

Valutazione delle risorse idriche sotterranee dei bacini dei fiumi Esino e Potenza (Appennino marchigiano) e considerazioni sul loro uso

Carlo Boni⁽¹⁾, Lucia Mastrorillo⁽²⁾

Riassunto. Il flusso di base dei fiumi Esino e Potenza è sostenuto quasi interamente dalla portata di *sorgenti lineari* alimentate da acquiferi carbonatici che erogano complessivamente circa 10 m³/s. Queste risorse, disponibili in alta quota e in un ambiente integro, sono oggi utilizzate prevalentemente per usi industriali. Una migliore conoscenza del territorio può consentire un'utilizzazione più razionale delle risorse idriche disponibili.

[Parole chiave: *Flusso di base, sorgenti, portata di magra ordinaria, portata residua*].

Abstract. *The baseflow of the Esino and Potenza Rivers consist of groundwater flowing directly from the linear springs (total discharge of baseflow is 10 m³/s). These resources are fed by carbonatic aquifers and are employed for industrial use. A better knowledge of the territory is the basis for a rationalized use of groundwater resources.*

[Key words: *baseflow, springs, low water discharge*]

INTRODUZIONE

Per stimare l'entità delle risorse idriche superficiali e sotterranee di un territorio montuoso si può ricorrere a metodi indiretti che impiegano coefficienti empirici desumibili dalle locali caratteristiche cli-

matiche, geologiche, morfologiche e vegetazionali (BARAZZUOLI et al., 1994; CELICO, 1988).

In questo lavoro viene proposto un metodo diretto di valutazione delle risorse idriche sotterranee che emergono naturalmente in un bacino idrografico, basato sull'analisi del territorio ed in particolare sulla misura periodica della portata di magra ordinaria dei corsi d'acqua perenni, esclusivamente alimentata da acque sotterranee. Questo approccio metodologico non richiede né la valutazione delle precipitazioni meteoriche, di difficile determinazione, né la disponibilità di stazioni idrometriche, né fa ricorso a formule e coefficienti empirici. I dati sperimentali direttamente acquisiti possono comunque essere utilmente messi a confronto con i risultati di un'accurata analisi di bilancio idrologico.

L'analisi sperimentale ha il grande vantaggio di valutare non solo l'entità delle risorse realmente disponibili, ma anche la loro distribuzione nel territorio, il tipo e il grado di utilizzazione e l'entità delle risorse residue.

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

La metodologia proposta è stata applicata per la valutazione delle risorse idriche sotterranee presenti nel settore montano dei bacini idrografici dei fiumi Esino e Potenza, nelle Marche centrali (fig. 1).

L'area studiata è situata nell'Appennino carbonatico marchigiano ed è costituita dai rilievi originati dal corrugamento della nota successione umbromarchigiana, caratterizzata da depositi calcarei mesozoici, intercalati a depositi calcareo-silico-

⁽¹⁾ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma «La Sapienza».

⁽²⁾ Vicolo Fosso Martino 20, 00040 Rocca di Papa, Roma.

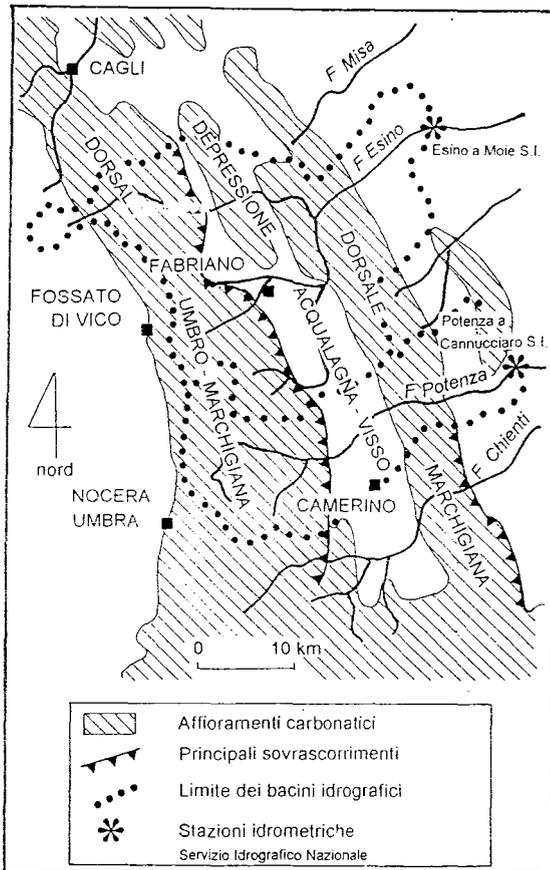


Figura 1. Settore montano dei bacini idrografici del F. Esino e del F. Potenza nelle Marche centrali. I corsi d'acqua incidono trasversalmente le strutture carbonatiche, sub parallele e a vergenza nordorientale, originate dal corrugamento della Successione pelagica umbro-marchigiana.

marnosi e argillosi di spessore variabile.

I corsi d'acqua studiati incidono trasversalmente, da ovest a est, tre sistemi strutturali subparalleli con vergenza nordorientale (CENTAMORE & MICARELLI, 1991). Procedendo verso l'Adriatico si riconoscono (fig. 1):

a) la «dorsale umbro-marchigiana», costituita da una serie di anticlinali asimmetriche con peculiari motivi di accavalamento lungo i fianchi orientali (SCARSELLA, 1951);

b) la «depressione Acqualagna-Visso», dove affiorano prevalentemente terreni terrigeni terziari, interessati anch'essi dalla tettonica plicativa. In corrispondenza delle culminazioni assiali emergono i nuclei calcarei delle anticlinali di Bellisio Solfare, Sassoferrato e Genga;

c) la «dorsale marchigiana», costituita da un unico motivo anticlinale sempre a vergenza adriatica.

