

NEXUS BRIDGING PLAN

Ottimizzazione del distretto irriguo Lorgana-Botte

Emilia Romagna, **Italia**



NEXUS BRIDGING PLAN

Ottimizzazione del distretto irriguo Lorgana-Botte

Regione Emilia-Romagna, **Italia**

Copyright © Boosting
Nexus Framework
Implementation in the
Mediterranean (BONEX),
2025

Contributi



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Partner Nazionale

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (UNIBO)

Attilio Toscano, Stevo Lavrnić, Pietro Drei, Giuseppe Maistrello, Liliana Petrotto

Consorzio della Bonifica Renana (CBR)

Michele Solmi, Michela Serra, Alberto Bavieri, Roberto Nigrelli, Lorenzo Cavallina

Methods team

Center for Environmental and Sustainability Research (CENSE), NOVA School of Science and Technology, NOVA University of Lisbon (NOVA FCT)

Paula Antunes, Irene Pérez Ramirez, Jessica Loureiro, Rita Lopes, Rui Ferreira dos Santos, Nuno Videira

University of Kassel

Nora Schütze, Andreas Thiel

Almeria University

Antonio Castro, Enrica Garau, Gabriela de Abreu Pérez

Future Water

Johannes Hunink, Tania Imran, Peter Droogers

Revisioni

Nora Schütze (University of Kassel)

Gabriela de Abreu Pérez (Almeria University)

Olfa Mahjoub (National Research Institute for Rural Engineering, Water and Forestry - INRGREF, University of Carthage – UCAR)

Jessica Loureiro (CENSE, NOVA FCT)

Coordinatore di progetto

BIOAZUL

Antonia Lorenzo, Rafael Casielles, Ângela Magno

Design por POLPA

Alexandre Pereira

Il Progetto BONEX è finanziato dal programma PRIMA



BONEX
Boosting Nexus Framework
Implementation in the Mediterranean



This project is part of the
PRIMA programme supported
by the European Union.

Sommario

In passato, la disponibilità idrica non è mai stato un fattore di criticità per la regione Emilia-Romagna. Tuttavia, negli ultimi anni l'acqua è diventata una risorsa che sempre più scarseggia, questo a causa di molteplici fattori. Le recenti stagioni irrigue sono state caratterizzate da rilevanti situazioni di stress idrico, con una frequenza crescente di episodi di siccità. Diventa quindi essenziale ottimizzare l'uso della risorsa idrica e ridurre le inefficienze nei sistemi di distribuzione irrigua.



Oltre alla quantità, anche la qualità dell'acqua rappresenta una questione da dover analizzare. L'acqua che scorre nei canali non è sempre di qualità adeguata e, nei periodi di scarsità, le

condizioni qualitative tendono a peggiorare ulteriormente a causa della ridotta portata e della minore diluizione.

Il settore agricolo, fondamentale per l'economia regionale, è tra i più colpiti, con ripercussioni che non riguardano solo l'agricoltura, ma anche gli ecosistemi locali. Il degrado ambientale che ne deriva è percepito dalla popolazione e contribuisce a una crescente sensibilità verso il problema.

Il WEF nexus (Acqua-Energia-Cibo-Ecosistemi) evidenzia l'interconnessione tra acqua, energia, produzione alimentare e conservazione degli ecosistemi.

Il [progetto BONEX¹](https://bonex-prima.eu) si propone di offrire strumenti concreti e su misura per affrontare le sfide legate alla gestione integrata di acqua, energia, cibo ed ecosistemi, nell'ambito del WEF nexus. L'obiettivo è quello di promuovere soluzioni tecnologiche innovative, adattate ai contesti locali, migliorare le politiche pubbliche e i processi decisionali, e rendere più semplice e concreta l'applicazione di questo approccio integrato, cercando di trovare un equilibrio tra le esigenze sociali, economiche e ambientali.

Il presente Piano di Collegamento del Nexus (**Nexus Bridging Plan – NBP**) è stato realizzato all'interno del progetto BONEX per sostenere sette Progetti Dimostrativi distribuiti in diversi paesi dell'area mediterranea. Questi piani operativi, pensati per specifici contesti locali, guidano l'adozione di strategie multidisciplinari ispirate al modello WEF nexus e si rivolgono in particolare a decisori politici, amministratori e operatori del settore.

Il presente progetto si concentra sul distretto irriguo denominato Lorgana-Botte, in Emilia-Romagna, dove sono stati messi in atto diversi interventi basati sull'approccio WEF nexus. L'obiettivo è promuovere

pratiche innovative, migliorare l'uso delle risorse naturali e rendere possibile il trasferimento e la riproduzione di questi risultati in altre aree del Mediterraneo.

L'obiettivo principale del Progetto Dimostrativo (DP) è ottimizzare la gestione dell'acqua all'interno della rete irrigua, riducendo al minimo le perdite e contenendo il prelievo da fonti idriche rinnovabili. Diminuendo i prelievi idrici, è possibile anche abbattere i consumi energetici, con un beneficio diretto sulla sostenibilità del settore agricolo. Per raggiungere questo traguardo, è fondamentale fare un bilancio idrico considerando tutti i flussi d'acqua che entranti ed uscenti dal sistema considerato. Analizzando con attenzione i volumi in ingresso (afflussi) e in uscita (deflussi), è possibile individuare le perdite e intervenire per migliorare il bilancio idrico del distretto.

Un altro aspetto importante riguarda la qualità dell'acqua: l'uso di soluzioni basate sulla natura (Nature-based Solutions – NbS), insieme al monitoraggio costante dei parametri chiave lungo la rete idrica di distribuzione superficiale, consente di rilevare eventuali criticità in modo tempestivo e di adottare rapidamente misure correttive.

Durante il progetto BONEX, sono stati realizzati diversi interventi, tra cui: 1) **la chiusura del bilancio idrico della rete irrigua**, 2) **la valutazione dell'impatto degli scarichi degli impianti di depurazione** (Waste water treatment plants - WWTPs) sulla qualità dell'acqua poi destinata all'irrigazione, 3) l'impiego di **soluzioni naturali** per migliorare la qualità dell'acqua.

