



GLI INTERVENTI SULLE INFRASTRUTTURE IRRIGUE PER UNA GESTIONE PIÙ EFFICIENTE DELLA RISORSA IDRICA

a cura di
Marianna Ferrigno



GLI INTERVENTI SULLE INFRASTRUTTURE IRRIGUE PER UNA GESTIONE PIÙ EFFICIENTE DELLA RISORSA IDRICA

a cura di **MARIANNA FERRIGNO**



Rapporto di ricerca realizzato nell'ambito del progetto SMACC "Ricerca e supporto istituzionale in merito alle misure di adattamento ai cambiamenti climatici" – Linea di intervento 1.3, attuato dal CREA e finanziato dal MASAF nell'ambito dell'Assistenza tecnica al Piano Sviluppo e Coesione - Responsabile: Marianna Ferrigno (CREA PB)

Il Rapporto è a cura di Marianna Ferrigno

I singoli contributi alla stesura del testo sono di:

Introduzione: Marianna Ferrigno, Silvia Chiappini (CREA PB)

Capitolo 1: Silvia Chiappini (CREA PB)

Capitolo 2: Silvia Chiappini, Marianna Ferrigno (CREA PB)

Capitolo 3: Luca Adolfo Folino, Massimo Tropeano (CREA PB)

Capitolo 4: Myriam Ruberto (CREA PB)

Capitolo 5: Massimo Tropeano, Luca Adolfo Folino (CREA PB)

Conclusioni: Myriam Ruberto, Marianna Ferrigno (CREA PB)

Coordinamento dei contributi e revisione testi: Silvia Chiappini, Olga Addimanda e Luca Adolfo Folino

Elaborazioni cartografiche: Marica Furini e Fabrizio Luigi Tascone

Coordinamento editoriale: Benedetto Venuto

Grafica e impaginazione: Sofia Mannozi

Pur restando degli autori la responsabilità di quanto scritto, si ringraziano Raffaella Zucaro (Consorzio CER) e Catia Zumpano (CREA PB) per gli utili suggerimenti di revisione del testo.

Si ringraziano i Consorzi di bonifica dei casi studio analizzati per la validazione delle informazioni riportate.

Foto di copertina: immagine generata con AI Google Gemini.

ISBN 9788833854755

Prefazione MASAF

L'incertezza climatica, la crescente frequenza di eventi siccitosi e l'aumento delle pressioni sui corpi idrici rendono la gestione sostenibile della risorsa idrica una sfida decisiva per l'agricoltura italiana.

La Direttiva Quadro sulle Acque e la più recente Strategia europea per la resilienza idrica impongono di tradurre gli obiettivi di sostenibilità ed efficienza idrica in azioni concrete e misurabili.

Nel contesto irriguo nazionale, dove oltre la metà dell'acqua è distribuita alle aziende da Enti irrigui, la modernizzazione e la corretta gestione delle infrastrutture irrigue collettive assume un ruolo centrale per garantire sicurezza alimentare, sostenibilità ambientale e resilienza dei territori.

Nell'ambito delle proprie competenze, il Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste ha da tempo avviato, con differenti risorse nazionali e unionali e beneficiando del costante supporto tecnico-scientifico del CREA, una strategia di lungo periodo per l'ammodernamento degli schemi irrigui collettivi, l'incremento della disponibilità idrica e il miglioramento dell'efficienza infrastrutturale e gestionale, nel rispetto delle specificità territoriali.

La diversità dei contesti dell'agricoltura irrigua italiana, caratterizzati dalla compresenza di aree di pianura, ambiti collinari, zone costiere interessate da fenomeni di salinizzazione e bacini idrografici soggetti a condizioni di stress idrico ha, infatti, reso necessaria l'adozione di un approccio integrato e multiobiettivo. Tale impostazione ha consentito l'attuazione di un insieme articolato di soluzioni coerenti con le differenti esigenze produttive e ambientali. L'azione strutturale è stata inoltre affiancata da un intervento normativo volto a incentivare la quantificazione degli utilizzi irrigui come presupposto di una gestione virtuosa e, conseguentemente, come elemento condizionante per l'accesso al sostegno pubblico.

Accendere un faro su questo pluralismo di approcci – e sui risultati conseguiti – è l'obiettivo di questo volume realizzato dal CREA PB nell'ambito della ormai consolidata collaborazione a supporto delle politiche per l'uso efficiente, sostenibile e produttivo delle risorse idriche in agricoltura. L'indagine intende innanzitutto valorizzare lo sforzo collettivo e la cooperazione tra il Ministero e gli Enti irrigui beneficiari, capaci di tradurre in soluzioni concrete e calibrate sui territori le opportunità offerte dalla Programmazione ministeriale.

La pubblicazione costituisce altresì un elemento di supporto al confronto con le istituzioni europee, offrendo evidenza dei fabbisogni nazionali e della capacità di attuazione delle misure previste dai programmi europei nei diversi contesti territoriali, nel rispetto degli indirizzi comuni.

Un riconoscimento ai ricercatori del CREA e agli Enti beneficiari che hanno contribuito alla redazione del volume, nell'ambito di un percorso di cooperazione istituzionale e di condivisione delle informazioni a supporto delle politiche pubbliche.

Simona Angelini

Direttore Generale della Direzione Generale dello sviluppo rurale - MASAF

Prefazione CREA

La gestione dell'acqua rappresenta una delle grandi questioni strategiche del nostro tempo. I cambiamenti climatici, la crescente frequenza e intensità degli eventi estremi, l'alternarsi di periodi siccitosi e fenomeni alluvionali, insieme alla progressiva pressione sulle risorse naturali, impongono alle istituzioni pubbliche, al mondo della ricerca e al sistema produttivo una nuova capacità di analisi, programmazione e intervento.

Per l'agricoltura italiana, l'acqua non è soltanto una risorsa naturale da tutelare. È un fattore essenziale di produzione, una condizione per la stabilità dei redditi agricoli, per la competitività delle filiere agroalimentari e per la vitalità economica e sociale di vaste aree del Paese. La sua gestione chiama pertanto in causa una pluralità di dimensioni strettamente connesse: sostenibilità ambientale, sicurezza alimentare, innovazione tecnologica, qualità delle infrastrutture, governo del territorio e capacità delle amministrazioni di assumere decisioni fondate su dati affidabili e conoscenze scientifiche solide.

È precisamente in questo spazio di intersezione tra ricerca, conoscenza e decisione pubblica che il CREA e, in particolare, il Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia sono chiamati a svolgere una funzione essenziale.

La ricerca pubblica deve certamente produrre conoscenza scientifica di qualità, ma deve anche essere capace di trasformarla in strumenti operativi per le istituzioni e per i territori. Ciò significa costruire basi informative solide, monitorare gli effetti degli investimenti, misurare i risultati delle politiche pubbliche e contribuire alla definizione di scenari che consentano di anticipare i cambiamenti anziché limitarsi a reagire alle emergenze.

Il Centro Politiche e Bioeconomia opera da tempo in questa direzione, mettendo a disposizione del Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste competenze scientifiche, strumenti di analisi e sistemi informativi a supporto della programmazione e del monitoraggio delle politiche per la gestione della risorsa idrica. Esperienze come DANIA e SIGRIAN dimostrano il valore di un patrimonio di conoscenze che non deve essere considerato come un semplice insieme di dati, ma come una vera infrastruttura pubblica della conoscenza, indispensabile per comprendere i fenomeni, orientare gli investimenti e valutarne l'efficacia.

Il progetto SMACC e il presente Rapporto si collocano pienamente all'interno di questa prospettiva. Il volume affronta il tema dell'efficientamento delle infrastrutture irrigue collettive attraverso un approccio che integra analisi scientifica, valutazione de-

gli investimenti e osservazione di casi concreti distribuiti nei diversi contesti territoriali del Paese.

Il valore del lavoro risiede anche nella capacità di superare una lettura esclusivamente tecnica dell'efficienza irrigua. Gli investimenti nelle infrastrutture idriche producono effetti che vanno oltre il perimetro fisico delle opere realizzate: incidono sulla sicurezza e sulla continuità delle produzioni, sulla qualità delle acque, sulla tutela degli acquiferi, sulla biodiversità, sulla capacità di adattamento dei territori e, più in generale, sulla tenuta economica e sociale dei sistemi agricoli.

Occorre, pertanto, sviluppare una visione sempre più sistemica. L'innovazione delle infrastrutture deve procedere insieme alla digitalizzazione delle reti, alla misurazione dei consumi, alla qualità dei dati e alla capacità di monitorare gli effetti degli investimenti nel tempo. In questa prospettiva, l'efficienza non può essere valutata soltanto attraverso la riduzione delle perdite o il risparmio della risorsa, ma deve essere considerata nella sua capacità di generare valore pubblico, ambientale, produttivo e territoriale.

Il futuro delle politiche agricole richiederà una sempre maggiore integrazione tra dati, ricerca, innovazione tecnologica e conoscenza dei territori. Il compito di un ente pubblico di ricerca è contribuire a costruire questa integrazione, garantendo autonomia scientifica, rigore metodologico e, allo stesso tempo, capacità di dialogo con le istituzioni, con il sistema produttivo e con gli attori che quotidianamente operano sui territori.

Il presente Rapporto rappresenta un esempio concreto di questo modo di intendere la ricerca pubblica: una ricerca capace di osservare, misurare e interpretare, ma anche di offrire strumenti utili alla programmazione e alla valutazione delle politiche.

Desidero, pertanto, esprimere il mio apprezzamento al gruppo di ricerca che ha realizzato questo lavoro e ringraziare il MASAF, gli Enti irrigui e tutti i soggetti istituzionali e territoriali che hanno contribuito, attraverso la condivisione di dati, esperienze e competenze, alla sua realizzazione.

La sfida che abbiamo davanti è trasformare la crescente complessità in una nuova capacità di governo dei fenomeni. Per affrontarla occorrono istituzioni competenti, ricerca di qualità e una visione capace di guardare al futuro. Il CREA Centro Politiche e Bioeconomia intende contribuire a questa sfida mettendo le proprie competenze al servizio del Paese e facendo della conoscenza uno strumento concreto per costruire politiche pubbliche più efficaci, territori più resilienti e un'agricoltura capace di coniugare competitività, sostenibilità e futuro.

Alessio Tola

Direttore del CREA Centro Politiche e Bioeconomia

Sommario

INTRODUZIONE	11
--------------	----

CAPITOLO 1

INVESTIRE SULLE RETI IRRIGUE PER LA REDDITIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELLE PRODUZIONI IRRIGUE	14
1.1 L'importanza dell'irrigazione per l'agricoltura	14
1.2 L'importanza di perseguire l'efficienza irrigua	16
1.3 Benefici indiretti su scala vasta degli investimenti per il miglioramento dell'efficienza irrigua	17

CAPITOLO 2

IL MONITORAGGIO DEGLI INVESTIMENTI IRRIGUI NEL QUADRO DI ATTUAZIONE DELLA DQA	19
2.1 La Direttiva Quadro Acque e gli obiettivi ambientali relativi alla protezione della risorsa	19
2.2 Il ruolo degli indicatori nella misurazione dell'efficientamento idrico – Il risparmio idrico conseguito dagli investimenti	23
2.2.1 <i>Il risparmio idrico nella gestione dei programmi a regia MASAF dal 2014 ad oggi</i>	23
Box 1 - Risparmio idrico potenziale in caso di investimenti in infrastrutture extra aziendali	24
2.3 Il ruolo degli indicatori nella misurazione dell'efficientamento idrico – L'area efficientata dagli interventi	26
2.4 Le banche dati a supporto del monitoraggio – DANIA e SIGRIAN	29

CAPITOLO 3

GLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO LUNGO LA CATENA DI DISTRIBUZIONE IRRIGUA	31
3.1 Gli interventi per migliorare l'efficienza di un sistema irriguo dalla fonte al campo	31

3.2 Effetti in termini di risparmio idrico conseguito – alcune statistiche	33
--	----

CAPITOLO 4

OLTRE L'EFFICIENZA IRRIGUA: I BENEFICI INDIRETTI DEGLI INVESTIMENTI IN INFRASTRUTTURE IRRIGUE	38
4.1 Efficienza irrigua: un approccio sistemico	38
4.2 Investimenti irrigui, risparmio idrico e servizi ecosistemici dell'agro-ecosistema irriguo	42
Box 2 - La classificazione CICES	42
4.2.1 Ricarica degli acquiferi	45
4.2.2 Depurazione	46
4.2.3 Supporto alla biodiversità	47
4.2.4 Servizi culturali	48
4.2.5 Contrasto alla risalita del cuneo salino	49
4.2.6 La specificità dell'agroecosistema risicolo	49
4.2.7 La regolazione del deflusso	50
4.2.8 Servizi ecosistemici dell'agroecosistema irriguo: i risultati di un'indagine presso i consorzi di bonifica e irrigazione	51

CAPITOLO 5

BENEFICI DIRETTI ED INDIRETTI DEGLI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI IRRIGUI - CASI STUDIO	54
5.1 Tipologia di interventi sulle infrastrutture irrigue	54
5.2 Gli interventi per la diversificazione delle fonti di approvvigionamento	59
5.2.1 <i>Casi studio</i>	61
<i>Consorzio di Bonifica Adige Po - Codice DANIA 05-05-5729-4141</i>	61
<i>Consorzio di Bonifica della Gallura- Codice DANIA 20-03-0067-2656</i>	62
5.3 Gli interventi di efficientamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite	63
5.3.1 <i>Casi studio</i>	64
<i>Consorzio Bonifica di Paestum - Codice DANIA 15-02-0025-3122</i>	64
<i>Consorzio della Bonifica Burana - Codice DANIA 08-05-5706-2727</i>	66
<i>Consorzio di Bonifica 1 Trapani - Codice DANIA 19-01-0028-2626</i>	68
5.4 Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo)	70

5.4.1	<i>Classificazione dei misuratori</i>	71
5.4.2	<i>Benefici conseguibili in termini di efficientamento irriguo e di risparmio idrico</i>	73
5.4.3	<i>Casi studio</i>	74
	<i>Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Ionio Catanzarese) - Codice DANIA 18-02-5716-676</i>	75
	<i>Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Tirreno Catanzarese) - Codice DANIA 18-02-5715-2762</i>	77
	<i>Consorzio di Bonifica Tevere Nera - Codice DANIA 10-04-3102-4308</i>	79
	<i>Consorzio di Bonifica Acque Risorgive - Codice DANIA 05-07-5731-2654</i>	80
	<i>Consorzio di Bonifica Territori del Mincio - Codice DANIA 03-05-5736-529</i>	82
5.5	<i>Completamento schemi irrigui per il passaggio da irrigazione autonoma collettiva</i>	84
5.5.1	<i>Casi studio</i>	85
	<i>Consorzio di Bonifica della Romagna - Codice DANIA 08-05-5708-854</i>	86
	<i>Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Bacini Settentrionali del Cosentino) - Codice DANIA 18-02-5711-467</i>	88
5.6	<i>Interventi che possono produrre effetti indiretti di efficientamento</i>	89
5.6.1	<i>Casi studio</i>	90
	<i>Consorzio di Bonifica Delta del Po – Codice DANIA 05-05-2407-280</i>	90
	<i>Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese – Codice DANIA 01-05-1236-558</i>	92
	<i>Consorzio di bonifica Lazio Sud Ovest – Codice DANIA 12-04-5796-3116</i>	95
	<i>Consorzio per la Bonifica della Capitanata - Codice DANIA 16-02-0013-3067</i>	97
	CONCLUSIONI	99
	BIBLIOGRAFIA	102
	SITOGRAFIA	114

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Esempio di individuazione dell'area attrezzata sottesa a diversi tratti di rete oggetto di intervento	29
Figura 2:	Localizzazione interventi casi studio	58
Figura 3:	Indicazione dei bacini idraulici serviti dal canale Botta Rovigata	62

Figura 4: Area d'intervento distretti irrigui di Olbia (SS)	63
Figura 5: Rete efficientata dei Reparti irrigui 4BS-5BS di località Jonta Alta in agro di Serre (SA)	66
Figura 6: Area intervento distretto irriguo Sabbioncello (MN)	68
Figura 7: Area intervento ricadente in comune di Mazara del Vallo (TP) e in comune di Castelvetro (TP)	69
Figura 8: Schema esemplificativo installazione misuratori di I, II, III e IV livello su rete in pressione	73
Figura 9: Area d'intervento compresori di Alli-Tacina e Alli-Copanello (KR)	76
Figura 10: Area d'intervento impianto Angitola (CZ)	78
Figura 11: Area d'intervento dell'impianto di irrigazione in DX e SX del fiume Nera (TN)	80
Figura 12: Area d'intervento distretto Lusore - Pionca - Distretto Muson (PD)	81
Figura 13: Area d'intervento distretto irriguo Angeli (MN)	83
Figura 14: Area d'intervento con nuova area attrezzata Pisciatello – Rubicone (FC)	87
Figura 15: Area d'intervento con nuova area attrezzata Impianto Basso Esaro (CS)	89
Figura 16: Area d'intervento Isola di Ariano (RO)	92
Figura 17: Area intervento Centro Sesia	95
Figura 18: Area d'intervento settori Barchi 1 e Barchi 2 facenti parte dell'impianto irriguo "Barchi" e "Salto di Fondi" (LT)	96
Figura 19: Area d'intervento compresorio irriguo Sinistra Ofanto (BAT)	98

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1: Frequenza delle diverse tipologie di intervento nei progetti finanziati nei recenti Piani/Programmi MASAF (n.)	34
Grafico 2: Risparmio idrico per casistica di intervento (%)	35
Grafico 3: Risparmio idrico rapportato alla superficie attrezzata (mc/ha)	36
Grafico 4: Efficacia intervento in termini di importo progetto per area attrezzata sottesa (euro/ettaro)	36
Grafico 5: Efficacia intervento in termini di metri cubi di risparmio idrico per importo progetto (mc / 1000 euro)	37

Introduzione

In un contesto segnato da crescenti sfide ambientali ed economiche, il supporto e l'accompagnamento del settore agricolo verso una gestione sostenibile delle risorse naturali è fondamentale per garantire il mantenimento del ruolo strategico della produzione agricola in Italia e del suo valore economico, sociale ed ambientale. Il susseguirsi di eventi siccitosi e di conseguenti condizioni di scarsità idrica ha portato ad una crescente attenzione verso la gestione dell'acqua intesa come risorsa essenziale per il processo produttivo, soprattutto laddove le condizioni climatiche richiedono il ricorso all'irrigazione. In questo processo, le infrastrutture irrigue rivestono un ruolo determinante, poiché permettono di rendere disponibile la risorsa idrica anche nelle aree in cui è carente o non fruibile. Negli ultimi anni, rendere più efficienti queste infrastrutture e aumentare la disponibilità di risorsa utilizzabile è diventata una priorità nelle strategie politiche nazionali ed europee, come dimostrato dallo stanziamento di fondi dedicati.

Il presente Rapporto di ricerca si propone di approfondire il ruolo strategico degli investimenti per l'efficientamento delle infrastrutture irrigue collettive (attraverso cui viene distribuita l'acqua a più della metà delle aree irrigate nazionali), analizzando le diverse tipologie di interventi lungo l'intera catena di distribuzione dell'acqua, dalla fonte fino alle aree di utilizzo finale.

L'obiettivo principale è descrivere i benefici diretti degli interventi di efficientamento sulle aree irrigue, in termini di risparmio idrico e aumento dell'efficienza, ed i benefici indiretti sul contesto circostante, come il miglioramento della disponibilità e qualità dell'acqua, la ricarica degli acquiferi, la depurazione, il supporto alla biodiversità, la fornitura di servizi culturali, il contrasto alla risalita del cuneo salino e la creazione di agroecosistemi legati all'acqua, come quelli risicoli. Si vuole dare evidenza dell'effetto di "efficientamento" di ciascuna tipologia di intervento analizzata ma anche di come l'azione congiunta di più interventi sulla stessa area attrezzata contribuisca ad incrementare il valore del risparmio idrico conseguito su quell'area ed il conseguente "livello di efficientamento" dell'intero sistema. Di tale effetto cumulativo non si può non tenere conto nel valutare i benefici di differenti piani di in-

vestimento, anche differiti nel tempo, sulle medesime aree attrezzate, per valorizzare appieno gli investimenti attuati.

Il Rapporto si basa su un'analisi teorica e bibliografica, arricchita da casi concreti di progetti finanziati e monitorati tramite la banca dati DANIA - Database Nazionale degli investimenti per l'Irrigazione e l'Ambiente - gestita dal CREA Politiche e Bioeconomia. Questa banca dati rappresenta uno strumento fondamentale per la raccolta e l'analisi delle informazioni sugli investimenti, permettendo di valutare l'efficacia degli interventi e di ottimizzare le risorse impiegate. Attraverso questo approccio, il documento mira a fornire un quadro completo e dettagliato delle strategie di investimento in irrigazione, evidenziando l'importanza di una gestione sostenibile delle risorse idriche per il mantenimento e lo sviluppo dell'agricoltura moderna.

Il rapporto apre con un capitolo in cui, dopo aver introdotto il contesto irriguo nazionale (di peculiare variabilità) e il ruolo dell'irrigazione e delle infrastrutture di distribuzione dell'acqua nel mantenere la produttività e il valore economico del comparto agricolo, viene sottolineata l'importanza di garantire un uso efficiente delle risorse idriche e la riduzione delle dispersioni tra il punto di prelievo e l'utilizzo al campo, come risposta alla duplice necessità di massimizzare la produttività dell'acqua utilizzata e ridurre le pressioni sui corpi idrici oltre che la conflittualità con gli altri usi. L'analisi, tuttavia, non prescinde dall'evidenziare come il parametro dell'efficienza irrigua non è sempre adeguato a restituire l'efficacia degli investimenti irrigui su un sistema di distribuzione complesso e fortemente interconnesso con il reticolo naturale superficiale e sotterraneo, portando all'attenzione del lettore i benefici estesi di area vasta che un intervento di efficientamento può generare nelle aree contigue a quelle di intervento.

Il secondo capitolo analizza, quindi, le modalità di monitoraggio dei Piani e Programmi di investimento attraverso l'utilizzo di due diversi indicatori, ossia il risparmio idrico conseguito dall'investimento e l'area irrigua efficientata dagli stessi. Questi parametri sono stati ampiamente utilizzati anche nell'ambito della Politica di Sviluppo Rurale e mutuati dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF) nei suoi programmi di investimento dal 2015 ad oggi. Essi consentono di restituire l'efficacia degli interventi nel ridurre la pressione sui corpi idrici nel conseguire a livello di Distretto idrografico gli obiettivi di risparmio idrico e di efficienza dell'impiego dell'acqua in agricoltura previsti dalla Direttiva Quadro Acque (e oggi fortemente richiamati dalla Strategia Europea sulla Resilienza idrica). Ne consegue l'importanza di strumenti di supporto per censire e condividere tanto i

progetti di investimento realizzati, quanto i loro parametri di monitoraggio, quali le banche dati DANIA e SIGRIAN.

Il terzo capitolo introduce le diverse e molteplici tipologie di intervento che si possono attuare per migliorare l'efficienza di un sistema irriguo dalla fonte al campo, finalizzate ad incrementare la disponibilità idrica, ridurre le perdite, migliorare la gestione del servizio irriguo alla scala di bacino o consortile. A tale ultimo scopo, è di grande rilievo la digitalizzazione delle reti irrigue per la quantificazione puntuale dell'acqua prelevata alla fonte ed utilizzata a valle, e il controllo da remoto degli organi di manovra. Alcune statistiche, elaborate sulla base dei dati DANIA, restituiscono la capacità di ciascuna tipologia di intervento nel produrre risparmio idrico, come potenziale riferimento, ad esempio, nella definizione di indicatori di performance di programmi di investimento.

Il quarto capitolo approfondisce, su base bibliografica, quanto accennato al primo capitolo in merito ai benefici indiretti che gli interventi di efficientamento delle reti irrigue possono avere al di là dell'area irrigua sottesa, laddove contribuiscono al mantenimento dei servizi ecosistemici ad esse connessi su un contesto più ampio, ad esempio riducendo i prelievi di acque sotterranee e il loro decadimento qualitativo e quantitativo, a beneficio di altri utenti e degli ecosistemi.

Il quinto capitolo approfondisce la descrizione, accennata nel terzo capitolo, delle diverse tipologie di interventi sulle infrastrutture irrigue, integrando l'analisi bibliografica con la descrizione di casi studio relativi a progetti di investimento presenti in DANIA ed in corso di attuazione da parte degli Enti irrigui nelle diverse ripartizioni geografiche d'Italia (Nord, Centro e Sud) finanziati dal MASAF. Nelle conclusioni saranno offerti al lettore spunti di riflessione per orientare gli sviluppi futuri nella valutazione degli investimenti volti all'efficientamento delle infrastrutture irrigue.

Investire sulle reti irrigue per la redditività e la sostenibilità delle produzioni irrigue

Silvia Chiappini (CREA PB)

1.1 L'importanza dell'irrigazione per l'agricoltura

Le risorse idriche sono vitali, oltre che per il mantenimento in vita degli esseri viventi e per la salute umana, anche per diversi settori produttivi, tra cui l'agricoltura. L'Italia è un Paese potenzialmente ricco di acqua grazie ad una rete idrografica che attraversa il territorio in maniera capillare. In tale contesto, si è sviluppato un forte connubio tra agricoltura ed irrigazione poiché la presenza di quest'ultima garantisce la crescita e la competitività del settore, in termini sia qualitativi che quantitativi, dato che le colture irrigue tendono a produrre rese più elevate e di migliore qualità, contribuendo così in modo più consistente al valore aggiunto complessivo del settore agricolo. L'Italia nel 2020 si è confermata al primo posto nella classifica europea con un valore aggiunto dell'agricoltura pari a 31,4 miliardi di euro (ISTAT, 2020). L'irrigazione contribuisce in modo significativo a questo risultato, considerando che nello stesso anno l'incidenza della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) irrigata sulla SAU totale era di circa il 20%, in aumento di un punto percentuale rispetto al 2018 (Manganiello & Ferrigno, 2023a). Nel Rapporto di ricerca redatto dall'INEA nel 2014 in approfondimento della condizionalità ex ante per le risorse idriche, è stata evidenziata una relazione statisticamente significativa fra il Valore Agricolo Medio (VAM) dei terreni e la possibilità di irrigarli. Dall'elaborazione dei dati è emerso che, per le colture più importanti (seminativo, frutteto, orto e prato), l'apporto irriguo è in grado di discriminare significativamente il valore del VAM. In particolare, il valore fondiario dell'irrigazione del seminativo è aumentato del 75%, quello del vigneto del 45% e quello del frutteto del 18%. Questi dati introducono una differenza fra terreni irrigui e non irrigui pari a 13,5 mila €/ha (Rosato & Rotaris, 2014). Lo studio evidenzia anche come l'irrigazione contribuisca in modo significativo al valore agricolo, e quindi al reddito, di tutte le principali colture praticate in Italia e a tutte le latitudini,

ed altresì come ne garantisca la stabilità nel tempo, diminuendo il rischio economico a livello di impresa agricola, in particolare per le colture specializzate.

In Italia, i sistemi di gestione dell'acqua irrigua si suddividono in collettivo e autonomo. Nel primo caso l'acqua è distribuita alle aziende attraverso il servizio idrico di irrigazione ad opera di Enti irrigui di natura pubblica o privata (quali i Consorzi di bonifica e irrigazione ed i Consorzi di miglioramento fondiario), le cui attività sono riconosciute di interesse pubblico. Gli Enti irrigui generalmente gestiscono l'approvvigionamento idrico da monte a valle, con prelievo di risorsa mediante opere di presa dai corpi idrici; la distribuzione dell'acqua avviene attraverso schemi idrici (mediante la rete irrigua) direttamente agli utenti (esercizio irriguo). Nell'irrigazione autonoma, definita "uso irriguo in autoapprovvigionamento", ciascun agricoltore provvede all'approvvigionamento di acqua in autonomia e sulla base di proprie concessioni a derivare: in questo caso, vi è pressoché assenza di infrastrutture irrigue di trasporto dell'acqua.

Le caratteristiche idrografiche, idrologiche ed ambientali del territorio italiano rendono la gestione e l'utilizzo dell'acqua per fini irrigui molto complessa e articolata. Nel Settentrione prevale la presenza di grandi bacini idrografici, al Centro di corsi d'acqua di medie dimensioni e, nel Mezzogiorno, corsi d'acqua irregolari a carattere torrentizio. Questo ha condotto, nel corso degli anni, verso una diversa gestione ed utilizzazione delle acque per uso irriguo, con tendenza all'irrigazione collettiva al Nord ed in alcune zone del Centro (creazione di canali di bonifica), con diffusione di irrigazione autonoma al Sud e nelle Isole (Zucaro *et al.*, 2011). Le infrastrutture irrigue risultano, quindi, fondamentali per garantire il mantenimento della capacità produttiva del settore agricolo e il valore economico derivante da esso.

Sebbene sul territorio italiano siano diffuse diverse colture redditizie che non necessitano di irrigazione, la presenza di tale pratica agricola resta comunque un fattore rilevante per i risultati economici delle aziende agricole. Basti pensare che l'Italia detiene il maggior numero di prodotti a Denominazione d'Origine Protetta (DOP) e ad Indicazione Geografica Protetta (IGP) nell'Unione Europea, cui si aggiungono le Specialità Tradizionali Garantite (STG) e i prodotti agroalimentari tradizionali. Il settore delle DOP e IGP supera i 20,2 miliardi di euro di valore alla produzione nel 2022, con un contributo al fatturato complessivo di tutto l'agroalimentare italiano pari al 20% (ISMEA & QUALIVITA, 2024). Dunque, l'importanza di queste produzioni di qualità è decisamente rilevante per lo sviluppo socioeconomico del nostro territorio, specialmente per le Regioni del Nord-Est, dove si concentra il 55% del

valore nazionale delle DOP e IGP.

In molti casi, alla base delle filiere di questi prodotti vi sono colture irrigate. In tale contesto, Buttinelli *et al.* (2024) hanno evidenziato il valore dell'acqua utilizzata per irrigare il mais, sottolineando il ruolo strategico di questa coltura in diverse filiere, in particolare nella produzione del Parmigiano Reggiano, che non consente l'utilizzo di foraggi insilati (Mantovi *et al.*, 2015). Infatti, è importante considerare, nell'ambito dell'efficienza dell'uso dell'acqua, il valore della produzione nella filiera agro-alimentare (Le Gal *et al.*, 2009), il che richiede un buon coordinamento delle risorse irrigue con le filiere (Kuper & Le Gal, 2015).

Senza l'irrigazione la produzione subirebbe una consistente riduzione, con conseguenti perdite economiche; la questione è ancora più rilevante se si considera che, a causa della crescente siccità, anche colture che in passato non necessitavano di irrigazione, oggi richiedono interventi irrigui per evitare stress idrico (Columba & Altamore, 2010; Giannoccaro *et al.*, 2019; Ruberto *et al.*, 2022). Garcia Leon *et al.*, (2021) hanno stimato che i danni totali causati dalla siccità agricola possono variare dallo 0,01 allo 0,10% del PIL italiano, cioè da circa 0,55 a 1,75 miliardi di euro. Questi danni si estendono al di là del settore agricolo, con notevoli impatti individuati sulla produzione dell'industria alimentare e sui servizi all'ingrosso ed al commercio. Inoltre, la perdita di produzione agricola individuata in condizioni di grave siccità è pari a 2 miliardi di euro (García-León *et al.*, 2021).

1.2 L'importanza di perseguire l'efficienza irrigua

Stante l'importanza dell'acqua irrigua e considerando la diminuzione delle disponibilità indotta dalle variazioni climatiche esacerbatesi negli ultimi anni (minori precipitazioni e temperature più alte inducono un fabbisogno irriguo maggiore), è dunque fondamentale garantire un uso efficiente delle risorse idriche per impiegare il quantitativo di acqua strettamente necessario alle produzioni (al netto delle inefficienze non eliminabili o utili) e ridurre le dispersioni tra il punto di prelievo e l'utilizzo al campo.

Ciò risponde innanzitutto alla necessità di massimizzare la produttività dell'acqua utilizzata (prelevare e trasportare meno acqua a parità di fabbisogno al campo e di produzione) in modo da affrontare al meglio la riduzione di disponibilità. In secondo luogo, risponde alla crescente richiesta di sostenibilità delle politiche europee ed internazionali nell'uso dell'acqua per tutti i settori di impiego (Commissione

Europea, 2007, 2013) per affrontare la siccità e la scarsità idrica (OECD, 2015, 2016), in quanto contribuisce a ridurre la pressione sui corpi idrici e la conflittualità con gli altri usi in condizioni di scarsità.

Investire, dunque, sull'efficientamento delle reti irrigue riveste fondamentale importanza per garantire la sostenibilità ambientale, economica e sociale delle produzioni e allo stesso tempo la loro stabilità e redditività nel contesto di riduzione delle disponibilità idriche indotte dai cambiamenti climatici.

In aggiunta, investire per ottenere infrastrutture efficienti significa anche contrastare la scarsità idrica, eliminando la componente di inefficienza e di carenza strutturale (di origine antropica) che amplifica la riduzione di acqua (di origine naturale) dovuta alla siccità. La scarsità idrica, infatti, intesa come domanda inevasa, può dipendere anche dalla mancanza o dall'inadeguatezza di infrastrutture adatte a immagazzinare e distribuire l'acqua, anche ove questa sia presente in quantità sufficiente (ISPRA, IRSA-CNR, 2017).

1.3 Benefici indiretti su scala vasta degli investimenti per il miglioramento dell'efficienza irrigua

Pur mantenendo la necessità di perseguire l'efficienza idrica, è importante considerare che il parametro dell'efficienza dell'uso idrico (inteso come rapporto tra la quantità di acqua effettivamente utilizzata distribuita e quella prelevata) non è esaustivo per valutare l'adeguatezza degli investimenti irrigui, data la complessità del sistema di distribuzione dell'acqua per l'irrigazione, anche in quanto rete aperta e interconnessa con il reticolo naturale superficiale e sotterraneo.

