

AUTORE: Carlo Boni*

**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*

PROPOSTA DI CRITERI E METODI PER LA DEFINIZIONE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV) NEI CORSI D'ACQUA DELL'APPENNINO CENTRALE

1. Premessa

Il D.M. 28/7/2004 definisce il Deflusso Minimo Vitale (DMV) come "la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali".

Nei paragrafi 7.1 e 7.2 sono esposti i criteri generali per la definizione del DMV. Molto opportunamente sono considerati due aspetti complementari entrambi essenziali per la tutela del corso d'acqua: un aspetto è relativo alla necessità di mantenere le naturali tendenze evolutive con un riferimento esplicito all'entità delle portate; l'altro aspetto è relativo alle caratteristiche chimico fisiche delle acque (obiettivi di qualità) e alla salvaguardia degli ambienti biologici. Sono anche presi in considerazione i rapporti tra le originarie condizioni naturali e le modificazioni antropiche.

Nel paragrafo 7.3, dedicato alla "Fase conoscitiva", le Linee Guida elencano i dati necessari per la corretta determinazione della portata del DMV, nei diversi tratti omogenei degli alvei naturali (caratteri morfologici, geologici, idrogeologici, climatici ed idrologici del bacino idrografico; regime dei deflussi naturali con la determinazione di massimi, minimi, medie, ecc; geometria delle sezioni, pendenze del fondo, granulometria dei sedimenti; velocità dell'acqua, altezza idrometrica, scala di deflusso, capacità di trasporto; prelievi e immissioni, con le relative portate e le caratteristiche chimico fisiche delle acque). Seguono altre indicazioni per la definizione delle caratteristiche chimico fisiche e biologiche, che non sono considerate in questa nota.

Il citato Decreto attribuisce ai Piani di Tutela (predisposti dalle Regioni) il compito di stabilire il valore del DMV, per ogni tratto omogeneo di corso d'acqua, secondo i criteri generali e sulla base delle numerose determinazioni richieste.

In attesa dei Piani di Tutela e della valutazione del DMV secondo le minuziose indicazioni del Decreto, è prevista la possibilità di eseguire una "prima stima orientativa" del DMV secondo metodi definiti "regionali" e "sperimentali".

I metodi "regionali" si basano sulla determinazione di parametri morfologici ed idrologici (Contributo Unitario Minimo) o parametri statistici (Q 7,10). Tutti i metodi suggeriti si basano essenzialmente sulla "regionalizzazione" dei dati idrologici acquisiti nelle rarissime stazioni idrometriche disponibili. Negli affluenti del Tevere, questi metodi hanno fornito valutazioni molto valide in corrispondenza dei tratti d'alveo più prossimi alle stazioni idrometriche. La "regionalizzazione" dei valori così ottenuti, al reticolo idrografico che si estende a monte della stazione, o ad un reticolo idrografico contiguo, nella maggior parte dei casi fornisce valori di portata in palese contrasto, per eccesso o per difetto, con le portate naturali sperimentalmente misurate nei tratti d'alveo lontani dalle stazioni. I metodi "regionali" non possono fornire una corretta valutazione del DMV nei corsi d'acqua dell'Appennino, perché non considerano adeguatamente le peculiari caratteristiche idrogeologiche del territorio, che regolano il regime di flusso dei corsi d'acqua perenni, particolarmente nei periodi di magra estiva.

I metodi definiti "sperimentali" sono basati su tecniche di valutazione della portata necessaria a garantire condizioni ottimali, o di compatibilità, per la tutela di una "specie bersaglio", considerata rappresentativa di una più vasta comunità biologica. Anche queste valutazioni sono attendibili in corrispondenza delle sezioni sperimentalmente studiate, ma non possono essere "regionalizzate" in altri settori del bacino.

Le ragioni che rendono inapplicabili molti dei metodi suggeriti dal Decreto, per una prima stima "orientativa", devono essere ricercate nel particolare contesto idrogeologico del territorio appenninico, ben noto alla ristretta cerchia degli idrogeologici, ma non ancora sufficientemente conosciuto da molti cultori di altre discipline, che considerano i caratteri idrogeologici come un fattore accessorio, nello studio idrologico di un bacino.