1.1. I bacini idrografici dell'Esino e del Potenza

La chiusura dei bacini studiati è stata posta in corrispondenza di due stazioni idrometriche del Servizio Idrografico nazionale: a Moie (96 m s.l.m.), per l'Esino e a Cannucciaro (168 m s.l.m.), per il Potenza.

Il bacino dell'Esino, chiuso a Moie, ha una quota media di 529 m e una superficie di 773 km² di cui circa il 46% (356 km²) è costituita da affioramenti carbonatici. La portata media, registrata all'idrometro nel periodo 1937-1975, è di 16,02 m³/s.

Il bacino del Potenza, chiuso a Cannucciaro, ha una quota media di 616 m e si estende su 435 km²; gli affioramenti carbonatici coprono circa il 53% (231 km²) di questa superficie. La portata media, rilevata nel periodo 1933-1976, è di 7,79 m³/s.

2. ELABORAZIONE DEI DATI STORICI

La misura delle portate di magra, che costituisce la fase più importante della ricerca, può essere utile preceduta da un'analisi di bilancio, quando siano disponibili sufficienti dati idrologici e idrometrici.

2.1. Bilancio idrologico

Per il calcolo del bilancio dell'anno idrologico medio (tab. 1) sono stati utilizzati i dati pubblicati dagli annali del Servizio Idrografico (sezioni di Roma e Bologna), relativi al periodo 1921-1976.

La precipitazione e l'evapotraspirazione media annua di ciascun bacino sono state calcolate con il metodo dei poligoni di Thissen; l'evapotraspirazione media annua di ciascun poligono è stata valutata con la nota formula di TURC (1955).

Sul bacino dell'Esino ogni anno cadono mediamente 1190 mm di precipitazione; circa il 50% (610 mm) viene assorbita dall'ambiente e torna in atmosfera per evapotraspirazione; il restante 50% (580 mm) costituisce la precipitazione efficace che alimenta il ruscellamento superficiale e l'infiltrazione efficace. Il deflusso medio annuo misurato alla stazione di Moie è di 660 mm.

Analoga situazione si riscontra nel bacino del Potenza, dove la precipitazione media annua di 1100 mm si ripartisce in 600 mm (55%) di evapotraspirazione e 500 mm (45%) di precipitazione efficace. Il deflusso medio annuo misurato alla stazione di Cannucciaro è di 560 mm.

Tabella 1. Sintesi dei valori medi annui ottenuti dal calcolo del bilancio idrologico e dalla scomposizione della portata del fiume Esino e del fiume Potenza. A: area del bacino idrografico; P: precipitazione media annua; E: evapotraspirazione media annua; Peff: precipitazione efficace media annua; D: deflusso medio annuo misurato alla stazione idrometrica; R: ruscellamento medio annuo; Fb: flusso di base medio annuo; DS: scambi idrici sotterranei (i valori positivi indicano apporti sotterranei dall'esterno, valori negativi indicano perdite sotterranee verso l'esterno); l'entità degli scambi idrici sotterranei risulta dalla differenza fra il deflusso (D) e la precipitazione efficace (Peff).

Bacino idrografico	A km ²	P mm	E mm	Peff mm	D mm	D m ³ /s	R mm	R m ³ /s	Fb mm	Fb m ³ /s	ΔS mm
Esino a Moie	773	1190	610	580	650	16,02	400	9,90	250	6,12	70
Potenza a Cannucciaro	435	1100	600	500	560	7,79	270	3,72	290	4,04	60

Escludendo l'esistenza di scambi idrici artificiali con bacini limitrofi, dal confronto fra i quantitativi di acqua che costituiscono le «entrate» del bilancio con quelli rappresentativi delle «uscite», è possibile identificare eventuali apporti o perdite sotterranee (DS nella tabella 1). Nei due bacini esaminati risulterebbero apporti esigui che non possono quindi essere considerati rappresentativi; questa valutazione è tuttavia utile per una prima caratterizzazione idrogeologica dei due bacini studiati.

2.2. Scomposizione delle portate

Fra i numerosi metodi proposti dalla letteratura per la scomposizione degli idrogrammi in ruscellamento e flusso di base è stato scelto il metodo delle «Portate mensili caratteristiche» (BONI et al., 1993) che, per la sua rapidità di applicazione, è stato ritenuto più idoneo in una ricerca così ampia ed articolata come la presente.

I risultati ottenuti dalla scomposizione degli idrogrammi mensili (tab. 1) evidenziano che entrambi i corsi d'acqua hanno portate medie sostenute da una notevole componente di flusso di base.

Circa il 40% della portata media dell'Esino (6,12 m³/s), misurata alla stazione di Moie, risulta sostenuta dall'apporto di acque sotterranee; analogamente circa il 50% della portata del Potenza a Cannucciaro (4,04 m³/s) è riferibile al flusso di base.

