

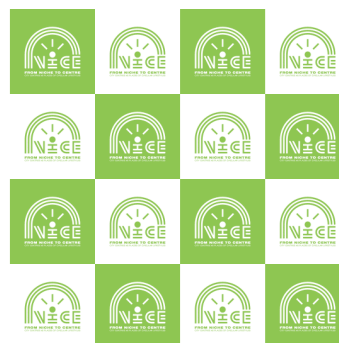


Circular Water Kit |

Kit per l'Acqua Circolare

Soluzioni per il riutilizzo e il risparmio idrico nelle città

Parte del documento D.2.4.1 – Solution Box del progetto NiCE





PANORAMICA DELLE GUIDE NICE

Questo documento fa parte della NiCE Solution Box, una serie di quattro guide che offrono un approccio pratico e interconnesso per promuovere stili di vita circolari e lo sviluppo sostenibile nelle città. Sebbene ogni guida tratti un'area specifica, insieme forniscono una cassetta degli attrezzi completa per organizzazioni, imprese, autorità e cittadini che desiderano rendere gli spazi urbani più resilienti, efficienti nell'uso delle risorse e orientati alla comunità. Tutte le guide sono accessibili sulla Knowledge Platform di NiCE: <https://circularlifestyle.eu/resources>.

Le guide e la Knowledge Platform sono alcuni dei risultati del progetto NiCE | From Niche to Centre – City Centres as Places of Circular Lifestyles, co-finanziato dall'Unione Europea attraverso il Programma Interreg Central Europe: <https://www.interreg-central.eu/projects/nice/>.

Methodology Kit on stakeholders' engagement in circular lifestyles (*Kit metodologico sul coinvolgimento degli stakeholder negli stili di vita circolari*)

Questa guida si concentra sulla dimensione umana e organizzativa dello sviluppo circolare. Fornisce metodi passo passo per ONG, scuole e autorità pubbliche per avviare processi partecipativi, riattivare spazi e incoraggiare cambiamenti comportamentali verso la sostenibilità. Sottolinea l'importanza di scalare le iniziative di successo e di mantenere l'impatto nel tempo. Il kit combina la teoria con le buone pratiche di città dell'Europa centrale (Bologna in Italia, Brzeg Dolny in Polonia, Budapest in Ungheria, Graz in Austria, Jihlava in Repubblica Ceca, Košice in Slovacchia, Ptuj in Slovenia e Würzburg in Germania), offrendo strumenti versatili che possono essere applicati anche in altri ambiti dello sviluppo urbano sostenibile.

Guide: How to build, run and sustain a multifunctional resource centre (*Guida: Come costruire, gestire e mantenere un centro risorse multifunzionale*)

Questa guida si concentra sulla trasformazione di aree urbane sottoutilizzate in centri dinamici che promuovano pratiche di economia circolare. Fornisce un quadro di riferimento per la pianificazione, la progettazione e la gestione di spazi che incoraggino la condivisione, la riparazione e il riutilizzo dei materiali. Rivolta principalmente a ONG e PMI, la guida sottolinea l'importanza del coinvolgimento degli stakeholder, della



pianificazione finanziaria e della gestione operativa quotidiana. Include inoltre casi di studio del progetto NiCE che mostrano come tali centri possano diventare punti di riferimento economici e sociali per i centri urbani di Brzeg Dolny (Polonia), Graz (Austria), Košice (Slovacchia) e Ptuj (Slovenia).

How to link sustainable e-commerce with city centres. A guide for SMEs and municipalities to bring retail channels together for the benefit of all. (Come collegare l'e-commerce sostenibile ai centri urbani. Una guida per PMI e comuni per unire i canali di vendita al dettaglio a beneficio di tutti.)

Questa guida risponde alla crescente influenza dell'e-commerce sulle economie locali. Offre alle PMI strategie concrete per connettere le loro attività online con gli spazi urbani fisici, garantendo che i centri città rimangano dinamici ed economicamente rilevanti. Ciò include l'esplorazione di sistemi di consegna localizzati, la creazione di sinergie tra mercati digitali e fisici e l'incoraggiamento di pratiche sostenibili in linea con gli stili di vita circolari. La guida individua inoltre opportunità di collaborazione con fornitori di servizi logistici, sviluppatori di tecnologie e gruppi comunitari, posizionando le PMI come motori chiave del commercio urbano sostenibile.

Circular Water Kit – Addressing water re-use and water saving in cities (Kit per l'Acqua Circolare – Soluzioni per il riutilizzo e il risparmio idrico nelle città)

Questa guida evidenzia l'acqua come risorsa fondamentale negli ambienti urbani. Spiega come le autorità locali e i cittadini possono migliorare l'efficienza idrica, integrare le tecnologie di riutilizzo e rafforzare la resilienza climatica. La guida ha un duplice obiettivo: sensibilizzare sul valore dell'acqua e fornire a decisori politici e pianificatori strumenti per implementare strategie di economia circolare. Esempi concreti tratti da Bologna (Italia) illustrano i vantaggi della collaborazione tra autorità pubbliche e comunità, mostrando come il risparmio e il riutilizzo dell'acqua possano rafforzare gli sforzi per la sostenibilità nelle città.



Indice

Panoramica delle guide NiCE.....	1
1 Introduzione	4
1.1 Contesto: a proposito del Progetto NiCE.....	4
1.2 Scopo del Kit per l'Acqua Circolare	4
1.3 Destinatari di questa guida	5
1.4 Gestione collaborativa delle risorse idriche: spunti dal progetto NiCE	5
2 Comprendere la gestione circolare dell'acqua	6
2.1 2.1 Panoramica dei principi di riutilizzo dell'acqua nelle città	6
2.2 Principali sfide nella gestione delle acque urbane	8
2.3 Vantaggi delle strategie di economia circolare dell'acqua per le città	9
2.4 Vantaggi delle strategie di economia circolare dell'acqua per i cittadini	10
3 Caso studio di Bologna	11
3.1 Misure chiave attuate	11
3.2 Risultati e insegnamenti appresi per la replicabilità in altre città.....	13
4 Linee guida pratiche per le autorità locali e i pianificatori urbani	15
4.1 Passi per integrare risparmio e riutilizzo idrico nella pianificazione urbana ..	15
4.2 Raccomandazioni politiche e quadri normativi	19
4.3 Coinvolgimento della comunità e sensibilizzazione del pubblico	26
5 Linee guida pratiche per i cittadini.....	29
5.1 Semplici misure per risparmiare acqua in casa.....	29
5.2 Soluzioni per il riutilizzo dell'acqua in ambito domestico	30
5.3 Gestione dell'acqua in spazi esterni e giardini	32
5.4 Partecipare alle iniziative della comunità.....	36
5.5 Monitoraggio, manutenzione e miglioramento continuo	38
6 Bibliografia	39
7 Spunti per ulteriori letture	43



1 INTRODUZIONE

1.1 Contesto: a proposito del Progetto NiCE

Il progetto NiCE (From Niche to Centre - City Centres as Places of Circular Lifestyles) è un'iniziativa transnazionale volta a rivitalizzare i centri urbani promuovendo stili di vita e consumi circolari e sostenibili. In risposta a sfide come la pandemia di COVID-19 e l'ascesa del commercio online, che hanno portato al declino degli spazi commerciali tradizionali, NiCE si propone di trasformare i centri città in vivaci poli di stili di vita circolari.

Al centro della visione del progetto vi è la promozione di abitudini di consumo sostenibili e la creazione di quadri strategici a supporto di stili di vita circolari. Attraverso approcci innovativi di sviluppo urbano, NiCE incoraggia il riutilizzo degli spazi per il riciclo, la riparazione e iniziative di consumo sostenibile. Il progetto pone inoltre l'accento sull'educazione e la collaborazione, offrendo ispirazione e strumenti pratici a comuni, associazioni di cittadini e decisori politici per promuovere comportamenti e pratiche sostenibili.

NiCE opera in otto paesi dell'Europa centrale: Austria, Repubblica Ceca, Germania, Ungheria, Italia, Polonia, Slovacchia e Slovenia, riunendo un gruppo eterogeneo di partner per condividere conoscenze, implementare progetti pilota e scalare modelli di successo. In tal modo, mira a posizionare i centri città come poli attivi di sostenibilità e innovazione circolare, ispirando una più ampia adozione di queste pratiche in tutta la regione.

Partendo da questi obiettivi fondamentali e riconoscendo il ruolo cruciale della gestione delle risorse idriche nella creazione di centri urbani circolari e resilienti, l'impegno di NiCE si estende naturalmente allo sviluppo e alla promozione del Kit per l'Acqua Circolare.

1.2 Scopo del Kit per l'Acqua Circolare

Il Kit per l'Acqua Circolare è stato concepito per supportare l'adozione di pratiche di riutilizzo dell'acqua in contesti urbani, rispondendo all'esigenza di ridurre gli sprechi idrici e promuovere una gestione sostenibile delle risorse. Questa guida¹ si propone di sensibilizzare sull'importanza della gestione circolare dell'acqua per affrontare le sfide

¹ In tutto il presente documento, i termini "Kit per l'Acqua Circolare" e "questa guida" sono usati in modo intercambiabile per riferirsi alla stessa risorsa, ovvero al presente documento.



urbane e rafforzare la resilienza climatica. Offre raccomandazioni pratiche per l'implementazione di tecnologie e soluzioni per il risparmio e il riutilizzo dell'acqua.

Inoltre, la guida fornisce alle autorità locali e agli urbanisti strumenti e conoscenze per integrare i principi dell'acqua circolare nei loro progetti, favorendo uno sviluppo urbano sostenibile. Attraverso casi di studio e buone pratiche, mette in evidenza strategie di riutilizzo dell'acqua di successo e ne dimostra l'impatto positivo sulle città. Si configura come una risorsa educativa per il grande pubblico e come un pratico strumento per i decisori, colmando il divario tra comprensione e azione.

1.3 Destinatari di questa guida

Il Kit per l'Acqua Circolare è stato progettato per rispondere alle esigenze di due gruppi target principali: le autorità pubbliche e il pubblico in generale.

Le autorità pubbliche dell'Europa centrale, inclusi urbanisti, responsabili politici e dipartimenti ambientali, troveranno questa guida particolarmente utile. Fornisce loro spunti e strumenti concreti per sviluppare e implementare strategie di economia circolare dell'acqua all'interno delle loro giurisdizioni. Illustrando soluzioni pratiche e offrendo raccomandazioni politiche, la guida supporta i decisori nell'affrontare le sfide idriche urbane, promuovendo al contempo gli obiettivi di sostenibilità.

Anche il pubblico in generale che vive nelle città dell'Europa centrale è un pubblico chiave per questa guida. Sensibilizzando sul riutilizzo dell'acqua e sui suoi benefici, la guida mira a ispirare le persone ad adottare pratiche idriche sostenibili nella loro vita quotidiana. Attraverso spiegazioni accessibili ed esempi concreti, consente ai cittadini di contribuire agli sforzi di gestione circolare dell'acqua nelle loro comunità.

Rivolgendosi a questi due gruppi, la guida promuove la collaborazione tra i decisori e il pubblico, garantendo che le iniziative di riutilizzo dell'acqua siano efficaci e ampiamente supportate.

1.4 Gestione collaborativa delle risorse idriche: spunti dal progetto NiCE

Mentre il progetto pilota di Bologna si è concentrato esclusivamente sulla gestione delle risorse idriche, altri progetti pilota di NiCE hanno integrato strategie di risparmio idrico e moduli di sostenibilità nei loro obiettivi più ampi di gestione delle risorse. In particolare, il Living Lab dell'Università BME (Budapest – Ungheria) ha utilizzato il concetto di impronta idrica per enfatizzare la conservazione. Questa metrica tiene



conto del volume totale di acqua dolce utilizzata per produrre beni e servizi, includendo sia il consumo diretto sia l'"acqua virtuale" incorporata nelle catene di approvvigionamento globali.

Il Living Lab dell'Università BME ha dimostrato che le pratiche di economia circolare (come il rifiuto di oggetti non necessari, la riduzione dei consumi e la priorità data al riutilizzo e alla riparazione) riducono drasticamente la domanda di acqua. Una sessione specifica è stata dedicata alla gestione circolare dell'acqua, le cui conclusioni hanno contribuito al Capitolo Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., che descrive in dettaglio normative idriche urbane di successo e casi di studio.

Inoltre, i progetti pilota incentrati sulla produzione locale (Graz, Ptuj), sull'economia della condivisione e sui servizi di riparazione/noleggio (Brzeg Dolny, Würzburg, Košice, Jihlava) illustrano le applicazioni pratiche del concetto di impronta idrica. Analogamente, i progetti pilota di Brzeg Dolny e BME hanno affrontato il tema delle diete a base vegetale, evidenziando una dimensione cruciale, ma spesso trascurata, del risparmio idrico circolare negli ambienti urbani.

