

Grandezze caratteristiche dei deflussi nelle stazioni di misura

Sommario

Sono disponibili i dati sul deflusso di circa 550 stazioni di misura, le cui serie storiche coprono almeno 5 anni. Partendo da questa base di dati, le grandezze caratteristiche di deflusso più importanti riguardanti la portata media, di magra e di piena di ogni stazione possono essere visualizzate graficamente, da un lato in relazione ai singoli anni civili e dall'altro – ove disponibili – come valori medi dei periodi standard del WMO e del periodo 1981–2010. Vengono spiegate struttura e contenuto dei grafici. Esempi di utilizzo mostrano l'ampia gamma di applicazioni di questa carta tematica.

Autori: Rolf Weingartner¹, Alain Bühlmann¹

¹Atlante idrologico della Svizzera, Hallerstrasse 12, CH 3012-Berna

1 Introduzione

Le misure del deflusso sono fondamentali nell'affrontare questioni riguardanti l'idrologia, sia nella ricerca, che nella pratica. Il loro campo di applicazione è ampio e si estende dagli studi idrogeografici al dimensionamento delle piene, fino alla gestione sostenibile delle acque. In questi ambiti sono applicati vari metodi e procedure, dalle semplici analisi descrittive, alle modellizzazioni statistiche o deterministiche più o meno complesse. In tutti questi casi è molto importante avere un'ampia panoramica dell'andamento delle portate per comprendere il quadro idrologico da un lato e per convalidare i risultati delle indagini e della modellizzazione dall'altro. È qui che entra in gioco l'argomento della presente carta: sia per gli anni civili, sia per i periodi selezionati vi sono rappresentate le grandezze caratteristiche di deflusso più importanti sulle portate di magra, medie e di piena, delle stazioni di misura del deflusso dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) e dei Cantoni, i quali hanno fornito i loro dati all'Atlante idrologico. I grafici sul regime fluviale, il deflusso negli anni selezionati e le curve di durata selezionate completano queste informazioni, fornendo una visione globale dell'andamento delle portate di un bacino idrografico.

2 Datie e Metodi

Nell'autunno del 2019, sia l'UFAM che tutti i Cantoni sono stati invitati a fornire i loro dati di deflusso all'Atlante idrologico della Svizzera per la realizzazione della presente carta tematica. Nella Tabella 1 i Cantoni e gli uffici competenti che hanno fornito i dati richiesti sono contrassegnati con un visto (✓). Essendo stati archiviati in diversi formati – in genere come medie giornaliere, in parte come valori sull'arco di 10 minuti e in parte come dati grezzi convalidati o non convalidati – i dati sono stati convertiti in un formato standard, basato sui deflussi medi giornalieri. Nella maggior parte dei casi i dati consegnati comprendevano anche i valori dei deflussi massimi mensili, che sono pure stati standardizzati. Per le stazioni di misura per le quali essi non erano stati forniti, questi si sono ricavati dai valori sull'arco di 10 minuti o dai

dati grezzi, quando questi erano disponibili. Nel corso della standardizzazione i valori di deflusso negativi, evidenti errori di misurazione, sono stati eliminati dalle serie di dati. Tuttavia, poiché non sono state effettuate ulteriori convalide, non si possono escludere ulteriori errori di misura.

La presente carta tematica mostra in forma grafica i diversi aspetti del deflusso presso le stazioni di misura: la portata annua media (MQ), il regime fluviale, la curva di durata, il deflusso annuale minimo in media su sette giorni consecutivi (NM7Q) e i picchi di deflusso annuali (HQ_a). Come per gli altri parametri, l'NM7Q si riferisce all'anno civile e non, come nella tavola HA-DES 5.11 [1], al cosiddetto anno di magra, che inizia il primo maggio e termina il 30 aprile. Oltre ai valori annuali sono indicati, ove possibile, i valori medi per MQ, NM7Q e HQ_a dei periodi standard WMO 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990 e dell'attuale periodo standard 1981–2010 [2]. Il regime fluviale e la curva di durata si riferiscono sia all'intera serie di misurazioni che ai periodi menzionati. Le grandezze caratteristiche di deflusso vengono rappresentate solo se non si è superato il numero massimo di valori mancanti, definito per ogni parametro. Ad esempio, la media annua di deflusso viene indicata solo se manca meno del 20% dei valori medi giornalieri per anno civile.

