

# Infrastrutture idriche

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Italy

## ALL'INTERNO DI QUESTA HIGHLIGHT PUBLICATION

Un programma di successo per ridurre nrw

Dare alla città acqua potabile  
efficiente e sicura

Gestione delle acque piovane  
per città resilienti e vivibili

Creare città resilienti e vivibili con  
soluzioni basate sulla natura

Gestire l'acqua piovana con  
soluzioni basate sulla natura

## INFRASTRUTTURE IDRICHE

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in in Italy

Versione 1.0

2023

## FOTO IN PRIMA PAGINA

HOFOR

Editing: Henrik Wedel Sivertsen

## EDITORE

State of Green

## SOCIO EDITORIALE

Water Technology Advisory EU in in Italy

## COLLABORATORI

### Capitolo 1

NIRAS

Ranhill SAJ Sdn. Bhd.

VCS Danimarca

### Capitolo 2

Hjørring Acqua

Krüger-Veolia

AVK

Kamstrup

Grundfos

Leif Koch

DANVA

### Capitolo 3

Comune di Frederiksberg

Frederiksberg Forsyning

Realdania

Marianne Levinsen - Architetto paesaggista

NIRAS

HOFOR - Servizio idrico della Grande Copenaghen

Frederiksberg Forsyning

GEO

Babeng e Jacobs

### Capitolo 4

Città di Copenaghen

HOFOR - Servizio idrico della Grande Copenaghen

TERZA NATURA

Architettura LYTT

WSP

SLA

NIRAS

### Capitolo 5

Rambol

Architetti SNE

Vittorio Ash

Beatrice Hansson

BOGL

## SCARICA QUESTA HIGHLIGHT PUBLICATION

Scarica questa pubblicazione e altre pubblicazioni correlate

Su [www.stateofgreen.com/publications](http://www.stateofgreen.com/publications)

## PER MAGGIORI INFORMAZIONI

Per ordinare copie di questo white paper o ricevere informazioni su altre pubblicazioni correlate, contattare State of Green all'indirizzo [info@stateofgreen.com](mailto:info@stateofgreen.com)

## AVVISO SUL DIRITTO D'AUTORE

© Copyright State of Green 2023



Funded by  
the European Union

# Indice

1. Un programma di successo per ridurre l'acqua non fatturata NRW (Non-Revenue Water - NRW)	4
2. Fornire la città di acqua potabile sicura ed efficiente	8
3. Gestione delle acque temporali per resilienti e vivibili città	12
4. Creare città resilienti e vivibili con soluzioni basate sulla natura	16
5. Gestire l'acqua piovana con soluzioni basate sulla natura	20

CAPITOLO 1

# Un programma di successo per ridurre l'acqua non fatturata NRW (Non-Revenue Water - NRW)

Ottenere una riduzione efficiente della NRW attraverso un approccio olistico

**Diversi aspetti - dalla fase di pianificazione iniziale alle operazioni quotidiane, all'uso di installazioni di alta qualità, alla buona lavorazione manuale e all'introduzione di nuove tecnologie - devono essere affrontati al fine di raggiungere livelli bassi nella NRW e garantire il successo a lungo termine.**

Raggiungere e mantenere un livello NRW vicino al livello economico di perdita (abbreviazione in inglese: ELL), sulla base di calcoli costi-benefici di costi operativi, strategia e attività, richiede un'attenzione forte e continua sulla pianificazione, sulle operazioni, sulla manutenzione delle infrastrutture, e sulla lavorazione e prestazioni di monitoraggio. È necessario istituire un Sistema Informativo di Gestione (Management Information System - MIS) per monitorare continuamente le prestazioni dell'operazione e valutare gli effetti del programma implementato. Più informazioni e dati sono disponibili dal sistema di distribuzione idrica e più integrato è il MIS, più accurati saranno gli indicatori di prestazione. Ciò consentirà di prendere decisioni migliori riguardo ai nuovi investimenti.

Un MIS forte può quindi essere la chiave del successo in termini di definizione delle priorità delle azioni e garanzia di un rapido ritorno degli investimenti. È molto importante che un programma di gestione e controllo delle perdite idriche in termini della NRW sia stabilito e compreso partendo dal livello più alto dell'organizzazione a quello più basso. La riduzione della NRW deve essere una strategia concordata per l'intera organizzazione sulla base di un piano generale olistico della NRW. Lo sviluppo delle capacità del personale a tutti i livelli dell'azienda e dei suoi appaltatori è quindi un elemento fondamentale nella fase iniziale di un programma di riduzione della NRW.

**I prodotti di alta qualità ripagano a lungo termine**

Poiché i miglioramenti nelle infrastrutture di distribuzione idrica devono durare per un lungo lasso di tempo, si consiglia vivamente di basare la selezione sull'analisi dei costi del ciclo di vita e sull'uso di componenti e prodotti di alta qualità. Gli aspetti che dovrebbero essere considerati quando si selezionano, acquistano e installano nuove componenti includono la durata e l'ambito della garanzia, il costo totale di

---

## L'ILI indica la gravità del problema NRW e può anche aiutare a determinare il livello di azione.

ILI	Gravità	Azione
< 2	Molto basso/basso	Nessun intervento richiesto, in genere non economicamente sostenibile
2 - 4	Medio	Monitorare attentamente l'area e prepararsi all'intervento
4 - 8	Elevato	Intervento da pianificare e programmare
> 8	Molto elevato	Necessario un intervento immediato

proprietà, il consumo energetico, nonché la loro precisione e affidabilità a lungo termine. I diversi aspetti per ridurre e mantenere con successo un livello NRW basso sono descritti più approfonditamente nei capitoli seguenti.

### Utilizzando i KPI (Indicatori Chiave di Prestazione) giusti per NRW

La NRW è comunemente indicata e riportata nei rapporti di alto livello come la percentuale degli input del sistema all'interno di un altro sistema. Questo approccio è accettabile per livelli NRW superiori al 20%, poiché la NRW sarà elevata indipendentemente da come viene misurata. Tuttavia, molti fattori possono influenzare questo indicatore di prestazioni (Performance Indicator - PI), pertanto non fornisce un quadro accurato delle prestazioni del sistema. Per il personale dei servizi idrici incaricato ad attuare le strategie della riduzione e delle attività della NRW, i livelli di NRW e di perdita devono essere riportati sia in metri cubi/km di tubazione/giorno che in metri cubi/conneSSIONE/giorno. L'International Water Association (IWA) ha ulteriormente definito l'Indice di Perdita delle Infrastrutture (Infrastructure Leakage Index

- ILI), che riporta le perdite reali rispetto alle perdite idriche inevitabili attese per il sistema. Ciò viene calcolato tenendo conto della pressione di esercizio, del numero di collegamenti e della lunghezza del gasdotto. Utilizzando questi indicatori di prestazione aggiuntivi, il loro utilizzo può indirizzare le attività di riduzione della NRW in modo molto più efficace verso le aree fisiche e le componenti del bilancio idrico con il ritorno dell'investimento più breve e più elevato.

