



ABACO DEGLI INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE



Il volume è l'esito della seguente attività di ricerca e collaborazione di carattere scientifico:

RICERCHE SULL'APPLICAZIONE DI NATURE BASED SOLUTIONS NELL'AMBITO DI MISURE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Accordo attuativo dell'Accordo quadro ex Art. 15 L. 241/1990 tra Città metropolitana di Torino (Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale) e il Politecnico di Torino (Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio - DIST) per lo svolgimento di attività di ricerca e collaborazione di carattere scientifico. Settembre 2023-Dicembre 2024.

Gruppo di ricerca:

- Politecnico di Torino: Claudia Cassatella (Responsabile scientifico. Coordinamento);
Idrologia territoriale: Stefano Ferrari, contributi di Stefano Ferraris;
Estimo e valutazione: Marta Bottero, Caterina Caprioli, Sebastiano Barbieri, Arianna Erbetta;
Pianificazione ambientale: Claudia Cassatella, Enrico Gottero, Arianna Erbetta.
- Città Metropolitana di Torino: Claudio Coffano, Luciana D'Errico, Gianna Betta con la collaborazione del gruppo Riqualificazioni e Compensazioni ambientali.

Il lavoro presentato in questo documento si basa anche sugli esiti di precedenti attività svolte in collaborazione tra i due enti, alle quali hanno contribuito anche, per il Politecnico di Torino Federica Bonavero e Giulia Datola.

Grafica: Shushanik Ovakimian

15 Maggio 2025

DOI: 10.5281/zenodo.15462901

PRESENTAZIONE

Negli ultimi anni la Città Metropolitana di Torino ha avviato un rapporto di collaborazione scientifica con il Politecnico di Torino, Dipartimento Interateneo di Scienze Progetto e Politiche del territorio, con lo scopo di creare sinergia fra mondo istituzionale e mondo scientifico ed in particolare per approfondire alcuni aspetti tecnici legati alle procedure autorizzatorie ambientali integrate e complesse in capo alla CMTO.

Tale attività si è concretizzata nella stipulazione di un “Accordo quadro ai sensi dell’art. 16 L. 241/1990 per lo svolgimento di attività di ricerca e collaborazione di carattere scientifico nei processi di pianificazione territoriale ed ambientale e le attività di Valutazione di Impatto Ambientale tra la Città Metropolitana di Torino ed il Politecnico di Torino” cui hanno fatto seguito vari accordi attuativi che hanno sviluppato tematiche legate agli aspetti più tecnici e pianificatori nell’ambito delle istruttorie di Valutazione Impatto Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica di competenza della Funzione Specializzata VAS e VIA all’Interno del Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale e sono stati condotti sempre attraverso il supporto e la collaborazione del Gruppo Riqualficazioni e Compensazioni Ambientali appositamente costituito all’interno dell’Ente.

Ed è in tale contesto che si colloca il lavoro sull’Abaco che qui viene presentato, che si inserisce in particolare nell’ambito degli studi e approfondimenti sul tema delle Nature Based Solutions e delle misure di compensazione ambientale e in particolare sugli strumenti operativi che potrebbero costituire uno spunto sia in sede di istruttoria interna sia come riferimento generale per enti o progettisti, per definire un ventaglio di tipologie di interventi che possono effettivamente rientrare in ambito di “compensazione ambientale”, o “riqualificazione ambientale” con la relativa descrizione tecnica.

Fermo restando che le valutazioni ambientali (VIA e VAS) sono uno strumento flessibile, in continua evoluzione e capace di adattarsi e variare con il mutare delle problematiche, delle tensioni sociali economiche ed ambientali proprie di un determinato momento storico, per diretta conseguenza anche gli interventi compensativi ambientali o quelli di riqualificazione delineati nell’Abaco sicuramente costituiranno uno strumento implementabile ed in continuo aggiornamento. Ma certamente tale ABACO rappresenta, allo stato attuale, il risultato di un attento lavoro di collaborazione e di scambio di studi e approfondimenti scientifici condotti con il Politecnico (DIST) e gli uffici di CMTO, nell’ambito delle istruttorie realmente poste in essere nei processi autorizzatori in capo alla Città Metropolitana, che proprio per gli elementi territoriali morfologici ma anche amministrativi che la caratterizzano, nonché con il numero elevato di Comuni e di conseguenza di procedimenti integrati e complessi che in materia ambientale si trova ad affrontare e a coordinare ordinariamente, ha potuto fornire un buon punto di partenza e di osservazione rispetto all’analisi tecnica condotta dal Politecnico.

L'Abaco delle Compensazioni Ambientali è uno strumento tecnico-operativo a supporto dei processi di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), sviluppato dalla Città Metropolitana di Torino in coerenza con il Catalogo degli Interventi di Riquilificazione e Compensazione Ambientale (CIRCA).

L'Abaco fornisce esempi, criteri, metodi e riferimenti progettuali per facilitare l'identificazione e la selezione di misure di compensazione ambientale efficaci, proporzionate e contestualmente appropriate. L'Abaco non è un manuale tecnico di progettazione, ma un supporto alla decisione, con l'obiettivo di allineare gli interventi alle strategie di sostenibilità e pianificazione territoriale. Gli interventi proposti dall'Abaco fanno riferimento alle Soluzioni Basate sulla Natura (Nature-Based Solutions – NBS).

La Parte I definisce l'impianto metodologico dell'Abaco, con una classificazione delle NBS suddivise in categorie tematiche e operative in funzione delle priorità ambientali e territoriali.

La Parte II fornisce una selezione di interventi esemplificativi strutturati in Schede tecniche, complete di descrizione, obiettivi, immagini di realizzazioni, fonti bibliografiche e stime dei costi.

OBIETTIVO: Lo scopo del manuale è supportare gli attori coinvolti nella gestione del territorio, le amministrazioni pubbliche e i progettisti, offrendo un quadro di riferimento condiviso, replicabile e aggiornabile per la compensazione degli impatti ambientali residui.

A CHI È DESTINATO? L'Abaco è destinato alle amministrazioni pubbliche e alle diverse figure professionali coinvolte nel governo del territorio e nella progettazione di interventi che generano impatti ambientali o nella definizione di strategie di riquilificazione ambientale.

PAROLE CHIAVE: Valutazione Ambientale (VAS/VIA); Compensazione Ambientale; Nature-Based Solutions (NBS); Riquilificazione Territoriale; Pianificazione Sostenibile.

INDICE

Presentazione

INTRODUZIONE

- Un supporto alla scelta delle compensazioni ambientali
- Gli obiettivi degli interventi
- La struttura dell'Abaco
- La stima dei costi

PARTE I. CONCETTI E METODI

1. LE NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS)

Il concetto e le definizioni di NBS

Le categorie individuate dall'abaco

Gestione, valutazione e monitoraggio

2. APPROFONDIMENTO: IL DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Concetti, componenti e funzionamento dei sistemi

Caso Studio: un'applicazione dei SUDs

Bibliografia

Allegato 1 - Obiettivi, funzioni e limiti dei SUDs

PARTE II. SCHEDE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

GUIDA ALLA SCELTA DEGLI INTERVENTI

CATEGORIE DI INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE - SOMMARIO

Categoria A – RINATURALIZZAZIONE

- A01. RINATURALIZZAZIONE DEI LAGHI DI CAVA
- A02. RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA
- A03. REALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE ZONE UMIDE
- A04. RINATURALIZZAZIONE AREE DISMESSE

Categoria B - CAMBIAMENTO CLIMATICO E ISOLE DI CALORE

- B01. COPERTURE VERDI
- B02. PARETI VERDI
- B03. VIALI ALBERATI (INTEGRATI A SUDs)
- B04. AREE DI SOSTA VERDI

Categoria C – FORESTAZIONE

- C01. PIANTUMAZIONE DI SIEPI CAMPESTRI
- C02. REALIZZAZIONE DI BOSCHI E FORMAZIONI ARBUSTIVE
- C03. REALIZZAZIONE DI AREE VERDI
- C04. IMPIANTI PER L'ARBORICOLTURA A CICLO MEDIO-LUNGO

**Categoria D – INTERVENTI INTEGRATI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE
(IDROMORFOLOGIA) E CONTRASTO AL DISSESTO IDROGEOLOGICO**

- D01. CREAZIONE DI AREE DI DIVAGAZIONE NATURALE DEI CORSI D'ACQUA
- D02. TERRAZZAMENTI SU VERSANTI COLLINARI
- D03. RICONNESSIONE DELLE LANCHE
- D04. RINATURALIZZAZIONE DEL LETTO DEI FIUMI E DEI CANALI
- D05. INVERDIMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE SPONDE FLUVIALI
- D06. SIEPI ANTIALLUVIONE

Categoria E – MANTENIMENTO E SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ

- E01. REALIZZAZIONE DI PASSAGGI FAUNISTICI
- E02. REALIZZAZIONE SCALE DI RISALITA DELL'ITTIOFAUNA
- E03. CONTENIMENTO DELLE SPECIE ALLOCTONE
- E04. ELEMENTI, SPAZI, MURI VERDI PER GLI IMPOLLINATORI
- E05. PENSILINE, BARRIERE E RECINZIONI VERDI
- E06. PRATI PERMANENTI
- E07. GIARDINI MOBILI

Categoria F - RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

- F01. CAPPING E/O RIPORTO DI TERRENO
- F02. DISINQUINAMENTO DEL SUOLO
- F03. DEMOLIZIONE EDIFICI E MANUFATTI
- F04. COMPOSTAGGIO COMUNITARIO PER ORTI URBANI

Categoria G – INFRASTRUTTURE VERDI

- G01. PIANTUMAZIONE DI SPECIE ARBOREE E FILARI
- G02. REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI
- G03. REALIZZAZIONE DI PERCORSI E CIRCUITI PAESAGGISTICI ATTREZZATI PER LO SPORT E LE ATTIVITÀ RICREATIVE
- G4. ORTI URBANI E GIARDINI COMUNITARI

Categoria H – DRENAGGIO URBANO (SUDS)

- H01. DE-IMPERMEABILIZZAZIONE
- H02. REALIZZAZIONE DI RAIN-GARDENS
- H03. BACINI DI RACCOLTA, RITENZIONE E INFILTRAZIONE
- H04. IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE
- H05. AREE INONDABILI
- H06. RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA E CANALI TOMBATI
- H07. FASCE, CANALI E RUSCELLI PER IL DEFLUSSO
- H08. FASCE, FOSSI, TRINCEE INFILTRANTI
- H09. INVERDIMENTO BINARI DEL TRAM
- H10. RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA
- H11. POZZI PERDENTI O VASCHE DI RACCOLTA INTERRATA PER IL DRENAGGIO

INTRODUZIONE

Un supporto alla scelta delle compensazioni ambientali

Le **misure di compensazione ambientale** rappresentano uno strumento previsto nei processi di valutazione di impatto ambientale (VIA) e strategica (VAS), nei casi in cui non sia possibile evitare o mitigare adeguatamente gli effetti negativi derivanti da progetti, piani o programmi. Tali misure hanno il compito di risarcire in modo proporzionato il danno ambientale generato, contribuendo al ripristino dell'equilibrio tra le componenti ambientali coinvolte dagli impatti – aria, acqua, suolo, biodiversità, salute e benessere umano.

Nella pratica, tuttavia, l'attuazione efficace delle misure compensative risulta complessa. Le difficoltà maggiori riguardano la stima del danno ambientale, la quantificazione economica delle compensazioni, l'identificazione di interventi equivalenti in grado di offrire benefici sostanziali e comparabili, la reperibilità di aree idonee (libere da vincoli o da conflitti pianificatori), nonché l'accettazione da parte delle comunità locali e la capacità tecnico-finanziaria dei soggetti attuatori.

In risposta a queste criticità, **la Città Metropolitana di Torino (CMTo)**, in collaborazione con **il Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST)**, ha avviato un percorso di approfondimento metodologico e operativo nell'ambito del Gruppo Riqualficazioni e Compensazioni Ambientali. La CMTo ha realizzato il **Catalogo Interventi di Riqualficazione e Compensazione Ambientale (CIRCA)** che raccoglie in modo strutturato le esigenze espresse dai territori e fornisce un riferimento per la progettazione di misure di compensazione efficaci, coerenti e replicabili.

L'Abaco delle Compensazioni Ambientali nasce come strumento operativo a supporto del catalogo CIRCA, con l'obiettivo di rendere più agevole e integrata l'individuazione di misure compensative, fornendo un'interfaccia tra gli obiettivi strategici della pianificazione territoriale e ambientale metropolitana e le specificità dei contesti locali di intervento, offrendo una gamma articolata di soluzioni ispirate ai principi delle **Nature-Based Solutions (NBS)**. Gli interventi sono organizzati per categorie e associati agli obiettivi del CIRCA, permettendo una lettura chiara e adattabile ai diversi ambiti di applicazione.

L'Abaco si articola in diverse sezioni che descrivono le categorie di intervento, gli obiettivi a cui rispondono, le modalità di applicazione e i riferimenti tecnici e bibliografici. Ogni intervento è accompagnato da schede descrittive con l'immagine di interventi realizzati e una stima orientativa dei costi. Tuttavia, l'Abaco non è un manuale tecnico di progettazione, ma un supporto alla

decisione. Ogni intervento deve essere attentamente valutato rispetto al contesto biofisico, paesaggistico, urbanistico e socioeconomico in cui si inserisce. Ad esempio, le misure di drenaggio urbano sostenibile devono essere compatibili con le caratteristiche del suolo e del sistema idrologico locale, per poterne garantire la reale efficacia. La varietà di soluzioni prospettate chiama in campo diverse professionalità che, di volta in volta, sapranno interpretare le esigenze e individuare la soluzione tecnica opportuna. Le soluzioni illustrate sono quindi da intendersi come **ispirazione ed esempio** di tipi, o famiglie, su cui i manuali specialistici potranno fornire dettagli, con l'intento di promuovere una cultura della compensazione ambientale che sia scientificamente fondata, progettualmente consapevole e tecnicamente attuabile.

Gli obiettivi degli interventi

Il **Catalogo degli Interventi di Riqualificazione e Compensazione Ambientale** (CIRCA) è uno strumento tecnico-operativo creato dalla Città Metropolitana di Torino (CMT) con l'obiettivo di supportare la pianificazione e l'attuazione di interventi di riqualificazione ambientale e compensazione degli impatti generati dalla trasformazione del territorio. È stato concepito per identificare le aree idonee per interventi ambientali nel territorio metropolitano, al fine di migliorare la qualità ambientale, conservare la biodiversità, e aumentare la resilienza climatica, promuovendo la creazione di infrastrutture verdi e blu e il recupero di aree degradate, contribuendo così a un miglioramento complessivo della qualità della vita dei cittadini e alla sostenibilità a lungo termine del territorio.

Il CIRCA è in via di implementazione, con la collaborazione delle amministrazioni locali e delle associazioni, che possono segnalare aree da riqualificare o proteggere. Esso comprende **aree da riqualificare** (Siti degradati che necessitano di interventi di riqualificazione ambientale) e **aree da tutelare** (siti di alto valore ambientale da conservare e potenziare, con particolare attenzione a quelli che potrebbero beneficiare di azioni di forestazione). Le aree identificate nel Catalogo sono prioritarie per gli interventi di compensazione degli impatti derivanti dalla trasformazione del territorio.

Il CIRCA prevede un **repertorio di azioni di riqualificazione e rifunzionalizzazione** specifiche per le diverse tipologie di aree. Questo è lo scopo del presente Abaco. Il collegamento tra i due insiemi (le aree e i tipi di intervento) passa attraverso all'esplicitazione degli obiettivi da raggiungere.

GLI OBIETTIVI DEL CATALOGO CIRCA:

1



Migliorare la qualità delle matrici ambientali: Interventi per migliorare l'ambiente in generale, attraverso la riqualificazione e il recupero delle risorse naturali.

2



Implementare la rete di infrastrutture verdi e blu e la funzionalità ecologica e reticolare del territorio: Creazione e potenziamento delle reti verdi e blu (come parchi, giardini, corsi d'acqua) per migliorare la connettività ecologica e la qualità ambientale delle aree urbane e periurbane.

3



Ripristinare gli habitat naturali e la riqualificazione delle aree degradate: Recupero e restauro di habitat naturali e riqualificazione di aree urbane o suburbane degradate, per migliorare la biodiversità e la qualità ecologica.

4



Aumentare la capacità di risposta e adattamento al cambiamento climatico: Migliorare la resilienza del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici, ad esempio, tramite la gestione delle acque, la creazione di aree verdi e l'implementazione di infrastrutture che favoriscano l'adattamento.

5



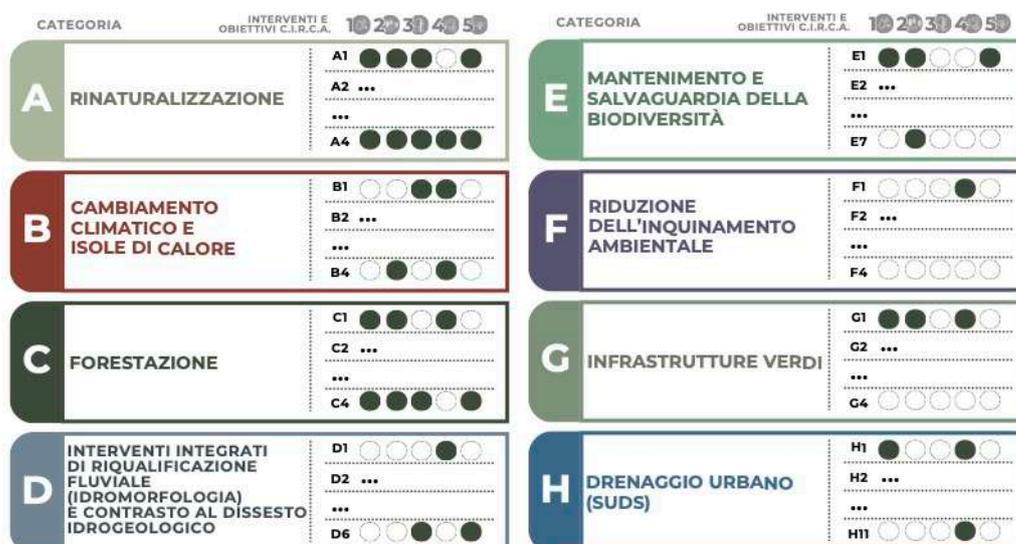
Conservare e aumentare la biodiversità e la naturalità del territorio: Promuovere la conservazione delle specie e degli ecosistemi locali, e aumentare la biodiversità attraverso azioni mirate come la protezione di aree naturali e la creazione di nuovi habitat.

LE CATEGORIE DI INTERVENTO DELL'ABACO:

In linea con gli obiettivi di riqualificazione e compensazione ambientale sono state individuate alcune categorie di intervento per l'Abaco:

- A. **Rinaturalizzazione:** interventi volti alla riqualificazione ecologica e al ripristino degli ecosistemi
- B. **Cambiamento climatico e isole di calore:** soluzioni per la mitigazione degli effetti del cambiamento climatico
- C. **Forestazione:** interventi riforestazione urbana e periurbana per il miglioramento della qualità ambientale
- D. **Riqualificazione fluviale (idromorfologia) e dissesto idrogeologico:** interventi per la gestione delle acque e la stabilità dei suoli
- E. **Mantenimento e salvaguardia della biodiversità:** azioni per la tutela degli habitat naturali e la salvaguardia delle diverse specie
- F. **Riduzione dell'inquinamento ambientale:** misure per il miglioramento della qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo
- G. **Infrastrutture verdi:** interventi per la creazione e il potenziamento di reti ecologiche e spazi verdi urbani
- H. **Drenaggio urbano sostenibile:** tecniche innovative per la gestione delle acque meteoriche e la riduzione del rischio idraulico

Per ogni categoria, l'Abaco presenta diversi tipi di interventi, che possono rispondere a più obiettivi, come mostrato nello schema seguente.



PARTE I – Concetti e metodi

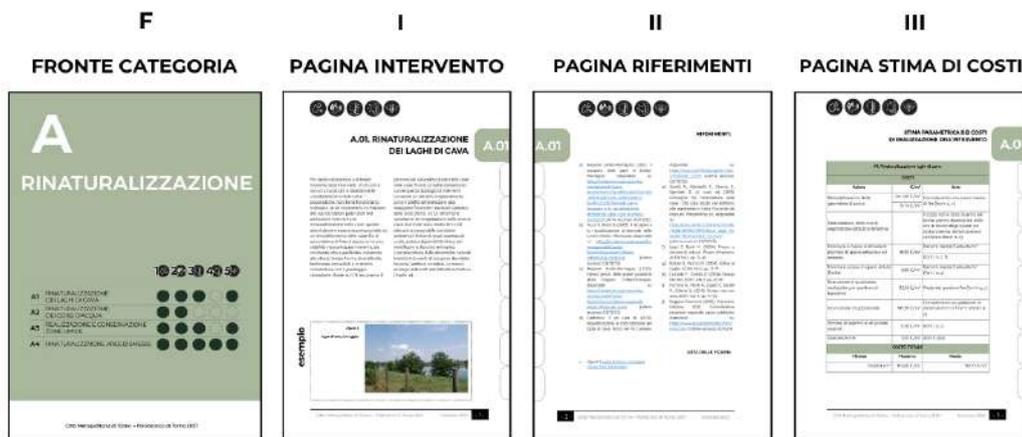
Questa parte presenta il quadro metodologico e il sistema di classificazione utilizzati per l'identificazione e la catalogazione delle soluzioni basate sulla natura (Nature-Based Solutions – NBS). Vengono delineate le categorie e i tipi specifici di interventi considerati, comprensivi delle relative definizioni, dei contesti di applicazione e dei benefici potenziali.