In tale ottica, gli scambi naturali tra canali irrigui e falde sotterranee o l'infiltrazione in falda legata a sistemi di irrigazione tradizionali ritenuti poco efficienti (scorrimento, sommersione) non sono sempre una perdita idrica e un'inefficienza ma spesso un vantaggio collettivo non remunerato (ricarica delle falde, contrasto al cuneo salino, ecc.). Molti ecosistemi acquatici artificiali legati all'irrigazione forniscono servizi ecosistemici (invasi, rogge, canali, fontanili) anche legati al mantenimento del paesaggio e relativa fruizione turistica, alla creazione e mantenimento di aree umide e relativa biodiversità.

Oltre agli effetti sull'area direttamente sottesa, ciascun intervento di efficientamento (infrastrutturale o gestionale che sia), può produrre degli effetti sul contesto circostante a scala di schema irriguo o di bacino in termini di miglioramento della

disponibilità di acqua, sia dal punto di vista quantitativo, sia dal punto di vista qualitativo.

La riduzione dei prelievi da falda conseguente all'efficientamento delle infrastrutture irrigue può, ad esempio, favorire il miglioramento dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei, primario serbatoio naturale di acqua, nonché il miglioramento del loro stato qualitativo laddove inducono il rallentamento della risalita del cuneo salino. Si tratta di effetti che sostengono gli obiettivi di tutela stabiliti dalla stessa Direttiva Quadro Acque (DIRETTIVA 2000/60/CE) nonché gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 legati alla qualità delle acque e all'efficienza delle infrastrutture idriche. Ciò è particolarmente vero laddove gli interventi di completamento/adeguamento delle reti e di efficientamento del servizio di gestione vanno ad incidere sull'area attrezzata già servita dalla rete di adduzione e di distribuzione irrigua consortile esistente, senza determinare un aumento dell'area irrigata (come previsto, ad esempio, nell'ambito dell'Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)).

In termini di produttività, poi, la maggiore disponibilità di acqua conseguente alla riduzione delle perdite, dà la possibilità di soddisfare il fabbisogno irriguo delle colture presenti senza incrementare i prelievi (minore acqua prelevata a parità di produzioni) e in termini di redditività, anche di mantenere colture specializzate ad alto reddito (più valore per acqua impiegata). Pertanto, dal punto di vista irriguo, nel garantire il risparmio idrico e quindi una maggiore e più costante disponibilità di acqua per l'irrigazione, gli investimenti, laddove sostenibili, contribuiscono ad aumentare la resilienza dell'agroecosistema alla siccità e alla scarsità idrica. Nel medio-lungo periodo si presentano, quindi, come misura di adattamento del settore agricolo ai cambiamenti climatici per una maggiore stabilità delle produzioni, ma anche come misura di mitigazione, favorendo la tutela dei corpi idrici direttamente e indirettamente legati agli investimenti irrigui, nonché il mantenimento dell'agro-ecosistema irriguo.

Il monitoraggio degli investimenti irrigui nel quadro di attuazione della DQA

Silvia Chiappini, Marianna Ferrigno (CREA PB)

2.1 La Direttiva Quadro Acque e gli obiettivi ambientali relativi alla protezione della risorsa

La Direttiva Quadro Acque (DQA) istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di protezione delle acque (interne, superficiali, di transizione, costiere e sotterranee), attraverso obiettivi ambiziosi che intercettano tanto il profilo ambientale quanto quello amministrativo-gestionale dell'uso della risorsa. In riferimento agli obiettivi ambientali, sono stabilite le azioni che ogni Stato Membro deve adottare per impedire il deterioramento qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee.

L'unità geografica di riferimento per l'applicazione della DQA è il Distretto Idrografico, ovvero l'area di terra e di mare costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere. Per ciascun Distretto idrografico deve essere predisposto un Piano di Gestione delle Acque (PGA) finalizzato al raggiungimento degli obiettivi ambientali stabiliti dalla Direttiva, ossia il conseguimento dello "stato buono" di tutte le acque (dapprima al 2015 poi prorogato al 2027), salvo deroghe per situazioni e motivazioni specifiche o per condizioni naturali. I PGA includono un Programma di Misure (PoM) per il raggiungimento degli obiettivi per i corpi idrici ed eventuali esenzioni, come previsto dall'articolo 11 della Direttiva, che comprende "misure di base" e "misure supplementari" messi in atto a complemento delle misure di base, con il fine di raggiungere gli obiettivi previsti dalla Direttiva. Tra le misure di base elencate dalla DQA da attuare per non compromettere la realizzazione degli obiettivi di cui all'articolo 4 (*art. 11 comma 3 punto c*), vi sono quelle volte a garantire un impiego efficiente e sostenibile dell'acqua. La Parte B dell'allegato VI fornisce, invece, un elenco non tassativo delle eventuali misure supplementari, tra cui "*misure tese a favorire l'efficienza e il riutilizzo, tra le quali l'in-*

centivazione delle tecnologie efficienti dal punto di vista idrico nell'industria e tecniche di irrigazione a basso consumo idrico". Tali misure possono riferirsi a specifici settori, oppure possono essere di tipo trasversale. Con la redazione del Piano di Gestione Acque del 2016, inoltre, sono state introdotte, come richiesto dalla Commissione Europea in fase di *Reporting WISE 2016*, le KTM (*Key Types of Measures*), ossia un elenco di tipologie di misure (in cui raggruppare le misure di base e supplementari), alle quali sono associate pressioni e misure di Piano. Le KTM individuate dal *Water Framework Directive Reporting Guidance* fanno infatti riferimento a specifici settori (ad esempio KTM 2 "Riduzione dell'inquinamento da nutrienti agricoli" e KTM 3 "Riduzione dell'inquinamento da antiparassitari agricoli") oppure a tipologie trasversali (es. KTM 23 "Misure di ritenzione naturale delle acque"). Per quanto riguarda l'aumento dell'efficienza dell'impiego della risorsa idrica, il reporting individua la KTM 8 "Efficienza idrica, misure tecniche per l'irrigazione, l'industria, l'energia e le famiglie".

Il recepimento della Direttiva all'interno del nostro ordinamento nazionale è avvenuto attraverso la *Parte Terza del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152*, che ad oggi individua sette Distretti idrografici e relative Autorità di bacino distrettuali. Secondo la norma nazionale, le Autorità di bacino distrettuali, in collaborazione con le Regioni afferenti al Distretto, redigono e aggiornano ogni sei anni il PGA, strumento operativo e gestionale per attuare una politica coerente e sostenibile della tutela delle acque, attraverso un approccio integrato dei diversi aspetti gestionali ed ecologici. In riferimento al settore agricolo, a livello nazionale, già nel 2015 è stato predisposto un Piano di Azione per l'Attuazione della DQA, rappresentando una linea guida strategica nonché una tabella di marcia per assicurare la piena attuazione delle misure di base e, ove necessario, l'attuazione di misure supplementari per il settore agricolo nel secondo ciclo di pianificazione 2015-2021.

Per quanto riguarda le misure volte a garantire un uso efficiente e sostenibile dell'acqua in agricoltura (*art. 11.3 c delle misure di base*), il Piano, in attuazione dell'Accordo di Partenariato 2014-2020¹, ha stabilito l'emanazione di *Linee Guida per la quantificazione dei volumi idrici utilizzati dagli utenti finali per l'irrigazione*. Questa azione è stata identificata come cruciale per rispettare la condizionalità ex ante relativa alle risorse idriche, in particolare per quanto riguarda l'esistenza di una

¹ Accordo di Partenariato 2014-2020: 6.1 Settore delle risorse idriche. L'Accordo di Partenariato è un documento, predisposto da ogni Stato Membro ed approvato dalla Commissione, che "definisce la strategia e le priorità di tale Stato membro nonché le modalità di impiego efficace ed efficiente dei fondi SIE al fine di perseguire la Strategia dell'Unione per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva".

politica dei prezzi dell'acqua che preveda incentivi adeguati agli utenti finali affinché utilizzino le risorse idriche in modo efficiente e contribuiscano al recupero dei costi dei servizi idrici nei vari settori di impiego dell'acqua.

In attuazione di quanto previsto, nel 2015 sono state approvate dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (D.M. MASAF del 31/07/2015) le *Linee guida nazionali per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo*. Le Linee guida indicano gli elementi minimi da monitorare (prelievi, utilizzi e restituzioni), i soggetti preposti all'acquisizione e trasmissione dei dati di monitoraggio (Enti irrigui o Regioni/Province Autonome), i metodi di quantificazione (misurazione o stima) e le scadenze temporali del monitoraggio e di trasmissione dei dati al *Sistema Informativo Nazionale per la Gestione delle Risorse idriche in Agricoltura* (SIGRIAN²), individuato come banca dati di riferimento preposta alla raccolta di tali informazioni e alla loro condivisione con le istituzioni coinvolte, a vario titolo, nella governance dell'acqua irrigua. In continuità con tale strategia, ed in attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), il 30 settembre 2022 è stato pubblicato il Decreto congiunto MASAF/MASE n. 485148 (cosiddetto Decreto SIGRIAN), recante disposizioni per la definizione dei criteri per incentivare l'uso sostenibile dell'acqua in agricoltura e per sostenere l'uso del SIGRIAN per usi irrigui collettivi e di autoapprovvigionamento³. Tale decreto prevede l'obbligo di quantificazione dei volumi come prerequisito di accesso ai finanziamenti pubblici in materia di infrastrutture irrigue. Tra le *misure supplementari*, la DQA indica quelle tese a favorire l'efficienza d'uso dell'acqua (ALLEGATO VI Parte B punto x). Con l'avvio del terzo ciclo di pianificazione della DQA 2021-2027, è stato redatto il *Manuale Operativo per l'implementazione dell'analisi economica ai sensi della DQA* (Decreto Direttoriale 6 Dicembre 2018 n. 574/STA) contenente un Catalogo delle misure di base e supplementari implementabili nei PGA classificate per KTM, e dunque aventi un potenziale impatto positivo sui corpi idrici; tale catalogo include anche gli investimenti in infrastrutture irrigue per migliorare la gestione della risorsa idrica, finanziabili con diversi piani/programmi promossi al livello nazionale e comunitario. Le azioni previste dalla DQA e dal Catalogo sono dunque state incluse nel secondo aggiornamento dei

2 Banca dati di riferimento per la raccolta dei dati relativi alla quantificazione dei volumi irrigui (<https://sigrian.crea.gov.it/>)

3 https://sigrian.crea.gov.it/wp-content/uploads/2023/03/MIPAAF_2022_0485148_Allegato_MIPAAF_2022_0485119_Allegato_20220929_PNRRM2C4_rev_signed_signed.pdf

PGA 2021-2027 (adottati nelle Conferenze Istituzionali Permanenti del 20 dicembre 2021, ed approvati con i DPCM del 13 settembre 2023 - GU Serie Generale n.214 del 13/09/2023), nell'ambito del terzo ciclo di Pianificazione della DQA, prevedendo, all'interno dei PoM, misure mirate a conseguire il risparmio idrico e ad aumentare l'efficienza dell'impiego dell'acqua in agricoltura. In linea generale, gli interventi di efficientamento delle reti sono richiamati in tutti i PGA.

Di seguito, alcuni esempi di misure contenute nei PGA dei Distretti Idrografici che prevedono interventi di efficientamento delle reti e dove, in alcuni casi, viene espressamente richiamato il loro finanziamento tramite programmi di intervento del MASAF (Programma di Sviluppo Rurale Nazionale, PNRR, ecc.):

- *Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale*: misura MU.A.03 B MG.A.11 "Ammodernamento, razionalizzazione, adeguamento e potenziamento dei sistemi irrigui anche con la costruzione di nuovi impianti".
- *Distretto Idrografico della Sicilia*: misura BSt "Interventi per la riduzione delle perdite e per la manutenzione nelle reti di distribuzione".
- *Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale*: misura SBI-P2-KTM8-Regionex_00y "Efficientamento Servizio Irriguo".
- *Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale*: M0032 Azioni per migliorare l'efficienza e rendere sostenibile l'uso delle risorse idriche in agricoltura.
- *Distretto Idrografico della Sardegna*: misura Miglioramento delle reti di distribuzione; Adeguamento delle reti di distribuzione; Investimenti per il risparmio idrico e la produzione energetica da mini-idroelettrico; investimenti in sistemi di controllo e misura (dotazione degli impianti irrigui di sistemi di automazione e telecontrollo al fine di razionalizzare la pratica irrigua, eliminando sprechi e inefficienze, e misurare i volumi di acqua erogati). La fonte di finanziamento individuata è il PSRN 2014/2022.
- *Distretto Idrografico delle Alpi Orientali*: misure "SBI_PIA_040" e "SBI_PIA_004" (richiamano i progetti finanziati dal PNRR).
- *Distretto Idrografico del fiume Po*: misura "KTM08-P3-c121" (richiamano i progetti finanziati dal PNRR).

2.2 Il ruolo degli indicatori nella misurazione dell'efficiamento idrico - Il risparmio idrico conseguito dagli investimenti

Nell'ambito della Politica di Sviluppo Rurale 2014-2022, il risparmio idrico garantito da un investimento su infrastrutture irrigue esistenti è stato assunto come elemento discriminante per l'ammissibilità al finanziamento dell'investimento stesso, in quanto efficace nel perseguire gli obiettivi di tutela qualitativa e quantitativa dei corpi idrici della DQA, così come indicato all'art. 46 del Regolamento (UE) n. 1305/2013.

Secondo il documento di orientamento⁴ sull'attuazione del suddetto articolo, il concetto di "risparmio idrico (potenziale)" è stato scelto dal legislatore come equivalente di "incremento di efficienza idrica". Il Documento riporta anche le specifiche per il calcolo del risparmio idrico in caso di investimenti inseriti nell'ambito della Misura 4 del Programma di Sviluppo Rurale Nazionale 2014-2022 (PSRN) sia extra aziendali (Sottomisura 4.3) che aziendali (Sottomisura 4.1). Il risparmio idrico potenziale è definito come una riduzione, grazie all'investimento, della quantità di acqua che fluisce attraverso l'infrastruttura interessata dall'investimento, senza avere un impatto negativo sulle colture a cui l'acqua viene fornita. In caso di investimenti su infrastrutture extra aziendali esistenti, il risparmio idrico può corrispondere, ad esempio, alla riduzione delle perdite idriche per effetto di interventi di riparazione della rete (Box 1).

Le condizioni dell'articolo 46 sono state riprese, con modifiche, anche nel periodo di programmazione 2022-2027 dall'articolo 74 del Regolamento (UE) 2021/2115. Pertanto, il risparmio idrico conseguito dagli investimenti continuerà ad essere un parametro utilizzato per la programmazione e monitoraggio degli investimenti irrigui. Nel riquadro sottostante sono riportati alcuni esempi di calcolo del risparmio idrico potenziale reso possibile dall'intervento.

2.2.1 Il risparmio idrico nella gestione dei programmi a regia MASAF dal 2014 ad oggi

Le condizioni dell'articolo 46 sono state applicate nei diversi programmi gestiti dal MASAF negli ultimi anni. Lo sono state, in primo luogo, nell'ambito del finan-

⁴ Guidance document Support through the EAFRD for investments in irrigation version November 2014 - Article 46 of Regulation (EU) No 1305/2013.

Box 1 - Risparmio idrico potenziale in caso di investimenti in infrastrutture extra aziendali

(Guidance document Support through the EAFRD for investments in irrigation version November 2014 - Article 46 of Regulation (EU) No 1305/2013)

Un canale d'irrigazione che trasporta acqua per diverse aziende ha una portata d'acqua regolare, per esempio, 100.000 mc in un dato periodo. Il canale è in un pessimo stato di manutenzione e ciò comporta che 15.000 mc dei 100.000 mc vengano dispersi attraverso crepe, di modo che tale quantitativo non raggiunge mai gli utenti finali.

Potrebbe non essere possibile ridurre il livello di perdita di acqua a zero. Tuttavia, un esperto esamina il sistema e conclude che, tramite interventi di adeguamento, sarebbe possibile ridurre le perdite di acqua attraverso le crepe da 15.000 mc a 5.000 mc. Ciò significa che il flusso di acqua attraverso il canale può essere ridotto di 10.000 mc, senza che ciò abbia alcun impatto negativo sugli agricoltori da esso serviti, perché continuano a ricevere la medesima quantità di acqua.

In questo senso, 10.000 mc è il "risparmio idrico potenziale" nel periodo in questione. Espresso in termini percentuali è il 10% (10.000 mc su 100.000 mc).

ziamento di infrastrutture irrigue collettive attraverso la sottomisura 4.3 del PSRN 2014-2022 in capo al MASAF.

La Sottomisura 4.3 del PSRN ha avuto la finalità di rendere più efficiente l'uso della risorsa idrica in agricoltura incentivando: la ristrutturazione, l'ammodernamento e l'efficientamento delle reti irrigue; il miglioramento della capacità di accumulo degli invasi nonché delle modalità di gestione della risorsa idrica a fini irrigui, anche mediante l'introduzione di innovazioni tecnologiche, con il fine di contribuire sia alla competitività, sia alla sostenibilità delle produzioni agricole nazionali e delle filiere ad esse collegate.

Nella programmazione di questa Sottomisura, il risparmio idrico è stato assunto, oltre che come criterio di ammissibilità (ai sensi dell'art. 46), anche come criterio di selezione premiante, favorendo il finanziamento di investimenti in grado di garantire un maggiore risparmio idrico (oltre il minimo previsto per l'ammissibilità) ancor più se in assenza di incremento netto dell'area irrigata per effetto dell'investimento. L'analisi multicriteria applicata per la selezione degli interventi ha previsto, infatti, di assegnare fino a 35 punti (su un totale di 100) in funzione del risparmio idrico conseguito ed un punteggio premiale per interventi che non prevedessero incremento

netto della superficie irrigata, e per i quali, il risparmio idrico conseguito fosse potenzialmente destinato a rimanere nel corpo idrico anziché ad irrigare nuove aree (Ferrigno & Zucaro, 2023). Sono stati così finanziati progetti in grado di assicurare un maggior contributo al conseguimento degli obiettivi della DQA legati al risparmio idrico e quindi all'uso efficiente dell'acqua, come punto di contatto tra produttività e sostenibilità.

Tale strategia ha portato, nel 2017, alla selezione di interventi in grado di garantire un risparmio idrico complessivo di circa 240 milioni di metri cubi per ogni stagione irrigua. Solo marginalmente, i volumi di risorsa idrica risparmiati andranno ad irrigare nuove aree irrigate per effetto degli interventi, con un incremento di superficie irrigata molto contenuto e pari a poco più di 2.300 ha (Lattanzio, 2024).

Lo stesso principio è stato attuato anche nell'ambito del finanziamento di infrastrutture irrigue attraverso il Sottopiano 2⁵ del Piano Sviluppo e Coesione (PSC) del MASAF⁶, che ha fornito precise indicazioni sul calcolo del risparmio idrico derivante dalle diverse tipologie di azioni sovvenzionabili. Per gli interventi di adeguamento delle reti irrigue, in linea con la definizione del *Guidance document* (Commissione Europea, 2014), il risparmio idrico percentuale (%) è stato definito come *“il rapporto tra il risparmio idrico e il volume idrico che transita nella infrastruttura oggetto dell'intervento, come derivante da misure certificate o stima”*, dove *“il risparmio idrico è il volume (m³) calcolato come differenza tra il volume delle perdite attuali e il volume delle perdite rimanenti in seguito all'intervento in progetto”*.

Per le altre tipologie di azioni sovvenzionabili del medesimo Sottopiano (adeguamento o realizzazione di bacini per l'approvvigionamento idrico, produzione energetica da mini-idroelettrico utilizzata per il sollevamento delle acque, investimenti in sistemi di telecontrollo, o gli investimenti per il riutilizzo irriguo delle acque reflue urbane depurate), sono state specificate differenti modalità di calcolo del risparmio idrico, aderenti alla tipologia di intervento. Ad esempio, per gli investimenti in sistemi di telecontrollo, compresi i misuratori, il risparmio idrico è stato individuato come *“il minor volume transitante nella rete per effetto della più efficiente gestione a seguito dell'intervento, stimato sulla base delle differenti modalità gestionali ante e post intervento (manovre di regolazione, ecc.), anche a partire da dati validati, relativi ad analoghi interventi già attuati su aree simili in gestione allo stesso ente”*. Per quanto riguarda gli investimenti per il riutilizzo irriguo delle acque reflue urbane depurate,

5 “Interventi nel campo delle infrastrutture irrigue, bonifica idraulica, difesa dalle esondazioni, bacini di accumulo e programmi collegati di assistenza tecnica e consulenza”.

6 Decreto MASAF n. 39228 del 6/12/2019.

il risparmio idrico è equiparato al volume (mc) di acque reflue utilizzato in sostituzione di altre fonti naturali.

Anche in questo caso il *risparmio idrico prodotto dall'intervento oltre il minimo richiesto per l'ammissibilità* è stato valorizzato con punteggi premianti nella selezione dei progetti.

Infine, nella più recente programmazione dell'Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (I.4.3 M2C4), così come per gli interventi finanziati mediante il Fondo per il rilancio degli investimenti delle Amministrazioni centrali dello Stato e lo sviluppo del Paese (esercizio 2021 - Legge 178/2020), oltre a prevedere punteggi premiali per il maggiore risparmio idrico, l'aumento netto dell'area irrigata pari a zero è stato posto come condizione di ammissibilità al finanziamento⁷ (Zucaro *et al.*, 2021), garantendo che i risparmi di acqua conseguiti grazie agli interventi finanziati non fossero destinati a nuove aree irrigate (per scongiurare l'*effetto rebound*, approfondito nei capitoli successivi) e replicando, in tal modo, l'approccio utilizzato per il PSRN come pure per il PSC ad esso complementare. Questa condizione, tradotta in uno specifico criterio di ammissibilità dei progetti, è stata anche alla base dell'autovalutazione del rispetto del principio DNSH "*Do No Significant Harm*" (non arrecare un danno significativo) (2021/C58/01).

2.3 Il ruolo degli indicatori nella misurazione dell'efficientamento idrico – L'area efficientata dagli interventi

Nell'ambito della Politica di Sviluppo Rurale 2014-2022, per definire il contributo dei Programmi alla Priorità 5 – "*Incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio ad un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima*" – aspetto specifico 5a "*rendere più efficiente l'uso dell'acqua nell'agricoltura*", è stato definito l'indicatore T14 – "*percentuale di terreni irrigui che passano a sistemi di irrigazione più efficienti*".

Tale indicatore, se ben si adatta al finanziamento di sistemi di irrigazione aziendali, è meno pertinente in caso di investimenti su infrastrutture irrigue extra aziendali. In quest'ultimo caso, infatti, con gli interventi preposti non si agisce sull'efficienza del singolo sistema di irrigazione aziendale ma si va a migliorare la gestione dell'ac-

⁷ Decreto MASAF n. 299915 del 30 giugno 2021 di approvazione dei criteri di ammissibilità e selezione dei progetti presenti nella banca dati DANIA e D.D. n. 0349272 del 30/07/2021: Legge 30 dicembre 2020, n. 178. Decreto di approvazione dei criteri di ammissibilità e selezione dei progetti presenti nella banca dati DANIA per investimenti nelle infrastrutture irrigue.

qua in un'area ben più vasta del perimetro aziendale, estendendosi ad una porzione più o meno ampia dell'area consortile.

Nell'ambito del PSRN 2014-2022, ad esempio, avendo finanziato investimenti in infrastrutture irrigue extra aziendali in capo a Enti irrigui, il target è stato definito in relazione alle aree irrigate in maniera collettiva (fonte SIGRIAN), permettendo di calcolare l'incidenza degli investimenti finanziati sulla superficie di fatto potenzialmente interessata dagli interventi stessi.

L'area efficientata dagli investimenti irrigui collettivi è stata valutata anche come indicatore di performance nell'ambito dell'Investimento 4.3 della M2C4 del PNRR⁸. La misura ha previsto il finanziamento di interventi diffusi sul territorio e realizzabili nel breve-medio periodo ad integrazione ed accompagnamento all'efficientamento delle infrastrutture idriche primarie promosse dagli altri Ministeri nell'ambito della stessa componente, per favorire il migliore utilizzo delle risorse rese disponibili da tali grandi opere. Gli interventi proposti hanno riguardato la conversione dei sistemi irrigui in sistemi più efficienti, l'adeguamento delle reti di distribuzione al fine di ridurre le perdite, l'installazione di tecnologie per un uso efficiente delle risorse idriche, quali contatori e sistemi di controllo a distanza, per consentire la misurazione degli usi dell'acqua anche al fine dell'introduzione di prezzi incentivanti l'uso efficiente.

Per ogni intervento sulle reti di distribuzione è stata richiesta la presenza o l'installazione di sistemi di misurazione dell'uso dell'acqua a titolo dell'investimento. In questo caso, l'indicatore *“Area che passa a gestione più efficiente della risorsa idrica per effetto degli investimenti”* è stato definito e quantificato come *“l'area attrezzata sottesa agli interventi di efficientamento finanziati”*, rapportandolo all'area attrezzata totale nazionale come presente in SIGRIAN.

Con riferimento alle infrastrutture irrigue collettive, per *“area attrezzata”* si intende *“l'area dell'Ente/Comprensorio o Distretto irriguo SIGRIAN su cui sono presenti le opere necessarie all'esercizio della pratica irrigua”* (fonte Glossario SIGRIAN); di fatto, l'area attrezzata corrisponde all'area agricola servita dalla rete di adduzione e di distribuzione irrigua consortile e potenzialmente irrigabile grazie a tale infrastruttura. Analogamente, per *“area attrezzata sottesa agli interventi di efficientamento finanziati”* si intende la specifica porzione di area attrezzata sottesa al tratto di schema irriguo oggetto di intervento, e può coincidere o meno con l'area attrezzata sottesa

⁸ <https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-ng/it/Interventi/investimenti/investimenti-nella-resilienza-dell-agro-sistema-irriguo-per-una-migliore-gestione-delle-risorse-idriche.html>

all'intero schema irriguo, laddove gli interventi di efficientamento riguardino tutto lo schema o anche solo il suo tratto di monte, compreso il punto di prelievo.

Come sarà approfondito nel seguito, possono concorrere all'efficientamento dell'area attrezzata sottesa ad un tratto di schema irriguo gli interventi strutturali di *ammodernamento delle reti di trasporto e di distribuzione per ridurre le perdite* (a parità di acqua prelevata ne rimane di più da distribuire alle aziende), oltre che le azioni di efficientamento del servizio di gestione delle risorse idriche da parte degli Enti irrigui attraverso *l'installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (quali misuratori e sistemi di telecomando e telecontrollo)*, anche ai fini dell'introduzione di prezzi incentivanti. Tuttavia, anche interventi tesi ad *aumentare a monte la disponibilità di acqua per l'irrigazione*, ad esempio realizzando opere di accumulo (invasi e laghetti) e reti di adduzione primaria (anche di interconnessione di schemi idrici e invasi) o favorendo il ricorso a fonti alternative come i reflui urbani affinati (ove possibile in dipendenza delle colture praticate), possono contribuire ad una migliore gestione delle risorse idriche a scala di bacino idrografico, riducendo la conflittualità degli usi e il potenziale ricorso a fonti sotterranee per sopperire alla carenza idrica da fonti superficiali (Ferrigno *et al.*, 2022; Manganiello *et al.*, 2024). Le diverse tipologie di intervento possono agire singolarmente o in combinazione tra di loro, per amplificarne l'efficacia nel garantire risparmio nell'uso della risorsa.

Gli investimenti irrigui extra aziendali possono anche creare le condizioni al contorno favorevoli alla conversione aziendale verso sistemi irrigui più efficienti e l'adozione di tecniche di irrigazione di precisione (IP) (Galioto *et al.*, 2017). Le moderne tecnologie di irrigazione, infatti, sono facilmente controllabili e automatizzate, quindi più adatte all'irrigazione di precisione (Morillo *et al.*, 2015).

L'attuazione di più interventi sulla stessa area attrezzata incrementa il risparmio idrico generato su quell'area ed il conseguente "livello di efficientamento" idrico dell'intero sistema. Ferma restando l'assenza di doppio finanziamento per un medesimo intervento sulla stessa area, nel caso in cui più progetti interessino la stessa area attrezzata sottesa, ogni singolo progetto contribuirà con la propria azione all'efficientamento incrementale dell'area sottesa, aumentando il valore del risparmio idrico generato che, quindi, dovrà intendersi come somma del risparmio idrico ottenuto per mezzo di azioni diverse. Pertanto, nel calcolare l'indicatore "area efficientata" (ossia l'area attrezzata da infrastrutture irrigue interessata dai progetti finanziati che passa a gestione più efficiente della risorsa idrica per effetto delle azioni previste) è

opportuno tenere conto di tale effetto cumulativo, allo scopo di valutare i benefici di differenti progetti sulle medesime aree attrezzate, e valorizzare appieno le azioni realizzate dai diversi piani di investimento, anche attuati in momenti differenti.

A titolo esemplificativo, si riporta il caso di tre progetti che intervengono sul medesimo schema irriguo e che generano benefici in termini di risparmio idrico sull'intera area attrezzata interessata. Tali benefici si estendono progressivamente alle loro rispettive aree sottese man mano che gli stessi progetti vengono realizzati, dal momento che prevedono lo stesso set di misure di efficientamento, comprendente: i) l'installazione di misuratori di portata sulle fonti di prelievo, lungo la rete di distribuzione e presso l'utenza finale; ii) la sostituzione dei canali a cielo aperto con condotte interrato in pressione; iii) l'introduzione di sistemi irrigui ad alta efficienza (pivot, rotoirrigatori o impianti di irrigazione fissa), resa possibile dalla realizzazione di una rete di distribuzione formata da condotte in pressione idonea all'alimentazione di tali sistemi.

Ciascun progetto produce, quindi, sulla propria area sottesa un diverso e addizionale risparmio idrico dovuto all'aumento di efficienza del trasporto, della gestione e distribuzione irrigua al campo, dal momento che l'area più a valle beneficerà non solo del risparmio idrico conseguito con il proprio intervento ma anche di quello conseguito con l'intervento precedentemente realizzato a monte (vedi Figura 1). Pertanto, l'azione congiunta dei tre progetti incrementa il livello di efficienza dell'area sottesa all'intero schema irriguo.

Figura 1: Area attrezzata sottesa a diversi tratti di rete oggetto di intervento



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati SIGRIAN integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari.

2.4 Le banche dati a supporto del monitoraggio – DANIA e SIGRIAN

Le banche dati DANIA e SIGRIAN sono state sviluppate dal CREA PB con lo scopo di agevolare e coordinare il lavoro dei decisori politici e delle diverse amministrazioni na-

zionali preposte alla programmazione degli investimenti irrigui e per la gestione e tutela della risorsa idrica. Le due banche dati, tra loro strettamente connesse, definiscono, nel complesso, un sistema di conoscenze e funzionalità utile nella fase di programmazione (Zucaro *et al.*, 2021), implementazione (Ferrigno *et al.*, 2023 (a); Ferrigno *et al.*, 2023 (b)) e monitoraggio (Ferrigno *et al.*, 2022) delle politiche agricole e ambientali per le risorse idriche (Manganiello & Ferrigno, 2023c).

La banca dati DANIA raccoglie i progetti di investimento per l'irrigazione e la manutenzione del territorio in capo agli Enti irrigui (Ferrigno *et al.*, 2022). Rispetto ai parametri di monitoraggio qui trattati, DANIA consente di registrare sia il dato sul risparmio idrico conseguito (in volume e in percentuale), sia l'area attrezzata totale sottesa agli interventi, oltre che l'adempimento, da parte degli Enti irrigui, agli obblighi di quantificazione dei volumi irrigui in SIGRIAN, come istituito nelle Linee guida MASAF del 31/07/2015 e dal Decreto Interministeriale MASAF/MASE n. 485148 del 30 settembre 2022 attuato nell'ambito delle riforme previste dal PNRR (vedi anche par. 2.1). Per ogni progetto, il valore dell'area attrezzata sottesa all'intervento può essere riscontrato nel campo DANIA *"Superficie totale dell'area attrezzata sottesa all'intervento"*.

Le informazioni contenute in SIGRIAN consentono, invece, di fornire indicazioni legate al contesto generale su cui agiscono gli interventi, tra cui l'area attrezzata totale nazionale (parametro di riferimento per programmare *ex ante* e valutare *ex post* l'impatto delle Pianificazioni), le fonti di prelievo e la relativa dotazione di misuratori. Con riferimento ai singoli interventi progettuali, in SIGRIAN sono riscontrabili gli elementi dei distretti irrigui interessati dagli interventi (volume distribuito, area attrezzata e irrigata, ecc.).

Gli interventi di efficientamento lungo la catena di distribuzione irrigua

Luca Adolfo Folino, Massimo Tropeano (CREA PB)

3.1 Gli interventi per migliorare l'efficienza di un sistema irriguo dalla fonte al campo

Per efficienza di un'infrastruttura irrigua extra aziendale si intende generalmente il rapporto tra l'acqua che effettivamente arriva all'azienda per soddisfare il fabbisogno idrico delle colture e il totale della risorsa idrica prelevata a monte del sistema (da fiume, canale, invaso etc.).

Con riferimento al processo di approvvigionamento, trasporto, distribuzione ed utilizzazione dell'acqua ad uso irriguo, indicando con "V" il volume entrante in uno stadio generico del processo e con "P" le perdite nello stadio medesimo, per "efficienza irrigua" "E" si intende il rapporto:

$$E = (V - P) / V, \text{ con } (E \leq 1).$$

Il valore di "E" dipende da una serie di fattori che possono essere di tipo infrastrutturale o gestionale, quali:

- *l'obsolescenza e conseguente ammaloramento della rete irrigua di trasporto e di distribuzione* che causa perdite idriche durante il trasporto dell'acqua;
- *la tipologia di rete irrigua*; nel caso del trasporto e distribuzione dell'acqua tramite canali aperti sono presenti perdite per *evaporazione* ed in caso di canali in terra non rivestiti anche per *percolazione dal fondo e per filtrazione dalle sponde*⁹ (Tournon, 1996);
- *inefficienze gestionali* legate all'assenza di sistemi di misurazione e di telecontrollo.

