

IL CALCOLO DELLA PORTATA E DELLA SALINITÀ DEL PO

L'ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO, CONTROLLO E L'USO DI STRUMENTI DI MODELLISTICA OPERATIVA RISULTANO INDISPENSABILI PER INFORMARE GLI ATTORI INTERESSATI E INDIVIDUARE LE AZIONI PIÙ OPPORTUNE, DA IMPLEMENTARE NEL BREVE E NEL MEDIO-LUNGO TERMINE, PER GARANTIRE GLI USI DELL'ACQUA E I SERVIZI ECOSISTEMICI CONNESSI.

Nel delta del Po, un ecosistema con caratteristiche idrauliche, morfologiche e biologiche proprie, si concretizza la transizione tra fiume e mare; in un contesto particolarmente delicato, l'acqua dolce è utilizzata per scopi potabili, agricoli, industriali e risulta fondamentale per equilibrare la salinità dell'habitat; la presenza di acqua dolce è influenzata dalla risalita del cuneo salino, particolarmente estesa in caso di magra fluviale, come nell'estate del 2022. La conoscenza e il presidio del territorio, basati su attività di monitoraggio, controllo e strumenti di modellistica operativa, risulta indispensabile per informare gli attori interessati e individuare le azioni più opportune da implementare nel breve e nel medio-lungo termine per garantire gli usi dell'acqua e i servizi ecosistemici connessi.

Il delta del Po è costituito da cinque rami principali: Goro, Gnocca, Maistra, Tolle e Po Grande-Pila, nei quali si può osservare la risalita dell'acqua salata che dipende principalmente dall'entità della portata in arrivo da monte, ripartita nei diversi rami, e dal livello del mare. In situazioni di magra fluviale, quando le portate del Po sono molto basse, e di alta marea, si osservano valori più elevati della lunghezza di intrusione del cuneo salino che possono turbare le condizioni ambientali del territorio e gli utilizzi della risorsa idrica.

La Struttura IdroMeteoClima di Arpa (Simc) ha predisposto strumenti modellistici speditivi per il calcolo della ripartizione delle portate nei rami del delta del Po e per la stima della lunghezza di intrusione del cuneo salino. Nel seguito vengono descritti tali strumenti, in particolare la metodologia sviluppata dal Servizio idrografia e idrologia regionale e le modalità in cui sono utilizzati attualmente, con un accenno a possibili sviluppi futuri.

Previsione delle portate defluenti nell'asta principale del Po

Con riferimento alla stazione idrometrica di Pontelagoscuro (FE) posta a 91 km dalla foce in mare, inserita nel sistema Dews (*Drought early warning system*), la previsione delle portate è possibile attraverso un modello idrologico (Topkapi), che simula i deflussi provenienti dai sottobacini idrografici del fiume Po, e un modello (Ribasim) che simula le portate defluenti nell'asta principale del Po a partire dal bilancio idrico, comprensivo delle falde sotterranee, dei prelievi e dei rilasci idrici. Il sistema è alimentato da previsioni e osservazioni meteorologiche in termini di temperature e precipitazioni, e consente di prevedere le portate medie giornaliere con un orizzonte di 10 giorni.

Ripartizione delle portate nei rami del delta

La ripartizione delle portate è influenzata principalmente dal ramo considerato, la cui morfologia varia nel tempo, dalle sue caratteristiche idrauliche, dall'entità del deflusso a monte del delta e dall'andamento della marea. Per conoscere l'entità della ripartizione delle portate provenienti da Pontelagoscuro nei singoli rami del delta, indispensabile per stimare la lunghezza del cuneo salino, è stato utilizzato un modello numerico (Sobek), che simula il moto idraulico a partire dalla sezione di Pontelagoscuro fino al mare Adriatico. La geometria del modello è stata costruita nel 2007 sulla base dei rilievi topografici all'epoca disponibili; sono state inoltre considerate le barriere mobili installate al fine di limitare l'intrusione marina nei rami di Tolle e Gnocca. Le condizioni al contorno del modello sono, a monte, le portate di

Pontelagoscuro e a valle, l'elevazione e il campo di moto del mare forniti dal modello oceanografico Adria Roms. La taratura del modello di ripartizione è stata effettuata utilizzando i dati sperimentali raccolti nella campagna di monitoraggio dedicata (maggio 2007) e nell'ambito della campagna sulla salinità (luglio 2017), anche sulla base dei risultati di un modello speditivo idraulico di moto permanente. La campagna di monitoraggio ha previsto la raccolta di osservazioni idrometriche alle stazioni di Ariano (Ramo di Goro), Porto Tolle (Gnocca), Ca' Venier (Maistra), Ca' Dolfin (Tolle) e Pila (Pila), e corrispondenti misure di portata effettuate contemporaneamente su tutti i rami, in continuo, durante un emiciclo di marea (circa 12 ore).