### Un esempio:

Consideriamo due sistemi diversi, uno rurale e uno urbano, dove il sistema rurale ha una lunghezza di condutture tre volte maggiore rispetto al sistema urbano, ma il numero di clienti è lo stesso, i consumi sono identici e gli input del sistema sono identici. La percentuale di perdita sarà la stessa. Tuttavia, il sistema urbano avrà perdite tre volte superiori per km di tubazione, rendendo il rilevamento delle perdite molto più efficace nel sistema urbano, con tempi di recupero più rapidi rispetto al sistema rurale, e ottenendo così risultati di gran lunga peggiori rispetto al sistema rurale.

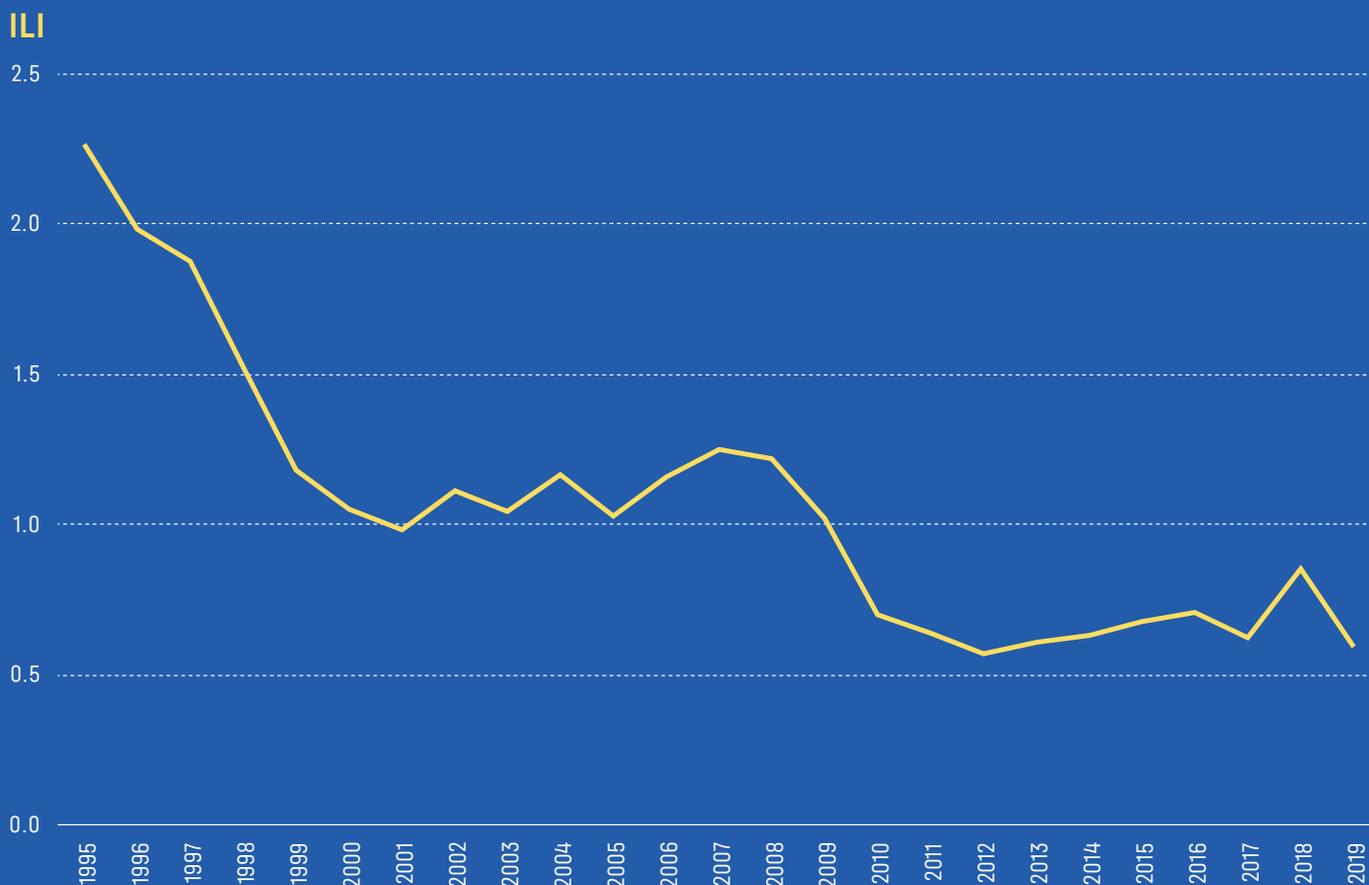


## Attuazione del piano globale di riduzione della NRW, Stato di Johor, la Malesia

La Ranhill SAJ fornisce acqua ad una popolazione di circa 3,9 milioni di abitanti. Il consumo annuo di acqua fatturato è di circa 475 milioni di m<sup>3</sup> e la NRW circa del 24%. La Ranhill SAJ è riuscita a ridurre la NRW dal 47% al 24% attraverso un controllo dedicato alle perdite, e ora l'obiettivo è ridurre la NRW al 5% entro la fine del 2025. Il progetto di riduzione della NRW, nello stato di Johor, comprende un completo programma di ripristino e sostituzione delle tubazioni, combinato con rilevamento delle perdite, gestione della pressione, sostituzione e lettura automatica dei contatori, aggiornamento GIS, modellazione della rete idraulica e creazione di un sistema SCADA nonché di un sistema informativo di gestione. Il budget totale è di 4,17 miliardi di MYR, circa 876 milioni di euro. Il primo DMA (Distrettualizzazione della rete) completato comprendeva 6,3 km di condotte principali e 529 collegamenti di servizio. La metà di tutte le tubazioni principali e i collegamenti di servizio sono stati sostituiti con un sistema in HDPE completamente saldato. Dopo le sostituzioni la NRW era al di sotto del 5% e in zone di completa sostituzione, non sono state rilevate perdite.

**PER GENTILE CONCESSIONE:**

Ranhill SAJ Sdn. Bhd. e NIRAS



## Gli sforzi dedicati ad una rete e ad un sistema portano a risultati impressionanti in merito alla NRW, ad Odense, Danimarca

Nella città di Odense, città natale del famoso scrittore di fiabe danese Hans Christian Andersen, l'azienda idrica VCS Denmark fornisce alla città acqua potabile pulita dal 1853. La VCS Denmark gestisce sette acquedotti, otto impianti di trattamento delle acque reflue e 3.400 km di reti di condutture. Dal 1993, la VCS Denmark ha effettuato una zonizzazione distrettuale della rete di gasdotti. La rete delle filiali è ora gestita con 63 DMA (Distrettualizzazione della rete), supervisionati dal sistema SCADA, che coprono oltre il 95% della rete di fornitura. Ciò consente un funzionamento ottimale e il rilevamento delle perdite. Inoltre, è stato eseguito un programma di riabilitazione dei tubi per un periodo di 10 anni, riducendo la frequenza di scoppio al 50%. Nel 2019, la VCS Denmark ha ottenuto un livello NRW del 5,3%, perdite d'acqua di 1,22 m<sup>3</sup>/km/giorno e ILI pari allo 0,60. Oggi, bassi livelli di perdite e una distribuzione sicura dell'acqua vengono garantiti con l'aiuto di contatori intelligenti, controllo attivo delle perdite online nei DMA e un sistema di supporto alle decisioni gestionali. Ogni cinque minuti, la rete supervisionata SCADA calcola la pressione e il flusso ottimali, sulla base dei dati provenienti dai valori online nei DMA e in cinque stazioni di booster. In questo modo la perdita è ridotta al minimo.