2. Caratteri idrogeologici dell'Appennino Centrale

I maggiori rilievi dell'Appennino Centrale (Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania e Basilicata), dove hanno origine e si alimentano i principali corsi d'acqua, sono costituiti da rocce carbonatiche che assorbono in media tra il 50 e il 70 % delle precipitazioni meteoriche. Il ruscellamento di superficie varia tra l'1 e il 5 % e l'evapotraspirazione tra il 30 e il 50 % delle precipitazioni medie annue. La percentuale elevatissima di acqua meteorica che penetra profondamente nel sottosuolo (infiltrazione efficace) dà origine ad acquiferi imponenti che saturano la base delle dorsali e che alimentano grandi sorgenti con portate di magra estiva dell'ordine delle centinaia e delle migliaia di litri al secondo. Nell'Appennino mancano ghiacciai e nevi perenni capaci di alimentare i corsi d'acqua durante gli aridi periodi estivi, che si prolungano per diversi mesi. Quanto esposto in questo paragrafo è documentato da una vastissima bibliografia, in parte riportata alla fine di questa nota.

In questo contesto idrogeologico, nell'arco dell'anno, le portate delle aste fluviali che solcano i rilievi prevalentemente carbonatici sono alimentate, in media, tra il 10 e il 20 % da processi di ruscellamento superficiale e tra l'80 e il 90 % da apporti sorgivi. Nel periodo estivo il ruscellamento è assolutamente trascurabile e gli apporti sorgivi alimentano l'intera portata dei corsi d'acqua perenni.

Nell'Appennino, come in ogni altro territorio, esistono due tipi di sorgenti. Le sorgenti puntuali sono ubicate in aree ristrette e ad una quota ben definita: sono le sorgenti più note, in gran parte captate per uso municipale. Le sorgenti "lineari" (o subalvee), distribuite lungo alcuni tratti degli alvei naturali, sono poco evidenti e non ancora sufficientemente note. Sono state identificate e valutate, negli ultimi trent'anni, con i metodi propri dell'idrogeologia quantitativa (misure di portata seriate lungo i tratti di asta alimentati). Per le particolari modalità di emergenza, le acque erogate dalle sorgenti lineari, in molti studi idrologici, non sono state finora considerate acque sorgive, ma generici apporti al deflusso superficiale, di origine non precisata. Nell'analisi idrologica di un bacino sarebbe opportuno non solo valutare l'entità e il regime delle portate, ma definire chiaramente anche l'origine e la provenienza delle acque: in molti casi, le acque sorgive provengono da aree esterne al bacino idrografico in cui emergono.

Si può concludere che il "Flusso di Base" estivo (BF), nei rilievi carbonatici dell'Appennino, è interamente alimentato da sorgenti, distribuite nel territorio in modo molto irregolare. Nei settori montani il reticolo idrografico ha origine a quote variabili, dove è alimentato da sorgenti perenni; la portata naturale aumenta, da monte verso valle, in modo discontinuo, perché riflette l'irregolare distribuzione territoriale delle sorgenti. In ogni sezione la portata naturale del corso d'acqua è pari alla somma delle portate erogate dalle sorgenti poste a monte del punto considerato. La portata residua che si trova in alveo, in ogni punto del reticolo idrografico, è pari alla portata naturale sopra definita, meno la portata derivata (e non restituita) a monte del punto considerato.

Se si vuole conoscere, con ragionevole approssimazione, il reale stato degli alvei è necessario procedere a misure di portata dirette (seriate e opportunamente distribuite lungo il reticolo), che consentono di valutare tutti gli apporti naturali (sorgenti ed affluenti) e artificiali (restituzioni) e tutte le perdite (derivazioni). Nessuno dei metodi "regionali" suggeriti dal decreto consente di identificare la distribuzione territoriale degli apporti sorgivi, né di valutarne l'entità, in periodo di magra estiva.