Un approfondimento sia teorico sia applicativo è dedicato alle Natural Water Retention Measures e in particolare ai sistemi di drenaggio urbano sostenibile, in virtù delle caratteristiche del territorio della città metropolitana, per la ricchezza del sistema idrografico e allo stesso tempo la presenza di fenomeni connessi con il cambiamento climatico.

PARTE II – Schede degli interventi

Questa parte presenta una raccolta di schede tecniche suddivise in otto categorie di interventi, comprendenti descrizioni, criteri di applicabilità, esempi grafici, immagini di realizzazioni e stime parametriche dei costi. Le schede sono progettate per fornire uno strumento di rapida consultazione per la valutazione e selezione delle misure più idonee.

LA STRUTTURA DELLE SCHEDE:



Il **Frontespizio (F)** presenta il riepilogo dell'intera categoria, con l'elenco degli interventi inclusi e la loro rilevanza rispetto agli obiettivi del catalogo C.I.R.C.A. Può essere utilizzata come panoramica introduttiva per gli utenti del manuale.

La Pagina **Intervento (I)** costituisce la scheda descrittiva principale degli interventi e comprende:

1. Nome dell'intervento
2. Codice dell'intervento
3. Corrispondenza con gli obiettivi CIRCA
4. Descrizione dell'intervento
5. Immagini esemplificative



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

A.01

A1. Rinaturalizzazione laghi di Cava	
COSTI	
Attività	Note
Interventivazione delle geometrie di base	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Realizzazione della rete di irrigazione (canali definitivi)	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Plantare e messa a dimora di piante di specie arboree ed arbustive	Costo medio unitario per pianta (Dati n. 02)
Plantare e messa a dimora di talee	Costo medio unitario per talea (Dati n. 02)
Realizzazione di geometrie realizzate con superfici di base	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Costruzione di gabionate	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Tronco di superficie in specie argillaie	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Concrezione	Costo medio unitario per metro quadrato di base (Dati n. 02)
Importo	Maximo
102,00 €/mq	102,00 €/mq
	102,79 €/mq

Libro Parametri di base - Politecnico di Torino (DIST) - Febbraio 2024

La Pagina **Riferimenti (II)** riporta la bibliografia consultata per la descrizione dell'intervento e per la sua stima economica e le fonti delle immagini utilizzate.

La Pagina **Stima dei Costi (III)** contiene una stima dettagliata dei costi valida al momento della ricerca (2024). Ha un ruolo informativo e orientativo e dovrà essere aggiornata e ricalcolata sulla base di valutazioni puntuali e localizzate in fase di attuazione.

La stima dei costi

Per ogni intervento, l'Abaco fornisce una valutazione parametrica dei costi, utilizzando dati tratti da progetti esistenti e prezzari ufficiali.

Non tutti gli interventi sono stati stimati in quanto alcuni di essi presentano voci di costo comuni ad altri (ad esempio, gli interventi che rientrano nella sezione delle aree verdi).

Gli interventi su cui elaborare le stime sono stati scelti seguendo i seguenti tre criteri:

1. Reperibilità di computi o voci di costo relative a stime su progetti esistenti;
2. Disponibilità di progetti localizzati all'interno del territorio della Città Metropolitana di Torino o in contesti simili;
3. Presenza di interventi di Drenaggio Urbano Sostenibile.

Per stimare le voci di costo si fa riferimento a prezzari regionali, quali il Prezziario Regione Piemonte 2024 o l'elenco prezzi agricoltura 2023 del Piemonte, ma anche esempi tratti da manuali già contenenti buone pratiche o esempi di altre Regioni, in particolare Lombardia e Emilia-Romagna. Spesso si utilizza la parte dedicata alle note per evidenziare o spiegare come si possa convertire un costo, trovato su un prezzario o proveniente da un caso studio, nella stessa unità di misura rispetto agli altri: questo permette poi il calcolo del costo medio dell'intervento e il range in cui questo costo può variare. Questo non è sempre possibile e in alcuni casi (trasformazione €/h a €/m² o da €/m³ a €/m²) non viene tenuto conto per il calcolo del costo medio e del range.

D'altra parte, però, bisogna considerare che i costi inseriti nelle schede con i calcoli economici sono basati su casi studio esistenti e quindi necessitano di un'attenzione particolare e di una continua analisi e interpretazione, andando ad integrarsi man mano che si andranno a verificare nuovi casi studio. Infatti, come già accennato i singoli costi, e di conseguenza il costo medio dell'intervento, vengono influenzati da fattori specifici dell'intervento in esame, essi dipendono dalla specificità dell'intervento proposto e dalla localizzazione dello stesso, dal quale possono dipendere il diverso costo di manodopera e il costo del materiale utilizzato.

Questa metodologia consente una valutazione realistica e comparabile dei costi, facilitando l'integrazione delle misure di compensazione nei piani di investimento pubblico e privato.

PARTE I

CONCETTI E METODI

Questo capitolo introduce il quadro concettuale, normativo e operativo delle Nature-Based Solutions (NBS), strumenti che assumono un ruolo sempre più centrale nelle strategie di adattamento e mitigazione urbana. Attraverso la presentazione di definizioni, classificazioni, principi di gestione e criteri applicativi, si offre una base teorica e metodologica indispensabile per comprendere la struttura e la funzione dell'Abaco delle Compensazioni Ambientali. L'approfondimento dedicato alle soluzioni idrologiche naturali e ai sistemi di drenaggio urbano sostenibile contribuisce ad arricchire

ulteriormente il quadro operativo di riferimento.

In sintesi, il capitolo esplora i fondamenti teorici delle NBS, il loro ruolo nella pianificazione urbana contemporanea, i principi di monitoraggio e gestione, nonché l'applicazione pratica di soluzioni idrologiche naturali. I concetti esposti costituiscono il fondamento metodologico su cui si basano le schede operative dell'Abaco, fornendo strumenti pratici per supportare il processo decisionale e integrare efficacemente le NBS nei percorsi di valutazione ambientale.

1. LE NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS)

Nell'ampio quadro delle politiche ambientali europee le Nature Based Solutions (NBS) hanno recentemente assunto notevole rilevanza poiché in grado di affrontare molte sfide della società contemporanea e soddisfare contemporaneamente obiettivi ambientali, sociali ed economici, in linea con i target di sviluppo sostenibile individuati dalle Nazioni

Unite. Le NBS possono contribuire a risolvere molte delle questioni che affliggono le città contemporanee quali, ad esempio, il ripristino degli ecosistemi degradati, il potenziamento delle infrastrutture verdi e blu, l'adattamento e la mitigazione del cambiamento climatico, così come la gestione del rischio e la resilienza urbana.

IL CONCETTO E LE DEFINIZIONI DI NBS

Il termine NBS è stato adottato da diverse istituzioni a partire dai primi anni del 2000. Tuttavia, in letteratura esistono diverse definizioni. Tra queste, sebbene differenti, le proposte formulate dalla International Union for Conservation of Nature (IUCN) e della Commissione Europea sono le più utilizzate.

IUCN ha avuto un ruolo molto importante nell'evoluzione di questo concetto, a partire dal 2009. Come esito di un lungo processo Cohen-Shacham et al. (2016) hanno definito le NBS come **“azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali o modificati, ovvero azioni che affrontano le sfide della società in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benessere umano e benefici per la biodiversità”** (trad.).

Nel 2015 la Commissione Europea ha proposto una definizione più ampia, anche al fine di individuare specifiche misure di supporto. Secondo tale definizione le NBS sono **“azioni ispirate, sostenute o copiate dalla natura, soluzioni esistenti o innovative, azioni resilienti al cambiamento, nonché efficienti dal punto di vista energetico e delle risorse”** che, tuttavia, devono necessariamente essere adattate alle condizioni locali. Le NBS sfruttano le caratteristiche e i processi complessi del sistema della natura, come la sua capacità di immagazzinare il carbonio e di regolare i flussi d'acqua, al fine di ottenere i risultati desiderati come la riduzione delle catastrofi, il miglioramento del benessere, nonché la crescita verde e socialmente inclusiva (EC, 2015).

Per le finalità di questo abaco, le NBS sono da intendersi non solo come soluzioni basate sulla natura, ma anche misure ispirate e supportate dalla natura.

LE CATEGORIE INDIVIDUATE NELL'ABACO

- A** RINATURALIZZAZIONE
- B** CAMBIAMENTO CLIMATICO E ISOLE DI CALORE
- C** FORESTAZIONE
- D** INTERVENTI INTEGRATI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE (IDROMORFOLOGIA) E CONTRASTO AL DISSESTO IDROGEOLOGICO
- E** MANTENIMENTO E SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ
- F** RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE
- G** INFRASTRUTTURE VERDI
- H** DRENAGGIO URBANO (SUDS)

In letteratura sono numerosi i sistemi di classificazione delle NBS. Questo abaco propone 8 categorie che, come si è detto, sono state individuate prevalentemente in relazione agli obiettivi del Catalogo CIRCA e considerando i diversi contesti applicativi nella Città Metropolitana di Torino:

- A. **Rinaturalizzazione**
- B. **Cambiamento climatico e isole di calore**
- C. **Forestazione**
- D. **Riqualificazione fluviale (idromorfologia) e dissesto idrogeologico**
- E. **Mantenimento e salvaguardia della biodiversità**
- F. **Riduzione dell'inquinamento ambientale**
- G. **Infrastrutture verdi**
- H. **Drenaggio urbano sostenibile**

L'ultima sezione è relativa alla gamma di NBS che possono essere utilizzate per affrontare la resilienza idrica nelle aree urbane, sfide presenti nell'agenda politica di numerose città. Tra queste, le misure di ritenzione naturale delle acque (NWRM) e i sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS), approfondite nella sezione seguente. Infatti, i SUDS

contribuiscono all'adattamento delle città al cambiamento climatico, migliorando l'infiltrazione (attraverso la permeabilità dei suoli) e quindi la ricarica delle falde acquifere, fungendo da filtro, consentendo di risparmiare, raccogliere e riutilizzare l'acqua piovana, infine agendo sul microclima con effetti di mitigazione del calore.

GESTIONE, MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELLE NBS

Le Nature-Based Solutions richiedono un'attenta pianificazione non solo nella fase progettuale, ma anche nel monitoraggio, nella gestione a breve e lungo termine e nella valutazione d'impatto. In particolare, la gestione continua delle NBS deve integrare pratiche di manutenzione ordinaria e straordinaria, monitorando il

raggiungimento degli obiettivi ecologici e sociali prefissati. Le valutazioni ambientali strategiche (VAS) e le valutazioni di impatto ambientale (VIA) costituiscono strumenti fondamentali per integrare le NBS nei processi decisionali, assicurando che gli interventi siano efficaci e sostenibili nel tempo.

2. APPROFONDIMENTO: IL DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Concetti, componenti e funzionamento dei sistemi

Le Natural Water Retention Measures (NWRM) hanno lo scopo di proteggere le risorse idriche. Si tratta infatti di misure multifunzionali e soluzioni basate sulla natura che hanno l'intento di "migliorare e/o ripristinare le capacità di ritenzione degli ecosistemi acquatici e del terreno naturale e antropico" (Strosser et al., 2015, p. 11). Secondo la Commissione Europea (2014) esistono due categorie di NWRM: gli interventi diretti sugli ecosistemi (idromorfologia) e le soluzioni che propongono il cambiamento e l'adattamento nelle pratiche di gestione del territorio e delle acque. La prima categoria riguarda fiumi, laghi, falde acquifere e zone umide collegate, mentre la seconda il settore agricolo, silvo-pastorale e lo sviluppo urbano (EC, 2014). Si tratta di azioni che hanno molteplici benefici quali, ad esempio, il miglioramento della qualità e della gestione delle acque (carenza idrica, siccità, ecc.), la conservazione della biodiversità, il potenziamento delle infrastrutture verdi, l'adattamento ai cambiamenti climatici, così come la

riduzione del rischio di alluvioni (Strosser et al., 2015).

Nelle aree urbane le NWRM si configurano anche come sistemi di drenaggio urbano sostenibili (Sustainable urban drainage systems - SUDS), ovvero tecnologie e tecniche finalizzate a gestire le acque meteoriche e di superficie in modo più sostenibile, soprattutto rispetto alle soluzioni convenzionali (Fletcher et al., 2015). I SUDS si basano sui concetti di infiltrazione e immagazzinamento, non solo trattando l'acqua, ma anche fornendo un contributo ambientale e sociale al miglioramento dell'ambiente urbano. I SUDS infatti sono spesso situati sui tetti e fuori suolo e riguardano spazi pubblici e privati, come strade, parchi e giardini (Vollaers et al., 2021). Essi offrono numerosi vantaggi ambientali poiché, attraverso strategie e opere di drenaggio efficienti, riducono al minimo l'inquinamento e l'impatto sulla qualità delle acque dei corpi idrici locali (Urban Green Up, 2018).

UNA BREVE STORIA

Le acque gestite nel drenaggio urbano sono di due tipi: i reflui degli usi civili ed industriali ed i deflussi di superficie conseguenti alle piogge, in inglese “wastewater” e “stormwater”. Entrambe le acque devono essere raccolte, allontanate dalle aree urbane e trattate adeguatamente.

Nella storia della tecnica le prime due fasi sono state svolte combinando i due fluidi nella stessa condotta o tenendoli separati. Vale la pena notare che il drenaggio combinato è già attestato nella Valle dell’Indo intorno al 3000 a.C., in ambiente umido (Webster, 1962); la gestione separata, più rispettosa, è invece presente negli ambienti aridi, ad esempio negli scavi in Mesopotamia, dove le popolazioni davano all’acqua di pioggia sia un valore religioso sia un evidente valore come risorsa per la vita ed il benessere (Burian e Edwards, 2002).

Nel seguito ci si occupa della gestione delle acque di pioggia in ambito urbano, tema che, negli ultimi 50 anni ha affrontato un cambiamento tecnico significativo, conseguente al mutamento degli obiettivi da raggiungere.

Sino alla metà del XX secolo circa, lo scopo prevalente era unicamente di convogliare il deflusso generato dalla pioggia, impossibilitata ad infiltrarsi sulla superficie impermeabile, lontano dalle aree destinate all’uso urbano. Le

tecniche consolidate di fognatura urbana prevedono: raccolta del deflusso in caditoie, collettamento in condotte interrato in reti indirizzate ad uno scarico finale nel corpo idrico ricettore. Se la rete di raccolta collette anche gli scarichi sanitari urbani le cose si complicano un poco: nel tempo asciutto, gli scarichi sono indirizzati in un sistema di depurazione, nei periodi di pioggia si attiva un sistema di sversamento, dopo un primo trattamento, dell’eccesso. Va ricordato che questo tipo di gestione è tuttora quella prevalentemente operativa nel territorio piemontese.

A partire dal 1970 il focus si sposta su altri temi. In primo luogo, si amplia l’urbanizzazione e, per conseguenza, si riscontra la frequente incapacità delle reti di raccolta esistenti di accogliere i deflussi provenienti da nuove aree confluenti. Le nuove urbanizzazioni, secondo il vecchio approccio, avrebbero richiesto nuove reti oppure la ricostruzione e l’adeguamento di quelle esistenti, con costi significativi. In alternativa, la tecnica inizia a proporre l’incremento di volumi di invaso, anche capaci di fare infiltrare l’acqua raccolta, nei punti critici della rete, finalizzati alla riduzione delle portate defluenti. In (Lazaro, 1979), testo adottato nei corsi di ingegneria civile idraulica, per il controllo di qualità e quantità dei deflussi urbani si illustrano misure strutturali e non strutturali. In quest’ultime, il ruolo

chiave è assegnato alla pianificazione mentre, tra gli interventi strutturali, vale la pena segnalare gli invasi sui tetti, i tetti blu antesignani dei tetti verdi, le pavimentazioni drenanti, un diverso modo di dimensionare gli isolati urbani e, segnatamente, bacini infiltranti o con fitodepurazione.

L'approccio avviato tendeva quindi a restituire al territorio, mediante singoli interventi, quelle funzioni (invaso, infiltrazione, lentezza del deflusso) che l'urbanizzazione aveva cancellato.

Gli interventi prevalentemente adottati, i bacini di infiltrazione o di fitodepurazione, sono posti a valle dell'urbanizzato, in corrispondenza dei punti critici di allagamento, e non si interviene alla fonte o in modo distribuito sul bacino. In sostanza non si propongono interventi che non operano all'origine della formazione del deflusso ed in modo distribuito, bensì singole opere, più importanti, collocate in posizioni strategiche. Un tale approccio, sia in pianificazione sia in retrofit, comporta problemi di consenso e se realizzato, poca elasticità ai cambiamenti.

La progettazione secondo LID (Low Impact Development), che si sviluppa dagli anni 80 in Usa e Canada, frutto dapprima di una ricerca economicamente motivata dalla riduzione dei costi di gestione, tende invece a ricostruire l'idrologia naturale del territorio, operando "all'origine" della formazione del deflusso, con interventi molto distribuiti, e possibilmente basati su soluzioni naturali atte a simulare l'originale

idrologia del bacino favorendo la infiltrazione nella pioggia nel suolo e la formazione di piccoli invasi. Gli interventi messi in opera sono necessariamente numerosi, molto diffusi e di modesta dimensione. In sede di progettazione l'approccio LID riduce al minimo le aree impermeabili e preserva le superfici naturali. Le parole d'ordine del metodo LID sono "spread", "slow" e "soak".

Sino da quel primo avvio, è evidente come la differenza di approccio, più che "grey/green" o "hard/soft engineering" sia legata al ruolo possibile della pianificazione territoriale. Un approccio LID, proprio perché diffuso e quindi coinvolgente sia la proprietà privata sia quella pubblica, deve essere definito in sede pianificatoria e richiede la adozione di norme cogenti per essere calato nel territorio costruito. Ad oggi, l'approccio LID costituisce lo schema normativo adottato dai regolamenti negli Usa ed in Canada. Ad esempio, (City of Portland, 2020) è il regolamento applicato dalla autorità preposta (City of Portland, USA) per la approvazione dei sistemi di drenaggio urbano.

L'approccio LID, definiti gli obiettivi di gestione, in termini di quantità e qualità del deflusso, è centrato su una serie di interventi tipologici bene illustrati che devono essere usati per formare il progetto di gestione dei deflussi di pioggia in area urbana, progetto necessario per l'approvazione di nuovi insediamenti o di modifiche nell'esistente.

Allo stesso tempo, oltre alla gestione della quantità di acqua, si riconoscevano altri aspetti critici: la qualità fisico-chimica dell'acqua di deflusso, il ripristino degli equilibri, morfologici, chimici e biologici, dei corpi idrici riceventi, il riconoscimento dell'acqua di pioggia come risorsa. La "progettazione urbana sensibile all'acqua" (Water sensitive urban design, WSUD) diffusa dagli anni '90 tra Australia, Nuova Zelanda e Gran Bretagna, oltre che agli obiettivi idrologici del LID, mira esplicitamente alla protezione dei sistemi idrici naturali ed alla integrazione nel paesaggio dei sistemi di trattamento delle acque piovane, al riciclo dei reflui ed alla conservazione dell'acqua piovana. Infine, negli ultimi venti anni, si riconobbe il rilievo, nel contesto urbano, dell'acqua come elemento capace di migliorare il microclima, generare socialità, abbellire il paesaggio.

La risposta a questi temi prende il nome di approccio SuDS (Sustainable Drainage Systems). SuDS riprende sostanzialmente gli obiettivi LID (ristabilire il ciclo idrologico naturale)

ma li declina a favore del benessere delle persone (Woods Ballard et al., 2015). L'approccio SuDS è inteso sull'intero bacino idrografico, comprese quindi le parti rurali o naturali. Il termine SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) si riferisce invece agli interventi applicati unicamente nell'ambito urbano.

Circa la applicazione normativa, in UK ad oggi si applicano indicazioni non obbligatorie ("Non-statutory standards for sustainable drainage systems") che definiscono obiettivi di performance. Le autorità locali preposte alle approvazioni fanno poi riferimento a diversi manuali, tra cui è prevalente il manuale CIRIA, (Wood Ballards et al., 2015). Recentemente, (gennaio 2024), il governo UK ha annunciato che il metodo SuDS implementerà l'allegato 3 del "Flood and Water Management Act 2010", allegato che descrive appunto ai sistemi di drenaggio sostenibili, rendendo di fatto obbligatoria la descrizione dei componenti effettivamente applicati già nelle prime fasi di approvazione per i nuovi sviluppi.

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULL'IDROLOGIA

Gli effetti del CC sulla idrologia urbana nell'area europea mediterranea si sintetizzano in maggiore intensità delle singole piogge, minore pioggia totale, più frequenti ondate di calore, (European Environment Agency, 2024).