2 COMPRENDERE LA GESTIONE CIRCOLARE DELL'ACQUA

2.1 2.1 Panoramica dei principi di riutilizzo dell'acqua nelle città

Comprendendo l'importanza della gestione circolare dell'acqua, il quadro delle 5R sviluppato dall'International Water Association (IWA) fornisce un approccio completo che comprende Ridurre, Riutilizzare, Riciclare, Ripristinare e Recuperare. Da una prospettiva sistemica, è fondamentale integrare questi principi lungo l'intera catena del valore dell'acqua, dalla fonte e dalla fornitura fino agli utenti finali. Secondo il World Business Council for Sustainable Development (2017), ciò implica minimizzare le perdite d'acqua e migliorare l'efficienza, riutilizzare l'acqua ove possibile, riciclare acqua e risorse, ripristinare l'acqua nel suo ambiente originale con una qualità adeguata e recuperare risorse preziose (oltre all'acqua) dalle acque reflue per un utilizzo benefico.

Garantire un accesso adeguato all'acqua è essenziale per un futuro sostenibile, soprattutto perché si prevede che i cambiamenti climatici aggraveranno la scarsità idrica in diverse regioni d'Europa. Il riutilizzo dell'acqua è emerso come una strategia di adattamento chiave, contribuendo ad alleviare la pressione sulle risorse di acqua dolce e a mantenere la sicurezza idrica per i bisogni umani e la salute degli ecosistemi. Come evidenziato in un recente studio pubblicato dall'Environmental and Energy Study



Institute (EESI) di Jamiya Barnett (2024), il riutilizzo dell'acqua può essere suddiviso in applicazioni potabili e non potabili. Il riutilizzo dell'acqua potabile prevede il trattamento avanzato delle acque reflue provenienti da fonti residenziali e commerciali, talvolta miscelandole con acque superficiali o sotterranee, per produrre acqua potabile sicura e affidabile. Al contrario, il riutilizzo dell'acqua non potabile – anche noto come recupero idrico – ricicla le acque reflue trattate per applicazioni che non richiedono standard di potabilità, come l'irrigazione, i processi industriali o lo scarico dei servizi igienici.

Tra le tipologie tipiche di riutilizzo dell'acqua si annoverano le seguenti:

- La raccolta dell'acqua piovana – come discusso da Wartalska et al. (2024) – è un metodo ampiamente riconosciuto e promettente, che prevede la raccolta e il riutilizzo dell'acqua piovana. Questa pratica non solo contribuisce al risparmio idrico, ma aiuta anche a prevenire il sovraccarico delle reti fognarie. L'acqua piovana raccolta può essere utilizzata per diversi scopi non potabili, come l'irrigazione del giardino, il lavaggio dell'auto e lo scarico dei servizi igienici. Con un'adeguata purificazione, può anche essere resa potabile.
- Il riutilizzo delle acque grigie – spiegato da Barnett (2024) – si riferisce al riutilizzo di acque reflue relativamente pulite provenienti da lavandini, docce e lavatrici, in genere per l'uso all'interno dello stesso edificio o proprietà. Questo metodo riduce la domanda di acqua dolce e supporta una gestione idrica sostenibile (Barnett, 2024).
- Il trattamento e il riutilizzo delle acque reflue – descritti da Barnett (2024) – possono assumere due forme principali. In un approccio, le acque reflue trattate vengono rilasciate in un bacino o serbatoio naturale, dove subiscono un'ulteriore filtrazione naturale attraverso strati di terreno e roccia prima di essere reimmesse nella rete idrica. In alternativa, il riutilizzo dell'acqua depurata prevede il trattamento delle acque reflue con tecnologie avanzate, che ne consentono la reintroduzione diretta nella rete idrica potabile senza la necessità di un serbatoio di accumulo.

La Figura 1 evidenzia le applicazioni di recupero delle acque reflue rilevanti per le aree urbane, sulla base del rapporto del Centro Comune di Ricerca (JRC) della Commissione Europea intitolato "Water Reuse in Europe" (2014).



Usi urbani

- Irrigazione di parchi pubblici, impianti sportivi, giardini privati e bordi stradali
- Pulizia delle strade; Sistemi antincendio; Lavaggio veicoli; Scarico WC
- Condizionatori d'aria; Controllo della polvere

Usi ricreativi

- Irrigazione di impianti sportivi
- Bacini idrici ricreativi con o senza accesso pubblico (ad es. pesca, navigazione, balneazione)
- Bacini idrici a scopo estetico senza accesso pubblico
- Innevamento artificiale

Usi ambientali

- Ricarica delle falde acquifere
- Zone umide
- Paludi
- Aumento del livello dei corsi d'acqua
- Habitat per la fauna selvatica
- Silvicultura

Usi potabili

- Ricarica delle falde acquifere per l'acqua potabile
- Aumento delle risorse idriche superficiali destinate al consumo umano
- Trattamento fino al raggiungimento della qualità dell'acqua potabile

Figura 1 Applicazioni di acqua riciclata rilevanti nelle città. Riproduzione propria basata su "Water Reuse in Europe" (2014).

Ghimire et al. (2014) e Stephan & Stephan (2017) propongono entrambi un approccio al ciclo di vita dell'acqua nelle aree urbane, che considera l'intero percorso dell'acqua: dalla sua fonte, attraverso la distribuzione, l'uso, il trattamento, il riutilizzo o lo smaltimento, fino al suo eventuale ritorno nell'ambiente. Questa prospettiva olistica è essenziale per garantire una gestione idrica sostenibile, efficiente e resiliente di fronte alla crescita della popolazione urbana, ai cambiamenti climatici e alla scarsità di risorse.

2.2 Principali sfide nella gestione delle acque urbane

La scarsità d'acqua è una preoccupazione globale in crescita, causata dai cambiamenti climatici, dalla crescita demografica e dall'uso insostenibile delle risorse idriche. Nelle aree urbane, la situazione è particolarmente critica, poiché l'aumento della popolazione e l'espansione delle industrie esercitano una pressione crescente sulle già limitate risorse di acqua dolce. Le città spesso dipendono da fonti distanti o sovrasfruttate, con conseguente degrado ambientale e ridotta resilienza alla siccità. Senza una gestione efficace, il divario tra domanda e offerta idrica continuerà ad ampliarsi, minacciando la salute pubblica, lo sviluppo economico e la stabilità degli ecosistemi. (Ghimire et al., 2014; Stephan & Stephan, 2017; WBCSD, 2017)

Affrontare questa sfida è in linea con l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 6 delle Nazioni Unite (Acqua pulita e servizi igienico-sanitari), che prevede di garantire la disponibilità



e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari per tutti. Il raggiungimento di questo obiettivo in contesti urbani richiede soluzioni integrate e lungimiranti, come il riutilizzo dell'acqua, il miglioramento dell'efficienza e gli investimenti in infrastrutture resilienti. (ONU, 2015)

Per quanto riguarda le limitazioni infrastrutturali nelle città, concludiamo che le aree urbane si trovano ad affrontare sfide significative a causa di infrastrutture idriche obsolete, frammentate o insufficienti. I sistemi di distribuzione obsoleti spesso causano elevate perdite d'acqua per dispersione, mentre la limitata capacità di trattamento delle acque reflue ostacola il riutilizzo sicuro e la protezione ambientale. La rapida urbanizzazione può superare lo sviluppo infrastrutturale. Il raggiungimento dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 11 (Città e comunità sostenibili) e dell'Obiettivo 6 (Acqua pulita e servizi igienico-sanitari) richiede investimenti mirati in infrastrutture moderne, resilienti e inclusive che supportino l'uso circolare dell'acqua, l'erogazione efficiente dei servizi e la sostenibilità urbana a lungo termine. (ONU, 2015)

Il rapporto "Water Reuse in Europe" (2014) individua diverse barriere chiave all'adozione su larga scala delle pratiche di riutilizzo dell'acqua. Tra queste, il limitato sostegno pubblico e governativo, nonché l'insufficiente capacità istituzionale di progettare e attuare strategie efficaci di riciclo e riutilizzo. Pertanto, nello sviluppo di strategie locali per il riutilizzo dell'acqua, è essenziale dare priorità all'educazione, alla sensibilizzazione e al coinvolgimento attivo dei cittadini. Questi elementi svolgono un ruolo fondamentale nel promuovere l'accettazione, costruire la fiducia e creare lo slancio sociale necessario per la riuscita integrazione del riutilizzo dell'acqua nei sistemi di gestione idrica urbana.

2.3 Vantaggi delle strategie di economia circolare dell'acqua per le città

Il rapporto "Water Reuse in Europe" (2014) evidenzia come il riutilizzo dell'acqua contribuisca a diversi obiettivi chiave di sostenibilità a livello europeo e globale. Sostiene gli obiettivi di un'Europa efficiente nell'uso delle risorse (COM(2011) 21), lo sviluppo di città e comunità altamente efficienti dal punto di vista delle risorse (come promosso da iniziative quali Smart Cities – <http://eu-smartcities.eu>) e si allinea con gli sforzi internazionali, come quelli guidati dalla Water Environment Research Foundation (WERF) e dalla Global Water Research Coalition (GWRC).



Come riconosciuto dalla Strategia comune di attuazione della Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE), pratiche come la raccolta dell'acqua piovana e il riutilizzo delle acque grigie consentono alle città di ridurre sostanzialmente il consumo idrico complessivo, minimizzando al contempo lo scarico di acque reflue non trattate o trattate solo superficialmente negli ecosistemi naturali. Queste misure non solo preservano le preziose risorse di acqua dolce e contribuiscono a mitigare l'inquinamento ambientale, ma alleggeriscono anche il carico sulle infrastrutture centralizzate di trattamento delle acque reflue. Le tariffe per l'acqua potabile e le fognature variano notevolmente tra paesi e comuni, ma la riduzione del consumo di acqua dolce, soprattutto negli edifici pubblici, può portare a un considerevole risparmio per le amministrazioni locali e le istituzioni pubbliche. In alcuni casi, questo può tradursi in migliaia o addirittura centinaia di migliaia di euro all'anno di risparmi sui costi di utenze ed energia. Inoltre, gli edifici che implementano sistemi di riutilizzo dell'acqua in loco possono anche ridurre la propria impronta di carbonio. Aumentando l'efficienza idrica e diversificando le fonti di approvvigionamento, il riutilizzo dell'acqua accresce anche la resilienza urbana agli stress indotti dai cambiamenti climatici, come la siccità e la crescente scarsità idrica, rafforzando il suo ruolo di misura strategica di adattamento.

2.4 Vantaggi delle strategie di economia circolare dell'acqua per i cittadini

Con la crescita della popolazione urbana, secondo le Nazioni Unite, entro il 2050 due persone su tre vivranno probabilmente in città o altri centri urbani, e con l'intensificarsi dello stress idrico dovuto ai cambiamenti climatici, le città devono adottare approcci innovativi e resilienti alla gestione delle risorse idriche. Le strategie di economia circolare dell'acqua (come illustrato nella Figura 1), quali la raccolta dell'acqua piovana, il riutilizzo delle acque grigie e il trattamento decentralizzato, rappresentano una soluzione chiave per sistemi idrici urbani sostenibili, inclusivi e adattivi. Queste strategie sono in linea con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite, in particolare con l'Obiettivo 6 (Acqua pulita e servizi igienico-sanitari), l'Obiettivo 11 (Città e comunità sostenibili) e l'Obiettivo 12 (Consumo e produzione responsabili).

Tra i principali vantaggi per i residenti urbani, possiamo individuare risultati ambientali, economici e sociali. Tra i benefici ambientali si possono citare una maggiore sicurezza idrica, la riduzione dell'inquinamento e ambienti urbani più vivibili grazie alla diffusione di opzioni di riutilizzo urbano basate sulla natura. I vantaggi economici comprendono il



risparmio sui costi, la riduzione della pressione sulle infrastrutture grazie ai sistemi decentralizzati e la creazione di posti di lavoro verdi. I risultati sociali includono una maggiore resilienza, grazie al miglioramento della preparazione alle emergenze, una migliore qualità della vita urbana poiché infrastrutture più verdi contribuiscono a quartieri più puliti, sani e attraenti, nonché alla coesione sociale, dato che i progetti collaborativi per il riutilizzo dell'acqua hanno il potenziale di promuovere la consapevolezza ambientale e la partecipazione attiva alle iniziative locali di sostenibilità (Strategia comune di attuazione della Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE)).