3. Considerazione sul Decreto

Le Linee Guida, proposte dal Ministero dell'Ambiente, per la determinazione del DMV, sono pienamente condivisibili, perché prevedono la determinazione sperimentale di un gran numero di variabili in ogni tratto di alveo omogeneo. Il decreto tuttavia non fornisce alcuna indicazione, né sul numero delle sezioni di misura necessarie, né sulla frequenza temporale delle determinazioni nel corso dell'anno. Le Linee Guida non suggeriscono alcuna procedura per passare, dai valori sperimentali acquisiti, alla portata del DMV.

Il Decreto lascia ampia discrezionalità, ai futuri Piani di Tutela, con il rischio di avere Piani redatti con metodi e risultati molto diversi, in Regioni contigue o addirittura nell'ambito dello stesso bacino.

Queste considerazioni suggeriscono di affrontare il problema della prima approssimativa definizione del DMV, nel rispetto delle Linee Guida, ma ponendosi degli obiettivi minimi, che possano essere raggiunti in tempi ragionevoli e che forniscano valutazioni sufficientemente omogenee.

4. Criteri proposti

Per la definizione del Deflusso Minimo Vitale (DMV) nei corsi d'acqua dell'Appennino Centrale si propongono i seguenti criteri:

- Sono presi in esame solo gli aspetti quantitativi, nell'ipotesi che la qualità delle acque sia idonea.
- E' necessario definire i valori minimi del DMV che siano rispettati particolarmente in periodo estivo.
- E' necessario definire il valore del DMV, in tutti i rami del reticolo naturale, attivi durante la magra estiva.
- Per ogni tratto omogeneo del reticolo, la portata del DMV deve necessariamente corrispondere a quella parte della portata naturale estiva, necessaria alla tutela delle locali condizioni naturali.
- Per definire il DMV, in ogni tratto omogeneo, è necessario valutare la portata naturale estiva nello stesso tratto.
- In tutti i corsi d'acqua dell'Appennino, la portata naturale estiva (BF = Flusso di Base) è interamente alimentata da sorgenti. Il contributo del ruscellamento si può considerare trascurabile.
- La portata delle "sorgenti puntuali" e "lineari" e la portata naturale estiva, può essere valutata con specifiche indagini sperimentali, comunemente utilizzate negli studi di "idrogeologia quantitativa".
- E' necessario ripristinare l'originaria continuità di flusso, da valle verso monte (dove interrotta da opere di derivazione) per consentire la naturale migrazione degli organismi.
-

5. Metodi proposti

I metodi di valutazione del DMV si articolano in due fasi successive. Nella prima fase si misura la portata naturale del corso d'acqua in periodo estivo; per una prima stima è sufficiente una campagna estiva, che può essere ripetuta negli anni successivi. Nella seconda fase si calcola il DMV con una semplice formula.

Nella prima fase, in sezioni spaziate di 2-3 km, si misurano direttamente in alveo le portate naturali, le portate residue, le derivazioni e le restituzioni. Queste operazioni consentono di valutare, con buona precisione, la portata naturale estiva che si avrebbe in alveo se non fossero operate derivazioni e la portata residua che si trova in corrispondenza di ogni sezione. Queste operazioni, in apparenza laboriose, sono già state eseguite in tutto il reticolo perenne dell'Appennino Centrale. Le tecniche di misura, ampiamente sperimentate in oltre venti anni di attività, consentono di valutare la portata naturale dei corsi d'acqua in tempi brevi e con costi limitati.

Nella Figura 1 sono riassunti i risultati delle campagne di misura più volte ripetute, nel bacino dell'Alto Nera. In ascissa figurano le portate e in ordinata le quote delle sezioni di misura. Nel grafico, per ogni sezione, figurano le portate residue misurate in alveo (medie e minime), le portate naturali estive (media e minima) interamente alimentate da sorgenti. In ogni sezione la portata naturale è pari alla somma delle portate sorgive e degli affluenti ubicati a monte. La portata residua è quella effettivamente misurata in alveo: questo valore deve corrispondere alla differenza tra la portata naturale e la somma delle derivazioni operate a monte. Per ogni sezione, dai valori della portata naturale media è stata calcolata la portata del DMV (triangoli), con la formula sotto descritta.