Sotto il profilo meramente idrologico-idraulico le maggiori intensità delle piogge comportano la formazione di maggiore deflusso di superficie. Per conseguenza, quelle reti di drenaggio che già sono inadeguate per effetto di urbanizzazioni sommatesi negli anni, vedranno aggravarsi la condizione di

rischio. Le reti che invece appaiono adeguate alle condizioni climatiche attuali potrebbero comunque emergere problemi per causa delle diverse quantità di deflusso da gestire. Le problematiche sopra richiamate accrescono l'esigenza di trovare soluzione nella pianificazione SuDS. In particolare, l'approccio SuDS può integrarsi perfettamente in una rete di hub e corridoi verdi e diventa quindi uno strumento flessibile per la progettazione urbana di infrastrutture verdi.

GLI INTERVENTI E I COMPONENTI DEI SISTEMI

Occorre chiarire che oggi i termini LID e SUDS sono spesso intesi come sinonimi. In effetti, se è vero che per l'approccio LID gli obiettivi erano originariamente meno estesi, di fatto gli interventi previsti nel contesto urbano sono simili tecnicamente. Gli

interventi (o "componenti", nel linguaggio SuDS) sono elencati nei rispettivi manuali, (Woods Ballard et al., 2015) per CITRA-SuDS e (City of Portland, 2020) per LID, e non si differenziano in modo significativo.

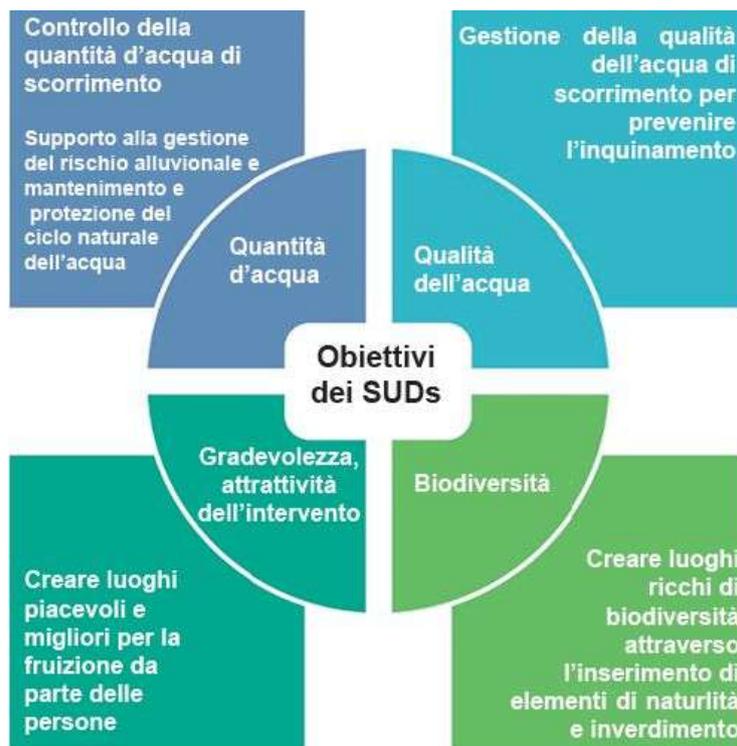


Figura 1. Schema degli obiettivi dei SUDs, traduzione dell'immagine originale presente sul manuale CIRIA di Woods Ballard et al., 2015.

I macro-obiettivi sono però ben sintetizzati nell'approccio SuDS, in quattro parole: ridurre la quantità del runoff, ripetendo il ciclo naturale, migliorandone la qualità, con i trattamenti necessari, mediante interventi diversificati, distribuiti e naturali, per promuovere la biodiversità dei luoghi realizzando e mantenendo luoghi di amenity fruibile dalle persone.

Mentre i primi tre termini sono più consueti, il quarto, "amenity", merita qualche riga di spiegazione. Esprime l'idea di piacevolmente fruibile, bello, piacevolmente vivibile e socialmente gradevole e non ha completa corrispondenza nell'italiana "amenità"; per questo si preferisce mantenere il termine inglese. Alcuni

componenti del termine amenity possono essere stimati e misurati direttamente, ad esempio, la qualità dell'aria, la temperatura degli edifici, la riduzione di rumore, la biodiversità indotta, il sequestro di carbonio. Altri, di tipo socioeconomico o estetico, come coesione sociale, valore dell'area, supporto al tempo libero ed alla educazione, percezione di bellezza, richiedono una analisi più complessa per essere valutati. Per conseguire un obiettivo di amenity, l'intervento deve prevedere possibilità concrete di essere valorizzato durante il tempo libero dagli abitanti, come occasione di svago o anche solo di piacevolezza visiva. Ad esempio, dare valore visuale ad uno spazio altrimenti marginale, ad esempio piazzole spartitraffico trasformate in piccoli

raingarden, consegue una maggiore piacevolezza al paesaggio urbano. Nella tabella 1 (al fondo di questo

documento), per ogni tipologia di intervento, è indicata l'attitudine a conseguire i diversi macro obiettivi

FUNZIONI DEI COMPONENTI

Per gestire quantità e qualità delle acque di pioggia, le funzioni fisiche svolte dai componenti per conseguire gli obiettivi di gestione sono quelle che caratterizzerebbero un ciclo idrologico nelle condizioni naturali più alcune che derivano dalla necessità di intervenire per rimuovere gli inquinanti trasportati o soluti. In sintesi sono:

- Harvest on-plot: raccolta e conservazione in situ per usi successivi
- Infiltrazione: preferibile in situ, compatibilmente con la capacità del suolo
- Invaso: in situ o lungo la rete
- Trasporto: canali con velocità modeste
- Evapotraspirazione: mediante la copertura vegetale
- Trattamenti meccanici: filtrazione meccanica, grigliatura, sedimentazione
- Trattamenti biologici: digestione biologica da parte di batteri in acqua o suolo
- Trattamenti speciali: separazione a vortice per oli

Un singolo intervento può svolgere una o più funzioni. Ad esempio: in un rain garden si consegue un vaso, la successiva infiltrazione e si rallenta il

trasporto verso valle. Una trincea disperdente attua un trattamento primario di filtrazione, un vaso nel proprio volume ed una successiva infiltrazione. Per la gestione della quantità di runoff le funzioni principali, ovvero, più capaci di incidere effettivamente nella regolazione della quantità, sono l'vaso e la infiltrazione.

Per la gestione della qualità è in genere necessaria una funzione di vaso dove collocare le funzioni di trattamento idonee. È quindi utile, per una prima categorizzazione, classificare gli interventi in ragione della attitudine a realizzare più vaso o più infiltrazione. Le strutture ed i modi in cui le funzioni sono attuate comportano poi il conseguimento degli obiettivi di biodiversità ed amenity. Ad esempio, l'infiltrazione può conseguirsi in un pozzo perdente prefabbricato in resina posto nel sottosuolo di un parcheggio, oppure mediante una trincea di infiltrazione sottostante un laghetto di bio-ritenzione. Un trattamento secondario si può svolgere in una successione di vasche prefabbricate interrate oppure in un'area umida con fitodepurazione. In sostanza, le stesse funzioni di vaso, infiltrazione e trattamento possono essere assolte con tecniche diverse, ed è possibile classificare gli interventi secondo una scala di

capacità di miglioramento del paesaggio urbano, in termini di biodiversità ed amenity.

Nella tabella 1 sono indicate le funzioni che sono attivate, di norma, da ogni tipologia di intervento.

FATTORI LIMITANTI

È possibile individuare fattori limitanti la efficacia degli interventi SuDS con riferimento ad alcune funzioni.

Spessore del suolo

Sia per l'infiltrazione sia per la formazione di invasi, è necessario un adeguato spessore di suolo non saturo. Per garantire la infiltrazione si stima necessario almeno 1 m di suolo non saturo al di sotto del livello di fondo filtrante.

Per la formazione di invasi, occorre invece che sia fisicamente possibile

formare una depressione senza che questa sia periodicamente allagata dalla falda.

Ne deriva che la profondità di soggiacenza della falda, e la sua variabilità, è un fattore importante nella collocazione degli interventi che ricorrono sia alla funzione di infiltrazione sia a quella di invaso.

Rischio di inquinamento del suolo

In caso di runoff non trattato e potenzialmente inquinante, la infiltrazione nel suolo deve essere evitata. In questi casi, anche se può avvenire la raccolta tramite componenti che favoriscono di norma la infiltrazione, questi sono però rivestiti al fondo da membrane impermeabili. Ad esempio: le

pavimentazioni permeabili, possono essere completamente infiltranti oppure totalmente o parzialmente drenate, per proteggere il suolo da infiltrazioni pericolose. In questo caso la struttura svolge la funzione di raccolta e di invaso, in ragione degli spessori di inerte grossolano sottostanti lo strato superficiale.

Permeabilità del suolo

Si tratta della limitazione più significativa per la scelta spaziale di collocazione degli interventi. I suoli sono classificabili in relazione alla capacità di infiltrazione in 4 classi, A, B, C e D in accordo alla tradizionale suddivisione, tra parentesi una

indicazione della velocità di infiltrazione (USDA, 1986):

A - Sabbie e ghiaie con basso potenziale di ruscellamento (più di 8 mm/h)

B - Terreni limosi ben drenati (4-8 mm/h)

C - Terreni limo-argillosi, o con orizzonte a minore permeabilità (2-4 mm/h)

D - Argille, suoli rigonfiabili, limi argillosi, suoli con orizzonti impermeabili (0-2 mm/h)

In generale, sui suoli di tipo A e B gli interventi possono beneficiare della infiltrazione del suolo, dovendo

eventualmente modulare i volumi di raccolta ed invaso nei calcoli di dimensionamento. Al contrario sui suoli di tipo C e D gli interventi che prevedono la funzione di infiltrazione non possono essere efficaci. Ne deriva quindi che la gestione della quantità del runoff sui suoli di tipo C e D dovrà basarsi su interventi di invaso.

Rischi di instabilità

L'infiltrazione può ingenerare nei suoli sottostanti, in particolare in presenza di pendii, alcuni rischi geologici: cedimenti, rigonfiamenti, lento soliflusso o in generale una ridotta sicurezza alla traslazione della coltre. Inoltre, possono prodursi fuoriuscite di deflusso ipodermico a valle, sifonamenti, asportazione del fine. Nei

pendii a franapoggio, il maggiore contenuto idrico potrebbe innescare movimenti in corrispondenza di orizzonti meno permeabili.

Si tratta in generale di limitazioni che non possono essere valutate in sede di pianificazione spaziale. In tabella 1 sono elencati i possibili limiti per ogni intervento.

Caso Studio: un'applicazione dei SUDs

Nell'ambito delle ricerche sull'applicazione di nature-based solutions svolte da CMT (Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale) e DIST un particolare risalto hanno assunto NWRM e SUDs. Molte città, in tutto il mondo, stanno adottando misure simili per affrontare l'adattamento al clima o più in generale nell'ambito di politiche per arricchire i sistemi di verde urbano. È dunque ormai possibile individuare numerosi esempi e manuali. Tuttavia, di questi esempi non sempre è chiara la trasferibilità in altri contesti urbani ambientali, gestionali. Il rischio è

quello di scegliere sulla base di preferenze estetiche, o economiche, sottovalutando la dimensione tecnica. Nell'ambito di questo studio si è inteso dunque arricchire la spiegazione dei termini e del funzionamento di NBS, NWRM, SUDs e la loro esemplificazione con un esempio di metodo per l'individuazione del tipo di soluzioni più opportune.

Nelle tavole allegate, non si presenta un progetto definito, ma l'illustrazione del processo analitico e meta-progettuale che dovrebbe supportare l'individuazione delle soluzioni

tecnicamente opportune, in base alle caratteristiche dei suoli. L'esito è ancora estremamente aperto alle scelte che il progettista valuterà in base al contesto e agli obiettivi. Le fasi sono illustrate alla scala di un intero territorio municipale (il Comune di Venaria Reale), infatti un'istruttoria

come quella che si presenta è particolarmente adatta a processi decisionali relativi alla pianificazione per l'adattamento al cambiamento climatico, alla pianificazione del verde, a fornire criteri di valutazione generali rispetto a istanze singole in processi di VIA o altro.

LA CLASSIFICAZIONE DEI SUDS E GUIDA ALLA SCELTA

I diversi tipi di SUDs possono essere classificati all'interno di un diagramma secondo due assi: la capacità di smaltire l'acqua, o invece di raccoglierla, e l'essere composte da elementi prevalentemente artificiali o invece naturali (Grey-green) (Fig. 1).

La prima fase di lavoro illustrata nelle tavole prevede quindi la Classificazione dei suoli secondo le classi A, B, C, D, facente riferimento ad uno studio già svolto nella tesi "Proposte metodologiche per un regolamento di invarianza idraulica e idrologica nel territorio torinese" (Pastorello, 2019). La categorizzazione su quattro livelli dei tipi idrologici di suolo deriva da un'analisi della composizione granulometrica dei litotipi, base fornita da Arpa Piemonte.

Le categorie descritte fanno riferimento alle seguenti situazioni idrologiche:

A - Suoli ad alta permeabilità (basso potenziale di scorrimento superficiale): sono costituiti principalmente da sabbie o ghiaie di notevole spessore, con elevata capacità di drenaggio.

B - Suoli a moderato tasso di infiltrazione, caratterizzati da tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana (sabbie limose ed argillose).

C - Suoli a medio-bassa permeabilità, caratterizzati da tessitura da moderatamente fine a fine (argille e limi, con contenuti organici).

D - Suoli a bassa permeabilità, costituiti da argille plastiche, con livello piezometrico permanentemente alto.

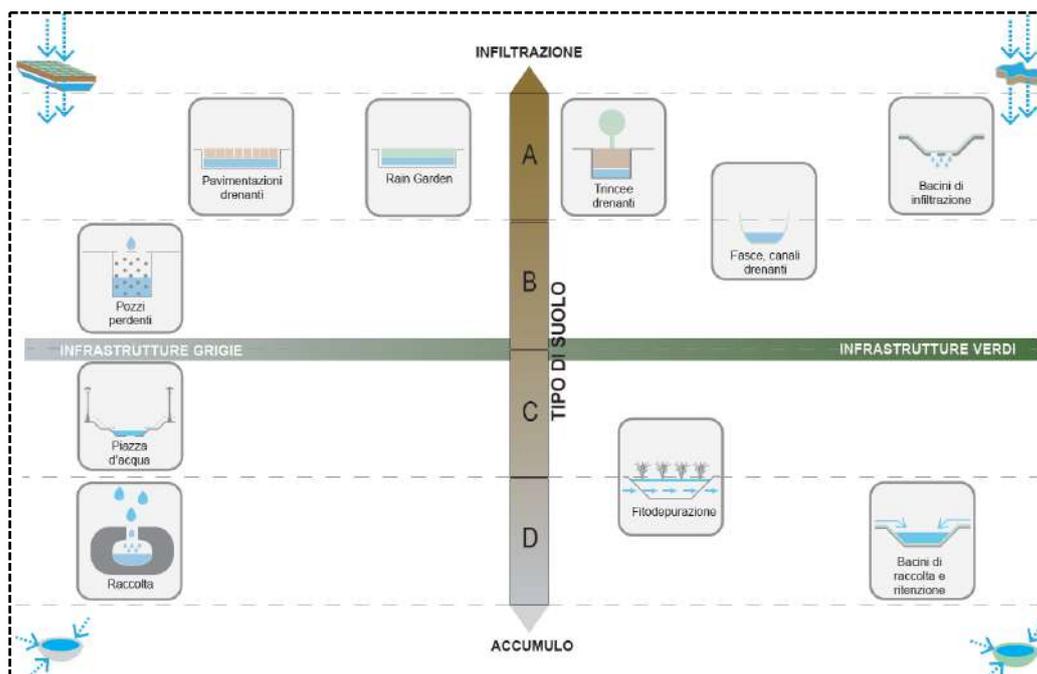


Figura 2: Diagramma: classificazione dei tipi di sistemi di drenaggio urbano sostenibile. Elaborazione degli Autori.

In assenza di mappature preesistenti, sarà indispensabile un'analisi ad hoc, che è comunque sempre raccomandata per poter cogliere le possibili eterogeneità alla scala del sito di intervento.

Nella seconda fase, si utilizza il Diagramma di Fig. 2 per associare a ogni classe del suolo un gruppo di soluzioni appropriate. Ad esempio, per i suoli ad alta permeabilità, pavimentazioni e trincee drenanti, bacini di infiltrazione e rain garden.

Mettendo a sistema i ragionamenti fatti rispetto alla sovrapposizione tra tipi idrologici di suolo e usi del suolo e i possibili interventi che sono stati rappresentati nel diagramma, si è definita una matrice in cui sono stati assegnati dei punteggi rispetto alla possibilità o meno di inserire un tipo di intervento in determinate condizioni. Il punteggio 1 fa riferimento ai casi in cui la caratteristica del tipo idrologico o dell'uso del suolo sono ottimali per l'inserimento di un determinato intervento (ad esempio, nel caso delle pavimentazioni drenanti la tipologia di suolo A è ottimale per l'inserimento di tale intervento a differenza invece della topologia di suolo D); nei casi in cui il valore è pari a 0, significa che il tipo di intervento non è condizionato da una determinata caratteristica di suolo o d'uso (ad esempio per l'inserimento dei rain garden, l'uso del suolo "discariche/zone estrattive" non influisce sulla scelta di inserire o meno il SUDs); nell'ultimo caso, il punteggio -1 si inserisce nel momento in cui la caratteristica di uso del suolo non è compatibile con il tipo di intervento.

Tutti gli interventi sono stati inseriti con il codice di riferimento alla scheda dell’abaco delle compensazioni, in cui si approfondiscono tutte le tipologie di SUDs, ricadenti nella categoria H “Sistemi di drenaggio urbano sostenibile”

Funzionamento	Infrastrutture	Codice intervento e nome	tipo idrologico				usi del suolo		
			A	B	C	D	Urbanizzato	Produttivo	Estrattive/ discariche
Drenanti	Grigie	H1 - De-impermeabilizzazione	1	1	0	-1	1	1	0
		H2 - Realizzazione di giardini della pioggia	1	1	0	-1	1	1	0
		H11 - Pozzi perdenti o vasche di raccolta interrata	1	1	0	-1	1	1	1
	Verdi	H8 - Fasce, fossi e trincee infiltranti	1	1	0	-1	1	1	1
		H3 - Bacini di raccolta e di infiltrazione	1	0	0	-1	-1	0	1
		H7 - Fasce, canali e ruscelli di raccolta e deflusso	-1	1	0	-1	1	0	1
Di raccolta	Grigie	H5 - Aree inondabili (parchi, piazze, strade, etc.)	-1	0	1	1	1	0	-1
		H10 - Raccolta dell'acqua piovana	-1	0	1	1	1	1	1
	Verdi	H4 - Impianti di fitodepurazione	-1	0	1	1	-1	0	1
		H3 - Bacini di raccolta e di ritenzione	-1	0	1	1	-1	0	1
		H9 - Inverdimento binari tram	-1	0	1	1	-1	0	1

Tabella 1. Matrice punteggi per l'inserimento di interventi di drenaggio urbano rispetto ai livelli di conoscenza del tipo idrologico di suolo e l'uso del suolo stesso. Elaborazione degli Autori.

ULTERIORI CRITERI DI SCELTA NEL PROCESSO

A questo punto, subentrano considerazioni progettuali legate al contesto e all’obiettivo dell’intervento. Ad esempio, l’opportunità può variare in base al contesto urbano o periurbano, alle morfologie insediative (ad es. i centri storici) o alle tipologie edilizie, alla preesistenza di elementi del sistema idrografico (canali aperti o tombati) o del verde (superfici a prato, zone vegetate, alberature, fino a aiuole spartitraffico). Questi aspetti possono orientare, all’interno dello stesso gruppo di soluzioni, lungo l’asse

verde-grigio. Infine, mentre alcune soluzioni (ad esempio una cisterna) svolgono un mero ruolo funzionale, altre possono avere anche un valore ricreativo ed estetico, che incontrare positivamente gli obiettivi del progetto.

Le tavole seguenti illustrano dunque, in modo schematico, anche per via della scala di lavoro, il processo proposto per la scelta degli interventi di drenaggio urbano sostenibile. In particolare la tavola 1 servirà come

inquadramento generale e interventi che si possono inserire con approfondirà l'assetto idrologico del quelle specifiche caratteristiche; la comune, mostrando la tavola 3 invece, propone delle sovrapposizione tra aree urbanizzate e tipi idrologici del suolo; nella tavola 2, partendo dalle conoscenze acquisite nella prima analisi, si acquisiscono tre zoom su tre aree ricadenti in tipi idrologici di suolo diversi e si inseriscono le icone dei possibili

interventi che si possono inserire con quelle specifiche caratteristiche; la tavola 3 invece, propone delle possibilità di intervento che derivano dalla conoscenza dei tipi di suolo, degli usi del suolo e degli obiettivi che si vogliono raggiungere, utilizzando il diagramma mostrato in Fig.1 come navigatore per la scelta dell'intervento.

ESITI E ILLUSTRAZIONI GRAFICHE ESEMPLIFICATIVE

Gli elaborati grafici presentati, seguono i criteri per l'applicazione del caso studio nel comune di Venaria Reale, partendo da un inquadramento generale e dell'assetto idrografico, fino all'inserimento di SUDs in alcune aree che presentano caratteristiche adatte a particolari tipi di intervento.

Tavola 1

In questa prima elaborazione, si inquadra il comune di Venaria Reale rispetto a l'assetto stradale, i corsi d'acqua (fiumi, canali, rii e torrenti) e le zone urbanizzate rispetto alla loro funzione. Si è utilizzata come riferimento la base di Land Cover Piemonte, per poter rendere il metodo replicabile secondo eguali riferimenti, anche in altri comuni o aree del territorio metropolitano.