Come accennato nel capitolo 1, l'incremento di efficienza di un sistema irriguo

⁹ Per una rete irrigua formata da canali in terra, l'efficienza varia tra 0,45 – 0,85; nel caso di rete con canali rivestiti varia tra 0,70 – 0,90; per condotte in pressione l'efficienza è variabile tra 0,85 – 0,95.

per effetto di un investimento viene associato in prima istanza al risparmio idrico potenziale generato dall'investimento stesso.

Pertanto, si può affermare che contribuiscono all'efficientamento dell'area attrezzata sottesa ad un tratto di schema irriguo gli interventi che prevedono il risparmio idrico, maggiormente se in assenza di aumento della superficie irrigata, e che possono prevedere diverse tipologie di azione, sia di tipo infrastrutturale che di migliore gestione del servizio irriguo, quali:

- la *diversificazione delle fonti di approvvigionamento*, agendo a monte sulle opere di accumulo (invasi) e promuovendo il riutilizzo irriguo dei reflui urbani affinati con appropriati investimenti ove compatibile con le colture in campo;
- l'*efficientamento delle reti irrigue* al fine di ridurre le perdite di rete tramite interventi di adeguamento (ammodernamento) che prevedono, ad esempio, la sostituzione di tratti di condotte ammalorate, la riconversione di canali a cielo aperto con condotte tubate, ecc.;
- il *completamento di schemi irrigui*, con l'infrastrutturazione collettiva di aree già irrigate in maniera autonoma, generalmente da pozzi (passaggio da irrigazione autonoma a collettiva), al fine di sostituire i prelievi da falda;
- l'*installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche* (ove non già presenti o non funzionanti) quali:
 - misuratori al prelievo (I e II livello),
 - misuratori lungo la rete (III livello),
 - misuratori all'utente finale (IV livello),
 - sistemi di telecomando e telecontrollo lungo la rete.

Ciascuna tipologia di intervento è suscettibile di generare risparmio idrico per effetto della riduzione delle perdite o della migliore gestione del servizio e dunque, di garantire l'efficientamento dell'area attrezzata sottesa all'intervento (area efficientata). Pertanto, l'attuazione di più interventi sulla stessa area attrezzata, anche realizzati con più progetti, in tempi e con fondi diversi, incrementa il risparmio idrico generato su quell'area ed il conseguente "livello di efficientamento" idrico dell'intero sistema.

Questa tipologia di interventi contribuisce agli obiettivi della DQA legati al risparmio idrico e all'uso efficiente dell'acqua. Infatti, a parità di prelievo, *riducendo le perdite di rete*, si consente l'afflusso di un maggiore quantitativo di acqua al campo, assicurando una maggiore disponibilità alle colture irrigue presenti. Allo stesso tempo, a parità di fabbisogno al campo, si *consente un minor prelievo irriguo* e, quindi,

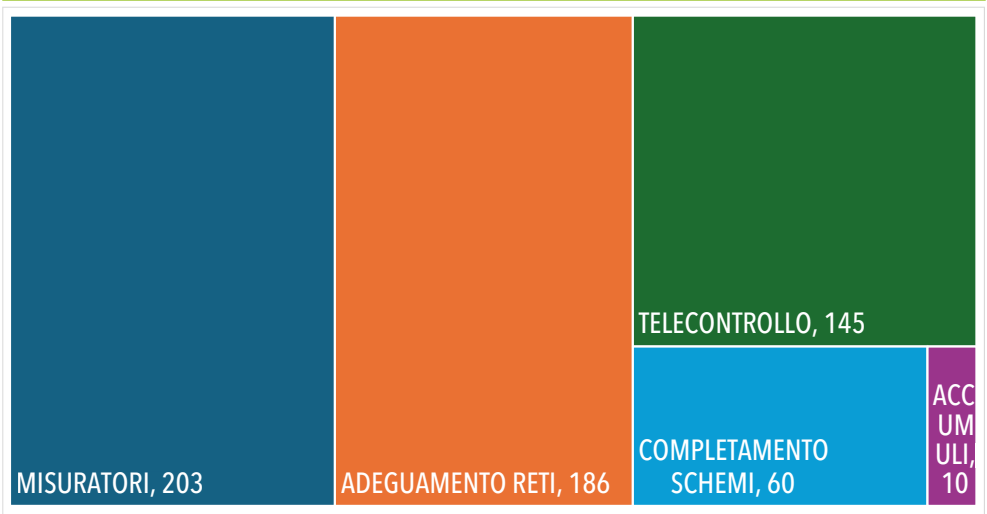
un minore impatto sui corsi d'acqua, aumentando la disponibilità di risorsa idrica per altri usi, nonché favorendo il mantenimento delle portate in alveo. Inoltre, la quantificazione puntuale dell'acqua prelevata alla fonte ed utilizzata a valle consente di migliorare la gestione delle risorse idriche rispettivamente alla scala di bacino o consortile. Tale operazione contribuisce infatti all'individuazione delle eventuali pressioni ambientali da prelievo, che è una fase fondamentale dell'analisi degli utilizzi idrici nel contesto della pianificazione a livello di distretto idrografico. In tal modo si supporta la valutazione del costo ambientale a carico degli utilizzi agricoli irrigui e le misure di mitigazione da implementare. Infine, la quantificazione dei volumi utilizzati consente di conoscere l'entità della domanda irrigua, con effetti positivi sull'efficienza gestionale del servizio di irrigazione.

3.2 Effetti in termini di risparmio idrico conseguito - alcune statistiche

La potenzialità di ciascuna tipologia di intervento nel produrre risparmio idrico può essere resa tramite le informazioni presenti nella Banca dati DANIA. Ai fini dell'analisi sono stati presi a riferimento i progetti finanziati dal MASAF nel periodo 2018-2023, a partire dal PSRN e fino ai fondi della legge di bilancio 178/2020. A ciascun progetto è stata associata una o più delle tipologie di intervento tra quelle precedentemente descritte, schematicamente indicate come *accumuli*, *adeguamento reti*, *completamento schemi irrigui*, *misuratori*, *telecontrollo* (Grafico 1).

Da una prima analisi dei dati del grafico 1, si desume che i programmi di investimento MASAF hanno soprattutto soddisfatto le richieste degli Enti irrigui di intervenire nella fase di trasporto dell'acqua irrigua (ammodernamento ed efficientamento delle reti, misuratori, telecontrollo), mentre pochi progetti sono stati proposti (e finanziati) per la realizzazione di opere di accumulo.

Grafico 1: Frequenza delle tipologie di intervento nei progetti finanziati con i recenti Piani/Programmi MASAF (n.)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024).

Successivamente, sono stati individuati i progetti attinenti ad una sola tipologia di intervento (Tabella 1), al fine di valutare, per ciascuna tipologia, il valore di risparmio idrico (%) generato e l’efficacia in termini di volume di risparmio idrico per ettaro di area attrezzata.

Tabella 1 - Numero di progetti che contengono una sola tipologia di intervento

TIPOLOGIA DI AZIONE	NUMERO PROGETTI
ADEGUAMENTO RETI	44
MISURATORI/TELECONTROLLO	49
COMPLETAMENTO SCHEMI IRRIGUI	8
ACCUMULI	3

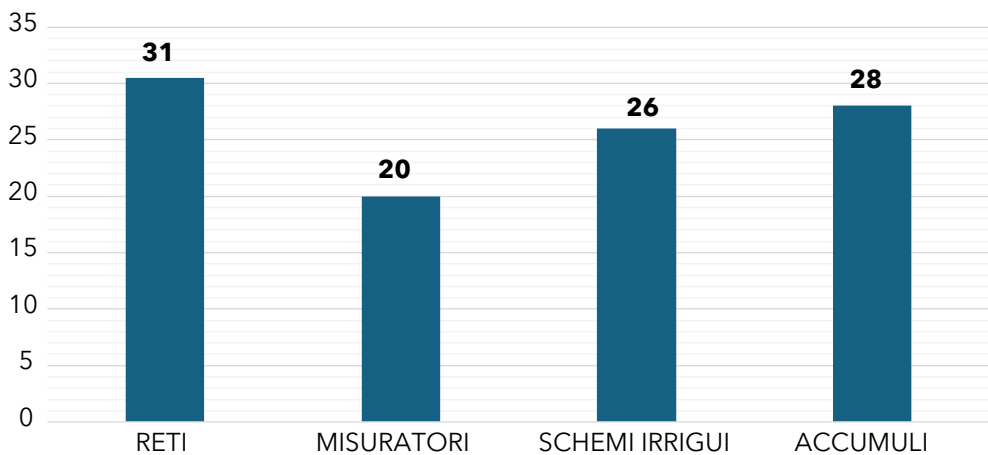
Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024)

Per il risparmio idrico, considerata la limitata numerosità del campione e l’eleva-

ta variabilità dei dati, si è scelto di adottare la mediana come misura di tendenza centrale in luogo della media aritmetica. La mediana, infatti, rappresentando il valore centrale della distribuzione, risulta meno sensibile alla presenza di *outlier* o a distribuzioni asimmetriche. Questa caratteristica la rende particolarmente adatta a fornire una stima più robusta e rappresentativa del comportamento centrale del fenomeno osservato (Ruppert *et al.*, 1987; Tukey *et al.*, 2000; Wilcox, 2012).

Come risulta evidente dal grafico 2, per i progetti di completamento di schemi irrigui (passaggio da irrigazione autonoma a collettiva), si registra un risparmio idrico percentuale del 26% circa, del 31% per gli interventi sulle reti idriche e del 20% per misuratori/telecontrollo. Gli interventi sulle opere di accumulo generano un risparmio idrico di circa il 28%. Per ciascuna tipologia di intervento, il range di risparmio idrico conseguibile è molto ampio, anche in considerazione del livello di efficienza della rete preesistente all'intervento.

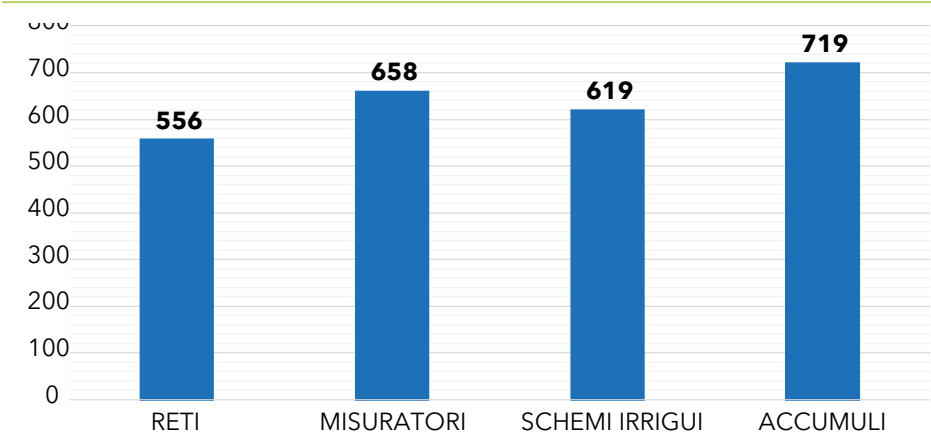
Grafico 2: Risparmio idrico per casistica di intervento (%)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024)

Il grafico 3 riporta, invece, per gli stessi gruppi di interventi, l'incremento di efficienza in termini di mc di risparmio idrico per ettaro di area attrezzata sottesa.

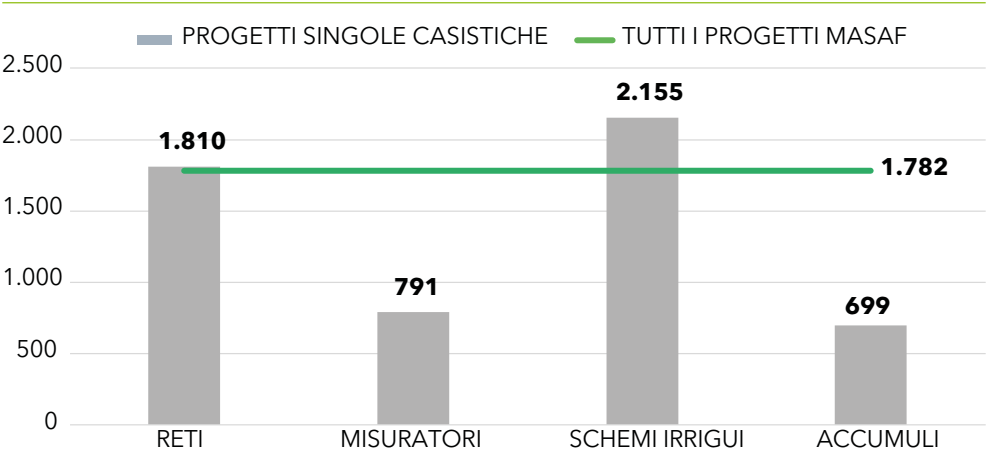
Grafico 3: Risparmio idrico rapportato alla superficie attrezzata (mc/ha)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024)

I successivi grafici 4 e 5 riportano, rispettivamente, l'importo dell'intervento¹⁰ per ettaro di area attrezzata sottesa e per mc di risparmio idrico generato. Considerato che ciascun progetto può contenere più tipologie di interventi, il valore per ogni gruppo di interventi delle diverse casistiche è confrontato con il valore riferito all'intero parco progetti finanziato dal MASAF.

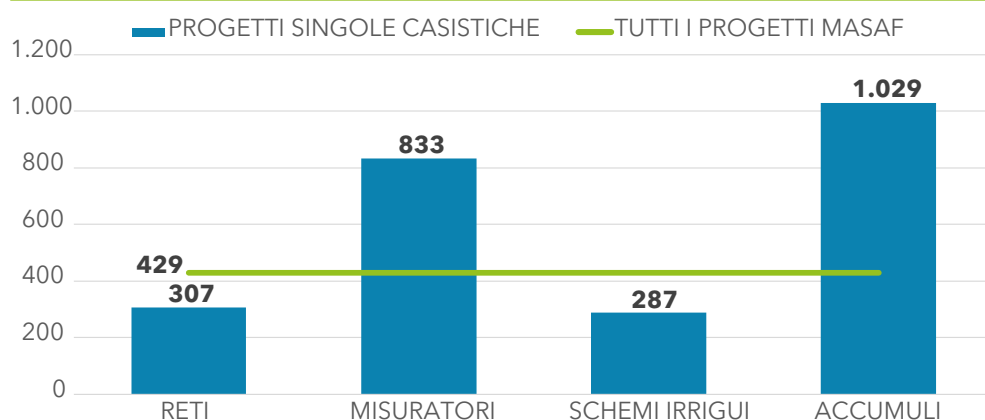
Grafico 4: Efficacia intervento in termini di importo progetto per area attrezzata sottesa (euro/ettaro)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024)

¹⁰ Campo DANIA: importo progetto

Grafico 5: Efficacia intervento in termini di metri cubi di risparmio idrico per importo progetto (mc / 1000 euro)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati DANIA (maggio 2024)

Queste statistiche non intendono fornire una classifica dei progetti più performanti, dal momento che ogni tipologia di intervento viene scelta in quanto utile a rispondere a specifiche criticità e fabbisogni territoriali. Tuttavia, esse possono essere un utile riferimento, ad esempio, per la definizione di valori target di indicatori di performance per programmi di investimento, nella loro fase di pianificazione.

A valle di questa analisi generale, nel Capitolo 5 saranno evidenziati casi specifici per dimostrare come ciascuna tipologia di intervento, anche se applicata singolarmente, produce efficientamento dell'area sottesa in termini di risparmio idrico conseguito.

Oltre l'efficienza irrigua: i benefici indiretti degli investimenti in infrastrutture irrigue

Myriam Ruberto (CREA PB)

Gli interventi per il miglioramento dell'efficienza irrigua non si limitano a influenzare l'area direttamente coinvolta, ma possono anche avere ripercussioni positive sul contesto più ampio, producendo impatti economici e ambientali indiretti. La complessità del sistema di distribuzione dell'acqua irrigua richiede valutazioni basate su un approccio sistemico che consideri impatti del potenziale aumento di disponibilità di risorsa per altri settori e per lo stesso settore agricolo anche al di fuori dell'area efficientata, che induce, ad esempio, a una riduzione dei prelievi di acque sotterranee. Inoltre, tali interventi contribuiscono indirettamente al mantenimento delle infrastrutture irrigue e dei servizi ecosistemici connessi.

4.1 Efficienza irrigua: un approccio sistemico

Il miglioramento dell'efficienza irrigua contribuisce a massimizzare il benessere economico e sociale derivante dall'acqua come risorsa scarsa, ed è parte integrante di un approccio IWRM (Integrated Water Resource Management)¹¹. Tale approccio include una gestione coordinata di acque sotterranee e superficiali che tenga conto di interessi a monte e a valle. Ciò implica che, quando si implementano interventi per aumentare l'efficienza dell'approvvigionamento nelle aree irrigate, è importante

¹¹ La Gestione Integrata delle Risorse Idriche (Irrigation Water Management- IWRM) si è sviluppata come risposta alla crescente complessità nella gestione dell'acqua. Sebbene iniziative come la Tennessee Valley Authority (TVA) del 1933 abbiano rappresentato tentativi di gestione multiuso delle risorse idriche, il concetto moderno di IWRM ha preso forma soprattutto dagli anni '90. I "Principi di Dublino" del 1992 e l'Agenda 21 hanno enfatizzato la necessità di un approccio integrato, considerando i bisogni di diversi settori, tra cui l'irrigazione agricola. In questo contesto, l'IWRM promuove un uso efficiente dell'acqua irrigua, bilanciando la produttività agricola con la sostenibilità idrica e ambientale. Questi documenti hanno sottolineato l'importanza di un approccio integrato nella gestione delle risorse idriche, promuovendo lo sviluppo coordinato e la gestione di acqua, terra e risorse correlate per massimizzare i benefici economici e sociali in modo equo, senza compromettere la sostenibilità degli ecosistemi vitali.

considerare i quantitativi di acqua risparmiati che possono essere utilizzati da altri settori, nonché utili per raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici. Infatti, il miglioramento dell'efficienza irrigua, oltre a migliorare le prestazioni complessive dei sistemi agricoli durante la siccità, può generare implicazioni complesse per vari stakeholder (Malek *et al.*, 2021). La riduzione dei prelievi, ad esempio, oltre ad aumentare la disponibilità di acqua per gli altri settori, contribuisce a prevenire l'intrusione del cuneo salino (White & Kaplan, 2017).

La valutazione delle performance dell'irrigazione necessita di un approccio sistemico, che può contribuire alla definizione e alla comprensione dei confini e dell'estensione del programma di valutazione delle prestazioni (Small & Svendsen, 1990). L'approccio sistemico si concentra su input, processi, output e impatti. La misurazione degli output (ad esempio, l'acqua distribuita) fornisce informazioni sull'efficacia dell'uso degli input (acqua prelevata alla fonte), mentre il confronto degli output con gli input fornisce informazioni sull'efficienza del processo di conversione degli input in output. Il processo di trasformazione degli input in output ha impatti lungo tutta la catena dell'irrigazione.

Il programma di valutazione delle prestazioni degli investimenti irrigui potrebbe concentrarsi sul livello di output (produzione di colture) e anche sull'efficienza dell'uso delle risorse (produzione per unità di terra, acqua, finanza, manodopera, ecc.) o anche ai processi (ad esempio, efficienza di trasporto dei canali) (Bos *et al.*, 2005). Da ciò deriva la necessità di considerare indici di efficienza relativi alla produttività dell'acqua, calcolata sia in termini fisici (rapporto tra quantità prodotta e quantità di acqua utilizzata) sia in termini monetari (rapporto tra il valore della produzione e quantità di acqua utilizzata) (Pereira *et al.*, 2012). Un indice simile è stato utilizzato nell'ambito della valutazione del PSRN 2014-2022 al fine di quantificare l'indicatore R13 "Aumento dell'efficienza dell'uso dell'acqua in agricoltura nei progetti sostenuti dalla Misura 4.3 del PSRN" nel Consorzio di Bonifica Delta del Po (Lattanzio, 2023). L'indice, espresso in $\text{m}^3/\text{€}$ è stato calcolato attraverso il rapporto del volume irriguo sul valore della produzione; tale rapporto, nel caso studio analizzato ha subito una variazione del 38% a seguito dell'investimento irriguo, sia grazie all'aumento del valore della produzione sia grazie alla riduzione del quantitativo di risorsa impiegato.

Nel contesto del miglioramento dell'efficienza irrigua, spesso viene messo in luce come i programmi per aumentare l'efficienza dell'irrigazione possono determinare un aumento dell'uso di acqua, a causa del cosiddetto effetto *rebound* (Pfeiffer & Lin, 2014). Ciò, tuttavia, accade solo nel caso in cui la terra non è un fattore limitato (Ber-

bel & Mateos, 2014). La strategia di investimento del MASAF, ad esempio, ha inteso scongiurare tale rischio attraverso condizioni che limitano l'aumento netto dell'area irrigata, evitando che i volumi resi disponibili dagli investimenti servano a irrigare nuova area (cfr. par. 1.2). In tal caso, i volumi resi disponibili, piuttosto che irrigare nuove aree, consentono di soddisfare i fabbisogni irrigui già presenti che potrebbero non essere soddisfatti in periodi di siccità se non attraverso attingimenti dalle falde. Le potenzialità degli investimenti irrigui di ridurre tale rischio sono dovute a due fattori: i) l'acqua di falda e l'acqua del servizio di irrigazione collettiva sono in alcuni casi sostitutive e non complementari (Manganiello *et al.*, 2024) o, in altri casi, è prima complementare e poi diventa sostitutivo (Portoghesi *et al.*, 2021) ii) in molte aree del territorio è consentito ricorrere sia al servizio di irrigazione sia all'irrigazione in autoapprovvigionamento, nella maggior parte dei casi praticata attingendo dalle falde sotterranee. Tale fenomeno, ossia l'uso simultaneo di due fonti d'acqua, ovvero acqua superficiale e acqua di falda per l'irrigazione, è definito "uso congiunto", ed è stato introdotto per la prima volta da Burt (1964), che ha suggerito che le acque superficiali e sotterranee dovrebbero essere considerate due elementi di un sistema idrico integrato (Burt, 1964). Portoghesi *et al.*, (2021) hanno stimato, in un distretto irriguo del Consorzio della Capitanata, la domanda idrica servita dalla rete collettiva e la fornitura di irrigazione complementare soddisfatta dal pompaggio delle acque sotterranee (Portoghesi *et al.*, 2021). Gli autori stimano un attingimento di acque sotterranee in media del 56% nelle aree di utilizzo congiunto, mentre negli anni di siccità estrema e al di fuori dell'area di servizio collettivo gli agricoltori si affidano all'estrazione di acque sotterranee per coprire il 100% delle loro esigenze di irrigazione. Mekonnen *et al.*, (2016) hanno indagato i principali fattori trainanti dell'uso delle acque sotterranee nell'agricoltura del Pakistan, individuando tra questi la variabilità e l'incertezza associate alla distribuzione delle acque superficiali (Mekonnen *et al.*, 2016). Dunque, gli investimenti irrigui possono contribuire a rendere più stabile la disponibilità idrica nella rete irrigua. In questo contesto, è importante partire dalla valutazione delle performance dei sistemi irrigui in termini di adeguatezza dell'irrigazione e produttività dell'acqua. L'analisi della produttività dell'acqua attraverso l'uso di dati satellitari e l'uso di modelli agro idrologici può supportare la comprensione delle variazioni della performance irrigua, fornendo indicazioni utili per ottimizzare la gestione delle risorse idriche (Cavazza *et al.*, 2022; Chukalla *et al.*, 2022; Mehri *et al.*, 2023).

Inoltre, i volumi risparmiati potrebbero essere destinati a soddisfare domande

idriche inevase da parte di altri settori, riducendo la competizione tra gli utilizzi. Il miglioramento della produttività dell'acqua, quindi riduce il costo della risorsa così come definito nel D.M. 24 Febbraio 2015, n. 39 (*Regolamento recante i criteri per la definizione del costo ambientale e del costo della risorsa per i vari settori d'impiego dell'acqua*) e in particolare il costo che si determina in rapporto a:

1. domande di risorsa per soddisfare fabbisogni irrigui già presenti;
2. domande di risorsa inevase da parte di altri settori;
3. volumi utili al raggiungimento di obiettivi ambientali.

Il miglioramento della produttività dell'acqua può essere calcolato a diverse scale, a seconda dell'obiettivo prefissato (Tabella 2) (Giordano *et al.*, 2018).

Tabella 2: Produttività dell'acqua a diverse scale

Scala	Coltura	Campo	Azienda	Schema irriguo	Bacino
Scopo	Valutazione della conversione energetica, della biomassa o della resa raccogliibile di una particolare coltura o cultivar	Valutazione della biomassa o della resa raccogliibile da un particolare sistema colturale	Valutazione della resa stabile o del ritorno economico della produzione agricola di un'azienda agricola	valutazione della performance dello schema irriguo in termini di resa e di ritorni economici	Valutazione dell'allocazione idrica, incluso l'utilizzo in agricoltura rispetto ad altri settori
Utilizzatori	Fisiologi, agricoltori	Studiosi del suolo e delle colture; agricoltori	Agronomi, agricoltori	Ingegneri idraulici, gestori dell'acqua	Gestori dell'acqua, idrologi

Fonte: Giordano *et al.* (2018)

Considerando che il primo livello della gestione della domanda irrigua degli utenti del servizio di irrigazione è in capo ai consorzi, il perimetro di valutazione del contributo degli investimenti irrigui rispetto al punto 1 è quello definito dallo schema irriguo. Rispetto al punto 2, che riguarda l'allocazione di risorsa tra l'agricoltura e gli altri settori, il perimetro di valutazione più appropriato è definito dal bacino idrografico. Anche per quanto riguarda il miglioramento della disponibilità di acqua per il raggiungimento degli obiettivi ambientali (punto 3), occorre far riferimento alla scala di bacino; ciò in quanto benefici potrebbero verificarsi anche su corpi idrici non direttamente interessati dall'intervento, anche considerando alcuni servizi ecosistemici supportati dal mantenimento della rete irrigua relativi alle interazioni tra acque superficiali e sotterranee, di cui tratteremo nel paragrafo che segue.

4.2 Investimenti irrigui, risparmio idrico e servizi ecosistemici dell'agro-ecosistema irriguo

Come evidenziato nei precedenti capitoli, gli investimenti irrigui, oltre a favorire la stabilità delle produzioni, contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi ambientali in tema di tutela delle risorse idriche. Si tratta di obiettivi stabiliti dalla normativa europea e in particolare dalla DQA, che mira al raggiungimento del buono stato dei corpi idrici anche attraverso l'uso efficiente dell'acqua e il conseguente risparmio idrico, favorendo il flusso dei servizi ecosistemici. Poiché le infrastrutture irrigue oggetto degli interventi possono contribuire al miglioramento di questo flusso mantenendo l'agro-ecosistema irriguo, è importante sottolineare che gli effetti degli investimenti in irrigazione vanno oltre il semplice risparmio idrico e il miglioramento dell'efficienza irrigua. Inoltre, considerando la complessità delle strutture e infrastrutture del servizio di irrigazione, le interconnessioni degli schemi irrigui e le interazioni dell'irrigazione con il sistema economico e con altri settori, è necessario valutare i benefici adottando un approccio integrato. Il Millennium Ecosystem Assessment (MA) definisce i servizi ecosistemici come i benefici multipli forniti dagli ecosistemi all'umanità (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005). Esistono diverse classificazioni di Servizi Ecosistemici: tra queste, le più utilizzate sono TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), MA (Millennium Ecosystem Assessment), CICES (Classificazione internazionale Comune dei Servizi Ecosistemici) (Box 2). Quest'ultima presenta diversi vantaggi, in particolare per la sua struttura gerarchica dettagliata, che facilita la standardizzazione e il confronto dei dati. Inoltre, è compatibile con i sistemi di contabilità economico-ambientale (come il System of Environmental-Economic Accounting - SEEA), rendendolo particolarmente adatto per analisi economiche e politiche ambientali.

Box 2 - La classificazione CICES

L'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA) assieme alla sezione statistica delle Nazioni Unite (UNSD) ha concepito una classificazione internazionale condivisa denominata CICES (Classificazione Internazionale Comune dei Servizi Ecosistemici). Il punto di forza di questa classificazione è la coerenza con il System of National Accounts (SNA). La classificazione CICES non sostituisce le altre classificazioni, ma piuttosto fornisce una struttura che consente una consultazione più efficace per la misurazione. Essa riconosce le principali categorie di servizi ecosistemici

(SE) di fornitura, di regolazione e servizi culturali.

La classificazione CICES è caratterizzata da una struttura gerarchica articolata su cinque livelli:

- 1) Section: fa riferimento alle tre macrocategorie dei servizi ecosistemici (provisioning services, regulating/maintenance services, cultural services).
- 2) Division: divide le sezioni in output o processi principali.
- 3) Group: i gruppi dividono i processi in biologici, fisici e culturali.
- 4) Class: le classi forniscono un'ulteriore sottodivisione dei gruppi in output biologici e materiali, processi biofisici e culturali ricollegabili direttamente a risorse e servizi identificabili concretamente.
- 5) Class type: divide le classi in entità individuali e suggerisce unità di misura/indicatori per misurare i servizi ecosistemici associati a risorse e servizi.

Ogni servizio ecosistemico è individuato attraverso un codice composto da quattro cifre, una per ogni livello. La Classificazione CICES Versione 5.2 è disponibile al seguente link:

https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2023/08/CICES_V5.2_29082023.xlsx

Il flusso dei servizi ecosistemici può essere indebolito dalle pressioni antropiche sugli ecosistemi naturali. Queste pressioni possono derivare dai prelievi eccessivi dai corpi idrici, compresi quelli a fini irrigui. Infatti, l'agricoltura è il settore economico che maggiormente utilizza l'acqua prelevando, a livello globale, circa il 70% di risorsa idrica (Aquastat, 2021). Dai prelievi eccessivi possono derivare alterazioni dello stato degli ecosistemi acquatici relative alla quantità e alla stagionalità, misurate attraverso parametri quali il deflusso ecologico, regime idrico, tasso di ricarica degli acquiferi ecc. Tali alterazioni possono causare un abbassamento della capacità dei corpi idrici di offrire servizi ecosistemici, ossia fornitura di acqua per usi irrigui futuri e altri usi, ma anche altri servizi quali il mantenimento di habitat per la tutela della biodiversità (Grizzetti *et al.*, 2017). Gli investimenti irrigui, perseguendo l'obiettivo del risparmio idrico, contribuiscono a ridurre le pressioni dovute ai prelievi eccessivi dai corpi idrici e favoriscono in tal modo il flusso di servizi ecosistemici da essi generato ed in particolare:

- servizi di fornitura (pesca, legname, materiali genetici e biochimici, acqua dolce);
- servizi di regolazione (fornitura di assorbitori di gas serra, ricarica degli acquiferi, depurazione, regolazione del deflusso, fornitura di habitat);
- servizi culturali (opportunità ricreative e educative, bellezza paesaggistica).

Ulteriori servizi ecosistemici possono essere forniti attraverso il mantenimento

dell'agro-ecosistema irriguo favorito dal supporto agli interventi infrastrutturali sulla rete. Infatti, l'uso dell'acqua in agricoltura produce anche impatti positivi configurabili come servizi ecosistemici (Natali & Branca, 2020; Rogers *et al.*, 1998; Zucaro *et al.*, 2020). Questo perché da un lato i processi produttivi utilizzano i servizi ecosistemici generati dall'area circostante, dall'altro lato, in condizioni di gestione sostenibile, possono fornire servizi ecosistemici alla società. Gli agro-ecosistemi irrigui, in quanto caratterizzati da infrastrutture e pratiche finalizzate all'uso dell'acqua per la produzione agricola, possono generare benefici sul territorio circostante, a livello di bacino, di spartiacque e di Unità Funzionale Ecologica (UFE) definita come un'area caratterizzata dalla riconoscibilità della direzione del flusso dei servizi ecosistemici (Morri & Santolini, 2021)¹².

Le attività umane finalizzate allo sviluppo del sistema irriguo e di drenaggio hanno favorito le interazioni tra acqua, vegetazione e biodiversità, creando ecosistemi artificiali e seminaturali capaci di generare benefici sulla collettività. Spesso questi vantaggi sono forniti nella forma delle esternalità positive, in quanto il loro valore non è incluso nel sistema dei costi e dei ricavi della società. In altri casi, la fornitura di servizi ecosistemici attraverso l'agro-ecosistema irriguo si realizza con azioni che hanno una specifica finalità ambientale (ad esempio gli interventi di manutenzione del territorio ad opera degli Enti irrigui e di bonifica) (Zucaro & Ruberto, 2019).

In letteratura sono rintracciabili alcuni studi che hanno l'obiettivo di individuare il valore monetario dei servizi ecosistemici legati all'agricoltura irrigua. In particolare, Zucaro *et al.* (2020) implementano il metodo del *choice experiment* per la stima della Disponibilità A Pagare (DAP) per i servizi ecosistemici prodotti dalla pratica irrigua. Gli autori stimano una disponibilità da parte dei cittadini a pagare 7,81 € mensili come aggravio sulla bolletta pur che venga garantito il mantenimento del paesaggio tipico dell'agricoltura irrigata, 4,66 €/mese per la presenza della cultura contadina e 1,35 €/mese per la ricarica degli acquiferi (Zucaro *et al.*, 2020).

Soprattutto la rete irrigua può fornire diversi servizi ecosistemici. Tra questi, la ricarica degli acquiferi, rimozione degli inquinanti, la creazione e mantenimento di habitat, il contrasto alla risalita del cuneo salino, benefici ricreativi e paesaggistici.