I valori proposti devono essere considerati rappresentativi solo dell'ordine di grandezza dei fenomeni studiati e questo tipo di valutazione, eseguita con metodi indiretti, è in grado di fornire solo indicazioni qualitative sulle caratteristiche idrogeologiche dei bacini dell'Esino e del Potenza. Utilizzando i dati storici a disposizione si è arrivati a definire la possibile esistenza nei due bacini di risorse idriche sotterranee; per una loro attendibile valutazione e per verificare la loro distribuzione sul territorio è neces-

sario passare all'utilizzazione dei metodi diretti dell'idrogeologia quantitativa.

3. VALUTAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

3.1. Misura di portata delle principali emergenze

La portata media complessivamente erogata dalle sole sorgenti puntuali presenti nei bacini dell'Esino e del Potenza (0,66 m³/s) non è sufficiente per sostenere il flusso di base dei due corsi d'acqua, valutato approssimativamente di circa 10 m³/s; è evidente, quindi, che la quasi totalità delle risorse idriche sotterranee emerge in superficie lungo gli alvei dei corsi d'acqua. È noto che uno degli aspetti caratterizzanti il sistema idrogeologico umbromarchigiano è la particolare modalità di emergenza delle acque sotterranee in corrispondenza delle sorgenti lineari (BONI et al., 1986). Questo tipo di sorgente non è posta ad una quota definita, ma corrisponde ad un tratto drenante di alveo i cui estremi hanno quote diverse: l'estremità inferiore ha generalmente quota definita, corrispondente ad un limite a potenziale imposto, mentre la quota dell'estremità superiore varia con la fluttuazione del livello piezometrico. Il fenomeno si verifica dove il reticolo di drenaggio è tanto inciso da raggiungere la quota di saturazione della dorsale che attraversa.

La portata delle sorgenti lineari è stata valutata mettendo a confronto le misure di portata in alveo eseguite a quote diverse lungo i corsi d'acqua, sottraendo eventuali apporti laterali dovuti ad affluenti, sorgenti puntuali e restituzioni artificiali. Si possono ritenere significativi incrementi di portata fra due sezioni superiori al 10% e confermati da una serie di misure ripetute nel tempo. Sulle dorsali carbonatiche, dove il ruscellamento si esaurisce in tempo relativa-

mente breve, l'apporto delle acque superficiali diviene trascurabile se si ha l'accortezza di eseguire le misure alcuni giorni dopo l'ultima pioggia significativa.

Nel bacino dell'Esino sono state ubicate 32 sezioni per la misura della portata in alveo e 19 nel bacino del Potenza. La campagna di rilevamento si è protratta per due anni (luglio 1991 - luglio 1993), ripetendo le operazioni di misura mediamente ogni due mesi.

Le misure forniscono dati di portata istantanea, ma la periodicità della loro esecuzione su un intervallo di tempo relativamente lungo consente di ottenere un valore attendibile della portata media del flusso di base nel periodo considerato. La misura periodica del flusso di base fornisce anche utili indicazioni sul regime delle portate.

La distribuzione sul territorio delle principali sorgenti riconosciute è riportata nelle figure 2 (bacino dell'Esino) e 3 (bacino del Potenza); sono state cartografate solo le emergenze naturali con portate medie uguali o superiori a 0,05 m³/s.

3.2. Le emergenze naturali del bacino dell'Esino

Alla sezione di misura sull'Esino di Serra San

Quirico (145 m s.l.m.) è stata misurata una portata media di magra ordinaria pari a 4,43 m³/s. Questo valore del flusso di base medio del periodo 1991-93 corrisponde alla somma delle portate medie di tutte le emergenze di acque sotterranee poste a monte della sezione, comprese le emergenze minori non cartografate nello schema di figura 2. A questo valore bisognerebbe aggiungere la portata derivata, per il Consorzio Acquedotto Valle dell'Esino, dalla sorgente Gorgo Vivo posta alcuni metri a monte della sezione. Il Consorzio preleva, tramite una galleria drenante e un campo pozzi, una portata imprecisata: fonti ufficiali (MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE, 1985) indicano una concessione dichiarata di 1,515 m³/s; non è stato possibile ottenere informazioni più precise.

Le risorse idriche sotterranee complessive che emergono nel bacino dell'Esino risulterebbero, quindi, pari a circa 6 m³/s; questo valore è molto prossimo a quello ottenuto dalla scomposizione dell'idrogramma della stazione idrometrica dell'Esino a Moie (confronta paragrafo 2.2). Circa il 20% (1,13 m³/s) di queste risorse emergono nel sottobacino del Sentino; il sottobacino del Giano contribuisce per circa il 15%