Nella seconda fase, per passare dalla portata naturale estiva alla portata del DMV, si può utilizzare la formula seguente:

$$\text{DMV} = 0,1 + (C - 0,01 \text{ BF}) * \text{BF}$$

Il metodo di valutazione del DMV, qui proposto, è basato esclusivamente su dati sperimentali acquisiti sul campo e verificabili in ogni momento e in ogni punto del reticolo. Sono pienamente rispettate le indicazioni delle Linee Guida del citato decreto,

relative alla Fase Conoscitiva (in particolare ai punti 7.3a, 7.3b, 7.3c, 7.3d, 7.3i) intese a definire tutti gli aspetti quantitativi necessari per la corretta determinazione del DMV.

6. Calcolo del DMV

Nota la portata naturale media di magra estiva (BF) nei diversi punti del reticolo idrografico è possibile ricavare la portata del DMV con la seguente formula:

$$\text{DMV} = 0,1 + (C - 0,01 \text{ BF}) * \text{BF}$$

dove: DMV = Deflusso Minimo Vitale (m³/s); BF = Portata naturale media estiva; C = Coefficiente adimensionale (0,3-0,4).

Con coefficiente 0,4 questa formula è valida per portate del BF variabili tra 0,2 e 20 m³/s.

La formula è rappresentata in Figura 2 dove, per diversi valori del BF, sono indicati i corrispondenti valori del DMV.

Questa formula attribuisce al DMV valori percentuali di BF, variabili dal 90 al 45 %, per portate inferiori a 2 m³/s (Figura 3) e valori percentualmente decrescenti, fino ad un minimo del 20 %, per portate del BF variabili da 2 a 20 m³/s (Figura 4).

Si può variare il Coefficiente C, per ottenere valori del DMV superiori o inferiori a quelli proposti nelle figure. La possibilità di variare il coefficiente consente di adottare criteri più o meno restrittivi, in relazione alle particolari esigenze locali.

Negli affluenti del Tevere si è constatato, in molti punti, che il DMV calcolato con la formula proposta è compatibile con i valori delle portate calcolate con il metodo delle Aree Disponibili Ponderali (ADP).

7. Conclusioni

Per avere una prima stima orientativa del DMV, nei corsi d'acqua dell'Appennino, si propone un metodo molto semplice, coerente con le Linee Guida, basato su dati sperimentali, in gran parte già noti e sempre verificabili, in tempi brevi e con costi limitati. Questo metodo è stato proposto all'Autorità di bacino del Tevere e utilizzato, in via sperimentale, con buoni risultati sull'intero reticolo idrografico degli affluenti del Tevere.

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* - Hydrogéologie, 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., 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., CASCONI D., MASTRORILLO L., TARRAGONI C. (2005) – *Carta idrogeologica delle dorsali interne umbro-marchigiane* - Pubbl. n° 2865 del GNDICI-CNR, Roma.
- 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.
- CAPRARI M. & NANNI T. (1999) – *Idrogeologia della dorsale carbonatica del M. Catria – M. Nerone* – Boll. Soc. Geol. It. 118, 313-326.
- 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.
- MASTRORILLO L. (2001) - *Elementi strutturali e caratteristiche idrogeologiche della dorsale carbonatica Umbro-Marchigiana interna* - Memorie Società Geologica Italiana, 56, pp. 219-226.
- NANNI T. (1991) - *Caratteri idrogeologici delle Marche* - Da l' Ambiente fisico delle Marche, Ed. Selca Firenze, pp. 117-209.

