

Metodologia di calcolo per l'indicatore M0 di ARERA

Matteo Dall'Amico, Valentino Mascherini, Federico Di Paolo, Stefano Tasin e Nicolò Franceschetti
Waterjade Srl

Il cambiamento climatico sta provocando un aumento nella frequenza di eventi estremi, quali alluvioni e periodi siccitosi, mettendo a dura prova la capacità dei Servizi Idrici Integrati (SII) di soddisfare la domanda d'acqua. Allo stesso tempo, la Commissione europea, attraverso la Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) (nota 1) e la proposta di regolamento sulle attività di rating ambientale, sociale e di governance (ESG) (nota 2), sta chiedendo ad istituzioni e industrie di quantificare lo sforzo per la salvaguardia delle risorse naturali. In questo contesto l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ha emanato delle delibere (Delibera 442/2023/R/IDR e successive)

che richiamano i SII a controllare il proprio utilizzo di acqua in rapporto alla disponibilità a scala di bacino attraverso l'indicatore M0. L'introduzione di un indicatore con uno sguardo a tutto il bacino contribuente ha l'ottica di quantificare la pressione esistente sull'utilizzo della risorsa in una modalità coerente con le nuove direttive europee.

Cos'è il macro-indicatore M0 - Resilienza idrica?

L'indicatore M0 - Resilienza idrica (M0) è stato recentemente introdotto per valutare come un sistema idrico si adatta al cambiamento climatico e per monitorare l'efficacia del sistema di approvvigionamento idrico nel soddisfare la domanda nel territorio gestito, considerando anche usi diversi da quelli civili (nota 3).

Per far questo l'M0 mette sulla bilancia da una parte la disponibilità della risorsa, attraverso falde, invasi, corpi idrici superficia-

li, vasche di dissalazione e sistemi di riuso, dall'altra i consumi del servizio idrico integrato, incluse le perdite di rete.

ARERA ha proposto un approccio evolutivo e binario per il calcolo del M0:

- **M0a**: si tratta del rapporto tra i consumi del servizio idrico integrato, comprese le perdite di rete, e la disponibilità idrica in concessione. Il riferimento territoriale è l'ambito o sub-ambito territoriale della gestione.
- **M0b**: anche in questo caso si tratta di un rapporto tra consumi e disponibilità, tuttavia si differenzia dall'M0a in quanto estende l'ambito territoriale al Bacino Distrettuale o sub-distrettuale (nota 1). Le dotazioni idriche del territorio, sia in ambiente sotto forma di falda, sia negli invasi, sono incluse nel calcolo della disponibilità idrica. Per quanto riguarda i consumi, l'indice M0b tiene conto anche degli usi diversi da quelli civili quali l'irrigazione e i consumi industriali.