La seconda rappresentazione fornisce un'informazione rispetto all'assetto idrografico, il reticolo idrografico di fiumi e canali e le fasce PAI (secondo la classificazione A, B, C), informazione fondamentale per l'invarianza idraulica.

Nella terza rappresentazione si sovrappongono le aree urbanizzate con i tipi idrologici di suolo, ai fini della scelta del tipo di trattamento dei SUDs.

esempio

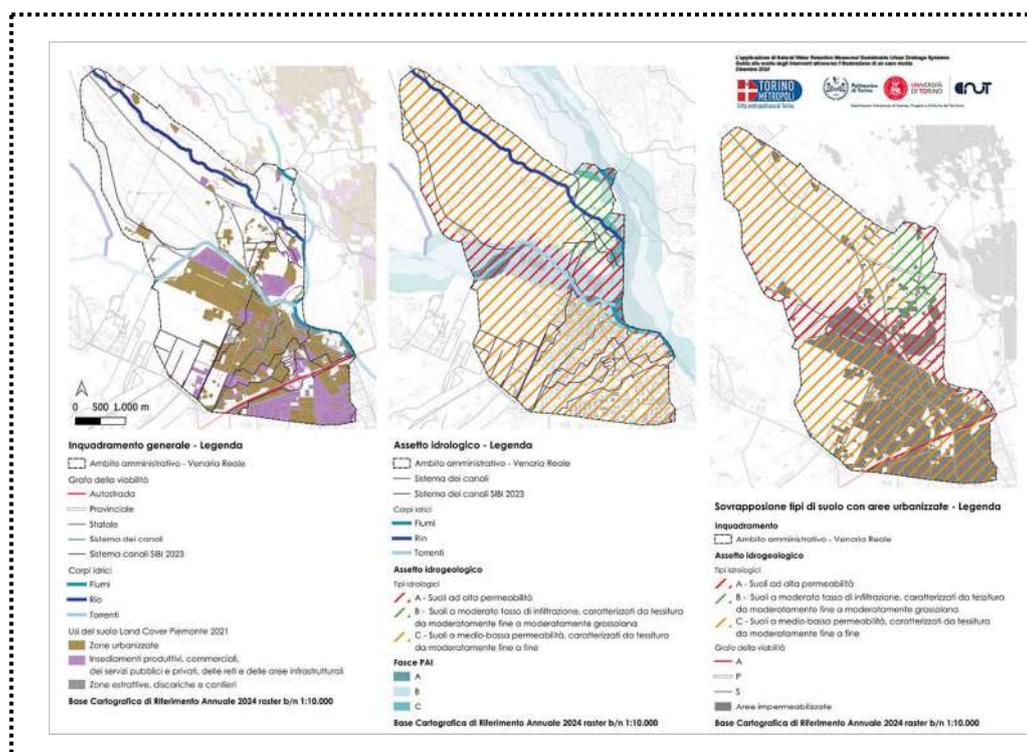


Tavola 2

La seconda tavola rappresenta tre aree con diverse caratteristiche per tipo di suolo e uso del suolo. Per ogni tipo si indicano le icone degli interventi possibili secondo il diagramma dei criteri di applicazione (fig. 1), come primo filtro. Ad esempio, il primo caso presenta suoli ad alta permeabilità in un'area industriale. Il primo passo è definire il tipo di funzionamento compatibile, che in questo caso è quello di infiltrazione delle acque; il secondo passo è scegliere se utilizzare SUDs che rientrano nelle infrastrutture verdi o grigie. Nel caso dell'area industriale, non vi sono particolari vincoli a utilizzare le une o le altre. Se ce n'è la possibilità, si possono inserire sistemi con forme di inverdimento e specie arboree.

esempio

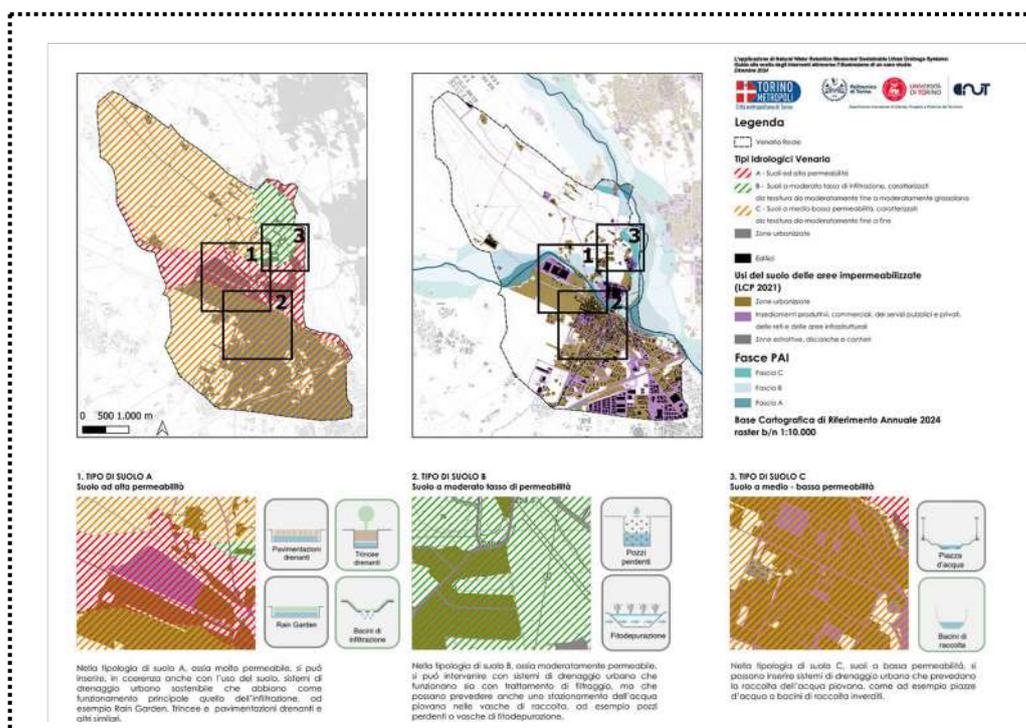


Tavola 3

La terza tavola illustra due aree di intervento ad una scala di maggior dettaglio, in categoria di suolo C, quindi a bassa permeabilità. La prima proposta è un bacino di raccolta e ritenzione idrica all'interno di un'area di pertinenza di un raccordo stradale. La seconda è l'inserimento di canali di raccolta lungo gli assi stradali di aree industriali e residenziali.

esempio



Figura 1. INSERIMENTO DI BACINI DI RACCOLTA PER L'ACQUA INTERNO AL RACCORDO

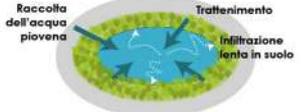
Obiettivi C.I.R.C.A.



Figura 2. INSERIMENTO DI BACINI DI RACCOLTA PER L'ACQUA INTERNO AL RACCORDO

L'intervento proposto rientra nella categoria di SUDs che hanno come tipo di trattamento la ritenzione delle acque piovane. In figura si vede lo schema di un bacino di ritenzione idrica. L'acqua piovana viene raccolta e trattata nella vasca e poi tramite sistemi di drenaggio urbano viene incanalata nel canale adiacente mostrato in figura 1.

INSERIMENTO DI BACINI DI RACCOLTA PER L'ACQUA INTERNO AL RACCORDO



Raccolta dell'acqua piovana **Trattamento**
Infiltrazione lenta in suolo



Figura 3. SISTEMA DI CANALI INVERDITI LUNGO GLI ASSI VIARI DELL'AREA INDUSTRIALE



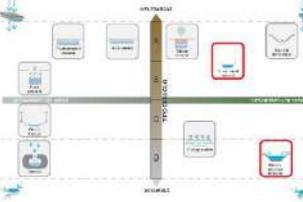
Figura 4. INSERIMENTO DI BACINI DI RACCOLTA PER L'ACQUA INTERNO AL RACCORDO

L'intervento proposto rientra nella categoria di SUDs che hanno come tipo di trattamento la ritenzione delle acque piovane. In figura si vede lo schema di un sistema di fasce inverteite lungo gli assi viari della zona residenziale sud di Venaria Reale, che si possono estendere a tutto il reticolo viario della zona industriale. L'intervento proposto ha come obiettivo l'inserimento di fasce di raccolta dell'acqua presente sul sedime stradale, abbassando le classiche aule lungo le strade, rispetto al piano della sezione stradale. Così facendo lo scorrento naturale dell'acqua porterà a convogliarla nelle fasce, dove ci sarà uno strato inverteito che fungerà anche da fitodepurazione.

SISTEMA DI CANALI INVERDITI LUNGO GLI ASSI VIARI DELL'AREA INDUSTRIALE



Raccolta dell'acqua dalla sede stradale **Trattamento**
Infiltrazione lenta in suolo



Città Metropolitana di Torino – Politecnico di Torino (DIST)

Maggio 2025

- 37 -

BIBLIOGRAFIA

- Burian, S., Edwards, F. (2002). Historical Perspectives of Urban Drainage. *Global Solutions for Urban Drainage*, pp. 1-16.
- City of Portland (2020). *Stormwater Management Manual*. Portland, Oregon: Bureau of Environmental Services.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN.
- European Commission (EC) (2015). *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities' Directorate-General for Research and Innovation 2015 Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials EN (full version), Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (EC) (2014). *Natural Water Retention Measures*. Technical Report - 2014 – 082, By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J. L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D. & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12 (7), pp. 525–542.
- IUCN (2009). *Position paper for UNFCCC COP15*. Copenhagen. Gland, Switzerland: IUCN.
- Pastorello, M., (2019). *Proposte metodologiche per un regolamento di invarianza idraulica e idrologica nel territorio torinese*. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-Ambientale, Tesi di Laurea, Relatore: S. Ferrari.
- Strosser, P., Delacámara, G., Hanus, A., Williams, H., e Jaritt, N., (2015). *Una guida in supporto della selezione, della progettazione e della realizzazione delle misure di ritenzione naturale delle acque in Europa. Catturare i molteplici benefici di soluzioni basate sui processi naturali*. Versione finale, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea.
- Urban Green Up (2018). *NBS Catalogue*. Deliverable 1.1, Urban Green Up Project Funded by the EU Horizon 2020 Research and Innovation Programme, GA n. 30426 disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- United States Department of Agriculture (USDA) (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds*, TR-55, USDA, Washington D.C.
- Vollaers, V., Nieuwenhuis, E., van de Ven, F., & Langeveld, J. (2021). Root causes of failures in sustainable urban drainage systems (SUDS): an exploratory study in 11 municipalities in the Netherlands. *Blue-Green Systems*, 3(1), pp. 31–48. <https://doi.org/10.2166/bgs.2021.002>.
- Webster, C. (1962). The Sewers of Mohenjo-Daro. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 34(2), pp. 116–123.
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015). *The SuDS Manual*. C753 CIRIA.

ALLEGATO 1

OBIETTIVI, FUNZIONI E LIMITI DEI SUDs

Tabella 1 - Obiettivi, funzioni e limiti dei SUDs

Elaborazione di Stefano Ferrari

SISTEMA	COMPONENTE	descrizione	rif CITRA Manual 2015	rif. Portland Manual 2020 private ----- public	note	LIMITAZIONE	STANDARDS	MACRO-OBIETTIVI				FUNZIONI SVOLTE									
								QUANTITA'	QUALITA'	BIODIVERSITY	AMENITY	on-plot	infiltrazione	invaso	trasporto	ET	tratt. Primari	tratt. Biologici	tratt. Speciali		
Harvest on-plot							BS 8515:2009+A1:2013 Rainwater harvesting systems. Code of practice BS 8542:2011 Calculating domestic water consumption in non-domestic buildings. Code of practice BS 8595:2013 Code of practice for the selection of water reuse systems EA (2010) Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide.														
Harvest on-plot	sistemi a gravità	Raccolta da tetti o superfici impermeabili in serbatoi nei piani elevati	11.1.1	3.2.5.2		capacità strutturale edificio, dimensione disponibile, pressione limitata, temperatura di conservazione.		x				X		1					x		
Harvest on-plot	sistemi a pompaggio	Raccolta da tetti o superfici impermeabili in piani sottosuolo con pompaggio alle utenze	11.1.2	3.2.5.2		gestione pompaggio		x				X		1					x		
Harvest on-plot	sistemi compositi	serbatoio sottotetto che versa eccesso in serbatoio sotto suolo, da cui si innesca il pompaggio quando necessario.	11.1.3	3.2.5.2		gestione pompaggio		x				X		1					x		
Ecoroof							BS 6229:2003 Flat roofs with continuously supported coverings. Code of practice BS EN 13252:2001 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in drainage systems BS EN 12056-3:2000 Gravity drainage systems inside buildings. Roof drainage, layout and calculation														
Ecoroof	tetti verdi estensivi	Sul tetto si realizza uno strato di suolo, l'acqua viene conservata nel suolo ed usata dalla vegetazione, se presente.	12,1	3.2.1.1 SW-100		pioggia media		x		x	x	X		0				X			
Ecoroof	tetti verdi intensivi	Sul tetto si realizzano coperture vegetate più complesse, area accessibile.	12,1	3.2.1.1 SW-101		costo, capacità strutturale, irrigazione		x		x	x										
Ecoroof	tetti blu	vasche di ritenzione non vegetate realizzate sul tetto	12,1			capacità strutturale		x				X		x				x			

Sistemi di infiltrazione							BS 7533-13:2009 Pavement constructed with clay, natural stone or concrete pavers. Guide for the design of permeable pavements constructed with concrete paving blocks and flags, natural stone slabs and setts and clay pavers Construction (Design and Management) Regulations 2015													
Sistemi di infiltrazione	scarichi sottosuolo puntuali	pozzi disperdenti o prismi di inerte grossolano.	13,1	3.2.4.2 SW-180 SW-270 ----- 4.2.2 P-160		distanza da fabbricati, capacità del suolo, falda, trattamento primario		x					x	x				!	!	
Sistemi di infiltrazione	trincee disperdenti	trincee disperdenti di inerte grossolano	13,1	3.2.4.3 SW-170 SW-260		distanza da fabbricati, capacità del suolo, falda, trattamento primario		x					x	x				!	!	
Sistemi di infiltrazione	bacini di infiltrazione	depressioni destinate alla infiltrazione, con o senza vegetazione arborea	13,1			distanza da fabbricati, capacità del suolo, falda, trattamento primario		x	x	x	x	x	x	x				!	!	
Sistemi di infiltrazione	disconnessione grondaie	disconnessione grondaie ed indirizzamento verso area di infiltrazione		3.2.3.3 SW-120		retrofit, distanza edificio, disponibilità aree private														
Sistemi di trattamento specifici							BS EN 858-1:2002 Separator systems for light liquids (eg oil and petrol). Principles of product design, performance and testing, marking and quality control Construction (Design and Management) Regulations 2015													
Sistemi di trattamento specifici	vasche	Sistemi prefabbricati di filtrazione e bio trattamento	14,1	MSTT 3.2.5.1 ----- 4.2.3		costo, manutenzione			x									x	x	X
Sistemi di trattamento specifici	canali	"	14,1	MSTT 3.2.5.1 ----- 4.2.3		costo, manutenzione												x	x	x
Sistemi di trattamento specifici	separatori	a vortice o simili per separazione sedimenti	14,1	MSTT 3.2.5.1 ----- 4.2.3		costo, manutenzione			x									x		
Sistemi di trattamento specifici	filtri	filtri speciali	14,1	MSTT 3.2.5.1 ----- 4.2.3		costo, manutenzione			x									x		

	bacini detenzione vegetati	ampie depressioni vegetate di norma asciutte, destinate ad allagamento temporaneo, possibili piccole aree umide permanenti	2,1			disponibilità area per limitare tiranti idrici		x	x	x	x		x	x		x	x		
	bacini detenzione pavimentati	aree pubbliche urbane conformate ad anfiteatro o vasca, pavimentate di norma asciutte, destinate ad allagamento temporaneo	2,1			disponibilità area per limitare tiranti idrici, manutenzione		x					x	x					
	Stagni ed aree umide																		
	bacini di ritenzione vegetati	bacini di norma allagati e capaci di contenere i volumi di runoff in caso di pioggia, aree diversificate e multi funzionali	23,1	3.2.5.6		disponibilità area per limitare tiranti idrici, manutenzione		x	x	x	x			x		x	x	x	

PARTE II

SCHEDE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

GUIDA ALLA SCELTA DEGLI INTERVENTI

L'abaco delle compensazioni ambientali è concepito come un dispositivo di supporto alle decisioni, una guida alla scelta di possibili interventi di riqualificazione ambientale per enti e progettisti coinvolti nell'ambito di processi di valutazione di piani, programmi e progetti. L'abaco è costituito da schede esemplificative e raccoglie 44 NBS che si prestano ad ambiti agro-naturali e urbani, a diverse scale d'intervento e differenti impegni economici.

L'abaco è un catalogo di soluzioni cui attingere in base a molteplici aspetti. Non solo le risorse finanziarie disponibili, ma anche fattori quali il contesto socio-economico, fisico e ambientale, l'entità dell'impatto dell'opera da compensare, i valori e le criticità ambientali e territoriali dei luoghi, la disponibilità di aree idonee per le compensazioni (si veda il catalogo CIRCA), le previsioni di piani e programmi, le progettualità in corso da completare e le esigenze della comunità locale.

L'abaco propone una vasta gamma di misure che possono rispondere alle più urgenti sfide ambientali, ideato come un documento in continua evoluzione che nel tempo potrà essere perfezionato e arricchito da ulteriori esempi, approfondimenti e contributi tematici.

CATEGORIE DI INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

SOMMARIO

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



A- RINATURALIZZAZIONE		1	2	3	4	5
A1	RINATURALIZZAZIONE DEI LAGHI DI CAVA	●	●	●	○	●
A2	RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	●	●	○	○	○
A3	REALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE ZONE UMIDE	●	●	●	○	●
A4	RINATURALIZZAZIONE AREE DISMESSE	●	●	●	●	●

B- CAMBIAMENTO CLIMATICO E ISOLE DI CALORE		1	2	3	4	5
B1	COPERTURE VERDI	○	○	●	●	○
B2	PARETI VERDI	○	○	●	●	○
B3	VIALI ALBERATI (INTEGRATI A SUDS)	○	●	○	●	○
B4	AREE DI SOSTA VERDI	○	●	○	●	○

C- FORESTAZIONE		1	2	3	4	5
C1	PIANTUMAZIONE DI SIEPI CAMPESTRI	●	●	○	●	○
C2	REALIZZAZIONE DI BOSCHI E FORMAZIONI ARBUSTIVE	●	●	●	○	●
C3	REALIZZAZIONE DI AREE VERDI	●	●	●	●	●
C4	IMPIANTI PER L'ARBORICOLTURA A CICLO MEDIO-LUNGO	●	●	●	○	●

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



D- INTERVENTI INTEGRATI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE (IDROMORFOLOGIA) E CONTRASTO AL DISSESTO IDROGEOLOGICO

		1	2	3	4	5
D1	CREAZIONE DI AREE DI DIVAGAZIONE NATURALE DEI CORSI D'ACQUA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
D2	TERRAZZAMENTI SU VERSANTI COLLINARI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
D3	RICONNESSIONE DELLE LANCHE	<input checked="" type="radio"/>				
D4	RINATURALIZZAZIONE DEL LETTO DEI FIUMI E DEI CANALI	<input checked="" type="radio"/>				
D5	INVERDIMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE SPONDE FLUVIALI	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
D6	SIEPI ANTIALLUVIONE	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

E- MANTENIMENTO E SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITA'

		1	2	3	4	5
E1	REALIZZAZIONE DI PASSAGGI FAUNISTICI	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E2	REALIZZAZIONE SCALE DI RISALITA DELL'ITTIOFAUNA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E3	CONTENIMENTO DELLE SPECIE ALLOCTONE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E4	ELEMENTI, SPAZI, MURI VERDI PER GLI IMPOLLINATORI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E5	PENSILINE, BARRIERE E RECINZIONI VERDI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E6	PRATI PERMANENTI	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E7	GIARDINI MOBILI	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

F- RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

		1	2	3	4	5
F1	CAPPING E/O RIPORTO DI TERRENO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F2	DISINQUINAMENTO DEL SUOLO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F3	DEMOLIZIONE EDIFICI E MANUFATTI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F4	COMPOSTAGGIO COMUNITARIO PER ORTI URBANI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



G- INFRASTRUTTURE VERDI

		1	2	3	4	5
G1	PIANTUMAZIONE DI SPECIE ARBOREE E FILARI	●	●	○	●	○
G2	REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI	○	●	●	○	○
G3	REALIZZAZIONE DI PERCORSI E CIRCUITI PAESAGGISTICI ATTREZZATI PER LO SPORT E LE ATTIVITÀ RICREATIVE	○	●	●	○	○
G4	ORTI URBANI E GIARDINI COMUNITARI	○	●	○	●	○

H- DRENAGGIO URBANO (SUDS)

		1	2	3	4	5
H1	DE-IMPERMEABILIZZAZIONE	●	○	○	●	○
H2	REALIZZAZIONE DI GIARDINI DELLA PIOGGIA	○	●	●	●	○
H3	BACINI DI RACCOLTA, RITENZIONE E INFILTRAZIONE	○	●	●	●	○
H4	IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE	●	●	●	○	●
H5	AREE INONDABILI	○	●	●	●	○
H6	RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA E CANALI TOMBATI	○	●	●	●	○
H7	FASCE, CANALI E RUSCELLI PER IL DEFLUSSO	○	●	○	●	○
H8	FASCE, FOSSI, TRINCEE INFILTRANTI	○	○	○	●	○
H9	INVERDIMENTO BINARI DEL TRAM	○	○	○	●	○
H10	RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA	○	○	○	●	○
H11	POZZI PERDENTI O VASCHE DI RACCOLTA INTERRATA PER IL DRENAGGIO	○	○	○	●	○

A

RINATURALIZZAZIONE



		1	2	3	4	5
A1	RINATURALIZZAZIONE DEI LAGHI DI CAVA	●	●	●	○	●
A2	RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	●	●	○	○	○
A3	REALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE ZONE UMIDE	●	●	●	○	●
A4	RINATURALIZZAZIONE AREE DISMESSE	●	●	●	●	●



A.01. RINATURALIZZAZIONE DEI LAGHI DI CAVA

A.01

Per rinaturalizzazione si intende l'insieme degli interventi, strutturali e non strutturali, atti a ripristinare le caratteristiche ambientali e biocenotiche, nonché la funzionalità ecologica, di un ecosistema in relazione alle sue condizioni potenziali. Nel particolare intervento di rinaturalizzazione delle cave, queste azioni devono essere accompagnate da un rimodellamento delle superfici di escavazione al fine di assicurarne una stabilità meccanica permanente, sia strutturale che superficiale, ricreando allo stesso tempo forme diversificate, facilmente accessibili e in stretta connessione con il paesaggio circostante (fonte: a, f). Il recupero e il percorso di naturalizzazione delle cave nelle aree fluviali protette dimostrano come questa tipologia di interventi consenta un decisivo miglioramento sotto il profilo ambientale e una maggiore fruizione e riutilizzo pubblico delle aree (fonte: d). Le dinamiche spontanee di rivegetazione nelle aree di cava dismesse sono molto lente ed alterate a causa delle condizioni ambientali limitanti, quali: assenza di suolo, scarsa disponibilità idrica, pH modificato e disturbo antropico. L'accelerazione delle dinamiche naturali tramite interventi di recupero dovrebbe favorire, laddove possibile, i processi ecologici interrotti dall'attività estrattiva (fonte e).

esempio

Figura 3.