3 Risultati

In totale sono rappresentate 565 stazioni, di cui 204 federali (UFAM) e 361 cantonali. La lunghezza mediana della serie di misurazioni è notevolmente più elevata nelle stazioni federali, con una mediana di 56 anni rispetto alle stazioni cantonali con una mediana di 18 anni (Figura 1). Ciò significa che solo poche stazioni cantonali coprono diversi periodi standard. Per ogni stazione di misura sono disponibili sei grafici che caratterizzano in modo comprensivo le condizioni di deflusso. Quattro di essi sono rappresentati nella Figura 2. Se il regime fluviale o la curva di durata si basano su serie di dati che coprono meno di 5 anni, essi sono rappresentati da linee punteggiate. Se sono disponibili serie che comprendono da 5 a 15 anni, la linea è tratteggiata e se sono disponibili i dati di più di 15 anni, la linea è continua.

Tabella 1. Fonti di informazioni e dati per i metadati relativi alle stazioni idrometriche. Inoltre, le serie di misurazioni di deflusso sono disponibili presso gli operatori contrassegnati con un ✓ (a primavera 2020).

Codice della stazione	Ufficio competente / Fonte dei dati e delle informazioni	
CH-	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Hydrologie	✓
CHAG-	Kanton Aarau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer	✓
CHAR-	Kanton Appenzell Ausserrhoden, Departement Bau und Volkswirtschaft, Tiefbauamt	x
CHBE-	Kanton Bern, Bau- und Verkehrsdirektion, Amt für Wasser und Abfall	✓
CHBL-	Kanton Basel-Landschaft, Tiefbauamt bzw. Amt für Umweltschutz und Energie	✓
CHFR-	Staat Freiburg, Amt für Umwelt AfU	✓
CHGE-	République et Canton de Genève, Direction générale de l'eau	✓
CHGL-	Kanton Glarus, Departement Bau und Umwelt	✓
CHGR-	Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt	✓
CHLU-	Kanton Luzern, Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement, Umwelt und Energie	✓
CHNE-	République et Canton de Neuchâtel, Département du développement territorial et de l'environnement	✓
CHSG-	Kanton St. Gallen, Amt für Wasser und Energie	✓
CHSH-	Kanton Schaffhausen, Baudepartement, Tiefbau	✓
CHSO-	Kanton Solothurn, Bau- und Justizdepartement, Amt für Umwelt	✓
CHTG-	Kanton Thurgau, Departement für Bau und Umwelt, Amt für Umwelt	✓
CHTI-	Repubblica e Cantone Ticino, Ufficio dei corsi d'acqua	✓
CHVD-	Canton de Vaud, Direction générale de l'environnement	✓
CHVS-	Canton du Valais, Service des forêts, des cours d'eau et du paysage	x
CHZG-	Kanton Zug, Baudirektion, Amt für Umweltschutz	✓
CHZH-	Kanton Zürich, Baudirektion, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft	✓

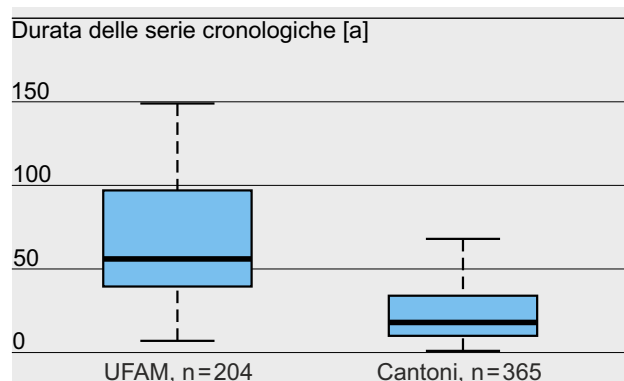


Figura 1. Durata delle serie di dati federali e cantionali

Prendendo in considerazione le grandezze caratteristiche di deflusso di molte stazioni, è possibile ottenere una visione d'insieme dell'andamento delle portate in Svizzera, come dimostrano i due esempi seguenti: la Figura 3 confronta il deflusso specifico medio a lungo termine dei bacini imbriferi alpini settentrionali – cioè il deflusso normalizzato sull'area territoriale – con l'altitudine media del territorio. Ad eccezione di singoli casi limite, il grafico mostra un aumento medio del deflusso specifico di quasi $2 \text{ l}/(\text{s km}^2)$ ogni 100 m di altitudine. I bacini imbriferi alpini (altitudine media $\geq 1550 \text{ m s.l.m.}$) mostrano deflussi specifici di $40 \text{ l}/(\text{s km}^2)$ e oltre, mentre i più piccoli deflussi specifici osservati sono inferiori a $10 \text{ l}/(\text{s km}^2)$.