Cavazza *et al.* (2017) hanno stimato, attraverso il metodo della Valutazione Contingente, una DAP massima media di 9,57 € per individuo per i benefici ambientali forniti dai canali irrigui (Cavazza *et al.*, 2017). Recentemente sono stati stimati i sin-

¹² Il perimetro di una UFE permette di identificare il luogo in cui la funzione ecosistemica viene generata e in cui i benefici possono essere apprezzati.

goli servizi ecosistemici dei canali irrigui e dei fontanili (Ruberto *et al.*, 2022).

4.2.1 Ricarica degli acquiferi

Il servizio ecosistemico di ricarica degli acquiferi, oltre agli usi a valle, supporta gli ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee (GDE), che comprendono falde acquifere, grotte, laghi, zone umide, ecosistemi delle lagune costiere dove è necessario il flusso delle acque sotterranee per diluizione di salinità ecc. Questo servizio viene fornito attraverso la percolazione dei volumi in irrigui, sia al campo soprattutto nei casi di ricorso a tecniche di irrigazione tradizionale, come lo scorrimento e la sommersione, sia attraverso i canali irrigui, che con il loro flusso lento e regolare favoriscono l'infiltrazione. Infatti, le perdite di trasporto possono generare effetti positivi se si tratta di “perdite benefiche”, vale a dire perdite che vengono riutilizzate o riciclate ad altri usi benefici sia a valle del sistema della rete idrica o all'interno del sistema di approvvigionamento idrico (Masseroni *et al.*, 2017). Alcuni autori hanno riportato i risultati di alcune misurazioni. Ad esempio, da misurazioni effettuate su un'area di studio caratterizzata da una fitta rete di canali in un bacino del sud della Francia nel periodo autunnale è risultato un contributo della ricarica attraverso i canali irrigui pari al 40-50% della ricarica totale (Dages *et al.*, 2009). Altri studi nella stessa area hanno dimostrato il contributo dell'irrigazione alla ricarica degli acquiferi (fino al 69% del totale) grazie a specifiche pratiche irrigue e alla presenza di canali non rivestiti (Séraphin *et al.*, 2016). In Italia, è stato valutato il contributo dell'acqua irrigua proveniente dal fiume Oglio e distribuita tramite canali, concludendo che essa svolge un ruolo fondamentale nel ricaricare la falda acquifera dell'alta pianura: questa, infatti, fornisce tra il 55 e l'88% della ricarica della falda acquifera e aumenta la falda freatica fino a 4 m nella stagione irrigua; canali non rivestiti perennemente riempiti ricaricano la falda acquifera tutto l'anno (Rotiroti *et al.*, 2019).

Anche i metodi di irrigazione tradizionali per scorrimento e sommersione favoriscono i rilasci acquiferi in falda attraverso i processi di percolazione (Balderacchi *et al.*, 2016; Cesari de Maria *et al.*, 2016; Ebrahimi *et al.*, 2016; Fabbri *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2009). Pertanto, gli investimenti irrigui che favoriscono il mantenimento di queste pratiche, ad esempio nelle aree risicole, possono supportare il mantenimento di questo servizio ecosistemico. Dall'altra parte occorre considerare che gli investimenti irrigui, riducendo le perdite della rete irrigua, potrebbero ridurre questo servizio ecosistemico, aumentando l'efficienza irrigua a scala locale e riducendo l'efficienza

irrigua complessiva a scala di bacino (Grafton *et al.*, 2018). Tuttavia, attraverso un'attenta pianificazione, è possibile individuare le aree in cui gli investimenti irrigui possono essere realizzati senza compromettere i processi virtuosi in atto, come quelli legati ai servizi ecosistemici, e dove, al contrario, potrebbe essere preferibile mantenere infrastrutture e pratiche irrigue tradizionali, seppur poco efficienti a scala locale.

Per quanto riguarda la valutazione monetaria, diversi studi hanno indagato la DAP dei cittadini per il servizio di ricarica delle falde. Come già accennato, Zucaro *et al.* (2020) hanno stimato una DAP di 1,35€/mese per famiglia per il servizio di ricarica derivante dall'irrigazione (Zucaro *et al.*, 2020). Aizaki *et al.* (2006) stimano un valore di 3,85 € all'anno per nucleo familiare in termini di DAP per il servizio di ricarica degli acquiferi delle aree rurali (Aizaki *et al.*, 2006). Ruberto *et al.*, hanno stimato una DAP per il servizio di ricarica degli acquiferi attraverso i canali irrigui di circa 2,5 €/anno per nucleo familiare (Ruberto *et al.*, 2022).

4.2.2 Depurazione

I canali irrigui vegetati possono anche favorire i processi di depurazione dell'acqua, grazie alla capacità della vegetazione riparia e acquatica di assorbire e ridurre i carichi di nutrienti che derivano dall'inquinamento da fonti diffuse e puntuali. Diversi studi dimostrano che i canali vegetati possono ridurre l'eccesso di azoto nelle acque (Castaldelli *et al.*, 2015). Ciò avviene sia in via temporanea, attraverso l'assorbimento e l'assimilazione dell'azoto da parte delle piante, sia in modo permanente attraverso processi di denitrificazione (Balestrini *et al.*, 2004). La vegetazione acquatica e ripariale, inoltre, rallenta il flusso idrico e promuove la sedimentazione e la formazione di un substrato organico che favorisce i processi di riduzione dell'azoto (Castaldelli *et al.*, 2015). La vegetazione ripariale funge da sistemi tampone tra le attività umane e gli ecosistemi acquatici, rimuovendo gli inquinanti dal deflusso superficiale prima che questo giunga nei corpi idrici (Boz & Gumiero, 2016; Webber *et al.*, 2010). Per la quantificazione monetaria di questo servizio ecosistemico, viene utilizzato il metodo del costo di sostituzione, che prevede di considerare, come proxy del beneficio della purificazione, il costo per la rimozione dei nutrienti attraverso un sistema di depurazione artificiale. Boerema *et al.* (2014) utilizzano il prezzo ombra del servizio di depurazione fornito dalla vegetazione acquatica, ossia costo marginale degli interventi tecnici necessari al raggiungimento dello standard di qualità dell'acqua. I valori individuati sono di 53 €/kg di azoto rimosso e 800 €/kg di fosforo

rimosso (Boerema *et al.*, 2014). Pertanto, gli investimenti irrigui che agiscono per il mantenimento dei canali irrigui vegetati, oltre che incidere sull'efficienza irrigua, possono supportare il mantenimento di questo servizio ecosistemico.

4.2.3 Supporto alla biodiversità

L'agro-ecosistema irriguo fornisce habitat per le specie animali e vegetali attraverso i suoi ecosistemi acquatici artificiali.

Nei territori caratterizzati dall'impoverimento delle componenti naturali perché destinati prevalentemente all'uso agricolo o pervasi da una diffusa urbanizzazione, i canali artificiali contribuiscono in modo significativo alla conservazione della biodiversità vegetale, distribuendo acqua al territorio durante i periodi più siccitosi, offrendo rifugio a molteplici specie e divenendo un importante elemento di supporto alla rete dei corridoi ecologici e di connessione diretta tra diverse aree naturali.

Per queste ragioni, i canali artificiali costituiscono una delle principali opportunità di intervento per contrastare la progressione dei cambiamenti climatici e migliorare la biodiversità delle aree di pianura, caratterizzate storicamente da un'altissima pressione antropica. Sebbene questi sistemi antropogenici siano habitat di qualità inferiore rispetto a corpi idrici più grandi e più stabili (come fiumi e laghi), in un contesto in cui i sistemi naturali sono rari, possono fungere da habitat complementari (Herzon & Helenius, 2008; Rolke *et al.*, 2018). In molti casi, i canali di irrigazione ospitano diverse comunità di invertebrati (Hill *et al.*, 2016; Verdonschot *et al.*, 2011) pesci e anfibi (Aspe *et al.*, 2016; Piha *et al.*, 2007; Romano *et al.*, 2014), uccelli (Fasola & Ruiz, 1996; López-Pomares *et al.*, 2015) e mammiferi (Defra, 2022). Romano *et al.* (2014) confermano l'evidenza che anche siti più piccoli e completamente artificiali possono fornire un contributo essenziale alla conservazione della biodiversità. Nell'Appennino italiano, le vasche artificiali utilizzate per l'irrigazione e gli abbeveratoi per il bestiame costituiscono spesso habitat ideali alla riproduzione per gli anfibi e in grandi aree protette alcune specie si riproducono esclusivamente in tali corpi idrici (Romano *et al.*, 2014). Occorre tuttavia considerare che l'uso umano intensivo e l'instabilità del livello dell'acqua dei bacini artificiali spesso causano una minore diversità del biota rispetto ai laghi (Cantonati *et al.*, 2020). Allo stesso tempo, gli autori sottolineano che condizioni stabili possono, in un regime ricco di nutrienti, creare sistemi dominati dai ciprinidi con elevata produttività, bassa trasparenza dell'acqua e basso valore ecologico e ricreativo; alla luce di ciò, raccomandano ulteriori indagini

sul funzionamento del biota dei serbatoi fluttuanti, in quanto possono fungere da rifugio per alcune specie.

Nel contesto nazionale, è stato evidenziato il contributo dell'irrigazione all'alimentazione dei fontanili nel Nord Italia (Balderacchi *et al.*, 2016; Gandolfi *et al.*, 2007). Peck e Lovvorn (2001) stimano che il contributo dell'irrigazione in termini di afflussi in 74 zone umide oggetto di studio in America nordoccidentale è pari al 65%: il 30% come flusso superficiale da canali e il 35% come flusso sotterraneo derivante dalle perdite dei canali irrigui e dai campi irrigati (Peck & Lovvorn, 2001). Per quanto riguarda la valutazione monetaria, Ruberto *et al.* (2022) hanno stimato un valore di circa 18 €/mese per nucleo familiare per canali irrigui con un'elevata biodiversità (Ruberto *et al.*, 2022).

4.2.4 Servizi culturali

L'agroecosistema irriguo ha anche una funzione estetico-paesaggistica e ricreativa. Il paesaggio dei canali e degli invasi artificiali, caratterizzati da specchi d'acqua, vegetazione e manufatti idraulici, incentiva l'uso ricreativo di questi ambienti da parte della collettività, anche grazie alla manutenzione idraulica che migliora la fruibilità del territorio (Rosato, 2014). Le attività ricreative nel paesaggio irriguo includono visite guidate, pesca, birdwatching, ciclismo, ecc. (Baralla *et al.*, 2024). Aree circostanti ai fossati e invasi artificiali sono attrezzate con aree pic-nic, parchi giochi, percorsi ciclo-pedonali (Costantini *et al.*, 2010). Hasund *et al.* (2011) hanno condotto un *choice experiment* per stimare la DAP per i beni pubblici del paesaggio agrario in Svezia, includendo tra gli attributi la presenza di canali, il cui valore stimato ammonta a 9,54 €/anno (Hasund *et al.*, 2011). Sayadi *et al.* (2009) hanno stimato una DAP media per ipotetiche sistemazioni in strutture ricettive; la DAP per le sistemazioni che offrono, tra gli altri attributi, una vista sul paesaggio agrario irrigato è di circa 31,6 €/giorno, mentre per le sistemazioni senza la vista su tale tipo di paesaggio è di 21,48 €/giorno (Sayadi *et al.*, 2009). Infine, Raheem (2014) ha stimato una DAP media pari a 21,43 € per avviare un programma finalizzato a rafforzare e perpetuare l'irrigazione e la cultura dei canali irrigui tradizionali, nel nord-est del Nuovo Messico (Raheem, 2014). In ambito nazionale, Ruberto *et al.* (2022) hanno stimato un valore pari a circa 14 €/mese per nucleo familiare come disponibilità a pagare per la possibilità di svolgere attività ricreative nelle vicinanze dei canali irrigui (Ruberto *et al.*, 2022). Inoltre, Rusciano *et al.* (2023) hanno stimato il valore turistico ricreativo

di un'area umida alimentata anche dall'acqua irrigua per un valore pari a circa 1,2 M €/anno (Rusciano *et al.*, 2023).

4.2.5 Contrasto alla risalita del cuneo salino

La risalita del cuneo salino nei corsi d'acqua in prossimità delle foci fluviali rappresenta una grave minaccia per le produzioni agricole. Nell'area del Delta del Po nel 2022, è stato stimato il massimo valore di risalita dell'intrusione salina in condizioni di alta marea (40 km nel ramo di Po di Goro) (Tornatore *et al.*, 2023). In uno scenario futuro di cambiamento climatico, si prevede un peggioramento di questo fenomeno (Verri *et al.*, 2024). Esso viene accentuato dalla siccità e da una regimazione non regolare; inoltre, è fortemente influenzato da fattori come l'estrazione delle falde acquifere e l'innalzamento del livello del mare (Crestani *et al.*, 2022). L'acqua dolce all'interno dei canali di irrigazione contrasta efficacemente l'aumento della salinità nelle acque della falda superficiale. Infatti, attraverso l'utilizzo del reticolo di bonifica per la distribuzione di acqua per l'irrigazione, l'acqua dolce immessa nei canali si infiltra nel sottosuolo. Si genera così un beneficio ambientale, in quanto viene contrastata la salinizzazione delle falde superficiali e dei suoli (Zucaro, 2023). Ad esempio, nell'ambito del progetto Reservoir (sustainable groundwater RESources managEment by integrating eaRth observation deriVed monitoring and fLOw modeLling Results)¹³ si stanno studiando strategie di adattamento e di contrasto della risalita del cuneo salino, tra cui l'immissione di acqua dolce in un canale di gronda. Uno studio effettuato nell'ambito di gestione del Canale Emiliano Romagnolo evidenzia come l'effetto di contrasto viene determinato dalla percolazione delle acque irrigue che contrasta la risalita capillare della falda salina, garantendo produzioni agricole più elevate rispetto a terreni analoghi posti a distanze maggiori dai canali (Zucaro, 2023). Tale beneficio è stato quantificato in termini monetari attraverso il danno da salinità evitato: il beneficio garantito dall'attività del Canale Emiliano Romagnolo in termini di riduzione del fenomeno dell'ingressione del cuneo salino è pari a circa 592.000 €/anno (Zucaro, 2023).

4.2.6 La specificità dell'agroecosistema risicolo

Un particolare tipo di agroecosistema irriguo è quello delle risaie che, date le sue

¹³ <https://reservoir-prima.org/>

caratteristiche, genera importanti benefici ambientali. I territori risicoli si collocano principalmente in aree del Paese (Piemonte e Lombardia) storicamente caratterizzate da una grande abbondanza di acqua. Le risaie, tradizionalmente a sommersione permanente, trattengono l'acqua nel periodo primaverile per poi restituirla nei mesi più critici dal punto di vista della disponibilità idrica (luglio e agosto) attraverso le falde sotterranee, alimentandole. Queste ultime, a loro volta, grazie all'interconnessione del reticolo idrico naturale ed artificiale, alimentano fontanili, risorgive e torrenti. Inoltre, la gestione dei numerosi canali che caratterizzano le aree risicole, comporta l'aumento di portata di acqua dei torrenti che scorrono in queste aree, che altrimenti non avrebbero acqua nel periodo estivo (Autorità di Bacino del fiume Po, 2021). La sistemazione dei terreni di risaia, inoltre, è tale che parte dell'acqua immessa a monte viene recuperata a valle anche per via superficiale attraverso la rete dei colatori e riutilizzata quindi più volte per l'alimentazione delle "camere" successive. Infine, grazie a questa disponibilità idrica e alla sua vocazione colturale, in primavera, nel periodo della sommersione delle risaie, il territorio si presenta con un paesaggio quasi continuo di specchi d'acqua delimitati da strade e da rive di canali irrigui. Le risaie sono configurate come sistemi acquatici temporanei, allagati durante l'estate e mantenute asciutte durante l'inverno, seguendo così un ciclo inverso rispetto alle zone umide naturali. Pertanto, esse possono svolgere un ruolo importante in sostituzione delle zone umide, in particolare nei periodi di siccità (Fasola & Ruiz, 1996; Ranghetti *et al.*, 2018). In alcuni casi, come in Italia, le risaie possono essere riconosciute come Zone di Protezione Speciale (ZPS) di Rete Natura 2000. Nell'agroecosistema risicolo, ambienti naturali di pianura ed elementi del paesaggio agricolo tradizionale (siepi, filari alberati, colture in rotazione e marcite) costituiscono un mosaico eterogeneo dall'elevata biodiversità. Numerose specie animali e vegetali hanno tratto vantaggio dalla funzione vicariante delle camere di risaia allagate in periodo primaverile-estivo, vere e proprie zone umide ad acque basse ricche di risorse nutritive e collegate da un'intricata rete di canali irrigui, arterie naturali alimentanti una ricca rete ecologica¹⁴.

4.2.7 La regolazione del deflusso

Diverse tipologie di infrastrutture e pratiche irrigue possono contribuire al controllo del deflusso e, di conseguenza, supportare gli obiettivi della Direttiva Alluvioni (2007/60/CE). In Italia, molte reti di canali artificiali sono a uso promiscuo, svolgen-

¹⁴ <https://www.parcopopiemontese.it/zps-risaie-vercellesi.php>

do sia la funzione irrigua sia quella di drenaggio e gestione delle acque meteoriche.

Mel *et al.* (2020) evidenziano come le intricate reti di canali artificiali che caratterizzano una specifica area del territorio italiano, nel Veneto, originariamente concepite per l'irrigazione, possano essere impiegate in modo flessibile per attenuare il rischio idraulico. Questo approccio risulta particolarmente vantaggioso in contesti urbani densamente sviluppati, dove la realizzazione di nuove infrastrutture può risultare complessa e dispendiosa.

Le caratteristiche intrinseche dei canali irrigui, come la copertura vegetativa, la morfologia e il collegamento con altre reti idriche, influenzano la loro capacità di fornire tali servizi, rendendo la loro gestione ottimale una condizione imprescindibile (Dollinger *et al.*, 2015).

L'ammodernamento delle reti irrigue attraverso la digitalizzazione, supportato da fondi nazionali ed europei, favorisce ulteriormente il controllo del deflusso. Sebbene l'obiettivo principale di questi interventi sia l'ottimizzazione dell'irrigazione, questi sistemi creano una base tecnologica che può essere estesa per la gestione del rischio alluvionale. In diversi contesti, questi sistemi non solo migliorano l'efficienza dell'irrigazione, ma forniscono anche strumenti utili per il monitoraggio e la gestione del deflusso idrico, contribuendo alla mitigazione del rischio alluvionale (Emeka *et al.*, 2023).

Infine, un ruolo strategico è svolto anche dagli invasi artificiali, poiché possono avere contemporaneamente la funzione di serbatoio per destinazioni irrigue e di vasca di laminazione delle piene (ISPRA, 2021).

4.2.8 Servizi ecosistemici dell'agroecosistema irriguo: i risultati di un'indagine presso i consorzi di bonifica e irrigazione

Tra il 2019 e il 2020, in vista del contemporaneo avvio della programmazione PAC 2023-2027 e dell'aggiornamento dei Piani di Gestione delle Acque di Distretto Idrografico, è stata avviata una attività congiunta tra il Ministero delle Politiche Agricole ed il Ministero dell'Ambiente, con il supporto tecnico rispettivamente di CREA e SOGESID S.p.A., e con la partecipazione delle Autorità di bacino distrettuali, delle Regioni e delle Province Autonome, con l'intento di integrare analisi, obiettivi e target comuni alle due pianificazioni e per consentirne il summenzionato coordinamento.

Nell'ambito di questa attività, è stata effettuata un'indagine presso i consorzi di

bonifica e irrigazione operanti nel territorio nazionale al fine di effettuare una ricognizione dei servizi ecosistemici generati dall'agro-ecosistema irriguo rilevanti ai fini della valutazione delle esternalità positive prodotte dagli utilizzi idrici agricoli da includere nell'analisi economica ex art. 5 della DQA. In particolare, è stato trasmesso un questionario per raccogliere informazioni sulla presenza, all'interno del territorio di competenza, degli elementi dell'agro-ecosistema irriguo capaci di produrre servizi ecosistemici, inclusi elementi di particolare valore paesaggistico e culturale, nonché l'eventuale presenza di canali irrigui che favoriscono la ricarica degli acquiferi. Inoltre, è stato richiesto di fornire informazioni sull'eventuale implementazione di misure con impatto positivo sui corpi idrici. Per ogni elemento e misura riportata dai consorzi, sono stati associati uno o più servizi ecosistemici potenzialmente forniti, sulla base della Classificazione CICES V5.2 (cfr. Box 2).

Le elaborazioni dei dati pervenuti hanno consentito di individuare i servizi ecosistemici generati attraverso:

1. gli elementi dell'agro-ecosistema irriguo gestito dal consorzio che, oltre alla funzione irrigua e di bonifica, producono servizi ecosistemici nella forma di esternalità positive;
2. le misure con impatto positivo sui corpi idrici e sui sistemi acquatici artificiali capaci di produrre servizi ecosistemici, i quali comprendono alcuni degli elementi di cui al punto 1.

Con riferimento al punto 1, in molti casi è stata indicata la presenza di diversi nodi idraulici, canali storici, manufatti idraulici, salti, mulini e opifici che insistono sul reticolo artificiale storico di pianura caratterizzati da elementi e valore storico-culturale. Inoltre, è stata segnalata la presenza di piste ciclabili e sentieri lungo i canali irrigui e di bonifica che promuovono la fruizione del territorio per le attività ricreative (servizi ecosistemici di tipo culturale). Rispetto alle funzioni ambientali degli elementi dell'agro-ecosistema irriguo, è stata evidenziata la funzione di supporto agli habitat svolta dai canali irrigui (servizi ecosistemici di regolazione), anche grazie all'insediamento nelle aree laterali di fasce boscate ecotonali che fungono da transizione tra il sistema agricolo e dei canali. La stessa funzione di supporto agli habitat è svolta anche dalle casce di espansione presenti nel territorio.

Diversi consorzi hanno segnalato la partecipazione a progetti per la stima dell'infiltrazione di acqua da canale verso la falda superficiale e profonda e per la stima dell'innalzamento della falda, a supporto del riconoscimento del servizio di ricarica

della falda nell'agroecosistema irriguo (cfr. par. 4.2.1).

Rispetto al punto 2, molti degli interventi riguardano la riqualificazione dei sistemi acquatici dell'agro-ecosistema irriguo, quali fontanili, canali e aree umide. Un esempio è rappresentato dalla vivificazione dei canali per la tutela della fauna ittica e la ricarica della falda; i canali sono inoltre spesso interessati da interventi di riqualificazione ambientale attraverso la creazione di fasce tampone boscate e la messa a dimora di numerose specie vegetali. Diverse misure sono destinate alla creazione di aree per la fitodepurazione e aree forestali di infiltrazione.

Inoltre, sono state indicate azioni per il risparmio idrico, attraverso interventi sulla rete irrigua, per la riconversione dei metodi di irrigazione e l'installazione di strumenti per il monitoraggio dei volumi. Tra questi, sono stati segnalati diversi investimenti irrigui per l'efficientamento, l'ammodernamento e il completamento della rete irrigua, e per la realizzazione di opere di accumulo in grado di fornire servizi ecosistemici di regolazione e fornitura.

Benefici diretti ed indiretti degli interventi infrastrutturali irrigui - Casi studio

Massimo Tropeano, Luca Adolfo Folino (CREA PB)

5.1 Tipologia di interventi sulle infrastrutture irrigue

Nel presente capitolo saranno approfondite le diverse tipologie di interventi sulle infrastrutture irrigue in grado di generare *benefici diretti* in termini di efficienza e di risparmio idrico nell’area interessata dall’intervento. La descrizione generica dei benefici legati all’attuazione delle diverse macrocategorie di intervento sarà accompagnata dalla descrizione di più esempi concreti di progetti presenti in DANIA ed in corso di attuazione da parte degli Enti irrigui, finanziati dal MASAF con le diverse fonti di finanziamento già citate al paragrafo 2.2.1 (dal PSRN al PNRR), e ricadenti nelle diverse ripartizioni geografiche d’Italia (Nord, Centro e Sud).

La Tabella 3 sintetizza il campione di interventi che saranno descritti in seguito.

Tabella 3: Casi studio di interventi per l’efficientamento delle infrastrutture irrigue

Tipologia intervento prevalente	Ente irriguo	Titolo intervento	Area geografica	Fonte di finanziamento
Diversificazione delle fonti di approvvigionamento	Consorzio di Bonifica Adige Po	Realizzazione di un manufatto di regolazione sul canale Botta Rovigata nei Comuni di Adria e Cavarzere, per la creazione di un bacino di accumulo	Nord	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022)
	Consorzio di Bonifica della Gallura	Lavori per la realizzazione della rete di adduzione e distribuzione delle acque depurate provenienti dal depuratore di Olbia e interconnessione con il distretto irriguo di Olbia nord. Opere di completamento lotto 2	Sud	Fondo rilancio investimenti esercizio 2021 (L. 178/2020)

Tipologia intervento prevalente	Ente irriguo	Titolo intervento	Area geografica	Fonte di finanziamento
Efficientamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite	Consorzio Bonifica di Paestum	Ristrutturazione ed ammodernamento rete irrigua nel Comune di Altavilla Silentina e Serre, Jonta Alta	Sud	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022)
	Consorzio della Bonifica Burana	Interventi di riqualificazione del sistema irriguo Diversivo di Burana - Diversivo di Cavezzo nel distretto Sabbioncello - Comuni di Mirandola, Medolla, Cavezzo, San Prospero, Bomporto, San Felice S/P, Finale Emilia (MO) - Prog. 1066	Nord	PNRR - Investimento 4.3
	Consorzio di Bonifica 1 Trapani	Manutenzione straordinaria della rete irrigua nella conca del fiume Delia alimentata dalla diga Trinità - I Stralcio	Sud	Fondo rilancio investimenti esercizio 2021 (L. 178/2020)
Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo)	Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Ionio Catanzarese)	Installazione apparecchi per il controllo e la regolazione della distribuzione idrica alle utenze irrigue dei comprensori Alli-Tacina e Alli-Copanello	Sud	PSRN Sottomisura 4.3.
	Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Tirreno Catanzarese)	Investimenti nella resilienza dell'agrosistema irriguo per una migliore gestione delle risorse idriche. Ammodernamento dei sistemi di adduzione e delle reti di distribuzione sistemi irrigui Angitola, Turrina, Bagni, Savuto. Installazione di misuratori, sistemi di automazione, telecontrollo e trasmissione dati	Sud	PNRR - Investimento 4.3
	Consorzio di Bonifica Tevere Nera	Lavori di implementazione e miglioramento funzionale del sistema di telecontrollo e telegestione dell'impianto di irrigazione in DX e SX del fiume Nera	Centro	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022)
	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive	Progetto per l'installazione di sistemi di automazione e telecontrollo per il prelievo di acque ad uso irriguo su alcune derivazioni consorziali (AR110P-UTA)	Nord	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022)
	Consorzio di Bonifica Territori del Mincio	Telecontrollo e automazione del sistema di distribuzione idrica del distretto irriguo Angeli con adeguamento dell'omonimo impianto idrovoro di derivazione dal lago Superiore, nei comuni di Mantova (MN), Curtatone (MN) e Borgo Virgilio (MN)	Nord	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2019), coerente con Inv. 4.3 del PNRR

Tipologia intervento prevalente	Ente irriguo	Titolo intervento	Area geografica	Fonte di finanziamento
Completamento schemi irrigui	Consorzio di Bonifica della Romagna	Opere di estensione della distribuzione delle acque del Canale Emiliano Romagnolo intervento area "Pisciattello - Rubicone" nei comuni di Cesena, Cesenatico, Gambettola, Gatteo - 1° Stralcio funzionale	Nord	PNRR - Investimento 4.3
	Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Bacini Settentrionali del Cosentino)	Progetto dell'impianto irriguo a valle della diga di Farneto del Principe. IV lotto- Stralcio funzionale	Sud	Fondo rilancio investimenti esercizio 2019 (L. 145/2018) coerente con Inv. 4.3 del PNRR.

Fonte: Elaborazioni CREA PB

Altresì, verranno riportati esempi di interventi che, oltre ai benefici diretti, possono produrre dei *benefici indiretti* di efficientamento sul contesto circostante l'area sottesa alla rete irrigua oggetto di intervento, in termini di miglioramento della disponibilità di acqua. Anche in questo caso, gli interventi descritti (come elencati in Tabella 4) rientrano tra quelli presenti in DANIA, in corso di attuazione da parte di Enti irrigui a seguito di finanziamenti MASAF e ricadono in diverse ripartizioni geografiche.

Tabella 4: Casi studio di interventi sulle infrastrutture irrigue in grado di generare benefici indiretti

Tipologia intervento prevalente	Ente irriguo	Titolo intervento	Area geografica	Fonte di finanziamento
Efficientamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite + Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche	Consorzio di Bonifica Delta del Po	Rifacimento di tratti di canalette irrigue deteriorate nella zona nordoccidentale dell'Isola di Ariano e installazione di misuratori di portata	Nord	PNRR - Investimento 4.3
Efficientamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite	Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese	Ristrutturazione della Roggia Comunale e Cavetto di Lenta	Nord	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2019) coerente con Inv. 4.3 del PNRR

Tipologia intervento prevalente	Ente irriguo	Titolo intervento	Area geografica	Fonte di finanziamento
Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo)	Consorzio di bonifica Lazio Sud Ovest	Lavori di sostituzione dei contatori irrigui obsoleti ed installazione dei nuovi idro contatori a tessera sui gruppi di consegna aziendali e settoriali ricadenti nel comprensorio irriguo di Barchi nel Comune di Terracina	Centro	PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022) coerente con Inv. 4.3 del PNRR.
Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo)	Consorzio per la Bonifica della Capitanata	Ammodernamento ed efficientamento del comprensorio irriguo Sinistra Ofanto: gestione centralizzata della distribuzione di acqua e monitoraggio del bilancio idrico con interscambio dati su infrastruttura IoT a basso consumo energetico	Sud	Fondo rilancio investimenti esercizio 2021 (Legge 178/2020)

Fonte: Elaborazioni CREA PB

L'analisi dei casi studio consentirà inoltre di evidenziare come l'attuazione, all'interno della medesima area attrezzata, di più interventi di efficientamento, anche di diversa tipologia, sia in grado di generare un incremento complessivo del risparmio idrico conseguibile. Ciascun intervento concorre, infatti, in maniera integrata e complementare al progressivo incremento dell'efficienza idrica complessiva del sistema, evidenziando come le differenti tipologie di intervento apportino contributi distinti e sinergici al processo di efficientamento dell'area sottesa.

Nella Figura 2 è riportata la localizzazione degli interventi esaminati per le diverse casistiche.

Figura 2: Localizzazione interventi casi studio



Fonte: Elaborazione CREA PB

5.2 Gli interventi per la diversificazione delle fonti di approvvigionamento

Nel paniere di soluzioni di efficientamento dell'uso dell'acqua e di contrasto alla scarsità idrica, vi è la possibilità di intervenire per aumentare la disponibilità di acqua realizzando opere di accumulo con annessa rete di distribuzione, oppure di far ricorso a fonti alternative come i reflui urbani affinati, ove possibile, in dipendenza delle colture praticate.

Tra le opere di accumulo, oltre alle grandi dighe, rientrano anche gli invasi di medio/piccole dimensioni (ad esempio laghetti e/o piccoli invasi aziendali o interaziendali alimentati da corsi d'acqua superficiali), che permettono di accumulare una riserva idrica nei periodi di maggiore disponibilità di acqua per essere riutilizzata all'occorrenza per uso irriguo (Ferrigno *et al.*, 2022).

Il differimento tra il momento del prelievo e il momento dell'uso permette di ridurre la pressione sui corpi idrici nei periodi di maggiore richiesta e minore disponibilità (se pure a parità di quantità complessivamente prelevata) oltre che di ridurre la conflittualità degli usi (compreso quello ambientale) nei momenti di minore *disponibilità* e maggior bisogno da parte delle aziende agricole.

Ciò è particolarmente vero per gli invasi realizzati in aree collinari difficilmente servite dalle reti irrigue consortili, dove è alto il rischio di carenza idrica derivante dalla difficoltà di poter contare, nel momento del bisogno, dei deflussi presenti nei corsi d'acqua a regime torrentizio. Inoltre, tali invasi offrono anche l'opportunità di migliorare la fornitura di diversi servizi ecosistemici (configurandosi talvolta come zone umide artificiali) e di ottenere un risparmio energetico, potendo ospitare l'installazione di impianti fotovoltaici galleggianti. Il beneficio è tanto maggiore laddove interessa colture di pregio quali quelle frutticole e vitivinicole per le quali, in prolungati periodi di totale assenza di piogge, si rischierebbe di compromettere oltre che la produzione annuale anche la sopravvivenza dell'intero impianto produttivo.

Anche il riutilizzo a scopo irriguo dei reflui urbani affinati (ad oggi disciplinato dal Regolamento (UE) 2020/741) può costituire una valida risorsa aggiuntiva (non sostitutiva) ai prelievi idrici da corpi naturali, contribuendo al soddisfacimento del fabbisogno irriguo e riducendo la pressione sui corpi idrici e la conflittualità d'uso. Allo stesso tempo, garantendo l'approvvigionamento irriguo anche in periodi di scarsità¹⁵ si pone come una buona pratica di adattamento alla scarsità idrica e alla sic-

15 Agricultural Wastewater Reuse as a Circular Economy Model: Future Scenarios Considering Reg. (EU) 2020/741.

cità e di economia circolare dell'acqua. Dal punto di vista qualitativo, affinché le acque reflue urbane possano essere rese disponibili ed utilizzate per l'irrigazione, devono soddisfare requisiti tali da non comportare rischi per la salute umana, gli animali e l'ambiente né compromettere la produttività delle colture. Per la pianificazione del riuso, è importante valutare caso per caso la domanda irrigua rispetto alla potenziale offerta di reflui affinati, sia in termini quantitativi che qualitativi (Ferrigno *et al.*, 2024) nel rispetto del principio del *fit for purpose*, *elemento fondante del Reg. (UE) 2020/741* (Ferrigno & Furini, 2023). In funzione del tipo di colture e del sistema di irrigazione presenti, il Reg. (UE) 2020/741 definisce la minima classe di qualità delle acque in uscita dall'impianto di depurazione (da A a D) e il livello di trattamento del refluo (inquadramento tecnologico dell'impianto) associato ad ogni classe di qualità, raggiungibile anche con l'adozione di ulteriori barriere a valle dell'impianto per soddisfare esigenze specifiche dell'utilizzatore finale. La reale disponibilità di reflui affinati per l'irrigazione dipende, dunque, non solo dalla quantità ma anche dalla qualità del refluo prodotto in rapporto alla natura delle colture presenti. Il primo passo per programmare il riutilizzo è, dunque, verificare la compatibilità tra livello tecnologico dell'impianto e la caratterizzazione agronomica dell'area agricola limitrofa. L'analisi di massima sugli impianti potenzialmente fruibili per il riuso è utile ad orientare la successiva verifica di dettaglio della fattibilità del riuso nel Piano di gestione dei rischi sito specifico. A seconda dei risultati si può capire dove il riutilizzo è già praticabile, dove è fattibile solo dopo investimenti e, nel caso, se è più opportuno intervenire a monte sull'impianto di depurazione o a valle adeguando i sistemi irrigui.

