Yearly Water Innovation

VOL. 02

Marzo 2026

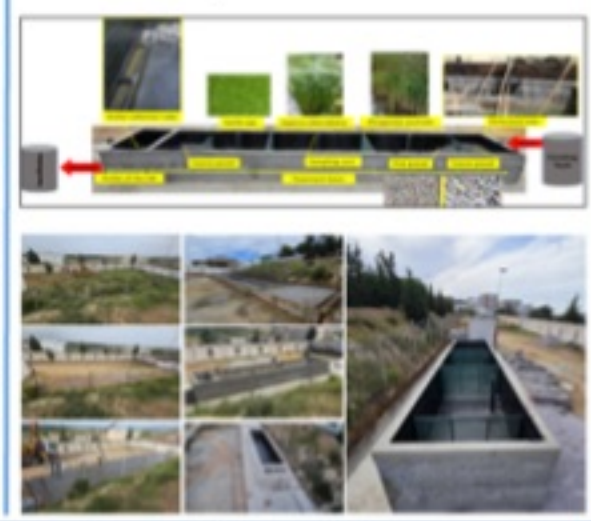
CIRQUA - NEWSLETTER

4 Siti Pilota | 4 Paesi | 140 m² Area totale CW | Rimozione Patogeni

Prototipo CW di DUTH



Prototipo CW di ABC



CW riqualificata di CIIMAR



Prototipo CW di ASU



Figura 1: i quattro siti pilota basati su sistemi Constructed Wetland (zone umide artificiali) del progetto CIRQUA nel Mediterraneo

Waterwise Futures: approcci integrati a scala locale per migliorare l'efficienza del riutilizzo delle acque e la fertilizzazione sostenibile del suolo mediante il recupero dei nutrienti dalle acque reflue.

I nostri quattro Siti Pilota:
CIRQUA ha progettato, realizzato e messo in funzione quattro sistemi dimostrativi di Constructed Wetland in Grecia, Tunisia, Portogallo ed Egitto. Ciascun sistema integra zone umide a flusso sommerso orizzontale con unità di nanofiltrazione e moduli fotocatalitici.

Informazioni su CIRQUA: : Il progetto CIRQUA (Integrated Approaches at Local Scale for Enhancing Water Reuse Efficiency and Sustainable Soil Fertilization from Wastewater's Recovered Nutrients) è un'iniziativa finanziata dal programma PRIMA che sviluppa soluzioni decentralizzate e basate sulla natura (Nature-based Solutions, NbS) per il trattamento delle acque reflue nell'area del Mediterraneo. Attraverso prototipi innovativi di Constructed Wetland (CW), potenziati con unità di nanofiltrazione e moduli fotocatalitici, CIRQUA dimostra che le acque reflue trattate possono essere riutilizzate in sicurezza per l'irrigazione in agricoltura, consentendo al contempo il recupero dei nutrienti per la fertilizzazione del suolo.

CIRQUA Waterwise Futures

PRIMA PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA

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

PROFILI DEI SITI PILOTA

❶ Sito Pilota DUTH - Xanthi, Grecia

Democritus University of Thrace • 20 20 m²

Sistema di CW a flusso sommerso orizzontale, completamente automatizzato tramite PLC, costituito da quattro compartimenti in acciaio inox piantumati con Typha e Caltha. Dotato di unità di nanofiltrazione e modulo fotocatalitico (tubi in vetro rivestiti con TiO_2). Ottenuta la completa rimozione di enterococchi e coliformi, un'elevata riduzione del DNA e l'eliminazione della tossicità nei confronti dello zebrafish.

❷ Sito Pilota ABC - Sidi Thabet, Tunisia

Higher Institute of Biotechnology • 20 m²

Sistema di CW realizzato in calcestruzzo, piantumato con Phragmites australis, Cyperus alternifolius e Azolla spp. Filtro a sabbia con materiale nanofiltrante e 400 L di modulo fotocatalitico. Risultati: rimozione pressoché completa dei patogeni; Vibrio cholerae eliminato. Il sistema è gestito da una Smart Industrial Control Unit (SICU-1) basata su Raspberry Pi/Arduino.

❸ Sito Pilota CIIMAR - Ponte de Lima, Portogallo

Paço de Calheiros • 40 m²

Sistema di CW a flusso gravitazionale esistente, riqualificato nell'ambito del progetto (in funzione da 15 anni e a consumo energetico nullo). Piantumato con Canna flaccida, Zantedeschia aethiopica e Canna indica. CIRQUA ha integrato un nanofiltro basato su MOF e un modulo fotocatalitico. Sistema automatizzato tramite PLC con interfaccia HMI. I test di ecotossicità hanno confermato una significativa riduzione della tossicità.

❹ Sito Pilota ASU - Giza, Egitto

Zenin Wastewater Treatment Plant • 60 m² (3 cells × 20)

Il più grande sito pilota del progetto CIRQUA: tre celle parallele di CW (10 × 2 m) con substrati di ghiaia a granulometria graduata. Dotato di un'unità di nanofiltrazione e di un modulo fotocatalitico, con automazione tramite PLC. I risultati hanno evidenziato un miglioramento della rimozione delle cisti di protozoi (Giardia, Cryptosporidium ed Entamoeba).

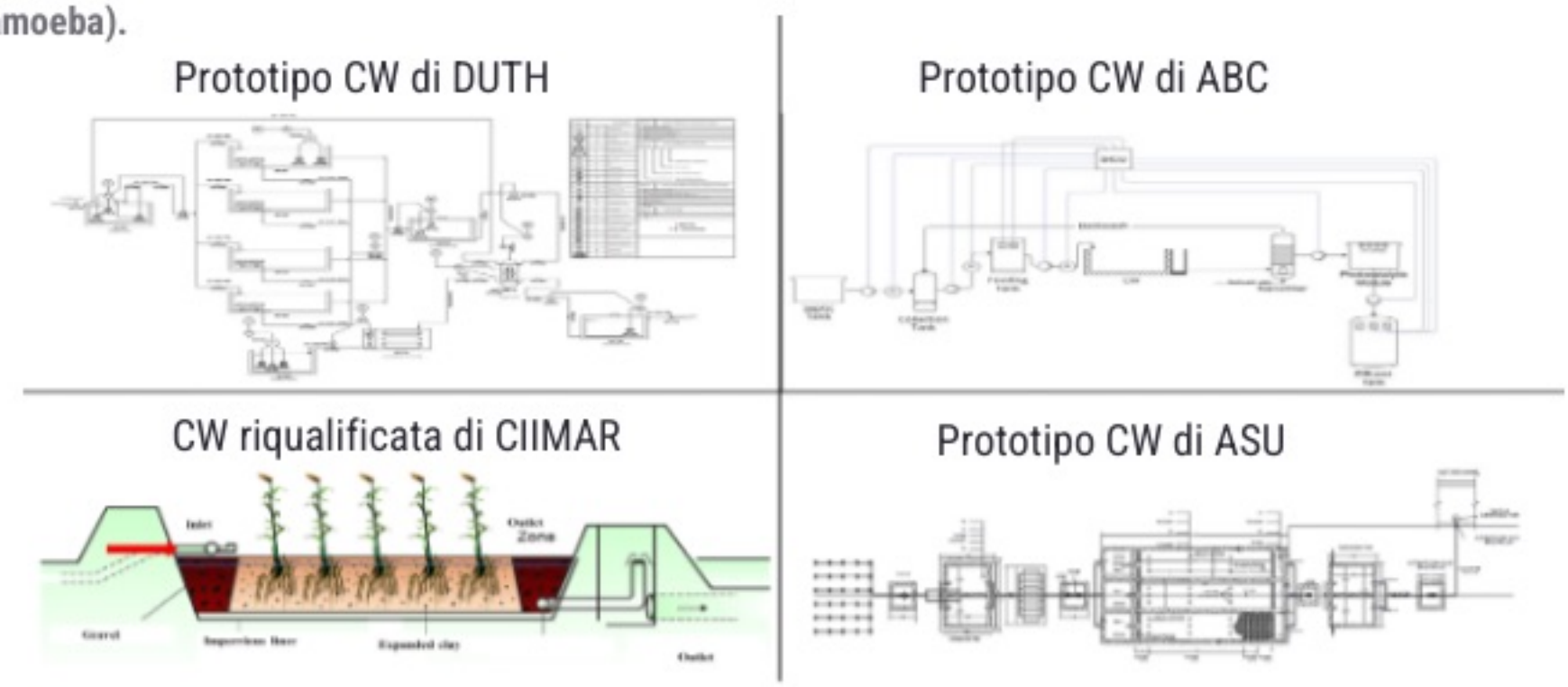


Figura 2: Schemi dei sistemi di automazione dei quattro prototipi di CW del progetto CIRQUA.