A sinistra, cava di inerti in attività, a destra, lago di cava con sponde rinaturalizzate. Fascia fluviale del Po





A.01

RIFERIMENTI:

Regione Emilia-Romagna (2017). Il recupero delle cave in Emilia-Romagna, disponibile su: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/servizi/pubblicazioni/servizio-difesa-del-suolo-della-costa-e-bonifica/pdf/manuale-per-il-recupero-e-la-riqualificazione-ambientale-delle-cave-in-emilia-romagna> (ultimo accesso: 02/12/22)

- a) Muzzi E., Rossi G. (2003). Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia – Romagna. disponibile su: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/attivita-estrattive-e-minerarie> (ultimo accesso: 02/12/22)
- b) Regione Emilia-Romagna (2022). Elenco prezzi delle opere pubbliche della Regione Emilia-Romagna, disponibile su: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/servizi/elenco-regionali-prezzi-difesa-del-suolo> (ultimo accesso: 02/12/22)
- c) Castelnovi P. (a cura di) (2013). Riqualificazione e valorizzazione dei laghi di cava, Parco del Po Cuneese, disponibile su: https://issuu.com/landscapefor/docs/manuale_cave2 (ultimo accesso: 02/12/22)
- d) Gentili, R., Gilardelli, F., Citterio, S., Sgorbati, S. (a cura di) (2013). Convegno "La rinaturazione delle cave - Dal caso studio del Botticino alle esperienze in Italia. Raccolta dei riassunti. Pixaprinting srl, disponibile su: https://boa.unimib.it/retrieve/handle/10281/48592/72931/Book_degli_Abstract_Rinaturazione_Cave.pdf (ultimo accesso: 02/12/22)
- e) Lippi P., Botti M. (2004). Messa a dimora di arbusti. Prezzi d’impianto, ACER, Vol.1, pp. 79-81
- f) Baldini S., Picchio R. (2004). Incline al taglio, ACER, Vol.5, pp. 71-73
- g) Custode F., Ciriello O. (2006). Nuova Identità. ACER, Vol. 2, pp. 63-68
- h) Ferrario A., Monti A., Casati E., Gentili R., Citterio S. (2019). Tempo ma non solo, ACER, Vol. 4, pp. 47-52
- i) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)

LISTA DELLE FIGURE:

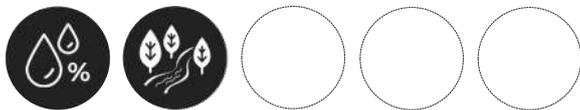
- *Figura 1. A sinistra, cava di inerti in attività, a destra, lago di cava con sponde rinaturalizzate. Fascia fluviale del Po piemontese. Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

A.01

A1. Rinaturalizzazione laghi di cava		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Rimodellamento delle geometrie di scavo	Da 1,60 €/m ²	Considerando uno scavo medio di 1m (fonti: a, c)
	a1,74 €/m ²	
Realizzazione della rete di regimazione idraulica definitiva	-	Il costo non è stato inserito nel totale perché dipende sia dalle ore di lavoro degli operai sia dalla potenza dell'escavatrice utilizzata (fonti: a, c)
Fornitura e messa a dimora di piantine di specie arbustive ed arboree	16,50 €/m ²	Densità media 3 arbusti/m ²
		(fonti: a, c, f)
Fornitura e posa in opera di tubi Shelter	6,60 €/m ²	Densità media 3 arbusti/m ² (fonti: a, c)
Esecuzione di gradonata realizzata con apertura di banchine	22,36 €/m ²	Piede del gradone 1m (fonti: a, c)
Costruzione di gabbionate	145,30 €/m ²	Considerando un gabbione di dimensioni 1m x 1mx 1m (fonti: a, c)
Semina di superfici o di sponde arginali	0,20 €/m ²	(fonti: a, c)
Concimazione	0,10 €/m ²	(fonte: d,e)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
192,66 €/m ²	192,80 €/m ²	192,73 €/m ²



A.02

A.02. RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA

Per rinaturalizzazione si intende la reintroduzione, in un ambiente artificializzato, di quegli elementi morfologici caratteristici degli ambienti fluviali naturali che rivestono una fondamentale importanza nella funzionalità dell'ecosistema fluviale quali, ad esempio, la sinuosità del tracciato, i raschi, le buche, le barre, le calme, le aree di espansione delle acque, la vegetazione riparia (fonti: b, h). I corsi d'acqua in ambito urbano e rurale possono assumere valenza paesaggistica e naturalistica se mantengono caratteristiche naturaliformi. I canali a sezione geometrica ristretta rappresentano elementi monofunzionali con elevata semplificazione dell'ecosistema. Limitano pertanto una serie di funzioni dei corsi d'acqua, tra cui la denitrificazione e la formazione di habitat. La morfologia variata, invece, favorisce condizioni diverse di illuminazione, temperatura, depositi, profondità, velocità dell'acqua, vegetazione, elementi trofici, e permette la formazione di habitat e nicchie ecologiche diversificate sulle sponde e in alveo, in grado di costituire importanti elementi per la riqualificazione del paesaggio, incrementare la biodiversità e la complessità ecosistemica, ridurre il rischio idraulico, migliorare la qualità delle acque, con conseguente miglioramento della percezione e fruizione antropica.

In particolare, la morfologia diversificata favorisce:

- La formazione di fasce di vegetazione riparia in grado di filtrare e depurare l'acqua, e di ridurre l'erosione spondale;
- La formazione di zone a diversa velocità e profondità dell'acqua, funzionali al miglioramento dell'ecosistema fluviale;
- La ritenzione di materia organica con un incremento della trofia del canale e incremento della produttività della fauna ittica;
- La variabilità della luce e delle ombre con effetti positivi non solo visivi, ma anche sulla diversità d'uso degli ambienti da parte della fauna ittica. (fonte: a, h, i).



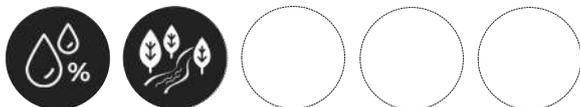
esempi

Figura 1.

Aspetto di un canale irriguo allo stato naturale (Valchiusa, TO)



A.02



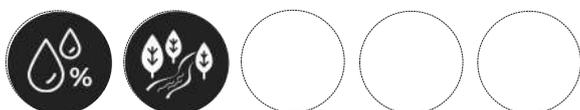
A.02

RIFERIMENTI:

- a) Provincia di Milano (2011). Raccolta delle modalità di intervento nel paesaggio del Parco Agricolo Sud Milano. Opere Idrauliche, disponibile su: https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/parco_agricolo_sud_milano/.content/allegati/autorizzazioni_paesaggio/progettare_nel_parco/4_Opere_Idrauliche.pdf (ultimo accesso: 12/12/2024)
- b) Sansoni G. (1993). La rinaturalizzazione degli ambienti fluviali: principi e metodi, Trento.
- c) Monaci M. (2011). Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua. Regione del Veneto, Veneto Agricoltura.
- d) Città di Torino (2015). Ripristino dell'efficienza idraulica della sezione d'alveo dei corsi d'acqua Po, Dora Riparia, Stura di Lanzo nell'ambito della Città di Torino mediante manutenzione della vegetazione ripariale e movimentazione dei depositi litoidi e interventi di manutenzione della vegetazione ripariale, ripristino ed adeguamento al nuovo assetto idraulico delle difese spondali esistenti ed mantenimento della sezione deflusso del fiume Po nel tratto compreso tra la confluenza del Pellice e la confluenza dello Stura di Lanzo. Computo Metrico Estimativo, disponibile su: http://bandi.comune.torino.it/sites/default/files/allegati/bandi/2015/11216/COMPUTO_METRICO_ESTIMATIVO.pdf (ultimo accesso: 03/12/22)
- e) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- f) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)
- g) Lippi P., Botti M. (2004). Messa a dimora di arbusti. Prezzi d'impianto, ACER, Vol.1, pp. 79-81
- h) Morolli C., Morri E., Santolini R. (2006). Riqualificazione dei corsi d'acqua. Un indice per analizzare le criticità, ACER, Vol.3, pp. 66-71
- i) Po M. (2010). Il torrente Tiepido (MO). La prova del nove, ACER, Vol.6, pp. 27-30

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Aspetto di un canale irriguo allo stato naturale (Valchiusa, TO). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2 Rinaturalizzazione delle sponde. Fonte: Archivio della Città Metropolitana di Torino*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI
DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

A.02

A2. Rinaturalizzazione di corso d'acqua		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Decespugliamento	0,70 €/m ²	(fonti: c, d)
Abbattimento alberi	Da 10,66 €/m ²	(fonti: c, f)
	a 84,77 €/m ²	
Scavi e movimenti terra	15,15 €/m ²	Si ipotizza lo scavo medio di profondità 1m (fonti: c, d) 1,47+13,68€/mq
Esecuzione scogliere	33,20 €/m ²	Si ipotizza lo scavo medio di profondità 1,5m (fonti: c, d) 49,78€/m ³
Sistemazione banchine	4,10€/m ²	(fonti: c, d)
Fornitura di piante forestali	Da 0,30 €/m ²	(fonti: c, e)
	A 0,70 €/m ²	
Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi	Da 0,11 €/m ²	(fonti: c, d)
	A 0,25 €/m ²	
Concimazione	Da 0,03 €/m ²	(fonti: c, d)
	A 0,07 €/m ²	
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
64,25 €/m ²	138,94 €/m ²	101,60 €/m ²



A.03

A.03. REALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE ZONE UMIDE

Le zone umide sono aree temporaneamente o perennemente allagate e possono essere di origine naturale o artificiale. Sono i più efficaci serbatoi di carbonio del Pianeta – le sole torbiere, che coprono il 3% della superficie terrestre, assorbono il 30% del carbonio organico dei suoli – e hanno un ruolo significativo nel contrasto agli effetti dei cambiamenti climatici: barriere naturali contro gli eventi estremi di origine marina, capaci di immagazzinare le piogge in eccesso e mitigare gli impatti delle inondazioni, come le pianure alluvionali; o ancora, in grado di preservare endemismi e peculiarità dei paesaggi montani, come le sorgenti e i laghi d’alta quota. Dalle zone umide deriva, inoltre, il 70% di tutta l’acqua dolce utilizzata per l’irrigazione. Esse hanno una grande importanza per la biodiversità sostenendo una ricca varietà di specie vegetali e animali, ma assumono anche un valore commerciale, sociale e culturale per tutta una serie di attività che vengono svolte dall’uomo in queste aree, dalla pesca, al turismo, il birdwatching, l’acquacoltura e anche la caccia. Inoltre, queste aree garantiscono il trattamento delle acque inquinate attraverso sistemi di fitodepurazione.

Gli obiettivi da raggiungere con la ricostruzione di un’area umida sono vari, i principali sono:

- il miglioramento della qualità dell’acqua attraverso processi di assimilazione e trasformazione degli inquinanti
- l’attenuazione dei picchi di piena;
- l’aumento del valore naturalistico del sito (aumento biodiversità, produzione fotosintetica, vita animale)
- ricarica della falda
- funzione e valenza sociale (fonti: a, c).

esempi

Figura 1.

Area umida nell’area metropolitana di Torino.





Figura 2

**Fontanile nell'area
metropolitana di Torino.**



Figura 3

**Stagno nell'area
metropolitana di Torino.**



Figura 4

**Conservazione di zone umide:
risorgiva soggetto a misura di
protezione. Val di Chy (TO).**



Figura 5

**Lago artificiale in area urbana, che ha
attirato colonie avicole. Lisbona (PT).**





A.03

RIFERIMENTI:

- a) Dal Cin L., Bendoricchio G., Coffaro G. (2002). Linee guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali, ANPA - Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientale, disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003500/3522-manuali-2002-09.pdf> (ultimo accesso: 13/12/2024)
- b) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)
- c) Sito web WWF – Sezione “Zone umide”, disponibile su: www.wwf.it/cosa-facciamo/fiumi-zone-umide/zone-umide/ (ultimo accesso: 13/12/2024)
- d) Regione Piemonte (2014). PSR 2014-2020. Allegato 3 - Operazione 4.4.1 (Elementi naturaliformi dell'agroecosistema) formazioni vegetali e zone umide: costi applicabili ai fini della verifica di congruità delle spese, disponibile su: <https://bandi.regione.piemonte.it/system/files/D.D.%2020%20maggio%202019%20%20n.%20561%20OPSR%204.4.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)
- e) Sito web Regione Piemonte – Sezione “Le zone umide del Piemonte”, disponibile su: www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/biodiversita-aree-naturali/conservazione-salvaguardia/zone-umide-piemonte (ultimo accesso: 01/12/2022)
- f) Lippi P., Botti M. (2004). Messa a dimora di arbusti. Prezzi d'impianto, ACER, Vol.1, pp. 79-81
- g) Lippi P., Botti M. (2004). Impianti di forestazione urbana. Prezzi d'impianto, ACER, Vol.2, pp. 87-89
- h) Benvenuti L. (2004). La preparazione del terreno delle grandi opere a verde. Terra rigenerata, ACER, Vol.4, pp. 61-64

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Area umida nell'area metropolitana di Torino. Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 2. Fontanili nell'area metropolitana di Torino. Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 3. Stagno nell'area metropolitana di Torino. Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 4. Conservazione di zone umide: risorgiva soggetto a misura di protezione. Val di Chy. (TO). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 5. Lago artificiale in area urbana, che ha attirato colonie avicole. Lisbona (PT). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI
DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

A.03

A3. Realizzazione e conservazione di zone umide		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Ripulitura terreno	0,13 €/m ²	(fonti: b, d)
Abbattimento alberi	Da 10,66 €/m ²	(fonti: b, d)
	a 84,77 €/m ²	
Posa di reti in fibra naturale	2,97 €/m ²	(fonti: b, d)
Canali e argini	6 €/m ²	(fonti: b, d)
Fornitura e inserimento specie arbustive	10,30 €/m ²	(fonti: b, d)
Realizzazione fascinata	13,85 €/m ²	(fonti: b, d)
Inerbimento:		
Tramite semina a spaglio	Da 0,6 €/m ²	(fonti: b, d)
	a 1,01 €/m ²	
Tramite idrosemina	Da 1,28 €/m ²	(fonti: b, d)
	a 2,26 €/m ²	
Formazione di prato	Da 2,10 €/m ²	(fonti: b, d)
	a 3,77 €/m ²	
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
46,61 €/m ²	124,05 €/m ²	85,33 €/m ²



A.04

A.04. RINATURALIZZAZIONE AREE DISMESSE

A.04. RINATURALIZZAZIONE

Per rinaturalizzazione ambientale di aree dismesse, si intende l'insieme degli interventi di riqualificazione, riuso, bonifica e di ripristino ambientale di siti dismessi, abbandonati e degradati, anche con problemi di inquinamento (brownfields), in ambito urbano e/o urbanizzato. La gamma degli interventi è molto ampia e può comprendere anche opere di demolizione di strutture esistenti, interventi per il ripristino delle funzionalità e della fertilità del suolo, colture temporanee (no-food o energetiche) o per il ripristino funzionale dei suoli, rimboschimenti, interventi di inverdimento, de-impermeabilizzazione e realizzazione spazi verdi e zone ricreative, realizzazione di orti urbani comunitari, così come interventi e/o installazione elementi per favorire gli impollinatori.

esempio

Figura 1.

*Ex area industriale dismessa
recuperata come parco urbano.*

Parco Peccei, Torino.





esempi

Figura 2

Recupero di area industriale dismessa per insediamento misto e parco pubblico. Il suolo inquinato è sigillato e ricoperto (capping). Il fiume Dora, canalizzato negli anni settanta per più di un chilometro, è riportato alla luce.



Figura 3

Realizzazione di lago artificiale balneabile con sistema di fitodepurazione. Caraglio (CN).



A.04



A.04

RIFERIMENTI:

- a) Conserva, A., Farinea, C, Villodres (eds.) (2021). URBiNAT - D4.1: New NBS Co-Creation of URBiNAT NBS (live). "Catalogue and Toolkit for Healthy Corridor", Barcelona, Spain: IAAC.
- b) Gibin R., Turvani M., Di Marco G. (a cura di) (2006). "Proposta di linee guida per il recupero ambientale e la valorizzazione economica dei brownfields. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici" (APAT), Roma
- c) Sito web ProGireg – "Productive Green Infrastructure for post-industrial urban regeneration" - <https://progireg.eu/> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- d) Sito web URBinat – "Healthy corridors as drivers of social housing neighborhoods for the co-creation of social, environmental and marketable NBS" - <https://urbinat.eu/> (ultimo accesso: 27/11/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Ex area industriale dismessa recuperata come parco urbano. Parco Peccei, Torino. Foto: C. Cassatella, 2017*
- *Figura 2. Recupero di area industriale dismessa per insediamento misto e parco pubblico. Il suolo inquinato è sigillato e ricoperto (capping). Il fiume Dora, canalizzato negli anni settanta per più di un chilometro, è riportato alla luce. Foto: C. Cassatella*
- *Figura 3. Realizzazione di lago artificiale balneabile con sistema di fitodepurazione. Caraglio (CN). Foto: C. Cassatella, 2023*

B

CAMBIAMENTO CLIMATICO E ISOLE DI CALORE

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



	1	2	3	4	5
B1 COPERTURE VERDI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
B2 PARETI VERDI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
B3 VIALI ALBERATI (INTEGRATI A SUDS)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
B4 AREE DI SOSTA VERDI	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>



B.01. COPERTURE VERDI

B.01

Le coperture verdi sono superfici di verde pensile realizzate sulle coperture piane o inclinate di edifici (esistenti o di nuova costruzione) o di altre infrastrutture (es: tettoie, garage, pensiline) al fine di regimare l'acqua piovana (fonte: a, b, c, d, i). Dal punto funzionale e costruttivo sono caratterizzate da un sistema integrato e complesso, composto da diversi strati funzionali, necessari per ricreare un habitat adatto alla crescita e al corretto sviluppo delle specie arboree in un contesto urbano. Per tanto, possono essere considerate strumenti di compensazione e mitigazione degli impatti generati dalla costruzione di nuove opere nel territorio. Infatti, i green roof sono volti a favorire la formazione di ecosistemi prossimo-naturali in aree densamente edificate (fonte: a, c, i). La realizzazione di questa tecnologia è normata dalla norma UNI 11235:2007 "istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde" (fonte: b). Dal punto di vista tipologico, le coperture verdi si suddividono in due categorie:

Tetti estensivi. Questa tipologia prevede l'utilizzo di specie vegetali molto resistenti e tolleranti a condizioni climatiche difficili (ad esempio: Sedum, piante aromatiche e graminacee) (fonte: b, e, f). Lo spessore degli strati è ridotto a 10-20 cm. L'irrigazione non è necessaria e richiede bassa manutenzione (fonte: b, e, f). Di norma questa tipologia di copertura non è accessibile;

Tetti intensivi. Questa tipologia presenta, invece, strati con spessore maggiore (tra 25 e 100 cm), per ospitare un'ampia varietà di specie vegetali, tra cui piccoli alberi e arbusti. La manutenzione e l'irrigazione si rendono necessarie e frequenti. Questo tipo di coperture possono essere accessibili (fonte: b, e, f).