La convenienza di ricorrere a questa fonte dipenderà quindi da un bilancio tra costi (investimenti necessari a fruirne) e benefici attesi (es. percentuale di fabbisogno irriguo soddisfatta dal refluo affinato) (Ferrigno *et al.*, 2023). Nel novero degli investimenti va considerata anche la realizzazione delle reti di collegamento infrastrutturale tra impianto e rete (ove manchino).

5.2.1 Casi studio

Si riporta, di seguito, l'esempio di due casi studio di interventi per la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, relativi a:

- *realizzazione di un bacino di accumulo* per l'approvvigionamento idrico, e le relative opere di adduzione e distribuzione (Consorzio di bonifica Adige Po);
- *uso irriguo di acque reflue depurate* in sostituzione di prelievi da corpi idrici superficiali (Consorzio di bonifica della Gallura).

Consorzio di Bonifica Adige Po - Codice DANIA 05-05-5729-4141

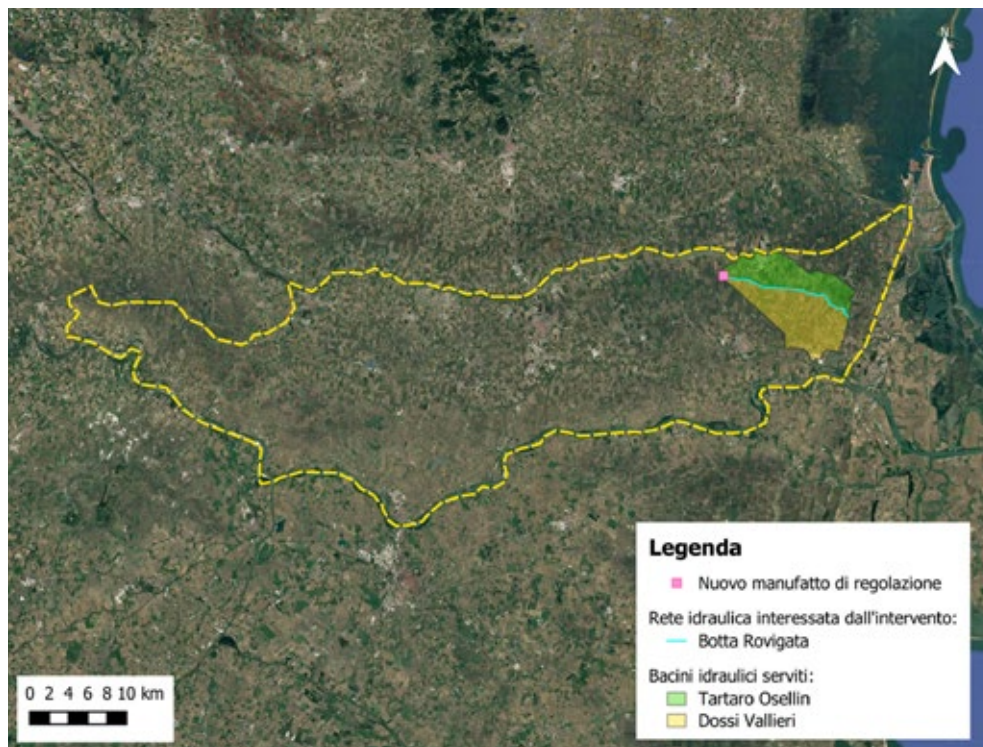
Realizzazione di un manufatto di regolazione sul canale Botta Rovigata nei Comuni di Adria e Cavarzere, per la creazione di un bacino di accumulo.

Intervento collaudato, finanziato per € 483.970,00 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022). Durata prevista dei lavori 6 mesi.

L'intervento consiste nel riutilizzo di un vecchio canale di bonifica dismesso denominato "Botta Rovigata", come bacino di accumulo di circa 890 mila mc, grazie alla realizzazione di un manufatto di regolazione in grado di assicurare l'irrigazione ad un territorio di oltre 1.100 ettari, anche durante i periodi di siccità (Figura 3). Tali risorse idriche, in assenza di adeguata captazione e stoccaggio, finirebbero per confluire in mare. Poiché l'irrigazione dell'area sottesa dal Botta Rovigata è attualmente possibile soltanto mediante pozzi o derivazioni dall'Adige, il recupero dell'efficienza del canale Botta Rovigata, con la creazione di un bacino di accumulo, comporterà un notevole risparmio idrico, limitando i prelievi dalla falda e dal fiume Adige, quantificabili in circa **890 mila mc (15%)**.

Oltre ai benefici legati agli obiettivi del progetto, la realizzazione dell'intervento ha introdotto un rilevante miglioramento nella gestione complessiva del sistema idraulico. Il nuovo manufatto, caratterizzato da luci più ampie rispetto a quello preesistente e dotato di un sistema di controllo da remoto, consente un invaso più rapido ed efficiente del canale, riducendo i tempi necessari per il ripristino dei livelli idrici. Il vantaggio si riflette direttamente anche sulle attività produttive, in quanto il mantenimento dell'adescamento dei sifoni garantito dalla realizzazione dell'opera evita svuotamenti indesiderati e assicura continuità operativa, con un effetto positivo sulla regolarità delle forniture. Inoltre, nell'ottica di una maggiore resilienza del territorio, l'invaso può essere impiegato anche con scopi di laminazione, consentendo l'accumulo delle acque provenienti dai territori serviti dal canale Ceresolo, che si estende da Badia Polesine (RO) al nodo idraulico di Botti Barbarighe nel Comune di Pettorazza Grimani (RO).

Figura 3: Indicazione dei bacini idraulici serviti dal canale Botta Rovigata



Fonte: Elaborazione Consorzio di Bonifica Adige Po

Consorzio di Bonifica della Gallura- Codice DANIA 20-03-0067-2656

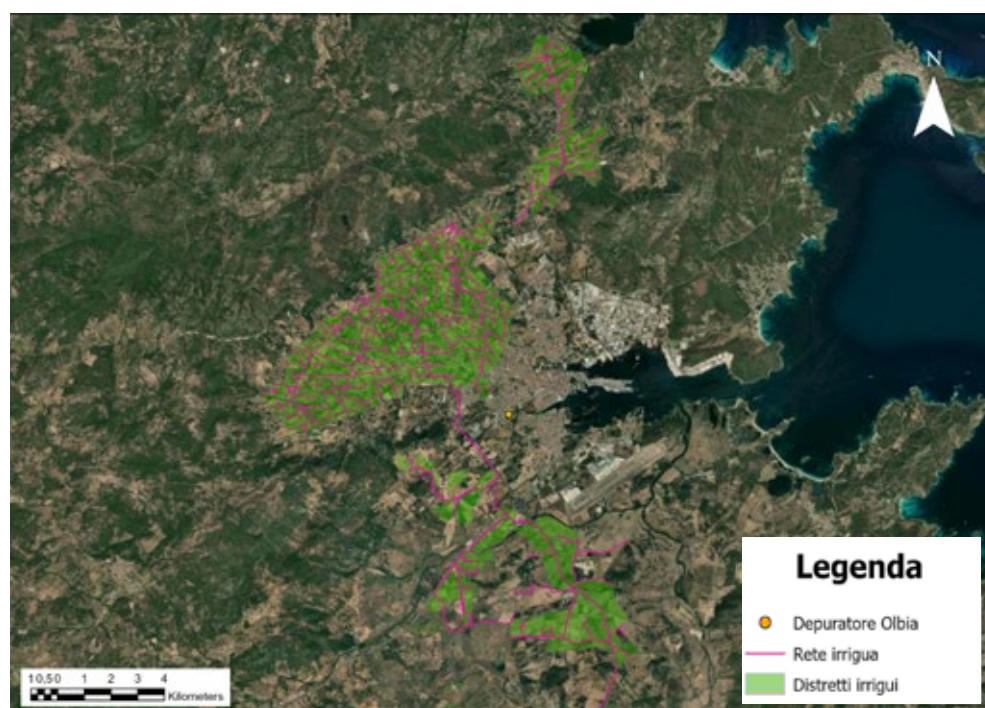
Lavori per la realizzazione della rete di adduzione e distribuzione delle acque depurate provenienti dal depuratore di Olbia e interconnessione con il distretto irriguo di Olbia nord. Opere di completamento lotto 2.

Intervento finanziato per € 4.409.471,12 dal Fondo rilancio investimenti esercizio 2021 (Legge 178/2020). Durata prevista dei lavori 6 mesi.

L'intervento prevede il raddoppio di un tratto della condotta di adduzione di circa 3.000 m, al fine di consentire il trasferimento per uso irriguo delle acque reflue urbane depurate provenienti dal depuratore di Olbia dal distretto irriguo di Olbia Sud a quello di Olbia Nord. Viceversa, la stessa condotta di adduzione consentirà di trasferire le acque provenienti dalla Diga sul Fiume Liscia dal distretto irriguo di Olbia Nord a quello di Olbia Sud (Figura 4).

Il beneficio prodotto alla collettività da questo intervento di interconnessione con il riutilizzo ai fini irrigui delle acque depurate, oltre a garantire la risorsa irrigua e la continuità dell'approvvigionamento all'utenza consortile nelle situazioni di emergenza idrica, sarà anche di tipo ambientale, ossia di preservare la risorsa presente nell'invaso artificiale denominato Fiume Liscia a Punta Calamaio che, allo stato attuale, rappresenta l'unica fonte primaria naturale di approvvigionamento dell'intera area irrigua. Il conseguente risparmio idrico, per mancato prelievo dai corpi idrici superficiali, è quantificabile in circa **9 milioni di mc (50%)** (Ferrigno *et al.*, 2023).

Figura 4: Area d'intervento distretti irrigui di Olbia (SS)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

5.3 Gli interventi di efficientamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite

Le diverse tipologie di infrastrutture irrigue possono presentare margini di inefficienza idrica legata alla dispersione di acqua nel trasporto verso l'utilizzatore finale. Tale dispersione può essere dovuta, in caso di condotte tubate, al danneggiamento

delle reti per effetto del loro ammaloramento; per i canali a cielo aperto possono aversi, invece, anche perdite per evaporazione o per infiltrazione dalle sponde in terra dei canali.

Gli interventi di efficientamento delle reti irrigue consistono nell'adeguamento (ammodernamento) delle reti al fine di ridurre le perdite, sostituendo tratti di condotte ammalorate o convertendo canali a cielo aperto in condotte tubate. In questo caso l'efficientamento è direttamente legato alla minore quantità di acqua che fluisce nell'infrastruttura oggetto dell'intervento a parità di acqua distribuita al campo; tuttavia, nel caso dei canali a cielo aperto, gli scambi naturali tra canali irrigui e falde sotterranea non sono sempre da considerarsi un'inefficienza, ma possono talvolta configurarsi come "perdite utili" (vedi Capitolo 4).

Come si è già visto nel Capitolo 2, gli interventi di ammodernamento delle reti irrigue per la riduzione delle perdite rientrano come misura strutturale supplementare per l'aumento dell'efficienza dell'impiego della risorsa idrica (KTM 8) nei Programmi di Misure (PoM) dei Piani di Gestione delle Acque (PGA) dei Distretti idrografici, approvati in attuazione della DQA.

5.3.1 Casi studio

Si riportano di seguito tre esempi di interventi di adeguamento (ammodernamento) delle reti irrigue al fine di ridurre le perdite principalmente per inefficienze strutturali, per evaporazione e per infiltrazione a seguito di:

- *riconversione* della rete irrigua attraverso la sostituzione di canali a cielo aperto con condotte in pressione (Consorzio bonifica di Paestum);
- *ammodernamento* attraverso il rifacimento di tratti di canali/condotte deteriorati (Consorzio della bonifica Burana);
- *manutenzione straordinaria della rete irrigua* con sostituzione di tratti di condotte primarie/secondarie per la riduzione delle perdite e il miglioramento della capacità di trasporto (Consorzio di bonifica 1 Trapani).

Consorzio Bonifica di Paestum - Codice DANIA 15-02-0025-3122

Ristrutturazione e ammodernamento rete irrigua nel Comune di Altavilla Silentina e Serre, Jonta Alta.

Intervento in corso di realizzazione, finanziato per € 5.066.827,88 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022). Durata prevista dei lavori 14 mesi.

L'intervento del Consorzio Bonifica di Paestum interessa un'area di 280 ettari circa di superficie agricola nel Comune di Serre in provincia di Salerno, di cui 80 ha sottesi dal reparto Irriguo 4BS e 198 ha sottesi dal reparto Irriguo 5BS. L'area è attualmente attrezzata con un impianto di distribuzione a scorrimento costituito da canalette in calcestruzzo fuori terra in pessimo stato di conservazione, con evidenti segni di perdite di volumi d'acqua dalle giunzioni, dovuti ai disallineamenti provocati dall'assestamento del terreno, alle sollecitazioni sismiche, all'azione dell'uomo ed in primis alla vetustà delle stesse canalette. Gli ordinamenti produttivi presenti nell'area sono sostanzialmente di natura irrigua con colture di mais ed erba medica (in campo aperto), pomodoro, cucurbitacee e rucola (sotto serra), pesco e kiwi per quanto riguarda le colture arboree. Il fabbisogno irriguo delle colture viene attualmente soddisfatto dalle aziende attraverso prelievi dalle stesse canalette consortili a pelo libero, dalla falda mediante pozzi artesiani e dai corsi d'acqua naturali.

L'intervento prevede l'efficientamento dell'attuale rete irrigua consortile (Figura 5), attraverso la riconversione della rete di distribuzione a scorrimento con una nuova rete di distribuzione in pressione, con l'utilizzo di tubi in acciaio o in polietilene (PEAD) al posto delle canalette in calcestruzzo, per una lunghezza complessiva di oltre 14.500 metri. La rete è alimentata dalla vasca di compenso di Tempa di Pilato, di capacità pari a 35.000 mc, ubicata nel Comune di Altavilla Silentina (SA), a quota 106 s.l.m.. Inoltre, per alimentare la nuova rete di distribuzione dalla vasca, è prevista la realizzazione di una nuova condotta di adduzione in acciaio DN 700 di circa 1.500 metri.

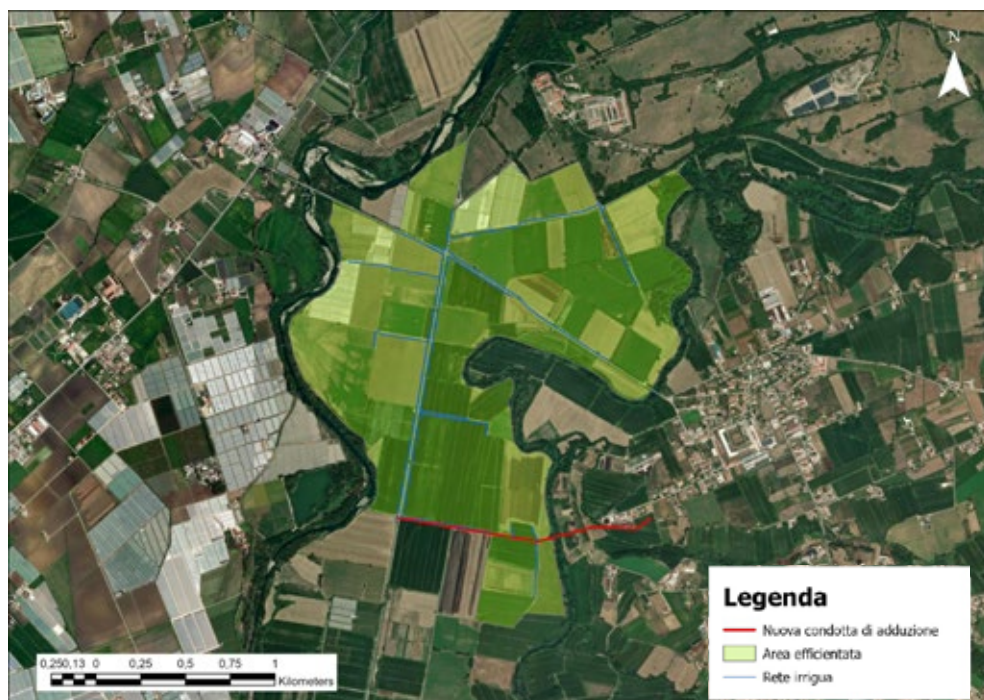
A migliorare ulteriormente la gestione della rete irrigua e conseguentemente della risorsa idrica, contribuirà anche l'installazione di 3 misuratori installati sulle piazzole di consegna ai reparti irrigui (3BS, 4BS e 5BS) e di n. 41 misuratori alle consegne aziendali, nonché del relativo sistema di telecontrollo.

Il **risparmio idrico** conseguibile con l'intervento è stato stimato in base all'aumento di efficienza della rete di distribuzione (da 0,55 pre-intervento a 0,95 post-intervento). Emerge un risparmio idrico medio annuo per riduzione delle perdite dalla rete irrigua attraverso la sostituzione di canali a cielo aperto con condotte in pressione di oltre **719 mila mc (50%)**.

L'intervento presenta un rilevante valore ambientale, in quanto la dismissione delle canalette a pelo libero contribuirà alla significativa riduzione delle perdite lungo la rete di distribuzione. Inoltre, indirettamente, la maggiore efficienza e la più razionale disponibilità della risorsa irrigua favoriranno la progressiva dismissione

dei pozzi privati utilizzati dagli agricoltori per l'emungimento diretto dalla falda profonda (vedi par.5.6 Interventi che possono produrre degli effetti indiretti di efficientamento). Tale circostanza comporterà anche la riduzione dei sollevamenti privati, spesso effettuati mediante motopompe alimentate a gasolio, con conseguente diminuzione sia delle emissioni in atmosfera sia dell'inquinamento acustico.

Figura 5: Rete efficientata dei Reparti irrigui 4BS-5BS di località Jonta Alta in agro di Serre (SA)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio della Bonifica Burana - Codice DANIA 08-05-5706-2727

Interventi di riqualificazione del sistema irriguo diversivo di Burana-Diversivo di Cavezzo nel distretto Sabbioncello – Comuni di Mirandola, Medolla, Cavezzo, San Prospero, Bomporto, San Felice s/P, Finale Emilia (MO) - Prog. 1066.

Intervento collaudato, finanziato per € 28.632.283,05 dal PNRR - Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4. Durata lavori 30 mesi.

Il progetto prevede la riqualificazione dei canali facenti parte del distretto irriguo *Sabbioncello – Diversivo di Burana – Diversivo di Cavezzo* nei comuni di Mirandola, Medolla, Cavezzo, San Prospero, San Felice S/P e Finale Emilia in provincia di Modena.

L'opera di presa, costruita fra gli anni 1950 e 1960 sull'argine Dx del Fiume Po a Quingentole (MN), è in grado di derivare dal Fiume fino a 20 m³/s di acqua e di convogliarla nel *Canale Sabbioncello* che, a sua volta, confluisce nel *Canale Diversivo di Burana*, approvvigionando, con le sue acque, i territori della Bassa Pianura ad esso afferenti, fino ad arrivare, grazie ad una catena di otto impianti di sollevamento ubicati lungo il corso del canale *Diversivo di Cavezzo*, a servire i terreni posti alle porte di Modena. Il sistema complessivamente serve una superficie di circa 70.000 ettari.

L'intervento si inquadra come adeguamento migliorativo (ammodernamento) del sistema irriguo esistente e riguarda il rifacimento di circa 29 km di tratti di canale deteriorati, con interventi di impermeabilizzazione, messa in sicurezza delle sponde e ripristino del rivestimento in calcestruzzo esistente (circa 17,5 km di sponde lungo il Canale Diversivo di Burana, circa 8,6 km di sponde lungo il Canale Diversivo di Cavezzo, circa 3,1 km di sponde lungo il Canale di Gronda) (Figura 6).

L'intervento prevede inoltre il rinnovamento, l'automazione e il monitoraggio di n. 41 manufatti irrigui tra grandi sostegni in linea, piccoli impianti di rilancio e manufatti di presa che immettono le acque in derivazione laterali, al fine di una gestione più efficiente della risorsa irrigua. La superficie efficientata ammonta a 19 mila ettari, con n.1 misuratore di III livello installato.

Il *risparmio idrico* conseguito a seguito degli interventi è stato quantificato dal Consorzio in base alla media annuale dei fabbisogni irrigui delle colture presenti nell'area d'intervento¹⁶ nonché di altre componenti quali l'efficienza del metodo irriguo¹⁷, le perdite per infiltrazione¹⁸ ed evaporazione¹⁹. A fronte di un fabbisogno irriguo stimato di circa 25 mln di m³ di acqua, la risorsa da consegnare "al campo" è stata stimata, nella situazione pre-intervento, in 74 mln di m³, tenuto conto dell'efficienza del sistema irriguo aziendale e delle perdite per infiltrazione ed evaporazione.

A seguito della realizzazione delle opere in progetto, per i soli tratti oggetto di intervento, si prevede un **risparmio idrico** da riduzione delle perdite (che si traduce

16 È stata utilizzata la banca dati AGREA per il periodo 2010-2016.

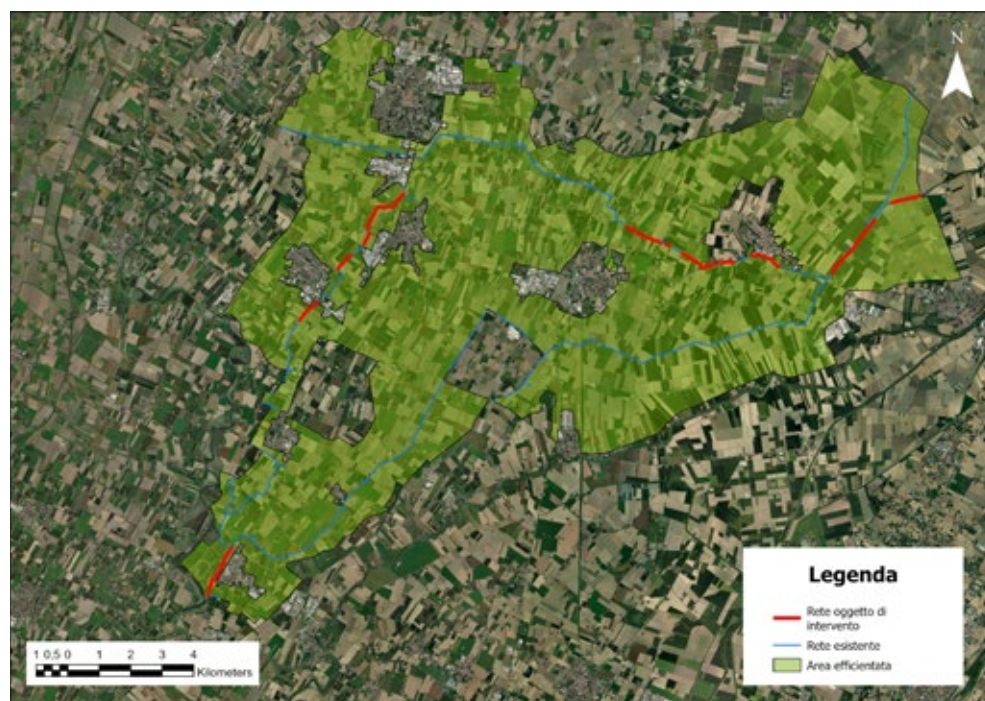
17 Il metodo irriguo prevalente nell'area d'intervento è per asperzione.

18 Sono stati utilizzati i dati relativi al Progetto ITER 2013 "Acquisizione di conoscenze sulla falda ipodermica come contributo per la gestione della rete di canali di bonifica e irrigazione gestita dal Consorzio della Bonifica Burana".

19 Sono stati utilizzati i dati della ricerca sperimentale elaborata dal C.E.R. nell'anno 1993 e da successive analisi ed elaborazioni.

anche in riduzione del prelievo dal Fiume) pari a circa **17,5 milioni di metri cubi**, pari al **24%** circa del bilancio irriguo complessivo.

Figura 6: Area intervento distretto irriguo Sabbioncello (MN)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio di Bonifica 1 Trapani²⁰ - Codice DANIA 19-01-0028-2626

Manutenzione straordinaria della rete irrigua nella conca del fiume Delia alimentata dalla diga Trinità - I Stralcio

Intervento finanziato per € 11.507.925,99 dal Fondo rilancio investimenti esercizio 2021 (Legge 178/2020). Durata prevista dei lavori 40 mesi.

La rete irrigua al servizio dei territori della “Conca” del fiume Delia, oggetto di manutenzione straordinaria da parte del Consorzio di Bonifica 1 Trapani, venne realizzata negli anni ‘70 dall’allora Cassa per il Mezzogiorno con il finanziamento di due interventi²¹ per la riconversione dei canali a pelo libero con l’attuale rete tubata in pressione.

Per garantire l’approvvigionamento idrico, a metà anni ‘50 venne costruita la diga

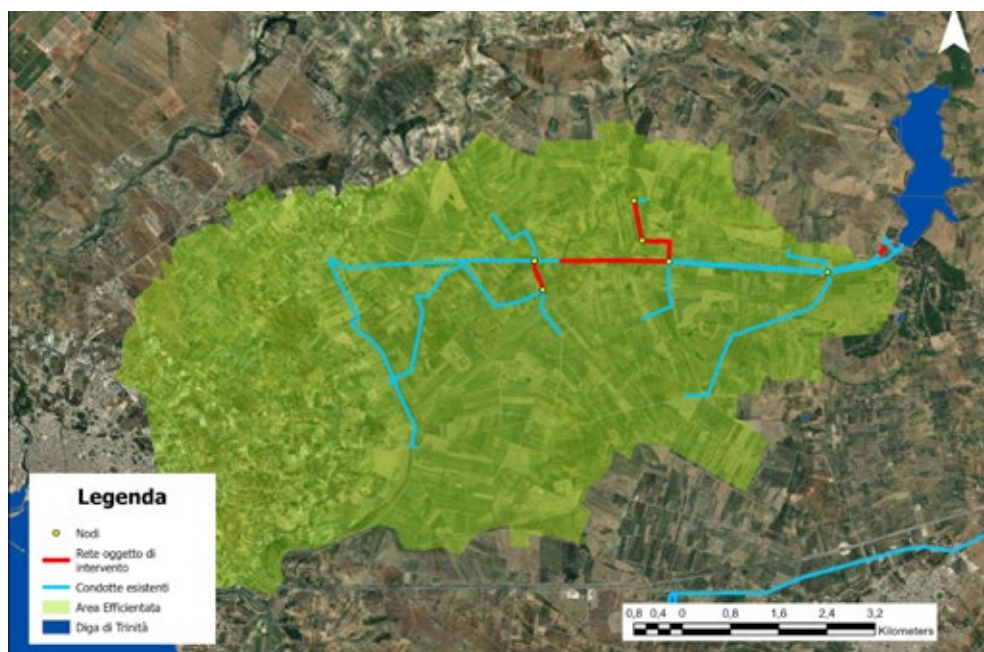
²⁰ A seguito del D.P. Reg. Sicilia n. 467 del 12/09/20174 il Consorzio di Bonifica 1 Trapani è oggi parte del Consorzio di Bonifica Sicilia Occidentale.

²¹ Prog. A.C. 8938 ed A.C. 7989

Trinità sul fiume Delia, costituita da uno sbarramento in terra avente massimo svaso a quota 53,8 m.s.l.m. e massimo invaso a quota 68 m.s.l.m., con una capacità utile di 17,5 milioni di mc, destinati interamente all'irrigazione. Le superfici nette irrigabili ammontano a circa 5.229 ettari, di cui 3.120 ettari ricadenti nei territori della “Conca” del fiume Delia servita dalla rete tubata in pressione ed i restanti 2.109 ettari ricadenti nel Tavolato Calcareo dell’altopiano di Mazara, in cui permane ancora il servizio di distribuzione irrigua mediante i canali pensili.

Le aree oggetto degli interventi ricadono in massima parte in comune di Mazara del Vallo ed in piccola parte in comune di Castelvetro, nella provincia di Trapani (Figura 7), e le produzioni dei prodotti agricoli coltivati sono riconosciute DOP/IGP (uliveto Nocellara del Belice e Val di Mazara, vigneto Bianco d’Alcamo, Delia Nivolelli, Erice doc).

Figura 7: Area intervento ricadente in comune di Mazara del Vallo (TP) e in comune di Castelvetro (TP)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Pertanto, dal momento che la rete esistente è in esercizio da oltre 40 anni, si sono resi necessari una serie di interventi di sostituzione di tratti di condotta deteriorate

primarie e secondarie, ivi compresa la sostituzione delle apparecchiature idrauliche per la riduzione delle perdite, nonché l'installazione di un sistema di telecomando e telecontrollo per l'efficientamento della gestione del servizio irriguo.

Il risparmio idrico conseguibile a seguito della realizzazione degli interventi di efficientamento della rete irrigua è stato stimato in circa **2 milioni di metri cubi**, pari alla riduzione del prelievo alla fonte (dalla Diga di Trinità nel caso specifico), con un risparmio idrico percentuale del **46%**.

5.4 Installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo)

Il tema della misurazione e della quantificazione dei volumi irrigui prelevati alla fonte ed utilizzati all'utenza finale assume importanza fondamentale per un'efficace ed efficiente gestione delle risorse idriche, alle diverse scale territoriali e con ricadute di tipo produttivo ed ambientale.

Il finanziamento di misuratori lungo tutta la rete irrigua si inserisce nel quadro di attuazione delle Linee guida MASAF approvate nel 2015 in attuazione della condizionalità ex ante per le risorse idriche, allo scopo di incentivare politiche di *water pricing* basate sulla conoscenza dei volumi irrigui effettivamente impiegati, e di ottimizzazione della gestione irrigua delle derivazioni (Manganiello & Chiappini, 2023; Zucaro *et al.*, 2019).

Le Linee guida hanno previsto l'obbligo di quantificazione (tramite misura o stima) dei volumi irrigui prelevati alla fonte, distribuiti alla testa del distretto irriguo e restituiti al reticolo naturale e relativa trasmissione al SIGRIAN, prevedendo la progressiva installazione dei misuratori, ove mancanti, con l'obiettivo di ampliare il dato di volume misurato rispetto a quello stimato. Le stesse Linee guida hanno anche previsto l'adempienza agli obblighi di quantificazione dei volumi irrigui come obbligo post finanziamento di interventi in infrastrutture irrigue.

La politica degli investimenti irrigui attuata dal MASAF a partire dal PSRN 2014-2022 ha tenuto conto e incentivato l'attuazione dell'obbligo di installazione dei misuratori definito dalle Linee guida promuovendo il finanziamento di sistemi di misurazione e telecontrollo come azione ammissibile in tutti i propri programmi di finanziamento (PSRN, PSC, Leggi di bilancio, I.4.3 M2C4 PNRR). Ad esempio, nell'attuazione della sottomisura 4.3 del PSRN, del Sottopiano 2 del Piano Sviluppo e Coesione e, da ultimo, anche dell'Investimento 4.3 M2C4 del PNRR, sono stati

ammessi a finanziamento l'installazione di misuratori sia alla fonte di prelievo che lungo la rete di distribuzione, nonché l'installazione di sistemi di automazione e telecontrollo sia al prelievo che sulle reti irrigue consortili di adduzione e distribuzione (compreso l'acquisto di software per la gestione del sistema, l'installazione delle apparecchiature in campo, l'installazione delle apparecchiature per il controllo remoto, l'installazione di sistemi di trasmissione dei dati relativi alla misurazione dei volumi di acqua prelevati ed erogati, anche in associazione all'installazione di misuratori).

Allo stesso tempo, nell'ambito dell'attuazione del PNRR e della Legge di bilancio 178/2020, oltre che del Piano Strategico della PAC 2023-2027, il MASAF ha introdotto un sistema premiale di accesso ai finanziamenti in infrastrutture irrigue imponendo la compliance con le regole di quantificazione dei volumi come condizione al finanziamento per gli Enti irrigui. Il Decreto Interministeriale MASAF/MASE n. 485148 del 30 settembre 2022, approvato nell'ambito delle riforme previste dal PNRR sulla M2C4, ha esteso questa procedura ad ogni tipo di finanziamento pubblico per investimenti irrigui in capo agli Enti irrigui.

La quantificazione dei volumi irrigui è, pertanto, passata negli anni da obbligo post finanziamento a condizione di ammissibilità al finanziamento. L'attuazione di tale procedura si basa sulle funzionalità delle due banche dati SIGRIAN e DANIA (Manganiello & Ferrigno, 2023). L'adempienza agli obblighi di quantificazione dei volumi irrigui viene, infatti, verificata dalle Regioni e PP.AA. tramite SIGRIAN e registrata dalle stesse in DANIA (in appositi campi dedicati).

