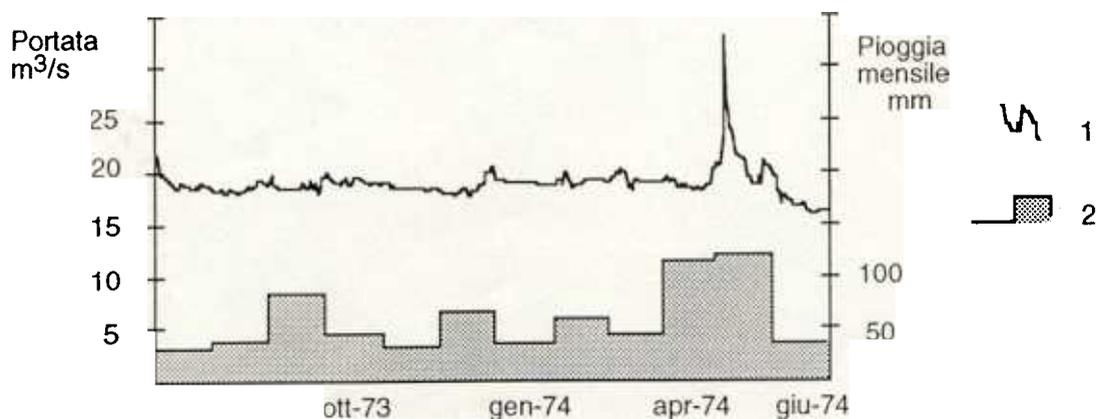


Fig. 1 - Idrogramma giornaliero del Nera a Torre Orsina (1) e pioggia mensile calcolata sul bacino idrografico (2) per il periodo 1 luglio 1973 - 30 giugno 1974.

4. Assetto idrogeologico

La successione stratigrafica è caratterizzata dall'alternanza di formazioni permeabili separate da formazioni meno permeabili; questo assetto determina la presenza di acquiferi stratigraficamente sovrapposti (localmente connessi per tettonica o per lacune di sedimentazione delle formazioni impermeabili), che alimentano numerose sorgenti puntuali anche in alta quota, con portata generalmente modesta, e le più cospicue sorgenti lineari che drenano la maggior parte delle acque sotterranee. Gli affioramenti delle formazioni carbonatiche svolgono il ruolo di area di ricarica; le formazioni poco permeabili di facies emipelagica e torbiditica svolgono il ruolo di acquiclude.

5. Misure di portata e regime delle sorgenti

Viene preso in considerazione il tratto del Nera compreso fra quota 750m, dove inizia il drenaggio, e quota 211m, dove si trova l'idrometro di Torre Orsina. Il reticolo idrografico incide prevalentemente formazioni carbonatiche permeabili.

Sono state effettuate 10 campagne di misura della portata in alveo, fra ottobre '91 e luglio '93, in circa 100 sezioni. Le misure di portata sono state effettuate prevalentemente in corrispondenza dei limiti stratigrafici o tettonici fra complessi a diversa permeabilità. Il drenaggio avviene in modo discontinuo; sono state individuate numerose sorgenti lineari, ovvero tratti in cui il corso d'acqua è alimentato dalle acque sotterranee, separati da tratti in cui la portata non subisce evidenti variazioni. I tratti drenanti sono generalmente limitati a valle dall'affioramento di rocce impermeabili, dove non si osserva alcuna variazione di portata. Lo studio è stato condotto sia sul Nera che sui suoi affluenti (Ussita, Campiano, Corno-Sordo, Vigi), che contribuiscono per il 40% circa alla portata di magra.

Le misure di portata sono state effettuate a distanza di almeno 10-15 giorni dall'ultima pioggia significativa per minimizzare gli effetti del ruscellamento. In tutto il bacino è presente un sistema di derivazioni per uso idroelettrico, gestito dall'ENEL, che preleva una portata complessiva di circa 13m³/s (Boni & Petitta, in stampa), valore sostanzialmente confermato dalle campagne di misura '91-'93 (12,7m³/s). Le portate vengono derivate, tramite il Canale medio-Nera, nell'adiacente bacino del fiume Velino. Pertanto la portata misurata in alveo non è quella naturale del fiume; per ricavare quest'ultima ("portata corretta") è necessario sommare a quella che defluisce in alveo quanto derivato a monte.