La Figura 4 mostra le fondamentali differenze regionali nelle piene fluviali. In questa figura è rappresentata la dispersione delle portate di piena medie annuali

presso le stazioni di misura, le quali vengono differenziate a seconda della posizione (versante nord, rispettivamente sud delle Alpi) e dell'altitudine media. Due aspetti sono particolarmente degni di nota:

1. Il contributo di portata delle acque portate di piena annuali è generalmente più elevato sul versante meridionale delle Alpi che sul versante settentrionale. Questa differenza è particolarmente pronunciata nella zona di altitudine $< 1000 \text{ m}$, dove il valore mediano è due volte più alto sul lato sud delle Alpi che sul lato nord. L'elevata tendenza dei bacini imbriferi alpini meridionali a rapidi processi di deflusso superficiale è legata alla grande quantità di precipitazioni (masse d'aria umide mediterranee), al rilievo scosceso e al sottosuolo cristallino poco permeabile.
2. Sul versante settentrionale delle Alpi, i maggiori deflussi specifici medi corrispondenti alle portate di piena si verificano spesso nella regione prealpina (zona altimetrica $1000\text{--}1550 \text{ m}$), favoriti da precipitazioni intense (zona di temporali), dalla topografia e da rocce spesso poco permeabili (molassa).

4 Esempi di applicazione

In primo luogo, vanno evidenziate le possibilità interattive per rendere accessibile il tema della carta in modo ottimale: utilizzando le funzioni di filtro, si possono selezionare le stazioni di misura che soddisfano determinati criteri. Oltre al periodo di misura, alla voce