3 CASO STUDIO DI BOLOGNA

Nel 2017, Bologna (Italia) ha ospitato il Vertice del G7 sull'Ambiente. Durante l'evento, i sindaci delle città metropolitane italiane, tra cui Bologna, hanno firmato la Carta di Bologna per l'Ambiente. Con questa carta, le città si impegnano su una serie di questioni ambientali chiave, tra cui l'economia circolare, il miglioramento della qualità dell'acqua, il verde urbano e la tutela della biodiversità.

In linea con questo impegno, nel 2019 la città metropolitana di Bologna ha elaborato la sua Agenda per lo Sviluppo Sostenibile, individuando otto questioni chiave da affrontare nella regione. Una di queste è il cambiamento climatico, che negli ultimi decenni ha portato a un aumento significativo degli eventi estremi e all'alternanza di lunghi periodi di siccità con periodi di piogge molto intense e alluvioni. La questione dell'acqua, e in particolare la gestione sostenibile delle risorse idriche in ambito urbano, riveste quindi un ruolo centrale nelle strategie di adattamento al cambiamento climatico in un'ottica di economia circolare nella regione.

Negli ultimi anni, la città di Bologna è stata coinvolta in numerosi progetti sul tema dell'acqua e, nel 2023, è stata scelta dall'ENEA, l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, come città pilota italiana per il progetto NiCE. L'obiettivo generale dell'attività pilota "Acqua in Circolo" era quello di promuovere il riutilizzo e la conservazione dell'acqua, ispirando la comunità locale ad adottare stili di vita e consumi più sostenibili in linea con i principi dell'economia circolare.

3.1 Misure chiave attuate

Il progetto pilota ha applicato la metodologia Living Lab, ecosistemi di innovazione aperta che promuovono la collaborazione e la co-creazione tra cittadini, istituzioni, imprese, comunità accademiche e organizzazioni non governative.



L'attività si è articolata in due principali aree di intervento: l'Urban Living Lab (ULL) e lo School Living Lab (SLL). Attraverso l'ULL, cittadini e stakeholder locali sono stati coinvolti in attività pratiche e partecipative relative al tema dell'acqua e del suo utilizzo per l'agricoltura urbana. Parallelamente, lo SLL si è rivolto alle scuole del territorio, offrendo percorsi didattici e workshop che hanno sensibilizzato i giovani sull'importanza del risparmio idrico e delle buone pratiche dell'economia circolare.

Per quanto riguarda l'ULL, nell'autunno del 2024 l'ENEA ha organizzato tre incontri tra cittadini ed esperti di economia circolare e gestione circolare dell'acqua. L'obiettivo del primo incontro era discutere il tema dell'economia circolare applicata al contesto urbano, con particolare attenzione all'agricoltura urbana e all'uso dell'acqua. Durante il secondo incontro, cittadini ed esperti hanno individuato congiuntamente tre soluzioni per un utilizzo più circolare ed efficiente dell'acqua nell'agricoltura urbana (una cisterna per la raccolta dell'acqua piovana con fitodepurazione, un wicking bed, ovvero un'aiuola rialzata con una cisterna di raccolta dell'acqua sotto il terreno, e una torre di coltivazione idroponica). Nell'incontro finale, le tre soluzioni sono state realizzate e consegnate a tre gruppi di cittadini (i residenti di un complesso di cohousing, un'associazione di coltivatori degli orti comunali e un gruppo di ricercatori e studenti dell'Università di Bologna). Nei mesi successivi, i tre gruppi di cittadini hanno testato le soluzioni, monitorato il consumo idrico e valutato il risparmio idrico, anche con l'aiuto di esperti. Nel giugno 2025, l'intera esperienza è stata condivisa in un evento pubblico che ha segnato la conclusione formale delle attività pilota del progetto NiCE in Italia. Tuttavia, gli impianti rimangono a disposizione della comunità locale e dei suoi cittadini, e il loro utilizzo continuativo è già previsto, ad esempio a scopo didattico negli orti comunali e per la ricerca universitaria.



Figura 2 Il wicking bed installato nell'orto comunale di Via Saragozza. Fonte: ENEA

Nell'ambito dello SLL, ENEA ha organizzato quattro lezioni in diverse scuole elementari e medie di Bologna tra febbraio e marzo 2025. Le lezioni, basate su approcci didattici attivi e sull'utilizzo di semplici strumenti di laboratorio, miravano a introdurre gli studenti al ciclo dell'acqua e ai principi del risparmio idrico domestico. ENEA ha inoltre condiviso con gli studenti il suo "Decalogo" per il risparmio idrico (successivamente ampliato a venti consigli), stimolando giochi, discussioni e attività creative. In alcune classi, gli studenti delle scuole medie hanno monitorato il consumo idrico delle proprie famiglie, mentre altri hanno creato fumetti a tema, dimostrando un coinvolgimento vivace e attento.

3.2 Risultati e insegnamenti appresi per la replicabilità in altre città

Diversi fattori hanno contribuito al successo del progetto pilota "Acqua in circolo" a Bologna e al superamento degli ostacoli incontrati durante la sua realizzazione.

Di vitale importanza è stata la promozione del progetto pilota e delle sue attività attraverso un'intensa attività di comunicazione su diversi canali (e-mail, volantini e comunicazioni personali sugli eventi tra i residenti dei quartieri della città) per coinvolgere residenti, insegnanti e studenti. Il supporto e il confronto costante con un comitato di stakeholder, composto da istituzioni, associazioni e gruppi di cittadini bolognesi, hanno permesso di ottimizzare le attività e di diffonderle a un pubblico ampio e diversificato. Oltre alla comunicazione con i singoli, la collaborazione con gruppi di cittadini, come i membri dell'associazione degli orti comunali, ha consentito il coinvolgimento di numerose persone nelle associazioni, contribuendo indubbiamente al successo delle iniziative. Infine, la presenza di collaboratori tecnici esterni, come la



start-up Aquaponic Design, specializzata in coltivazioni fuori suolo e a basso consumo idrico, ha fornito ai ricercatori dell'ENEA un supporto indispensabile, in particolare per le attività più pratiche e impegnative in termini di tempo svolte con i cittadini (ad esempio, la realizzazione delle tre soluzioni e il monitoraggio delle attività nell'ULL).

D'altro canto, alcuni aspetti non hanno funzionato a dovere e i ricercatori hanno dovuto affrontare e superare alcune difficoltà. Ad esempio, la cisterna per la raccolta dell'acqua piovana, originariamente situata nel cortile del co-housing, ha dovuto essere spostata durante il progetto pilota a causa della necessità di lavori di ristrutturazione imprevisti all'edificio adiacente. Questo ha rappresentato certamente un ostacolo impegnativo, da superare in tempi molto brevi, ma grazie alla rete di contatti creata durante il progetto pilota, trovare una nuova sede temporanea ha offerto l'opportunità di conoscere e incontrare altre associazioni operanti nel campo della circolarità, superando così la difficoltà iniziale. In generale, il posizionamento degli impianti in aree esterne alle sedi ENEA, o non direttamente sotto il suo controllo, ha comportato delle difficoltà in termini di autorizzazioni e permessi necessari, allungando i tempi di implementazione. Questo aspetto deve essere attentamente considerato da chiunque desideri replicare l'esperienza di "Acqua in Circolo". Bisognerebbe inoltre affrontare, se possibile, alcune problematiche legate alla variabilità stagionale dell'agricoltura urbana. Infatti, affinché un progetto pilota come "Acqua in Circolo" abbia successo, sarebbe vantaggioso poter usufruire di tutte e quattro le stagioni, e non solo per un periodo limitato. La tempistica del progetto NiCE non si è perfettamente adattata a questo requisito, ma potrebbe essere presa in considerazione per possibili esperimenti futuri.

Tutto sommato, il progetto pilota NiCE di Bologna ha ottenuto risultati interessanti in termini di partecipazione, sia tra i residenti per l'ULL che tra gli studenti per lo SLL. In particolare nelle scuole, gli studenti hanno mostrato grande interesse per il tema del risparmio e del riciclo dell'acqua, anche grazie all'accurato lavoro preparatorio svolto da insegnanti ed educatori, insieme ai ricercatori dell'ENEA. Il progetto pilota di Bologna è certamente replicabile per una serie di motivi. In primo luogo, il problema della scarsità idrica è comune a molte città e nazioni, suscitando interesse tra cittadini e stakeholder. Inoltre, le soluzioni implementate nel progetto pilota di Bologna sono scalabili, poiché i sistemi possono essere installati in spazi grandi o piccoli, interni o esterni, e le attività possono coinvolgere adulti, giovani e bambini. Possono anche essere realizzate con soluzioni fai-da-te e utilizzando materiali di recupero, rendendole più sostenibili, anche economicamente, e accessibili a tutti.



Considerando tutti questi aspetti, chi intende replicare il progetto pilota di Bologna dovrebbe essere proattivo nel contattare le persone e attento nella scelta dei luoghi di installazione, verificando le normative, le restrizioni e i requisiti autorizzativi pertinenti. Inoltre, dovrebbe fornire un adeguato supporto tecnico e organizzare le attività, se basate sulla coltivazione urbana, durante tutte e quattro le stagioni dell'anno, per una realizzazione ottimale del progetto pilota.

4 LINEE GUIDA PRATICHE PER LE AUTORITÀ LOCALI E I PIANIFICATORI URBANI

Questo capitolo si basa sul progetto pilota di BME a Budapest, in cui una sessione dell'University Living Lab è stata dedicata alla gestione delle risorse idriche.

4.1 Passi per integrare risparmio e riutilizzo idrico nella pianificazione urbana

4.1.1. Valutazione del fabbisogno e delle risorse idriche locali

Il primo passo per integrare il risparmio e il riutilizzo dell'acqua nella pianificazione urbana consiste in una valutazione approfondita della domanda idrica locale, delle infrastrutture di distribuzione e delle risorse disponibili per l'approvvigionamento idrico. Questa analisi preliminare garantisce che le strategie siano adattate al consumo idrico e alle specifiche condizioni idrologiche, climatiche, sociali e infrastrutturali del territorio. I passaggi chiave includono:

- **Mappatura della domanda idrica e dei modelli di consumo:** si tratta di un'analisi del consumo attuale nei settori residenziale, pubblico, commerciale e industriale. Il primo passo consiste nell'individuare i periodi di picco della domanda, i principali utilizzatori e le eventuali inefficienze. È fondamentale conoscere l'attuale utilizzo dell'acqua in diversi ambiti, come abitazioni, istituzioni pubbliche, imprese e fabbriche. L'obiettivo è scoprire: quanta acqua viene utilizzata; quando viene utilizzata maggiormente (periodi di picco); chi sono i maggiori utilizzatori; e se vi sono aree in cui l'acqua viene sprecata o utilizzata in modo inefficiente.
- **Valutazione delle infrastrutture idriche esistenti:** Per infrastrutture si intendono i sistemi e gli impianti fisici utilizzati per l'estrazione, il trattamento, lo stoccaggio, la distribuzione, il riutilizzo e lo scarico dell'acqua. Comprendono sia i sistemi di acqua potabile che quelli di acque reflue, nonché le infrastrutture per la gestione delle acque piovane e, talvolta, quelle per il controllo delle inondazioni. È



necessario valutare le condizioni e la capacità dei sistemi di approvvigionamento idrico, di trattamento delle acque reflue e di gestione delle acque piovane. Ad esempio, è opportuno esaminare serbatoi e dighe, impianti di trattamento dell'acqua potabile e delle acque reflue, sistemi di distribuzione (tubazioni, pompe, valvole, regolatori di pressione), reti fognarie, sistemi di drenaggio delle acque piovane, torri e serbatoi idrici, sistemi di raccolta dell'acqua piovana (cisterne, barili, serbatoi). L'obiettivo della valutazione è stabilire: in che condizioni si trovano; con quale efficienza operano; e se possono supportare futuri sforzi di risparmio e riutilizzo dell'acqua, o se sono necessari interventi di ammodernamento.