5.4.1 Classificazione dei misuratori

Secondo quanto definito dalle Linee guida di cui al D.M. MASAF del 31/07/2025, in funzione della loro collocazione e delle finalità, i misuratori possono essere classificati secondo diversi livelli d'uso:

- *I e II livello (misuratori alla fonte)*, finalizzati al controllo dell'equilibrio del bilancio idrico nel corso della gestione delle crisi idriche a livello di distretto o di sub-distretto idrografico e di bacino.
- *III livello (misuratori di rete)*, posti in nodi significativi della rete di adduzione e distribuzione, finalizzati alla redazione del bilancio idrico di comprensorio irriguo, alla valutazione dei servizi ecosistemici forniti, all'efficientamento della rete, alla gestione delle crisi idriche a livello di comprensorio irriguo;
- *IV livello (misuratori all'utilizzatore finale)*, finalizzati alla misura degli utilizzi

alla testa del distretto irriguo e all'efficientamento della gestione aziendale della risorsa.

Dal punto di vista tecnico, i misuratori di I livello o di II livello sono installati presso la fonte di approvvigionamento da cui si origina lo schema irriguo, che può essere rappresentata da un'opera di presa su un corpo idrico naturale (come un fiume o un lago) o artificiale (come una diga), per misurare l'acqua che viene immessa nella rete adduttrice (principale).

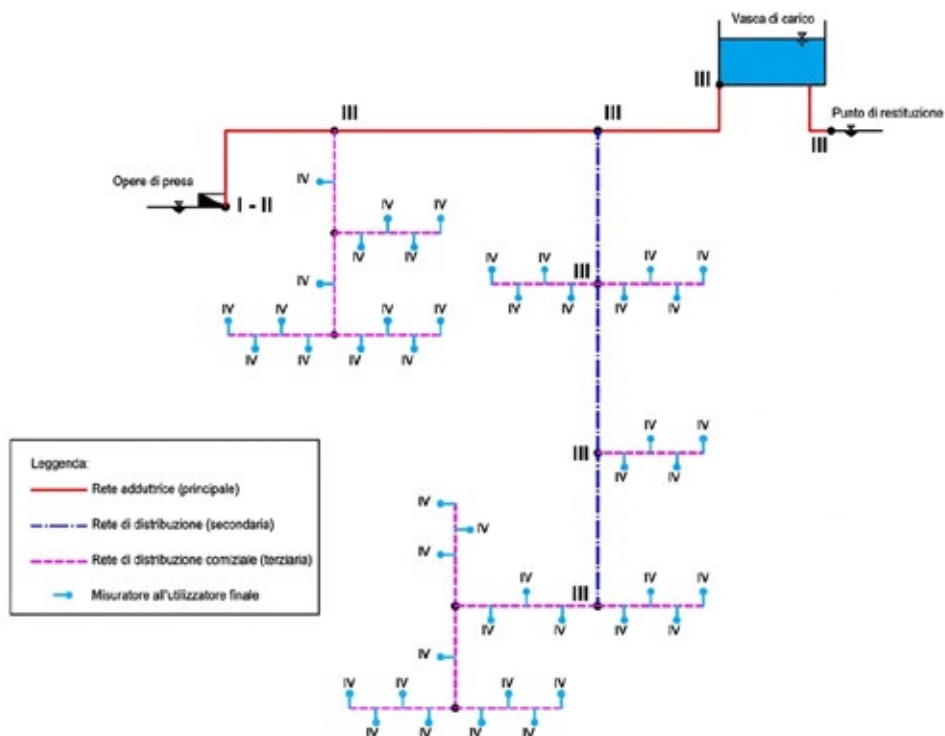
A titolo esemplificativo ma non esaustivo di tutti i casi possibili²², nel caso di rete irrigua in pressione la condotta adduttrice è costituita, in genere, da tubazioni di grande diametro, che ovviamente possono variare in un'ampia fascia ($1600 \leq DN \leq 800$). Alla rete adduttrice, si collega la rete di distribuzione (secondaria) che distribuisce l'acqua all'interno dei singoli distretti irrigui, costituita da tubazioni di diametro medio, che possono oscillare tra $700 \leq DN \leq 200$. Al nodo, ossia nel punto in cui la rete secondaria s'innesta nella rete principale è possibile prevedere l'installazione di misuratori di III livello. I distretti irrigui possono a loro volta essere suddivisi in "comizi", con un'estensione superficiale variabile in funzione dell'acqua disponibile e delle colture praticate. Dalla rete di distribuzione secondaria si diparte, pertanto, la rete comiziale (terziaria) costituita da tubazioni di diametro medio-piccolo, che possono oscillare tra $160 \leq DN \leq 140$. Talvolta può anche essere assente il livello di distribuzione secondario con innesto della rete terziaria su quella principale. I misuratori di III livello possono essere, dunque, previsti in diversi punti significativi della rete di adduzione e distribuzione per il controllo della quantità d'acqua distribuita al singolo comizio e, per somma, all'intero distretto. Infine, misuratori di IV livello possono essere previsti, per esempio, nei punti di consegna dell'acqua all'utenza irrigua per mezzo di tubazioni di piccolo diametro, oscillante in una fascia di DN ristretta ($50 \leq DN \leq 140$) (ad esempio, gruppi di consegna per la distribuzione automatizzata dell'acqua irrigua mediante tessera elettronica, finalizzati all'efficientamento della gestione aziendale della risorsa), anche per la quantificazione dell'acqua distribuita al singolo utente e, per somma, all'intero comizio o distretto irriguo.

Si evidenzia, tuttavia, che gli schemi irrigui possono essere molto diversificati e, in genere, composti sia da tratti a pelo libero che in pressione e che il sistema di misura può essere naturalmente installato su entrambe le tipologie di rete, seppure adottando sensori e sistemi di misura differenti.

22 I diametri riportati sono indicativi e non rappresentativi di ogni casistica possibile.

Di seguito, in Figura 8, si riporta uno schema esemplificativo, ma non esaustivo, della possibile installazione di misuratori all'interno di uno schema irriguo costituito da sole condotte in pressione.

Figura 8: Schema esemplificativo installazione misuratori di I, II, III e IV livello su rete in pressione



Fonte: Elaborazioni CREA PB

5.4.2 Benefici conseguibili in termini di efficientamento irriguo e di risparmio idrico

L'installazione di misuratori contribuisce in maniera importante all'efficientamento irriguo e al risparmio di risorsa idrica alle diverse scale territoriali, grazie al controllo dei volumi realmente prelevati ed erogati, con ricadute di tipo produttivo ed ambientale. In questi casi l'efficientamento è dovuto al risparmio idrico derivante

dall'ottimizzazione della gestione della risorsa idrica da parte dell'Ente irriguo resa possibile dall'installazione nella rete irrigua di misuratori e di sistemi di telecontrollo.

Conoscere le quantità effettivamente prelevate ed utilizzate consente di definire i fabbisogni idrici sul territorio e, di conseguenza, programmare una ottimale allocazione delle risorse disponibili. Inoltre, il confronto tra i volumi prelevati ed utilizzati permette agli Enti irrigui di individuare inefficienze distributive o prelievi non programmati e autorizzati, contribuendo ancora una volta ad ottimizzare la gestione dell'acqua e a conseguire un risparmio di risorsa. Infine, una più precisa contabilità idrica consente di attuare politiche dei prezzi dell'acqua basate sugli effettivi prelievi ed utilizzi, nell'ottica di incentivare il risparmio idrico e l'attuazione del principio *“chi usa paga”*.

L'utilizzo diffuso e allargato dei misuratori in agricoltura può favorire l'applicazione di una *“politica dei prezzi dell'acqua”* progressiva, basata sull'uso effettivo da parte degli utenti e che porta, di conseguenza, ad un uso più responsabile della risorsa idrica.

Dal punto di vista economico gestionale, l'installazione di misuratori e di sistemi di telecontrollo consente, dunque:

- la razionale gestione degli impianti e della risorsa idrica;
- il passaggio dal sistema di contabilizzazione e tariffazione *“a superficie”* a quello *“a consumo”*, con conseguente contrazione dei prelievi indebiti;
- la diminuzione del rischio di esondazione dei canali, grazie al controllo in tempo reale della situazione in atto;
- l'economia di esercizio per impianti e personale, con conseguente beneficio per i consorziati e per i consumatori laddove incida sul costo di produzione;
- la disponibilità e la registrazione delle informazioni come supporto alle decisioni, finalizzate alla efficace ed efficiente pianificazione e monitoraggio degli usi, particolarmente importante per la definizione e il controllo dell'equilibrio del bilancio idrico nel corso della gestione delle crisi idriche a livello di distretto idrografico e di bacino.

5.4.3 Casi studio

In tema di misuratori e sistemi di telecontrollo si riportano i seguenti casi studio presi in esame:

- Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Ionio Catanzarese), in cui è prevista l'installazione di apparecchi per il controllo e la regolazione della distribuzione idrica alle utenze irrigue dei comprensori irrigui Alli-Tacina e Alli-Copanella;

- Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Tirreno Catanzarese), in cui l'intervento, oltre all'installazione di misuratori, sistemi di automazione, telecontrollo e trasmissione dati, prevede l'ammodernamento dei sistemi di adduzione e delle reti di distribuzione dei sistemi irrigui;
- Consorzio di Bonifica Tevere Nera, in cui l'intervento di efficientamento consiste principalmente nell'installazione di sistemi di telecontrollo e telegestione all'impianto di irrigazione in DX e SX del fiume Nera;
- Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, che prevede l'installazione di misuratori e sistemi di telecontrollo, al fine di ottimizzare il prelievo della risorsa idrica dalle derivazioni consortili in funzione dei fabbisogni reali determinati da piattaforme di consiglio irriguo;
- Consorzio di Bonifica Territori del Mincio che, al fine di rendere più efficiente la gestione della risorsa irrigua del canale Angeli-Cerese, ha previsto l'installazione di sistemi automatici di controllo delle portate transitanti nella rete.

In tutti questi casi, l'efficientamento è dovuto sostanzialmente al risparmio idrico derivante dall'ottimizzazione della gestione della risorsa idrica da parte dell'Ente irriguo, resa possibile dall'installazione di misuratori e di sistemi di telecontrollo nella rete irrigua.

Consorzio di Bonifica della Calabria²³ (ex Ionio Catanzarese) - Codice DANIA 18-02-5716-676

Installazione apparecchi per il controllo e la regolazione della distribuzione idrica alle utenze irrigue dei comprensori Alli-Tacina e Alli-Copanello.

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 4.859.763,31 dal PSRN Sottomisura 4.3. Azione prevista: H - Investimenti in sistemi di telecontrollo. Durata prevista dei lavori 24 mesi.

Il progetto nasce dall'esperienza maturata in passato dallo stesso Consorzio in alcune aree irrigue del comprensorio di bonifica, che erano già state oggetto di un intervento pilota di installazione di strumenti di misura automatizzata: grazie all'attivazione della modalità di applicazione del contributo irriguo in base al quantitativo di acqua utilizzato, i risultati ottenuti erano stati ottimi, sia in termini di emersione

23 Il Consorzio di Bonifica della Calabria è stato istituito con la Legge regionale 10 agosto 2023, n. 39 Disciplina in materia di ordinamento dei Consorzi di bonifica e di tutela e bonifica del territorio rurale. Il Consorzio ha competenza su 123 comprensori irrigui in gestione degli 11 consorzi esistenti prima dell'entrata in vigore della legge stessa. Difatti "L'ambito territoriale di riferimento del Consorzio coincide con l'intero territorio della Regione Calabria" (art. 2 c.1 dello Statuto, Delibera Commissario Straordinario n. 2 del 31/12/2023).

dei prelievi non autorizzati, sia in termini di incentivo all'utilizzo efficiente della risorsa idrica. Il Consorzio ha quindi proseguito tale percorso virtuoso nei comprensori irrigui di Alli-Tacina e Alli-Copanello, dove è presente una rete di distribuzione in pressione a servizio di un'area attrezzata superiore a 8.600 ettari (Figura 9), prevedendo l'installazione di 46 misuratori di III livello presso le diramazioni comiziali, e di 2.720 gruppi di consegna automatizzata di IV livello all'utente finale e relativo sistema di telecontrollo, al fine di poter computare e controllare i volumi distribuiti e, conseguentemente, efficientare il servizio irriguo.

Il **risparmio idrico** conseguibile a seguito della messa in esercizio del sistema di misurazione per riduzione del prelievo alla fonte, sulla scorta dell'esperienza maturata, è stato stimato dal Consorzio in oltre **12,8 milioni di metri cubi (50%)**.

Il progetto in esame è stato anche presentato al workshop *“Il contributo del PSRN alle politiche di risparmio idrico – Sottomisura 4.3 investimenti in infrastrutture irrigue”*, il giorno 19 luglio 2023 tenutosi presso la Sala Cavour del MASAF, organizzato dall'Autorità di Gestione del PSRN 2014-2022.

Figura 9: Area d'intervento comprensori di Alli-Tacina e Alli-Copanello (KR)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Tirreno Catanzarese) - Codice DANIA 18-02-5715-2762

Investimenti nella resilienza dell'agrosistema irriguo per una migliore gestione delle risorse idriche - Ammodernamento dei sistemi di adduzione e delle reti di distribuzione sistemi irrigui Angitola, Turrina, Bagni, Savuto. Installazione di misuratori, sistemi di automazione, telecontrollo e trasmissione dati.

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 6.780.000,00 dal PNRR - Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4. Durata prevista dei lavori 18 mesi.

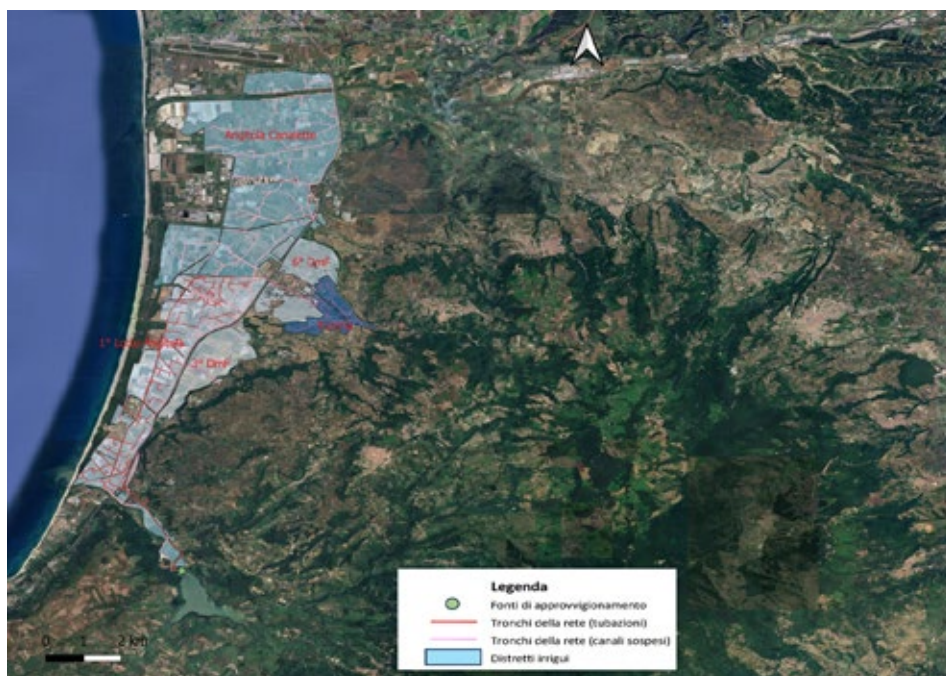
L'intervento prevede l'efficientamento del servizio irriguo su un'area attrezzata superiore a 5000 ettari nei comprensori irrigui della Piana di Sant'Eufemia-Lamezia in provincia di Catanzaro (Angitola, Bagni, Savuto e Turrina), mediante l'installazione di misuratori al prelievo di I e II livello (in numero di cinque) e lungo la rete, sistemi di automazione, telecontrollo e trasmissione dati. In particolare, per la vasca di carico che alimenta l'impianto Angitola, è prevista l'installazione di due misuratori: il primo è costituito da una paratoia motorizzata posta alla fine della galleria di derivazione della diga sul fiume Angitola in entrata alla vasca, al fine di misurare in tempo reale il quantitativo di acqua prelevato dall'invaso e immesso nella vasca stessa; l'altro è costituito da un misuratore ad ultrasuoni posto sullo stramazzo del troppo pieno della vasca stessa per contabilizzare le restituzioni in alveo. Entrambi i misuratori saranno dotati di sistema di telemisura per l'acquisizione a distanza delle grandezze idrologiche e idrauliche, in modo da rendere disponibili i dati in tempo reale e consentire di effettuare tempestivamente ogni decisione inerente alle manovre idrauliche di apertura e di chiusura delle stesse paratoie. L'utilizzo di tali misuratori consentirà un risparmio idrico quantificabile nei minori volumi di acqua che verranno sfiorati dal troppo-pieno, dal momento che verrà immessa nella vasca di carico la sola quantità strettamente necessaria a garantire la portata irrigua necessaria, valutata in base alle richieste degli utenti a valle. Verrà pertanto eliminata la portata di surplus oggi inutilmente distribuita a causa della non conoscenza, in tempo reale, proprio delle richieste di valle.

Verranno inoltre installati 8 misuratori di III livello nei nodi significativi della rete di adduzione e distribuzione dell'impianto Angitola (Figura 10) e 1746 gruppi di consegna automatizzati (misuratori di IV livello) alle singole utenze degli impianti Angitola, Bagni, Savuto e Turrina. I dispositivi di misurazione e controllo delle portate, sia nei punti di prelievo che ai nodi principali delle reti sopra descritti, saranno dotati di sistemi di automazione e telecontrollo, con relativo software per la gestione del sistema.

L'azione combinata di misuratori (al prelievo, lungo i nodi della rete e all'utente finale) e di sistemi di automazione e telecontrollo da remoto, farà sì che le portate immesse negli impianti irrigui saranno quelle effettivamente richieste dall'utenza. Si potrà così ottenere un controllo informatizzato della rete irrigua finalizzato alla razionalizzazione dell'utilizzazione dell'acqua, mediante la drastica riduzione degli usi inefficienti o non autorizzati, ed un rafforzamento dei controlli in merito al rispetto delle turnazioni, consentendo altresì il passaggio dal sistema di contabilizzazione "a superficie" a quello "a consumo", ed il pagamento da parte degli utenti dei volumi effettivamente prelevati.

Il **risparmio idrico** complessivamente conseguibile dall'intervento, calcolato come differenza tra la portata media attualmente prelevata e quella minore che sarà prelevata in conseguenza della realizzazione degli interventi previsti in progetto, è di circa **3 milioni di mc (37%)** durante la stagione irrigua. Di questi, circa 1,6 milioni di mc sono imputabili alla sola riduzione delle portate rilasciate dal troppo pieno della stessa vasca di carico dell'impianto Angitola, conseguente all'installazione dei misuratori di I livello.

Figura 10: Area d'intervento impianto Angitola (CZ)



Fonte: Elaborazione Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Tirreno Catanzarese)

Consorzio di Bonifica Tevere Nera - Codice DANIA 10-04-3102-4308

Lavori di implementazione e miglioramento funzionale del sistema di telecontrollo e telegestione dell'impianto di irrigazione in DX e SX del fiume Nera.

Intervento collaudato finanziato per € 485.507,71 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022). Durata prevista dei lavori 8 mesi

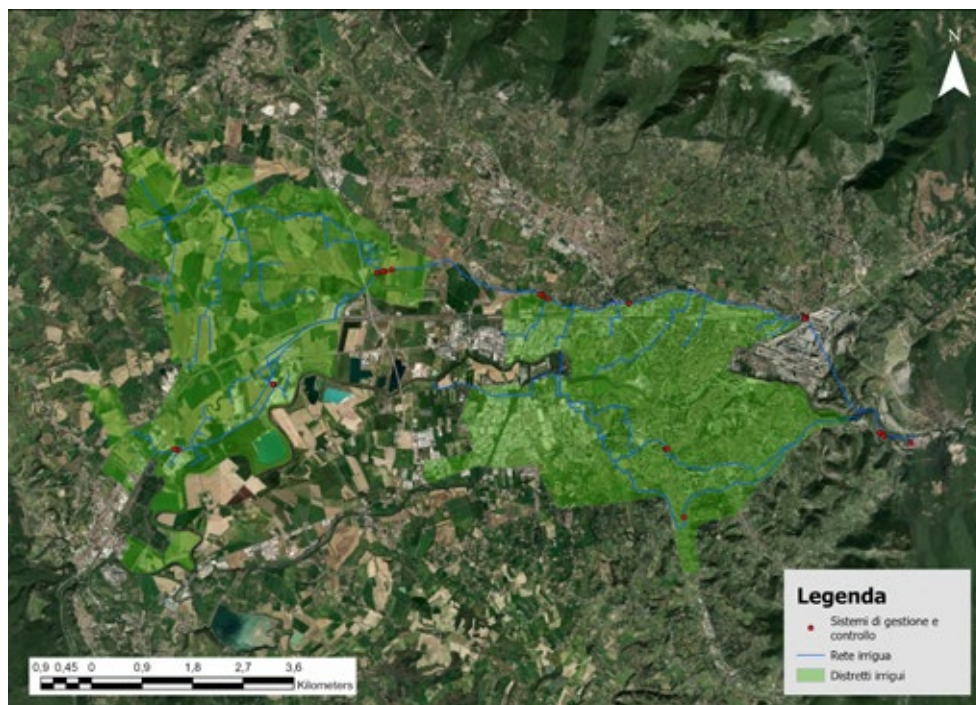
L'intervento si prefigge principalmente due obiettivi: il primo è quello di implementare ed aggiornare l'esistente sistema di telecontrollo e telegestione a servizio dell'impianto di irrigazione a pioggia in dx e sx del fiume Nera, ai fini del contenimento dei costi di gestione, per il risparmio energetico; il secondo obiettivo è quello di estendere l'attuale rete di controllo delle piene sui canali dell'impianto irriguo a scorrimento del fiume Nera, al fine di consentire, in casi di eventi meteorici eccezionali, di svuotare i canali dalle acque di irrigazione e ricevere quelle di prima pioggia. Sarà inoltre implementata una dashboard con l'acronimo di "MO.V.I." (Monitoraggio Volumi Irrigui), che consentirà una migliore gestione integrata della risorsa idrica.

Tali interventi consentiranno di monitorare i flussi idrici, quali i prelievi alla fonte, l'acqua restituita ai recettori naturali e quella distribuita alle utenze dei 3 distretti irrigui ricadenti nel comprensorio di irrigazione in dx e sx del fiume Nera, su una superficie attrezzata di circa 2.800 ettari (Figura 11).

Tutti i punti ove sono presenti organi di manovra per la derivazione delle acque dai canali principali saranno dotati di misuratori di portata/livello (in totale si prevede l'installazione di otto misuratori di III livello), che consentiranno anche il monitoraggio delle acque oggetto di concessione di grande derivazione dai canali Cervino e Sersimone.

L'entrata in funzione dei sistemi di telecontrollo e di telegestione consentirà un **risparmio idrico** di poco meno di **700 mila mc annui (20%)**, grazie ad una più efficiente gestione degli schemi irrigui.

Figura 11: Area d'intervento dell'impianto di irrigazione in DX e SX del fiume Nera (TN)



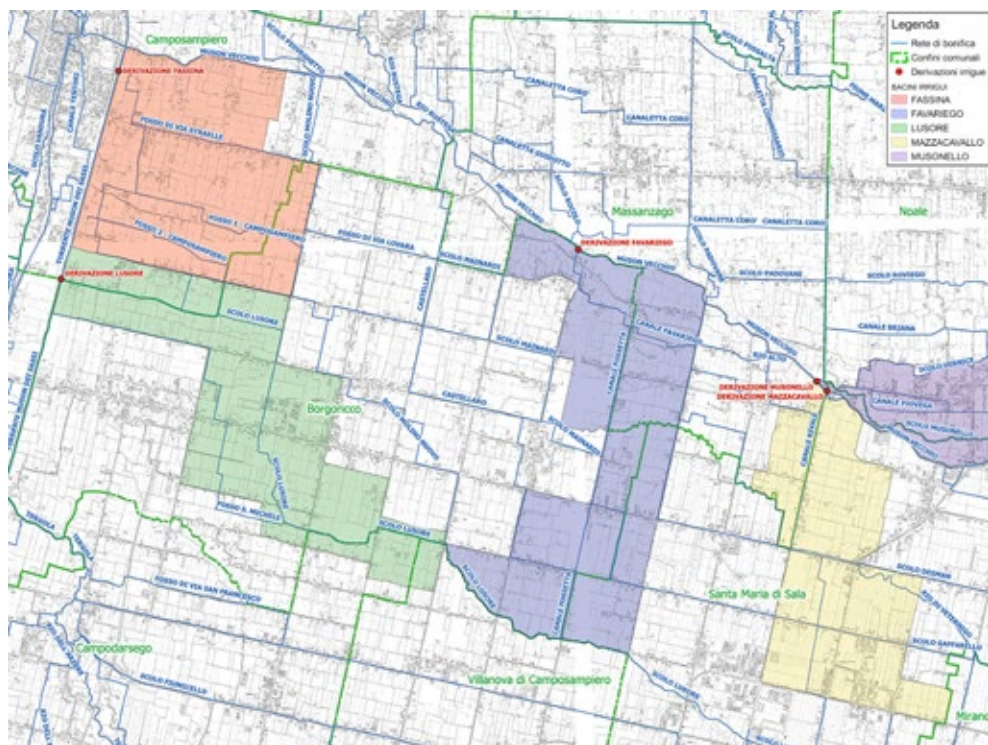
Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio di Bonifica Acque Risorgive - Codice DANIA 05-07-5731-2654

Progetto per l'installazione di sistemi di automazione e telecontrollo per il prelievo di acque ad uso irriguo su alcune derivazioni consorziali (AR110P-UTA).

Intervento collaudato finanziato per € 385.263,05 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022). Durata prevista dei lavori 6 mesi.

L'intervento ha principalmente lo scopo di migliorare il controllo del deflusso idrico e anche il mantenimento dell'equilibrio idrogeologico, in un territorio caratterizzato dalla presenza di una fitta rete di canali di scolo formante il cosiddetto "graticolato romano", ricadente nel territorio di Borgoricco, Camposampiero e Masanzago in Provincia di Padova e di Santa Maria di Sala, Noale e Mirano della Città Metropolitana di Venezia (Figura 12).

Figura 12: Area d'intervento distretto Lusore - Pionca - Distretto Muson (PD)

Fonte: Elaborazioni CREA PB con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Il progetto ha previsto l'installazione di cinque misuratori al prelievo (di II livello) presso le derivazioni irrigue poste lungo il canale artificiale Muson dei Sassi e il fiume Muson Vecchio, al fine di ottimizzare il prelievo della risorsa idrica in funzione dei fabbisogni reali determinati da piattaforme di consiglio irriguo, in un territorio caratterizzato dalla presenza di molte colture orticole, anche DOP/IGP (Radicchio rosso di Treviso e variegato di Castelfranco).

In prospettiva, l'intervento consentirà una migliore gestione delle risorse irrigue grazie all'ammodernamento dei punti di prelievo, con l'installazione di sistemi di automazione e telecontrollo, al fine di migliorare il controllo del deflusso idrico e anche il mantenimento dell'equilibrio idrogeologico in un territorio di circa 1900 ettari caratterizzato, come detto, dalla presenza di una fitta rete di canali di scolo. Il **risparmio idrico** è valutabile superiore a **un milione di metri cubi (20%)**.

Consorzio di Bonifica Territori del Mincio - Codice DANIA 03-05-5736-529

Telecontrollo e automazione del sistema di distribuzione idrica del distretto irriguo Angeli con adeguamento dell'omonimo impianto idrovoro di derivazione dal lago Superiore, nei comuni di Mantova (MN), Curtatone (MN) e Borgo Virgilio (MN).

Intervento collaudato finanziato per € 4.000.000 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2019), individuato tra i “progetti in essere” coerenti con Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del PNRR. Durata prevista dei lavori 12 mesi.

Gli interventi in progetto sono localizzati nel distretto irriguo denominato “Angeli”, dal nome della località, in Comune di Mantova, ove è collocato l'impianto idrovoro che consente l'irrigazione dei terreni agricoli a sud di Mantova tramite il canale adduttore denominato Angeli-Cerese (Figura 13). L'adduzione avviene mediante n. 3 pompe idrovore che prelevano acqua dal fiume Mincio, nel tratto posto a valle del sistema di aree umide Valli del Mincio e a monte del Lago Superiore.

Il progetto mira a ottimizzare la gestione della risorsa irrigua del canale Angeli-Cerese da parte del Consorzio, minimizzando le perdite legate sia al funzionamento on/off dell'impianto idrovoro, sia all'azionamento manuale degli organi di controllo del canale, che non si adattano prontamente alla domanda: ne consegue che talvolta l'acqua scorre inutilmente o è utilizzata solo parzialmente.

Il progetto ha previsto l'implementazione di un sistema di autocontrollo della rete, con un insieme di componenti che lavorano insieme per il controllo dei livelli e delle portate del canale tramite l'installazione di: paratoie automatizzate in sostituzione di quelle esistenti dislocate lungo il reticolo; misuratori di portata, di livello e di pioggia; impianto di telecomunicazioni in grado di regolare in tempo reale le idrovore e le paratoie in funzione delle esigenze irrigue del distretto.

I lavori di efficientamento interessano 53 km di canali, a cui corrisponde un'area efficientata di circa 3.500 ettari. Il risparmio idrico derivante dall'efficientamento della rete irrigua del Distretto Angeli tramite il sistema di controllo automatico sopra descritto potrà essere conseguito perché rilevando in tempo reale i livelli di acqua presenti in determinati punti dei canali del reticolo, le pompe idrovore entreranno in funzione in base alle necessità di prelievo effettivo, per fornire l'acqua limitatamente alla domanda irrigua. Nel caso in cui le richieste irrigue dovessero cessare (ad esempio nel caso avvengano precipitazioni o le colture abbiano raggiunto il fine turno) le paratoie, chiudendosi, creerebbero un bacino in parte del distretto, mantenendo l'acqua nei canali fino alla successiva richiesta, rimandando l'azionamento

delle idrovore.

In sede di progetto, il **risparmio idrico potenziale** stimato grazie all'installazione dei sistemi di automazione e telecontrollo previsti è stato valutato pari a circa **6,4 milioni di metri cubi (25%)**, come riduzione del prelievo alla fonte. L'ulteriore efficientamento della rete può essere perseguito tramite interventi di rifacimento dei rivestimenti in c.a. per il quale il Consorzio ha già progettato e candidato a finanziamento specifici interventi. Grazie ai minori volumi prelevati e ai migliori rendimenti delle pompe e dei motori installati, si stima anche un risparmio energetico che si aggira intorno al 30%.

Effetti indiretti dovuti al risparmio consistente di risorsa idrica consentiranno di migliorare il livello ecologico del Lago Superiore di Mantova, espansione del fiume Mincio. A scala di bacino, si possono ottenere anche dei benefici nel contrasto alla siccità, ai cambiamenti climatici, alla salinizzazione e all'acidificazione delle acque con il contenimento degli impatti di origine agricola (nitrati, fosfati, fitofarmaci).

Figura 13: Area d'intervento distretto irriguo Angeli (MN)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

5.5 Completamento schemi irrigui per il passaggio da irrigazione autonoma a collettiva

Come detto, in Italia la gestione ed il sistema di approvvigionamento idrico si sono differenziati nelle diverse aree del Paese in base a fattori idrogeologici, orografici, ambientali ed altresì storici. Buona parte delle aree irrigate è servita da Enti irrigui che curano il prelievo dai corpi idrici, il trasporto e la distribuzione dell'acqua alle aziende attraverso la realizzazione, gestione e manutenzione di infrastrutture irrigue.

L'irrigazione collettiva si è sviluppata soprattutto nel Nord Italia, caratterizzato dalla presenza di grandi bacini idrografici e di vaste aree idonee ad essere irrigate; al Centro Italia, l'irrigazione collettiva è limitata ad aree specializzate di media e piccola dimensione dedite a produzioni agricole ad alto reddito, mentre nelle zone collinari interne prevale un sistema di irrigazione autonomo. Nell'Italia meridionale e insulare sono presenti corsi d'acqua irregolari e per lo più torrentizi, i cui schemi irrigui a carattere collettivo sono concentrati lungo le coste e serviti da acque provenienti da grandi invasi (Zucaro, 2011).

La gestione collettiva dell'irrigazione rappresenta una peculiarità e un punto di forza dell'agricoltura italiana, favorendo un impiego efficiente delle risorse idriche. Grazie alla pianificazione della distribuzione dell'acqua, il servizio irriguo viene assicurato mediante il pagamento di contributi equi, incentivando così i consorziati a una gestione responsabile della risorsa.

Di contro, in caso di prelievo autonomo, l'acqua viene prelevata generalmente dalle falde acquifere per mezzo di pozzi in seguito a rilascio di autorizzazione pubblica o licenza generando, per la loro numerosità e frammentarietà, problemi di monitoraggio e controllo della risorsa. Il possibile sovrasfruttamento porta, così, ad un abbassamento della falda freatica implicando, per chi ricorre all'irrigazione collettiva, un aumento dei costi in seguito alla difficoltà di pompaggio, e favorisce altresì l'intrusione salina, con conseguente peggioramento della qualità dell'acqua. Inoltre, lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee risulta di difficile gestione. Ciò è dovuto al fatto che il prelievo da fonte sotterranea avviene su iniziativa di un ampio numero di piccoli utilizzatori (sia pubblici che privati), attraverso un servizio in auto-approvvigionamento direttamente all'interno dell'azienda o nelle sue prossimità, determinando una situazione che rende il monitoraggio e la regolamentazione particolarmente difficile. Ciò si traduce, nei periodi di scarsità, in una minore possibilità di regolazione dei prelievi rispetto alle disponibilità nei corpi idrici.