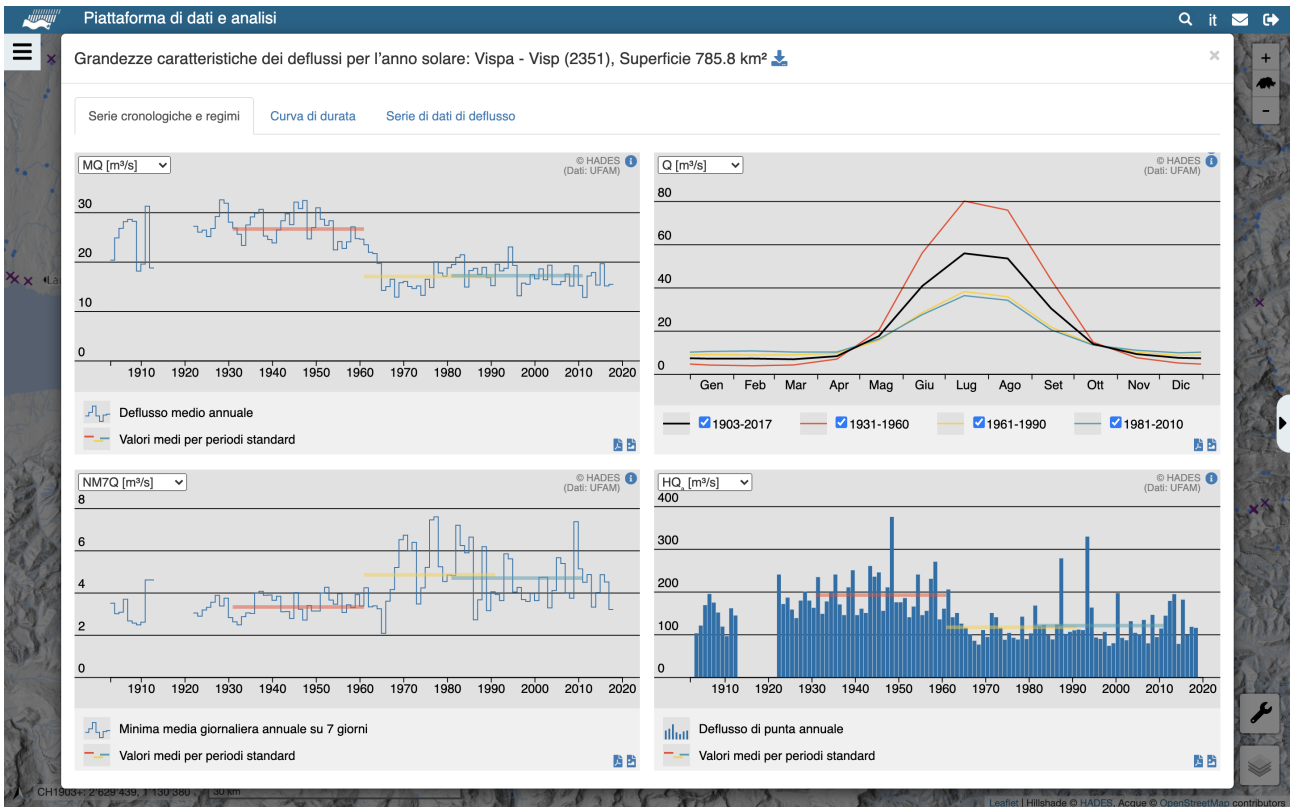


Figura 2. Grandezze caratteristiche di deflusso del punto di misura Vispa–Visp

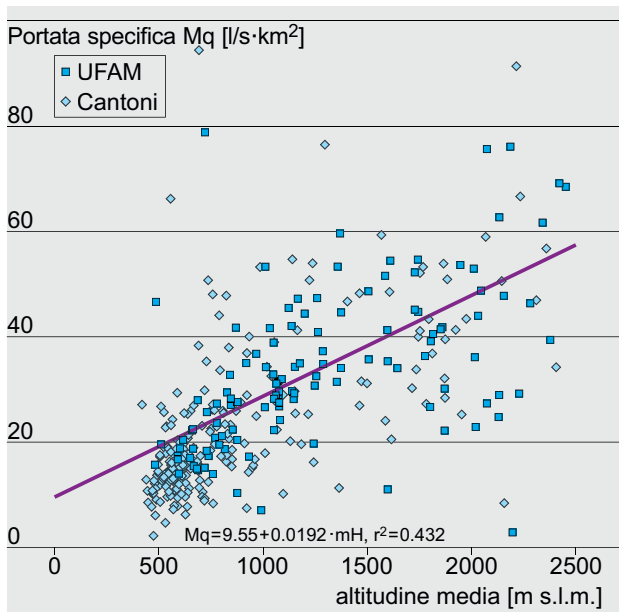


Figura 3. Deflusso specifico medio rispetto all'altitudine media delle aree territoriali per i bacini imbriferi del versante nordalpino (Bacino imbrifero del Reno). Mq viene derivato dalla serie cronologica completa.

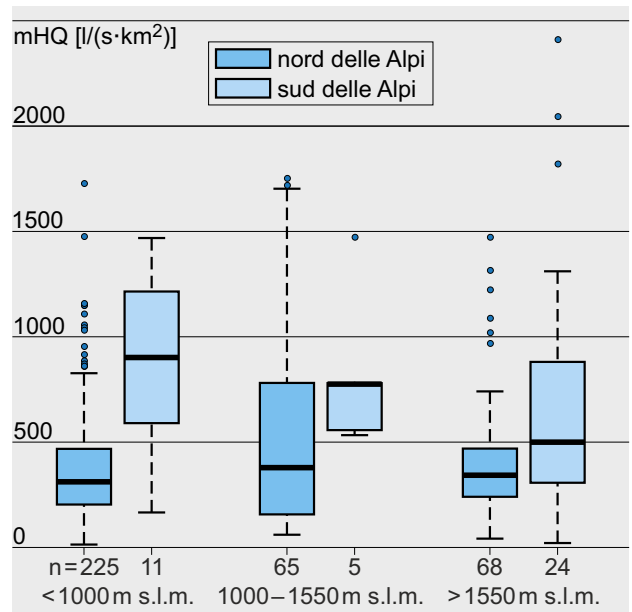


Figura 4. Portate di piena media annuale HQ_a per aree territoriali sul versante nordalpino (bacino imbrifero del Reno) e per quelle a sud delle Alpi (Ticino, Adda, Adige) derivate dalle rispettive serie cronologiche complete

«Applicare filtri supplementari» si possono scegliere ulteriori criteri di selezione. Ad esempio, è possibile selezionare bacini imbriferi alpini con un'altitudine media ≥ 1550 m sul livello del mare (vedi [3]).

Cliccando una stazione sulla mappa, apparirà un pop-up con tre opzioni:

1. Visualizzazione del corrispondente bacino imbrifero, la cui geometria può essere scaricata come file shape.
2. Rappresentazione grafica delle grandezze caratteristiche di deflusso di questa stazione.
3. Un link diretto al sito dell'UFAM o al sito del Cantone interessato. Qui sono disponibili ulteriori informazioni sulla stazione di misura e spesso anche i valori di misura attuali.

Se quindi si seleziona «Grandezze caratteristiche di deflusso», viene visualizzata di default la scheda «Serie cronologiche e regimi» con i relativi grafici. Di seguito ci concentreremo sul grafico per la portata media annuale (MQ): La dimensione dell'ordinata – portata [m^3/s], deflusso specifico [$\text{l}/(\text{s km}^2)$] e livello di portata [mm/a] – può essere regolata a piacere. La «funzione mouse-over» consente la visualizzazione del valore numerico del deflusso medio annuale. Inoltre, la sezione dell'asse del tempo visualizzata può essere ingrandita o ridotta mediante scorrimento, se necessario. Utilizzando i simboli posizionati sul bordo inferiore destro, il grafico può essere esportato anche in formato svg e png.