- **Quantificazione delle fonti idriche locali:** Dopo aver analizzato la domanda e l'infrastruttura di distribuzione, è fondamentale comprendere la provenienza dell'acqua. Ciò implica l'identificazione e la misurazione di tutte le fonti disponibili, comprese quelle tradizionali come fiumi, laghi (acque superficiali), falde acquifere sotterranee (acque di falda) e fonti alternative come l'acqua piovana, le acque grigie (acqua di recupero proveniente da lavandini, docce, ecc.) e le acque reflue trattate. L'obiettivo è valutare la quantità d'acqua che ciascuna fonte può fornire e la sua affidabilità.
- **Previsione del fabbisogno idrico futuro:** si tratta di stimare la quantità di acqua necessaria in futuro. A tal fine, è necessario considerare la crescita demografica, le tendenze economiche e i modelli di consumo. Diversi scenari di sviluppo (come la costruzione di nuove abitazioni o l'espansione dell'agricoltura/industria) vengono utilizzati per prevedere la domanda idrica futura, in modo che la pianificazione a lungo termine possa essere più accurata e sostenibile.
- **Individuazione di punti deboli e vulnerabilità:** l'ultimo passaggio esamina i rischi e i problemi che potrebbero interessare il sistema idrico. Comprende: gli impatti dei cambiamenti climatici, come siccità, inondazioni o eventi meteorologici estremi più frequenti; problemi fisici come condutture vecchie, con perdite o mal tenute; lacune o debolezze nelle politiche, nei regolamenti e nella gestione della distribuzione idrica. Comprendere queste vulnerabilità aiuta a creare un sistema idrico più resiliente e adattabile per il futuro.

4.1.2. Sviluppare una strategia completa per il risparmio e il riutilizzo dell'acqua



- **Integrazione di tecnologie avanzate:** questa fase dovrebbe facilitare l'implementazione di tecnologie scalabili e collaudate che migliorino l'efficienza e il riutilizzo del sistema. Queste potrebbero includere sistemi idraulici doppi, unità decentralizzate di trattamento delle acque reflue, contatori intelligenti e sistemi di rilevamento delle perdite, nonché sistemi integrati di raccolta dell'acqua piovana. Anche la modernizzazione del sistema di approvvigionamento idrico, l'incentivazione dell'innovazione attraverso progetti pilota e il sostegno alla ricerca e allo sviluppo possono rientrare in questa sezione.
- **Coinvolgimento del pubblico, educazione e cambiamento comportamentale:** la tecnologia da sola non basta. Senza utenti informati e consapevoli, la situazione potrebbe addirittura peggiorare con l'utilizzo di tecnologie avanzate (si veda ad esempio l'effetto rimbalzo in letteratura). Affinché il sistema funzioni in modo efficiente, intelligente e ambientalmente sostenibile, è necessario supportarlo attraverso l'educazione del pubblico, il coinvolgimento attivo dei consumatori e un senso di responsabilità condiviso. Pertanto, campagne di sensibilizzazione continue, programmi educativi e processi di pianificazione partecipativa sono essenziali per costruire un ampio consenso nella comunità. I comportamenti volti al risparmio idrico possono essere incoraggiati attraverso informazioni accessibili, strumenti di feedback interattivi e iniziative a livello comunitario. Le partnership con scuole, ONG e organizzazioni locali possono ulteriormente ampliare la portata e l'impatto di questi sforzi.
- **Strumenti finanziari ed economici:** gli strumenti finanziari ed economici sono strumenti consolidati per influenzare il comportamento dei consumatori. Modificando i prezzi, i consumatori possono essere guidati nella giusta direzione senza bisogno di lunghe spiegazioni o programmi educativi. Pertanto, è fondamentale individuare e mobilitare diverse fonti di finanziamento a supporto dell'attuazione della strategia. I meccanismi possono includere sussidi o tasse governative, obbligazioni verdi, tariffe per l'utilizzo dell'acqua, sovvenzioni per lo sviluppo e partenariati pubblico-privati. È inoltre opportuno introdurre incentivi per le famiglie, gli sviluppatori e le industrie affinché investano in tecnologie e pratiche per il risparmio idrico. Garantire che i modelli finanziari siano equi, trasparenti e sostenibili nel lungo periodo.



4.2 Raccomandazioni politiche e quadri normativi

4.2.1 Tipologie di politiche a sostegno della gestione circolare dell'acqua

Le politiche normative stabiliscono il fondamento giuridico per l'attuazione delle pratiche di economia circolare dell'acqua, definendo standard, obblighi e meccanismi di conformità.

- **Standard di qualità e riutilizzo dell'acqua:** definiscono i livelli di qualità accettabili per le acque reflue trattate e le acque grigie utilizzate per l'irrigazione, i processi industriali o anche per usi interni non potabili (ad esempio, lo scarico dei servizi igienici).
- **Obblighi e requisiti minimi per il riutilizzo:** i nuovi edifici o complessi edilizi devono includere sistemi per la raccolta dell'acqua piovana o il riutilizzo delle acque grigie.
- **Controllo dell'inquinamento e limiti di scarico:** le normative che limitano l'immissione di contaminanti nei corpi idrici promuovono la protezione delle risorse e rendono più fattibile il riutilizzo dell'acqua.
- **Normative edilizie e idrauliche:** le normative locali o nazionali possono richiedere sistemi idraulici doppi o apparecchi che consentano il riciclo dell'acqua e la riduzione del consumo.
- **Sistemi di autorizzazione ambientale:** necessari per il funzionamento delle infrastrutture di riutilizzo e riciclo dell'acqua.

Le politiche economiche e finanziarie mirano a spostare l'equilibrio economico a favore dell'efficienza idrica, del riutilizzo e dell'innovazione attraverso l'uso di prezzi e incentivi.

- **Riforme tariffarie dell'acqua:** la definizione/l'adeguamento delle tariffe in modo che riflettano il reale costo economico, ambientale e sociale dell'acqua promuove la conservazione e l'uso efficiente.
- **Sussidi e incentivi:** il sostegno finanziario (ad esempio, aiuti diretti o agevolazioni fiscali) per l'installazione di tecnologie per il risparmio idrico, come i sistemi di trattamento delle acque grigie o l'irrigazione intelligente, ne rende l'adozione più attraente.
- **Principio "chi inquina paga" e "chi usa paga":** disincentivare l'uso eccessivo o la contaminazione delle risorse idriche attraverso tariffe, sanzioni o prezzi basati sul consumo.



- **Obbligazioni verdi e programmi di investimento pubblico:** meccanismi di finanziamento che consentono progetti infrastrutturali su larga scala per il riutilizzo e il riciclo dell'acqua.
- **Agevolazioni fiscali o ammortamenti:** possono incoraggiare gli investimenti del settore privato nelle tecnologie per l'economia circolare dell'acqua, riducendo il costo totale del capitale.

Le politiche di pianificazione e di utilizzo del territorio integrano le strategie di economia circolare dell'acqua nella pianificazione spaziale, fisica e strategica dello sviluppo urbano e regionale.

- **Gestione integrata delle risorse idriche:** un approccio coordinato alla gestione di acqua, territorio e risorse correlate per risultati equi e sostenibili.
- **Regolamenti urbanistici e di sviluppo:** richiedono o promuovono l'utilizzo di soluzioni di progettazione urbana sensibili all'acqua, come pavimentazioni permeabili o tetti verdi che migliorano l'infiltrazione e il riutilizzo dell'acqua. Nel caso della zonizzazione, ad esempio, alcune attività ad alta intensità idrica possono essere limitate in una zona specifica o incentivate in zone in cui l'acqua è una risorsa più abbondante.
- **Progettazione urbana sensibile all'acqua e pianificazione della "città spugna":** questi approcci gestiscono l'acqua in modo sostenibile a livello di progettazione urbana, catturando e riutilizzando l'acqua piovana e riducendo al contempo il deflusso superficiale e il rischio di alluvioni, trasformando la città in una "spugna" attraverso soluzioni basate sulla natura.
- **Pianificazione dell'adattamento e della resilienza climatica:** includono strategie di riutilizzo dell'acqua per aumentare la robustezza dell'approvvigionamento idrico in condizioni di stress climatico.

Le politiche tecniche e operative stabiliscono standard di prestazione, linee guida e procedure per garantire che i sistemi idrici circolari siano sicuri, efficienti e interoperabili.

- **Norme di progettazione e ingegneria:** regolano la costruzione e la gestione dei sistemi di riutilizzo delle acque grigie, di raccolta dell'acqua piovana o di trattamento decentralizzato.
- **Sistemi di approvazione e certificazione tecnologica:** garantiscono che i sistemi di riutilizzo dell'acqua soddisfino gli standard di sicurezza, salute e ambientali prima della loro adozione.



- **Sistemi di monitoraggio e controllo:** richiedono test periodici, reportistica e trasparenza sulla qualità dell'acqua trattata e sulle prestazioni del sistema.
- **Politiche idriche digitali:** supportano l'utilizzo di contatori intelligenti, sensori e piattaforme dati basate su Internet per ottimizzare i flussi idrici circolari e individuare perdite o inefficienze.

Le politiche istituzionali e di governance definiscono le strutture, le responsabilità, il sostegno finanziario e i meccanismi di coordinamento necessari per il successo delle iniziative di economia circolare dell'acqua.

- **Chiarezza dei ruoli:** chiarisce quali istituzioni sono responsabili della pianificazione, del finanziamento, della regolamentazione e della gestione dei sistemi di economia circolare dell'acqua.
- **Governance decentralizzata:** basandosi sul principio di sussidiarietà, questo livello di governance consente agli enti locali, alle comunità e alle aziende di servizi idrici di adottare pratiche di riutilizzo dell'acqua specifiche per il contesto e adatte alle condizioni locali.
- **Coordinamento multilivello:** facilita la collaborazione tra autorità nazionali, regionali e locali, nonché l'allineamento intersettoriale (ad esempio, con i settori dell'energia, dell'agricoltura e dell'edilizia abitativa).
- **Partenariati pubblico-privato (PPP):** facilitano gli investimenti e l'innovazione consentendo agli attori privati di collaborare a progetti infrastrutturali o all'erogazione di servizi.

Le politiche educative e comportamentali promuovono la consapevolezza, l'accettazione e il cambiamento dei comportamenti da parte del pubblico, elementi essenziali per l'efficacia e l'accettazione sociale dei sistemi di economia circolare dell'acqua.

- **Campagne di sensibilizzazione:** informano il pubblico sui benefici e la sicurezza del riutilizzo, della conservazione e del consumo responsabile dell'acqua.
- **Alfabetizzazione idrica nelle scuole e nelle comunità:** promuovere una comprensione a lungo termine dei cicli dell'acqua, della sostenibilità e della responsabilità degli utenti.
- **Incentivi comportamentali e "nudge" (spinte gentili):** incoraggiare le famiglie o le imprese a ridurre il consumo di acqua attraverso strumenti come il feedback sui consumi in tempo reale, concorsi per il risparmio idrico o programmi fedeltà.



- **Governance partecipativa e coinvolgimento dei cittadini:** coinvolgere gli utenti nel monitoraggio, nella pianificazione e nel processo decisionale, costruendo fiducia e un senso di condivisione delle iniziative idriche.

4.2.2 Esempi di regolamenti di città con programmi di gestione delle acque di successo

- a) **Singapore – Il programma NEWater:** Singapore ha a lungo dovuto affrontare significative sfide legate alla scarsità d'acqua. Non avendo abbondanti risorse naturali di acqua dolce, il paese ha storicamente fatto molto affidamento sulle importazioni d'acqua (soprattutto dalla Malesia) per soddisfare la crescente domanda. L'obiettivo è raggiungere la piena autosufficienza entro il 2061, data di scadenza dell'ultimo accordo idrico con la Malesia. Per realizzare questo obiettivo, il paese ha ideato una strategia chiamata "I Quattro Rubinetti Nazionali". I suoi elementi sono: acqua piovana raccolta localmente, acqua importata, acqua di mare desalinizzata e acqua di recupero riciclata (nota anche come NEWater). L'iniziativa NEWater è la componente più nota di questa strategia. Prevede il trattamento dell'acqua di recupero attraverso un rigoroso processo di purificazione in tre fasi: microfiltrazione, osmosi inversa e disinfezione a raggi ultravioletti. Il risultato è acqua di recupero ultra-pulita e di alta qualità che supera gli standard per l'acqua potabile stabiliti da importanti organizzazioni professionali (OMS, EPA statunitense). Attualmente, Singapore gestisce cinque impianti NEWater che insieme soddisfano circa il 40% del fabbisogno idrico totale del paese. Entro il 2060, si prevede che questa percentuale aumenterà al 55%, riducendo significativamente la dipendenza da fonti esterne. È importante sottolineare che il successo di NEWater non è solo tecnico. Le campagne di comunicazione pubblica sono state fondamentali per plasmare la percezione del consumo di acqua riciclata. Quando il programma è stato avviato nel 2002, i sondaggi pubblici hanno mostrato un tasso di accettazione del 98%, con molti cittadini che si sono dichiarati disposti a bere direttamente NEWater. Il governo ha evitato termini come "acque reflue riciclate" e ha invece promosso NEWater come un risultato nazionale. Singapore ha inoltre investito in una vasta rete di 17 serbatoi, raccoglie l'acqua piovana su oltre due terzi del suo territorio e mantiene una delle tariffe idriche non fatturabili più basse al mondo. Inoltre, la tariffazione dell'acqua e l'educazione al risparmio idrico sono elementi chiave del sistema complessivo di gestione della domanda.



- b) **California – Distretto idrico della contea di Orange:** la contea di Orange ha a lungo lottato contro la carenza idrica. Per risolvere questo problema, due enti locali si sono uniti per costruire il Groundwater Replenishment System (GWRS), il più grande impianto di riciclo avanzato dell'acqua potabile al mondo. Avviato nel 2008, il GWRS ha iniziato producendo 70 milioni di galloni di acqua purificata al giorno. Dopo gli ampliamenti del 2015 e del 2023, ora ne fornisce fino a 130 milioni di galloni al giorno, sufficienti per quasi un milione di persone. Il processo è altamente tecnologico: le acque reflue vengono sottoposte a microfiltrazione, osmosi inversa e luce UV con perossido di idrogeno, rimuovendo tutto, da sporco e batteri a farmaci. Il risultato è acqua ultrapura che supera gli standard di potabilità. Invece di essere inviata direttamente ai rubinetti, l'acqua viene utilizzata per riempire le falde acquifere sotterranee e impedire che l'acqua di mare contaminii i pozzi. Ciò riduce la necessità di importare acqua da fonti lontane come il fiume Colorado. Il sistema è anche efficiente dal punto di vista energetico ed economicamente vantaggioso a lungo termine. L'educazione del pubblico ha contribuito a ottenere sostegno e il progetto ha ricevuto riconoscimenti a livello globale, incluso un Guinness World Record per la maggiore quantità di acque reflue riciclate e trasformate in acqua potabile in 24 ore.
- c) **Cina – Il concetto di "città spugna":** con la rapida crescita delle città cinesi, sono aumentati anche i problemi idrici: più alluvioni, meno falde acquifere e una gestione inadeguata delle acque piovane. Nel 2015, il governo ha lanciato l'iniziativa "Città spugna", con l'obiettivo di trasformare le città in sistemi idrici intelligenti in grado di assorbire, riutilizzare e depurare l'acqua piovana anziché limitarsi a scaricarla. L'idea è semplice: utilizzare soluzioni basate sulla natura come pavimentazioni permeabili, giardini pluviali, tetti verdi, zone umide e laghi urbani per assorbire l'acqua piovana, ridurre le alluvioni, ricaricare le falde acquifere e rendere le città più verdi e vivibili. A differenza delle tradizionali infrastrutture in cemento, le città spugna rallentano l'acqua, la immagazzinano e la lasciano filtrare naturalmente. Il progetto è iniziato con 16 città pilota e, entro il 2020, si era esteso a oltre 30, tra cui grandi nomi come Shanghai, Shenzhen, Wuhan e Chongqing. L'obiettivo nazionale: riutilizzare o assorbire il 70% dell'acqua piovana e riqualificare le aree urbane per raggiungere gli standard di "città spugna". Wuhan è diventata una città spugna modello. Oltre 20 km² sono stati riqualificati con interventi ecocompatibili, con risultati concreti: il deflusso delle acque piovane si è ridotto del 70%, le inondazioni



del 60% e la città ha risparmiato circa 150 milioni di dollari all'anno in danni da alluvione. Anche la nuova città di Lingang a Shanghai ha sostituito il cemento con erba, pavimentazioni assorbenti e zone umide intorno al lago Dishui. Ciò ha portato a un migliore drenaggio, meno allagamenti, maggiore biodiversità e spazi pubblici più gradevoli.

- d) **Arabia Saudita – Desalinizzazione dell'acqua di mare a energia solare:** L'Arabia Saudita si trova in gran parte in un territorio desertico e possiede risorse naturali di acqua dolce estremamente limitate. Per soddisfare il fabbisogno idrico, il paese fa molto affidamento sulla desalinizzazione dell'acqua di mare, che attualmente fornisce circa il 60-75% dell'acqua potabile urbana. Tuttavia, le tecnologie di desalinizzazione convenzionali, in particolare i metodi termici come la distillazione flash multistadio e la distillazione a effetti multipli, sono estremamente energivore e contribuiscono in modo significativo alle emissioni di carbonio e all'impatto ambientale nella regione del Golfo. Per ridurre costi ed emissioni, l'Arabia Saudita ha iniziato a implementare impianti di desalinizzazione a energia solare, in linea con gli obiettivi della sua Visione nazionale 2030. Un progetto di punta è l'impianto di desalinizzazione di Al Khafji, inaugurato nel 2018. Alimentato in parte da energia solare fotovoltaica, produce fino a 90.000 m³ al giorno di acqua potabile e ha già trattato oltre 7 milioni di metri cubi. L'impianto utilizza l'energia solare per ridurre i costi medi del 40% e le emissioni di gas serra di circa 14.000 tonnellate, oltre a risparmiare circa 1,1 milioni di barili di petrolio greggio. Un'altra importante iniziativa è l'impianto Jubail 3A "Jazlah", entrato in funzione nel 2023. Integra 45,5 MW di energia solare fotovoltaica, che fornisce circa il 20% del fabbisogno energetico per la desalinizzazione a osmosi inversa. Questo impianto produce 600.000 m³/giorno, servendo circa 3 milioni di persone. Riduce le emissioni di circa 60.000 tonnellate all'anno e dimostra un'efficienza di livello mondiale. I funzionari sauditi segnalano una riduzione del 50% dei costi di desalinizzazione e un miglioramento dell'80% dell'efficienza energetica negli ultimi anni.
- e) **Australia – Incentivi per la raccolta dell'acqua piovana nelle abitazioni:** In Australia, i governi a livello federale e statale hanno promosso attivamente l'installazione di serbatoi per la raccolta dell'acqua piovana nelle abitazioni per mitigare gli effetti della siccità ricorrente e ridurre la dipendenza dalle reti idriche centralizzate. Dal 2009 al 2011, la National Rainwater and Greywater Initiative ha offerto incentivi (fino a 1.500 dollari australiani per famiglia) per i sistemi di raccolta dell'acqua piovana



destinati a usi non potabili, come lo scarico del WC e l'irrigazione. Sono stati installati oltre 14.600 sistemi e circa il 32% delle famiglie aventi diritto nelle capitali ha adottato serbatoi per la raccolta dell'acqua piovana durante quel periodo. Sebbene gli incentivi federali siano terminati nel 2011, diversi governi statali hanno mantenuto programmi di sovvenzione e regolamenti. Nello stato di Victoria, l'installazione di un serbatoio collegato al WC ha permesso alle abitazioni di ottenere stelle aggiuntive nella classificazione energetica; Australia Meridionale, Nuovo Galles del Sud, Queensland e Tasmania hanno offerto diversi livelli di incentivazione. Questi programmi hanno portato a un aumento dei tassi di adozione dei serbatoi nelle aree urbane. La raccolta dell'acqua piovana aiuta le famiglie a ridurre significativamente il consumo di acqua di rete e a diminuire il deflusso delle acque meteoriche, contribuendo alla mitigazione delle inondazioni urbane e alla manutenzione delle infrastrutture.

- f) Berlino, Germania – Tetti verdi e giardini pluviali: Berlino è leader in Europa nell'implementazione di tetti verdi e nella progettazione urbana sensibile alle acque meteoriche. Con oltre 5,4 km² di tetti verdi che coprono il 3-5% di tutti gli edifici, queste installazioni assorbono l'acqua piovana, riducono il carico sulle fognature, rinfrescano i microclimi urbani e favoriscono la biodiversità. Ad esempio, la riqualificazione di Potsdamer Platz presenta ampi tetti verdi, cisterne sotterranee, bacini di bioritenzione e sistemi di riutilizzo, che gestiscono circa 23.000 m³/anno di acqua piovana e abbassano le temperature estive fino a 2 °C. L'acqua raccolta viene riutilizzata per l'irrigazione e lo scarico dei servizi igienici. Inoltre, gli incentivi finanziari di Berlino, come il GründachPLUS (precedentemente "1.000 tetti verdi"), sovvenzionano l'inverdimento degli edifici esistenti per alleviare i costi relativi alla gestione delle acque piovane. Le tariffe per l'acqua piovana sono calcolate in base alla superficie impermeabile e i tetti verdi possono dimezzare tale superficie, riducendo i costi per i proprietari che li installano.
- g) Isole Canarie, Spagna – Tecnologie di desalinizzazione a membrana: Le Isole Canarie, con risorse idriche limitate e un'elevata domanda turistica, dipendono fortemente dalla desalinizzazione, con oltre 300 impianti che producono 700.000 m³/giorno di acqua, di cui quasi il 95% utilizzando la tecnologia a membrana. Dal 2011 circa, le membrane LG NanoH₂O (caratterizzate da design nanocompositi a film sottile) alimentano circa il 45% della capacità di desalinizzazione. Queste membrane avanzate offrono risparmio energetico, migliore rigetto del boro e



permeato di alta qualità, supportando un approvvigionamento idrico sostenibile sia per i residenti che per i turisti. El Hierro (la più piccola delle principali Isole Canarie) è stata anche pioniera nell'utilizzo di energie rinnovabili (eolica e idroelettrica con pompaggio) per alimentare i suoi impianti di desalinizzazione, rendendola quasi autosufficiente dal punto di vista energetico e soddisfacendo al contempo il fabbisogno di acqua dolce della sua popolazione.

- h) Israele – Sistemi di irrigazione a goccia Netafim e di precisione: Con il suo clima arido e le risorse idriche limitate, Israele ha dovuto trovare un modo migliore e più intelligente per coltivare. L'irrigazione tradizionale a scorrimento era semplicemente troppo dispendiosa. La svolta arrivò nel 1965, quando l'ingegnere Simcha Blass e il kibbutz Hatzerim fondarono Netafim, introducendo l'irrigazione a goccia, un sistema che fornisce acqua direttamente alle radici delle piante, riducendo l'evaporazione e gli sprechi. Questo metodo ha avuto un enorme impatto sull'agricoltura in tutto il mondo. L'irrigazione a goccia può ridurre il consumo di acqua di circa il 50% e aumentare comunque le rese dei raccolti. Nella coltivazione del riso, può addirittura far risparmiare fino al 70% di acqua, ridurre le emissioni di metano quasi a zero e ottenere rese pari o superiori a quelle tradizionali. I vantaggi vanno oltre l'acqua: la coltivazione del mais con l'irrigazione a goccia, ad esempio, può portare a minori emissioni di carbonio, minore utilizzo di fertilizzanti e rese più elevate. Grazie a innovazioni come quella di Netafim, Israele ora riutilizza circa l'80% delle sue acque reflue trattate, principalmente per l'agricoltura. Circa il 75% dell'agricoltura israeliana utilizza l'irrigazione a goccia (la percentuale globale è intorno al 5%). Oggi Netafim trasferisce la sua tecnologia e opera in oltre 110 paesi, irrigando più di 10 milioni di ettari, ed è diventata leader mondiale nell'agricoltura sostenibile. Nel 2013, Netafim ha vinto lo Stockholm Industry Water Award per il suo significativo impatto sulla gestione globale delle risorse idriche.

4.3 Coinvolgimento della comunità e sensibilizzazione del pubblico

L'implementazione efficace di un sistema circolare di gestione delle risorse idriche nelle città si basa non solo su soluzioni tecniche, ma anche sul sostegno pubblico e sul cambiamento dei comportamenti. Poiché le città sono aree densamente popolate, con molti residenti e un'ampia infrastruttura, esse hanno una grande responsabilità, ma anche molte opportunità per un cambiamento radicale. Coinvolgere le comunità e sensibilizzare l'opinione pubblica contribuisce a creare una comprensione condivisa delle sfide idriche, a promuovere un impegno a lungo termine e a incoraggiare



L'adozione di pratiche di utilizzo efficiente dell'acqua. Questa sezione esplora modalità pratiche per coinvolgere il pubblico attraverso l'educazione, le partnership e le strategie di costruzione della fiducia.