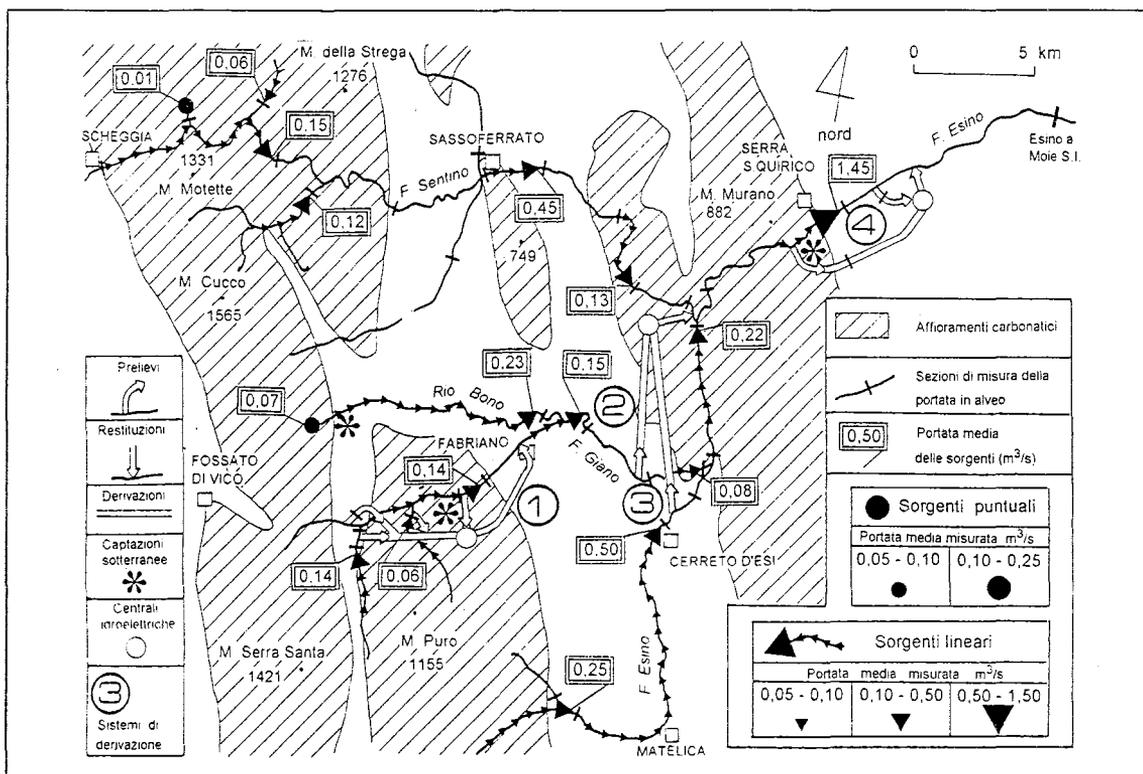


Figura 2. Schema delle emergenze naturali e dei principali sistemi di derivazione del settore montano del bacino dell'Esino. I numeri cerchiati identificano i principali sistemi di derivazione descritti nella tabella 2.

con una portata media di 0,86 m³/s (fig. 2).

Nella «dorsale umbro-marchigiana» lungo il Sentino le principali emergenze naturali, prevalentemente di tipo lineare, si trovano nel tratto di attraversamento della dorsale di M. Motette - M. Cucco, alla testata del bacino. A monte di quota 440 m, emergono complessivamente 0,48 m³/s di cui circa 0,15 m³/s emerge nell'alveo principale fra 570 e 440 m di quota; la restante portata di magra è costituita dalle acque sotterranee che alimentano i tributari del Sentino all'interno della dorsale. L'apporto di acque sotterranee nell'alveo del Giano è quasi interamente concentrato nella dorsale di Monte Puro, dove, a monte di quota 335 m, emergono complessivamente circa 0,40. L'Esino, nel tratto compreso fra le sorgenti a quota 576 m e l'ingresso nella depressione Acqualagna-Visso (440 m s.l.m.) riceve un apporto di acqua sotterranea di circa 0,25 m³/s. Complessivamente la «dorsale umbro-marchigiana» alimenta la portata di magra del bacino dell'Esino con circa 1 m³/s.

Nella «dorsale marchigiana» l'Esino, a monte della confluenza con il Sentino, riceve un contributo di 0,22 m³/s, il Sentino riceve circa 0,13 m³/s e il Giano 0,08 m³/s. La maggior parte dei contributi si registrano all'uscita della struttura nell'aveo dell'Esino. Nel fiume fra quota 173 e 145 m emergono circa 3,00 m³/s in corrispondenza del locale tamponamento esercitato dalle argille plio-pleistoceniche nei confronti della struttura carbonatica. Questa emergenza, la cui portata costituisce più del 50% dell'intera portata di magra del bacino, rappresenta il livello di base della circolazione idrica sotterranea della «dorsale marchigiana»: l'Esino, infatti, attraversa la dorsale nel punto più depresso della struttura.

Nei tratti in cui l'Esino e i suoi tributari attraversano il settore pianeggiante della «depressione Acqualagna-Visso» si registrano localmente incrementi stagionali della portata alimentati dagli acquiferi delle coltri alluvionali. Nell'Esino a monte di Cerreto d'Esi, l'incremento medio di portata di circa 0,50 m³/s arriva ad un massimo di 1 m³/s in inverno e ad un minimo di circa 0,10 m³/s in estate. I risultati di misure di portata intermedie (Matelica) evidenziano che l'incremento di portata è diffuso in modo omogeneo lungo l'intero tratto di alveo. Nel Sentino, presso Sassoferrato, emergono circa 0,45 m³/s alimentati in parte anche dalla piccola dorsale carbonatica; nell'alveo del Giano e del suo affluente Rio Bono è stato rilevato un incremento medio di portata pari complessivamente a 0,38 m³/s. L'elevata capacità di assorbimento degli acquiferi alluvio-

nali, associata ad una discreta capacità di immagazzinamento, consente un'alimentazione sotterranea della portata del fiume, soprattutto nel periodo invernale e primaverile, che tende ad esaurirsi totalmente in periodo estivo.

3.3. Le emergenze naturali del bacino del Potenza

Alla sezione terminale di San Severino Marche (215 m), nel periodo di osservazione è stata misurata una portata media del flusso di base di 3,38 m³/s. Questo valore è di poco inferiore a quello calcolato con la scomposizione dell'idrogramma (4,04 m³/s) (confronta paragrafo 2.2).