**PER GENTILE CONCESSIONE:**

VCS Denmark

## CAPITOLO 2

# Fornire la città di acqua potabile sicura ed efficiente

Una città sostenibile e vivibile richiede sicurezza, efficienza e una sufficienza nella fornitura di acqua potabile

**Garantire una fornitura sufficiente di acqua potabile pulita per una popolazione urbana in crescita è una sfida per molte città del mondo. Il modello danese per l'approvvigionamento idrico urbano potrebbe essere una fonte d'ispirazione in quanto garantisce una fornitura efficiente e sicura di acqua di alta qualità in un modo trasparente e democratico.**

La crescita della popolazione e l'urbanizzazione esercitano una pressione crescente sull'approvvigionamento idrico urbano. Secondo le stime delle Nazioni Unite, entro il 2025 metà della popolazione mondiale vivrà in aree soggette a stress idrico. Inoltre, la recente crisi sanitaria globale dovuta al COVID-19 sottolinea l'importanza dell'accesso all'acqua pulita per garantire una popolazione sana.

**Ispirare il mondo con una risorsa di acqua potabile sostenibile: le acque sotterranee**

Per superare lo stress idrico nelle aree rurali e urbane di tutto il mondo, è importante conoscere la quantità e la qualità delle risorse idriche disponibili. Le acque sotterranee sono disponibili in molti paesi, ma spesso non vengono utilizzate o sfruttate sufficientemente a causa della mancanza di conoscenza o di una cattiva gestione. L'approvvigionamento di acqua potabile in Danimarca si basa interamente sulle

acque sotterranee, che sono una fonte sostenibile e di alta qualità poiché sono meno suscettibili ai cambiamenti a breve termine dei regimi delle precipitazioni rispetto alle acque superficiali. Ciò ha portato all'attuazione di programmi intensivi di mappatura, monitoraggio e protezione delle acque sotterranee. La Danimarca è un paese abbastanza densamente popolato con attività agricole molto intensive. Ciò causa una serie di sfide in termini di contaminazione delle falde acquifere ed eutrofizzazione. Una sfida emergente è il tentativo di trovare un'ampia gamma di pesticidi sia noti che nuovi nelle acque sotterranee. Ciò conferma la necessità sia di un solido sistema di monitoraggio sia di sviluppare competenze per la gestione dei pesticidi, che è quindi un'area di grande interesse. Allo stesso tempo, gli sforzi a lungo termine con campagne informative mirate hanno creato una forte consapevolezza sull'origine dell'acqua potabile danese. Ciò rafforza la volontà nazionale di proteggere questa preziosa fonte d'acqua.

**Garantire acqua potabile di alta qualità con una bassa impronta di carbonio**

Le varie misure di protezione in Danimarca hanno portato ad un'elevata qualità delle acque sotterranee, che consente la produzione e la distribuzione di acqua potabile senza la necessità di disinfezione. Le acque sotterranee sono trattate



mediante aerazione, seguita da filtrazione rapida a sabbia singola o doppia, che comprende una serie di complessi processi microbici in grado di rimuovere contaminanti come i pesticidi. Il settore idrico ha un ruolo importante da svolgere nella riduzione delle emissioni di carbonio a livello globale. I filtri biologici rapidi a sabbia – che sono stati utilizzati, perfezionati e ottimizzati in Danimarca per decenni – stanno ora ricevendo una maggiore consapevolezza a livello internazionale anche grazie alla loro bassa impronta di carbonio. Per mantenere un'elevata qualità dell'acqua dal pozzo al rubinetto, il sistema deve essere ben mantenuto e costruito con materiali di alta qualità. A sostegno di ciò, è utile un sistema di supporto alla gestione come i "Piani di sicurezza dell'acqua" (DDS), che tutti i principali servizi idrici in Danimarca sono tenuti a utilizzare.

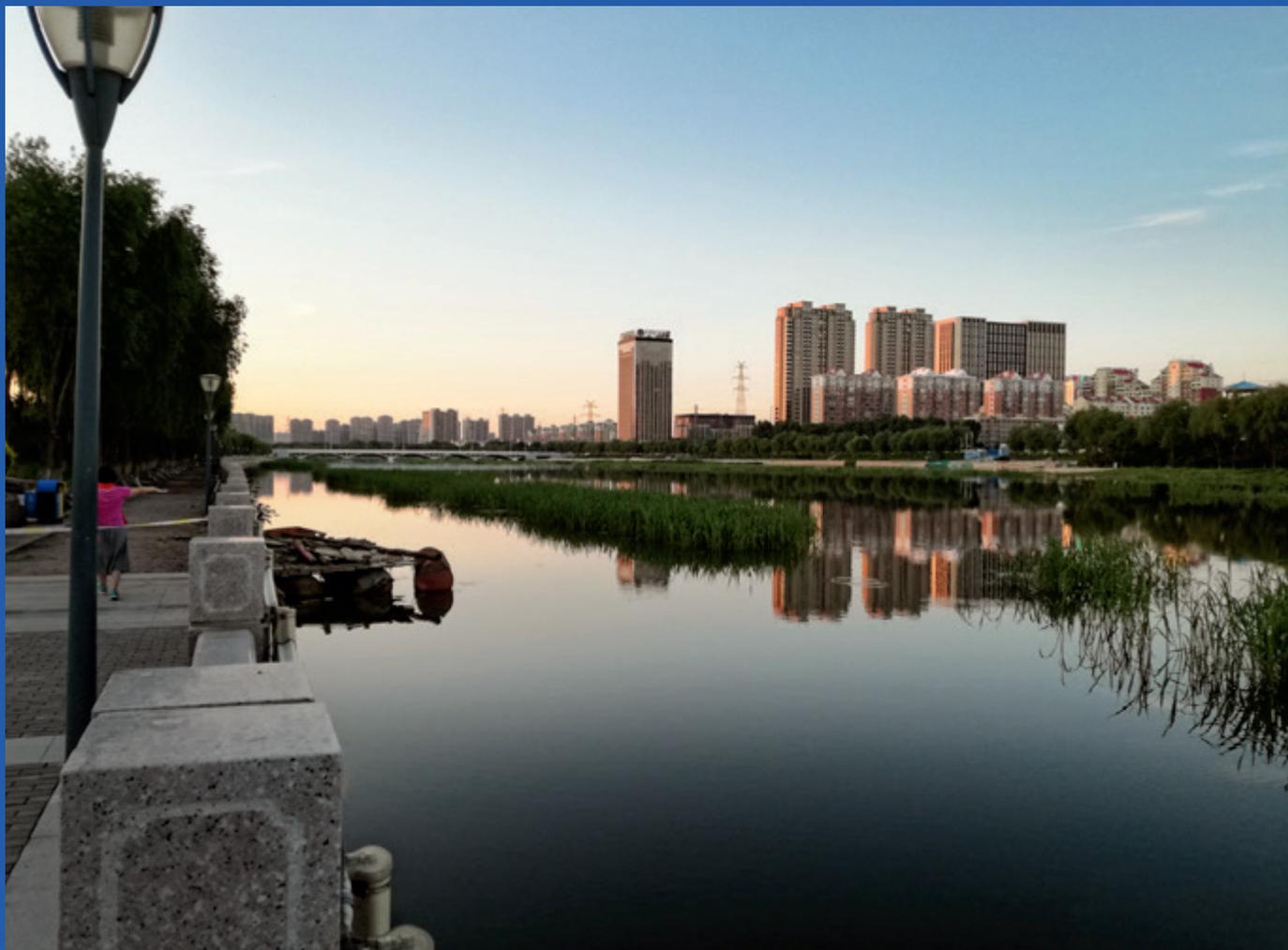
#### **Ridurre la perdita d'acqua urbana per soddisfare la domanda futura**

