

Giornata di studio:
Irrigazione mediante acqua desalinizzata.
Problemi e prospettive

12 febbraio 2025

Relatori

Federica Rossi e Paolo Mannini (coordinatori), Giuliano Mosca,
Marco Arcieri, Alessandra Scognamiglio, Daniele Pizzichini,
Federica Colucci, Chiara Piccini, Alessandro Zecca

Sintesi

Il cambiamento climatico, con l'incremento dei consumi d'acqua delle colture e la diminuzione e irregolarità delle piogge, sta accelerando l'esigenza di individuare nuove risorse idriche e di un ulteriore miglioramento nella gestione irrigua per ottenere le migliori produzioni col minimo quantitativo d'acqua. La riduzione delle piogge sta anche provocando una diminuzione delle portate fluviali estive con un deciso incremento delle ingressioni di acque marine nelle falde e del cuneo salino nei fiumi, con ulteriori problemi di disponibilità d'acqua idonea all'irrigazione delle colture.

La giornata di studio intende illustrare le attuali possibilità e problematiche legate all'impiego di acque desalinizzate o parzialmente desalinizzate per il loro uso irriguo in agricoltura.

FEDERICA ROSSI¹, PAOLO MANNINI¹

Introduzione ai lavori

¹ Accademia dei Georgofili

Le modificazioni climatiche in corso stanno impattando fortemente sull'agricoltura e gli ambienti naturali. L'incremento delle temperature causa una maggiore evapotraspirazione delle piante e la maggiore intensità delle precipitazioni limita le piogge utili, determinando un deciso incremento delle necessità idriche delle colture necessarie per non ridurre la loro produttività. In molte Regioni italiane l'incremento delle necessità d'acqua per l'irrigazione delle colture negli ultimi venti anni è stato stimato in circa il 25%.

Sempre più frequenti e dannose sono anche i fenomeni delle ingressioni marine saline nelle acque dolci dei fiumi e delle falde acquifere in molte regioni costiere italiane e del mondo; il processo è determinato dall'innalzamento del livello del mare in combinazione dei periodi con riduzione della portata estive dei fiumi. Il fenomeno comporta una risalita di acqua salata nel corso idrico con compromissione della qualità dell'acqua e rilevanti danni alle colture, ai terreni e alla biodiversità. La carenza di risorse idriche di buona qualità sta diventando uno dei più rilevanti problemi per affrontare l'assoluta necessità di incrementare le produzioni alimentari per l'alimentazione della popolazione che nel 2050 si stima sarà di oltre 10 miliardi di individui.

L'acqua dolce, che è già oggi l'elemento chiave per sostenere le produzioni alimentari, sarà sempre più limitata sul pianeta. Il ricorso all'utilizzazione delle acque reflue depurate è già in parte attuato, e dovrà essere sempre più impiegato assieme a una utilizzazione irrigua di precisione, alla riduzione delle perdite idriche nel trasporto dell'acqua e a una gestione agronomica efficiente e in parte attuata impiegando le tecniche dell'aridocoltura.

La forte sollecitazione verso l'individuazione di nuove risorse idriche per l'irrigazione delle colture sta aprendo la strada a considerare le varie tecnologie di desalinizzazione delle acque marine come nuova possibile fonte idrica. Come noto, i principali problemi della dissalazione sono derivanti dall'elevato costo energetico degli impianti e dalle difficoltà dovute al necessario smaltimento o riutilizzo delle salamoie generate dalla separazione dei sali dalle acque.

Nella giornata sono affrontati alcuni tasselli del complicato processo di utilizzazione delle acque desalinizzate. Processo che vede tra le prime possibili soluzioni: la parziale desalinizzazione delle acque per ridurre i costi energetici e ottenere acque valide per la loro utilizzazione, l'individuazione e utilizzo di specie e varietà resistenti a moderati livelli di salinità dell'acqua, l'impiego dell'Agrivoltaico per la fornitura di energia ai desalinizzatori classici o innovativi delle aziende agricole.

A queste prime soluzioni dovranno necessariamente poi seguire molte altre tessere di carattere agronomiche che dovranno probabilmente prevedere l'uso del miglioramento genetico convenzionale o tecnologie avanzate di ingegneria genetica (Modifica genetica OGM) o Editing genetico CRISPR-Cas9 per la modificazione mirata di geni già presenti nella pianta per aumentarne la tolleranza senza introdurre DNA estraneo.

Ongoing climatic changes are impacting strongly agriculture and natural environments. The increase in temperatures causes increased plant evapotranspira-

tion, and the increased intensity of precipitation limits useful rainfall, leading to a marked increase in the water requirements of crops needed to avoid reduced productivity. Therefore in many Italian regions the increase in the needs of water for crop irrigation in the last twenty years has been estimated in about 25 %.