La scheda «Curva di durata» mostra le curve di durata dei periodi disponibili. I valori delle ascisse possono essere visualizzati come [Giorni] o [%]. Con la funzione «Mouse-over», ad esempio, si può visualizzare la portata Q_{347} , cioè la portata che viene raggiunta o superata 347 giorni all'anno (95% dei giorni).

Il grafico nella scheda «Serie di dati di deflusso» consente pure un'ampia gamma di applicazioni. È possibile selezionare singoli anni e confrontare i loro deflussi medi giornalieri con i valori statistici dell'intera serie di misurazioni e di conseguenza inquadrali. Un'ulteriore fonte di informazioni risiede nel confronto grafico diretto degli idrogrammi di deflusso di due anni a scelta, ad esempio i due anni di piena 1999 e 2005. Se disponibile, un link permette di scaricare la tabella con i valori numerici degli anni corrispondenti.

Osserviamo ora la Figura 2 dal punto di vista dell'applicazione: per il Vispa-Visp esiste una serie di misurazioni particolarmente lunga. A partire dagli anni '60, l'influsso della produzione di energia idroelettrica sulle condizioni di deflusso è riconoscibile in modo esemplare: diminuzione della portata media (MQ) dovuta al trasferimento al Lac de Dix (vedi [4]), cambiamento del regime fluviale con un aumento della portata in inverno e una diminuzione della portata in estate a causa della produzione di energia elettrica all'interno del bacino imbrifero (centrali di Mattmark), e diminuzione dei picchi di piena, anche se le grandi piene del 1987, 1993 e 2000 sono ancora chiaramente riconoscibili. L'aumento del NM7Q dopo il 1960 è legato alla

produzione di energia elettrica in inverno che aumenta notevolmente i piccoli deflussi che si verificano naturalmente in inverno. Questo influsso dell'uso dell'energia idroelettrica è osservabile anche nella curva di durata sotto forma di una forte riduzione dei grandi deflussi e di un aumento di quelli piccoli. Inoltre lo si osserva anche negli idrogrammi di deflusso annuo (scheda «Serie di dati di deflusso») nel ritmo settimanale dei deflussi causato dalla produzione di energia elettrica. Questo breve esempio illustra la vasta gamma di possibili applicazioni della presente carta tematica.

5 Versioni

Tabella 2. Versioni

Versione	Descrizione
v1.0 (2020)	Grandezze caratteristiche dei deflussi in base ai dati ordinati nell'autunno 2019.

Bibliografia

- [1] Helbling, A., Kan, C. e Marti, P. (2007). Portate di magra – deflusso medio minimo sull'arco di più giorni. In: *Atlante idrologico della Svizzera*. A cura di Ufficio federale dell'ambiente UFAM. Vol. 1. Tavola 5.11. <https://atlanteidrologico.ch/prodotti/versione-cartacea/corsi-d-acqua-e-laghi/tavola-5-11>. Berna: Ufficio federale di topografia swisstopo.
- [2] Begert, M., Frei, C. e Abbt, M. (2013). *Einführung der Normperiode 1981–2010*. Fachbericht Meteoschweiz 245. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/service-und-publicationen/publikationen.subpage.html/de/data/publications/2013/9/einfuehrung-der-normperiode-1981-2010-.html>.
- [3] Weingartner, R. e Aschwanden, H. (1992). Regime fluviale – base per la stima delle medie di deflusso. In: *Atlante idrologico della Svizzera*. A cura di Ufficio federale dell'ambiente UFAM. Vol. 1. Tavola 5.2. <https://atlanteidrologico.ch/prodotti/versione-cartacea/corsi-d-acqua-e-laghi/tavola-5-2>. Berna: Ufficio federale di topografia swisstopo.
- [4] Margot, A., Sigg, R., Schädler, B. e Weingartner, R. (1992). Influenza sui corsi d'acqua delle centrali idroelettriche ($\geq 300\text{kW}$) e della regolazione lacustre. In: *Atlante idrologico della Svizzera*. A cura di Ufficio federale dell'ambiente UFAM. Vol. 1. Tavola 5.3. <https://atlanteidrologico.ch/prodotti/versione-cartacea/corsi-d-acqua-e-laghi/tavola-5-3>. Berna: Ufficio federale di topografia swisstopo.