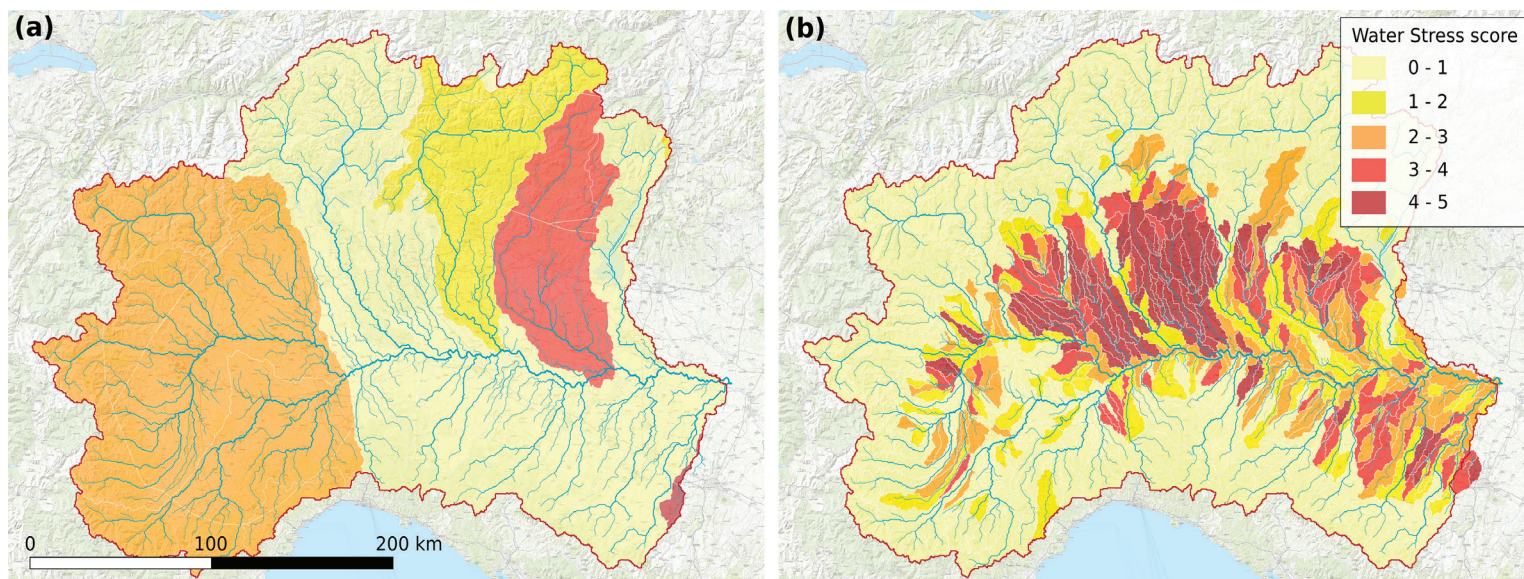


Fig. 1: Water Stress calcolato da Aqeduct (a) e Waterjade (b) nel bacino del Po

A oggi il valore di M0a è calcolato dai SII in quanto, pur nella sua complessità, richiede l'utilizzo di valori solitamente misurati e si riferisce ad un'area direttamente gestita. Per quanto riguarda invece l'indicatore M0b, il calcolo risulta particolarmente complesso in quanto occorre mettere in relazione disponibilità e consumi di acqua relativi ad un'area generalmente diversa da quella attualmente di ambito dei SII. I dati richiesti spesso sono difficili da ottenere e quantificare e occorre considerare la complessità di interazione e coordinamento con gli enti pubblici sovraordinati. Sorge quindi una domanda: esiste in letteratura un indicatore comunemente usato nella pratica che proponga un valore di stress idrico a scala di bacino simile all'M0b?

Stato dell'arte nel calcolo dello stress idrico

L'indicatore M0b proposto da ARERA trova evidenza in una pratica di uso comune in ambito industriale per il calcolo dello stress idrico (o Water Stress - WS) di un impianto industriale.

Possiamo citare due strumenti ampiamente utilizzati in ambito internazionale: il WS di Aqueduct (nota 4) (fig.1) e il Water Risk Filter (nota 5) del WWF. In particolare, il WS di Aqueduct è un importante indicatore introdotto dal World Resources Institute e sviluppato attraverso la piattaforma online Water Risk Atlas che permette di visualizzare lo stress idrico a livello globale.

Il WS descrive il livello di utilizzo delle risorse idriche in un'area, e conseguentemente quantifica la "pressione" a cui sono sottoposte tramite le attività antropiche. Per semplicità di utilizzo il WS è espresso in una scala discreta da 0 a 5, dove più alto è il valore, maggiore è la pressione sulle risorse idriche (cioè gli usi sono sproporzionati rispetto alla disponibilità).

Grazie all'accesso gratuito, all'interfaccia intuitiva e al blasone internazionale, Aqueduct viene comunemente usato nella pratica, sia in ambito pubblico che privato, per rendicontare lo stato di pres-

sione idrica di una località all'interno dei report di sostenibilità nelle normative internazionali.

Sorge allora una domanda: sarebbe possibile usare il WS di Aqueduct come "linea guida" per il calcolo di M0b? Da un punto di vista teorico la risposta è sì.

Andando ad analizzare la definizione dei due indicatori, si evince che M0b e WS sono simili in quanto entrambi mettono in rapporto i consumi con la disponibilità idrica. In particolare, il WS di Aqueduct viene definito come:

$$WS = \frac{WW}{\max(Q) - WC} \quad (1)$$

dove:

- *WW* (water withdrawal o prelievi idrici) è la sommatoria dei prelievi idrici effettuati in un'area per uso antropico (do-

mestico, irriguo, produttivo, allevamento, minerario, ecc);

- *Q* (disponibilità) è la sommatoria delle risorse idriche che vengono rigenerate tramite pioggia e deflussi superficiali nell'area;
- *WC* (water consumption) rappresenta la parte di prelievi idrici che non viene reimpressa nel ciclo (es. acqua evaporata da irrigazione).