Also increasingly frequent damages are the marine saline ingressions into the fresh waters of rivers and groundwater aquifers in many coastal regions of Italy and the world. The process is boosted by sea level rise in combination with periods with reduced summer flow rates of rivers. The phenomenon results in an upwelling of salt water in the watercourses with impairment of water quality and significant damage to crops, soils and biodiversity.

The shortage of good quality water resources is becoming one of the most relevant problems in addressing the absolute need to increase food production to feed a population estimated to be more than 10 billion in 2050.

Fresh water, which is already the key element in sustaining food productions, will be increasingly limited on the planet. The use of purified wastewater is already partially implemented, and such implementation will have to be furtherly increased, together with precision irrigation utilization, reduction of water losses during its transportation, and the management of agronomic efficiency, and will be partly implemented by employing arido-culture techniques.

The strong push toward finding new water resources for crop irrigation is paving the way for considering various seawater desalination technologies as a possible new water sources. As is well known, the main problems with desalination stem from the high energy cost of the plants and the difficulties due to the necessary disposal or reuse of the brines generated by the separation of salts from water.

On the day, some pieces of the complicated process of utilization of desalinated water are addressed. A process that sees among the first possible solutions: the partial desalination of water to reduce energy costs and obtain adequate waters for their use, the identification and use of species and varieties resistant to moderate levels of water salinity, the utilization of agrivoltaics for the supply of energy to classic or innovative desalinators of farms.

These initial solutions will necessarily then have to be followed by many other agronomic tools, including the use of conventional genetic improvement or advanced genetic engineering technologies (GMO Genetic Modification) or CRISPR-Cas9 Genetic Editing for targeted modification of genes already present in the plant to increase its tolerance.

GIULIANO MOSCA¹

Il cuneo salino: irrigazione con acqua parzialmente desalinizzata

¹ Accademia dei Georgofili

Il clima è di per sé una variabile in continua evoluzione e, diversamente dal passato, l'anomalia climatica che stiamo vivendo consiste nel fatto che all'aumento della temperatura talvolta non corrisponde un incremento delle piogge. Altre volte invece si raggiungono enormi quantitativi d'acqua, difficili da regimare, in brevi o brevissimi sottoperiodi.

In natura, tra i viventi, chi non è in grado di adattarsi a queste anomale variazioni climatiche prima o dopo è soggetto a soccombere!

La disponibilità d'acqua varia ogni anno, le località in emergenza idrica crescono di numero e i costi dell'acqua sono in rapido aumento.

Questa presentazione trae origine da una precedente giornata di studio dedicata al "Cambiamento climatico e risalita del cuneo salino: casi studio nell'alto Adriatico". Con la piena e fattiva collaborazione dei direttori dei principali consorzi di bonifica dell'alto Adriatico e di due valenti ricercatori specialisti del settore si è posta in luce l'importanza delle tecnologie di difesa che vengono messe in opera per contrastare il fenomeno della salinizzazione, oltre che dell'acqua anche dei terreni.

Il cuneo salino è sempre esistito ma è diventato più problematico da quando, negli ultimi anni, è penetrato di molto verso l'entroterra. Questo può avvenire per diversi fattori, naturali o antropici. Tra le cause naturali vi sono il livello del mare rispetto all'entroterra, le mareggiate e la siccità. Tra quelle antropiche il prelievo di acqua, la canalizzazione e la presenza urbana.

Le tecnologie oggi mettono a disposizione varie soluzioni per contrastare gli effetti negativi del cuneo salino. Tra queste si ricorda la progettazione di impianti per il riutilizzo dell'acqua di bonifica a fini irrigui, l'efficientamento della rete, la realizzazione di invasi e bacini di accumulo per lo stoccaggio di acqua dolce in condizioni di stress e la progettazione di nuove barriere antisale.

Da tutto ciò emerge chiaramente la necessità di una strategia globale che, attraverso la riorganizzazione delle reti, promuova le nuove opere di interclusione e le moderne tecniche di gestione della risorsa idrica, consenta di governare il fenomeno per contenere il rischio agricolo, la salvaguardia dei sistemi naturali e dell'economia turistica. Tutto ciò ancora non basta.

A integrazione della fase tecnologica si segnala anche la necessità di una oculata scelta colturale (avvicendamento colturale) e l'impiego di nuove varietà tolleranti la salinità, ottenute con opportune tecniche genomiche (Tea), oltre a una efficiente tecnica irrigua e alcune tecniche specifiche che rendono

possibile una proficua coltivazione anche in terreni a medio contenuto salino e/o con acque parzialmente salmastre.