Un mezzo importante per soddisfare la crescente domanda di acqua potabile nelle città è ridurre la perdita di acqua urbana e l'acqua NRW. Oggi, il 25-50% di tutta l'acqua distribuita nel mondo viene persa o non viene mai fatturata. Ciò rappresenta sia una minaccia per l'ambiente – soprattutto nelle aree con elevata scarsità d'acqua – sia una minaccia per la sostenibilità finanziaria dei servizi idrici a causa delle

perdite di entrate e dei costi operativi inutilmente elevati. In Danimarca, la cooperazione pubblico-privata ha portato a tecnologie idriche avanzate non legate alle entrate, come contatori intelligenti, valvole, pompe e tubazioni, nonché strumenti e metodi per la pianificazione, il monitoraggio e la gestione delle perdite idriche. Insieme ad un incentivo economico per i servizi idrici affinché riducano la perdita d'acqua a meno del 10%, il paese ha raggiunto uno dei livelli più bassi al mondo di NRW con una media nazionale costante di appena il 6-8%.

#### **Perseguire una maggiore efficienza attraverso dati, digitalizzazione e innovazione**

Le società danesi di servizi idrici operano con un elevato livello di trasparenza e le informazioni sia sui prezzi dell'acqua che sulla qualità dell'acqua sono accessibili al pubblico. Questa trasparenza è migrata nello sviluppo di database avanzati sull'acqua potabile con informazioni su ad es. la qualità dell'acqua, dati operativi giornalieri, sistemi di distribuzione, ecc. La disponibilità dei dati stimola miglioramenti dell'efficienza attraverso una maggiore digitalizzazione, l'apprendimento automatico e il processo decisionale basato sui dati. Inoltre, uno scambio rapido ed efficiente di dati apre la strada ai partenariati pubblico-privati in materia di innovazione.



## Riduzione della perdita d'acqua urbana a Changchun, Cina

Ridurre la perdita di acqua potabile è una priorità nazionale in Cina, dove il governo centrale ha imposto alle città di mantenere i livelli NRW ad al massimo il 12%. A Changchun, nella provincia di Jilin, il Changchun Water Group (CWG) si impegna a raggiungere questo obiettivo. Nel 2017, il CWG ha quindi avviato una collaborazione con la sua città gemella danese, Hjørring, e una serie di aziende danesi. Per documentare il livello originale di perdita d'acqua, è stata installata un'apparecchiatura di monitoraggio online e sono state effettuate misurazioni digitali del flusso e della pressione per un periodo di 11 mesi in due delle aree di approvvigionamento del CWG. Ciò ha documentato un livello totale della NRW fino al 35% con perdite commerciali pari a circa il 15% e perdite fisiche tenendo conto del resto. Per ridurre questo livello, si prevede l'applicazione di una serie di soluzioni tecnologiche e di servizi – ben documentate nel contesto danese. Ridurre la NRW al 12% porterebbe ad una creazione di valore annuale di circa 20 milioni di euro. Sulla base dell'esperienza dei due siti dimostrativi, l'investimento in servizi e soluzioni tecnologiche NRW avrebbe un ritorno dell'investimento di circa 3 anni.

### PER GENTILE CONCESSIONE:

Hjørring Water, Krüger-Veolia, AVK,  
Kamstrup, Grundfos, Leif Koch e DANVA



## I contatori intelligenti consentono di risparmiare 4 milioni di litri di acqua potabile in un'area con scarsità d'acqua, Saldanha Bay, Sud Africa

Saldanha Bay si trova in una zona povera d'acqua del Sud Africa, a nord di Città del Capo. Nel corso del 2017, la regione ha dovuto affrontare una delle peggiori siccità della sua storia. Il comune sapeva che era necessario iniziare a risparmiare e gestire le risorse idriche in modo diverso per garantire la sostenibilità della fornitura alla comunità. Oltre alle severe restrizioni idriche, il comune ha deciso di investire in una soluzione di misurazione intelligente dell'acqua con dati in tempo reale per ridurre la perdita d'acqua. Il progetto è iniziato nel 2017 con un progetto pilota a Vredenburg dove è stata installata una rete fissa con un concentratore installato insieme a 2.558 contatori. Oggi, l'azienda viene avvisata dagli allarmi dei contatori ogni volta che si verificano perdite o rotture nella rete di distribuzione. Nei primi 30 giorni di attività, sono stati identificati e risolti 317 allarmi entro poche ore dal verificarsi. Il monitoraggio in tempo reale dei consumi e dei bilanci idrici ha comportato un calo immediato delle perdite idriche del comune: finora sono stati risparmiati più di 4 milioni di litri. Dopo il successo del progetto pilota, nei prossimi anni verranno installati 30.000 contatori intelligenti.

PER GENTILE CONCESSIONE:

Kamstrup Spa

CAPITOLO 3

# Gestione delle acque temporali per resilienti e vivibili città

Creare città resilienti e vivibili attraverso la gestione delle acque piovane e dei nubifragi

**Mentre il clima cambia e il numero e la frequenza dei nubifragi e di altri eventi meteorologici estremi aumentano, così aumenta anche la necessità di soluzioni intelligenti e multifunzionali per la gestione delle acque piovane che riescano a proteggere la città e fornire molteplici benefici collaterali.**