La propensione all'adozione di innovazione è un altro tema importante che differenzia l'irrigazione collettiva dall'irrigazione autonoma: gli agricoltori dimostrano una resistenza passiva all'innovazione, causata da barriere di utilizzo e di tradizione, con conseguente inefficienza operativa nell'uso razionale della risorsa. I potenziali adottanti hanno bisogno di supporto attraverso un trasferimento proattivo della conoscenza messo in pratica dall'ente innovatore (Daghfous & Ahmad, 2015), e di una "strategia di semina", che consiste nell'offrire prodotti gratuitamente come fase di prova per stimolare il primo utilizzo ed aumentare il livello di osservabilità nel processo di diffusione, facendo leva sulle opportunità offerte dall'adozione di nuove tecnologie digitali (vedasi l'adozione di sistemi di consiglio irriguo) (Talke & Hultink, 2010).

Entra qui in gioco la funzionalità dell'irrigazione collettiva e, soprattutto, il ruolo dei Consorzi di Bonifica.

Uno studio predisposto dal Canale Emiliano Romagnolo in collaborazione con Nomisma (Zucaro, 2023) ha evidenziato che il ricorso alla pratica irrigua in autoapprovvigionamento sia in genere più marcato nei distretti più vocati alle produzioni estensive, caratterizzati da minore densità di opere irrigue consortili, ovvero dove la distribuzione della risorsa avviene mediante l'utilizzo dei canali a scorrimento libero ad uso promiscuo (scolo e irrigazione); viceversa, nei distretti dove le acque del CER vengono distribuite attraverso condotte tubate in pressione e gruppi di consegna aziendali, il ricorso all'autoapprovvigionamento è sensibilmente inferiore. In questo caso, infatti, l'elevata disponibilità di risorsa idrica di qualità (non subisce decadimenti qualitativi durante il percorso) durante tutto l'arco della stagione irrigua, rende di fatto economicamente svantaggioso l'emungimento da pozzi o altre fonti, con ristoro delle falde acquifere e conseguente rallentamento dei fenomeni di subsidenza e intrusione del cuneo salino nella fascia costiera adriatica.

Per tutto quanto esposto, il passaggio dall'assetto autonomo a quello organizzato in forma collettiva è sostenuto dalle politiche di investimento del MASAF laddove possano produrre ricadute in termini produttività e sostenibilità ambientale.

5.5.1 Casi studio

Di seguito, si riportano due casi studio di progetti che prevedono il passaggio da irrigazione autonoma a collettiva a seguito di:

- realizzazione di infrastrutture irrigue, con l'utilizzo delle acque prelevate dal Ca-

nale Emiliano Romagnolo al posto dei prelievi da falda tramite pozzi (Consorzio di Bonifica della Romagna);

- realizzazione di una nuova rete irrigua collettiva, con l'utilizzo delle acque della Diga Farneto del Principe sul fiume Esaro, in un'area dove attualmente l'irrigazione delle colture presenti avviene in autoapprovvigionamento con pozzi aziendali privati (Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Bacini Settentrionali del Cosentino)).

Entrambi i casi studio evidenziano come il completamento di schemi irrigui in aree irrigate in maniera autonoma possa contribuire al risparmio idrico e quindi all'efficientamento dell'irrigazione nell'area sottesa.

Consorzio di Bonifica della Romagna - Codice DANIA 08-05-5708-854

Opere di estensione della distribuzione irrigua delle acque del Canale Emiliano Romagnolo intervento "Pisciatello - Rubicone" nei comuni di Cesena, Cesenatico, Gambettola, Gatteo.

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 12.000.000,00 dal PNRR - Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4. Durata prevista dei lavori 24 mesi

L'intervento di efficientamento consiste nella sostituzione dell'attuale sistema di approvvigionamento irriguo autonomo utilizzato dalle aziende agricole tramite pozzi con prelievi di acqua dalle falde artesiane, con la realizzazione di tutte le infrastrutture irrigue (opere di presa, rete di adduzione e di distribuzione) necessarie per consentire il passaggio ad un sistema di approvvigionamento collettivo, che consenta il prelievo delle acque irrigue dal Canale Emiliano Romagnolo (CER). Al fine di migliorare la gestione della risorsa irrigua è prevista altresì l'installazione di 2 misuratori lungo la rete di distribuzione (III livello) e di 287 misuratori all'utente finale (IV livello).

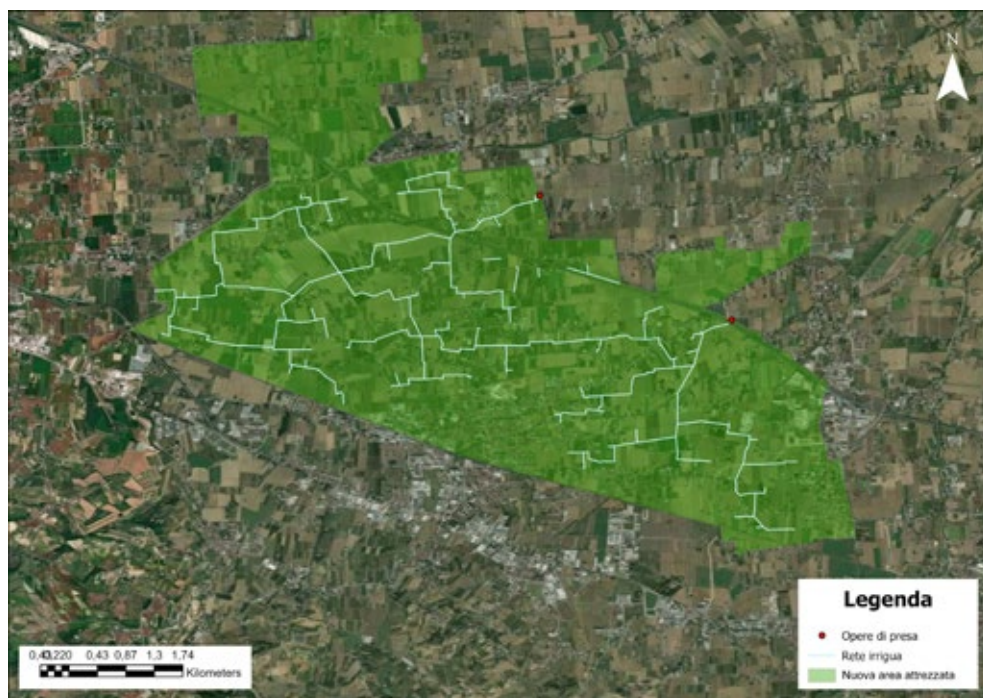
L'area efficientata dall'intervento ricade nel territorio di "Pisciatello - Rubicone", nei comuni di Cesena, Cesenatico, Gambettola, Gatteo (provincia di Forlì-Cesena), con una estensione di circa 3.066 ettari: di questa, l'area attrezzata già esistente è pari a 1.775 ettari, mentre la nuova area attrezzata ad opera dell'intervento è di 1.291 ettari (Figura 14).

Si prevede che l'intervento avrà effetti significativi sulle aziende agricole e sul territorio, grazie all'utilizzo delle acque del Canale Emiliano Romagnolo in sostituzione dei pozzi privati. Ciò permetterà alle imprese di accedere a una fornitura idrica

regolare e continua, senza dipendere dalle variazioni stagionali, favorendo così una maggiore competitività delle produzioni sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

Si stima che l'intervento consentirà di **ridurre il prelievo dalla falda** di circa **830 mila metri cubi** ogni anno dai 37 pozzi delle aziende aderenti all'intervento²⁴ sui 522 totali ricadenti nell'area. Inoltre, si prevede che il **risparmio idrico per interventi di efficientamento della rete irrigua** sarà di circa **45 mila metri cubi**, grazie alla sostituzione delle condotte mobili esistenti con condotte interrate in pressione e all'installazione di attrezzature di telecontrollo e telelettura sui prelievi, sulle linee e sui gruppi di consegna aziendali.

Figura 14: Area d'intervento con nuova area attrezzata Pisciatello – Rubicone (FC)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

²⁴ Le aziende aderenti all'intervento irrigano complessivamente 401 ettari, coltivati prevalentemente a erbacee estive (290 ettari), frutteti (108 ettari), vite (3 ettari)

Consorzio di Bonifica della Calabria (ex Bacini Settentrionali del Cosentino) - Codice DANIA 18-02-5711-467

Impianto di irrigazione dei terreni a valle della diga Farneto del Principe IV Lotto - Stralcio funzionale.

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 7.500.000 dalla Legge 145/2018, individuato tra i “progetti in essere” coerenti con Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del PNRR. Durata prevista dei lavori 24 mesi

L'impianto irriguo del “Basso Esaro”, alimentato dalle acque accumulate dalla Diga Farneto del Principe sul fiume Esaro (provincia di Cosenza), sottende una superficie irrigabile di 2.484 ettari di cui già attrezzata per circa 1.510 ettari. L'intervento va ad efficientare un'area di 411 ettari non ancora attrezzata all'irrigazione collettiva, in cui attualmente insistono colture che vengono irrigate in autoapprovvigionamento con pozzi aziendali privati (Figura 15).

Si tratta di un intervento per la sostituzione di prelievi da falda attraverso la realizzazione di opere di presa, adduzione e distribuzione collettiva in aree irrigue attualmente già irrigate attraverso il prelievo privato da pozzi, senza dunque incremento netto dell'area irrigata, in quanto le aree irrigue attualmente alimentate attraverso il prelievo privato da pozzi possono essere considerate superfici già irrigate. È prevista altresì l'installazione di 17 misuratori lungo la rete di distribuzione (III livello) e 196 misuratori all'utente finale (IV livello).

Si stima che l'intervento consentirà un risparmio idrico di oltre **2,3 milioni di metri cubi (26%)**.

Figura 15: Area d'intervento con nuova area attrezzata Impianto Basso Esaro (CS)

Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

5.6 Interventi che possono produrre effetti indiretti di efficientamento

Come descritto nel capitolo 4, il miglioramento dell'efficienza irrigua, oltre a migliorare le prestazioni complessive dei sistemi agricoli durante la siccità, può generare effetti anche al di fuori dell'area direttamente sottesa all'intervento; tale potenzialità è legata anche al mantenimento dell'agro-ecosistema irriguo e dei servizi ecosistemici da esso generati, come il supporto agli habitat, la ricarica degli acquiferi, servizi culturali e ricreativi, nonché di regolazione.

I casi studio che seguono forniscono esempi pratici di investimenti irrigui afferenti a diverse casistiche tra quelle precedentemente elencate, quali gli interventi di efficientamento di reti irrigue per la riduzione delle perdite e/o di installazione di tecnologie per uso efficiente delle risorse idriche (misuratori e sistemi di telecontrollo), che producono, oltre a effetti diretti nell'area sottesa alla rete oggetto di intervento,

anche effetti indiretti di efficientamento sul contesto circostante in termini di miglioramento della disponibilità di acqua, sia dal punto di vista quantitativo (rendendola disponibile per altri utilizzi e stakeholder) sia qualitativo (come nei casi in cui la pratica agricola contribuisca alla ricarica delle falde e di conseguenza ad arrestare o rallentare la risalita del cuneo salino).

5.6.1 Casi studio

Nel dettaglio, verranno descritti i seguenti interventi:

- Consorzio di Bonifica Delta del Po, con il rifacimento di tratti di canalette irrigue deteriorate nel distretto irriguo dell'Isola di Ariano (VE);
- Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese, che prevede la ristrutturazione di un canale irriguo;
- Consorzio di bonifica Lazio Sud Ovest, con la sostituzione dei vecchi contatori irrigui obsoleti con nuovi contatori nel comprensorio irriguo di Barchi nel Comune di Terracina (LT);
- Consorzio per la Bonifica della Capitanata, che prevede l'efficientamento del comprensorio irriguo "Sinistra Ofanto" (FG), con l'installazione di nuovi misuratori.

Consorzio di Bonifica Delta del Po – Codice DANIA 05-05-2407-280

Rifacimento di tratti di canalette irrigue deteriorate nella zona nord-occidentale dell'Isola di Ariano e installazione di misuratori di portata.

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 7.200.943,37 dal PNRR - Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4. Durata prevista dei lavori 29 mesi

Il progetto interessa il territorio dell'Isola di Ariano, facente parte del delta del fiume Po, con una estensione di circa 16 mila ettari, di cui circa 14.800 ettari irrigati grazie all'acqua derivata dai vari rami del Po (dal Po di Venezia, dal Po di Goro e dal Po di Gnocca) per un massimo di 11 m³/s (Figura 16). Questa dotazione è pienamente disponibile solo fino a quando la risalita del cuneo salino²⁵ dalle foci dei rami del Po non va ad interessare le varie opere di derivazione, partendo da quelle più a valle ("Taglio di Po") e proseguendo gradualmente, in funzione della durata delle portate di magra del fiume, fino a influenzare quelle più a monte ("Ca' Visentin", "Corbola",

²⁵ Intrusione di acqua salata dal mare in occasione di basse portate alle foci dei fiumi.

“Mezzavilla”).

La rete di distribuzione irrigua è costituita da canalette in cemento armato, che versano in uno stato di obsolescenza tale da provocare perdite diffuse e conseguente dispersione dei volumi idrici prelevati dai vari rami del Po, con conseguente spreco della risorsa.

Al fine di contrastare la risalita del cuneo salino, il Consorzio ha previsto una serie d'interventi sinergici tra di loro, al fine di ridurre quanto più possibile i prelievi dal fiume e quindi di utilizzare i volumi strettamente necessari al soddisfacimento del fabbisogno irriguo delle colture. Nel caso specifico, il progetto prevede l'efficientamento della rete di distribuzione irrigua e, in particolare, il rifacimento di tratte di canalette per circa 20 chilometri in cemento armato al fine di ripristinare la perfetta impermeabilità e, di conseguenza, ridurre le perdite migliorando anche la capacità di trasporto. È prevista anche l'installazione di un misuratore di portata e di un sistema di trasmissione dei dati relativi alla misurazione dei volumi di acqua prelevati presso ogni opera di presa sul Po (“Mezzavilla”, “Corbola”, Ca’ Visentin” e “Taglio di Po”), per una ottimizzazione della risorsa idrica al fine di ridurre ulteriormente le perdite legate alla gestione della risorsa.

L'intervento, oltre a produrre dei *benefici diretti* dovuti alla riduzione delle perdite della risorsa idrica, con un **risparmio idrico stimato pari a circa 10,5 milioni di metri cubi (31%)**, e il conseguente efficientamento del servizio irriguo in termini di continuità e precisione dei volumi idrici forniti all'aziende, potrà altresì produrre dei *benefici indiretti* in tutta l'area. Come già accennato, infatti, la riduzione delle perdite dalla rete irrigua consentirà di prelevare una minore quantità di acqua dal Fiume, andando a contrastare il fenomeno della risalita del cuneo salino dalle foci dei rami del Po, soprattutto nei periodi di magra. Questo beneficio indiretto di contrasto alla risalita del cuneo salino interessa un'area di circa **6 mila ettari**, corrispondente alle zone sudorientali del distretto Isola di Ariano.

Figura 16: Area d'intervento Isola di Ariano (RO)

Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese – Codice DANIA 01-05-1236-558

Ristrutturazione della Roggia Comunale e Cavetto di Lenta

Intervento in corso di realizzazione finanziato per € 7.740.000,00 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2019), individuato tra i “progetti in essere” coerenti con Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del PNRR. Durata prevista dei lavori 21 mesi.

L'area oggetto d'intervento è una porzione dei 13.994 ettari dell'area vasta del *Centro Sesia*, caratterizzata dalla produzione risicola DOP denominata *Riso di Baraggia*, attraverso l'utilizzo delle acque fluenti nel canale della *Roggia Comunale di Lenta*, che assieme al canale della *Roggia Comunale di Gattinara* e al canale della *Roggia Marchionale* costituiscono il sistema delle tre derivazioni di destra Sesia che garantiscono l'irrigazione delle risaie.

Nell'*agroecosistema risicolo*, l'irrigazione avviene tradizionalmente a sommersione permanente: la distribuzione dell'acqua avviene nel periodo primaverile produ-

cendo la sommersione delle camere di risaia. Tale sommersione viene mantenuta fino alla fine del mese di agosto, immettendo nelle camere una ridotta quantità idrica finalizzata unicamente al compenso dell'evapotraspirazione e delle perdite per infiltrazione che, indirettamente, alimentano le falde sotterranee. Queste ultime, a loro volta, grazie all'interconnessione del reticolo idrico naturale ed artificiale, alimentano risorgive e torrenti. La sistemazione dei terreni di risaia, inoltre, è tale che parte dell'acqua immessa a monte viene recuperata a valle anche per via superficiale attraverso la rete dei colatori e riutilizzata quindi più volte per l'alimentazione delle "camere" successive. Grazie a questa disponibilità idrica, in primavera nel periodo della sommersione delle risaie, il territorio si presenta con un paesaggio quasi continuo di specchi d'acqua delimitati da strade e da rive di canali irrigui. D'altronde, le risaie possono essere considerate come sistemi acquatici temporanei, allagate durante l'estate e mantenute asciutte durante l'inverno, seguendo così un ciclo inverso rispetto alle zone umide naturali e come tale possono svolgere un ruolo importante in sostituzione delle stesse zone umide, in particolare nei periodi di siccità.

A causa dei frequenti fenomeni siccitosi che durante la stagione irrigua affliggono il fiume Sesia, vengono momentaneamente concentrate le portate derivate presso l'incile della Roggia Comunale di Gattinara, ossia presso la struttura irrigua posta più a settentrione rispetto alle altre, per poi essere ripartite secondo le esigenze gestionali, nel rispetto del valore complessivo cumulato concesso di $10,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Infatti, l'attività di concentrazione delle portate è un espediente consolidato nella coltivazione del riso che consente, mediante l'organizzazione di un'idonea rotazione tra i canali, di mantenere anche nei momenti siccitosi portate idriche significative tali da consentire il mantenimento di una sufficiente sommersione delle piane di risaia, in attesa del ripristino delle condizioni di normalità dei deflussi naturali.

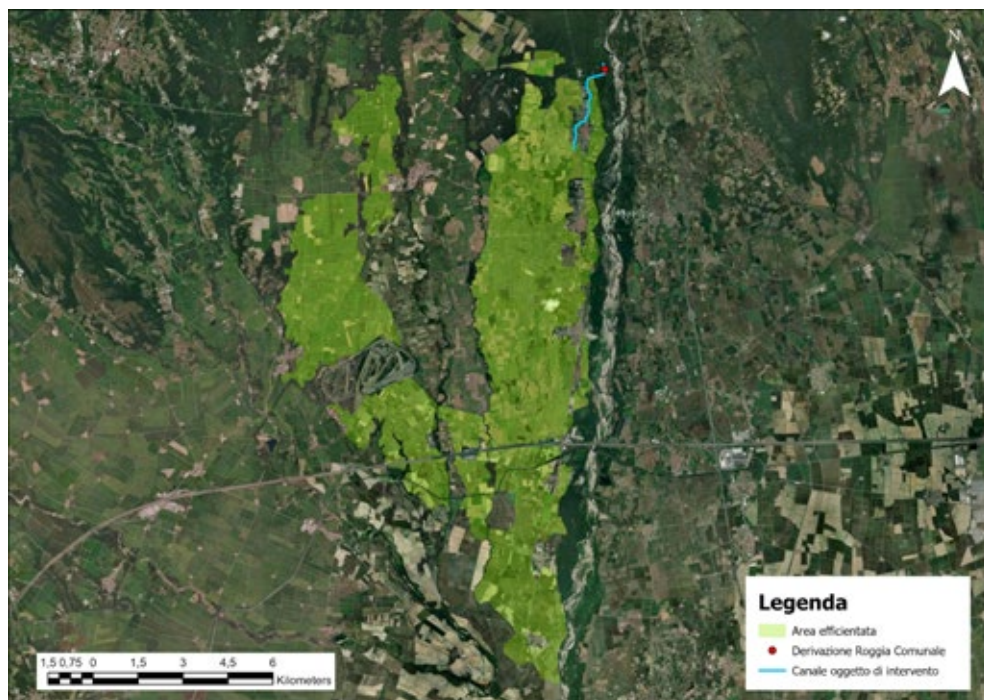
In questo contesto, è prevista la ristrutturazione di due distinte tratte del canale della Roggia Comunale di Lenta, ultima delle tre derivazioni di destra Sesia, che rispetto alle altre due, è quella che presenta le maggiori perdite idriche per infiltrazione a causa del cattivo stato di conservazione, non garantendo un sufficiente apporto idrico nei periodi siccitosi alla coltivazione del riso in grado di soddisfare il fabbisogno irriguo. Nel complesso, l'intervento consentirà di ottenere un risparmio idrico di **1,31 milioni di mc/anno** grazie alla riduzione delle perdite, con equivalente riduzione di prelievo dalla derivazione di destra Sesia negli anni ordinari. Negli anni siccitosi, grazie alla profonda interconnessione della rete, una frazione di questo risparmio può essere redistribuita, a vantaggio della resilienza di tutta l'area irrigua del

Centro Sesia (Figura 17).

Si evidenzia, quindi, come gli interventi previsti possano determinare nell'*agro-ecosistema risicolo* un aumento dell'efficienza irrigua a scala locale (effetto diretto), dal momento che si riducono le perdite di acqua per infiltrazione lungo il canale, con conseguente accrescimento dei volumi d'acqua disponibili per l'irrigazione delle risaie. Gli stessi interventi non incidono, peraltro, in modo negativo sull'efficienza irrigua complessiva a scala di bacino (effetto indiretto), poiché non sono tali da interrompere il *servizio ecosistemico di ricarica degli acquiferi*, il quale si realizza attraverso la percolazione dei volumi irrigui sia al campo (soprattutto nei casi di ricorso a tecniche di irrigazione tradizionale, come lo scorrimento e la sommersione tipico delle risaie), sia attraverso i canali irrigui che, con il loro flusso lento e regolare, favoriscono l'infiltrazione.

In sintesi, le perdite di trasporto attraverso i canali irrigui o di campo tipico delle risaie irrigate per scorrimento e sommersione, si possono considerare delle "perdite benefiche", dal momento che possono generare effetti positivi, ossia possono essere riutilizzate o riciclate ad altri usi benefici sia a valle del sistema della rete idrica che all'interno del sistema di approvvigionamento idrico. Agire sui canali adduttori con adeguati interventi manutentivi evita che le perdite vengano catturate subito dai subalvei dei fiumi da cui derivano, consentendo di traslare questo fenomeno in modo assai più efficace a valle sulla rete di distribuzione presente in modo capillare sul territorio e che, infatti, salvo qualche tratto in rilevata, viene in genere mantenuta rigorosamente in terra.

In conclusione, si evidenzia che solo attraverso un'attenta pianificazione, qual è stata quella in oggetto, è possibile individuare le aree in cui gli investimenti irrigui possono essere realizzati senza compromettere i processi virtuosi in atto, come quelli legati ai servizi ecosistemici e dove, al contrario, potrebbe essere preferibile mantenere infrastrutture e pratiche irrigue tradizionali, seppur poco efficienti a scala locale, al fine di supportare il mantenimento il servizio ecosistemico di ricarica degli acquiferi.

Figura 17: Area intervento Centro Sesia

Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio di bonifica Lazio Sud Ovest – Codice DANIA 12-04-5796-3116

Lavori di sostituzione dei contatori irrigui obsoleti ed installazione dei nuovi idrocontatori a tessera sui gruppi di consegna aziendali e settoriali ricadenti nel comprensorio irriguo di Barchi nel Comune di Terracina.

Intervento collaudato finanziato per € 479.890,34 dal PSC – Sottopiano 2 (stralcio 2022), individuato tra i “progetti in essere” coerenti con Investimento 4.3 della Missione 2 Componente 4 del PNRR. Durata prevista dei lavori 7 mesi

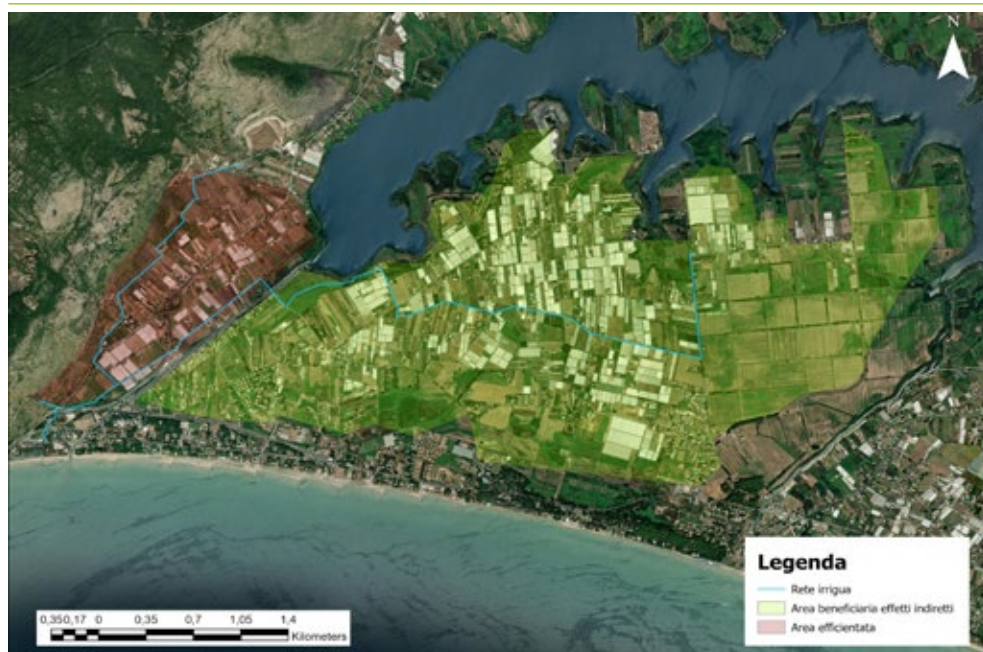
L'intervento proposto dal Consorzio di bonifica Lazio Sud Ovest riguarda l'efficientamento dell'impianto irriguo denominato “Barchi” e “Salto di Fondi”, facenti parte del comprensorio irriguo di Barchi nel Comune di Terracina (LT), attraverso l'installazione di nuovi misuratori all'utente finale, dotati di sistema di erogazione tramite tessera nonché di sistemi di controllo e di monitoraggio della rete di distribuzione da remoto, in sostituzione degli attuali contatori irrigui obsoleti (Figura 18).

Agli inizi degli anni 2000, al fine di contrastare il fenomeno della **risalita salina**

nelle aree agricole presenti lungo la costa di Terracina e Fondi dovuto ai prelievi di acqua da falda tramite pozzi, il Consorzio realizzò i due impianti irrigui con lo scopo di sostituire i prelievi da falda con le acque captate dalle sorgenti Bisleti e Mola di Stefano, per una portata annua di concessione pari a 524 l/sec.

Come è noto, la risalita del cuneo salino determina nuove emergenze: in agricoltura, legate alla salinità dell'acqua dei pozzi e quindi al non soddisfacimento del fabbisogno idrico delle colture; nel territorio, causa di dissesto idrogeologico per l'abbassamento dei suoli. È dunque presumibile che l'intervento di efficientamento dell'impianto irriguo "Barchi" e "Salto di Fondi", oltre a produrre dei *benefici diretti* dovuti ad una più efficiente gestione della risorsa idrica, con un **risparmio idrico stimato pari a circa 14 mila metri cubi (30%)**, potrà produrre anche dei *benefici indiretti*, dal momento che la sostituzione dei prelievi idrici da falda tramite pozzi, con le acque captate dalle sorgenti Bisleti e Mola di Stefano, consentirà di ridurre il rischio di intrusione salina in un'area quantificabile in circa 900 ettari, come estensione dell'area attrezzata nei distretti irrigui contigui.

Figura 18: Area d'intervento settori Barchi 1 e Barchi 2 facenti parte dell'impianto irriguo "Barchi" e "Salto di Fondi" (LT)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigran integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Consorzio per la Bonifica della Capitanata - Codice DANIA 16-02-0013-3067

Ammodernamento ed efficientamento del comprensorio irriguo Sinistra Ofanto: gestione centralizzata della distribuzione di acqua e monitoraggio del bilancio idrico con interscambio dati su infrastruttura IoT a basso consumo energetico.

Intervento finanziato per € 12.891.806,84 dalla Legge 178/2020. Durata prevista dei lavori 25 mesi

L'intervento proposto dal Consorzio della Capitanata si inserisce in una visione sistemica di adattamento dell'agricoltura ai cambiamenti climatici. In un contesto caratterizzato da siccità ricorrenti e competizione tra settori per l'uso della risorsa, l'opera mira a trasformare una gestione "emergenziale" in una "gestione di precisione". Essa prevede l'ammodernamento e l'efficientamento degli impianti attuali in esercizio da oltre quarant'anni nel comprensorio irriguo "Sinistra Ofanto" su una superficie attrezzata di circa 40.000 ettari (Figura 19), attraverso il rinnovamento tecnologico dei gruppi di consegna esistenti, mediante la sostituzione dei contatori volumetrici, delle elettrovalvole, nonché delle unità elettroniche con una nuova componentistica che consenta il telecomando e il telerilevamento e che sia in grado di autorizzare gli utenti al prelievo di acqua tramite apposita applicazione sul proprio smartphone. L'introduzione di un sistema di controllo e di gestione in grado di misurare i volumi di acqua in testa ai comizi, nonché di rilevare i volumi di acqua utilizzati dalla singola azienda, consentirà all'Ente di gestire e controllare da remoto l'intera rete distributrice e le richieste di acqua da parte degli utenti, oltre che di supervisionare l'andamento della stagione irrigua.

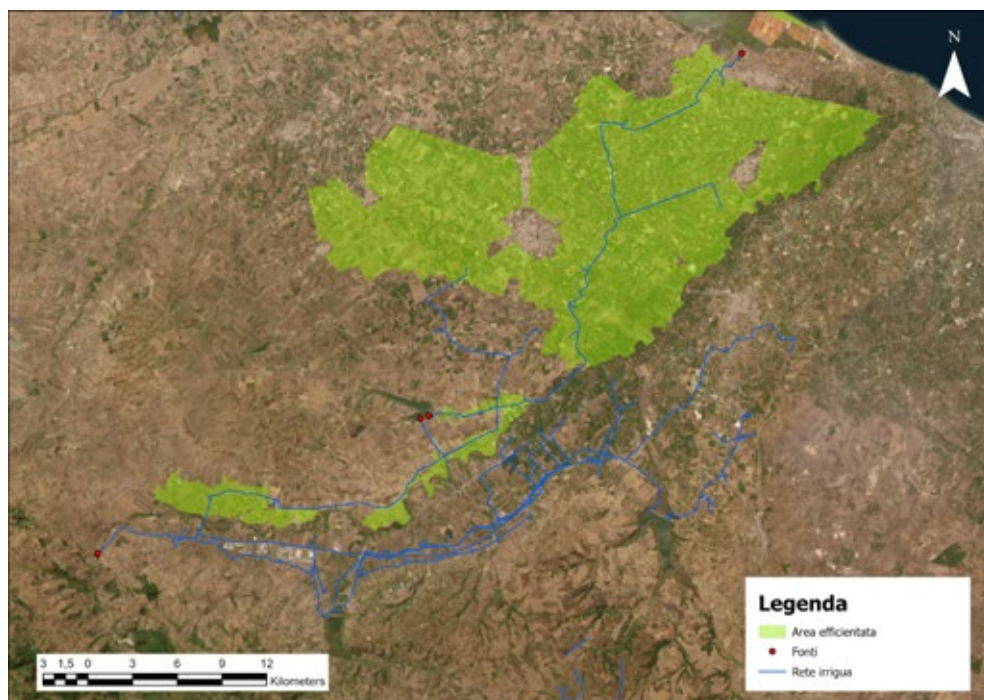
Il **risparmio idrico** conseguito dall'intervento, favorito dal miglioramento della gestione del servizio irriguo, è stimabile in circa **9,5 milioni di mc (16%)** e consentirà di mitigare la carenza idrica cronica nel comprensorio, aggravata dalla sistematica destinazione alternativa della risorsa a monte del comprensorio stesso verso usi civili (alimentazione dei potabilizzatori di Conza e Locone) e usi industriali (soddisfacimento del fabbisogno del polo produttivo di Melfi).

Dal punto di vista della tutela ambientale, la riduzione delle inefficienze, l'equa distribuzione dell'acqua e l'ottimizzazione dell'uso delle risorse superficiali aumenteranno i benefici (indiretti) in termini di conservazione e salvaguardia della falda freatica e di contenimento dell'intrusione salina nelle aree prospicienti al Mar Adriatico, tra la foce del fiume Ofanto e del torrente Cervaro, in corrispondenza degli Arenili di Zapponeta e Margherita di Savoia.

Mantenere una corretta pressione delle acque dolci, infatti, è l'unico modo per impedire l'avanzamento del cuneo salino, che comprometterebbe irreversibilmente la fertilità dei suoli agricoli costieri.

L'intervento rappresenta un modello di innovazione sostenibile: il Consorzio si dota di uno strumento d'avanguardia che coniuga le esigenze produttive del settore agricolo con la necessità di tutela ambientale, ponendo le basi per una gestione della risorsa idrica resiliente, trasparente e tecnologicamente avanzata.

Figura 19: Area d'intervento comprensorio irriguo Sinistra Ofanto (BAT)



Fonte: Elaborazioni CREA PB su dati Sigrian integrati con elementi progettuali degli Enti irrigui beneficiari

Conclusioni

Le analisi e i casi studio descritti rendono evidente di come sia possibile agire con diverse modalità e su diverse linee di finanziamento per migliorare ciascun elemento della catena di distribuzione dell'acqua irrigua, pur tenendo conto dei suoi aspetti di complessità e diversità sul territorio nazionale.

Le misure adottate si concentrano sia sul finanziamento di investimenti volti a migliorare l'efficienza irrigua (ad esempio, l'ammodernamento delle reti per ridurre le perdite idriche e la realizzazione di bacini di accumulo), sia sullo sviluppo di infrastrutture in grado di favorire indirettamente una gestione più sostenibile della risorsa idrica.

Un esempio significativo è il completamento degli schemi irrigui, che consentono il passaggio dall'irrigazione autonoma a quella collettiva, promuovendo un uso più efficiente dell'acqua. Un altro intervento strategico riguarda il finanziamento dei misuratori, strumenti essenziali per quantificare i volumi destinati all'uso irriguo e prerequisito fondamentale per l'applicazione di sistemi tariffari incentivanti, come il contributo irriguo di tipo volumetrico.