Dissalare l'acqua anche per usi agricoli è possibile benché sia oneroso. L'Italia presenta un territorio costiero piuttosto ampio e frastagliato caratterizzato da circa 7.900 km di coste e ha un consumo di suolo pari a -20 ha/d di terreno agricolo. Quanto terreno costiero in più potremmo coltivare utilizzando acqua marina desalinizzata del tutto o anche solo parzialmente, scegliendo però le specie più adatte?

«Il tasso di libertà di un paese è inversamente proporzionale alla lunghezza dei suoi fiumi» (K. Wittfogel, filosofo tedesco vissuto per lungo tempo in Oriente). Da A. Rinaldo in *Il governo dell'acqua. Ambiente naturale e Ambiente costruito*, Marsilio, Venezia, 2009.

The climate is itself a constantly changing variable and, unlike in the past, the climatic anomaly we are experiencing consists in the fact that an increase in temperature is sometimes not matched by an increase in rainfall. At other times, instead, enormous quantities of water, difficult to regulate, are reached in short or very short sub-periods.

In nature, among living things, those who are unable to adapt to these abnormal climatic variations are liable to succumb sooner or later!

Water availability varies every year, locations in water emergency are growing in number and water costs are rising rapidly.

This presentation originates from a previous study day dedicated to 'Climate change and rising salt wedge: case studies in the Upper Adriatic'. With the full and active cooperation of the directors of the main drainage consortia in the Upper Adriatic and two talented researchers specialised in this field, the importance of the defence technologies that are implemented to counteract the phenomenon of salinisation not only of the water but also of the land was highlighted.

The salt wedge has always existed but has become more problematic since it has penetrated far inland in recent years. This can occur due to several factors, natural or man-made. Natural causes include sea level relative to the hinterland, storm surges and drought. Anthropogenic ones include water withdrawal, canalisation and urban presence.

Technologies today make various solutions available to counter the negative effects of the salt wedge. These include the design of plants to reuse reclaimed water for irrigation purposes, network efficiency, the construction of reservoirs and storage basins to store fresh water under stress conditions, and the design of new salt barriers.

From all this, it is clear that a global strategy is needed that, through the reorganisation of the networks, the promotion of new interlocking works and modern water resource management techniques, will make it possible to govern the phenomenon in order to contain the agricultural risk, safeguard natural systems and the tourist economy. All this is still not enough. In addition to the technological phase, there is also the need for a wise choice of cultivation (crop rotation) and the use of new salinity-tolerant varieties, obtained through appropriate genomic techniques (Tea), as well as an efficient irrigation technique and some specific techniques that make profitable cultivation possible even in soils with a medium saline content and/or partially brackish water.

Desalinating water also for agricultural use is possible although costly. Italy has a rather large and indented coastal territory characterised by approximately 7,900 km of coastline and has a land consumption of

of -20 hald of agricultural land. How much more coastal land could we cultivate using completely or even partially desalinated seawater, while choosing the most suitable species?

*«The rate of freedom of a country is inversely proportional to the length of its rivers» (K. Wittfogel, German philosopher who lived for a long time in the East). From A. Rinaldo in *The Governance of Water. Natural and Built Environment*, Marsilio, Venezia, 2009.*

MARCO ARCIERI¹

Utilizzo di acqua di mare desalinizzata per uso irriguo: tendenze e prospettive

¹ Presidente ICID

Negli ultimi decenni l'esigenza di soddisfare la sicurezza alimentare, da un lato, e il continuo sviluppo dell'agricoltura irrigua dall'altro, in risposta alla crescente domanda di cibo derivante da una crescita demografica incontrollata, sono stati tra i principali fattori responsabili di un incremento della domanda idrica senza precedenti, in diversi Paesi del Mediterraneo. In questi ambienti, infatti, la pressione sull'acqua sta diventando sempre più forte, portando a evidenti squilibri tra risorse rinnovabili e domanda totale da soddisfare. Peraltro, gli scenari suggeriti dal cambiamento climatico sembrano indicare che la situazione potrebbe peggiorare in futuro. Tutti questi fattori stanno spingendo la comunità scientifica verso la ricerca di approcci alternativi per l'agricoltura irrigua, favorendo l'introduzione di tecnologie innovative volte a incrementare la resilienza al progressivo depauperamento dei sistemi

idrologici naturali, favorendo l'uso dell'acqua di mare desalinizzata (DSW) anche per l'agricoltura.