Con la successiva post-elaborazione sono state definite le equazioni (una per ciascun ramo) in base alle quali determinare, nota la portata a Pontelagoscuro, la ripartizione di portata in termini percentuali per ciascun ramo. Nel 2022 sono state eseguite misure in condizioni di magra spinta per aggiornare le scale di deflusso per il calcolo delle portate a Pontelagoscuro a partire dai livelli idrometrici rilevati dalle rete in telemisura.

Nel 2023 è stata condotta una nuova campagna di misura, con modalità analoghe a quelle della campagna dedicata del 2007 al fine di aggiornare gli studi per la conoscenza della ripartizione.

Intrusione del cuneo salino nel delta

Il fenomeno dell'intrusione salina consiste nella risalita dell'acqua marina dalla foce di un fiume, che si incunea sul fondo dell'alveo fluviale, poiché ha concentrazione salina più elevata ed è quindi più densa rispetto all'acqua dolce del fiume stesso. La salinità che si riscontra in colonna d'acqua diminuisce quindi dal fondo verso la superficie

e procedendo da valle verso a monte fino a una sezione nella quale risulta trascurabile.

Per conoscere l'andamento della salinità lungo i rami del delta, è stato utilizzato il modulo Delwaq del modello numerico Sobek che, considerando i flussi di densità, consente di risalire al profilo salino medio nelle diverse sezioni idrometriche prese in considerazione. Le condizioni al contorno del modulo Delwaq sono, a monte, la salinità dell'acqua dolce e, a valle, le condizioni di salinità fornite dal modello oceanografico Adria Roms.

È stato poi implementato un modello speditivo di moto permanente, basato sul metodo semplificato di Savenije (2005) che consente di stimare l'estensione dell'intrusione salina in condizioni di alta e bassa marea a partire dalle portate liquide defluenti nei rami del delta, nell'ipotesi che la lunghezza di intrusione massima si verifichi nella sezione con salinità media della colonna d'acqua pari a 0.5 psu (indicazioni Icrum ai fini dell'applicazione della direttiva 2000/60/CE).

La calibrazione della modellistica speditiva è stata eseguita sulla base dei risultati di due campagne di misura della salinità nel delta, effettuate nell'agosto 2007 e nel luglio 2017. Entrambe hanno previsto il rilevamento da natante del profilo verticale di salinità, in sezioni successive lungo ciascun ramo con passo 3 km, muovendosi da valle a monte alla velocità dell'onda di marea contemporaneamente sui 5 rami, in condizioni di bassa e di alta marea. La risalita lungo ciascun ramo è stata interrotta in corrispondenza di valori di salinità rilevati trascurabili.

In occasione della magra del 2022, con il supporto delle misurazioni eseguite dalla Struttura oceanografica Daphne di Arpae, si è provveduto all'aggiornamento della modellistica speditiva di Savenije a partire dai rami di Goro e Po Grande-Pila.

Utilizzo della modellistica

Attualmente la modellistica speditiva sviluppata dal Simc è utilizzata, in assenza di strumenti più dettagliati, per fornire agli attori interessati le stime aggiornate delle lunghezze di intrusione nei rami del delta.

In particolare, con riferimento alle attività dell'Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici nel distretto idrografico del fiume Po, coordinato dall'Autorità di bacino, il Servizio Idrologia e idrografia, nel contesto delle attività svolte dal Simc a supporto della Regione Emilia-Romagna (ente sottoscrittore



del protocollo d'intesa istitutivo dell'Osservatorio) e della Cabina di regia regionale sulla criticità idrica, fornisce i valori delle lunghezze di intrusione nei rami di Goro e Po Grande-Pila stimate su un orizzonte di 10 giorni.

È possibile così verificare se tali lunghezze di intrusione stimate risultino inferiori ai valori soglia individuati in corrispondenza di una portata definita a Pontelagoscuro pari a $450 \text{ m}^3/\text{s}$ come portata minima ammissibile per cui, in base agli studi condotti sulla risalita salina nell'alveo del Po, non si registrano impatti maggiori nel corpo idrico tra Pontelagoscuro e il delta del Po (Piano di bilancio idrico, Adbpo 2016).