Le acque sotterranee che alimentano il flusso di base del Potenza emergono, quasi esclusivamente, nella «dorsale umbro-marchigiana». Alla sezione di misura ubicata dove il corso d'acqua entra nella «depressione Acqualagna-Visso» (335 m s.l.m.), è stata rilevata una portata media naturale del flusso di base (comprensiva della derivazione ENEL a quota 355 m) di 2,94 m³/s, pari a circa il 90% del deflusso di base misurato a San Severino Marche (3,38 m³/s).

Le sorgenti del Potenza, ubicate fra quota 650 m e 575 m, hanno una portata media di 0,24 m³/s. Dalla dorsale di Monte Pennino, fra 540 e 485 m di quota, il corso d'acqua riceve ulteriori apporti di circa 0,40 m³/s. Il Fosso Campodonico, che scorre fra le dorsali di Monte Penna e Monte Cafaggio, raggiunge alla confluenza (475 m) una portata di magra di 0,37 m³/s, alimentata in gran parte dalle numerose piccole sorgenti localizzate sul fondovalle.

Nello Scarsito, affluente di destra del Potenza, la portata di pochi litri al secondo, misurata alle pendici orientali di Monte Pennino a quota 580 m, raggiunge, dopo alcuni chilometri, un valore medio di 0,95 m³/s presso il paese di Sefro. L'incremento di portata è attribuibile quasi esclusivamente ad emergenze in alveo regolarmente distribuite dalle sorgenti fino alla quota 490 m; circa 0,21 m³/s provengono dalla sorgente puntuale di San Giovanni posta a quota 550 m in riva destra.

A valle di quota 490 m, pochi chilometri a monte della confluenza con il Potenza, si registra una perdita di portata nello Scarsito, di circa 0,13 m³/s. Questa portata riemerge, presumibilmente, a valle di Pioraco, fra quota 355 e 335 m, dove è stato valutato un aumento di portata complessivo di 0,83 m³/s.

Complessivamente, quindi, le acque sotterranee che alimentano il corso del Potenza nella «dorsale umbro-marchigiana» (2,94 m³/s) provengono per circa il 30% dalle emergenze presenti nel piccolo

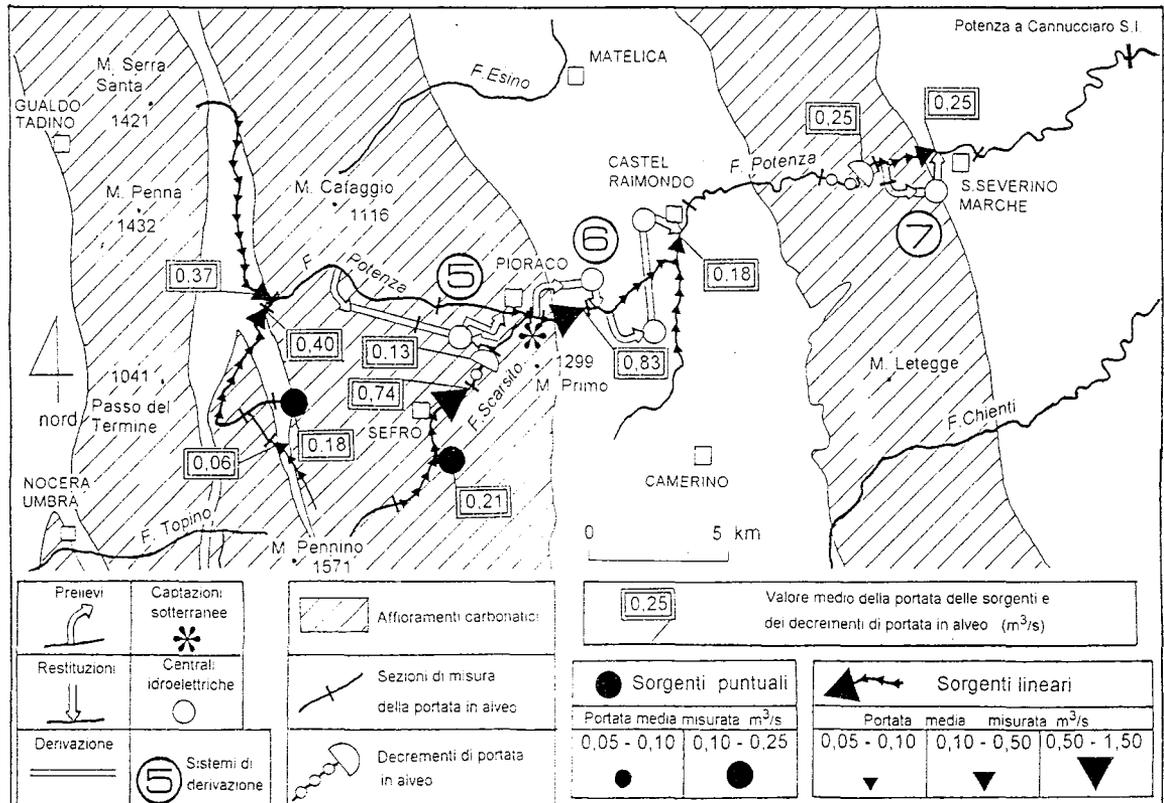


Figura 3. Schema delle emergenze naturali e dei principali sistemi di derivazione del settore montano del bacino del Potenza. I numeri cerchiati identificano i principali sistemi di derivazione descritti nella tabella 2.

bacino dello Scarsito (0,95 m³/s); il restante 70% proviene in parte da emergenze presenti a quote relativamente elevate alla testata del bacino del Potenza (circa 1,00 m³/s, fra 650 m e 480 m) e in parte (0,83 m³/s) dalle emergenze poste alla quota più depressa del settore meridionale della «dorsale umbro-marchigiana» (355-335 m), in corrispondenza del locale tamponamento esercitato dai depositi terrigeni.

Il Potenza, nel tratto in cui attraversa il nucleo della «dorsale marchigiana» fra 260 e 235 m di quota, subisce una perdita di portata di circa 0,23 m³/s che va ad alimentare, presumibilmente, l'acquifero di Gorgo Vivo nel bacino dell'Esino. Poco più a valle, fra quota 235 e 215 m, il Potenza riceve un incremento di circa 0,30 m³/s a monte di San Severino Marche.

Nella «depressione Acqualagna-Visso» il corso del Potenza riceve da parte di acquiferi alluvionali un contributo medio di 0,18 m³/s che assume valori massimi nei mesi invernali e primaverili e arriva a totale esaurimento nei mesi estivi.

4. UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

La misura periodica delle portate ha interessato non solo i corsi d'acqua naturali ma anche le portate utilizzate dai principali sistemi di derivazione.

Nelle figure 2 e 3 sono riportati gli schemi semplificati dei principali sistemi di derivazione riconosciuti durante la campagna di rilevamento. Nella tabella 2 è riportata l'entità delle portate utilizzate.

4.1. Utilizzazione delle portate di magra (flusso di base)

Lo sfruttamento delle acque dell'Esino, del Potenza e dei loro principali affluenti è legato prevalentemente alla produzione di energia elettrica. Dove sono presenti importanti insediamenti industriali (Cartiere Miliani, stabilimento di Fabriano e Pioraco), la destinazione d'uso delle principali derivazioni, oltre la produzione di energia elettrica, prevede un impiego diretto nella produzione industriale della

Tabella 2. Utilizzazione delle portate di magra ordinaria nei bacini dell'Esino e del Potenza. Nella tabella sono riportati, in m³/s, alcuni valori istantanei e i valori medi della portata di magra ordinaria, della portata derivata, e della portata residua rilevati nel periodo 1991-1993. Il numero progressivo identifica i sistemi di derivazione cartografati negli schemi delle figure 2 e 3.

1 Giano: sistema di derivazione per gli stabilimenti industriali di Fabriano											
	feb '92	mag '92	lug '92	set '92	media '91-'93						
Portata di magra ordinaria	0,65	0,70	0,14	0,08	0,38						
Portata derivata	0,38	0,44	0,14	0,08	0,22						
Portata residua	0,27	0,26	0,00	0,00	0,16						
2 Giano: sistema di derivazione per la centrale idroelettrica di San Vittore											
	lug '92	giu '93	lug '93	media '91-'93							
Portata di magra ordinaria	0,42	0,52	0,28	0,76							
Portata derivata	0,42	0,52	0,28	0,64							
Portata residua	0,00	0,00	0,00	0,12							
3 Esino: sistema di derivazione per la centrale idroelettrica di San Vittore											
	ago '91	set '91	ott '91	gen '92	feb '92	mag '92	lug '92	set '92	giu '93	lug '93	media '91-'93
Portata di magra ordinaria	0,37	0,28	0,28	1,06	1,13	1,20	0,45	0,15	0,65	0,22	0,75
Portata derivata	0,32	0,25	0,22	0,36	0,32	0,24	0,25	0,10	0,49	0,15	0,27
Portata residua	0,05	0,03	0,06	0,70	0,81	0,96	0,20	0,05	0,16	0,07	0,48
4 Esino: sistema di derivazione per la centrale idroelettrica di Sant'Elena											
	ago '91	set '91	ott '91	gen '92	feb '92	mag '92	media '91-'93				
Portata di magra ordinaria	2,92	2,73	4,13	5,17	6,75	5,93	4,43				
Portata derivata	1,60	0,91	3,58	3,56	4,88	5,64	3,45				
Portata residua	1,32	1,82	0,55	1,61	1,87	0,29	0,98				
5 Potenza: sistema di derivazione per gli stabilimenti industriali di Pioraco											
	mag '92	lug '92	set '92	feb '93	lug '93	media '91-'93					
Portata di magra ord. *	4,02	1,89	1,62	3,61	1,95	2,60					
Portata derivata *	1,31	0,75	0,61	1,34	1,04	1,05					
Portata residua	2,71	1,14	1,01	2,27	0,91	1,55					

*: il valore non comprende la portata derivata dalle sorgenti di Pioraco (circa 0,10 m³/s)

6 Potenza: sistema di derivazione per la centrale idroelettrica di Paradiso											
	set '91	nov '91	feb '92	mar '92	mag '92	lug '92	set '92	feb '93	giu '93	lug '93	media '91-'93
Portata di magra ordinaria	2,60	1,97	2,99	3,09	4,02	1,89	1,62	3,61	2,74	1,95	2,60
Portata derivata	2,06	1,97	2,99	3,09	4,02	1,89	1,62	3,61	2,74	1,95	2,60
Portata residua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

7 Potenza: sistema di derivazione per la centrale idroelettrica di San Severino Marche											
	mar '92	mag '92	set '92	feb '93	media '91-'93						
Portata di magra ordinaria	3,38	5,06	2,10	5,02	3,38						
Portata derivata	2,33	2,51	1,66	3,31	2,10						
Portata residua	1,05	2,55	0,44	1,71	1,28						

carta. In questi casi la qualità dell'acqua che viene successivamente restituita agli alvei risulta irrimediabilmente compromessa. Nell'area esaminata modestissime sono risultate le derivazioni per uso agricolo.