In aggiunta, sono stati proposti dei sensori per il monitoraggio in continuo della qualità, sono state suggerite delle attività di sensibilizzazione rivolte alla cittadinanza, ed è stato ipotizzato di dover avviare la costruzione di nuovi bacini idrici in zone periurbane. Secondo diverse attività di confronto con gli stakeholder, questi interventi possono contribuire positivamente all'equilibrio WEF nexus nel contesto del DP.

¹ <https://bonex-prima.eu>



Approccio metodologico

I DP italiano è situato nel distretto irriguo Lorgana-Botte, in Emilia-Romagna. La gestione della rete irrigua è affidata al Consorzio di Bonifica Renana (CBR), partner del progetto BONEX e responsabile della distribuzione dell'acqua destinata all'uso agricolo nella zona.

All'avvio del progetto, è stata realizzata una valutazione preliminare (*scoping assessment*), che ha permesso di raccogliere informazioni utili sul contesto locale. Successivamente, sono stati organizzati incontri e workshop con gli stakeholder – agricoltori, tecnici, amministratori locali – per individuare le principali sfide legate al **WEFe nexus** (acqua, energia, cibo, ecosistemi), con particolare attenzione alla

quantità e qualità dell'acqua utilizzata per irrigare.

Gli interventi messi in campo dal progetto BONEX si sono dimostrati fondamentali per affrontare due delle principali criticità evidenziate nel distretto italiano

che ha coinvolto tutte le figure chiave della filiera: gestori delle risorse idriche, agricoltori, rappresentanti della pubblica amministrazione, attori del settore agro-alimentare, fornitori di tecnologia, ricercatori, organizzazioni della società civile e consumatori.

In seguito, è stata effettuata un'analisi dettagliata dei dati idrologici ed energetici del distretto irriguo. Sono stati raccolti campioni d'acqua per valutarne la qualità in corrispondenza di una zona umida, di un canale con un innovativo sistema di sfalcio e di un

canale che riceve lo scarico di un impianto di depurazione (WWTP). Questi campioni hanno permesso di valutare l'efficacia delle misure adottate per il miglioramento della qualità dell'acqua irrigua.

Parallelamente, è stato effettuato un bilancio idrico completo della rete irrigua, stimando le perdite idriche anche attraverso l'implementazione di test di infiltrazione. È stata condotta un'analisi degli stakeholder, per poter identificare gli **attori chiave** e garantirne un coinvolgimento consapevole nelle diverse fasi del progetto.

Per comprendere meglio le dinamiche attuate dalle istituzioni locali e i processi decisionali legati alla gestione dell'acqua, sono state realizzate delle interviste coinvolgendo degli esperti della distribuzione dell'acqua usata per irrigare in Emilia-Romagna. Hanno partecipato anche i rappresentanti delle autorità regionali, gli agricoltori e gli specialisti ambientali.

Inoltre, è stato diffuso un sondaggio online rivolto agli stakeholder identificati in precedenza e ai partecipanti dei workshop, con l'obiettivo di raccogliere valutazioni sui servizi ecosistemici dell'area. Le analisi socio-economiche sono state effettuate utilizzando anche i dati ufficiali forniti da ISTAT, laddove disponibili.

Gli interventi messi in campo dal progetto BONEX si sono dimostrati fondamentali per affrontare due delle principali criticità evidenziate nel distretto italiano. Queste problematiche erano già state riconosciute da molti stakeholder. L'efficace e rapida implementazione delle soluzioni sviluppate è stata resa possibile proprio grazie al sostegno tecnico e operativo offerto dal progetto BONEX.

Tuttavia, l'attuazione del Progetto Dimostrativo ha incontrato alcune difficoltà legate all'estensione e alla complessità dell'area oggetto di studio. Il **distretto irriguo copre una superficie molto ampia** e presenta una significativa variabilità socio-economica, che rende difficile rispondere in modo uniforme alle diverse esigenze degli stakeholder locali.

Descrizione del contesto

I distretto irriguo *Lorgana-Botte* (*Figura 1*), situato nella regione *Emilia-Romagna*, è un macro-distretto che si estende su quattro comuni: Baricella, Budrio, Minerbio e Molinella. La popolazione residente nell'area del DP è stata stimata essere di 49.799 abitanti, somma della popolazione dei quattro comuni (Baricella 7.021; Budrio 18.294; Minerbio 8.854; Molinella 15.630). Questa è una stima, poiché l'area del DP si trova all'interno dei confini di questi quattro comuni ma include solo una parte di ciascuno.

Il DP copre circa 22.500 ettari, di cui 5.500 ettari sono irrigati. È inoltre caratterizzato da afflussi e deflussi idrici ben definiti, dalla presenza di una significativa area umida (1.300 ettari) con importanti funzioni ambientali e da 12 impianti di depurazione (WWTPs) che scaricano i loro effluenti nella rete di irrigazione. L'attenzione WEF nexus per questo DP era rivolta all'analisi delle misure di conservazione dell'acqua e dell'energia e agli approcci basati sul bilancio idrico reale, su scala distrettuale, considerando anche gli effetti e i benefici forniti dalle NbS. Inoltre, la rete idraulica ha diverse funzioni, a carattere promiscuo (distribuzione dell'acqua per l'irrigazione, raccolta delle acque di drenaggio e delle acque reflue trattate, controllo delle inondazioni, regolazione della qualità dell'acqua) che ne complicano la gestione.

Nel Mediterraneo e nella regione Emilia-Romagna, la **distribuzione delle risorse idriche** è irregolare. Negli ultimi anni la regione ha affrontato diverse crisi legate all'acqua. Uno degli episodi più critici si è verificato nel 2017, quando è stato dichiarato lo stato di emergenza a causa di una grave siccità, che ha portato a un marcato deficit nella disponibilità d'acqua. Anche in altri periodi gli agricoltori hanno registrato situazioni problematiche, con periodi di siccità estiva (come nel 2015), siccità primaverile (nel 2016), o entrambe, come avvenuto nel 2012. Nel 2022, una siccità eccezionale ha fatto registrare il livello più basso mai rilevato del fiume Po, principale risorsa idrica del Nord Italia. A peggiorare la situazione, l'area del DP è stata colpita da gravi alluvioni avvenute nel maggio 2023 e nell'ottobre 2024, confermando la crescente instabilità climatica. I cambiamenti climatici, infatti, stanno

accelerando: le piogge diventano sempre più imprevedibili, mentre le temperature aumentano, influenzando negativamente la disponibilità di acqua. Secondo le stime, entro il 2050 il Mediterraneo potrebbe subire una riduzione del 25%–50% della sua acqua dolce disponibile, con effetti profondi su agricoltura, ecosistemi e comunità locali. Nel 2022, secondo i dati forniti da ISMEA, l'Emilia-Romagna ha contribuito significativamente all'economia agricola nazionale, fornendo il 12,2% della produzione complessiva italiana e generando un valore annuo di produzione pari a oltre sette milioni di euro. All'interno del DP, le colture prevalenti comprendono mais ceroso per biomassa, mais da granella, soia,