Il verde pensile trattiene e accumula l'acqua meteorica restituendola nell'atmosfera tramite evaporazione e traspirazione fogliare (fonte: d). In tale modo la struttura ha un effetto benefico sul fenomeno delle isole di calore tipiche dell'ambiente altamente urbanizzato (fonte: a, c, d, g). L'eccesso di acqua viene fatto defluire nella rete idrica attraverso gronde. Il verde pensile può essere installato su qualsiasi copertura come edifici urbani, fabbricati industriali o tettoie (fonte: d).

I benefici della realizzazione delle coperture verdi possono essere così elencati (fonte: a, c, d, i):

- miglioramento del comfort e il rendimento energetico degli edifici;
- rimozione degli inquinanti attraverso meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali;
- favorire la biodiversità;
- migliorare la percezione visiva dell'edificio ed incrementare il valore paesaggistico del contesto;
- incrementare l'efficienza energetica e la performance acustica dell'edificio;
- ridurre l'effetto isola di calore.



esempi

B.01

Figura 22.

Copertura verde di basso fabbricato. Viborg (DK).



Figura 2.

Parco urbano realizzato con copertura verde su parcheggio interrato. Parco Grosa, Torino.





RIFERIMENTI:

- a) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- b) ISPRA (2012). Verde Pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico, disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/mlg-78.3-2012-verde-pensile.pdf> (ultimo accesso: 02/02/23)
- c) Woods Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R. (2018). The SuDS Manual, Construction Industry Research & Information Association (CIRIA)
- d) Progetto Life BEWARE (2022). Solution manual, disponibile su: https://www.lifebeware.eu/wp-content/uploads/2022/05/Solution-Manual_A4-ITA.pdf (ultimo accesso: 02/02/23)
- e) Peragio A. (2006). Progettare tetti e coperture dalla tegola al fotovoltaico, Maggioli Editore
- f) Arbizzani E. (2011). Tecnologia dei sistemi edilizi. Progetto e costruzione, Maggioli Editore
- g) Gedge D., Grant G., Kadas E., Dinham C. (2012). Creating green roofs for invertebrates, a best practice guide, Buglife – The Invertebrate Conservation Trust, Peterborough, UK, disponibile su: https://cdn.buglife.org.uk/2019/07/Creating-Green-Roofs-for-Invertebrates_Best-practice-guidance.pdf (ultimo accesso: 02/02/2023)
- h) Camera di Commercio di Varese (2017). Listino Secondo Semestre 2017, disponibile su: <https://www.prezzivarese.it/operecompiute/index?subCategoryId=3946> (ultimo accesso: 02/02/2022)
- i) Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). *Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici*, disponibile su: https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf (ultimo accesso: 01/03/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Copertura verde di basso fabbricato. Viborg (DK). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Parco urbano realizzato con copertura verde su parcheggio interrato. Parco Grosa, Torino (TO). Foto: C. Cassatella*

B.01



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

B.01

B1 - Coperture verdi		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
-	-	Per la definizione dei costi è stato preso come riferimento il costo/m2 dell'intero pacchetto, per tanto non verranno elencate le voci di costo dei singoli elementi ma il costo dell'intera stratigrafia, differenziata per tipologia estensiva e intensiva. Inoltre, il costo è dipendente dalla sup. da realizzare
Formazione di tetto verde realizzato con il sistema completo per tetti verdi di tipo estensivo, secondo le disposizioni e specifiche contenute nella norma UNI 11235. In particolare, dovrà essere garantito il rispetto dei requisiti relativi alla capacità drenante del sistema e alla capacità agronomica dell'elemento di accumulo idrico e del substrato di coltivazione, in modo da favorire il corretto sviluppo delle specie vegetali ospitate (fonte: h).	68,20 €/m ²	Per sup. fino a 200 m2 (fonte: h)
Si riportano le caratteristiche della stratigrafia:	62,86 €/m ²	Per sup. da 200 a 500 m2 (fonte: h)
- strato drenante e riserva idrica, in lastre di polietilene o in elementi di schiuma di polietilene, spessore da 25 a 40 mm;	57,15 €/m ²	per sup. da 500 a 2000 m2 (fonte: h)
- strato di separazione/filtro costituito da tessuto non tessuto, in grado di garantire passaggio all'acqua 0,1 cm/sec;	53,78 €/m ²	Per sup. oltre 2000 m2 (fonte: h)
- strato di coltivo adatto alla costruzione dei tetti verdi, conforme alla norma UNI 11235, per uno spessore medio compattato di 10 cm costituito da miscuglio di torba bionda, lapillo vulcanico, sostanza organica humificata, fibre vegetali e concime complesso (fonte: h).	120 €/m ²	Per sup. fino a 200 m2 (fonte: h)
	110 €/m ²	Per sup. da 200 a 500 m2 (fonte: h)
	104 €/m ²	per sup. da 500 a 2000 m2 (fonte: h)
	98 €/m ²	Per sup. oltre 2000 m2 (fonte: h)



B.02. PARETI VERDI

B.02

Per pareti verdi si intendono tutte le forme di chiusure verticali vegetate. Questa tipologia di chiusura verticale può essere ottenuta con specie vegetali piantumate al suolo, con l'utilizzo di pannello di supporto ed elementi di contenimento ancorati alla facciata, oppure attraverso delle strutture modulari integrate nella chiusura verticale. Come le coperture verdi, questa tipologia di soluzione costituisce un elemento di rinaturalizzazione, rappresentando quindi una soluzione di mitigazione ambientale conseguente alla costruzione di un edificio (fonte: a).

In generale, i sistemi di verde verticale possono essere classificati in due tipologie:

- facciate verdi;
- chiusure verticali vegetate, meglio conosciute con il termine inglese "living wall".

Queste due tipologie di pareti verdi hanno caratteristiche molto diverse, a seconda del tipo di specie vegetali impiegate, soluzioni tecniche e materiali utilizzati, sistemi di irrigazione e manutenzione. Le facciate verdi sono basate sull'utilizzo di piante a sviluppo rampicante, direttamente ancorate alla superficie della parete, o con l'utilizzo di un sistema di supporto fatto di reti, cavi o graticci. In questo caso, quindi, il rivestimento vegetale è da considerarsi come un rivestimento supplementare alla parete e non completamente integrato ad essa. In questo caso, le piante che possono essere impiegate ricadono nella tipologia di specie rampicanti o a portamento decombente, le uniche in grado di garantire nel tempo il ricoprimento del paramento murario senza la necessità che le fronde vegetali siano in prossimità degli apparati radicali (fonte: a, b).

Le facciate verdi possono, a loro volta, essere suddivise in tre tipologie principali:

- inverdimento diretto;
- inverdimento indiretto;
- inverdimento indiretto in combinazione con elementi contenitori.

I sistemi living wall sono, invece, rappresentati da sistemi modulari completamente integrati alla parete; i quali contengono un substrato organico o artificiale, caratterizzati da una coltura di tipo idroponico basata sull'utilizzo di una soluzione nutritiva per provvedere al fabbisogno delle piante e per garantire un corretto sviluppo della vegetazione. Essi prevedono, inoltre, dei sistemi di irrigazione automatizzati (fonte: a, c). A seconda del mezzo di coltivazione utilizzato, i sistemi living wall possono essere di tre differenti categorie:

- elementi contenitori;
- substrato in resina espansa;
- strati di feltro.
- Si riportano di seguito i maggiori vantaggi e svantaggi relativi alla realizzazione delle pareti verdi. I vantaggi possono essere così elencati:
 - benefici microclimatici e ambientali sia su macro-scala sia a livello di edificio;
 - miglioramento della qualità dell'aria, in particolare per quanto riguarda la capacità di catturare il particolato fine;
 - incremento della biodiversità;
 - diminuzione del carico radiante sulle persone all'esterno in prossimità della parete, contribuendo alla mitigazione degli effetti delle isole di calore urbano;



- diminuzione del carico termico sulle pareti, migliore isolamento e conseguente risparmio energetico.
- D'altra parte, invece, gli svantaggi riguardano principalmente:
- I rischi connessi all'uso di rampicanti riguardano principalmente i danni all'involucro edilizio causati dalla scelta di specie molto vigorose i cui rami possono raggiungere diametri di 15 cm o più;
- le deformazioni delle strutture di sostegno, sorte per non aver considerato i carichi aggiuntivi connessi al verde, e le problematiche causate dal possibile impedimento alla manutenzione e all'asciugatura delle pareti in inverno (nel caso di rampicanti sempreverdi attaccati direttamente alla facciata).

Inoltre, i sistemi living wall necessitano di un monitoraggio continuo per garantire gli apporti di acqua e nutrienti necessari alla sopravvivenza e crescita delle piante. Per quanto attiene l'involucro edilizio, lo smaltimento dell'acqua in eccesso richiede una particolare attenzione per evitare danni da corrosione (fonte: a).

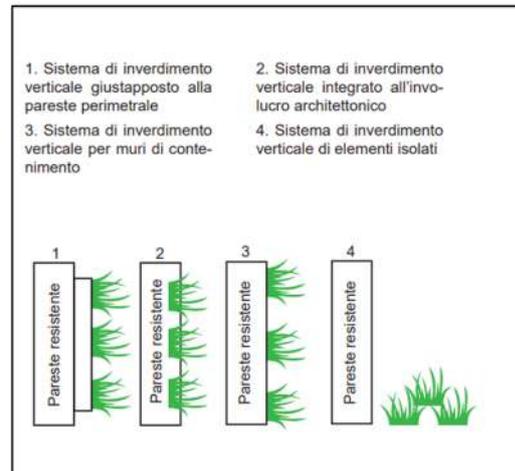
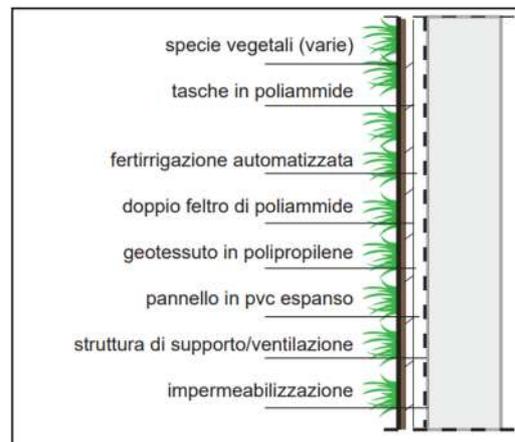
B.02



Figura 1.
Parete verde. Via Sant'Ottavio, Torino



Figura 2 e 3.
Dettagli di pareti verdi.





B.02

RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana di Milano (2021). Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano. Pareti verdi, Life METRO ADAP, disponibile su: https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/Life_Metro_Adapt/documenti/PARETI-VERDI_fin.pdf (ultimo accesso: 02/02/23)
- b) Bit E. (2012). Il nuovo verde verticale. Tecnologie progetti linee guida, Wolters Kluwer Italia S.r.l.
- c) Perini K. (2013). Progettare il verde in città, Franco Angeli, Milano
- d) Bellomo, A. (2009). Pareti Verdi, Esselibri S.p.A., Pozzuoli
- e) Köhler, M. (2008). Green facades – a view back and some visions, *Urban Ecosystems*, 11 (4), pp. 423-436
- f) Candelari E. (2015). Caratterizzazione sperimentale della prestazione termica e acustica di un living wall, Politecnico di Torino, Tesi di Dottorato in “Innovazione tecnologica per l’ambiente costruito”, Tutor: Prof.ssa Valentina Serra
- g) Bit E. (2016). Come funziona il Mur Vegetal di Patrick Blanc, disponibile su: <https://www.teknoring.com/news/green-building/come-funziona-il-mur-vegetal-di-patrick-blanc/> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- h) Nigro G., Oliverio M., Principato F., Salamone F., e Piro P. (2015). Il verde verticale nella pianificazione urbana sostenibile: Aspetti architettonici ed idraulici. Analisi Sperimentale e applicazione progettuale, disponibile su: https://www.researchgate.net/publication/308791991_Il_verde_verticale_nella_pianificazione_urbana_sostenibile_Aspetti_architettonici_ed_idraulici_Analisi_Sperimentale_e_applicazione_progettuale (ultimo accesso: 02/02/2023)
- i) Sito web Ambiente Italia - Ricerca, consulenza e progettazione per la sostenibilità, <https://www.ambienteitalia.it/> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- j) Mezzi P. (2019). Giardino verticale: tipologie, benefici e costi della parete verde, disponibile su: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/giardini-verticali-tipologie-benefici-e-costi/#Facciata-verde-e-Living-wall-a-confronto> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- k) Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, disponibile su: https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf/ (ultimo accesso: 01/03/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

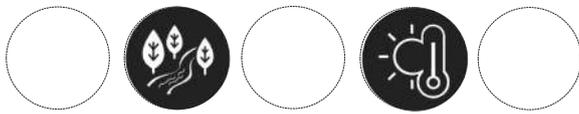
- *Figura 1. Parete verde. Via Sant’Ottavio, Torino. Foto: A. Erbetta, 2023*
- *Figura 2 e Figura 3. Dettagli di pareti verdi. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento alle fonti "g" e "h".*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

B2 - Pareti verdi		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
-	-	Per la definizione dei costi, si fa riferimento ai dati diffusi da Ambiente Italia (fonte: i), che riporta costi per (1) facciate verdi e (2) living wall (fonte: i, j)
Facciata verde di tipo diretto	da 30 a 45 €/m ²	(fonte: i, j)
Facciata verde di tipo indiretto	da 45 a 75 €/m ²	I costi di questo ultimo tipo di facciata variano in relazione al variare del materiale utilizzato per realizzare gli elementi contenitori (fonte: i, j).
Living wall con elementi contenitori	da 400 a 600 €/m ²	(fonte: i, j)
Living wall per il tipo dotato di substrato in resina espansa	da 750 a 1.200€/m ²	(fonte: i, j)
Living wall per la tipologia costituita da strati di feltro	da 400 a 900€/m ²	(fonte: i, j)

B.02



B.03. VIALI ALBERATI (INTEGRATI A SUDS)

B.03

L'intervento consiste nella piantumazione di alberi disposti lungo assi stradali e percorsi ciclo-pedonali. Gli alberi forniscono ombra e contribuiscono a regolare le condizioni microclimatiche locali, mitigare lo stress da calore urbano e assorbire gli inquinanti. Gli alberi forniscono inoltre benefici per la gestione delle acque piovane, grazie all'intercettazione delle precipitazioni e al rallentamento del deflusso. Le cime degli alberi opposti spesso formano una chioma quasi chiusa che consente la formazione di una zona totalmente o parzialmente ombreggiata. Spesso sono integrati con gli interventi per il drenaggio urbano, come fasce, fossi e trincee infiltranti. L'efficacia di tale intervento dipende da numerosi fattori quali la dimensione, la specie, la posizione, la disponibilità di acqua, ecc. (fonte: a, b).

esempi

Figura 1.
Schema funzionale di un viale alberato con SUDs. Viale alberato con sistema di drenaggio urbano sostenibile

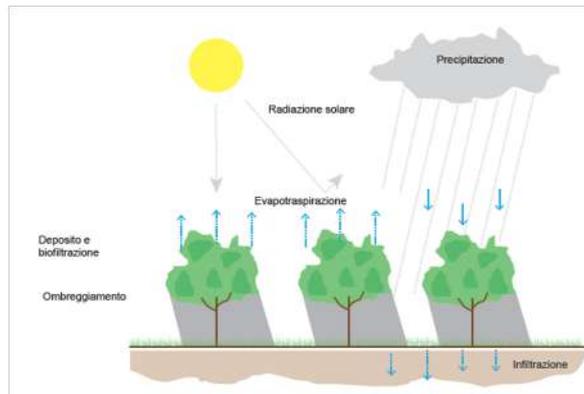
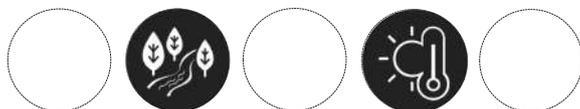


Figura 2 e 3.
Viale alberato con SUDs: pavimentazione drenante e fascia di raccolta e infiltrazione. Corso Marconi, Torino.





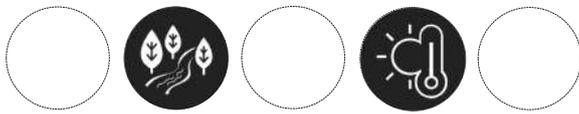
RIFERIMENTI:

- a) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon.
- b) Eisenberg B., Chiesa C., Fischer L., Jakstis K., Polcher V., Schwarz-v.Raumer H. (2022). Nature-based Solutions Technical Handbook Factsheets. UNALAB H2020 project.
- c) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- d) Città Metropolitana di Milano (2022), Milano Città Spugna, disponibile su: <https://www.cittametropolitana.mi.it/PNRR/Piani-Urbani-Integrati/Spugna/> (ultimo accesso 20/05/2024)
- e) Regione Piemonte (2023). Prezziario Regione Piemonte, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/prezzario-regione-piemonte-2023> (ultimo accesso: 13/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Schema funzionale di un viale alberato con SUDs. Viale alberato con sistema di drenaggio urbano sostenibile. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento alla fonte " b".*
- *Figura 2 e Figura 3. Viale alberato con SUDs: pavimentazione drenante e fascia di raccolta e infiltrazione. Corso Marconi, Torino. Foto: E. Gottero, 2023*

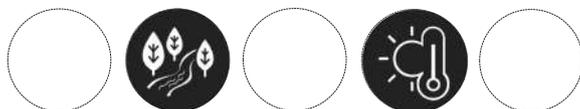
B.03



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

B.03

B3 - Viali alberati (integrati a SUDs)		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Deimpermeabilizzazione aiuole	Da 0,5 €/m ² a 48 €/m ²	(fonte: d)
Pavimentazioni drenanti	Da 16 €/m ² a 125 €/m ²	(fonte: d)
Messa a dimora di alberi con circonferenza del fusto compresa tra cm 20 e cm 25, comprendente lo scavo della buca, il carico e trasporto ad impianto di trattamento autorizzato del materiale di risulta, la provvista di terra vegetale, il carico e trasporto delle piante dal vivaio, il piantamento, la collocazione di tre pali tutori in legno di conifera trattato in autoclave del diametro di cm 8, lunghezza di m 2.50 e altezza fuori terra di m 1.80, collegati con le relative smezzoie, tre legature al fusto con apposita fettuccia o legaccio in canapa, kg 50 di letame bovino maturo, kg 0.200 di concime a lenta cessione, la formazione del tornello e sei bagnamenti di cui il primo al momento del piantamento:		
Buca di m 1.00x1.00x0.70	92,95€/m ²	(fonte: e)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
109,45 €/m ²	265,95 €/m ²	195,95 €/m ²



B.04. AREE DI SOSTA VERDI

L'intervento consiste nella realizzazione di aree di sosta ombreggiate attraverso pergole in legno e microspazi verdi in corrispondenza di percorsi ciclopedonali. Si tratta di spazi verdi destinati alla socializzazione e alle attività ricreative (riposo, relax, osservazione della natura, ecc.) che hanno lo scopo di ridurre l'effetto isole di calore. Queste aree offrono inoltre habitat per diverse specie, sia stanziali che transitorie. L'ombreggiamento e il raffrescamento possono essere forniti non solo attraverso elementi vegetali, ma anche da coperture ed elementi modulari in legno removibili, collegati alla eventuale rete di raffreddamento della città e integrati con scambiatori di calore (fonte: a, b).

B.04

esempi

Figura 1.
Schema tecnico di
un'area di sosta verde

- 1) Suolo pre esistente;
- 2) Suolo compattato misto (20-30% sabbia, 20-30% compost e 30-40% terriccio);
- 3) Terreno drenante, per filtrare l'acqua in eccesso;
- 4) Vegetazione di alberi selezionata in base al clima, la profondità e la composizione del substrato;
- 5) Vegetazione di arbusti/siepi selezionata in base al clima, la profondità e la composizione del substrato;
- 6) Sistema di illuminazione
- 7) Arredo urbano, sedute ecocompatibili
- 8) Paimentazione dell'area drenante di 20 cm.