Negli ultimi anni, in particolare, l'uso dell'acqua di mare desalinizzata sembra consolidare la sua rilevanza come fonte alternativa di risorsa per l'irrigazione in Paesi come Spagna e Israele, soprattutto per la produzione di colture da reddito, e il consenso degli agricoltori sembra essere in progressivo aumento. Pertanto, l'approvvigionamento idrico su larga scala con DSW sta emergendo come una fonte di risorsa alternativa per sostenere la produzione agricola, soprattutto nelle regioni costiere che più spesso affrontano condizioni di persistente scarsità d'acqua, così come nelle isole prive di adeguate risorse di acqua dolce. Di conseguenza, la sua adozione è oggi considerata una possibile soluzione al fine di garantire un adeguato approvvigionamento idrico per l'irrigazione delle colture ad alto reddito, e si prevede che questa tendenza si intensificherà nel prossimo futuro. Poiché i costi operativi e di realizzazione stanno lentamente ma progressivamente diminuendo; e soluzioni tecniche innovative viepiù migliorate stanno indicando la via da seguire (nuovi tipi di ultra membrane, innovazione dei processi di desalinizzazione, non solo basati sulla tecnologia Reverse Osmosis ma anche sulla Forward Osmosis, e così via), la DSW può senza dubbio rappresentare una possibile soluzione per garantire nuove fonti d'acqua per l'irrigazione. Inoltre, va considerato che negli ultimi decenni la crescita demografica si è verificata soprattutto lungo le coste, nel Mediterraneo ma anche nel resto del mondo, ovvero aree geografiche dove solitamente si verifica, soprattutto durante la stagione estiva, una fortissima e talvolta aspra competizione tra usi domestici, turistici e agricoli. E, non ultimo, occorre sempre tenere a mente che è esattamente qui, in queste aree, che si sta intensificando in modo allarmante il processo di introggressione del cuneo salino, conseguenza dei prelievi ripetuti e spesso incontrollati di acqua dalle falde freatiche esercitati dagli agricoltori, soprattutto durante gli anni di maggiore siccità, con effetti devastanti sugli ecosistemi locali e sull'equilibrio ambientale delle fasce costiere. Non v'è dubbio che queste e altre considerazioni potrebbero sicuramente condurre i decisori politici (oltre alle parti interessate, ovviamente) nell'immediato futuro a considerare l'adozione della DSW come una possibile strategia per garantire nuove quantità disponibili di acqua dolce e pulita per l'agricoltura, soprattutto nel difficile contesto del cambiamento climatico, vista la drammatica consapevolezza della crescente scarsità d'acqua.

La moderna dissalazione può quindi essere concepita come una valida soluzione a queste sfide, senza mai dimenticare che la DSW per uso agricolo richiede la soluzione di numerosi problemi agronomici, economici e ambientali, tra cui gli ancora elevati costi energetici, il rischio di tossicità per le colture dovuto alla presenza di metalli pesanti, il corretto smaltimento delle

salamoie e così via. Tutti questi aspetti implicano l'elaborazione di strategie di governance e gestione dell'acqua diverse dal passato. Pertanto, sebbene siano ancora necessarie una grande esperienza e ulteriori ricerche per promuovere un uso affidabile, sostenibile e redditizio della DSW nell'agricoltura irrigua, non v'è dubbio che la sua adozione potrebbe aprire la strada verso l'impiego di risorse idriche alternative per soddisfare la sempre crescente domanda di cibo in agricoltura.

In the last decades growing concerns regarding food security, on the one hand, and the continuous development of irrigated agriculture on the other, as a response to the increasing demand deriving from uncontrolled population growth, are amongst the main drivers for an unprecedented water demand upsurge in Mediterranean countries. As a matter of fact, in these regions pressure on water is becoming more and more severe, leading to imbalances between renewable resources and total demand to satisfy. Moreover, climate change perspectives suggest that the situation is likely to worsen in the future. All these factors are pushing towards the use of innovative approaches for irrigated agriculture. Thus, innovative initiatives to promote the resilience to the progressive depletion of natural hydrological systems are required, fostering the use of desalinated seawater (DSW) for agriculture.

In recent years, the use of desalinated seawater seems to be consolidating its relevance as an alternative source for irrigation, especially for cash crop production in countries such as Spain and Israel, where farmers' approval seems to be progressively increasing. Hence, large-scale supply with DSW has emerged as an alternative source of water for supporting agricultural production, especially in coastal regions facing persistent water scarcity, as well as in islands lacking fresh water resources. Consequently, its adoption is nowadays considered as a possible solution in order to guarantee adequate water supply for irrigation of high income crops, and this trend is expected to intensify in the near future. As operating and construction costs have been slowly but progressively going down, and improved technical and innovative solutions have shown the way forward (new types of ultra membranes, innovation of desalination processes, not only based on the Reverse Osmosis technology but also on the Forward Osmosis and so on), DSW can indeed represent a possible solution to guarantee new sources of water for irrigation. Moreover, demographic growth has been especially occurring along the coasts in the last decades, in Europe as well as all over the world, areas where a very strong and sometimes harsh competition between domestic and agricultural uses usually takes place, especially during the summer season. And, last but not least, the process of sea water intrusion has been alarmingly increasing in these areas, as a consequence of repeated and often uncontrolled withdrawals of water from the ground table

exerted by farmers, especially during severe drought years, with devastating effects on the local ecosystems and on the land to sea environmental balance.

There is no doubt that these and other considerations will certainly lead decision and policy makers (besides stake holders) towards considering the adoption of DSW as a possible means to guarantee new available amounts of fresh and clean water for agriculture, especially in the difficult context of climate change, as withstanding the dramatic awareness of increasing water scarcity.

Hence, modern desalination can indeed be conceived as a valid solution to these challenges, never forgetting that DSW for agricultural use requires the solution of several agronomic, economic, and environmental problems, such as the high energy costs, the risk of having crop toxicity due the presence of heavy metals, the proper disposal of the brine and so on. All of these aspects imply different water governance and management strategies. Therefore, even though a great deal of experience and further research are still required to promote reliable, sustainable, and profitable use in irrigated agriculture, there's no doubt that the adoption of DSW could lead the way ahead towards the exploitation of alternative, viable water resources for agriculture.

CHIARA PICCINI¹, ALESSANDRO ZECCA²

Azienda Sperimentale Santa Paolina CNR-IBE: prototipo di dissalatore, obiettivi, tecnologia e primi risultati di resa

¹ CNR - Istituto per la BioEconomia

² Project Manager Planet S.r.l

Fondata nel 1966 a Follonica, l'Azienda Agricola Sperimentale Santa Paolina è un centro di innovazione per l'agricoltura italiana che supporta gli agricoltori, promuove la ricerca scientifica e preserva la biodiversità.

Oggi, si trova ad affrontare sfide crescenti come il cambiamento climatico e la scarsità d'acqua. La Toscana, specialmente le zone costiere e le isole, è vulnerabile al problema dell'intrusione marina e della salinizzazione delle falde acquifere. Affrontare queste problematiche richiede un approccio olistico che combini ricerca scientifica, innovazione tecnologica e gestione sostenibile delle risorse. Presso l'azienda si stanno portando avanti diverse iniziative in questa direzione.

Un'area chiave di ricerca a Santa Paolina si concentra sull'identificazione di cultivar di olivo resistenti alla siccità con minori esigenze idriche. La vasta collezione olivicola presente presso l'azienda, con oltre 1000 accessioni, rappresenta un patrimonio prezioso per identificare varietà più resilienti.

Inoltre, Santa Paolina ospita un prototipo di dissalatore a basso consumo energetico, nell'ambito del progetto europeo INNO4CFIs, che promuove approcci di carbon farming e modelli di business sostenibili. Elemento centrale è la Piattaforma Tecnologica Mangrove (MTP) di Planet SRL, che integra sistemi passivi di desalinizzazione solare, moduli di coltivazione verticale e tecnologia IoT, in grado di minimizzare l'uso di fertilizzanti e ridurre il consumo idrico fino al 70%.

Founded in 1966 in Follonica, the Santa Paolina Experimental Agricultural Company has long been a hub for Italian agricultural innovation, supporting farmers, advancing research, and preserving biodiversity.

Today, it faces increasing challenges, including climate change and increasing water scarcity. Tuscany, particularly its coastal areas and islands, is susceptible to seawater intrusion and groundwater salinization, known as the salt wedge. Addressing these issues requires an integrated approach combining scientific research, technological innovation and sustainable resource management, a strategy which Santa Paolina is pursuing through several initiatives.

A key area of research at Santa Paolina focuses on identifying drought-resistant olive cultivars with lower water needs, and its extensive olive collection, with over 1,000 accessions, serves as a valuable genetic reservoir for selecting resilient varieties.

Additionally, Santa Paolina hosts a low-energy desalination prototype as part of the European INNO4CFIs project, which promotes carbon farming and nature-based business models. A core element is the Mangrove Technology Platform (MTP) by Planet SRL, which integrates passive solar desalination systems, vertical farming modules, and IoT technology, capable of minimizing fertilizer use and reducing water consumption by up to 70%.