Allo stesso modo, dalla definizione di M0b nella delibera di ARERA, usando le stesse variabili introdotte in precedenza, si ottiene:

$$M0b = \frac{WW}{Q} \quad (2)$$

Dalle formule tuttavia si evince che il passaggio tra i due indicatori non è immediato in

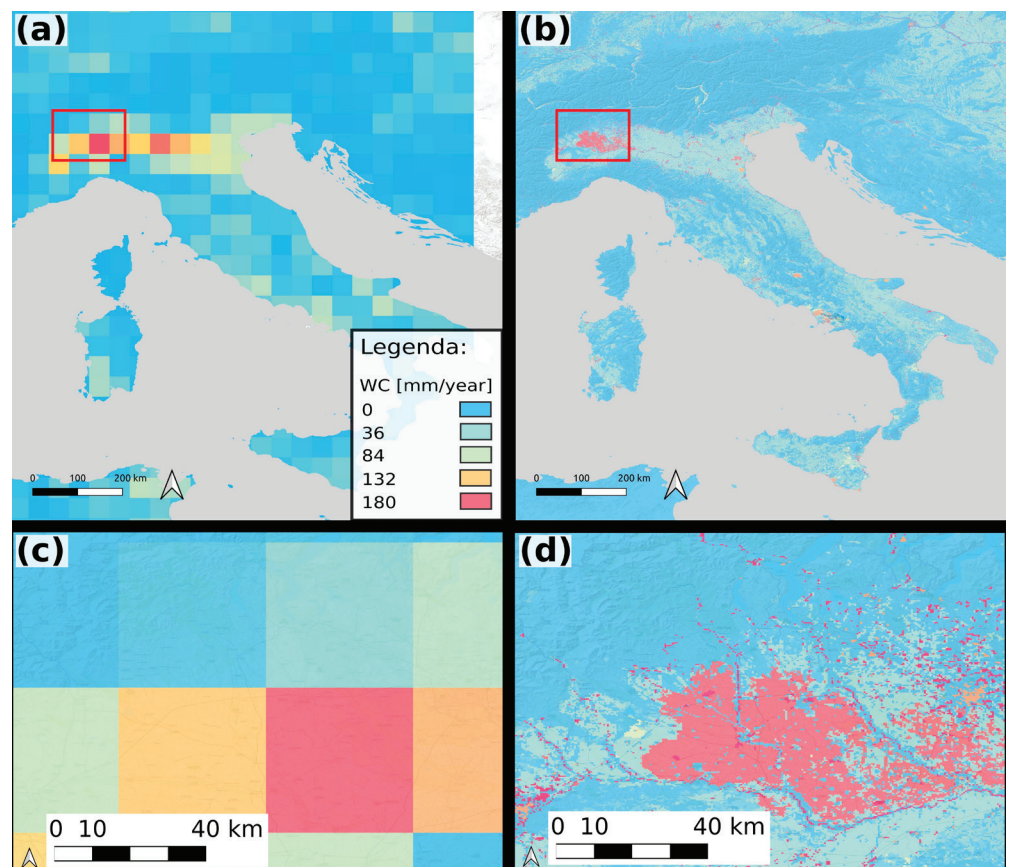


Fig.2: Consumo idrico alla risoluzione originale (a) e ottenuto tramite downscaling (b); i pannelli (c) e (d) mostrano uno zoom nelle aree rettangolari evidenziate in rosso

quanto numeratore e denominatore sono leggermente diversi. In particolare Q , secondo ARERA, oltre alle acque superficiali include gli invasi e il livello dalla falda. Inoltre, al denominatore il WS scorpora dalla disponibilità Q la quota di consumi (WC) persi per evapotraspirazione.

Infine appare evidente che, data la visione globale del prodotto di Aqueduct, la scala di riferimento del WS è generalmente regionale o addirittura nazionale.

Nella pratica una scala così grossolana rischia, in certi casi, di sovrastimare il WS locale con ricadute in termini di penalità non dovuta, in altri casi di sottostimare il WS locale con ripercussioni in termini di mancati interventi per opere di adattamento.

Di seguito viene descritta una modalità di calcolo per l'indicatore $M0b$ sperimentata dalla ditta Waterjade a partire dagli stessi dati utilizzati da Aqueduct ma ad una risoluzione di dettaglio, valevole anche su piccoli bacini, e quindi utilizzabile dai SII.

Una proposta di calcolo per l'indicatore $M0b$

Dalle formule introdotte precedentemente, dopo qualche passaggio algebrico, si ottiene:

$$M0b = WS \left(1 - \frac{WC}{Q}\right) \quad (3)$$

È quindi possibile calcolare l'indicatore $M0b$ a partire dal WS di Aqueduct. Per il calcolo del WS , al fine di permettere un confronto con Aqueduct stesso, sono stati utilizzati i dati pubblicamente disponibili e citati dallo stesso Aqueduct, opportunamente processati per permettere di aumentare la risoluzione. La metodologia è stata testata su due casi studio in Italia, differenti per località geografica ed estensione: il bacino del Po chiuso alla stazione idrometrica di Palantone e il bacino del Regi Lagni in Campania.