In Fig.3 è riportata l'ubicazione delle principali sorgenti lineari e puntuali, con il valore della portata media misurata nel periodo '91-'93. Sono rappresentate inoltre alcune sezioni di misura della portata in alveo, con il valore della "portata corretta".

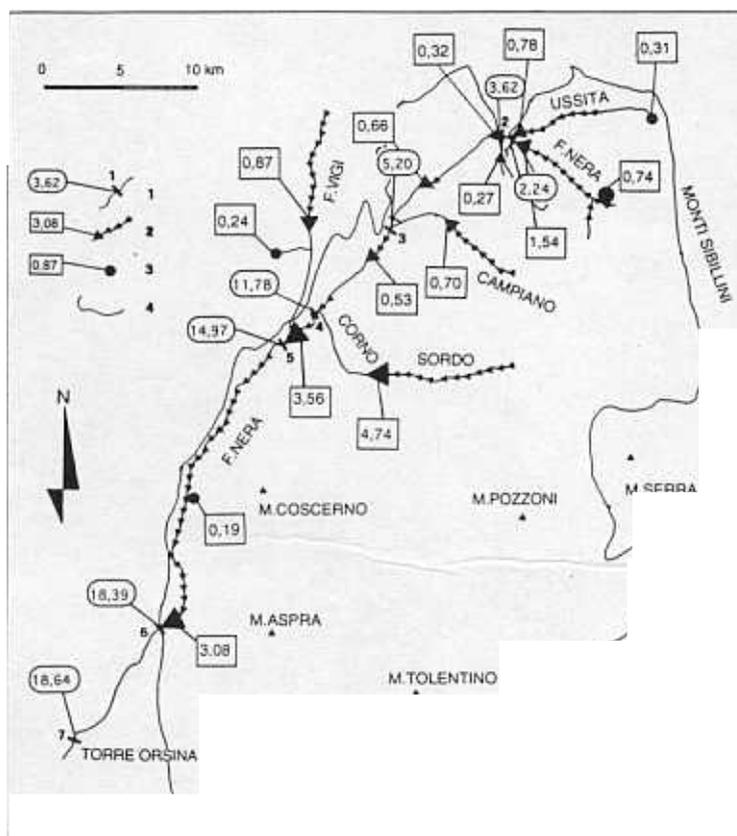


Fig. 3 - Schema dell'ubicazione delle sorgenti e limiti della presunta area di ricarica.

1 = sezioni di misura e valore medio della "portata corretta" in m³/s (somma della portata che defluisce in alveo e di quanto derivato a monte per uso idroelettrico); 2 = sorgenti lineari e portata media misurata, in m³/s; le dimensioni del triangolo sono proporzionali alla portata; 3 = sorgenti puntuali e portata media misurata, in m³/s; le dimensioni del cerchio sono proporzionali alla portata media; 4 = limiti della presunta area di ricarica.

I valori della portata registrata alle diverse sezioni di misura nel periodo luglio'92-luglio'93, corretti con la portata derivata a monte dall'ENEL, sono stati utilizzati per costruire il grafico di Fig.4. In Fig.4a si vede come, da monte verso valle (dal basso verso l'alto), aumenti la portata di magra ordinaria del fiume, sostenuta interamente dal flusso di base. Col tratteggio sono stati distinti i contributi dovuti alle sorgenti lineari dell'asta del Nera, pari a $10,71\text{m}^3/\text{s}$ in media, dai contributi (in bianco) provenienti dai principali affluenti (Ussita-Fosso di Visso, Campiano, Corno-Sordo, Vigi), alimentati a loro volta da cospicue sorgenti lineari, per una portata complessiva pari a $7,93\text{m}^3/\text{s}$ medi. Nella parte alta del bacino le acque sotterranee sono drenate in buona parte dagli affluenti mentre, a valle della confluenza col Vigi, l'incremento è totalmente dovuto alle sorgenti lineari ubicate lungo l'asta del Nera. Non si registra alcun incremento fra le sezioni 6 e 7. Risulta evidente la stabilità del regime della portata di magra del fiume. In Fig.4b sono riportate, per confronto, le portate mensili medie del periodo 1926-'43 e '46-'73 e quelle del 1973-'74 registrate a Torre Orsina. E' evidente come i valori medi siano nettamente superiori a quelli del '92-'93 e a quelli del '73-'74 (inferiori ai $20\text{m}^3/\text{s}$).