ALTO NERA – PORTATE DI MAGRA ESTIVA

DA VISSO (QUOTA 640) ALLE CASCATE DELLE MARMORE (CONFLUENZA CON IL VELINO A QUOTA 200)

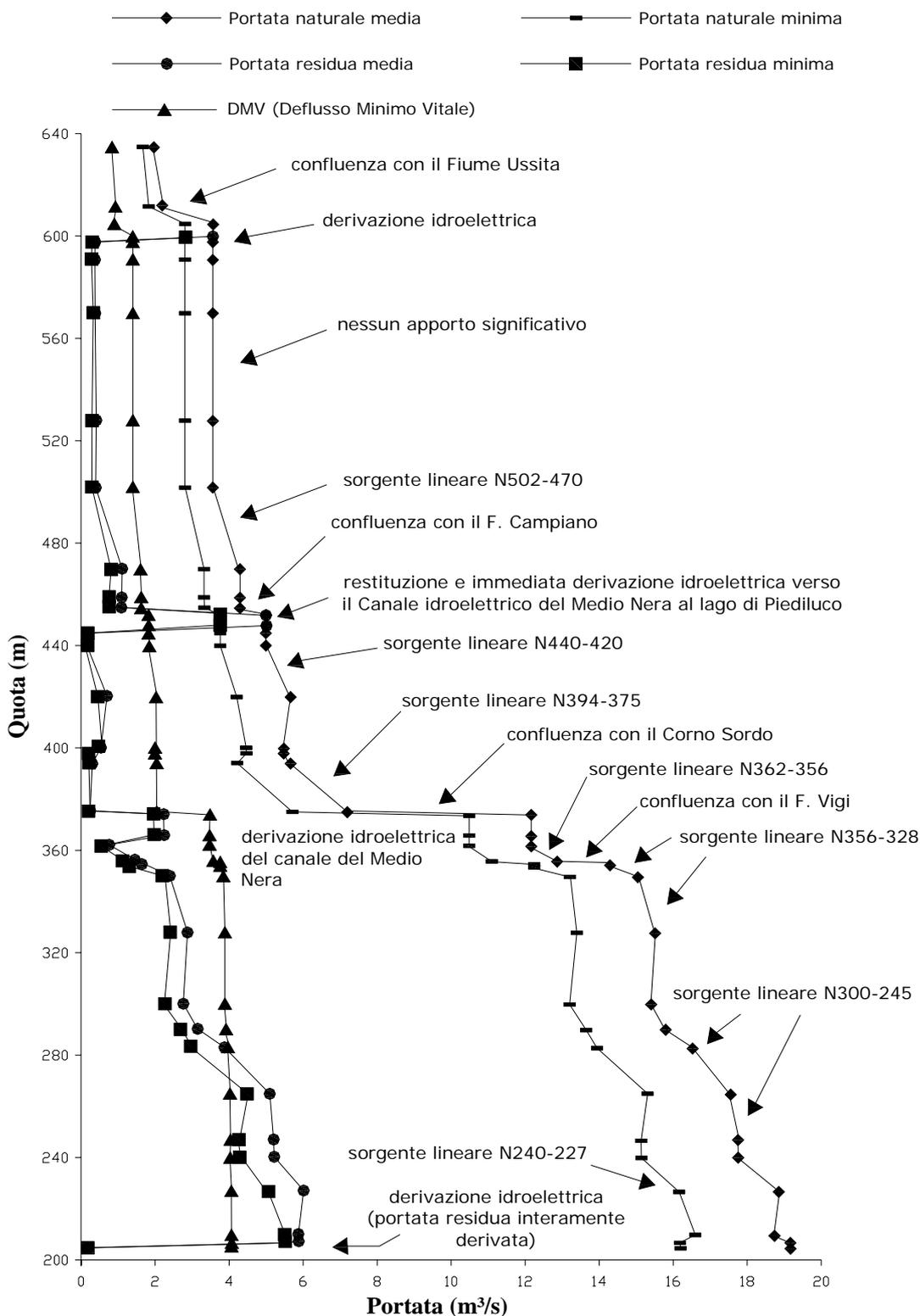


Fig. 1 – La portata del Fiume Nera è stata misurata in circa 40 sezioni che hanno consentito di valutare tutti gli apporti sorgivi, le portate degli affluenti e l'entità delle derivazioni. In ogni sezione, le portate naturali medie e minime corrispondono alla somma delle portate erogate dalle sorgenti e versate dagli affluenti, a monte della sezione. La portata naturale media cresce da 2,5 m³/s, a quota 600, a 19 m³/s, a quota 200. I corrispondenti valori minimi noti variano da 2 a 16 m³/s. Le