RISULTATI CHIAVE & INNOVAZIONE

Principali risultati del trattamento

Parametro	Performance	Rilevanza
Rimozione degli ortofosfati	Fino al 99%	Elevata efficienza dei prototipi di CW
Metalli pesanti	Al di sotto dei limiti della Direttiva UE	Conforme alla Direttiva (UE) 2020/2184 sulle acque destinate al consumo umano
Rimozione dei patogeni	Rimozione pressoché completa dei patogeni	Al di sotto dei limiti nazionali per il riutilizzo delle acque
Riduzione DNA residuo	Riduzione del DNA di diversi ordini di grandezza	Marcata diminuzione dei livelli di DNA
Microinquinanti	Rimozione efficace	Inclusi pesticidi e antibiotici
Tossicità su Zebrafish	Ridotta fino all'assenza di effetti	Dall'influente all'effluente del modulo fotocatalitico (DUTH)

Unità avanzate di nanofiltrazione:

Ogni sito pilota integra un'unità di nanofiltrazione contenente Metal–Organic Frameworks Composites (MOFCs). Sintetizzati a partire da biochar di bambù, argilla bentonitica e alginato di calcio, questi materiali consentono un'efficace rimozione dei solidi sospesi, degli ortofosfati, del fosforo totale e dei metalli pesanti.

Moduli fotocatalitici

La fase finale del trattamento impiega moduli fotocatalitici a base di TiO_2 attivati mediante irraggiamento UV. I moduli riducono il DNA residuo, eliminano i patogeni e rimuovono microinquinanti, inclusi pesticidi e antibiotici, garantendo che l'acqua trattata soddisfi gli standard qualitativi richiesti per il riutilizzo in agricoltura.

Automazione intelligente ed economia circolare

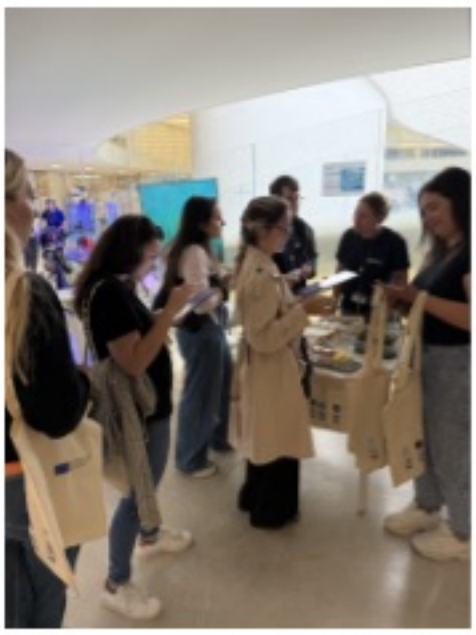
Tutti i siti pilota sono dotati di sistemi di monitoraggio in tempo reale di pH, conducibilità, ossigeno disciolto, torbidità, temperatura e portata, gestiti tramite PLC o Smart Industrial Control Units personalizzate, che consentono il controllo da remoto e l'ottimizzazione dei processi. Oltre al trattamento delle acque, CIRQUA esplora l'impiego di compositi a base di MOF come nanofertilizzanti a rilascio controllato dei nutrienti. I test di ecotossicità condotti con Daphnia magna, Danio rerio e piante hanno confermato la biocompatibilità delle acque trattate, dimostrandone l'idoneità al riutilizzo sicuro in ambito agricolo.

Attività & eventi del progetto

CIRQUA continua a promuovere la collaborazione e la condivisione delle conoscenze in tutto il Mediterraneo attraverso numerose iniziative.

CIRQUA protagonista alla Conferenza Agrown: I membri del consorzio CIRQUA hanno guidato un'importante discussione durante la Conferenza Agrown, incentrata su un tema di grande attualità, "il riutilizzo delle acque e l'agricoltura di precisione".







Promuovere una gestione sostenibile delle acque: L'evento ha rappresentato un'importante occasione di confronto con la comunità, dimostrando ancora una volta come il coinvolgimento dei cittadini sia fondamentale per costruire un futuro sostenibile.

CIRQUA oltre i confini: La nostra collega Cristina Calheiros si è recata a Maputo, in Mozambico, per far conoscere il progetto CIRQUA Water agli studenti del Lycée Gustave Eiffel. L'incontro e il confronto con i giovani di tutto il mondo hanno reso questa missione educativa un'esperienza estremamente gratificante per il nostro team.





GUARDANDO AL FUTURO

Prossime attività: Ampliamento della tecnologia delle CW su scala dimostrativa; valutazione della resa delle colture mediante l'impiego di fertilizzanti nanostrutturati derivati dalla biomassa e dell'effluente delle CW; LCA e valutazioni tecno-economiche; promozione della citizen science attraverso le iniziative WaterWatchers e Soil Guardians; ulteriore diffusione dei risultati in tutti i Paesi partner.

COMUNICAZIONE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI

SCAN ME

SCAN ME

SCAN ME

SCAN ME