## **Principi generali delle infrastrutture idriche nella città vivibile**

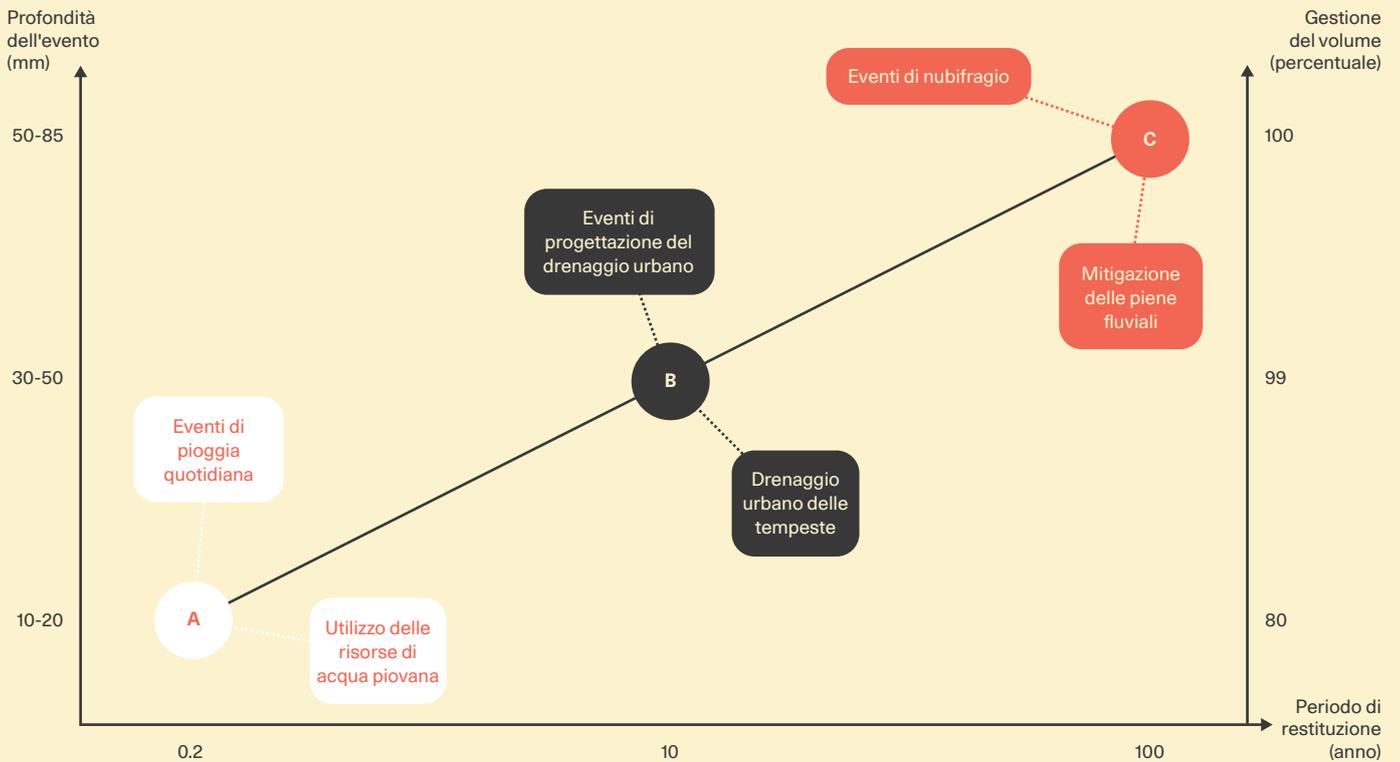
La gestione dell'acqua in una città vivibile dipende dalle infrastrutture idrauliche sia sotto che sopra la superficie. Molti professionisti diversi influenzano quindi i processi di pianificazione e progettazione relativi alla gestione delle acque piovane, e le decisioni vengono spesso prese tenendo conto di tre considerazioni principali (come illustrato nella figura L'approccio in tre punti): (A) utilizzo delle risorse di acqua piovana considerando gli "eventi di pioggia quotidiani", (B) urbano drenaggio delle tempeste considerando gli "eventi di progettazione" e (C) mitigazione delle inondazioni pluviali

considerando gli "eventi di nubifragio". Gli acquazzoni sono eventi di pioggia intensa e di breve durata che superano la capacità del sistema fognario sotterraneo e possono causare inondazioni improvvise e interruzione delle funzioni vitali della città. Le soluzioni si basano su una combinazione di processi; stoccaggio, evapotraspirazione, infiltrazione, trasporto (convogliamento) e purificazione.

## **Gestione delle acque piovane: pioggia quotidiana ed eventi di progettazione**

Durante gli eventi piovosi quotidiani e i temporali in Danimarca, il deflusso viene tradizionalmente raccolto, trasportato e ritardato in reti di condotte sotterranee (fognature combinate o separate). Questi vengono ora sempre più integrati dalle Nature Based Solutions (NBS) in superficie, che forniscono valore aggiunto e sono combinati con i tradizionali sistemi fognari per creare soluzioni idriche intelligenti, le quali contribuiscono anche a creare spazi urbani più attraenti per i cittadini locali.

## L'approccio in tre punti



Individuare tre ambiti principali in cui hanno luogo le decisioni relative alla gestione delle acque piovane.

Sørup, H.J.D, Lerer, S.M., Arnbjerg-Nielsen, K., Mikkelsen, P.S. e Rygaard, M. (2016). Efficienza delle misure di controllo dell'acqua piovana in condizioni variabili: Quantificazione dell'approccio dei tre punti (3PA).

### Gestione nubifragi

Spesso è necessaria una combinazione di soluzioni per preparare le città ad eventi meteorologici estremi come i nubifragi. A seconda delle condizioni locali, questi possono variare da tunnel sotterranei e bacini di detenzione fino agli spazi urbani per la detenzione in superficie. A seguito di un grave evento di nubifragio nel 2011, la città di Copenaghen ha adottato un piano completo di gestione degli nubifragi nel 2012. Il piano suggerisce una combinazione di soluzioni che proteggeranno Copenaghen e che, allo stesso tempo, renderanno la città un luogo più attraente in cui vivere. Secondo i calcoli dietro il piano, i volumi d'acqua derivanti dai nubifragi sono così massicci che nessuna capacità di stoccaggio esistente a Copenaghen (ad esempio spazi verdi, parcheggi o simili) sarebbe abbastanza grande da contenere l'acqua. Durante gli eventi di nubifragio, la maggior parte delle precipitazioni dovrà quindi essere trasportata al porto mentre solo una piccola parte verrà convogliata verso aree verdi esistenti o verso le Nature Based Solutions. Il piano

suggerisce misure come canali di emergenza per le piene, costruzione di canali e tunnel riservati alle acque piovane come mezzo per ridurre i danni in città e i costi di gestione delle acque piovane.

### Il contributo della gestione delle acque piovane alla trasformazione urbana e all'aumento della vivibilità

La scelta delle aree idonee adibite allo stoccaggio delle acque piovane e di deflusso delle acque meteoriche deve avvenire in concomitanza con la pianificazione urbanistica di dettaglio delle varie zone della città e nel rispetto degli interessi storici, culturali ed estetici. Quando si creano infrastrutture idriche in una città vivibile, i "Principi per città acquatiche sagge" dell'IWA possono essere applicati per garantire che l'acqua sia integrata nella pianificazione urbana e nella progettazione urbana per fornire maggiore resilienza ai cambiamenti climatici, efficienza, vivibilità e senso del luogo per le comunità urbane. Questa trasformazione è già ben avviata a Copenaghen e in molte altre città danesi.



## L'adattamento climatico aggiorna un parco tradizionale, Frederiksberg, Danimarca

A seguito delle gravi inondazioni provocate da un nubifragio nel luglio 2011, il comune di Frederiksberg, a Copenaghen, ha deciso di utilizzare soluzioni urbane verdi per immagazzinare l'acqua piovana come parte del piano di adattamento climatico del comune. Il Lindevang Park è un progetto di adattamento climatico che immagazzina l'acqua piovana, aumenta il valore ricreativo per i visitatori del parco e contribuisce a creare un ambiente urbano accogliente e sicuro. Un fossato raccoglie le acque di un'area di 12.000 m<sup>2</sup> e, insieme ad un bacino superficiale nel parco, forma un deposito di 1.850 m<sup>3</sup>. Il fossato è piantumato con meli e ribes nero per formare un frutteto pubblico. Ciò ha ridotto le aree di occultamento e migliorato la visibilità, offrendo ai visitatori una sensazione di sicurezza. Appena fuori dal parco, una piazza è stata trasformata per immagazzinare 200 m<sup>3</sup> di acqua piovana in superficie con un iconico muro di cemento lungo 80 metri a forma di spirale di Fibonacci il quale consente alle scuole vicine di fare esercizi di matematica. Sulla parte superiore del muro di cemento l'acqua scorre attraverso un canale dove i bambini possono giocare. Inoltre l'acqua annulla il rumore del traffico a beneficio dei visitatori che utilizzano la piazza per gustare cibi e bevande.