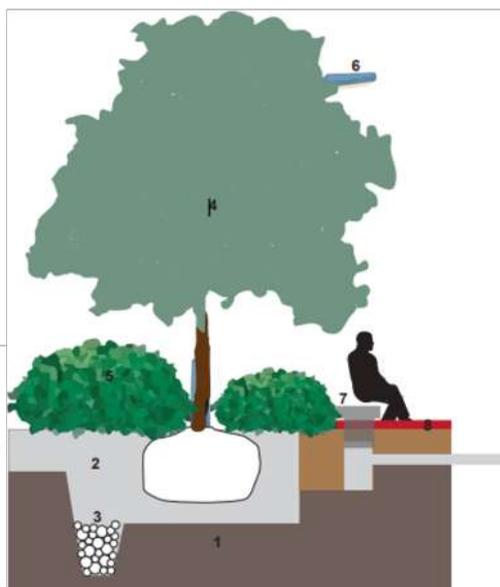
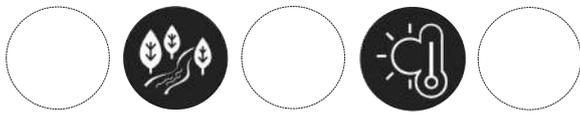


Figura 2.
Area di sosta verde con
tavoli per lavoro
all'aperto. Tokyo (JP)





B.04

RIFERIMENTI:

- a) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Politecnico di Milano, Milano
- b) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- c) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Schema tecnico di un'area di sosta verde. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento alla fonte "b"*
- *Figura 2. Area di sosta verde con tavoli per lavoro all'aperto. Tokyo (JP). Foto: C. Cassatella*

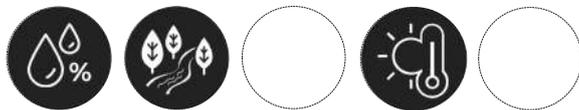
C

FORESTAZIONE

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



		1	2	3	4	5
C1	PIANTUMAZIONE DI SIEPI CAMPESTRI	●	●	○	●	○
C2	REALIZZAZIONE DI BOSCHI E FORMAZIONI ARBUSTIVE	●	●	●	○	●
C3	REALIZZAZIONE DI AREE VERDI	●	●	●	●	●
C4	IMPIANTI PER L'ARBORICOLTURA A CICLO MEDIO-LUNGO	●	●	●	○	●



C.01. PIANTUMAZIONE DI SIEPI CAMPESTRI

Per “siepe” si intende una struttura vegetale generalmente plurispecifica (composta da due o più specie) ad andamento lineare, con distanze di impianto irregolari, preferibilmente disposta su più file, con uno sviluppo verticale pluristratificato (cioè con chiome a diverse altezze) legato alla compresenza di specie erbacee, arbustive e arboree appartenenti al contesto floristico e vegetazionale della zona (fonte: a).

Le siepi multi specie offrono una serie di servizi ecosistemici, difficili da valutare in termini economici, ma non per questo meno importanti. La maggiore biodiversità di una siepe multi specie favorisce a sua volta la maggiore biodiversità della microfauna, specialmente gli insetti pronubi e i predatori dei parassiti delle colture. La presenza delle siepi di confine, in particolare quelle multi-filari, favorisce la mobilità dei piccoli mammiferi e l’annidamento degli uccelli. Le specie impiegabili per la realizzazione di siepi perimetrali sono numerose: la scelta varia in base alle caratteristiche del sito di impianto ed allo scopo. Ad esempio, in ambito collinare sono adatte marruca, prugnolo e perastro o pero mandorlino. In pianura sono adatte il biancospino, lo spincervino e la rosa canina, quest’ultima consigliata a sviluppo libero, oppure sostituita dal prugnolo se invece si desidera una siepe formale. In ogni caso, è bene progettare le siepi con specie autoctone (fonte: b)

Le siepi perimetrali possono essere gestite in due modi:

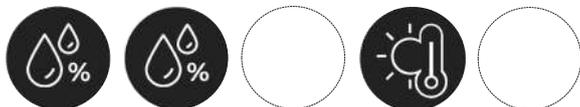
- a sviluppo libero, se non si effettuano potature di contenimento e le piante sono libere di svilupparsi in altezza e in larghezza;
- a sviluppo controllato (siepe formale), se si procede con periodiche potature laterali e/o sommitali, utilizzando un tosasiepi per contenere l’ingombro della siepe alle dimensioni desiderate. (fonte: b)

esempio

Figura 23.
Siepe campestre di Cornus sanguinea (Cerrina).



C.01

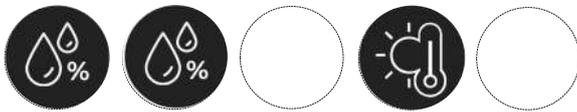


RIFERIMENTI:

- a) Mapelli N. (2014). Siepi campestri progettazione - funzioni e prodotti ottenibili specie adatte - impianto - cure culturali, disponibile su: <https://www.istitutoagrariosartor.edu.it/wp-content/uploads/2016/10/SIEPI-141022vitasupplemento.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)
- b) Rosato M. A. (2022). Le siepi campestri: una tradizione da recuperare, disponibile su: <https://agronotizie.imaginenetwork.com/agronomia/2022/08/09/le-siepi-campestri-una-tradizione-da-recuperare/75848> (ultimo accesso: 01/12/22)
- c) Reif A., Schmutz T. (2011). Impianto e manutenzione delle siepi campestri in Europa, Veneto Agricoltura, disponibile su: <https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/E130%20Completo.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)
- d) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- e) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezzario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Siepe campestre di Cornus sanguinea (Cerrina).Foto: M. Devecchi*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

C1. Piantumazione di siepi campestri		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Rimozione della vegetazione legnosa esistente	0,04 €/m ²	(fonte: d)
Drenaggio ed aerazione del substrato	0,11 €/m ²	(fonte: d)
Aratura	Da 0,02 €/m ² a 0,03 €/m ²	(fonti: c, d)
Diserbo	0,09 €/m ²	(fonte: e)
Concimazione	Da 0,015 €/m ² a 0,02 €/m ²	(fonte: c, d)
Impianto	Da 1,78 €/m ² a 3,32 €/m ²	Costo calcolato per un campione di siepe larga 1m (fonte: c)
Irrigazione	Da 4,60 €/m ² a 7,80 €/m ²	Costo calcolato per un campione di siepe larga 1m (fonte: d)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
6,65 €/m ²	11,41 €/m ²	9,03 €/m ²

C.01



C.02. REALIZZAZIONE DI BOSCHI E FORMAZIONI ARBUSTIVE

Per bosco si intendono i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, con estensione non inferiore a 2.000 m² e larghezza media non inferiore a 20 m e copertura non inferiore al 20%, con misurazione effettuata dalla base esterna dei fusti (fonte: a).

Non sono considerati boschi, invece:

- le formazioni forestali di origine artificiale realizzate su terreni agricoli a seguito dell'adesione a misure agro ambientali promosse nell'ambito delle politiche di sviluppo rurale dell'Unione europea una volta scaduti i relativi vincoli;
- i terrazzamenti in origine di coltivazione agricola;
- i paesaggi agrari e pastorali di interesse storico coinvolti da processi di forestazione, naturale o artificiale, oggetto di recupero a fini produttivi.

I boschi, come componente essenziale dell'ambiente, rivestono una moltitudine di ruoli: protezione del suolo e delle acque, conservazione della biodiversità, serbatoio di CO₂, produzione di legno, luogo di svago ed elemento essenziale del paesaggio. Tali funzioni sono riassumibili in cinque macrocategorie: produttiva, protettiva, turistico-ricreativa, naturalistica e ambientale, potenzialmente svolte in contemporanea da tutti i boschi, anche se in misura e con efficacia differente, a seconda del contesto ambientale e socioeconomico (fonte: a, g, i).

Recentemente è cresciuto l'interesse per le foreste urbane. Le principali tipologie individuate dal FAO sono:

- Le foreste peri-urbane
- Parchi cittadini o foreste urbane
- Giardini con alberi
- Alberature su piazze e viali
- Altre aree urbane con alberi (fonte: j)



esempi

Figura 1 e 2
Rimboschimenti, territorio della
Città Metropolitana di Torino



Figura 3
Realizzazione di boschi e
formazioni arbustive in parco
urbano, in area precedentemente
industriale riqualificata. Parque do
Tejo, Lisbona (PT).



C.02



RIFERIMENTI:

- a) Regione Piemonte (2017). *Il bosco e le sue funzioni*, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/foreste/foreste-piemonte-economia-ambiente/bosco-sue-funzioni> (ultimo accesso: 02/12/22)
- b) Regione Piemonte (2022). *Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche*, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezziario/> (ultimo accesso: 12/12/24)
- c) Capolupi A. (2019). *Progetto bosco planiziale. Relazione illustrativa, INCOS Spa*, disponibile su: <https://www.provincia.vicenza.it/doc-via/2019/INCOS%20ITALIA%20S.P.A.%20-%20Impianto%20recupero%20rifiuti%20non%20pericolosi%20-%20VICENZA/Integrazioni%2024.07.2019/Allegato%203%20-%20Progetto%20bosco%20planiziale%20-%20Relazione%20illustrativa.pdf> (ultimo accesso: 13/12/2024)
- d) Regione del Veneto (2017). *Prezziario agroforestale 2017*, disponibile su: https://www.regione.veneto.it/c/document_library/get_file?uuid=d31f6db6-3400-455c-85b7-5340dff718a8&groupId=10701 (ultimo accesso: 02/12/22)
- e) Regione Piemonte (2022). *Elenco Prezzi Agricoltura 2022*, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- f) Cariani S. (2017). *Il piano forestale regionale e la biodiversità*, disponibile su: <http://www.piemonteparchi.it/cms/index.php/natura/biodiversita/item/1773-il-piano-forestale-regionale-e-la-biodiversita> (ultimo accesso: 02/12/22)
- g) Lippi P., Botti M. (2004). *Impianti di forestazione urbana. Prezzi d'impianto*, ACER, Vol.2, pp. 87-89
- h) Benvenuti L. (2004). *La preparazione del terreno delle grandi opere a verde. Terra rigenerata*, ACER, Vol.4, pp. 61-64
- i) Paganini M. (2020). *Principi di gestione del bosco – A ciascuno il suo* Rivista, ACER, Vol.1, pp. 60-64
- j) Salbitano A., Borelli S., Conigliaro M., Chen Y. (2016). *Guidelines on urban and peri-urban forestry*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, disponibile su: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9c27d98b-8071-4ee7-8fc4-e0b430f8a8dc/content> (ultimo accesso: 13/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1 e 2. Rimboschimenti, territorio della Città Metropolitana di Torino. Fonte: Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 3. Realizzazione di boschi e formazioni arbustive in parco urbano, in area precedentemente industriale riqualificata. Parque do Tejo, Lisbona (PT). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

C2 - Realizzazione di boschi e formazioni arbustive		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Ripulitura terreno	0,13 €/m ²	(fonti: c, d)
Sistemazione terreno	0,04 €/m ²	(fonti: c, d)
Tracciamento meccanico del terreno finalizzato alla posa di piantine	0,04 €/m ²	(fonti: c, d, h)
Fornitura di piantine forestali	Da 0,30 €/m ² A 0,70 €/m ²	Media prezzo da densità di un albero ogni 14 m ² a un albero ogni 6 m ² (fonti: c, d, g, h)
Preparazione e messa a dimora di piantine	Da 0,11 €/m ² A 0,25 €/m ²	Media prezzo da densità di un albero ogni 14 m ² a un albero ogni 6 m ² (fonti: c, d, g, h)
Concimazione	Da 0,03 €/m ² A 0,07 €/m ²	Media prezzo da densità di un albero ogni 14 m ² a un albero ogni 6 m ² (fonti: c, d)
Irrigazione	Da 4,60 €/m ² a 7,80 €/m ²	(fonti: c, e)
Trinciatura con rilascio del cotico erboso	0,05 €/m ²	(fonti: c, d)
Stesura meccanizzata di film pacciamante, in alternativa alla pacciamatura localizzata	0,10 €/m ²	(fonti: c, d)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
5,40 €/m ²	9,18 €/m ²	195,95 €/m ²

C.02



C.03. REALIZZAZIONE DI AREE VERDI

Le aree verdi urbane costituiscono le superfici permeabili della città (fonte: b, c, d) e sono molto variabili per tipo, dimensione, usi e attrezzature. Il rapporto ISTAT sul verde urbano del 2014 classifica le diverse tipologie di aree verdi in:

- Verde storico
- Grandi parchi urbani
- Giardini scolastici
- Aree boschive
- Aree di arredo urbano
- Forestazione urbana
- Verde attrezzato per aree sportive all'aperto
- Verde incolto
- Altro (tra cui orti urbani, orti botanici, verde cimiteriale, ...)(fonte: J)
-

Il verde all'interno delle città ha da sempre svolto diverse funzioni per il benessere della popolazione, tra i quali (fonte: b, h):

- Funzione ecologico-ambientale, in quanto mitiga gli effetti di degrado, di inquinamento e di impatto ambientale prodotto dalle attività e dalle costruzioni dell'uomo, regolando il microclima e favorendo la biodiversità;
- Funzione sociale e ricreativa, fornendo opportunità di attività ricreative e sportive all'aria aperta e a contatto con elementi naturali, contribuendo al benessere fisico e psichico;
- Funzione estetica ed architettonica, contribuendo all'immagine della città.

Inoltre, il verde urbano è oggi oggetto di grande interesse per trovare soluzioni sostenibili e resilienti agli impatti del cambiamento climatico, come sottolineato dal nuovo piano nazionale del verde urbano (fonte: d, h).

La legge n.10/2013 prevede che i comuni superiori a 15.000 abitanti si dotino di un catasto degli alberi e che venga piantato un nuovo albero per ogni nato o adottato nel comune (fonte: i).



RIFERIMENTI:

- a) Dal Cin L., Bendoricchio G., Coffaro G. (2002). Linee guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali, ANPA - Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientale, disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003500/3522-manuali-2002-09.pdf> (ultimo accesso: 13/12/2024)
- b) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)
- c) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- d) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Comitato per lo Sviluppo del Verde (2020). Strategia nazionale del verde urbano. Foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute e il benessere dei cittadini, disponibile su: https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/strategia_verde_urbano.pdf (ultimo accesso: 02/02/2023)
- e) Borghi M. (2020). Verde in città: i benefici delle aree verdi urbane e l'importanza di evitare false soluzioni, disponibile su: <https://www.greenpeace.org/italy/storia/13779/verde-in-citta-i-benefici-delle-aree-verdi-urbane-e-limportanza-di-evitare-false-soluzioni/> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- f) Arsuffi R. (2017). Milano | Un problema di verde, disponibile su: <https://blog.urbanfile.org/2017/05/03/milano-un-problema-verde/> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- g) Piccarolo P. (2017). Grandi aree verdi: funzione, gestione e manutenzione, disponibile su: <https://www.mondomacchina.it/it/grandi-aree-verdi-funzione-gestione-manutenzione-c1793> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- h) Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, disponibile su: https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf (ultimo accesso: 01/03/2023)
- i) Legge 14 gennaio 2013, n. 10, Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani.
- j) ISTAT (2016). Verde urbano – 2014, disponibile su: <https://www.istat.it/it/files//2016/05/VERDE-URBANO.pdf> (ultimo accesso: 02/03/2023)

C.03



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

C.03

C3 - Realizzazione di aree verdi		
COSTI		
Formazione del prato	Da 2,18 €/m ² a 12,35 €/m ²	Il costo dipende dall'eventuale fresatura e aratura del suolo e dallo spessore della stessa o dalla posa su cassonetto (fonte: a)
Formazione dell'aiuola	11,93 €/m ²	Compreso il trasporto e il trattamento autorizzato di materiale di risulta. Il costo indicato comprende anche lo scavo di sbancamento fino alla profondità di 40 cm e la fresatura per uno spessore di 30 cm (fonte: a)
Posa del telo di pacciamatura	1,94 €/m ²	Costo riferito a telo in pvc drenante (fonte: a)
Formazione della siepe	22,29 €/m ²	Per il costo a m2 si è considerata una siepe di superficie di 1 m2 (fonte: f)
Messa a dimora di specie tappezzanti arbustive	Da 27,36 €/m2 a 30,47 €/m2	(fonte: a)
Messa a dimora di specie tappezzanti erbacee	Da 24,28 €/m2 a 27,40 €/m2	(fonte: a)
Formazione di stradini pedonali all'interno di aree verdi	Da 20,27 €/m2 a 31,85 €/m2	Il costo si riferisce all'impiego di lastre in luserna di spessore tra i 3 e 5 cm posate su un sottofondo di sabbia. La differenza di costo dipende dalla modalità di realizzazione dello scavo, a mano o con mezzi meccanici (fonte: a)
Formazione di pavimentazione	Da 2,65 €/m ² a 23,73 €/m ²	Il costo dipende dal materiale utilizzato per la pavimentazione. Il costo minimo si riferisce alla formazione di pavimentazione colorata realizzata tramite polibutandienico miscelato con sabbia, per piste pedonali e ciclabili, posteggi. Il costo massimo si riferisce all'utilizzo di ciottoli (fonte: a)
Costruzione di recinzione in legno	Da 21,35 €/m ² a 51,11 €/m ²	Il costo dipende dal tipo di legname scelto per la realizzazione della recinzione. Il costo minore si riferisce a legno di castagno, il costo maggiore è riferito all'impiego di legno di conifera (fonte: a). (il costo al m2 è stato ottenuto considerando la porzione di recinzione di larghezza 1m e altezza 1m)
Irrigazione	Da 4,60 €/m2 a 7,80 €/m2	Costo calcolato per un campione di siepe larga 1m (fonte: g)
-	-	Sono escluse da questi costi l'eventuale posa di arredi urbani, in quanto il costo è ad unità, così come sono esclusi i costi di posa per alberi, in quanto anche in questo caso il costo è unitario (fonte: a).
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
66,75 €/m ²	120,71 €/m ²	93,73 €/m ²



C.04. IMPIANTI PER L'ARBORICOLTURA A CICLO MEDIO-LUNGO

L'intervento ha finalità ambientali, paesaggistiche e produttive (compresa la produzione di biomassa), e consiste nell'imboschimento di terreni agricoli e non agricoli. L'impianto dovrà essere realizzato utilizzando specie forestali arboree e arbustive autoctone, adatte alle condizioni climatiche della zona interessata. Gli impianti realizzati sono reversibili al termine del periodo di permanenza (durata minima 20 anni).

esempio

Figura 1. Impianto per arboricoltura da legno nei pressi di Stupinigi



C.04



C.04

RIFERIMENTI:

- a) Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (MASAF) (2023). Piano Strategico Nazionale PAC, disponibile su:
<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- b) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Politecnico di Milano, Milano
- c) Regione Piemonte (2023). Complemento Sviluppo Rurale (CSR) della Regione Piemonte, in attuazione del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023-2027 approvato con Decisione di esecuzione della Commissione Europea C(2022)8645 del 2 dicembre 2022. Versione 2, disponibile su:
<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/fondi-progetti-europei/sviluppo-rurale-piemonte/complemento-regionale-per-sviluppo-rurale-2023-2027-csr/testo-vigente-csr-2023-2027> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- d) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su:
<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Impianto per arboricoltura da legno nei pressi di Stupinigi. Foto: E. Gottero*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

C4 - Impianti per l'arboricoltura a ciclo medio - lungo		
COSTI		
Azione	€/cad	Note
Realizzazione di impianto ADL in pianura: densità stimata 500 - 625 piante ad ettaro, distanza d'impianto indicativo 4,5 x 4 m. Messa a dimora manuale di piantine, in terreno già lavorato (aratura, erpicatura e/o rippatura). Compresa l'apertura manuale o meccanizzata di buche idonee a contenere l'apparato radicale, il rinterro, il tracciamento dei filari o delimitazione dei gruppi di piante, picchettamento ed ogni altro onere necessario	3,71 €	Impianto di arboricoltura da legno - ADL - calcolato per numero di piante ad ettaro di superficie (AP.10.01) (fonte: d)
Realizzazione di impianto ADL in pianura: densità stimata di 626-816 piante ad ettaro, distanza d'impianto indicativa 4,0 x 3,5 m. Messa a dimora manuale di piantine, in terreno già lavorato (aratura, erpicatura e/o riparatura). Compresa l'apertura manuale o meccanizzata di buche idonee a contenere l'apparato radicale, il rinterro, il tracciamento dei filari o delimitazione dei gruppi di piante, picchettamento ed ogni altro onere necessario	3,42 €	Impianto di arboricoltura da legno - ADL - calcolato per numero di piante ad ettaro di superficie (AP.10.02) (fonte: d)
Realizzazione di impianto ADL in pianura: densità stimata di 817 - 1000 piante ad ettaro, distanza d'impianto indicativa 3,5 x 3,0 m. Messa a dimora manuale di piantine, in terreno già lavorato (aratura, erpicatura e/o riparatura). Compresa l'apertura manuale o meccanizzata di buche idonee a contenere l'apparato radicale, il rinterro, il tracciamento dei filari o delimitazione dei gruppi di piante, picchettamento ed ogni altro onere necessario	3,17 €	Impianto di arboricoltura da legno - ADL - calcolato per numero di piante ad ettaro di superficie (AP.10.03) (fonte: d)

C.04

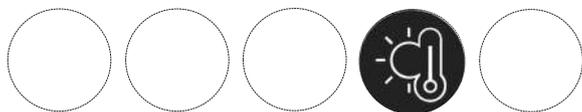
D

INTERVENTI INTEGRATI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE (IDROMORFOLOGIA) E CONTRASTO AL DISSESTO IDROGEOLOGICO

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



		1	2	3	4	5
D1	CREAZIONE DI AREE DI DIVAGAZIONE NATURALE DEI CORSI D'ACQUA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2	TERRAZZAMENTI SU VERSANTI COLLINARI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D3	RICONNESSIONE DELLE LANCHE	<input checked="" type="checkbox"/>				
D4	RINATURALIZZAZIONE DEL LETTO DEI FIUMI E DEI CANALI	<input checked="" type="checkbox"/>				
D5	INVERDIMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE SPONDE FLUVIALI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
D6	SIEPI ANTIALLUVIONE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



D.01. CREAZIONE DI AREE DI DIVAGAZIONE NATURALE DEI CORSI D'ACQUA

La riqualificazione integrata dei corsi d'acqua può essere messa in atto mediante un variegato insieme di tipologie di azioni strutturali e non, che si pongono come obiettivo comune la conservazione e il miglioramento dello stato degli ecosistemi fluviali, della qualità morfologica e della qualità chimico-fisica e che sono focalizzate inoltre, a seconda dei casi, alla gestione del rischio da esondazione e del rischio da dinamica morfologica (fonte: a).