4.3.1 Organizzazione di seminari pubblici e campagne educative

In molti paesi, il prezzo dell'acqua (soprattutto quella potabile per uso pubblico) non riflette il suo valore reale. Nonostante (e in un certo senso proprio perché) sia un bene di prima necessità, è generalmente (e artificialmente) molto economica, il che non incoraggia un uso parsimonioso. È quindi fondamentale sensibilizzare le persone sul fatto che la depurazione e la fornitura dell'acqua esercitano una forte pressione ambientale e possono causare problemi di approvvigionamento in molte regioni a causa dei cambiamenti climatici. È essenziale promuovere iniziative educative per aiutare i cittadini a comprendere la circolazione naturale dell'acqua, i suoi aspetti di sostenibilità, l'importanza della conservazione, del riutilizzo e il suo ruolo nell'economia circolare. Workshop e campagne di sensibilizzazione pubblica possono contribuire a questo scopo:

- **Fornire conoscenze utili e pratiche su argomenti quali tecniche di risparmio idrico, tecnologie come il riutilizzo delle acque grigie domestiche e la raccolta dell'acqua piovana urbana;**
- **Presentare casi di successo provenienti da altri paesi, comunità o progetti pilota locali;**
- **Affrontare i luoghi comuni o le resistenze verso i nuovi sistemi;**
- **Utilizzare formati facilmente comprensibili e coinvolgenti, come mostre, sessioni interattive, programmi scolastici o installazioni artistiche pubbliche.**

Queste iniziative dovrebbero essere inclusive, utilizzando un linguaggio semplice, strumenti visivi e risorse multilingue per garantire l'accessibilità a diverse fasce d'età e livelli di istruzione.

4.3.2 Collaborazione con organizzazioni e parti interessate locali

La collaborazione con gli attori già presenti nella comunità può moltiplicare l'impatto delle iniziative di sensibilizzazione e coinvolgimento. Queste collaborazioni potrebbero includere:

- **Scuole e università: integrare le tematiche idriche nei programmi di studio, sostenere le iniziative studentesche e organizzare visite sul campo;**



- **ONG ambientaliste e gruppi civici:** co-organizzare eventi, distribuire materiale informativo e mobilitare volontari;
- **Organizzazioni religiose, culturali o di quartiere:** sfruttare la propria posizione di fiducia per raggiungere le comunità e promuovere la gestione responsabile delle risorse idriche;
- **Partner del settore privato:** incoraggiare pratiche di risparmio idrico nelle imprese locali o sviluppare congiuntamente programmi per la comunità..

4.3.3 Strategie per costruire fiducia e incoraggiare la partecipazione dei cittadini

Conquistare e mantenere la fiducia del pubblico è fondamentale, soprattutto quando vengono introdotte nuove pratiche e metodologie. Quando i cittadini si sentono coinvolti, rispettati e informati, sono più propensi a sostenere, promuovere e difendere qualsiasi tipo di iniziativa, comprese quelle relative all'economia circolare dell'acqua. Una comunicazione chiara e trasparente è un punto di partenza essenziale. I cittadini devono comprendere il motivo per cui un progetto viene implementato, come funziona e quali benefici ci si aspetta che apporti. Ciò include anche la discussione aperta di possibili rischi o preoccupazioni e la spiegazione di come vengono gestiti. Quando le informazioni vengono condivise onestamente e in un linguaggio semplice, si riduce l'incertezza e si rafforza la fiducia.

Il coinvolgimento attivo nella pianificazione rafforza ulteriormente la fiducia. Invitare i residenti a partecipare attraverso consultazioni, sondaggi o workshop consente loro di esprimere le proprie esigenze, condividere le conoscenze locali e contribuire alle decisioni che riguardano la loro comunità. Questo senso di appartenenza rende le persone più disposte a impegnarsi e ad assumersi la responsabilità dei risultati.

Mostrare risultati chiari e visibili è altrettanto importante. I primi successi possono essere dimostrati attraverso piccoli progetti pilota, pannelli informativi pubblici, dashboard online o giornate a porte aperte presso gli impianti idrici. Vedere miglioramenti concreti aiuta le persone a capire che i loro sforzi e contributi portano a benefici tangibili.

Riconoscere e premiare la partecipazione può anche motivare un maggiore coinvolgimento. Riconoscimenti pubblici, attestati, piccoli incentivi o persino competizioni amichevoli possono rendere la partecipazione più attraente e piacevole. Infine, creare modalità semplici per consentire ai cittadini di fornire feedback garantisce che le loro voci continuino a essere ascoltate. Canali accessibili per domande,



suggerimenti o reclami aiutano a identificare i problemi tempestivamente e dimostrano che il contributo del pubblico è apprezzato e preso in considerazione, rafforzando la fiducia e la cooperazione a lungo termine.

5 LINEE GUIDA PRATICHE PER I CITTADINI

5.1 Semplici misure per risparmiare acqua in casa

Le famiglie svolgono un ruolo fondamentale nella riduzione del consumo idrico urbano. Molte semplici azioni, se applicate con costanza, possono portare a un notevole risparmio nel consumo idrico giornaliero. Questi piccoli cambiamenti richiedono poco sforzo ma possono fare una grande differenza, sia per l'ambiente che per le bollette domestiche. Le famiglie possono prendere in considerazione l'attuazione delle seguenti misure²:

Mantieni efficiente l'impianto idrico e controlla la presenza di perdite nascoste.

- Si stima che con un rubinetto che gocciola si perdano fino a 5 litri d'acqua al giorno.

Chiudi bene il rubinetto per evitare che l'acqua scorra inutilmente.

- In questo modo, lavandoci le mani in un minuto evitiamo di sprecare almeno 6 litri d'acqua, lavandoci i denti fino a 30 litri e radendoci fino a 20 litri.

Per preparare i cibi o lavare le verdure, utilizza delle bacinelle anziché l'acqua corrente.

- Si stima che per bere e cucinare si consumino circa 6 litri d'acqua a persona al giorno e per lavare i piatti a mano almeno 40 litri. Tuttavia, lo spreco può arrivare fino a 12 litri al minuto se il rubinetto non viene chiuso.

Utilizza sempre lavastoviglie e lavatrici a pieno carico e prediligi programmi di lavaggio a basse temperature (40-60 °C).

- Si stima che per un carico di lavastoviglie (classe A) senza prelavaggio si consumino fino a 15 litri (7 litri in classe A+++), mentre per un carico di lavatrice (classe A) se ne consumino 45 litri.

Preferite rubinetti con sensori o con aeratori.

- Ciò ridurrà il flusso d'acqua e aumenterà l'efficienza del lavaggio. Assicurati di mantenerli efficienti.

² Il seguente elenco è stato prodotto sulla base dei 20 consigli per risparmiare acqua ed energia, elaborati dall'ENEA.



Installare un sistema di scarico a doppio pulsante per il WC.

- Ciò consente di risparmiare fino a 100 litri al giorno, considerando che ogni utilizzo dei modelli con un solo pulsante consuma fino a 16 litri d'acqua.

Preferisci la doccia alla vasca da bagno.

- Si stima che un bagno in vasca consumi in media tra i 100 e i 160 litri d'acqua, mentre una doccia di 5 minuti ne consuma al massimo 40, persino meno se si chiude il rubinetto mentre ci si insapona.

Spegnere l'impianto centralizzato in caso di lunghi periodi di inutilizzo, ad esempio quando si va in vacanza.

Per l'irrigazione, si consiglia di utilizzare sistemi di irrigazione a tempo, a goccia o subirrigazione, data la loro maggiore efficienza.

Coprite la superficie delle piscine con dei teli per evitare l'evaporazione.

In giardino, intorno alle piante, effettuate un'adeguata pacciamatura, in modo da trattenere l'umidità nel terreno il più possibile.

- Inoltre, è preferibile coltivare piante che richiedono poca acqua e bisogna fare attenzione a non irrigare zone impermeabili.

5.2 Soluzioni per il riutilizzo dell'acqua in ambito domestico

Il risparmio e il riutilizzo dell'acqua potrebbero essere ottenuti anche riciclando l'acqua piovana, sia nelle case unifamiliari che nei condomini, per usi non potabili, come l'irrigazione di piante e giardini, il lavaggio delle auto e degli spazi esterni (cortili, marciapiedi, strade), gli impianti antincendio e le fontane ornamentali. Questa pratica potrebbe garantire un risparmio idrico, sia superficiale che sotterraneo, oltre a benefici economici e infrastrutturali, come l'alleggerimento del carico sulla rete idrica e, di conseguenza, un prezzo inferiore dell'acqua per i cittadini.

L'acqua piovana potrebbe essere raccolta da coperture, ottenendo un flusso più pulito, o da balconi e terrazze. I dispositivi di base per il riciclo dell'acqua piovana sono rappresentati da un filtro e un serbatoio di raccolta, il che rende i sistemi piuttosto semplici da realizzare.

Oltre all'acqua piovana, anche le acque grigie, ovvero l'acqua generata dalle operazioni di igiene personale, potrebbero essere riciclate utilizzando tecnologie più innovative; le



acque grigie provengono da lavandini, bidet, vasche da bagno, docce e lavatrici. Generalmente, il recupero delle acque grigie è associato al riciclo dell'acqua piovana. Tuttavia, mentre l'acqua piovana può essere utilizzata all'esterno, le acque grigie possono essere utilizzate solo all'interno, soprattutto per lo scarico del WC, e richiedono dispositivi specifici per il loro trattamento prima del riutilizzo. Ovviamente, entrambi i sistemi necessitano non solo di investimenti, ma anche di costi operativi.

Un passo fondamentale per l'implementazione di questi sistemi è la loro accettazione da parte dei cittadini che, in alcuni casi, potrebbero considerare l'utilizzo di acqua piovana e acque grigie riciclate come pericoloso o costoso; al contrario, l'utilizzo di sistemi di riciclo dell'acqua è stato ampiamente dimostrato in molti casi, diversi per clima e applicazioni.

Inoltre, non tutta l'acqua utilizzata in casa deve essere potabile. Riutilizzare l'acqua per scopi non potabili – come la pulizia, lo scarico del WC o l'irrigazione delle piante – può ridurre notevolmente il consumo complessivo. Con semplici pratiche e sistemi adeguati, è possibile riutilizzare in modo sicuro ed efficiente l'acqua che altrimenti andrebbe sprecata. I seguenti suggerimenti mostrano come sfruttare al meglio le risorse idriche disponibili, tutelando al contempo la salute e l'ambiente³:

- Raccogli l'acqua fredda non utilizzata mentre aspetti che arrivi l'acqua calda e usala prima per le operazioni che richiedono acqua fredda (ad esempio, lavarsi i denti) e poi per quelle che richiedono acqua calda (ad esempio, radersi).
- Riutilizza l'acqua di cottura della pasta o di lavaggio delle verdure per sciacquare i piatti prima di metterli in lavastoviglie o per innaffiare (se non è salata).
- Installa sistemi di raccolta dell'acqua piovana per usi non potabili (lavaggio del WC, lavaggio dell'auto) e per l'irrigazione (l'acqua piovana è meno dura e più gradevole per le piante), evitando di farlo nelle ore più calde per ridurre l'evaporazione.
- Evita di lavare l'auto con acqua potabile. In questo modo si potrebbero risparmiare 400-500 litri d'acqua.
- Recupera l'acqua di condensa dai condizionatori o dalle asciugatrici per usi domestici, ad esempio per il ferro da stiro.

³ Il seguente elenco è stato prodotto sulla base dei 20 consigli per risparmiare acqua ed energia, elaborati dall'ENEA.



- Diversifica l'uso dell'acqua in base alla sua qualità (potabile, piovana, grigia, nera).
- Utilizza, ove possibile, tecnologie per il riutilizzo delle acque grigie, ovvero l'acqua generata dalle operazioni di igiene personale. Un sistema dedicato al riciclo dell'acqua proveniente da docce, lavandini e vasche da bagno e, in alcuni casi, dalla condensa di condizionatori o caldaie, ne garantisce il trattamento per un successivo riutilizzo in ambiti "secondari" quali lo scarico del WC, l'irrigazione di aree verdi e le operazioni di lavaggio.

5.3 Gestione dell'acqua in spazi esterni e giardini

Ottimizzare l'uso dell'acqua per l'irrigazione di aree verdi pubbliche e private come prati, giardini, terrazze e parchi richiede una combinazione di scelte progettuali intelligenti e buone pratiche quotidiane. Una pianificazione oculata può ridurre significativamente il consumo idrico, mantenendo al contempo gli spazi verdi sani e attraenti.

Un passo importante è limitare la crescita delle erbacce, che competono con le piante per l'acqua. Ciò può essere fatto utilizzando pacciamatura naturale, come la corteccia, o teli di pacciamatura realizzati in plastica o materiali biodegradabili. Un altro approccio efficace è quello di selezionare specie vegetali che competono naturalmente con le erbacce, riducendo la necessità di irrigazioni e manutenzione frequenti.

Anche il modo in cui le piante vengono coltivate ha un forte impatto sull'efficienza idrica. In ambienti interni o controllati, i sistemi a circuito chiuso come l'idroponica o l'acquaponica sono molto più efficienti in termini di consumo idrico rispetto ai vasi o alle fioriere tradizionali, dove l'acqua in eccesso viene spesso persa. Su balconi e terrazze, una soluzione semplice come posizionare dei sottovasi può aiutare a raccogliere e riutilizzare l'acqua in eccesso invece di lasciarla defluire.

La scelta del metodo di irrigazione più adatto è uno dei fattori più importanti per il risparmio idrico. L'irrigazione manuale spesso porta a un consumo eccessivo di acqua, poiché è difficile controllare con precisione la quantità erogata. Al contrario, i sistemi di irrigazione a goccia con timer e sensori di umidità del terreno distribuiscono l'acqua direttamente alle radici delle piante e regolano l'irrigazione in base alle condizioni del terreno e alle condizioni meteorologiche, risultando quindi molto efficienti. I sistemi a spruzzo o a irrigatori sono molto meno sostenibili, poiché gran parte dell'acqua viene persa per evaporazione o defluisce prima che le piante possano assorbirla.



L'utilizzo di una cisterna fuori terra collegata a una grondaia posizionata sul lato del tetto, ad esempio, permette di intercettare l'acqua piovana e immagazzinarla per l'irrigazione.

Le cisterne possono avere una funzione non solo di stoccaggio, ma anche estetica, se sulla loro superficie viene realizzato un sistema di coltivazione tipo "aiuola". Un'aiuola può essere, ad esempio, una fioriera impermeabile, riempita di argilla espansa e con piante per la fitorimediazione. Le piante vengono irrigate automaticamente dall'acqua piovana e lo strato di argilla espansa, insieme alle radici, funge da filtro meccanico e biologico per l'acqua che, una volta depurata, viene immagazzinata nella cisterna sottostante.

- **Wicking bed**

L'impatto positivo degli orti urbani sulla società è ormai dimostrato; i vantaggi che offrono sono molteplici, sia ambientali che sociali.

Dal punto di vista ambientale, l'agricoltura urbana permette di proteggere la biodiversità agricola e promuove una filiera agroalimentare corta senza l'uso di pesticidi. Inoltre,



Figura 4 Wicking bed installato a Bologna. Fonte: ENEA

gli orti urbani favoriscono il riciclo dei rifiuti organici, utilizzati come fertilizzante, e, come tutte le aree verdi, migliorano il microclima locale e contrastano fenomeni come l'effetto isola di calore.

Tuttavia, anche gli orti urbani risentono della siccità estiva e, anche in questi casi, la raccolta dell'acqua piovana risulta decisiva nei periodi più caldi.

Una soluzione è rappresentata dall'orto rialzato con tettoia che utilizza il sistema a "letto capillare", ovvero la creazione di uno strato di riserva idrica posto sotto il normale strato di terreno utilizzato in qualsiasi orto rialzato.

Lo strato di riserva idrica è costituito da una base di circa 20 cm di argilla espansa separata dal terreno da un telo di tessuto non tessuto.

Nei periodi più piovosi, l'acqua che bagna il tetto dell'orto entra, attraverso una grondaia, direttamente nello strato di riserva idrica senza inzuppare il substrato di



coltivazione. Inoltre, per evitare che lo strato di terreno marcisca in caso di forti piogge, sul lato del serbatoio è presente un foro di troppo pieno all'altezza dell'inizio dello strato di terreno, da cui può fuoriuscire l'acqua in eccesso.

Man mano che le radici delle piante assorbono l'acqua dal terreno per capillarità, l'acqua contenuta nello strato di riserva idrica risale verso il substrato, irrigando automaticamente le piante dell'orto tramite subirrigazione.

Questo sistema non solo permette di utilizzare l'acqua piovana al posto dell'acqua potabile, ma consente anche di risparmiare una notevole quantità d'acqua limitando l'evaporazione dal substrato.

- **Kit per coltivazione idroponica domestica**

Il desiderio di coltivare le proprie verdure spesso si scontra con la mancanza di un giardino o di uno spazio esterno sufficientemente ampio.

Una soluzione, non solo in termini di spazio ma anche di risparmio idrico ed efficienza produttiva, è la coltivazione idroponica verticale, che permette di coltivare anche 20-30 piante in uno spazio limitato come un piccolo balcone e con un consumo idrico minimo.



Figura 5 Kit per la coltivazione idroponica domestica presentato durante un workshop a Bologna. Fonte: ENEA

Esistono kit pronti all'uso composti da un piccolo serbatoio da 10 litri contenente acqua e nutrienti e da una "torre" con 25 scomparti in cui vengono posizionate le piante, precedentemente trasferite in vasi a rete specifici per la coltivazione idroponica.

Grazie a una piccola pompa e a una serie di tubi capillari, l'acqua e i nutrienti vengono fatti circolare all'interno di ogni vaso, mantenendo le radici, prive di substrato, costantemente umide.

Il metodo idroponico consiste infatti nel bagnare costantemente le radici nude delle piante per favorire l'assimilazione dei nutrienti e quindi accelerare la crescita e massimizzare la produzione di foglie e frutti.



Nonostante utilizzi solo acqua, la coltivazione idroponica consente un risparmio idrico fino al 90% rispetto alla coltivazione tradizionale in campo aperto, poiché l'acqua che non viene immediatamente assorbita dalle radici ricade nel serbatoio di accumulo e ritorna in circolazione con l'irrigazione successiva.

Al contrario, durante l'irrigazione in campo aperto, la maggior parte dell'acqua fornita a una pianta evapora o penetra negli strati più profondi del terreno, diventando così indisponibile per le piante.

5.4 Partecipare alle iniziative della comunità

5.4.1 Partecipare a campagne locali per il risparmio idrico, workshop o progetti di quartiere

Attraverso questo tipo di azione, è possibile coinvolgere cittadini privati, grandi consumatori e istituzioni nella sensibilizzazione alla necessità di un uso responsabile dell'acqua. Si tratta di un passo cruciale verso la consapevolezza e il cambiamento di comportamenti e atteggiamenti che portano a una riduzione del consumo idrico e a un utilizzo più consapevole delle risorse idriche.

In Europa e nel resto del mondo esistono numerosi esempi di iniziative in questa direzione, con obiettivi e modalità operative differenti, come ad esempio:

- competizione tra città per vedere chi usa meglio l'acqua: <https://www.mywaterpledge.com/>
- iniziative per aiutare i giovani a creare reti territoriali composte da scuole, istituzioni, cittadini e organizzazioni della società civile che collaborano per ridurre il consumo idrico diretto e indiretto: <https://sites.google.com/cevi.ngo/bluecommunities/home-page>
- progetti di educazione ambientale nelle scuole sui temi della siccità e del risparmio idrico, attivati in Italia: <https://www.source-international.org/schools-for-water>
- raccolte di migliori pratiche internazionali specifiche per settore per il risparmio idrico: https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/acque/divulgazione/pubblicazioni/buone_pratiche_risparmio_idrico_o_turismo.pdf



- campagne pubblicitarie di aziende che promuovevano il risparmio idrico:
<https://www.webuildvalue.com/en/infrastructure-news/water-crises-campaigns.html>
- campagne di risparmio idrico promosse dalle aziende di gestione idrica:
 - <https://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/water-efficiency-fund/>
 - <https://magalieswater.co.za/awareness-campaigns/>
 - <https://www.gruppoacea.it/media/acea-scuola/educazione-idrica>
- laboratori per promuovere un uso responsabile dell'acqua organizzati dai comuni:
 - https://www.comune.casalecchio.bo.it/upload/casalecchiodireno_ecm6/gestionedocumentale/catalogo%20cospeacqua%202009_784_7380.pdf
 - <https://www.cocopa.it/progetti/progetti-in-cconclusi/60-acqua-in-comune-progetto-sul-risparmio-idrico-ed-il-diritto-all-acqua>

5.4.2 Collaborare con le autorità e le organizzazioni locali per promuovere pratiche sostenibili

La collaborazione con le autorità e le organizzazioni locali riveste un ruolo fondamentale nella promozione del risparmio e del riutilizzo dell'acqua. Le azioni individuali sono importanti, ma un vero cambiamento diventa possibile quando i cittadini agiscono collettivamente e interagiscono con chi prende le decisioni.

Essere proattivi come membri della comunità contribuisce a creare un senso di responsabilità condiviso e a generare lo slancio necessario per migliorare la gestione idrica locale. Questo può iniziare con azioni semplici, come segnalare perdite d'acqua, guasti al sistema o altri malfunzionamenti al comune o ai fornitori di servizi idrici locali, contribuendo a prevenire inutili sprechi d'acqua.

La partecipazione attiva alle riunioni di quartiere è un altro modo efficace per rimanere informati e contribuire alle discussioni su approcci più circolari all'uso dell'acqua. Queste riunioni offrono l'opportunità di sollevare preoccupazioni, condividere idee e incoraggiare soluzioni locali che supportino pratiche idriche sostenibili.

Nei comuni che offrono il bilancio partecipativo, i residenti possono anche proporre progetti incentrati sull'efficienza e sul riutilizzo dell'acqua, come sistemi di raccolta dell'acqua piovana o infrastrutture verdi. Infine, la creazione o l'adesione ad associazioni locali con altri che condividono l'interesse per la gestione sostenibile dell'acqua può rafforzare significativamente il dialogo con le autorità pubbliche. Agire



insieme rende più facile farsi ascoltare e aumenta le possibilità di trasformare le idee in miglioramenti concreti e duraturi.

5.5 Monitoraggio, manutenzione e miglioramento continuo

L'efficacia dell'applicazione dei suggerimenti per il risparmio idrico può essere quantificata in diversi modi, ad esempio compilando una tabella come quella presentata di seguito, per registrare e quantificare il risparmio idrico giornaliero e settimanale ottenuto da tutti i membri della famiglia:

Misura	Risparmio idrico giornaliero per persona (litri)	numero di persone che applicano la pratica	Risparmio idrico settimanale (litri)
Chiudere il rubinetto durante il lavaggio dei denti	30	1	30
Chiudere il rubinetto durante il lavaggio delle mani	20	2	40
Chiudere il rubinetto durante la rasatura	20	1	20
Lavare la frutta in secchi invece che sotto l'acqua corrente	5	1	5
Utilizzare lavastoviglie e lavatrice solo a pieno carico	50	1	50
Fare la doccia invece del bagno	100	0	0
RISPARMIO TOTALE (LITRI)			145

Oltre a modificare le abitudini quotidiane, è fondamentale effettuare controlli regolari degli impianti e delle apparecchiature idrauliche domestiche per evitare inutili sprechi d'acqua.

Controllate la presenza di perdite visibili una volta al mese. Potete controllare il contatore dell'acqua dopo esservi assicurati che tutti i rubinetti e le utenze siano chiusi, quindi ricontrollate il contatore per individuare eventuali perdite nascoste.

I WC sono una delle cause più comuni di elevato consumo d'acqua e spesso perdono silenziosamente. Se il WC non emette alcun rumore tra uno scarico e l'altro e l'acqua



non fuoriesce nel tubo di troppo pieno, potrebbe esserci una perdita d'acqua attraverso la guarnizione di scarico. Per verificarlo, inserite una pastiglia colorante o qualche goccia di colorante alimentare nella cassetta di scarico. Attendete 15 minuti senza tirare lo sciacquone, quindi controllate se il colorante si è disciolto nell'acqua nella tazza. In tal caso, la guarnizione di scarico deve essere sostituita.

Gli aeratori dei rubinetti, soprattutto se l'acqua potabile è particolarmente dura, tendono a perdere la loro efficacia a causa dell'accumulo di calcare. In questo caso, è necessario effettuare una manutenzione degli aeratori rimuovendo il calcare depositato nel tempo con una spatola. Se non si riscontrano perdite all'interno della casa, potrebbe esserci una perdita nell'impianto di irrigazione all'esterno. Ecco alcuni suggerimenti rapidi per individuare le perdite nell'impianto di irrigazione: 1. Controllare la tubazione di irrigazione che si dirama dalla condotta principale dell'acqua; se si sente l'acqua scorrere nei tubi quando l'impianto di irrigazione è spento o se i tubi sono freddi al tatto, potrebbe esserci una perdita nell'impianto; 2. Controllare tutti i rubinetti esterni per l'irrigazione per individuare eventuali perdite; 3. Ispezionare la proprietà e cercare segni di perdite d'acqua dagli irrigatori o zone umide/morbide sul prato; entrambi questi segni potrebbero indicare una perdita o una rottura nella tubazione sotterranea.