L'attenzione WEF nexus per questo DP era rivolta all'analisi delle misure di conservazione dell'acqua e dell'energia e agli approcci basati sul bilancio idrico reale, su scala distrettuale, considerando anche gli effetti e i benefici forniti dalle NbS

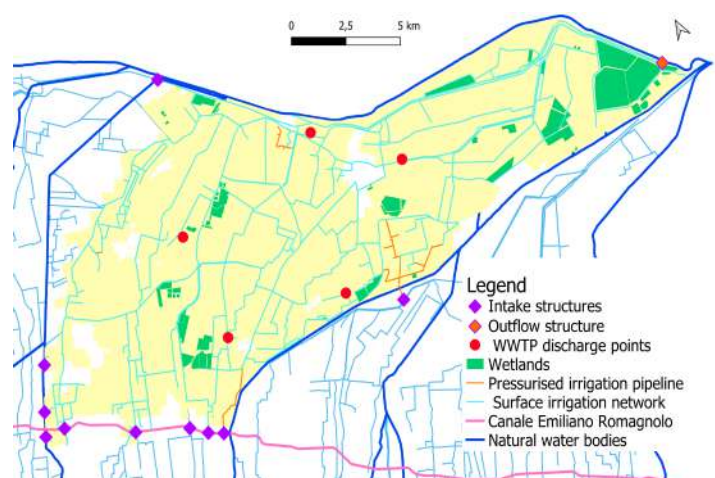


Figura 1 – Mappa del DP italiano.



patate e barbabietola da zucchero. Questi elementi confermano la forte vocazione agricola e alimentare del territorio. Tuttavia, il distretto si trova ad affrontare importanti criticità ambientali, tra cui la scarsità idrica, aggravata dalla progressiva perdita delle zone umide a causa dell'espansione delle aree agricole e di interventi mirati alla rimozione della vegetazione ripariale. In risposta a queste problematiche, si stanno attuando diverse strategie di mitigazione, come la tutela delle fasce vegetate lungo i corsi d'acqua e l'introduzione di politiche regionali che prevedono incentivi per il recupero e la conservazione delle zone umide.

Parallelamente, la crescita economica e la ridotta disponibilità d'acqua hanno comportato un aumento del consumo energetico, principalmente legato al maggior utilizzo di pompe per la distribuzione idrica. Nonostante ciò, si registrano segnali positivi: la qualità dell'acqua è in miglioramento grazie all'adozione di tecnologie di trattamento più avanzate e l'efficienza dei sistemi irrigui è aumentata. Restano tuttavia alcune criticità, in particolare legate alle perdite lungo la rete di distribuzione, che rappresentano ancora una sfida da affrontare per una gestione più sostenibile delle risorse.

Problematiche WEF nexus

Durante i primi workshop, sono state identificate e analizzate una serie di problematiche legate al WEF nexus attraverso esercizi condotti con gli stakeholder, con particolare attenzione alla quantità e alla qualità

dell'acqua, considerate tra le problematiche più rilevanti. Queste hanno fornito le basi per lo sviluppo del CLD e sono collegate a varie componenti del DP (Figura 2).