Disponibilità idrica (Q)

Per il calcolo della disponibilità idrica ad alta risoluzione è stata utilizzata una nuova tecnologia, chiamata Digital Twin del bacino, ossia un'architettura modellistica in grado di ricostruire il ciclo dell'acqua a scala di bacino. Essa si basa su un modello idrologico fisicamente basato (nota 6) opportunamente calibrato sui dati storici. Come una replica digitale, il modello simula la generazione del deflusso, a partire dalla precipitazione iniziale, passando per la neve stagionale, per arrivare al calco-

lo dell'infiltrazione e del contenuto accumulato nella falda. In questo modo si ottengono i volumi di disponibilità idrica nel bacino separati per tipologia di processo (neve, acqua), per il tipo di approvvigionamento (fiumi, falda) e rappresentati su una griglia di calcolo ricavata secondo la conformazione dei sottobacini con risoluzione di circa 5 km^2 .

Come dati input sono stati utilizzati i dati meteorologici di reanalisi climatica ERA5 (nota 7) la cui risoluzione spaziale è stata aumentata attraverso algoritmi di *downscaling* sulla griglia di calcolo.

Per quanto riguarda gli scenari di proiezione climatica sono stati utilizzati i dati del progetto CMIP5 (nota 8) che forniscono variabili meteorologiche secondo scenari di emissioni di CO_2 .

Domanda idrica (WW e WC)

Per definire i prelievi idrici derivati dalle attività antropiche è stato utilizzato il dataset di *Water Demand* fornito da Huang et al. (2018) (nota 9).

Esso ha un'estensione globale con campionamento mensile negli anni 1970-2010, e divide i prelievi e consumi idrici secondo il settore di riferimento. Tale dato, disponibile su una risoluzione di

N.	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivi
M0	Resilienza Idrica	A	$M0a \leq 0.4$ $M0b \leq 0.7$	mantenimento
		B	$0.4 \leq M0a \leq 0.5$ $M0b \leq 1$	+0.2% annuo
		C	$0.5 \leq M0a \leq 0.7$ $M0b \leq 1$	+0.5% annuo
		D	$0.7 \leq M0a \leq 1$ $M0b \leq 1$	+0.7% annuo
		E	$M0a \leq 1$	+1% annuo

Tab. 1: Classi di appartenenza di un Servizio Idrico Integrato secondo la delibera 541/2023/R/IDR di ARERA. A ogni classe corrisponde una percentuale di aumento annuo della disponibilità idrica prescritta

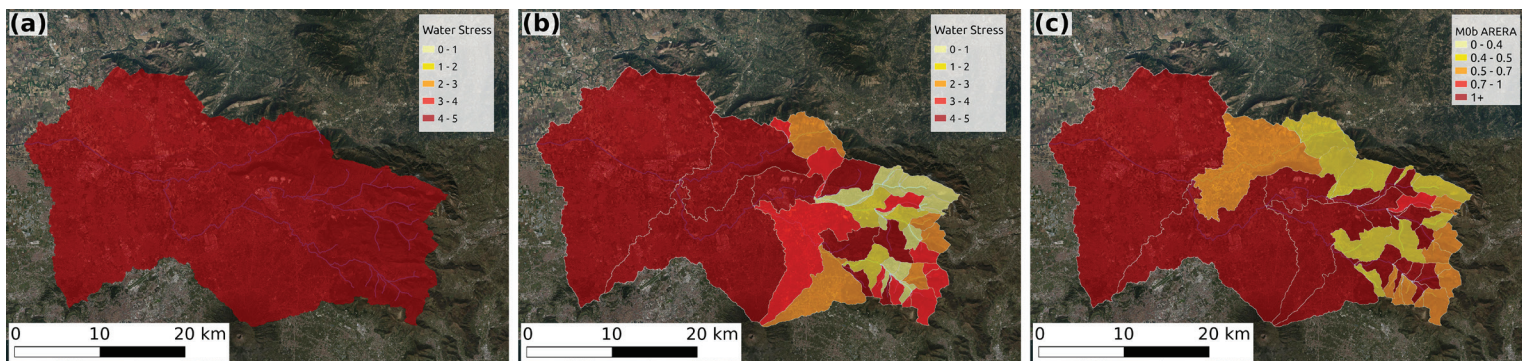


Fig.3: Previsione a Settembre 2024 di: Water Stress calcolato da Aqueduct (a), Water Stress calcolato da Waterjade (b), MOb calcolato da Waterjade, per ogni sottobacino dell'area

50x50 km, dopo un'opportuna procedura di *downscaling* è stato portato ad una scala di 500x500 m usando come base la mappa di uso del suolo Copernicus Corine Land Cover (nota 10) (fig.2).

In tal modo si rendono possibili analisi di fino intorno a un impianto o un complesso industriale.

Risultati

Il risultato del WS ad alta risoluzione viene riportato in figura 1 dove a sinistra (a) è visibile la risoluzione originaria di Aqueduct e a destra (b) il dettaglio ricavato dalla nuova metodologia "Digital Twin" ad alta risoluzione.

Si può apprezzare come Aqueduct sia caratterizzato da una risoluzione grossolana e tenda ad assegnare uno stesso valore ad ogni bacino idrografico. La nuova metodologia proposta, invece, permette di arrivare al dettaglio di piccoli bacini, evidenziando le aree dove l'attività antropica è più concentrata.

Una volta validata la procedura per il calcolo di WS è possibile utilizzare la formula (3) per ottenere il valore di MOb. In maniera simile al WS i risultati sono stati riclassificati secondo 5 classi di appartenenza (tab.1) scelte, in prima battuta, in conformità alla scala di MOa per permettere un confronto tra le due e il WS.

Come evidente in figura 3, la differenza di risoluzione nel WS tra Aqueduct (a) e la nuova metodologia (b) è netta e permette di dettagliare in modo più specifico le di-

verse caratteristiche dei bacini secondo la disponibilità e la domanda. Nella figura (c) viene riportato, con la stessa scala colore, anche il risultato di MOb. Si può notare una somiglianza in termine di variabilità ma una generale maggiore severità del WS rispetto al MOb per via del fatto che il WS, non includendo nel calcolo le acque presenti negli invasi e nella falda e scorporando l'evapotraspirazione, ha un denominatore minore.

Conclusioni

L'approccio suggerito per il calcolo di MOb si inserisce all'interno della pratica comunemente utilizzata in ambito di rendicontazione dello stress idrico e si basa sull'indicatore WS di Aqueduct.

Il calcolo viene approcciato attraverso una tecnologia innovativa, chiamata "Digital Twin", che permette di ricostruire a livello di dettaglio la disponibilità e la domanda idrica ad alta risoluzione.

La metodologia è stata applicata su due casi studio per ricavare i valori WS e di MOb.

I vantaggi sono molteplici: è possibile ottenere un calcolo speditivo di MOb in conformità alla pratica internazionale del WS ma ad una risoluzione di dettaglio per piccoli bacini, sfruttabile dai SII. Inoltre l'utilizzo di modelli di simulazione specificamente calibrati sull'area di studio permette di isolare i singoli processi, sia della domanda che della disponibilità idrica, e operare analisi "what if" per valutare ipotesi di adattamento climatico. Infine, ali-

mentando il modello con dati previsionali, ad esempio le previsioni stagionali, è possibile ottenere una stima dell'evoluzione dell'indicatore nei prossimi mesi.

Nota 1: https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en

Nota 2: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/disclosures/eu-labels-benchmarks-climate-esg-and-benchmarks-esg-disclosures_en

Nota 3: Scheda Tecnica M0-Resilienza idrica, <https://www.arera.it/fileadmin/allegati/schede/541-23st.pdf>

Nota 4: Aqueduct | World Resources Institute. <https://www.wri.org/aqueduct>

Nota 5: <https://riskfilter.org/water/home>

Nota 6: Formetta G., R. Mantilla, S. Franceschi, A. Antonello e R. Rigon (2011), The JGrass-NewAge system for forecasting and managing the hydrological budgets at the basin scale: models of flow generation and propagation/routing, *Geoscientific Model Development*, 4, 4, p. 943-955.

Nota 7: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels>

Nota 8: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/projections-cmip5-monthly-single-levels?tab=overview>

Nota 9: Huang, Z., Hejazi, M., Li, X., Tang, Q., Vernon, C., Leng, G., Liu, Y., Döll, P., Eisner, S., Gerten, D., Hanasaki, N., and Wada, Y.: Reconstruction of global gridded monthly sectoral water withdrawals for 1971–2010 and analysis of their spatiotemporal patterns, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2018

Nota 10: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>