### PER GENTILE CONCESSIONE:

Comune di Frederiksberg, Frederiksberg  
Forsyning, Realdania, Ma-rianne Levin-  
sen - Architetto paesaggista e NIRAS



## Progetti del Grand Cloudburst Tunnel (I Progetti del Grande Tunnel del Nubifragio) nel sottosuolo calcareo di Copenhagen, Danimarca

Due nuove "autostrade per le acque piovane" sono in costruzione nella metropolitana di Copenhagen. Nell'ambito di un piano di gestione degli nubifragi per la capitale danese con un finanziamento di circa 1,47 miliardi di euro, le società di servizi HOFOR e Frederiksberg Forsyning hanno avviato due progetti su larga scala di tunnel anti-nuvolamento. I due tunnel indipendenti verranno perforati a una profondità di 12-20 metri sotto il livello del mare attraverso il sottosuolo calcareo sotto i quartieri urbani di Valby e Vesterbro. I tunnel avranno un diametro massimo di tre metri e lo scopo principale è quello di preparare la città a rari eventi piovosi estremi. Durante tali nubifragi, i tunnel condurranno l'acqua piovana lontano dai quartieri urbani e residenziali per poi scaricarla nel porto di Copenhagen. Allo stesso tempo, i due tunnel contribuiranno anche a drenare la crescente quantità di pioggia quotidiana prevista a causa dei cambiamenti climatici. Un team internazionale di consulenti aiuterà a realizzare questi progetti altamente complicati.

### PER GENTILE CONCESSIONE:

HOFOR – Greater Copenhagen Utility,  
Frederiksberg Forsyning, NI-RAS, GEO,  
Babeng e Jacobs

## CAPITOLO 4

# Creare città resilienti e vivibili con soluzioni basate sulla natura

L'adattamento ad un clima che cambia con eventi piovosi più frequenti e più intensi rappresenta anche un'opportunità per ripensare lo sviluppo urbano e ottenere maggiore valore dagli investimenti. Mantenendo una visione olistica, l'incorporazione di varie soluzioni basate sulla natura può contribuire a creare spazi urbani più verdi e piacevoli con ulteriori vantaggi per i residenti della città.

Solo pochi decenni fa, la maggior parte delle città danesi consideravano l'acqua piovana come qualcosa da smaltire e nascondere nelle fogne, non come una risorsa preziosa cosa che in realtà è. Oggi la situazione è ben diversa, poiché l'acqua è ormai riconosciuta come un bene da un enorme potenziale per migliorare la vita quotidiana degli abitanti delle città. Ciò rende anche più facile giustificare al pubblico gli investimenti in progetti di adattamento ai cambiamenti climatici. Sebbene la scelta di un approccio integrato possa essere inizialmente più complessa, poiché implica un'ampia gamma di strategie ambientali, economiche e sociali, spesso è più conveniente dal punto di vista sociale complessivo.

## Creare la città vivibile

Sebbene non esista una definizione globale di ciò che rende una città "vivibile", varie classifiche internazionali delle città più vivibili del mondo in genere considerano fattori legati a dimensioni quali sicurezza, assistenza sanitaria, risorse economiche ed educative, infrastrutture, cultura e ambiente. Le migliori città riescono a creare sinergie tra queste dimensioni. Quando le soluzioni basate sulla natura (NbS) sono progettate correttamente, possono svolgere molteplici funzioni oltre la gestione dell'acqua piovana e quindi svolgere un ruolo chiave nella creazione di "città vivibili". Ciò è anche

in linea con dei principi dei "Water-Wise Cities" (Città sagge in materia di acqua) dell'International Water Association che, tra le altre cose, si concentrano su una progettazione urbana sensibile all'acqua che non solo riduce il rischio di inondazioni, ma migliora anche la vivibilità attraverso la presenza di "acqua visibile" nella progettazione urbana.

La chiave è la pianificazione a lungo termine, poiché molti progetti sono pensati per durare decenni, o anche di più. Nel decidere quali progetti implementare, gli urbanisti e gli altri che prendono decisioni devono considerare che tipo di città vogliono avere tra cinquant'anni, poiché le decisioni prese oggi avranno un impatto significativo sulla struttura urbana della città per anni a venire. Allo stesso tempo, si sta cominciando a capire che il servizio esistente, basato sui consigli degli esperti, e il ruolo passivo del cittadino non sono più sufficienti. Sono quindi necessari un'ampia collaborazione e un ampio coinvolgimento delle parti interessate. Quando si creano città vivibili, è necessario affrontare tre sfide consecutive:

- **Come, nella pratica, possiamo creare società resilienti al clima e utilizzare il potenziale per rafforzare la trasformazione sostenibile delle aree urbane e rurali?**



- **Come sviluppare nuove forme di interazione con i cittadini?**
- **Come possiamo lavorare in modo innovativo con l'adattamento climatico e sviluppare nuove competenze professionali e approcci alla pianificazione?**

Stimando il valore economico delle NbS pensando ai molteplici usi dell'acqua piovana, è possibile creare sinergie dagli investimenti. In molti casi, le soluzioni di superficie con molteplici funzioni sono in realtà più economiche grazie ai minori costi di costruzione. Tuttavia, attribuire un valore economico a soluzioni ecologiche o con un duplice scopo - e agli effetti di ricaduta positivi che ne derivano - rispetto ai bacini tradizionali o alle espansioni del sistema fognario può talvolta essere difficile.

In Danimarca non esistono linee guida nazionali per calcolare i benefici e i valori aggiunti delle soluzioni green che coinvolgono elementi NbS con funzioni multiuso. Tuttavia, a questo scopo sono stati sviluppati due diversi strumenti. Il primo strumento è un metodo per confrontare le spese per la realizzazione di soluzioni "grigie" e "verdi". I calcoli di questo metodo includono i vari tipi di costi (come pianifica-

zione del progetto, lavori di costruzione, manutenzione ecc.), la frequenza di ciascun costo, chi è il sostenitore dei costi e se esistono rischi associati. Infine, questi calcoli tengono conto anche di parametri quali la durabilità della soluzione, gli effetti ambientali, gli aspetti estetici e ricreativi, nonché le possibili sinergie con altri progetti di costruzione previsti.

Il secondo strumento si chiama "SPLASH" (in danese: PLASK) ed è stato reso disponibile gratuitamente dall'Agenzia Danese per la Protezione Ambientale per aiutare a calcolare le conseguenze socioeconomiche di specifiche misure di adattamento climatico in un'area locale. SPLASH calcola l'entità degli investimenti necessari per proteggersi da un determinato evento piovoso e rivela i vantaggi economici derivanti da ciascuna azione suggerita su una base a lungo termine (ad esempio, la riduzione dei costi dei danni provocati dalle inondazioni). È incluso anche il valore degli effetti di ricaduta positivi, come ad esempio l'aumento delle aree verdi, la riduzione del consumo di acqua e l'aumento dell'assorbimento di CO<sub>2</sub>, ecc. Entrambi gli strumenti sono disponibili online (solo in danese) e possono essere utilizzati dai gestori idrici urbani danesi per aiutarli a pianificare e stabilire le priorità dei propri sforzi.