In base a considerazioni di carattere idrostrutturale e a calcoli di bilancio sono stati individuati i possibili limiti dell'area di ricarica delle sorgenti considerate.

Il sistema idrogeologico della Valnerina si estende prevalentemente negli affioramenti calcarei sulla sinistra idrografica del Nera, e risulta limitata ad Ovest dalle formazioni poco permeabili associate alla linea della Valnerina ed al sovrascorrimento Monte S. Angelo-M. Solenne (Decandia & Tavarnelli 1990, Cosentino et al., 1991). Il limite orientale corrisponde in parte alla prosecuzione meridionale del sovrascorrimento dei Sibillini, in parte ad altri elementi tettonici che decorrono all'interno dell'area di affioramento della successione pelagica e di transizione. L'estensione dell'area così individuata è di circa 1150km^2 (Fig.3). L'infiltrazione efficace media nel periodo '91-'93, calcolata come rapporto tra la portata media misurata di flusso di base e l'area di ricarica, è pari a $480\text{mm}/\text{anno}$. Questo valore è mediato su tutto il presunto bacino idrogeologico e non considera gli affioramenti di formazioni impermeabili.

Le diverse sorgenti lineari individuate sono alimentate da acquiferi indipendenti legati a diverse strutture e separati da orizzonti impermeabili. Analisi più dettagliate, non esposte in questa sede, consentono di identificare gli acquiferi, adiacenti o sovrapposti, per i quali sono tuttora in corso di definizione le analisi di bilancio idrogeologico. Dati preliminari consentono di definire, per le strutture identificate, dei valori di infiltrazione efficace media annua variabili fra 350mm e 650mm . I limiti fra le strutture corrispondono generalmente all'affioramento di formazioni impermeabili o alle principali linee tettoniche legate a fasi compressive (sovrascorrimenti).

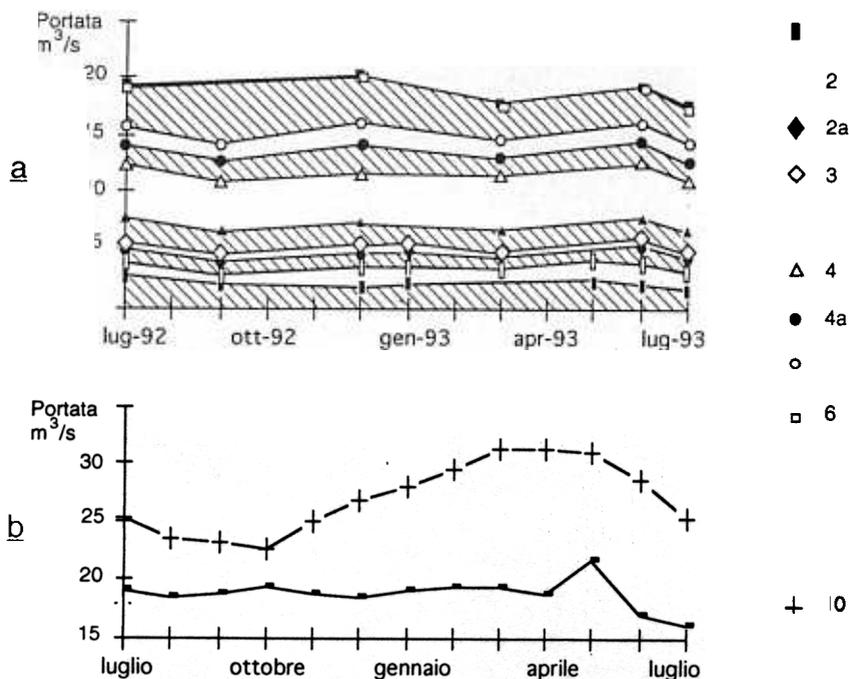


Fig. 4 - Variazione degli incrementi della portata di magra lungo l'asta del Nera a monte di Torre Orsina, nel periodo luglio '92 - luglio '93 in 7 sezioni di misura la cui ubicazione è riportata in Fig.3 (a). Variazione della portata mensile media registrata a Torre Orsina (b).