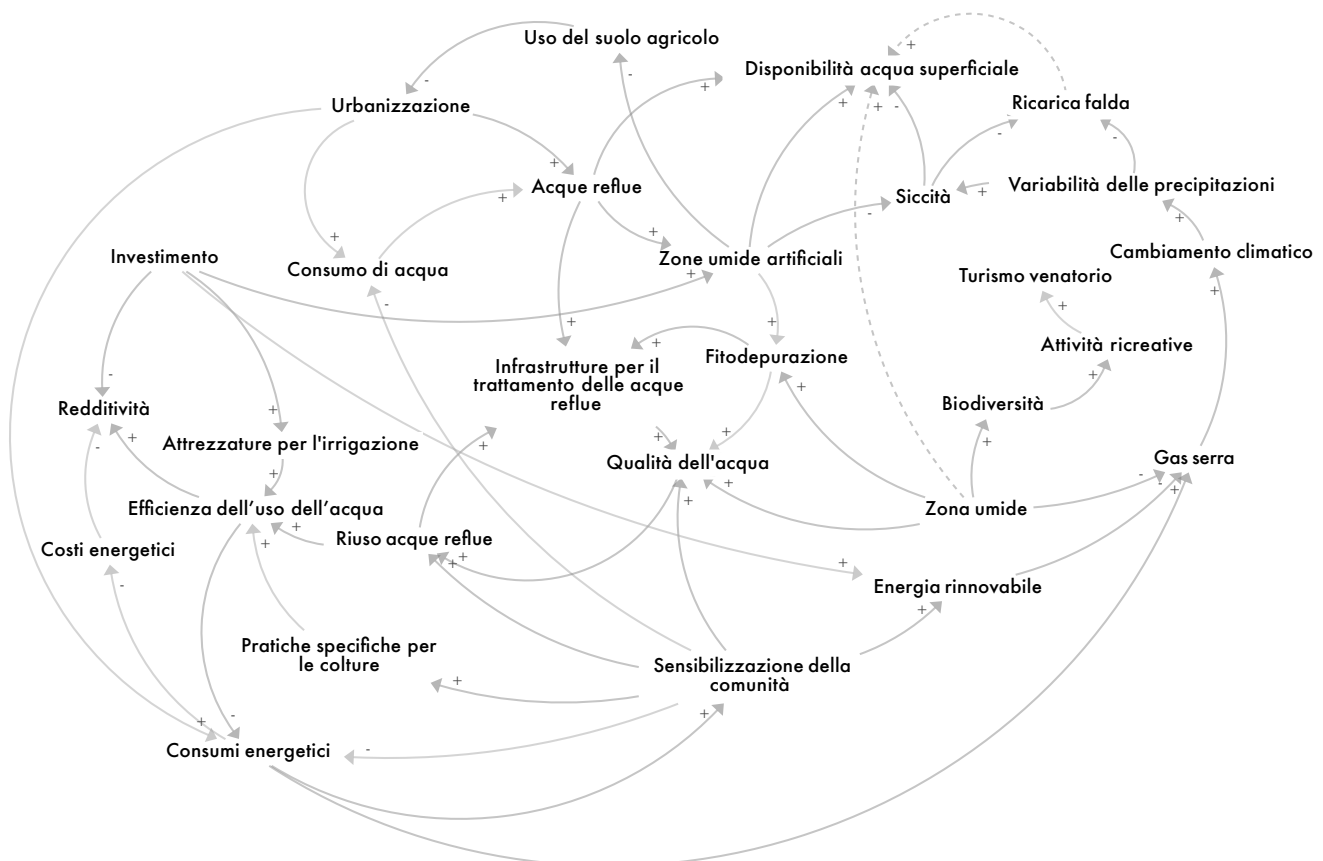


Figura 2 – Causal Loop Diagram del DP Italiano.



Molti stakeholder coinvolti nel progetto hanno evidenziato come tra le principali criticità da affrontare vi sia la disponibilità di acqua superficiale e, in senso più ampio, la scarsità idrica, con un impatto diretto non solo sul settore agricolo, ma anche su altri comparti dell'economia regionale. Tra i fattori che possono contribuire a mitigare la scarsità d'acqua vi sono gli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue, che, se adeguatamente gestiti, possono rappresentare una risorsa utile. Anche la costruzione di nuovi bacini per l'accumulo di acqua superficiale si rivela una strategia efficace, poiché consente di aumentare le riserve idriche nei periodi di siccità e di far fronte alla variabilità stagionale delle precipitazioni, sempre più concentrate in brevi periodi dell'anno.

Nel DP italiano, l'acqua superficiale è un elemento chiave del WEF nexus poiché è essenziale per

Sono state identificate e analizzate una serie di problematiche legate al WEF nexus con gli stakeholder

l'agricoltura, richiede energia per la distribuzione e sostiene gli ecosistemi, in particolare le zone umide. Queste ultime migliorano la qualità e la disponibilità dell'acqua e mitigano la scarsità idrica. Anche gli impianti di depurazione influenzano la qualità dell'acqua irrigua: un

trattamento adeguato consente il riutilizzo delle acque reflue, con benefici ambientali, agricoli ed energetici. In estate, l'irrigazione intensiva richiede molta energia, a causa del pompaggio, mentre in inverno il fabbisogno energetico è minore. L'aumento dei costi energetici ha aggravato le difficoltà economiche per l'agricoltura e le famiglie. Per migliorare la gestione delle risorse idriche, è fondamentale aumentare l'efficienza dei sistemi irrigui e chiudere il bilancio idrico, riducendo sprechi e perdite. Infine, nonostante l'attuale basso valore ecosistemico dell'area, sono in corso iniziative di ripristino ambientale, in particolare per le zone umide. Ecosistemi sani offrono benefici paesaggistici, ricreativi, ambientali e aumentano la resilienza del territorio, anche contro le specie invasive.

Coinvolgimento degli Stakeholder

Oltre ai partner ufficiali UNIBO e Consorzio di Bonifica Renana (CBR), il progetto ha coinvolto numerosi stakeholder chiave nella gestione delle risorse idriche. Il Consorzio di Bonifica dell'Emiliano-Romagnolo (CER) e il CBR si occupano principalmente dell'irrigazione, ma anche di drenaggio, prevenzione alluvioni, agricoltura sostenibile e tutela ambientale. **ANBI Emilia-Romagna** coordina i consorzi regionali, mentre l'Agenzia Regionale per la Prevenzione (ARPAE) è responsabile del monitoraggio ambientale e della qualità delle acque. La multiutility **HERA** gestisce il sistema idrico integrato e i depuratori, contribuendo alla sostenibilità energetica e ambientale del territorio.

Tra gli stakeholder principali figurano le associazioni agricole **CONFAGRICOLTURA** e **COLDIRETTI**, **l'Unione dei Comuni Terre di Pianura**, la **Città Metropolitana di Bologna** e le **autorità regionali dell'Emilia-Romagna**. Anche organizzazioni ambientaliste come **LEGAMBIENTE** e il gruppo di volontari **GEV Bologna** hanno avuto un ruolo attivo, insieme ai **proprietari delle zone umide**, spesso agricoltori, coinvolti nella gestione diretta dell'acqua. Questi attori affrontano congiuntamente le sfide del WEF nexus, soprattutto nei periodi di scarsità idrica estiva.

Stime del valore non economico

In Italia sono state condotte 13 interviste con stakeholder del distretto agricolo, da cui è emersa una forte attenzione all'**importanza pratica delle risorse naturali** – acqua, energia ed ecosistemi – considerate fondamentali per la produzione agricola, la stabilità economica e la sicurezza alimentare. Queste risorse sono viste anche come strategiche per lo sviluppo industriale e il benessere delle comunità locali.

Oltre ai **benefici economici**, alcuni stakeholder riconoscono anche il valore sociale, culturale e intrinseco della natura, sebbene quest'ultimo sia



spesso trascurato nei processi decisionali. Il DP rappresenta quindi un contesto utile per comprendere il funzionamento del WEF nexus e per sviluppare strategie di gestione sostenibile delle risorse, basate sulle percezioni e le esperienze delle **comunità locali**.

Il DP italiano mette in luce una forte dipendenza dagli aspetti materiali ed economici **dei sistemi socio-ecologici**. Nonostante le dimensioni esperienziale e cognitiva evidenzino interazioni generalmente positive con l'ambiente e una buona conoscenza degli ecosistemi locali, emerge la

necessità di rafforzare la consapevolezza e l'impegno verso la tutela ambientale. Dal punto di vista emotivo, molti stakeholder manifestano un profondo senso di appartenenza e attaccamento alla propria terra, segno di un legame radicato con il territorio. Parallelamente, la dimensione filosofica fa emergere una convinzione diffusa sull'importanza della natura e della sostenibilità. Tuttavia, questo apprezzamento culturale dell'ambiente non sempre si traduce in comportamenti concreti o in un'azione diretta.