Infine, il telecontrollo e la digitalizzazione delle reti rappresentano un ulteriore passo verso una gestione più moderna ed efficace dell'acqua, permettendo di adattarne l'utilizzo in base alle esigenze specifiche degli utenti e dei gestori, ottimizzando così l'intero sistema.

Il finanziamento di questi interventi risponde agli obiettivi ambientali stabiliti dalla normativa europea, in particolare dalla Direttiva Quadro Acque, e si inserisce all'interno delle misure programmate nei Piani di Gestione delle acque di ogni Distretto Idrografico, strumenti di pianificazione territoriale volti a garantire un uso sostenibile della risorsa idrica. Il carattere ambientale di tali finanziamenti è assicurato da criteri di programmazione mirati a tutelare e migliorare lo stato dei corpi idrici, evitando che gli interventi di efficientamento si traducano in un aumento della pressione sulle risorse idriche.

Una dimostrazione concreta di tale approccio è rappresentata dal vincolo che impone di destinare il risparmio idrico generato dagli investimenti a beneficio dei corpi idrici soggetti a prelievo anziché per irrigare nuove superfici. Questo principio

garantisce che l'efficienza ottenuta si traduca in un effettivo miglioramento della disponibilità idrica complessiva, senza incentivare un incremento della domanda. Allo stesso tempo, questi interventi assumono una rilevanza strategica anche dal punto di vista economico e produttivo, soprattutto per le aziende agricole che devono affrontare le conseguenze della siccità. La riduzione della disponibilità d'acqua, infatti, incide direttamente sulle rese produttive, aumentando i costi di produzione e riducendo la competitività del settore. In questo contesto, l'efficientamento delle reti irrigue rappresenta una soluzione fondamentale, poiché consente di far arrivare una maggiore quantità d'acqua ai campi a parità di prelievo o, viceversa, di garantire gli stessi volumi riducendo la pressione sulle fonti di approvvigionamento. Questo si traduce in una maggiore capacità di soddisfare i fabbisogni idrici anche in condizioni di scarsità prolungata, migliorando la resilienza del comparto agricolo di fronte ai cambiamenti climatici, in linea con il principio "*Water Efficiency First*" richiamato dalla Strategia Europea sulla resilienza idrica, che privilegia il risparmio idrico e l'uso efficiente e circolare dell'acqua, prima di ricorrere all'incremento dei prelievi dalle fonti convenzionali.

Infine, è fondamentale sottolineare come gli interventi volti al miglioramento dell'efficienza irrigua non siano interventi isolati: innescano, difatti, processi che producono benefici al di là dei confini aziendali, in quanto contribuiscono alla conservazione degli ecosistemi acquatici, alla salvaguardia della biodiversità e alla prevenzione di fenomeni come la subsidenza. L'approccio sistemico alla valutazione di tali investimenti è imprescindibile per cogliere appieno la complessità delle interazioni e gli impatti positivi indiretti che ne derivano. L'aumento della disponibilità di risorsa idrica, generato dall'efficientamento, può infatti beneficiare altri settori economici e lo stesso settore agricolo in aree limitrofe, creando sinergie e promuovendo uno sviluppo territoriale più equilibrato e sostenibile. Il mantenimento delle infrastrutture irrigue, spesso reso possibile da questi investimenti, è altresì cruciale per garantire la funzionalità del sistema nel suo complesso e preservare i servizi ecosistemici ad esso connessi, come la regolazione del ciclo idrologico e la conservazione del paesaggio. Le casistiche discusse nel documento accendono anche un faro sulle azioni intraprese per migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua irrigua. I risultati di queste azioni dovrebbero essere tenuti nella giusta considerazione come base di partenza per l'attuazione e la valutazione di efficacia di ulteriori investimenti dedicati all'efficientamento delle infrastrutture irrigue, ad esempio nell'ambito della già richiamata Strategia Europea sulla resilienza idrica.

Ciò apre la discussione alla necessità di definire le priorità di investimento non in base a soglie minime percentuali di risparmio idrico o percentuali di incremento di efficienza, ma in base al livello di efficienza effettivamente raggiunto o raggiungibile. Diversamente, infatti, risulta più difficoltoso raggiungere ulteriori incrementi di efficienza laddove sono già stati attuati significativi miglioramenti, penalizzando le realtà già virtuose sia sul piano locale che a livello di Stato Membro.

Questo approccio consente anche di valutare gli effetti cumulativi di più investimenti di efficientamento sulla stessa area sottesa, consentendo l'adeguata applicazione di indicatori di risultato *area based*. In chiusura, vale la pena di sottolineare anche come i cambiamenti in atto, tra cui la crescente necessità di irrigazione anche per colture tradizionalmente non irrigue, pongono nuove sfide che richiedono un'attenta riflessione sulle strategie da adottare per coniugare obiettivi economici e ambientali, in particolare rispetto al vincolo di non aumento della superficie irrigata. Sebbene tali vincoli siano essenziali per garantire che gli investimenti abbiano un impatto positivo sulla tutela della risorsa idrica, l'evoluzione delle condizioni climatiche e produttive rende sempre più necessario un approccio capace di bilanciare la sostenibilità ambientale con la continuità e la competitività dell'attività agricola. In questo contesto, strategie di gestione più flessibili potranno contribuire a rispondere alle nuove esigenze, assicurando un uso sostenibile della gestione della risorsa idrica.

Bibliografia

- Aizaki, H., Sato, K., & Osari, H. (2006). Contingent valuation approach in measuring the multifunctionality of agriculture and rural areas in Japan. *Paddy and Water Environment*, 4(4), 217–222. <https://doi.org/10.1007/s10333-006-0052-8>
- Aquastat, F. (2021). *FAO's Global Information System on water and agriculture*. <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>
- Aspe, C., Gilles, A., & Jacqu  , M. (2016). Irrigation canals as tools for climate change adaptation and fish biodiversity management in Southern France. *Regional Environmental Change*, 16(7), 1975–1984. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0695-8>
- Autorit   di Bacino del fiume Po. (2021). *Piano di Gestione Acque Sintesi dell'analisi economica sull'utilizzo idrico Art. 5, All. III, All. VII, parte A, punto 6 e parte B, punto 1 della Direttiva 2000/60/CE e All. 10, All. 4, parte A, punto 6, alla parte terza del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. ALLEGATO 6.5 DELL'ELABORATO 6*.
- Balderacchi, M., Perego, A., Lazzari, G., Muñoz-Carpena, R., Acutis, M., Laini, A., Giussani, A., Sanna, M., Kane, D., & Trevisan, M. (2016). Avoiding social traps in the ecosystem stewardship: The Italian Fontanile lowland spring. *Science of The Total Environment*, 539, 526–535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.029>
- Balestrini, R., Arese, C., & Delconte, C. (2004). Funzionalit   degli ecosistemi acquatici: il ruolo delle fasce riparie nella dinamica dei nutrienti. *Quaderno IRSA 121. QUADERNI IRSA DEL CNR, ISSN: 0390-6329, 121*.
- Baralla, S., Capone, S., Ferrigno, M., Manganiello, V., Ruberto, M., & Zucaro, R. (2024). Il patrimonio idrico nazionale: un'opportunit   per il turismo e per il territorio. In C. Zumpano & A. Del Prete (Eds.), *IL PANORAMA MULTIFORME DEL TURISMO RURALE. POLITICHE ED ESPERIENZE*.
- Berbel, J., & Mateos, L. (2014). Does investment in irrigation technology necessarily generate rebound effects? A simulation analysis based on an agro-economic model. *Agricultural Systems*, 128, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.04.002>
- Boerema, A., Schoelynck, J., Bal, K., Vrebo, D., Jacobs, S., Staes, J., & Meire, P.

- (2014). Economic valuation of ecosystem services, a case study for aquatic vegetation removal in the Nete catchment (Belgium). *Ecosystem Services*, 7, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.08.001>
- Bos, M. G., Burton, M. A. S., & Molden, D. J. (2005). *Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines*. CABI Pub.
- Boz, B., & Gumiero, B. (2016). Nitrogen removal in an afforested riparian zone: the contribution of denitrification processes. *Hydrobiologia*, 774(1), 167–182. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2609-2>
- Burt, O. R. (1964). The Economics of Conjunctive Use of Ground and Surface Water. *Hilgardia*, 36(2).
- Cantonati, M., Poikane, S., Pringle, C. M., Stevens, L. E., Turak, E., Heino, J., Richardson, J. S., Bolpagni, R., Borrini, A., Cid, N., Čtvrtlíková, M., Galassi, D. M. P., Hájek, M., Hawes, I., Levkov, Z., Naselli-Flores, L., Saber, A. A., Cicco, M. Di, Fiasca, B., ... Znachor, P. (2020). Characteristics, Main Impacts, and Stewardship of Natural and Artificial Freshwater Environments: Consequences for Biodiversity Conservation. *Water*, 12(1), 260. <https://doi.org/10.3390/w12010260>
- Castaldelli, G., Soana, E., Racchetti, E., Vincenzi, F., Fano, E. A., & Bartoli, M. (2015). Vegetated canals mitigate nitrogen surplus in agricultural watersheds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 212, 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.07.009>
- Cavazza, F., Galioto, F., Guerra, E., Raggi, M., & Viaggi, D. (2017). I benefici ambientali dell'attività irrigua: una valutazione combinata all'interno del Consorzio della Bonifica Renana. *Agriregionieuropa*.
- Cavazza, F., Galioto, F., Raggi, M., & Viaggi, D. (2022). Ambiguity, Familiarity and Learning Behavior in the Adoption of ICT for Irrigation Management. *Water*, 14(22), 3760. <https://doi.org/10.3390/w14223760>
- Cesari de Maria, S., Rienzner, M., Facchi, A., Chiaradia, E. A., Romani, M., & Gandolfi, C. (2016). Water balance implications of switching from continuous submergence to flush irrigation in a rice-growing district. *Agricultural Water Management*, 171, 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.03.018>
- Chukalla, A. D., Mul, M. L., van der Zaag, P., van Halsema, G., Mubaya, E., Muchanga, E., den Besten, N., & Karimi, P. (2022). A framework for irrigation performance assessment using WaPOR data: the case of a sugarcane estate in Mo-

- zambique. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(10), 2759–2778. <https://doi.org/10.5194/hess-26-2759-2022>
- Columba, P., & Altamore, L. (2010). Watering and agricultural development: evolution of water usage and effects on the product value. *Italian Journal of Agronomy*, 1(3s). <https://doi.org/10.4081/ija.2006.s3.451>
- COMMISSIONE EUROPEA. (2007). COM (2007)414 final. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union*.
- COMMISSIONE EUROPEA. (2013). COM(2013) 216 final COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI *Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici*.
- Commissione Europea. (2014). *Guidance document Support through the EAFRD for investments in irrigation version November 2014 - Article 46 of Regulation (EU) No 1305/2013*.
- Costantini, G., Croce, A., Hull, V., Mancuso, C., Paolinelli, G., Romano, G., & Valentini, A. (2010). *Utilizzazione naturalistica degli invasi a prevalente uso irriguo - metodologia, analisi, linee guida*.
- Crestani, E., Camporese, M., Belluco, E., Bouchedda, A., Gloaguen, E., & Salandin, P. (2022). Large-Scale Physical Modeling of Salt-Water Intrusion. *Water*, 14(8), 1183. <https://doi.org/10.3390/w14081183>
- Dages, C., Voltz, M., Bsaibes, A., Prévot, L., Huttel, O., Louchart, X., Garnier, F., & Negro, S. (2009). Estimating the role of a ditch network in groundwater recharge in a Mediterranean catchment using a water balance approach. *Journal of Hydrology*, 375(3–4), 498–512. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.07.002>
- Daghfous, A., & Ahmad, N. (2015). User development through proactive knowledge transfer. *Industrial Management & Data Systems*, 115(1), 158–181. <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2014-0202>
- Decreto Direttoriale 6 dicembre 2018 n. 574/STA. Manuale operativo e metodologico per l'implementazione dell'analisi economica.
- Defra. (2022). *Enhancing the biodiversity value of arable drainage ditches – a feasibility study*.
- DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

- Del 23 Ottobre 2000 Che Istituisce Un Quadro per l'azione Comunitaria in Materia Di Acque.
- D.M. 24 Febbraio 2015, n. 39. Regolamento Recante i Criteri per La Definizione Del Costo Ambientale e Del Costo Della Risorsa per i Vari Settori d'impiego Dell'acqua. (15G00053) (GU Serie Generale n.81 Del 08-04-2015).
- Dollinger, J., Dagès, C., Bailly, J.-S., Lagacherie, P., & Voltz, M. (2015). Managing ditches for agroecological engineering of landscape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 999–1020. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0301-6>
- Ebrahimi, H., Ghazavi, R., & Karimi, H. (2016). Estimation of Groundwater Recharge from the Rainfall and Irrigation in an Arid Environment Using Inverse Modeling Approach and RS. *Water Resources Management*, 30(6), 1939–1951. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1261-6>
- Emeka, A. E., Steve, U. U., Michael, N. C., & Mohammed, S. O. (2023). Smart Farm System for Irrigation and Flood Control Using Sensor Nodes. *International Journal of Engineering and Modern Technology*. <https://doi.org/10.56201/ijemt.v9.no3.2023.pg86.101>
- Fabbri, P., Piccinini, L., Marcolongo, E., Pola, M., Conchetto, E., & Zangheri, P. (2016). Does a change of irrigation technique impact on groundwater resources? A case study in Northeastern Italy. *Environmental Science & Policy*, 63, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.009>
- Fasola, M., & Ruiz, X. (1996). The Value of Rice Fields as Substitutes for Natural Wetlands for Waterbirds in the Mediterranean Region. *Colonial Waterbirds*, 19, 122. <https://doi.org/10.2307/1521955>
- Ferrigno, M., & Furini, M. (2023). L'economia circolare delle acque reflue in agricoltura. In Rete Rurale Nazionale (Ed.), *RRN MAGAZINE numero 18 febbraio 2023 Il futuro in una goccia*.
- Ferrigno, M., Lorenzetti, R., Folino, L. A., & Zucaro, R. (2022). The new Italian web database to support irrigation investment policies: DANIA. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2022.123047>
- Ferrigno, M., Manganiello, V., Pergamo, R., Pesce, A., Addimanda, O., Capone, S., & Hamam, M. S. M. (2024). Stima del potenziale di riutilizzo irriguo di reflui ur-

- bani per la pianificazione di investimenti pubblici in applicazione del Reg. (UE) 741/2020: un approccio qualitativo basato sui dati di reporting della UWWTD. F. Fava (Ed.), *Research and innovation, policies, entrepreneurship, financing, education and skills, and communication, in Proceedings of the Conferences Opened to Call for Papers Curated by Fabio Fava, Ecomondo 2024*.
- Ferrigno, M., Manganiello, V., Pergamo, R., Ruberto, M., Furini, M., Folino, L. A., & Crisponi, N. (2023). Politiche e approcci per la pianificazione e il monitoraggio degli interventi infrastrutturali irrigui per il riutilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura. In F. Fava (Ed.), *ECONOMIA VERDE, CIRCOLARE E RIGENERATIVA: RICERCA, INNOVAZIONE E NUOVE POLICIES. Atti dei convegni aperti a call for papers a cura di Fabio Fava*.
- Ferrigno, M., Manganiello, V., Ruberto, M., Folino, L. A., & Crisponi, N. (2022). Le opere di accumulo delle acque per il contrasto alla siccità e i servizi al territorio: opportunità di intervento e fonti di finanziamento. *PianetaPSR*, 113.
- Ferrigno, M., Manganiello, V., Ruberto, M., & Pergamo, R. (2023). Il monitoraggio degli investimenti irrigui extra aziendali nel PSP. *Pianeta PSR*, 126(luglio/agosto).
- Ferrigno, M., & Zucaro, R. (2023). Le infrastrutture irrigue a sostegno dell'agricoltura italiana. In C. Zumpano (Ed.), *Infrastrutture rurali e sviluppo territoriale politiche a confronto*.
- Galioto, F., Raggi, M., & Viaggi, D. (2017). Assessing the Potential Economic Viability of Precision Irrigation: A Theoretical Analysis and Pilot Empirical Evaluation. *Water*, 9(12), 990. <https://doi.org/10.3390/w9120990>
- Gandolfi, C., Ponzini, G., & Giudici, M. (2007). *Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della provincia di Cremona*.
- García-León, D., Standardi, G., & Staccione, A. (2021). An integrated approach for the estimation of agricultural drought costs. *Land Use Policy*, 100, 104923. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104923>
- Giannoccaro, G., Casieri, A., Vito, R. de, Zingaro, D., & Portoghese, I. (2019). Impatti economici dell'interruzione del servizio irriguo consortile nell'area della Capitanata (Puglia). Stima empirica per il pomodoro da industria nel periodo 2001-2016. *Aestimum*, 74. <https://doi.org/10.13128/aestim-7382>
- Giordano, M., Turrall, H., Scheierling, S., Treguer, D., & Mccornick, P. (2018). *Beyond "More Crop per Drop": Evolving Thinking on Agricultural Water Productivity*.

- Grafton, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S. A., Wang, Y., Garrick, D., & Allen, R. G. (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404), 748–750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>
- Grizzetti, B., Pistocchi, A., Liqueste, C., Udias, A., Bouraoui, F., & van de Bund, W. (2017). Human pressures and ecological status of European rivers. *Scientific Reports*, 7(1), 205. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00324-3>
- Hasund, K. P., Kataria, M., & Lagerkvist, C. J. (2011). Valuing public goods of the agricultural landscape: a choice experiment using reference points to capture observable heterogeneity. *Journal of Environmental Planning and Management*, 54(1), 31–53. <https://doi.org/10.1080/09640568.2010.502753>
- Herzon, I., & Helenius, J. (2008). Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning. *Biological Conservation*, 141(5), 1171–1183. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.03.005>
- Hill, M. J., Chadd, R. P., Morris, N., Swaine, J. D., & Wood, P. J. (2016). Aquatic macroinvertebrate biodiversity associated with artificial agricultural drainage ditches. *Hydrobiologia*, 776(1), 249–260. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2757-z>
- ISMEA, & QUALIVITA. (2024). *Rapporto Ismea-Qualivita 2023 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP IGP STG*.
- ISPRA. (2021). *Rapporto sulle condizioni di pericolosità da alluvione in Italia e indicatori di rischio associati*.
- ISTAT. (2020). *Report andamento economia agricola*.
- Kim, H. K., Jang, T. I., Im, S. J., & Park, S. W. (2009). Estimation of irrigation return flow from paddy fields considering the soil moisture. *Agricultural Water Management*, 96(5), 875–882. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.009>
- Kuper, M., & Le Gal, P.-Y. (2015). Increasing irrigation water productivity through supply chain management of agro food products: the case of dairy farming in the Tadla irrigation scheme (Morocco). *Les Instruments Économiques et La Modernisation Des Périmètres Irrigués*.
- Lattanzio. (2023). *Valutazione indipendente del Programma Rete Rurale. RAPPORTO DI VALUTAZIONE ANNUALE AL 2022*. <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903>
- Lattanzio. (2024). *Servizio di valutazione del programma di sviluppo rurale nazio-*

- nale -psrn 2014-2022 nella sua fase transitoria ex reg.(ue) 2220/2020. servizio di valutazione del programma di sviluppo rurale nazionale -psrn 2014-2022 nella sua fase transitoria ex Reg.(UE) 2220/2020.
- Le Gal, P. -Y., Kuper, M., Moulin, C. -H., Sraïri, M. T., & Rhouma, A. (2009). Linking water saving and productivity to agro-food supply chains: A synthesis from two North African cases. *Irrigation and Drainage*, 58(S3). <https://doi.org/10.1002/ird.530>
- López-Pomares, A., López-Iborra, G. M., & Martín-Cantarino, C. (2015). Irrigation canals in a semi-arid agricultural landscape surrounded by wetlands: Their role as a habitat for birds during the breeding season. *Journal of Arid Environments*, 118, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.02.021>
- Malek, K., Adam, J., Yoder, J., Givens, J., Stockle, C., Brady, M., Karimi, T., Rajagopalan, K., Liu, M., & Reed, P. (2021). Impacts of irrigation efficiency on water-dependent sectors are heavily controlled by region-specific institutions and infrastructures. *Journal of Environmental Management*, 300, 113731. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113731>
- Manganiello, V., & Chiappini, S. (2023). Le politiche dei prezzi dell'acqua: la spinta dell'Europa per dare un valore economico all'acqua irrigua nel periodo 2014-2022. *RRN Magazine. Il Futuro in Una Goccia*.18, 13–15.
- Manganiello, V., & Ferrigno, M. (2023a). Agricoltura e risorse idriche. In *Annuario dell'agricoltura italiana 2022: Vol. LXXVI*. CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.
- Manganiello, V., & Ferrigno, M. (2023b). Le banche dati SIGRIAN e DANIA a supporto delle politiche per l'uso sostenibile dell'acqua in agricoltura e nel quadro di attuazione degli SDGs. *PianetaPSR*, 123.
- Manganiello, V., Zucaro, R., & Dono, G. (2024). The use of purified wastewater for irrigation: Possible strategies in the Capitanata area (Apulia, Italy). *Agricultural Water Management*, 291, 108614. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108614>
- Mantovi, P., Prà, A., Pacchioli, M., & Ligabue, M. (2015, July). *Forage production and use in the dairy farming systems of Northern Italy*.
- Masseroni, D., Ricart, S., De Cartagena, F., Monserrat, J., Gonçalves, J., De Lima, I., Facchi, A., Sali, G., & Gandolfi, C. (2017). Prospects for Improving Gravity-Fed Surface Irrigation Systems in Mediterranean European Contexts. *Water*, 9(1), 20.

- <https://doi.org/10.3390/w9010020>
- Mehri, A., Mohammadi, A. S., Ebrahimian, H., & Boroomandnasab, S. (2023). Evaluation and optimization of surge and alternate furrow irrigation performance in maize fields using the WinSRFR software. *Agricultural Water Management*, 276, 108052. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108052>
- Mekonnen, D., Siddiqi, A., & Ringler, C. (2016). Drivers of groundwater use and technical efficiency of groundwater, canal water, and conjunctive use in Pakistan's Indus Basin Irrigation System. *International Journal of Water Resources Development*, 32(3), 459–476. <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1133402>
- Mel, R. A., Viero, D. Pietro, Carniello, L., & D'Alpaos, L. (2020). Multipurpose Use of Artificial Channel Networks for Flood Risk Reduction: The Case of the Waterway Padova–Venice (Italy). *Water*, 12(6), 1609. <https://doi.org/10.3390/w12061609>
- Morillo, J. G., Martín, M., Camacho, E., Díaz, J. A. R., & Montesinos, P. (2015). Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation. *Agricultural Water Management*, 151, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.09.021>
- Morri, E., & Santolini, R. (2021). Ecosystem Services Valuation for the Sustainable Land Use Management by Nature-Based Solution (NbS) in the Common Agricultural Policy Actions: A Case Study on the Foglia River Basin (Marche Region, Italy). *Land*, 11(1), 57. <https://doi.org/10.3390/land11010057>
- Natali, F., & Branca, G. (2020). On positive externalities from irrigated agriculture and their policy implications: An overview. *Economia Agro-Alimentare*, 2, 1–25. <https://doi.org/10.3280/ecag2-2020oa10412>
- OECD. (2015). *Principles on Water Governance*.
- OECD. (2016). *OECD Council Recommendation on Water*.
- Peck, D. E., & Lovvorn, J. R. (2001). The importance of flood irrigation in water supply to wetlands in the Laramie Basin, Wyoming, USA. *Wetlands*, 21(3), 370–378. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2001\)021\[0370:TIOFII\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2001)021[0370:TIOFII]2.0.CO;2)
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, 108, 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.022>
- Pfeiffer, L., & Lin, C.-Y. C. (2014). Does efficient irrigation technology lead to

- reduced groundwater extraction? Empirical evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(2), 189–208. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.12.002>
- PIHA, H., LUOTO, M., PIHA, M., & MERILÄ, J. (2007). Anuran abundance and persistence in agricultural landscapes during a climatic extreme. *Global Change Biology*, 13(1), 300–311. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01276.x>
- Portoghese, I., Giannoccaro, G., Giordano, R., & Pagano, A. (2021). Modeling the impacts of volumetric water pricing in irrigation districts with conjunctive use of surface and groundwater resources. *Agricultural Water Management*, 244, 106561. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106561>
- Raheem, N. (2014). Estimating Willingness to pay to Protect Acequia Irrigation and Culture Lessons from San Miguel County, NM. *Journal of Rural and Community Development*. www.jrcd.ca
- Ranghetti, L., Cardarelli, E., Boschetti, M., Busetto, L., & Fasola, M. (2018). Assessment of Water Management Changes in the Italian Rice Paddies from 2000 to 2016 Using Satellite Data: A Contribution to Agro-Ecological Studies. *Remote Sensing*, 10(3), 416. <https://doi.org/10.3390/rs10030416>
- Regolamento (UE) 2021/2115 Del Parlamento Europeo e Del Consiglio Del 2 Dicembre 2021 Recante Norme Sul Sostegno Ai Piani Strategici Che Gli Stati Membri Devono Redigere Nell'ambito Della Politica Agricola Comune (Piani Strategici Della PAC) e Finanziati Dal Fondo Europeo Agricolo Di Garanzia (FEAGA) e Dal Fondo Europeo Agricolo per Lo Sviluppo Rurale (FEASR) e Che Abroga i Regolamenti (UE) n. 1305/2013 e (UE) n. 1307/2013.
- Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) e che abroga il regolamento (CE) n. 1698/2005 del Consiglio. (n.d.).
- Rogers, P., Bhatia, R., & Huber, A. (1998). *Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC)* (Global Water Partnership, Ed.).
- Rolke, D., Jaenicke, B., Pfaender, J., & Rothe, U. (2018). Drainage ditches as important habitat for species diversity and rare species of aquatic beetles in agricultural landscapes (Insecta: Coleoptera). *Journal of Limnology*, 77(3). <https://doi.org/10.1016/j.jlimnol.2018.03.002>

- porg/10.4081/jlimnol.2018.1819
- Romano, A., Salvidio, S., Mongillo, D., & Olivari, S. (2014). Importance of a traditional irrigation system in amphibian conservation in the Cinque Terre National Park (NW Italy). *Journal for Nature Conservation*, 22(5), 445–452. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.04.003>
- Rosato, P. (2014). Esternalità dell'uso irriguo delle risorse idriche. In R. Zucaro (Ed.), *Condizionalita' ex ante per le risorse idriche: opportunita' e vincoli per il mondo agricolo* (pp. 38–47). inea.
- Rosato, P., & Rotaris, L. (2014). Il valore dell'irrigazione in Italia: una valutazione edonimetrica 6.1 Premessa. In R. Zucaro (Ed.), *Condizionalita' ex ante per le risorse idriche: opportunita' e vincoli per il mondo agricolo* (pp. 68–80).
- Rotiroti, M., Bonomi, T., Sacchi, E., McArthur, J. M., Stefania, G. A., Zanolli, C., Taviani, S., Patelli, M., Nava, V., Soler, V., Fumagalli, L., & Leoni, B. (2019). The effects of irrigation on groundwater quality and quantity in a human-modified hydro-system: The Oglio River basin, Po Plain, northern Italy. *Science of The Total Environment*, 672, 342–356. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.427>
- Ruberto, M., Branca, G., Troiano, S., & Zucaro, R. (2022). The economic value of ecosystem services of irrigation: a choice experiment for the monetary evaluation of irrigation canals and fontanili in Lombardy. *Italian Review of Agricultural Economics*, 77(2), 27–39. <https://doi.org/10.36253/rea-13404>
- Ruberto, M., Catini, A., Lai, M., & Manganiello, V. (2022). The impact of irrigation on agricultural productivity: The case of FADN farms in Veneto. *Economia Agro-Alimentare*, 23(3), 1–20. <https://doi.org/10.3280/ecag2021oa12779>
- Ruppert, D., Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P. J., & Stahel, W. A. (1987). Robust Statistics: The Approach Based on Influence Functions. *Technometrics*, 29(2), 240. <https://doi.org/10.2307/1269782>
- Rusciano, V., Ruberto, M., Baralla, S., Fasolino, N. G., Pellegrini, E., & Zucaro, R. (2023). Assessing the Touristic Activities of Wetlands through the Travel Cost Method: A Case Study. *Water*, 15(23), 4146. <https://doi.org/10.3390/w15234146>
- Sayadi, S., González-Roa, M. C., & Calatrava-Requena, J. (2009). Public preferences for landscape features: The case of agricultural landscape in mountainous Mediterranean areas. *Land Use Policy*, 26(2), 334–344. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.04.003>

- Séraphin, P., Vallet-Coulomb, C., & Gonçalves, J. (2016). Partitioning groundwater recharge between rainfall infiltration and irrigation return flow using stable isotopes: The Crau aquifer. *Journal of Hydrology*, 542, 241–253. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.09.005>
- Small, L. E., & Svendsen, M. (1990). A framework for assessing irrigation performance. *Irrigation and Drainage Systems*, 4(4), 283–312. <https://doi.org/10.1007/BF01103710>
- Talke, K., & Hultink, E. J. (2010). Managing Diffusion Barriers When Launching New Products. *Journal of Product Innovation Management*, 27(4), 537–553. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00734.x>
- Tornatore, F., Leoni, P., Bonaiuti, F., Brian, M., Ziccardi, S., & Roati, G. (2023). Diminuisce la disponibilità idrica nel distretto del Po. *Rivista Di Arpae Agenzia Regionale Prevenzione, Ambiente Ed Energia Dell'Emilia-Romagna*.
- Tournon, G. (1996). Manuale di Ingegneria Civile. In F. Rossi & F. Salvi (Eds.), *Manuale di Ingegneria Civile*.
- Tukey, J. W., Mosteller Frederick, & Hoaglin, David C. (2000). *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis*.
- Verdonschot, R. C. M., Keizer-vlek, H. E., & Verdonschot, P. F. M. (2011). Biodiversity value of agricultural drainage ditches: a comparative analysis of the aquatic invertebrate fauna of ditches and small lakes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(7), 715–727. <https://doi.org/10.1002/aqc.1220>
- Verri, G., De Lorenzis, A., Santos da Costa, V., Sorolla, A., Löchner, A., Ribot, M., Marti, E., DelGado, S. C., Coppini, G., & Pinardi, N. (2024). Salt-wedge estuary's response to rising sea level, reduced discharge, and Nature-Based Solution. *Frontiers in Climate*, 6. <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1408038>
- Webber, D. F., Mickelson, S. K., Ahmed, S. I., Russell, J. R., Powers, W. J., Schultz, R. C., & Kovar, J. L. (2010). Livestock grazing and vegetative filter strip buffer effects on runoff sediment, nitrate, and phosphorus losses. *Journal of Soil and Water Conservation*, 65(1), 34–41. <https://doi.org/10.2489/jswc.65.1.34>
- White, E., & Kaplan, D. (2017). Restore or retreat? saltwater intrusion and water management in coastal wetlands. *Ecosystem Health and Sustainability*, 3(1). <https://doi.org/10.1002/ehs2.1258>
- Wilcox, R. R. (2012). *Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing*.

- Zucaro, R., Conti, S. L., Marangon, F., Massarutto, A., & Troiano, S. (2020). Le esternalità ambientali dell'irrigazione in Italia. *Aestimum*, 76, 59–77. <https://doi.org/10.13128/aestim-9084>
- Zucaro, R. (edited by). (2023). *Il Valore del Canale Emiliano Romagnolo*.
- Zucaro, R., Ferrigno, M., & Manganiello, V. (2019). *Italian approach to quantify water for irrigation*. https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:52096132
- Zucaro, R., Manganiello, V., Lorenzetti, R., & Ferrigno, M. (2021). Application of Multi-Criteria Analysis selecting the most effective Climate change adaptation measures and investments in the Italian context. *Bio-Based and Applied Economics*, 10(2), 109–122. <https://doi.org/10.36253/bae-9545>
- Zucaro, R., Pontrandolfi, A., Dodaro, G. M., Gallinoni, C., Pacicco, C. L., Vollaro, M., Pepe, A. G., Capone, Si., & Mirra, F. (2011). *Atlante Nazionale dell'irrigazione* (R. Zucaro, Ed.). INEA.
- Zucaro, R., & Ruberto, M. (2019). Evaluation of ecosystem services of irrigated agriculture: a policy option for a sustainable water management. *Italian Review of Agricultural Economics*, 74(3), 11–22. <https://doi.org/10.13128/rea-11208>

Sitografia

- https://cdr.eionet.europa.eu/help/WFD/WFD_521_2016/Guidance/WFD_ReportingGuidance.pdf
- <https://dania.crea.gov.it/>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1305>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2115>
- <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/5dce-0e53-718b-11eb-9ac9-01aa75ed71a1>
- <https://sigrian.crea.gov.it/>
- <https://sigrian.crea.gov.it/index.php/rapporti/>
- https://sigrian.crea.gov.it/wp-content/uploads/2023/03/MIPAAAF_2022_0485148_Allegato_MIPAAF_2022_0485119_Allegato_20220929_PNRRM2C4_rev__signed_signed.pdf
- <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2023/09/13/214/sg/pdf>
- <https://www.informatoreagrario.it/filiere-produttive/perdite-di-efficienza-irrigua-un-problema-da-risolvere/>
- <https://www.italiandomani.gov.it/>
- <https://www.italiandomani.gov.it/content/sogei-ng/it/it/Interventi/investimenti/investimenti-nella-resilienza-dell-agro-sistema-irriguo-per-una-migliore-gestione-delle-risorse-idriche.html>
- <https://www.mase.gov.it/pagina/direttiva-200060ce>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/386>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11194>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17916>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903>

- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17263>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17125>



*Finito di stampare nel mese di giugno 2026
dalla tipografia 4graph.it*