# Il primo quartiere resiliente al clima di Copenaghen

Dal 2013 un quartiere di Copenaghen sta subendo una trasformazione per diventare più resiliente agli effetti dei cambiamenti climatici, come le forti e abbondanti precipitazioni. Una volta completata, la trasformazione si tradurrà anche in spazi urbani verdi e belli di cui potranno godere i residenti locali.

## I principi

A differenza della maggior parte di Copenaghen, il quartiere di Skt. Kjelds, nella parte nord-orientale della città, è situato su un pendio che inclina verso il porto. Pertanto, lo scopo principale è quello di trattenere le acque superficiali della zona e di infiltrare quanta più acqua piovana possibile nelle falde acquifere. La capacità di stoccaggio viene utilizzata durante forti piogge e nubifragi. Durante i nubifragi, l'acqua in eccesso viene trasportata lontano dal quartiere verso luoghi dove il rischio di danni è ridotto al minimo. L'obiettivo generale del quartiere è quello di disporre di soluzioni di superficie flessibili in grado di gestire le precipitazioni giornaliere a livello locale. Durante i nubifragi, le soluzioni di superficie vengono combinate con un convenzionale sistema fognario per l'acqua piovana, garantendo un trasporto controllato dell'acqua piovana al porto più vicino.

## Taasinge Plads

La trasformazione di Taasinge Plads è stata completata nel 2014. L'area è ora un parco tascabile verde che dimostra come gestire tre diversi tipi di acque di superficie: Acqua piovana dai tetti, che viene utilizzata per uso ricreativo e ludico, acqua piovana da aree senza traffico, che vengono utilizzate per l'infiltrazione locale e, infine, l'acqua di superficie proveniente dalle strade, che viene infiltrata attraverso mezzi filtranti. Poiché in inverno il sale viene utilizzato per controllare il ghiaccio, l'acqua della strada non si filtra nelle falde acquifere, ma viene trasportata al porto. Durante i nubifragi viene utilizzata una capacità di stoccaggio aperta integrata che funziona come un elemento blu (in inglese: blue element) nel parco tascabile.

## Bryggervangen e Sct. Kjelds Plads

Bryggervangen e Sct. Kjelds Plads è stata terminata nel 2019 ed è un lungo tratto di strada (34.900 m<sup>2</sup> e una rotatoria), dove spazi verdi, natura urbana e soluzioni idriche superficiali collegate hanno sostituito asfalto e marciapiedi. La natura urbana applicata si ispira ai caratteristici biotopi umidi/secchi trovati a Copenaghen e utilizza i loro processi in modo razionale per trattare e trattenere l'acqua piovana. L'acqua della superficie proveniente dalle strade viene gestita tramite soluzioni di primo scarico, che dirigono il deflusso superficiale iniziale inquinato (primo scarico), derivante da forti piogge, al sistema fognario esistente, mentre il "secondo scarico", più pulito, è diretto alla superficie verde soluzioni acquose. Questo può essere disattivato in inverno per evitare l'intrusione di sale nelle aree verdi. Entrambi i progetti saranno collegati al resto del sistema olistico del nubifragio, che prosciugherà questa specifica zona di Copenaghen.

## PER GENTILE CONCESSIONE:

Città di Copenaghen e HOFOR - Greater Copenhagen Water Utility. Consulenti di progettazione strategica per il master plan dell'area: THIRD NATURE. Consulenti per Taasinge Plads: LYTT Architecture e WSP. Consulenti per Bryggervangen & Sct. Kjelds Plads : SLA e NIRAS

## LOCATION

Copenaghen

## CAPITOLO 5

# Gestire l'acqua piovana con soluzioni basate sulla natura

Le soluzioni basate sulla natura costituiscono lo strumento per l'adattamento ai cambiamenti climatici e l'aumento della biodiversità urbana, sostenendo un triplice obiettivo: pianeta, profitto e persone, dove l'obiettivo principale è aumentare la resilienza urbana.

Le soluzioni basate sulla natura (NbS) sono misure che racchiudono la nozione di acqua come risorsa. A volte, le NbS sono la gestione dell'acqua piovana, ispirata ai metodi della natura come la pavimentazione permeabile e lo stoccaggio sotterraneo; altre volte la soluzione sono elementi basati sulla natura che sostengono la biodiversità.

## **Togliere la pressione al sistema fognario tradizionale**

A causa della grande quantità di superfici impermeabili presenti nelle città, il deflusso dell'acqua piovana in una città differisce dal modello di deflusso che si verificava prima del processo di urbanizzazione. L'etogramma sottostante rivela che l'urbanizzazione ha un impatto. Il deflusso da una città coperta da pavimentazione impermeabile si tradurrà in un deflusso rapido ed elevato. Poiché i deflussi provenienti da diversi bacini idrografici arrivano contemporaneamente negli stessi punti delle fognature, creano strozzature, aumentando il rischio di inondazioni. Considerando le NbS come un'estensione del sistema fognario tradizionale, lo scopo delle NbS è quello di attenuare l'etogramma del deflusso e ridurre la pressione sul sistema fognario. Il deflusso dai bacini idrografici arriverà ai consueti colli di bottiglia in momenti diversi. Ritardando e riducendo il deflusso massimo è possibile ridurre il rischio di inondazioni.

## **Progettare le NbS per gestire diversi tipi di eventi di pioggia**

In Danimarca non esiste una definizione standard su come progettare le NbS. In pratica, la raccomandazione è che ogni volta che si progetta un'NbS, è necessario considerare la pioggia quotidiana, progettare tempeste e nubifragi (come illustrato nel metodo di approccio a 3 punti nel capitolo 3). Spesso i professionisti e le parti interessate tendono a concentrarsi su un tipo di evento piovoso. Tuttavia, in una zona possono verificarsi numerosi problemi legati ai diversi eventi piovosi. È quindi estremamente importante concentrarsi su tutti i tipi di eventi piovosi durante la progettazione delle soluzioni. Le NbS sono particolarmente

efficienti per risolvere le sfide quotidiane legate alla pioggia, e se usate con attenzione, possono contribuire in modo sostanziale a risolvere alcuni dei problemi associati alle forti piogge e alle acque piovane.

## **Testare gli elementi NbS per soddisfare gli standard internazionali**

Quando si sviluppano prodotti nuovi o si utilizzano prodotti di adattamento climatico esistenti, spesso è necessario testare, ottimizzare e documentare il prodotto su vasta scala prima dell'implementazione. Il prodotto potrebbe essere soggetto a uno standard europeo e tenuto a rispettare determinate specifiche. Oppure il produttore potrebbe aver bisogno di documentare il bilancio idrico di un nuovo elemento NbS o la permeabilità di una pavimentazione specifica. La Danimarca ha più di 30 anni di esperienza nel testare componenti tradizionali nei sistemi fognari e oggi è anche possibile testare nuovi prodotti per l'adattamento climatico in un laboratorio certificato, dove i test vengono eseguiti in una configurazione su larga scala, utilizzando fino a 30 litri al secondo. Anche aziende di altri paesi possono utilizzare il laboratorio.