Figura 3 – Word cloud con il valore attribuito dagli intervistati alle quattro componenti de WEF.

Soluzioni WEF nexus: Interventi e misure complementari

Basandosi sulle problematiche identificate nel DP italiano e sulle discussioni con gli stakeholder chiave dell'area, incluse quelle avvenute durante i workshop di progetto, sono stati progettati tre interventi:

1. Chiusura del bilancio idrico della rete di irrigazione per ridurre il fabbisogno di acqua ed energia.
2. Utilizzo di NbS per migliorare la qualità dell'acqua di irrigazione.
3. Valutazione dell'impatto che i WWTP hanno sulla qualità dell'acqua irrigua.

Ciascuno di questi interventi è stato applicato su una scala diversa e, grazie al veloce inizio delle attività progettuali, sono disponibili misurazioni relative a un periodo di tempo più lungo.

Chiusura del bilancio idrico della rete di irrigazione

L'intervento ha avuto l'obiettivo di chiudere il bilancio idrico della rete di irrigazione, misurando con precisione tutte le componenti, come il fabbisogno delle colture, le perdite per infiltrazione, l'evaporazione e il consumo energetico. L'analisi, basata su dati raccolti tra il 2021 e il 2024, ha incluso anche le influenze climatiche, come la gestione dell'acqua in caso di piogge intense per prevenire allagamenti (Figura 4).

Sono stati effettuati test specifici per stimare le perdite per infiltrazione e l'evaporazione, utilizzando metodi sperimentali come il Penman-Monteith. Si è osservato che le perdite variano in base a fattori come la profondità dell'acqua nei canali e il livello della falda freatica. Il principale risultato dell'intervento è la possibilità di ottimizzare la distribuzione dell'acqua, riducendo sprechi e consumo energetico grazie a un uso più efficiente delle pompe.

La chiusura del bilancio idrico offre inoltre l'opportunità di promuovere pratiche agricole più sostenibili e di aumentare la consapevolezza tra gli

agricoltori sull'importanza di una gestione responsabile dell'acqua. Tra gli attori coinvolti figurano le associazioni agricole, HERA, il CER, le autorità locali, il CBR e i cittadini.

Tuttavia, il raggiungimento di questi obiettivi incontra alcune criticità. Una delle principali è rappresentata dall'elevato investimento iniziale richiesto per l'acquisto delle attrezzature necessarie al monitoraggio, a cui si aggiungono i costi di gestione e manutenzione nel tempo. Per affrontare questi ostacoli, è possibile realizzare un'analisi costi-benefici che metta a confronto le spese sostenute con i risparmi ottenuti in termini di energia e acqua. Inoltre, **collaborazioni tra distretti** possono agevolare la condivisione dei costi, rendendo più sostenibili gli interventi.

Un'ulteriore sfida è legata alla complessità della rete di distribuzione, che può rendere difficile una valutazione precisa del bilancio idrico e ostacolare decisioni efficaci. In questo contesto, il coinvolgimento di attori esterni nel processo di monitoraggio può migliorare l'accuratezza delle misurazioni e ridurre i costi complessivi. Infine, una scarsa manutenzione delle reti idriche private può compromettere significativamente l'efficienza del sistema e alterare il bilancio idrico. Per questo motivo, è fondamentale prevedere una pianificazione strategica e destinare risorse adeguate al sostegno delle attività di manutenzione.

Migliorare la precisione delle misurazioni e realizzare campagne di sensibilizzazione rivolte agli stakeholder sono azioni chiave per il successo del

progetto. In particolare, è importante coinvolgere attivamente gli agricoltori, incoraggiandoli a partecipare alle attività di monitoraggio e a investire in tecnologie innovative per migliorare la qualità dei dati e la gestione complessiva delle risorse idriche.

Utilizzo di Soluzioni Basate sulla Natura per migliorare la qualità dell'acqua irrigua

Nel DP italiano sono state adottate due soluzioni basate sulla natura: il ripristino di zone umide (Figura 5) e una nuova



Figura 4 – Tipico canale di irrigazione che si ha nel DP



tecnica di sfalcio selettivo della vegetazione ripariale (Figura 6). Entrambe puntano a migliorare la qualità dell'acqua, **aumentare la biodiversità** e promuovere i servizi ecosistemici, riducendo al contempo il consumo energetico e le emissioni di gas serra. Le zone umide, spesso gestite direttamente dagli agricoltori, funzionano con un sistema a lotti che regola l'ingresso e il rilascio dell'acqua in base alle condizioni idriche. I dati raccolti confermano la loro efficacia nel depurare l'acqua destinata all'irrigazione. Lo sfalcio selettivo, invece, mantiene parte della vegetazione lungo i canali per migliorare l'ecologia del sistema, ma può ridurre la capacità idraulica, richiedendo un equilibrio tra efficienza tecnica e benefici ambientali. L'adozione delle NbS richiede un ampio coinvolgimento di stakeholder e affronta ostacoli economici, legati ai costi di gestione e attrezzature. Per superarli, si suggeriscono strategie collaborative come acquisti condivisi, reti di scambio tra gestori, accesso a finanziamenti esterni e incentivi pubblici. Un approccio integrato e partecipativo è essenziale per garantirne il successo nel lungo termine.

L'individuazione di siti adatti alla realizzazione di nuove zone umide si confronta spesso con degli ostacoli, legati sia alla complessità burocratica sia alla possibilità di incorrere in procedimenti di esproprio. Per superare queste difficoltà, è necessaria una revisione approfondita della pianificazione territoriale a scala più ampia, che tenga conto delle esigenze ambientali e delle dinamiche del territorio.