portate residue in alveo sono inferiori ad 1 m³/s da quota 600 a quota 375; salgono da 1 a 6 m³/s tra quota 360 e quota 200, dove il fiume viene interamente derivato. La portata residua misurata in alveo, tra quota 600 e quota 280, è sempre nettamente inferiore al DMV (indicato con dei triangoli), calcolato con i metodi qui proposti. Risulta inferiore alla portata residua tra quota 280 e quota 200. La continuità del corso d'acqua è interrotta in corrispondenza delle derivazioni, a quota 600, a quota 440 e a quota 200.

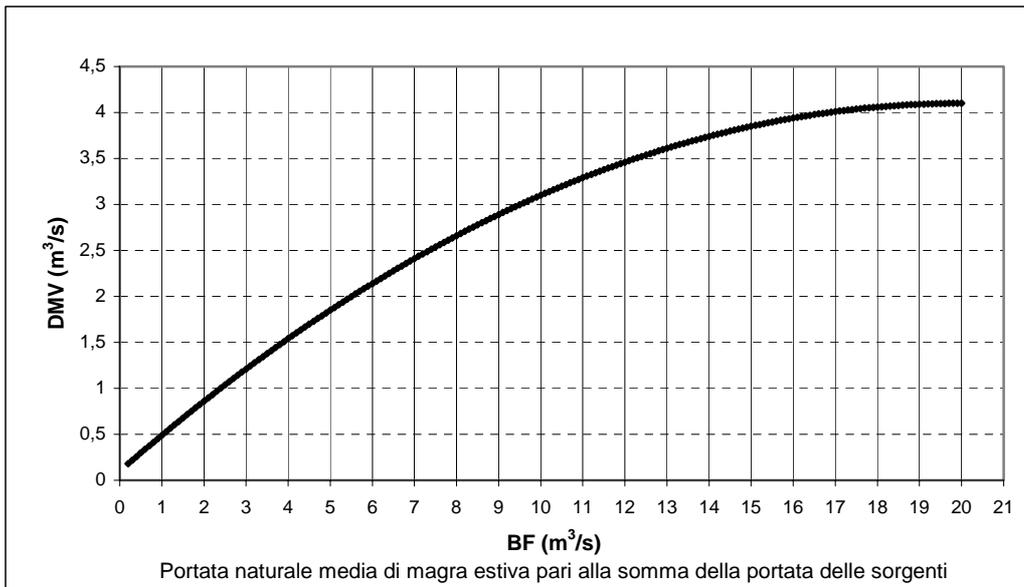


Fig. 2

Rappresentazione grafica della formula:
 $DMV = 0,1+(C-0,01BF)*BF$
 con $C = 0,4$