Nel territorio studiato sono presenti complessivamente sette sistemi di derivazione delle acque fluviali con entità e modalità dei prelievi tali da alterare sensibilmente il regime naturale dei corsi d'acqua, soprattutto nei mesi estivi. Dal confronto tra le portate di magra e le portate derivate appare evidente che, in alcuni settori, le risorse idriche disponibili vengono interamente utilizzate a scopo industriale; gli alvei naturali, a valle delle derivazioni, appaiono sovente completamente asciutti o con portate residue limitatissime.

Nella tabella 2 vengono indicati, per ogni sistema di derivazione, alcuni valori istantanei e i valori medi della portata naturale di magra ordinaria, della portata derivata e della portata residua, rilevati nel periodo 1991-1993.

Nel Giano, il sistema di derivazione «1», posto a monte di Fabriano, preleva mediamente il 60% (0,22 m³/s) della portata media di magra ordinaria (0,38 m³/s) e il 100% della portata estiva; il sistema di derivazione «2» preleva circa l'80% (0,64 m³/s) della portata media naturale di magra ordinaria (0,76 m³/s) e il 100% della portata naturale nei periodi di più forte magra (luglio e settembre 1992 e luglio 1993).

Dall'Esino, presso Cerreto d'Esi (sistema di derivazione «3»), viene derivato circa il 40% (0,27 m³/s) della portata media di magra ordinaria (0,75 m³/s); nel settembre 1991 il prelievo ha raggiunto il 90% della portata naturale.

Il sistema di derivazione «4», presso Serra San Quirico, preleva mediamente circa l'80% (3,45 m³/s) della portata naturale di magra ordinaria (4,43 m³/s).

Nel Potenza gli impianti industriali di Pioraco (sistema di derivazione «5») derivano circa il 40% (1,05 m³/s) del deflusso naturale di magra ordinaria (2,60 m³/s).

A valle di Pioraco il sistema di derivazione «6» preleva costantemente, in tutti i mesi dell'anno, l'intera portata di magra (2,60 m³/s) del Potenza. L'acqua presente in alveo a valle dello sbarramento artificiale è legata esclusivamente alla presenza di altre emergenze perenni poste a valle della derivazione.

Il sistema di derivazione «7», che serve la centrale idroelettrica di San Severino Marche, preleva mediamente il 60% (2,10 m³/s) della portata naturale

di magra ordinaria (3,38 m³/s). Durante i periodi aridi il prelievo raggiunge l'80% della portata naturale.

4.2. Captazioni delle acque sotterranee

Per completare il quadro dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, sarebbe stato necessario misurare direttamente anche le portate prelevate dal sottosuolo e destinate al consumo umano. Non essendo stato possibile eseguire questo controllo, sono stati considerati i valori di portata derivata forniti dai gestori delle captazioni.

Da un'analisi sommaria risulta comunque evidente che generalmente le captazioni per uso potabile, esistenti nell'area, prelevano portate esigue destinate a soddisfare la sola richiesta locale. L'unica eccezione è costituita dal già descritto prelievo dell'Acquedotto Valle dell'Esino (1,515 m³/s), il cui impianto di captazione rappresenta attualmente uno dei principali punti di approvvigionamento idrico di acqua potabile della Regione Marche.

5. CONSIDERAZIONI SULL'UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE E CONCLUSIONI

Questa ricerca ha messo in evidenza che il flusso di base dell'alto corso dell'Esino è sostenuto da una portata media di circa 6 m³/s, alimentata da sorgenti puntuali e lineari chiaramente identificate. Il regime del flusso di base è relativamente stabile con minimi di poco inferiori a 4 m³/s. Dalle informazioni ottenute risulta che 1,5 m³/s sono utilizzati per l'approvvigionamento idrico municipale. La portata residua di circa 2,5 m³/s viene utilizzata da quattro sistemi di derivazione per uso industriale e idroelettrico, che sfruttano integralmente le risorse di massima magra nel settore montano e circa l'80% della portata di magra ordinaria ai limiti della dorsale appenninica. Questi prelievi riducono drasticamente le portate residue in alveo lungo la maggior parte del reticolo idrografico considerato.

Il flusso di base dell'alto corso del Potenza è sostenuto da una portata media di 3,3 m³/s alimentata da sorgenti puntuali e lineari distribuite in diversi punti del reticolo idrografico. Il regime del flusso di base è relativamente stabile con portate minime di circa 2 m³/s. Le derivazioni per uso potabile sono esigue perché limitate al soddisfacimento della sola domanda locale. Le portate di magra ordinaria sono derivate da tre principali sistemi ad uso industriale e idroelettrico. Queste derivazioni utilizzano l'intera portata di magra ordinaria nel settore più montano

del bacino e circa il 60% all'uscita della «dorsale marchigiana».

Da questi dati risulta evidente che nei bacini esaminati la maggior parte delle risorse idriche sotterranee, che hanno caratteristiche tali da poter essere utilizzate per il consumo umano, sono attualmente destinate ad altri usi. Nei bacini dell'Esino e del Potenza esistono, quindi, notevoli risorse di alto pregio che dovrebbero essere protette con adeguati piani di tutela e considerate come risorse strategiche.