Una possibile soluzione potrebbe essere includere le aree soggette a inondazioni tra quelle idonee, definendo al contempo chiare e condivise linee guida regionali per la regolamentazione degli espropri, sempre nell'ottica dell'interesse pubblico. Un'ulteriore criticità

riguarda la gestione delle zone umide in condizioni di siccità, quando l'approvvigionamento idrico risulta difficoltoso. In questi contesti, diventa fondamentale ripensare le pratiche gestionali, riducendo il ricircolo continuo dell'acqua e promuovendo soluzioni che consentano un uso più efficiente delle risorse. Il **coordinamento tra le esigenze idriche delle zone umide e quelle delle attività agricole** assume un ruolo cruciale, soprattutto nei periodi di carenza, per evitare situazioni di conflitto e garantire una distribuzione equilibrata dell'acqua. Inoltre, il valore economico dei servizi ecosistemici forniti dalle zone umide dovrebbe essere riconosciuto esplicitamente anche nell'ambito delle procedure di esproprio, contribuendo così a una valutazione più equa delle aree coinvolte. Ulteriore ostacolo all'implementazione efficace delle NbS è rappresentato da una cooperazione insufficiente tra i diversi soggetti coinvolti. Per favorire una collaborazione attiva e costruttiva, è essenziale rafforzare le attività di divulgazione, sensibilizzando la cittadinanza sui benefici concreti che queste soluzioni offrono in termini di miglioramento del benessere collettivo e qualità ambientale.

Risulta altrettanto importante **formalizzare gli accordi tra gli stakeholder** attraverso strumenti chiari di condivisione delle informazioni, allineando gli obiettivi delle parti coinvolte e assicurando che la partecipazione al processo



Figura 5 – Una delle wetland presenti nel DP



Figura 6 – Nuova tecnica di sfalcio.

decisionale sia riservata agli attori direttamente interessati.

Valutazione dell'impatto dello scarico degli impianti di depurazione (WWTP) sulla qualità dell'acqua irrigua

Nel DP, diversi impianti di depurazione delle acque reflue immettono i propri effluenti nella rete di irrigazione, rendendo necessario uno studio approfondito sull'impatto che tali scarichi possono avere sulla qualità dell'acqua destinata all'uso agricolo. Per valutare questa interazione, durante le stagioni irrigue del 2023 e del 2024 è stato condotto un monitoraggio della qualità dell'acqua lungo un canale irriguo interessato da uno scarico di acque reflue trattate. In particolare, la campagna di campionamento ha previsto l'analisi di più punti lungo il canale, sia a monte del punto di scarico – dove l'acqua non è influenzata dal contributo del depuratore, rappresentando quindi un "campione di controllo" – sia a valle, dove l'acqua è una miscela di acqua già presente in canale e le acque reflue depurate. In corrispondenza di ogni campionamento, sono state anche stimate le portate, poiché il volume dell'acqua circolante può influenzare i parametri analizzati e contribuire a una comprensione più completa dei risultati. L'immissione di effluenti dagli impianti di trattamento delle acque nella rete di irrigazione può offrire vantaggi rilevanti,

soprattutto in un contesto di crescente scarsità idrica dovuta ai cambiamenti climatici e all'alterazione dei regimi pluviometrici.

Uno dei benefici principali è l'aumento della disponibilità d'acqua, cui si affianca il riutilizzo dei nutrienti naturalmente presenti nelle acque reflue domestiche. Questo duplice effetto può tradursi in vantaggi economici concreti: da un lato, il riutilizzo delle acque reflue per l'irrigazione riduce la necessità di trattamenti avanzati per l'eliminazione dei nutrienti, abbassando i costi operativi degli impianti di depurazione; dall'altro, l'arricchimento dell'acqua irrigua in elementi nutritivi può permettere una riduzione dell'impiego di fertilizzanti chimici in agricoltura.

Per garantire che tali benefici non comportino rischi per la salute umana o per l'ambiente, è fondamentale adottare una prospettiva più ampia nell'analisi degli effetti degli scarichi, andando oltre la sola valutazione dei nutrienti. In particolare, diventa essenziale monitorare la presenza di eventuali patogeni, la cui diffusione potrebbe compromettere la sicurezza alimentare e la salute pubblica. Parallelamente, è importante tenere sotto controllo i livelli di nutrienti nell'acqua irrigua, al fine di fornire agli agricoltori dati affidabili che possano motivare una riduzione mirata nell'uso di fertilizzanti, in un'ottica di sostenibilità e ottimizzazione delle risorse.



Il successo del riutilizzo delle acque reflue trattate a fini irrigui dipende in larga misura dal coinvolgimento attivo di tutti i soggetti interessati. Tra questi rientrano gli agricoltori, le loro associazioni di categoria, le amministrazioni comunali, i consorzi di bonifica, gli enti regionali e anche le imprese industriali e le multiutility che operano nel settore idrico.

Nonostante il potenziale vantaggio ambientale ed economico, l'adozione su larga scala di questa pratica incontra ancora numerosi ostacoli. Uno dei principali riguarda la necessità di intensificare il **monitoraggio della qualità dell'acqua**, condizione fondamentale per garantire la trasparenza delle informazioni e la prontezza nell'individuare eventuali criticità. Questa esigenza si colloca anche nel rispetto delle direttive europee che impongono la pianificazione della gestione del rischio. Tuttavia, un sistema di monitoraggio più articolato implica inevitabilmente un aumento dei costi. Per contenere tali spese, diventa essenziale promuovere una collaborazione efficace tra enti pubblici e soggetti privati, al fine di evitare duplicazioni e ottimizzare le risorse destinate al controllo.

L'introduzione di piani strategici ben strutturati rappresenta un ulteriore passo necessario. Definire con precisione quando e come effettuare i campionamenti – ad esempio evitando periodi di pioggia intensa o momenti della giornata che potrebbero alterare i risultati – permette di ottenere dati realmente rappresentativi. Anche l'impiego di campioni compositi prelevati su 24 ore può contribuire a una valutazione più accurata. L'acquisto condiviso di strumenti per il monitoraggio in continuo dei parametri di qualità, unito alla gestione automatizzata e centralizzata dei dati da parte dell'ente preposto, rappresenta un'opportunità per migliorare l'affidabilità delle analisi. In parallelo, la definizione di protocolli condivisi tra i diversi enti responsabili garantisce coerenza e comparabilità tra i dati raccolti. Il contributo attivo delle associazioni di agricoltori, insieme ad altri portatori di interesse come le ONG ambientaliste, è fondamentale per l'adozione e l'uso consapevole di queste tecnologie. Inoltre, la condivisione delle esperienze di monitoraggio tra gli attori coinvolti contribuisce a migliorare la

qualità complessiva delle informazioni e a promuovere buone pratiche operative. Un ulteriore limite all'adozione del riutilizzo delle acque reflue risiede nel **quadro normativo vigente**, che potrebbe non essere ancora sufficientemente solido per garantire l'uso sicuro ed efficace di queste risorse in ambito agricolo. In questo senso, si propone l'introduzione di un sistema di consulenza dedicato alla qualità dell'acqua per l'irrigazione, capace di guidare gli operatori attraverso criteri tecnici e normativi aggiornati. Contemporaneamente, è indispensabile ottimizzare il funzionamento degli impianti di depurazione esistenti, affinché possano rispondere in modo adeguato alle nuove esigenze. Accanto a questi interventi tecnici e normativi, riveste un ruolo fondamentale anche la comunicazione con il pubblico. Campagne di sensibilizzazione rivolte sia agli agricoltori sia ai cittadini residenti nei territori interessati sono necessarie per diffondere conoscenze aggiornate sulle tecnologie disponibili, sui risultati ottenuti da progetti pilota e sulle nuove normative in materia. Infine, per assicurare un'applicazione realmente efficace e sostenibile, le normative locali dovrebbero essere adattate alle specifiche caratteristiche del contesto regionale, in modo da rispondere in maniera mirata alle esigenze del territorio.

Ulteriori potenziali interventi

Oltre ai tre interventi già realizzati nell'ambito del DP, sono stati identificati, in collaborazione con gli stakeholder durante il secondo workshop, altri tre potenziali interventi, per i quali sono state analizzate le possibili barriere e i relativi impatti. Tra le proposte emerse, la realizzazione di **nuovi bacini idrici in aree periurbane** rappresenta una soluzione promettente, in grado di contribuire alla protezione dalle inondazioni e di offrire una riserva d'acqua utile nei periodi di siccità. La costruzione di queste infrastrutture richiede tuttavia investimenti considerevoli, sia per quanto riguarda i costi iniziali sia per la gestione e la manutenzione nel lungo periodo. Per questa ragione, è necessario predisporre studi di fattibilità accurati, al fine di individuare le aree più adatte

alla loro implementazione. Nonostante l'impegno economico richiesto, tali strutture possono generare benefici rilevanti: se gestite correttamente, non solo consentono una gestione più efficiente delle risorse idriche, ma permettono anche di valorizzare e reinvestire l'acqua raccolta e conservata. Un'ulteriore opportunità consiste nell'integrazione dei bacini con pannelli fotovoltaici galleggianti. Questa combinazione favorisce la produzione di energia da fonte rinnovabile e, al contempo, contribuisce a ridurre la temperatura dell'acqua e l'evaporazione, ottimizzando la funzionalità del sistema. A sostegno di tali interventi, esistono diversi canali di finanziamento, sia a livello nazionale che internazionale, che potrebbero essere attivati per coprire parte dei costi legati alla realizzazione dei nuovi bacini idrici.

L'introduzione di **tecnologie sensoristiche per il monitoraggio in tempo reale** della qualità dell'acqua rappresenta un'opportunità significativa per migliorare la gestione delle risorse idriche a fini irrigui. Questi strumenti permettono di avere, in ogni momento, un quadro aggiornato e preciso dello stato dell'acqua, favorendo una maggiore tutela ambientale e una produzione agricola più sostenibile e consapevole. Tuttavia, l'adozione di queste tecnologie presenta alcune criticità. I costi iniziali per l'acquisto e l'installazione delle attrezzature possono risultare elevati, e non è sempre chiaro quale soggetto dovrebbe farsene carico. Inoltre, i dispositivi di monitoraggio richiedono un'alimentazione energetica costante, un requisito non sempre facile da garantire in contesti agricoli o in aree isolate. Nonostante questi ostacoli, sono state individuate alcune possibili soluzioni per facilitarne l'adozione. Ad esempio, i costi potrebbero essere in parte coperti da progetti di ricerca dedicati al miglioramento della qualità delle acque, che già dispongono di fondi e risorse per l'implementazione di innovazioni tecnologiche. Inoltre, l'utilizzo di sensori intelligenti potrebbe contribuire a una maggiore consapevolezza della presenza di contaminanti emergenti, favorendone l'inserimento nelle strategie e normative esistenti per la tutela delle acque. Infine, la disponibilità di dati in tempo reale può migliorare il dialogo e il coordinamento tra i diversi attori coinvolti, promuovendo una gestione più integrata e partecipata delle risorse idriche.

Aumentare la consapevolezza della società civile è un passo necessario per migliorare la gestione complessiva dell'area del DP e consentire la piena applicazione del concetto WEF nexus. Tuttavia, i costi necessari per le attività di disseminazione, la formazione del personale e l'applicazione di diversi programmi potrebbero essere un fattore limitante. D'altra parte, i fondi nazionali o europei possono essere utilizzati per coprire parte dei costi, mentre alcune aziende private possono trovare interesse a finanziare queste attività. Le reti locali formate dalla società civile potrebbero essere un partner utile per queste iniziative e potrebbero facilitare la connessione e gli accordi con istituzioni educative e ONG.

Applicazione dello strumento REWEFe

Per valutare lo stato dei settori acqua, energia, cibo ed ecosistemi, sia in modo individuale che congiunto, è stato utilizzato lo strumento REWEFe (Rapid evaluation of Water-Energy-Food-ecosystem) nexus, che fornisce informazioni quantitative sul potenziale di produzione, consumo, importazione ed esportazione di acqua, energia e cibo e tiene conto degli impatti ecosistemici in termini monetari. Questo strumento ha permesso la generazione di cinque scenari (**Figura 7**) per valutare gli effetti degli interventi nel contesto del WEF nexus. Le principali innovazioni che possono essere ottenute DP italiano applicando gli interventi proposti sono:

- Avere una **più alta efficienza di distribuzione** (Scenario 1) implica meno richieste d'acqua e, di conseguenza, meno energia per l'irrigazione; pertanto, si potranno osservare riduzioni nel consumo di acqua ed energia.
- Lo scenario su larga scala (Scenario 5) mostra i maggiori **impatti ambientali positivi** grazie all'aumento dei deflussi dall'unità Nexus, che si traduce nell'assenza di stress idrico.
- Le variazioni nella produzione alimentare sono il risultato di cambiamenti nella resa irrigua, che dipende dalla disponibilità di acque superficiali. La frazione di acque superficiali disponibili cambia (aumenta per lo Scenario 1, Scenario 4 e



Ottimizzazione del distretto irriguo Lorgana-Botte

Scenario 5) man mano che i **requisiti di irrigazione** sono ridotti.

- Una riduzione nella **produzione alimentare** è riportata per lo Scenario 3, poiché sono disponibili meno nutrienti a causa della loro ritenzione da parte delle zone umide, portando a un maggiore stress da nutrienti e fungendo da compromesso.

Una migliore efficienza di distribuzione riduce il consumo energetico e aumenta la disponibilità di

acque superficiali all'interno dell'unità Nexus, portando al soddisfacimento delle domande settoriali. Tuttavia, lo sviluppo di zone umide all'interno dell'area porta a una leggera riduzione della produzione alimentare poiché i nutrienti vengono trattenuti e le colture subiscono livelli più elevati di stress da nutrienti. Sebbene questo sviluppo produca impatti positivi sull'ambiente, essendoci meno lisciviazione di nutrienti, lo scenario richiede migliori misure di gestione dei nutrienti per mantenere la produzione agricola.



Figura 7 – Risultati dei tre scenari REWEF: **Baseline (B)** – prevede che il 100% dell'acqua recuperata sia utilizzata per l'irrigazione; **Scenario 1 (S1)** – Si concentra sulla gestione efficace dell'acqua, portando a una maggiore efficienza di distribuzione; **Scenario 2 (S2)** – I dati sulla qualità dell'acqua e sulla domanda di nutrienti permettono una ridotta applicazione di fertilizzanti; **Scenario 3 (S3)** – Propone l'utilizzo di zone umide per il trattamento dell'acqua e la conseguente riduzione del dilavamento dei nutrienti; **Scenario 4 (S4)** – combina lo Scenario 1 e lo Scenario 2 per esplorare il loro effetto sinergico; e **Scenario 5 (S5)** – è uno scenario ampliato basato su un tasso di adozione più elevato degli interventi BONEX all'interno dell'unità del nesso.

Conclusioni

Chiudendo il bilancio idrico della rete di irrigazione e identificando chiaramente tutte le sue componenti, sarà possibile ridurre le perdite d'acqua, diminuire il prelievo idrico dalle fonti superficiali e, di conseguenza, ottimizzare la gestione complessiva dell'acqua in agricoltura.

Tale attività può migliorare la disponibilità dell'acqua irrigua, suggerire modi alternativi di gestione dell'acqua e, di conseguenza, ridurre il consumo energetico necessario per la distribuzione dell'acqua nell'area. Inoltre, gli interventi orientati alla qualità dell'acqua, se applicati su più ampia scala, possono certamente migliorare anche questo aspetto e fornire un approccio più sostenibile alla produzione agricola. D'altra parte, risolvere questi problemi migliorerà lo stato ambientale e influenzerà positivamente la biodiversità nell'area. L'applicazione di questi interventi ha anche contribuito allo sviluppo di una

contribuire a una governance sostenibile e inclusiva. Sebbene gli stakeholder coinvolti avessero per lo più una rilevanza locale o regionale, il cambiamento positivo nel DP, specialmente se applicato su più ampia scala, potrebbe avere un forte impatto su diverse politiche regionali (ad esempio Legge Regionale 15/2006, Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna), nazionali (ad esempio Decreto Legislativo 152/2006, Norme in materia ambientale) e internazionali (ad esempio Regolamento (UE) 2020/741 sui requisiti minimi per il riutilizzo dell'acqua).



metodologia scientifica robusta. Ad esempio, il monitoraggio della qualità dell'acqua irrigua in una situazione specifica ma ricorrente, in cui le acque reflue trattate vengono scaricate continuamente in un canale di irrigazione, è stato eseguito in due diverse stagioni irrigue.

L'applicazione di questi interventi richiederà considerevoli risorse finanziarie e il coinvolgimento di diversi stakeholder, un processo già avviato con il progetto BONEX. Il progetto ha mostrato un'elevata consapevolezza degli stakeholder riguardo a questi problemi, ma anche il loro grande interesse a risolverli, il che è un segnale positivo. Valutare e gestire le interconnessioni tra acqua, energia e cibo, così come con l'ecosistema, durante la vita del progetto può

**Chiudendo
il bilancio idrico
della rete di
irrigazione e
identificando
chiaramente tutte
le sue
componenti, sarà
possibile ridurre
le perdite d'acqua**

Inoltre, i risultati raggiunti nel DP contribuiranno anche al raggiungimento di diversi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs), che mirano a Sconfiggere la fame, (sostegno di pratiche agricole sostenibili attraverso la riduzione del consumo di

acqua e il mantenimento degli ecosistemi), Acqua pulita e servizi igienico-sanitari (migliorare la qualità dell'acqua e promuovere il trattamento delle acque inquinate), Consumo e produzione responsabili (gestione sostenibile e uso efficiente delle risorse naturali, nonché riciclo delle risorse attraverso il riutilizzo dell'acqua) e Vita sulla terra (protezione degli ecosistemi d'acqua dolce interni attraverso il miglioramento della qualità dell'acqua e il ripristino delle zone umide).



Consortium

 Spain

BIOAZUL
University of Cordoba
FutureWater
Universidad de Almería

Germany | UNI KASSEL

 Portugal

Center for Environmental and Sustainability Research (CENSE),
NOVA University of Lisbon
Natural Business Intelligence (NBI)

 Italy

Consorzio della Bonifica Renana
University of Bologna

 Jordan

German Jordanian University
IUCN-ROWA

 Lebanon

American University of Beirut
NOVAENERGIA

 Morocco

Agronomic and Veterinary Institute Hassan II

 Tunisia

SmartLOGGER
National Institute for Research in Rural
Engineering Water and Forests - INRGREF



This project is part of the
PRIMA programme supported
by the European Union.