## **Uno strumento per adattarsi al clima che cambia**

Le NbS, se pianificate strategicamente, rappresentano un'alternativa sostenibile – fatta di una struttura di stoccaggio/drenaggio – rispetto alle tradizionali infrastrutture per la pioggia e le acque piovane. Si prevede che strutture più naturali ridurranno drasticamente l'uso di strutture in cemento e tecnologie ad alto consumo energetico. Pertanto, l'integrazione delle NbS nelle aree urbane non solo ha il potenziale di risolvere le sfide del cambiamento climatico, ma anche di soddisfare le esigenze di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, mitigare le isole di calore e aumentare la biodiversità e la salute pubblica attraverso la creazione di ulteriori aree verdi nella città.

# Esempi di elementi tipici di NbS



## Stagni climatici

Per aumentare la biodiversità e garantire una falda freatica permanente, è possibile creare stagni climatici che raccolgano l'acqua piovana direttamente dai pluviali. È possibile progettare la trincea nell'ingresso, in modo che il flusso nell'ingresso sia regolare, anche durante i nubifragi.



## Strade climatiche

L'asfalto permeabile sta diventando sempre più comune. L'acqua piovana si infiltra attraverso la superficie e gli strati portanti sottostanti, garantendo così il trasporto dell'acqua attraverso tutta la scatola stradale.



## Fossati

Un fossato è uno stretto canale scavato nel terreno, tipicamente utilizzato per il drenaggio lungo una strada o al bordo di un campo.



## Tetti e pareti verdi

I tetti/muri verdi sono tetti ricoperti da un sistema multistrato composto da: mezzo di crescita, strato drenante e membrana impermeabile che ritarda il deflusso. Il grado di ritardo e di riduzione del volume aumenta con lo spessore del mezzo di crescita. I tetti/muri verdi isolano le strutture dal calore e possono fornire un habitat per alcuni insetti e uccelli. L'acqua trattenuta evapora.



## Infiltrazione dalla superficie

L'infiltrazione dalla superficie avviene scollegando i pluviali e scaricando l'acqua piovana sulla superficie permeabile.



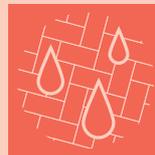
## Incroci irlandesi (in inglese: Irish crossings)

Utilizzando gli incroci irlandesi, l'acqua piovana è in grado di attraversare una strada, quando ciò è necessario. La trincea ha la forma di una pre-immersione nell'asfalto stesso.



## Sistemi di drenaggio lineare

L'utilizzo di sistemi di drenaggio lineari consente di trasportare l'acqua piovana visibile appena sotto la strada. I sistemi di drenaggio lineare possono sopportare traffico pesante. Può anche essere sotto forma di griglie di scarico in acciaio in un viale o griglie di scarico in cemento lungo un'autostrada.



## Pavimentazione permeabile

La pavimentazione permeabile fornisce una superficie orizzontale adatta per camminare o guidare con un carico di traffico (pesante), ma consente anche l'infiltrazione dell'acqua piovana. La capacità d'infiltrazione della pavimentazione permeabile dipende dalla progettazione e dalla capacità idraulica degli strati portanti sottostanti.



## Giardini di pioggia

Un giardino di pioggia è un approfondimento nel terreno progettato per ricevere, immagazzinare e filtrare il deflusso da tetti o superfici ed è progettato anche come un'area appositamente piantumata con piante selezionate in grado di far fronte a condizioni asciutte e umide.



## Fossa d'immersione o d'infiltrazione

Una fossa d'immersione (pozzo asciutto, pozzo d'infiltrazione) è una fossa nel terreno, stabilizzata con un materiale poroso. Avvolta in geotessile e ricoperta di terriccio e vegetazione. Una trincea d'infiltrazione è una fossa con la forma geometrica di una trincea, ad esempio larga 60 cm, profonda 1 metro e lunga diversi metri.



## Swales

Uno swale (i fossi livellari che fungono da bacini, nota del trattore) è un giardino di pioggia posto sul lato di una strada, con un pozzo sottostante. In genere, lo swale funge anche da "inibitore" trafficale.



## Trincee

Le trincee vengono utilizzate per il trasporto dell'acqua fuori terra in luoghi in cui le trincee aperte non creano disagio agli utenti della strada. Le trincee possono essere un elemento ricreativo in un paesaggio urbano.



## Sottodrenaggi

Una soluzione NBS trascurata è il sottodrenaggio. Combinata con tutti gli altri elementi NbS, i sottodrenaggi contribuiscono a distribuire l'acqua piovana dentro o fuori dalle NbS, ottimizzando il tasso d'infiltrazione dalle NbS o garantendo un'area di infiltrazione molto più ampia.



## Miscela delle NbS

Tutte le NbS sopra menzionate possono essere combinate in molti modi diversi. Pavimentazioni permeabili, sistemi di drenaggio lineare, giardini di pioggia nonché sottodrenaggi sono tutti pezzi di un puzzle più ampio, che contribuiscono tutti all'infrastruttura idrica per l'adattamento climatico.



# Adattamento climatico e sostenibilità sociale

Un rinnovamento radicale da parte della BOGL ha trasformato il parco comunitario Remisepark da un'area antisociale ad una destinazione. Il progetto faceva parte di una più ampia trasformazione locale volta a migliorare la sicurezza del complesso di edilizia sociale circostante e proteggere l'area dalle inondazioni. Remisepark risolve le sfide sociali e climatiche attraverso un'architettura del paesaggio. La trasformazione ha affrontato il senso di sicurezza dei residenti locali, adattando allo stesso tempo lo spazio per resistere alle crescenti pressioni delle inondazioni e migliorare la biodiversità locale. Il progetto collega diverse aree e attività del parco, valorizzandone al tempo stesso le qualità esistenti. Un percorso serpeggiante collega le diverse sezioni rispettando l'impronta degli alberi esistenti. I bordi esterni del percorso forniscono una guida per i non vedenti e una migliore illuminazione ha reso il parco più sicuro. Una foresta di ontani e un wadi (la parola wadi è usata principalmente per descrivere valli, ruscelli e letti di fiumi asciutti nel Medio Oriente e nel Nord Africa, NdT) appena piantati raccolgono e convogliano l'acqua piovana, e ponti pedonali rialzati rendono l'area accessibile anche in caso di allagamento. Il Remisepark ha combinato con successo un gran numero di funzioni senza rimuovere gli spazi esistenti tanto amati. Il parco ha creato una nuova narrativa e un senso di orgoglio locale, come spazio per la costruzione di comunità, attività fisica ed esperienze nella natura in un'area altrimenti densamente edificata.

## PER GENTILE CONCESSIONE:

Ramboll, SNE Architects, Victor Ash, Beatrice Hansson, BOGL

## LOCATION

Copenhagen, Denmark

Scopri di più sulle soluzioni idriche danesi,  
trova altri casi da tutto il mondo e connettiti  
con gli esperti idrici danesi su:

**[stateofgreen.com](http://stateofgreen.com)**

---

STATE OF GREEN È UNA PARTNERSHIP PUBBLICO-PRIVATA SENZA SCOPO DI LUCRO FONDATA DA:

