

# Soluzioni per la gestione sostenibile dell'acqua nel settore agroalimentare

La gestione della risorsa idrica nel contesto delle politiche di adattamento e mitigazione richiede una visione integrata della filiera di approvvigionamento, uso e recupero e la capacità di intervenire a monte e a valle del ciclo idrico con soluzioni specifiche. Le opzioni tecnologiche ed i sistemi per il risparmio, l'efficienza ed il recupero e riciclo sono numerose ed in questo articolo sono brevemente descritte alcune delle attività di ricerca e trasferimento tecnologico svolte nella divisione che in ENEA si occupa delle filiere agroalimentari per evidenziare gli approcci sviluppati in progetti nazionali ed internazionali.

DOI 10.12910/EAI2023-018

di **Nicola Colonna**, *Divisione Biotecnologie e Agroindustria, ENEA*, **Giuseppe Di Natale**, **Ilario Piscioneri**, **Daniele Pizzichini**, **Claudio Russo**, *Laboratorio Bioprodotto e Bioprocessi, ENEA*

**L**e stime di autorevoli istituti internazionali predicono che la domanda mondiale di energia e di acqua aumenterà entro il 2050, così come incrementerà la domanda alimentare. A livello globale, è verosimile che crescita demografica, sviluppo economico e cambiamenti climatici insieme accelerino la concorrenza per l'acqua, l'energia ed il cibo e che a livello locale si creino conflitti d'uso diffusi soprattutto nei casi di carenza idrica prolungata connessa ai cambiamenti climatici.

**Il settore agroalimentare è chiamato a partecipare allo sforzo per mitigare e prevenire l'insorgere di tali fenomeni e nello stesso tempo ad adattarsi modificando colture, metodi di coltivazione e sistemi di approvvigionamento e di impiego delle risorse idriche. La filiera agroalimentare nel suo complesso, dal campo alla tavola, consuma grandi quantità di acqua di ottima qualità e vi è bisogno di mettere in atto, a monte, misure per raccogliarla e conservarla, diminuire i consumi**

**ed efficientarne l'uso e a valle, promuoverne recupero e riciclo. La fase agricola della filiera agroalimentare è quella che in modo diretto e più evidente risente degli effetti della carenza idrica e nei primi anni del nuovo millennio abbiamo osservato anche nel nostro paese il ripetersi di episodi di siccità o carenza prolungati (anni 2003, 2017, 2022). I danni provocati alla nostra agricoltura sono stati rilevanti in termini economici e sono stati osservati numerosi conflitti locali per gli usi competitivi della risorsa.**

Nella Divisione Biotecnologie ed Agroindustria di ENEA alcune linee di ricerca, sviluppate in progetti nazionali ed internazionali, affrontano alcuni dei temi rilevanti della filiera di approvvigionamento ed uso della risorsa idrica. Il filo conduttore di tali progetti è l'innovazione ed il suo trasferimento al sistema produttivo attraverso azioni di analisi, sviluppo tecnologico, test e diffusione dell'informazione tutte realizzate nell'ottica dell'interconnessione (NEXUS) tra energia, acqua e produzione di

cibo e al fine di aumentare la resilienza del nostro sistema agroalimentare. Ne descriviamo brevemente tre che sono idealmente collocabili da monte a valle e rispondono a tre differenti imperativi per una gestione sostenibile della risorsa acqua: conservare, ottimizzare, recuperare.

## Raccolta e conservazione di acque meteoriche per usi multipli

La disponibilità della risorsa idrica è strettamente connessa al contesto orografico e climatico di una specifica area ed è variabile nel tempo e nello spazio. La realizzazione e diffusione di sistemi di raccolta e conservazione idrica, di costo limitato e realizzati con tecnologie semplici, costituisce un mezzo per aumentare la resilienza dell'agricoltura in molte aree dove la scarsità idrica è una realtà o un rischio rilevante nell'immediato futuro. Tali soluzioni che ENEA ha contribuito a progettare e realizzare in Paesi in via di sviluppo nell'ambito delle attività di cooperazione internazionale con il Ministero dell'Ambiente e della Si-



Impianto fotovoltaico flottante su bacino idrico (Comunità irrigua di Merida, Extremadura, Spagna).

curezza Energetica (Krihnapillai et al., 2018), sono valide soluzioni, se opportunamente adattate, anche nel nostro paese. Il collettamento di acqua dai tetti o da superfici naturali, associato a sistemi di filtraggio e stoccaggio idrico, di diversa ampiezza e manifattura, offre una opportunità scalabile, efficace ed a basso costo, integrabile anche con sistemi di pompaggio manuali o alimentati da pannelli fotovoltaici per assicurare l'acqua nelle stagioni o nelle aree con scarsità di precipitazioni.

**I tradizionali laghetti collinari, largamente diffusi nell'Italia centrale, gli invasi artificiali o i serbatoi possono svolgere molteplici funzioni a servizio dell'impresa agricola e del territorio e contribuire alla positiva sinergia tra acqua e cibo aumentando quella sicurezza che produce certezza della produzione e stabilità economica.**

Tali sistemi, concettualmente semplici ed usati sin dai tempi antichi, possono essere aggiornati attraverso l'integrazione di tecnologie note ed affidabili come ad esempio

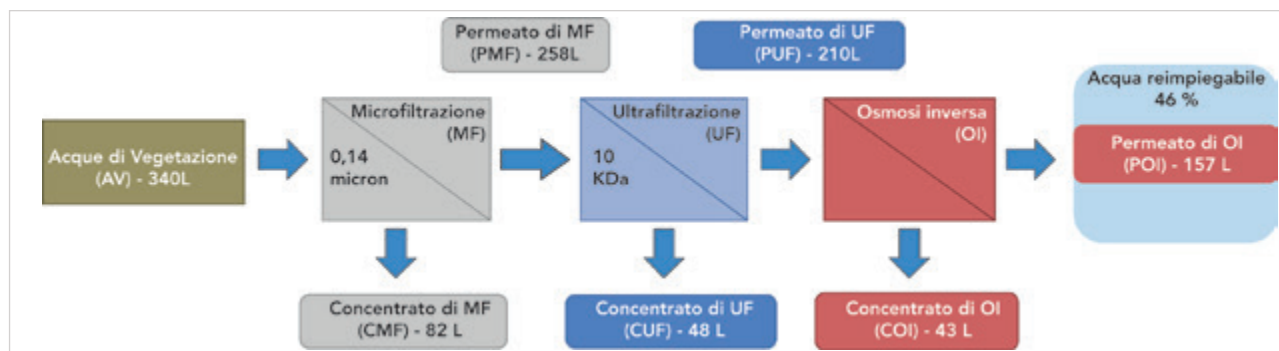
il fotovoltaico galleggiante che da una parte diminuisce l'evaporazione dell'acqua e dall'altra migliora l'efficienza di produzione dell'energia per il naturale raffreddamento dei moduli e alimenta le pompe che consentono di mettere in pressione l'acqua e distribuirla per irrigazione. Affidabilità, facilità di gestione e manutenzione, automazione e controllo a distanza sono gli elementi che consentono ad una soluzione "semplice" di fornire servizi essenziali al settore della produzione primaria.

#### Uso razionale della risorsa idrica in agricoltura

**In agricoltura, la gestione razionale della risorsa idrica è legata allo sviluppo e diffusione delle tecnologie di controllo e gestione dei sistemi di irrigazione e di fertirrigazione.** Nelle aziende agricole moderne per ottimizzare l'impiego dell'acqua è necessario implementare sistemi automatizzati di controllo dell'irrigazione **trasferendo le conoscenze e le soluzioni dal mondo della ricerca a quello dell'impresa.**

Per un'irrigazione di precisione è necessario tenere in considerazione diversi parametri tra cui le condizioni atmosferiche, la natura del substrato e le sue caratteristiche fisiche e biochimiche, la specie coltivata e la sua fase fenologica (Oliveira da Silva et al., 2020). I dati raccolti devono essere elaborati rapidamente, in tempo reale, in quanto per alcune colture (ad esempio quelle fuori suolo) sono richiesti più interventi al giorno e sbagliare la turnazione o le tempistiche può compromettere la produttività attesa.

Attualmente con tecnologie quali: sensori in grado di rilevare conducibilità e pH, previsioni meteo aggiornate in tempo reale e sistemi GIS, è possibile caratterizzare ogni territorio (azienda) e disporre di dati per elaborazioni e simulazione di scenari. Inoltre per l'acquisizione dei dati non è più necessario spostarsi fisicamente e le informazioni raccolte da sensori, droni, satelliti possono essere convogliate a distanza su smartphone, tablet o PC o resi disponibili sul cloud. Un problema



Layout di un processo di trattamento mediante tecnologie di membrana delle acque di vegetazione (Elaborato da: Russo e Pizzichini).

importante è l'interpretazione dei dati che spesso risultano in eccedenza rispetto alle necessità, a tal proposito vengono utilizzati software o app che elaborano in automatico gli indici necessari e richiedono da parte dell'agricoltore una semplice supervisione di controllo.

**Sistemi di irrigazione smart capaci di 'dialogare' con l'agricoltore, sensori hi-tech per il controllo da remoto dei parametri del suolo e protocolli di gestione idrica sono solo alcune delle novità che contribuiscono a rendere effettiva ed efficace l'agricoltura 4.0 (Giannocaro et al., 2020).** Il progetto TRAS. IRRI.MA, cui l'ENEA partecipa in Basilicata, ha proprio lo scopo di trasferire le conoscenze agli agricoltori affinché tali soluzioni siano adottate e si diffondano. Investire su tali tecnologie innovative permette di realizzare un tipo di agricoltura più vicina ai modelli gestionali tipici di altri settori produttivi ed introdurre miglioramenti continui ai fini di garantire una maggiore competitività dell'impresa ed una migliore qualità dei prodotti finali.

#### Recupero di acque di processo nel settore agroalimentare

**La gestione sostenibile della risorsa acqua, con il riutilizzo tal quale, per mezzo di soluzioni tecnolo-**

**giche o attraverso cicli di depurazione rappresenta una priorità nel settore dell'industria agroalimentare.** Tra le tecnologie separative che possono essere impiegate per trattare le acque al fine di un loro parziale o integrale riuso, le **tecnologie di filtrazione tangenziale a membrana** sono tra le più promettenti. Queste si basano sull'impiego di filtri semipermeabili attraverso i quali, sotto una forza spingente, è possibile ottenere la separazione di componenti sospese, o in soluzione, in funzione delle loro caratteristiche dimensionali e/o chimico-fisiche. Le tecnologie di membrana sono tecniche pulite, operanti senza l'utilizzo di solventi e reagenti chimici, modulari e di semplice utilizzo, con consumo energetico legato alla tipologia di processo e alle condizioni operative ma generalmente ridotto, compreso tra 1 e 7 kWh/m<sup>3</sup> prodotto.

ENEA è impegnata da anni in attività volte all'ottimizzazione del processo di produzione di acqua osmotizzata e alla definizione di processi di trattamento dei reflui agroalimentari che prevedano, a fianco dell'estrazione di componenti ad alto valore aggiunto, il recupero ed il riutilizzo dell'acqua. Presso i nostri laboratori è in corso una esperienza, nell'ambito dei progetti POC (proof of concept), tesa allo sviluppo di un

sistema di pompaggio innovativo per sistemi di dissalazione basati sull'osmosi inversa (POC 20236).

Il processo di osmosi inversa (OI) consente di rimuovere sali e contaminanti dall'acqua applicando una pressione crescente sulla soluzione da trattare (feed) spingendola sul filtro semipermeabile costituito dalla membrana stessa. Il risultato è che la quasi totalità dei soluti vengono trattenuti nella frazione del concentrato sul lato pressurizzato della membrana, mentre il prodotto, costituito dall'acqua deprivata di sali e impurezze ("permeato") può passare all'altro lato e costituisce l'acqua destinata alla potabilizzazione.

Questo processo richiede molta energia e viene realizzato tramite pompe ad alti regimi pressori (70-80 bar). Il 90% del dispendio energetico totale di tali processi è imputabile ai sistemi di pompaggio. La maggior parte dell'energia fornita al fluido, in termini di pressione e portata (~60%) viene perduta con il concentrato e per tale ragione i sistemi OI sono spesso integrati con dispositivi di recupero dell'energia (energy recovery devices, ERD). Il progetto POC si propone di realizzare un dispositivo di pompaggio originale basato su una valvola oleodinamica rotante e su un sistema di recupero energetico collegato, in grado

di recuperare l'energia dispersa nel concentrato di osmosi e restituirla al sistema di pompaggio riducendo in tal modo i consumi energetici legati alla dissalazione e alla produzione di acqua per il consumo umano.

Tra le attività svolte nel settore agroalimentare alcune tra le più significative esperienze sono state condotte nel frazionamento di reflui complessi al fine di separare composti di interesse. Nel settore lattiero caseario, ad esempio, con tecniche di filtrazione tangenziale a membrana è possibile frazionare gli "scarti" di produzione (siero di latte e/o scotta) nelle loro principali componenti: proteine, carboidrati, sali ed acqua.

Analogamente le acque di vegetazione olearie (AV), possono essere trattate con le tecnologie di membrana per recuperare la componente organica, il contenuto polifenolico e l'acqua (Pizzichini et al., 2010). In entrambi gli esempi l'acqua, "animale" dal siero/scotta o "vegetale" dalla AV, costituisce circa il 40-60% dei reflui, viene recuperata e può essere impiegata nel settore alimentare, in cicli di processo o a fini irrigui. Tali soluzioni sono ormai industrializzate e se diffuse e applicate su ampia scala oltre a garantire un recupero di composti chimici naturali, utili in vari settori merceologici, consentono un significativo risparmio idrico.

**I tre esempi di attività di sviluppo e trasferimento tecnologico in cui l'ENEA è impegnata sono la dimostrazione che la resilienza del sistema agroalimentare ai cambiamenti climatici e la risposta ai fenomeni in atto passano necessariamente dalla messa a punto di soluzioni "adatte" capaci di dare risposta alle esigenze di conservare, risparmiare e recuperare acqua lungo le filiere produttive. Tutto ciò nella convinzione che ogni attore della filiera deve essere coinvolto e messo a conoscenza al fine di implementare nella propria azienda soluzioni integrate per la miglior gestione dell'acqua.**

*per info: [nicola.colonna@enea.it](mailto:nicola.colonna@enea.it)*

#### Bibliografia

- Giannoccaro N. I., Persico G., Strazzella S., Lay-Ekuakille A., Visconti P., 2020. A System for Optimizing Fertilizer Dosing in Innovative Smart Fertigation Pipelines: Modeling, Construction, Testing and Control. Int. J. of Precision Engineering and Manufacturing. 21. 10.1007/s12541-020-00349-1.
- Krihnapillai M., Velardi M., Caminiti N.M., Colonna N., 2018. Water and food security under a climate change scenario in the Pacific Small Island Developing States. EAI, 3/2018, pp 96-101, DOI:10.12910/EAI2018-065
- Oliveira da Silva A., Aires da Silva B., Souza F. C., deAzevedo B.M., Bassoi L., Vasconcelos D., Bonfim G., Manzano J., Dos Santos. A. F., Carneiro F., 2020. Irrigation in the age of agriculture 4.0: management, monitoring and precision. Revista Ciencia Agronomica. 51. 10.5935/1806-6690.20200090.
- Pizzichini M., Russo C., Pizzichini D., Vitagliano M., 2010. New olive mill wastewater process to eliminate the environmental load and to recover several fine chemicals as poliphenols and purified water. 2nd International Conference on Hazardous and Industrial Waste Management, Volume 3, 2010.