La necessità di fissare una soglia di portata minima, sotto la quale non scendere operando principalmente sui prelievi e sui rilasci dei grandi laghi, nacque per scongiurare impatti particolarmente gravosi, come quelli patiti nell'evento siccitoso del 2003, quando il basso livello del fiume Po nel tratto interessato dalle opere di presa comportò il blocco della centrale termoelettrica di Porto Tolle causa di un colossale black-out in gran parte del Veneto.

La modellistica speditiva, pur essendo stata verificata e ricalibrata sulla base dei risultati dei campionamenti eseguiti durante le ultime campagne estive (2022 e 2023) e pur essendo ulteriormente "migliorabile" nel breve periodo, non consente il supporto della gestione operativa di situazioni di criticità alla scala locale, quali ad esempio quelle legate a un eccesso di salinità

in corrispondenza delle prese a uso idropotabile o agricolo; infatti il modello non fornisce attualmente la previsione dell'andamento della salinità lungo la verticale e, nelle sezioni in prossimità della confluenza di più rami del delta, l'incertezza previsionale risulta maggiore.

Prospettive

La modellistica gioca un ruolo fondamentale per la stima dell'intrusione salina. La metodologia di calcolo speditiva sviluppata dal Servizio Idrografia e idrologia regionale e distretto Po ha previsto: l'effettuazione di campagne di monitoraggio (misure di portata e campionamento del cuneo salino) per la taratura dei modelli; l'applicazione di un modello numerico idrodinamico per la definizione della ripartizione della portata tra i rami del delta; l'applicazione di un modello a stati permanenti per la stima della massima risalita del cuneo salino nelle diverse condizioni di marea.

In prospettiva sarà possibile avviare uno studio specifico orientato a una nuova modellazione del delta del fiume Po, nell'ambito delle attività del Gcu-m (Gruppo di coordinamento unificato magre), istituito con accordo interistituzionale al fine di gestire il sistema di modellistica per la gestione delle magre e delle risorse idriche nel distretto padano, coordinato dall'Autorità di bacino, e al quale partecipano le regioni ricadenti nel distretto. Tale studio potrebbe prevedere la

realizzazione di un modello idrodinamico aggiornato, sulla base di nuovi rilievi topografici particolarmente utile per approfondire la ripartizione delle portate nei rami del delta quando i deflussi a Pontelagoscuro scendono al di sotto di 1.000 m³/s (condizioni di “acque basse”), che potrà includere le condizioni dell’andamento di marea e anche ulteriori forzanti (vento, orientamento delle bocche di confluenza a mare, correnti costiere ecc), attualmente non considerate, qualora possano avere un effetto impattante.

Gli obiettivi di questo studio porterebbero inoltre a integrare un modulo aggiornato per la simulazione dell’intrusione salina in grado di restituire il profilo di salinità verticale nelle sezioni di interesse, anche

in considerazione delle strutture idrauliche presenti (barriere anti intrusione salina) e un nuovo modulo che tenga conto degli scambi tra acque sotterranee e acque superficiali, nonché con i terreni circostanti che consideri gli aspetti quali-quantitativi dello stato ambientale dei corpi idrici (temperatura ecc.).

Lo stesso studio potrebbe anche estendersi a ulteriori approfondimenti in merito ai valori di soglia della portata e delle corrispondenti lunghezze di intrusione salina.

Particolarmente interessante potrebbe essere lo studio della capacità di recupero, in riferimento al parametro della salinità, sia dei corpi idrici, che dei terreni interferenti, a seguito di episodi di magra significativi e ravvicinati.

Questo sistema di modelli, per il quale sarebbe fondamentale la ricerca di ulteriori informazioni a disposizione di vari enti e portatori di interessi, potrebbe essere implementato nella piattaforma Dews e integrato con i modelli previsionali disponibili (ad esempio un modello idrologico idraulico connesso a un modello di gestione della risorsa idrica) al fine di fornire informazioni operative.

Elisa Comune, Mauro del Longo, Alessio Pugliese, Giuseppe Ricciardi, Enrica Zenoni

Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna

CUNEO SALINO, L'EVENTO DI GORO

Il 26 ottobre 2023 si è tenuto a Goro (FE), nella sede della Struttura oceanografica Daphne di Arpae, il seminario “Cuneo salino nel delta del Po, stato attuale e prospettive”, con l’obiettivo di presentare gli studi tecnico-scientifici fin qui svolti in Emilia-Romagna e riflettere sulle prospettive. Molti articoli del servizio presentato nelle pagine precedenti riportano quanto presentato in quell’occasione. In questa pagina pubblichiamo alcune foto dell’evento. Tutte le foto sono di Katia Zaghini.