Il consumo di acqua per lo scarico del WC può essere facilmente ed economicamente ridotto con uno di questi due suggerimenti: 1. la sacca di raccolta: si tratta di una sacca di plastica che, una volta riempita d'acqua, viene inserita nella cassetta di scarico del WC, riducendone il volume fino a 4 litri; 2. un peso aggiuntivo: si installa nella cassetta di scarico del WC in modo che si riempia con una quantità d'acqua inferiore al volume della cassetta stessa.

Nel caso in cui decidiate di sostituire vecchi rubinetti e sanitari, dal 2009 esiste il primo sistema di classificazione europeo per la rubinetteria, il WELL – Water Efficiency Label”. Il WELL viene utilizzato, infatti, per rubinetti da bagno e da cucina, soffioni doccia, sistemi di scarico per orinatoi e WC e accessori, rendendo immediatamente riconoscibile l'efficienza dei rubinetti in termini di risparmio idrico ed energetico. Ad oggi, sono stati classificati 80 prodotti di 15 produttori.

6 BIBLIOGRAFIA

- Arora, M., Yeow, L. W., Cheah, L., & Derrible, S. (2022). Assessing water circularity in cities: Methodological framework with a case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106042. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.106042>



- Barnett, J. for the Environmental and Energy Study Institute (EESI). 2024. How Water Reuse Can Address Scarcity. Available at: <https://www.eesi.org/articles/view/how-water-reuse-can-address-scarcity>
- Chubaka, C. E., Whiley, H., Edwards, J. W., & Ross, K. E. (2018). A review of roof harvested rainwater in Australia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2018/6471324>
- COM(2011) 21 A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0021:FIN:EN:PDF>
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Amsterdam on 10th June 2016. Available at: <https://circabc.europa.eu/sd/a/f36280ac-9ddf-419d-8f35-c5b1f63d402b/CIS%20Guidelines%20on%20Water%20Reuse-final.pdf>
- Delgado, A., Rodriguez, D. J., Amadei, C. A., & Makino, M. (2021). Water in Circular Economy and Resilience. World Bank, Washington, DC. <https://hdl.handle.net/10986/36254>
- Delgado, A., Rodriguez, D. J., Amadei, C. A., & Makino, M. (2024). Water in Circular Economy and Resilience (WICER) Framework. *Utilities Policy*, 87, 101604. <https://doi.org/10.1016/J.JUP.2023.101604>
- European Environmental Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/water>
- Frijns, J., Smith, H. M., & Makropoulos, C. (2024). Enabling the uptake of circular water solutions. *Water Policy*, 26(1), 94–110. <https://doi.org/10.2166/WP.2024.167>
- Garrido-Baserba, M., Sedlak, D. L., Molinos-Senante, M., Barnosell, I., Schraa, O., Rosso, D., Verdaguer, M., & Poch, M. (2024). Using water and wastewater decentralization to enhance the resilience and sustainability of cities. *Nature Water* 2024 2:10, 2(10), 953–974. <https://doi.org/10.1038/s44221-024-00303-9>
- Ghimire, S. R., Johnston, J. M., Ingwersen, W. W., & Hawkins, T. R. (2014). Life cycle assessment of domestic and agricultural rainwater harvesting systems. *Environmental Science & Technology*, 48(7), 4069–4077. <https://doi.org/10.1021/es500189f>
- Kakwani, N. S., & Kalbar, P. P. (2022). Measuring urban water circularity: Development and implementation of a Water Circularity Indicator. *Sustainable*



Production and Consumption, 31, 723–735.

<https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.03.029>

- Karkou, E., Teo, C. J., Savvakis, N., Poinapen, J., & Arampatzis, G. (2024). Industrial circular water use practices through the application of a conceptual water efficiency framework in the process industry. *Journal of Environmental Management*, 370, 122596. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2024.122596>
- Laura, A. S., & Bernd, G. (2014). Water Reuse in Europe - Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. <https://doi.org/10.2788/29234>
- Li, H., et al. (2022). A review of the progress in Chinese Sponge City programme. *Water Supply*, 22(2), 1638–1651. <https://iwaponline.com/ws/article/22/2/1638/84332/A-review-of-the-progress-in-Chinese-Sponge-City-programme>
- Oral, H. V., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., van Hullebusch, E. D., Kazak, J. K., Exposito, A., Cipolletta, G., Andersen, T. R., Finger, D. C., Simperler, L., Regelsberger, M., Rous, V., Radinja, M., Buttiglieri, G., Krzeminski, P., Rizzo, A., Dehghanian, K., ... Zimmermann, M. (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: a critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems*, 2(1), 112–136. <https://doi.org/10.2166/BGS.2020.932>
- Shafik, W. (2025). Circular economy in the urban water sector: Challenges and opportunities. *Water Use Efficiency, Sustainability and The Circular Economy*, 69–82. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-26749-9.00012-0>
- Stephan, A., & Stephan, L. (2017). Life cycle water, energy and cost analysis of multiple water harvesting and management measures for apartment buildings in a Mediterranean climate. *Sustainable Cities and Society*, 32, 584–603. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.004>
- United Nations Environment Programme: <https://www.unep.org/explore-topics/water/about-water>
- United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs. (2015). <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (online). Around 2.5 billion more people will be living in cities by 2050, projects new UN report. Available at:



<https://www.un.org/en/desa/around-25-billion-more-people-will-be-living-cities-2050-projects-new-un-report>

- Wartalska, K., Grzegorzek, M., Belcik, M., Wdowikowski, M., Kolanek, A., Niemierka, E., Jadwiszczak, P., & Kaźmierczak, B. (2024). The potential of RainWater harvesting systems in Europe – current state of art and future perspectives. *Water Resources Management*, 38(12), 4657–4683. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03882-0>
- Water Stewardship Programma by the World Wildlife Fund:
<https://www.wwf.org.uk/what-we-do/projects/get-involved-water-stewardship>
- Wołoszyńska-Wiśniewska, E., Pawlak, Z., & Mikołajczyk, P. (2024). Water as a Circular Economy Resource - Foresight Brief 033.
<https://doi.org/https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44782>
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2017. Business guide to circular water management: spotlight on reduce, reuse and recycle. Available at:
https://docs.wbcسد.org/2017/06/WBCSD_Business_Guide_Circular_Water_Management.pdf
- World Water Assessment Programme by UNESCO:
<https://www.unesco.org/en/wwap>



7 SPUNTI PER ULTERIORI LETTURE

- ACWA Power. (2024). *ACWA Power inaugurates first integrated water desalination - solar PV project in Saudi Arabia*. Energetica India. <https://www.energetica-india.net/news/acwa-power-inaugurates-first-integrated-water-desalination---solar-pv-project-in-saudi-arabia>
- American Water Works Association. (n.d.). *California water districts expand world's largest potable reuse system*. <https://www.awwa.org/AWWA-Articles/california-water-districts-expand-worlds-largest-potable-reuse-system>
- Arab News. (2024). *Saudi Arabia's water security efforts*. <https://www.arabnews.com/node/2535111/arabia-saudita>
- Australian Government. (n.d.). *Rainwater*. YourHome. <https://yourhome.gov.au/water/rainwater>
- Berlin.de. (n.d.). *Green roofs and roof gardens*. <https://www.berlin.de/en/urban-gardening/7870644-9519328-green-roofs-and-roof-gardens.en.html>
- Berlin Environmental Atlas. (2020a). *Green roofs: Introduction*. <https://www.berlin.de/umweltatlas/en/land-use/green-roofs/2020/introduction/>
- Berlin Environmental Atlas. (2020b). *Green roofs: Summary*. <https://www.berlin.de/umweltatlas/en/land-use/green-roofs/2020/summary/>
- Buckley, C. (2017, December 28). *China's "sponge cities" are turning streets green to combat flooding*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2017/dec/28/chinas-sponge-cities-are-turning-streets-green-to-combat-flooding>
- Drip irrigation. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Drip_irrigation
- FI Group. (n.d.). *NEWater: How Singapore turned water scarcity into a global sustainability triumph*. <https://global.fi-group.com/newater-how-singapore-turned-water-scarcity-into-a-global-sustainability-triumph/>
- International Trade Administration. (n.d.). *Singapore - Water market overview*. Trade.gov. <https://www.trade.gov/market-intelligence/singapore-water-market-overview>
- International Water Association. (n.d.). *Singapore city profile*. <https://iwa-network.org/city/singapore/>
- IsraelAgri. (n.d.). *Innovating irrigation for a sustainable future*. <https://www.israelagri.com/innovating-irrigation-for-a-sustainable-future/>



- ISRAEL21c. (n.d.). *New drip irrigation for rice can cut water use by 70%*. <https://israel21c.org/new-drip-irrigation-for-rice-can-cut-water-use-by-70/>
- ISRAEL21c. (n.d.). *Turn the flood into a drip, urges Netafim CEO*. <https://israel21c.org/turn-the-flood-into-a-drip-urges-netafim-ceo/>
- Karmactive. (n.d.). *Singapore's water security boost with desalination and NEWater*. <https://www.karmactive.com/singapores-water-security-boost-with-desalination-and-newater-55-to-come-from-recycled-water-by-2060/>
- LG Water Solutions. (n.d.). *Content hub and resources*. <https://www.lgwatersolutions.com/resources/content-hub/3441/>
- Netafim. (2024). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Netafim>
- Netafim. (n.d.). *Corn grown with drip irrigation significantly reduces its carbon footprint*. <https://www.netafim.com/en/news-and-events/news/netafim-study-shows-corn-grown-with-drip-irrigation-significantly-reduces-its-carbon-footprint/>
- Netafim. (n.d.). *Water use efficiency and precision irrigation*. <https://www.netafim.com/en/precision-Irrigation/water-use-efficiency/>
- NEWater. (2024). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/NEWater>
- Orange County Water District. (n.d.). *Groundwater Replenishment System (GWRS)*. <https://www.ocwd.com/gwrs/>
- Orange County Water District. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Orange_County_Water_District
- Oxford Business Group. (2023). *Liquid assets: Desalination is seen as a reliable solution to water shortages*. <https://oxfordbusinessgroup.com/reports/saudi-arabia/2023-report/energy-utilities/liquid-assets-desalination-is-seen-as-a-reliable-solution-to-water-shortages-particularly-as-the-technology-becomes-more-economical-analysis/>
- Rainwater tank. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Rainwater_tank
- Reuters. (2024, August 13). *China Energy Engineering signs \$972 million solar deal with Saudi partners*. <https://www.reuters.com/sustainability/china-energy-engineering-signs-972-million-solar-deal-with-saudi-partners-2024-08-13/>
- Sponge city. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Sponge_city
- SolarQuarter. (2024, November 13). *Transforming water scarcity into abundance: Solar-powered desalination in Saudi Arabia*. <https://solarquarter.com/2024/11/13/transforming-water-scarcity-into-abundance-ates-energy-storage-and-solar-powered-desalination-in-saudi-arabia/>



- The Guardian. (2024, December 11). *El Hierro: Canary Islands wind-hydro power and sustainability*. <https://www.theguardian.com/environment/2024/dec/11/el-hierro-canary-islands-wind-hydro-power-renewable-energy-self-sufficiency-sustainability-aoe>
- The Guardian. (2025, June 6). *Water scarcity: US facility recycling sewage to drink*. <https://www.theguardian.com/environment/2025/jun/06/water-scarcity-us-facility-recycling-sewage-to-drink>
- Tortajada, C. (n.d.). *Water policy in Singapore*. Lee Kuan Yew School of Public Policy. <https://lkyspp.nus.edu.sg/gia/article/water-policy-in-singapore>
- Vision 2030 Saudi Arabia. (n.d.). *Al Khafji Desalination Plant*. <https://www.vision2030.gov.sa/en/explore/projects/alkhafji-desalination-plant>
- VOA News. (2021, August 16). *Singapore turns sewage into clean, drinkable water*. <https://www.voanews.com/a/east-asia-pacific-singapore-turns-sewage-clean-drinkable-water-meeting-40-demand/6209374.html>
- Water reuse in California. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Water_reuse_in_California
- Water supply and sanitation in Israel. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Israel
- Water supply and sanitation in Singapore. (2024). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Singapore
- Water & Wastes Digest. (n.d.). *Orange County completes world's largest water recycling facility*. <https://www.wwdmag.com/home/press-release/33003527/orange-county-completes-worlds-largest-water-recycling-facility>
- Wright, H. (2024, August 13). *The radical "sponge city" architecture of Kongjian Yu*. CNN Style. <https://edition.cnn.com/2024/08/13/style/china-sponge-cities-kongjian-yu-hnk-intl/index.html>

Interreg
CENTRAL EUROPE



Co-funded by
the European Union