Le metodologie di ricerca impiegate, abbinate a controlli di qualità, appaiono indispensabili per valutare l'entità e la qualità delle risorse idriche disponibili e per identificare la loro distribuzione nel territorio in vista di un più razionale piano di utilizzazione del patrimonio idrico.

Dai risultati di questo lavoro si possono trarre alcune conclusioni operative.

1) Le reali condizioni idrologiche che caratterizzano un bacino idrografico possono essere riconosciute solo a seguito di indagini dirette, basate sulla misura sistematica e periodica delle risorse disponibili nei diversi settori del bacino. Questo tipo di indagine consente di definire, in ogni tratto del reticolo idrografico, l'origine delle acque che scorrono in alveo. In particolare è sempre possibile valutare il flusso di base, che si identifica con la componente alimentata dalle acque sotterranee caratterizzata da particolare stabilità dei regimi. Per la valutazione del ruscellamento, che si identifica con la componente caratterizzata da regimi di deflusso estremamente variabili e sovente effimeri, ci si avvale dei dati idrologici disponibili.

L'accorta gestione di queste risorse dovrebbe portare allo studio e alla realizzazione di sistemi di ritenuta e regolazione artificiale delle acque di ruscellamento, dove queste siano particolarmente abbondanti, da destinare alle utilizzazioni idroelettriche, industriali, agricole ed al mantenimento del minimo deflusso vitale di cui si dirà in seguito.

2) Le acque sotterranee che alimentano il flusso di base costituiscono circa il 50% delle risorse nei bacini studiati. Queste risorse strategiche, che potrebbero essere destinate al consumo umano, dovrebbero essere opportunamente tutelate. Per la tutela di questo prezioso patrimonio idrico sarebbe necessario identificare i limiti, in gran parte già noti (MASTRORILLO, 1994), delle estese aree di alimentazione e porre dei vincoli che impediscano l'alterazione delle attuali condizioni ambientali ancora sufficientemente integre.

3) Le licenze di concessione alle varie utenze dovrebbero tenere in maggiore considerazione la

tipologia delle risorse disponibili e dare priorità alle derivazioni per uso potabile, dove la qualità delle acque risulti particolarmente pregiata.

Circa il grado di utilizzazione delle risorse, si è constatato che, in periodo di magra ordinaria, in molti settori dei bacini esaminati viene derivata la totalità della risorse disponibile perché le concessioni rilasciate sono evidentemente eccessive. È pertanto necessario che nelle pratiche di rilascio delle concessioni si tenga conto non di valori medi arbitrariamente valutati, ma delle reali portate di magra ordinaria che possono essere valutate sperimentalmente con opportune campagne di misura. È infatti indispensabile che lungo l'intero reticolo idrografico resti disponibile in alveo una portata sufficiente a garantire quel minimo vitale necessario alla salvaguardia dei fondamentali equilibri ambientali, questa portata, in ogni caso, non dovrebbe mai essere inferiore alle portate minime storiche.

BIBLIOGRAFIA

- BARAZZUOLI P., PIZZUTO D., RIGATI R. & SALLEOLINI M. (1994) - *Valutazione delle risorse idriche dell'alto bacino del F. Biferno (Molise): un esempio di utilizzo del deflusso su basi fisiografiche*. Boll. Soc. Geol. It. **113**, 709-728, 12 ff., 8 tabb. Roma.
- BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. **35**, pp. 991-1012.
- BONI C., MASTRORILLO L. & PETITTA M. (in stampa) - *Scomposizione della portata dei corsi d'acqua dell'Appennino marchigiano con il metodo delle portate mensili caratteristiche*. Atti del 3° Convegno dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata, 28-30 ottobre 1993, Potenza.
- 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.
- CELICO P. (1988) - *Prospezioni idrogeologiche*. Volume II, Liguori Editore, Napoli.
- CENTAMORE E. & MICARELLI A. (1991) - *Stratigrafia*. da: «L'ambiente fisico delle Marche», Regione Marche, Assessorato Urbanistica, Ed. Selca, Firenze pp. 5-58.
- MASTRORILLO L. (1994) - *Idrogeologia quantitativa dell'Appennino carbonatico marchigiano: valutazione delle risorse idriche rinnovabili*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Roma, La Sapienza.
- MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, DIREZIONE GENERALE PER L'ECONOMIA MONTANA E DELLE FORESTE (1985)

- *Valutazione delle risorse idriche superficiali disponibili*. Programma nazionale di coordinamento per l'approvvigionamento idrico dei territori di collina e montagna. Legge 984/77, Volume I - Relazione, Volume II - Monografie regionali. Realizzazione dell'Aquater S.p.A. Stampato per i tipi della Lithos, Ancona.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1921-1976) - *Annali idrologici (parte prima e seconda)*. Pubbl. Serv. Idrografico, Sezioni di Roma e Bologna, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1966) - *Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-*

55. Pubbl. Servizio Idrografico, **21**.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1968) - *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-50*. Pubbl. Servizio Idrografico, **24**.

SCARSELLA F. (1951) - *Un aggruppamento di pieghe nell'Appennino umbro-marchigiano. La catena di M. Nerone-M. Caria-M. Cucco-M. Penna-Colfiorito-M. Serrano*. Boll. Soc. Geol. It. **73**, pp. 307-320.

TURC L. (1955) - *Le bilan d'eau des sols. Relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement*. Ann. Agron., **1**.