BF (m ³ /s)	DMV (m ³ /s)
1	0.49
5	1.85
10	3.1
15	3.85
20	4.1

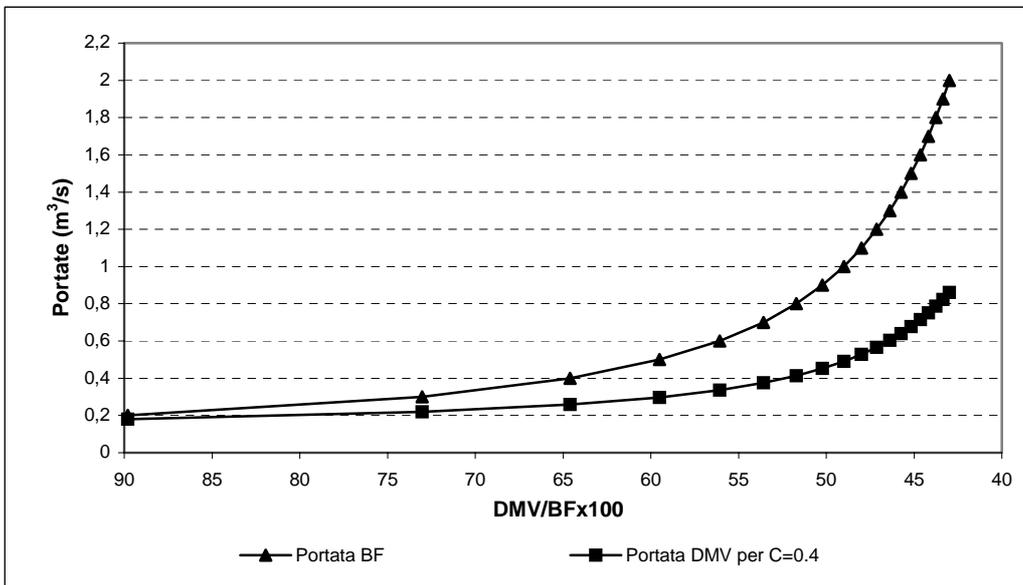


Fig. 3

I grafici di Fig. 3 e Fig. 4 consentono di valutare, per un determinato valore di BF, il corrispondente valore del DMV e la percentuale del BF che deve essere rilasciata in alveo.

BF (m ³ /s)	DMV (m ³ /s)	DMV/BFx100
0.2	0.18	89.9
0.5	0.30	59.5
1.0	0.49	49.0
1.5	0.68	45.2
2.0	0.86	43.0

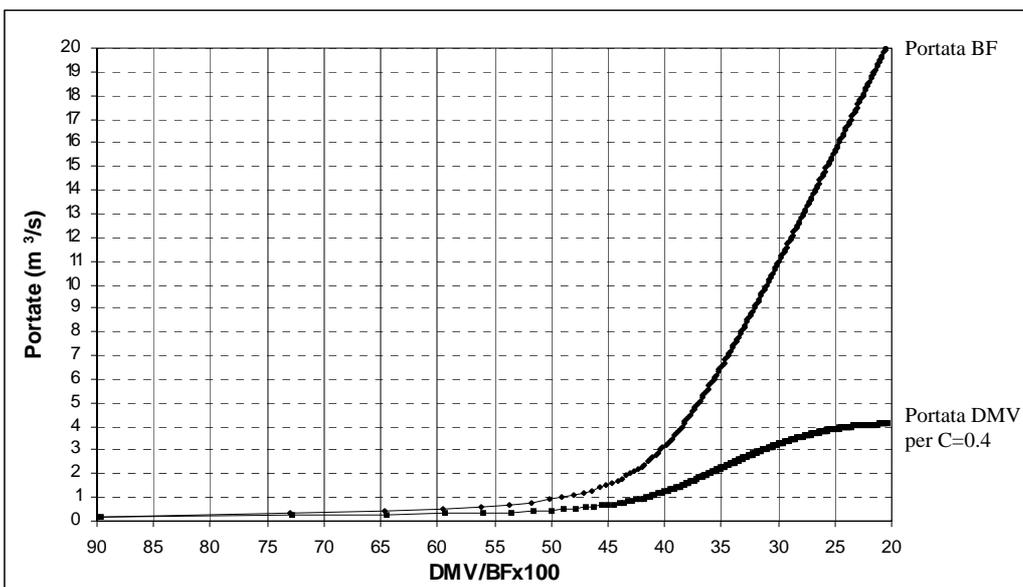


Fig. 4

BF (m ³ /s)	DMV (m ³ /s)	DMV/BFx100
1	0.49	49
5	1.85	37
10	3.1	31
15	3.85	25.7
20	4.1	20.5