1 = portata alla sezione 1 (quota 610m); 2 = portata alla sezione 2 (quota 600m); 2a = portata a monte della confluenza col Campiano (quota 450m); 3 = portata alla sezione 3 (quota 445m); 3a = portata a monte della confluenza col Corno-Sordo (quota 390m); 4 = portata alla sezione 4 (370m); 4a = portata a monte della confluenza col Vigi (quota 355m); 5 = portata alla sezione 5 (quota 345m); 6 = portata alla sezione 6 (quota 242m); 7 = portata alla sezione 7 (Torre Orsina, quota 211m); 8 = incremento dovuto alle sorgenti lineari del Nera; 9 = incremento dovuto agli affluenti; 10 = portata mensile media del periodo '26-'43 e '46-'73; 11 = portata mensile del periodo luglio '73 - luglio '74.

6. Conclusioni

Sono state illustrate le principali caratteristiche delle sorgenti lineari identificate e misurate lungo il corso del fiume Nera, che erogano una portata media di circa 18,5m³/s. La portata è stata valutata con 10 campagne di misure differenziali eseguite in alveo tra ottobre '91 e luglio '93. Ne risulta una evidente stabilità delle portate determinata da un regime di flusso estremamente regolare. La campagna è stata eseguita in un periodo di magra, con valori di circa il 25% inferiori a quelli medi calcolati su lungo periodo. Probabilmente l'esistenza delle sorgenti lineari è molto più diffusa di quanto non risulti dagli studi idrogeologici finora eseguiti, soprattutto nel settore montano dei corsi d'acqua. La loro identificazione risulta particolarmente importante nei calcoli di bilancio idrogeologico, nella valutazione delle risorse idriche sotterranee e nell'allestimento di modelli numerici di simulazione degli acquiferi.

Bibliografia

- Boni C. & Bono P., 1982: Prima valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace nei sistemi carsici della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese umbro-marchigiano-sabina (Italia centrale). *Geologia Applicata e Idrogeologia*, Vol.XVII, 427-436.
- Boni C., Bono P. & Capelli G., 1986: Schema idrogeologico dell'Italia centrale. *Mem.Soc.Geol.It.*, (35), 991-1012, 2 tav., Roma.
- Boni C. & Petitta M., in stampa: Sorgenti lineari e valutazione dell'infiltrazione efficace in alcuni bacini dell'Italia centrale. Presentato ai "Seminari sui temi di ricerca attuali nel campo geologico applicativo e nelle discipline affini". Politecnico di Milano 2-5 maggio 1991.
- Boni C., Petitta M., Preziosi E. & Sereni M., 1993: Genesi e regime delle acque continentali del Lazio. CNR, Roma.
- Calamita F., Pizzi A. & Tosti A., 1990: Blind thrusts: esempi nell'Appennino umbro-marchigiano. *Studi Geol.Camerti*, volume speciale, (1990) 56-67.
- Cencetti C., Dragoni W. & Nejad Massoum M., 1989: Contributo alle conoscenze delle caratteristiche idrogeologiche del Fiume Nera (Appennino centro-settentrionale). *Geol.Appl.e Idrogeol.*, 24: 191-210, Bari.
- Centamore E., Deiana G., Micarelli A. & Potetti M., 1986: Il Trias-Paleogene delle Marche. *Studi Geol.Camerti*, La Geologia delle Marche, 9-29.
- Cosentino D., Scoppola C., Scrocca D. & Vecchia P., 1991: Stile strutturale dei Monti Sabini settentrionali (Appennino centrale) a confronto. *Studi Geologici Camerti*, Vol.spec., 1991/2, CROP 11, 55-61.
- Decandia F.A., 1982: Geologia dei Monti di Spoleto. *Boll.Soc.Geol.It.*, 101, (2), 291-315.
- Decandia F.A. & Tavarnelli E., 1990: Il sovrascorrimento di M.S.Angelo-M.Solenne (Ferentillo-Terni). *Studi Geol.Camerti*, Vol.spec., 51-56.
- Lavecchia G., 1985: Il sovrascorrimento dei Monti Sibillini: analisi cinematica e strutturale. *Boll.Soc.Geol.It.*, 104, 161-194