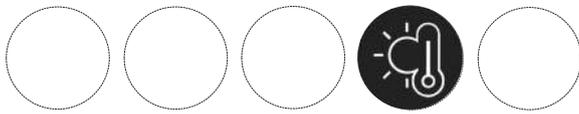
I sistemi di intervento per la riduzione del rischio idraulico sono classificabili entro due categorie (fonte: b):

- interventi strutturali
- interventi non-strutturali.

Le azioni strutturali sulla rete idrografica possono essere così elencate (fonte: a, b):

- invasi di regolazione;
- scolmatori;
- arginature;
- protezioni spondali;
- opere trasversali;
- miglioramento delle condizioni di deflusso; degli alvei;
- difesa delle pianure e relativi insediamenti dalle inondazioni fluviali;
- difesa di città vallive e costiere da allagamenti e alluvionamenti causati dalle piene dei torrenti tributari;
- consolidamento degli alvei e stabilizzazione dei versanti a difesa di centri abitati, insediamenti produttivi e infrastrutture lineari;
- difesa degli invasi dai materiali solidi trasportati (insidia solida);
- Eliminazione/arretramento degli argini per la riconnessione della piana inondabile al corso d'acqua;
- Ripristino di piana inondabile mediante abbassamento di superfici terrazzate;
- Forestazione della piana inondabile per rallentare i deflussi;
- Interventi per l'aumento diffuso della scabrezza in alveo;
- Riattivazione della dinamica planimetrica mediante interventi sulle difese spondali con eventuale allargamento dell'alveo e/o riapertura di canali secondari;
- Aumento dell'apporto di sedimenti dai versanti;
- Rimozione o modifica strutturale di briglie e soglie;
- Costruzione di strutture trasversali per favorire il trattenimento di sedimenti e rialzare il livello dell'alveo;
- Immissione di sedimenti in alveo;
- Rimozione di tombinamenti;
- Recupero della sinuosità.

D.01



Le azioni strutturali sui versanti, invece, sono:

- opere di stabilizzazione dei pendii
- difesa attiva contro le valanghe
- controllo dell'erosione superficiale

Gli interventi di miglioramento delle condizioni di deflusso negli alvei naturali consistono nella manutenzione volta a conservare la stabilità delle sponde, a provvedere al mantenimento della sezione di progetto, alla rimozione degli ostacoli eventualmente creatisi sia per cause naturali (eccessiva crescita della vegetazione), sia antropiche (costruzioni o interventi abusivi).

Gli interventi non-strutturali, invece, riguardano essenzialmente interventi quali provvedimenti legislativi dedicati alla prevenzione per insediamenti futuri o già esistenti. Questi sono possono essere così classificati:

- provvedimenti che modificano l'assetto urbanistico esistente;
- provvedimenti di carattere legislativo miranti a dissuadere dall'edificare nelle aree a rischio;
- attività legislativa preventiva che agisce attraverso la proibizione della costruzione e la regolamentazione delle modalità di costruzione laddove ciò sia ritenuto possibile.

Inoltre, esigenze locali possono richiedere l'intervento per raggiungere obiettivi settoriali quali:

- salvaguardia di terreni in pianura contro l'arretramento delle sponde di alvei a debole pendenza e sezione ad U;
- regimazione della falda;
- rilascio in alveo di portate di magra sufficienti al mantenimento della fauna ittica;
- difesa dalle colate detritiche;
- mitigazione dell'impatto ambientale.

Le attività sopra elencate possono essere realizzate con le seguenti tipologie di interventi:

- regimazione: ossia l'apportare modifiche al regime delle portate che possono defluire lungo il corso d'acqua;
- sistemazione: ovvero la modificazione o consolidamento dell'alveo per raggiungere un assetto plano-altimetrico stabile;
- rinaturalizzazione: la ricostituzione degli habitat propri del corso d'acqua, agendo sul piano morfologico, sulle caratteristiche di alveo e sponde e sulle tipologie vegetazionali presenti;
- costruzione di opere di difesa passiva: sistemi di difesa in grado di arrestare o deviare le colate detritiche secondo varie modalità.

esempio

Figura 1.

Area di divagazione dell'acqua in caso di piena. Parco Dora a Torino





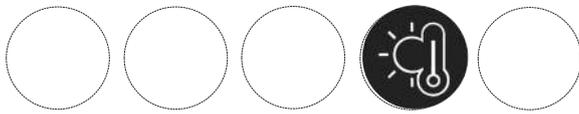
RIFERIMENTI:

- a) Regione Emilia-Romagna (2015) “Linee guida regionali per la riqualificazione integrata dei corsi d’acqua naturali dell’Emilia-Romagna. Riqualificazione morfologica per la mitigazione del rischio di alluvione e il miglioramento dello stato ecologico, disponibile su: <https://progeu.regione.emilia-romagna.it/it/life-rii/temi/documenti/linee-guida-per-la-riqualificazione-integrata-dei-corsi-d2019acqua-naturali/> (ultimo accesso: 26/01/2023)
- b) APAT (2004). Atlante delle opere di sistemazione fluviale. Manuali e linee guida, disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3494-atlante-delle-opere-di-sistemazione-fluviale.pdf/> (ultimo accesso: 26/01/2023)
- c) De Martino, R. (2014). La rete ecologica per la riqualificazione di ambienti fluviali, Edicom Edizioni
- d) Keating K., Pettit A., Rose S. (2015). Delivering benefits through evidence. Cost estimation for land-use and run-off summary of evidence, Environment Agency, Horizon House, Deanery Road, Bristol.
- e) Environment Agency (2009). River Wensum Restoration Strategy: Implementation River Unit 50 Bintree Mill to North Elmham Mill. Feasibility and environmental scoping assessment, Environment Agency, Bristol.
- f) SNIFFER (2005). Development of Hydro-morphological Improvement Targets for Surface Water Bodies. Final Report, Project WFD56”, Edinburgh, Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research.
- g) ENTEC (2008). Update of Benchmark Cost Database with pCEA Results. Project 2c update. Collaborative Research Programme on River Basin Management Planning Economics.

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Area di divagazione dell’acqua in caso di piena. Parco Dora a Torino. Foto: C. Cassatella*

D.01



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

D.01

D1. Creazione di aree di divagazione naturale dei corsi d'acqua		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Forestazione della piana inondabile	media di 2250 alberi/ha ² 3492,08 €/ha ²	I costi fanno riferimento a stime di realizzazione progettuali nel contesto americano; quindi, i costi sono da considerarsi solo come stima di massima per avere un'indicazione (fonte: d).
	media di 1600 alberi/ha ² 2731,25 €/ha ²	
	media di 1600 alberi/ha ² 2110,85 €/ha ²	
River Wensum Restoration Strategy (fonte: e)	Riconnessione del canale 55 €/m lineare	Diversi studi hanno tentato di stimare i costi generici di riconnessione/rimodellamento delle pianure alluvionali (fonte: e, f, g). Si riportano nei costi i diversi progetti con le relative azioni per dare un'idea di massima. Anche in questo caso i costi sono stati convertiti da \$ ad €, per tanto devono essere considerati solo come indicativi.
	Nuovo canale 211€/m lineare	
	Risezionamento del canale 45,87€/m lineare	
	Riallineamento del canale 137€/m	
SNIFFER Water Framework Directive (fonte: f)	Riconnessione al canale esistente da 9,17 €/m a 36,70€/m	
	Avvio o costruzione di nuovi meandri da 22,94 €/m a 73,40 €/m	
Collaborative Research Programme on River Basin Management Planning (fonte: g)	Ripristino parziale dei meandri esistenti da 22,94 €/m a 73,40 €/m	
	Realizzazione di nuovi meandri da 45,87 €/m a 220,19€/m	



D.02. TERRAZZAMENTI SU VERSANTI COLLINARI

L'intervento ha l'obiettivo di proteggere il suolo dall'erosione e dal dilavamento lungo i versanti, nonché mantenere gli habitat e gli elementi caratteristici del paesaggio rurale. L'intervento concerne la sistemazione e/o il ripristino di fasce terrazzate coltivate di riconosciuto valore storico e culturale, comprese le opere di inerbimento dei terrapieni, la manutenzione, la pulitura, la rimozione e/o potatura della vegetazione, il ripristino dei muretti a secco di contenimento e dei sistemi di deflusso delle acque, così come le opere finalizzate al consolidamento delle scarpate e dei terreni in pendio (fonte: b).

esempio

Figura 1.

Paesaggio viticolo su sistema terrazzato. Valle Uzzone.



D.02

RIFERIMENTI:

- F. BONAVERO F., C. CASSATELLA, a cura di, 2020. Guide transfrontalier pour la conservation et la réhabilitation des paysages viticoles alpins = Guida transfrontaliera per la conservazione e il recupero dei paesaggi viticoli alpini. Torino: Politecnico di Torino, pp. 45-50. ISBN: 978-88-85745-35-3.
- Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (MASAF) (2023). Piano Strategico Nazionale PAC, disponibile su: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- van Zanten et al., Gutierrez Goizueta G., Brander L., Gonzalez Reguero B., Griffin R., Kapur Macleod K., Alves A., Midgley A., Herrera L.D., and Jongman B. (2023). Assessing the Benefits and Costs of Nature-Based Solutions for Climate Resilience: A Guideline for Project Developers. Washington, DC: World Bank.
- Regione Piemonte, Prezziario Regione Piemonte, (2023). http://www.sistemapiemonte.it/eXoRisorse/dwd/servizi/OperePubbliche/prezzario/2023/Prezzario_Regione_Piemonte_2023.pdf (ultimo accesso: 27/05/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. [Paesaggio viticolo su sistema terrazzato. Valle Uzzone. Foto: E. Gottero](#)*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

D.02

D2. Terrazzamenti su versanti collinari		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Scavo:		
<ul style="list-style-type: none"> Anche in presenza di acqua fino ad un battente massimo di 20 cm 	4,63 €/m ³	Scavo generale, di sbancamento o splateamento a sezione aperta, in terreni sciolti o compatti, fino a 4 m di profondità, eseguito con mezzi meccanici, esclusa la roccia da mina ma compresi i trovanti rocciosi ed i blocchi di muratura fino a 0,50 m ³ , misurato in sezione effettiva, compreso il carico sugli automezzi, trasporto e sistemazione entro l'area del cantiere. Voce 01.A01.A10 (fonte: d)
<ul style="list-style-type: none"> Anche in presenza di acqua fino ad un battente massimo di 20 cm, solo per la parte eccedente i 4 m 	6,15 €/m ³	
Sovrapprezzo per scavo eseguito a mano a profondità maggiore di 1,5 m		
Con terrazziere per maggiore innalzamento di materie e per le maggiori soggezioni di lavoro	46,76 €/m ³	voce 01.A01.A82010 (fonte: d)
Riempimento:		
<ul style="list-style-type: none"> Eseguito a mano 	33,11 €/m ³	Riempimento degli scavi in genere, eseguito con qualsiasi materiale, compresa la costipazione ogni 30 cm di spessore, esclusa la fornitura del materiale (fonte: d)
<ul style="list-style-type: none"> Eseguito con idonei mezzi meccanici 	7,52 €/m ³	
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
58,91 €/m ³	86,02 €/m ³	72,46 €/m ³



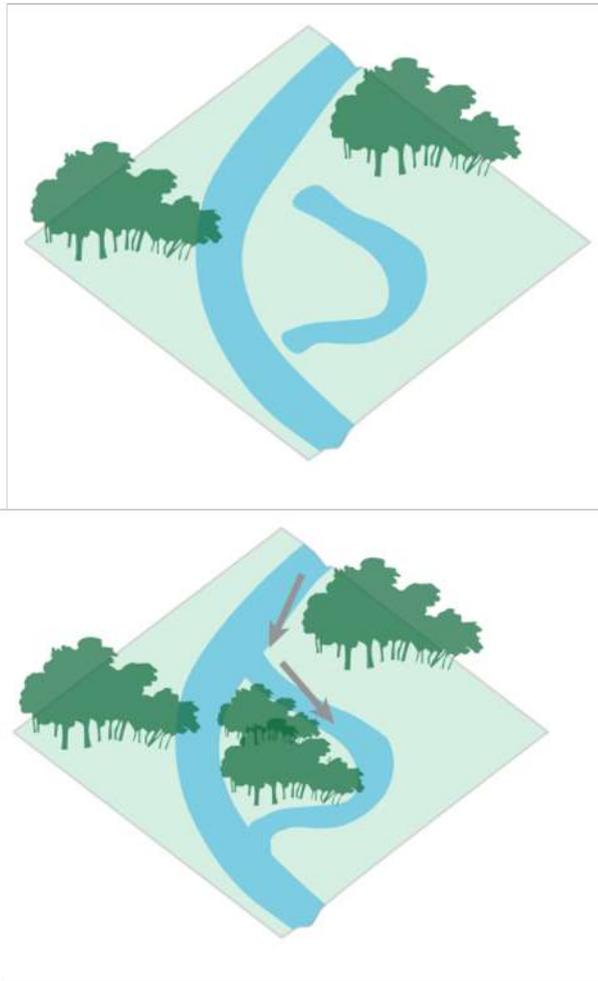
D.03. RICONNESSIONE DELLE LANCHE

Gli interventi di raddrizzamento e di canalizzazione dei fiumi finalizzati a facilitare il trasporto fluviale, il drenaggio dell'acqua e ottenere spazio da coltivare, sono molto diffusi in Europa. Questi interventi hanno spesso provocato la disconnessione dei meandri e la formazione di lanche. L'intervento di rimodellazione fluviale ha lo scopo di riconnettere le lanche al corso d'acqua principale o ricollegare i meandri interrotti, al fine di ripristinare le condizioni naturali di flusso del fiume, rallentarne il flusso e creare nuovi habitat per un'ampia varietà di specie. Questi interventi consentono inoltre di migliorare lo stoccaggio dell'acqua, attenuare i picchi di deflusso e ripristinare la continuità fluviale (fonte: a, b).

esempi

Figura 1.

Schema di bypass del fiume o riconnessione delle lanche.



D.03



RIFERIMENTI:

- a) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- b) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- c) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Schema di bypass del fiume o riconnessione delle lanche. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento al manuale The world bank, 2021*



D.04. RINATURALIZZAZIONE DEL LETTO DEI FIUMI E DEI CANALI

La presenza di dighe e barriere trasversali e longitudinali nel fiume possono alterare la dinamica del flusso e rappresentano barriere ed elementi di discontinuità per i sedimenti e la fauna. Gli interventi di rimozione e/o demolizione di manufatti e altre opere artificiali dal letto del fiume/canale consentono di ripristinare il profilo longitudinale, il flusso naturale e la continuità sedimentaria ed ecologica del fiume (fonte: b).

esempio

Figura 1 e 2.

Confronto tra sponde naturali e artificializzate lungo lo stesso canale. Valchiusa (TO)



D.04



RIFERIMENTI:

- a) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communitiesb)
- b) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- c) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- d) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1 e 2. Confronto tra sponde naturali e artificializzate lungo lo stesso canale. Valchiusa (TO). Foto: C. Cassatella*



D.05. INVERDIMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE SPONDE FLUVIALI

Questo intervento consente di ridurre il rischio di erosione. Comprende opere di inverdimento e stabilizzazione delle sponde fluviali attraverso l'uso di materiale locale e la combinazione di tappeti biodegradabili, vegetazione e, talvolta, pali, fascine e rami, oppure altre tecniche di bioingegneria del suolo. I tappeti hanno lo scopo di ricoltivare gli argini dei fiumi e prevenire l'erosione, diminuendo la velocità dell'acqua e facilitando la sedimentazione. Questo sistema è utile anche per favorire il mantenimento della biodiversità, nonché creare o ripristinare gli habitat di diverse specie. Per massimizzare la stabilizzazione spesso si utilizzano le fascine, ovvero rami di arbusti della lunghezza di circa 1,5 metri (fonte: a, b).

esempi

Figura 1

Inverdimento delle sponde. Lago di Avigliana, territorio della Città Metropolitana di Torino



D.05



esempi

*Figura 2 e 3
Inverdimento delle sponde. Lago di
Avigliana, territorio della Città
Metropolitana di Torino*



D.05



RIFERIMENTI:

- a) Eisenberg B., Chiesa C., Fischer L., Jakstis K., Polcher V., Schwarz-v.Raumer H., (2022). Nature-based Solutions Technical Handbook Factsheets, UNALAB H2020 project.
- b) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1, 2 e 3. Inverdimento delle sponde. Lago di Avigliana, territorio della Città Metropolitana di Torino. Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*

D.05

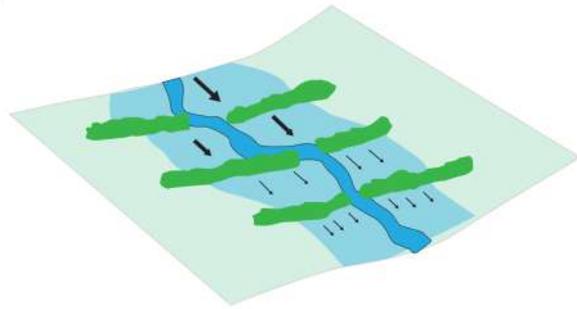


D.06. SIEPI ANTIALLUVIONE

L'intervento consiste nella piantumazione di siepi disposte perpendicolarmente al letto del fiume ad intervalli di 300-500 m. La perdita di siepi ed elementi lineari, fenomeno comune in tutta Europa, riduce infatti il tasso di infiltrazione e aumenta il ruscellamento e, di conseguenza, il rischio di erosione del suolo. L'intervento ha dunque lo scopo di rallentare e diffondere la portata di picco del fiume durante le alluvioni. Le siepi sono componenti caratteristiche del paesaggio rurale e favoriscono inoltre il mantenimento della biodiversità, fornendo habitat e ripristinando la connettività ecologica (fonte: a).

esempio

Figura 1.
Schema di piantumazione delle siepi anti-alluvione



RIFERIMENTI:

- Strosser P., Delacámara G., Hanus A., Williams H., Jaritt N. (2015). Una guida in supporto della selezione, della progettazione e della realizzazione delle misure di ritenzione naturale delle acque in Europa - Catturare i molteplici benefici di soluzioni basate sui processi naturali, Versione finale. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea.
- Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- Reif A., Schmutz T. (2011). Impianto e manutenzione delle siepi campestri in Europa, Veneto Agricoltura, disponibile su: <https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/E130%20Completo.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)

LISTA DELLE FIGURE:

Figura 1. Schema di piantumazione delle siepi anti-alluvione. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento alla fonte "a"



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

D6 - Siepi anti-alluvione		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Rimozione della vegetazione legnosa esistente	0,04 €/m ²	(fonte: c)
Drenaggio ed aerazione del substrato	0,11 €/m ²	(fonte: c)
Aratura	Da 0,02 €/m ² a 0,03 €/m ²	(fonti: c)
Diserbo	0,09 €/m ²	(fonte: c)
Concimazione	Da 0,015 €/m ² a 0,02 €/m ²	(fonte: c)
Impianto	Da 1,78 €/m ² a 3,32 €/m ²	Costo calcolato per un campione di siepe larga 1m (fonte: d)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
2,05 €/m ²	3,61 €/m ²	2,83 €/m ²

D.06

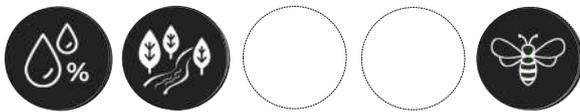
E

MANTENIMENTO E SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



		1	2	3	4	5
E1	REALIZZAZIONE DI PASSAGGI FAUNISTICI	●	●	○	○	●
E2	REALIZZAZIONE SCALE DI RISALITA DELL'ITTIOFAUNA	●	●	○	○	●
E3	CONTENIMENTO DELLE SPECIE ALLOCTONE	●	○	●	○	●
E4	ELEMENTI, SPAZI, MURI VERDI PER GLI IMPOLLINATORI	○	○	●	●	●
E5	PENSILINE, BARRIERE E RECINZIONI VERDI	○	○	●	●	●
E6	PRATI PERMANENTI	●	○	●	○	●
E7	GIARDINI MOBILI	○	●	○	●	●

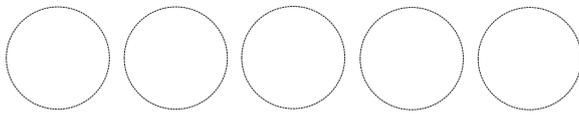


E.01. REALIZZAZIONE DI PASSAGGI FAUNISTICI

I passaggi per la fauna sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali. Tali misure possono essere anche strutture stradali realizzate per altre funzioni, qualora adeguatamente adattate al passaggio della fauna. In assenza di dati probatori, per i vertebrati maggiori può essere adottata una frequenza minima prudenziale di un passaggio ogni 500 - 1.000 metri. Una media di un sottopasso ogni 250 metri può essere considerata sufficiente a rendere più permeabile alla microfauna un territorio agricolo. Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono l'ubicazione, le dimensioni, il materiale di costruzione della struttura, il materiale utilizzato per la superficie di calpestio alla base della struttura di attraversamento, le misure complementari d'adeguamento degli accessi che implicano la messa a dimora di vegetazione e la collocazione di recinzioni e strutture perimetrali di "invito" per convogliare gli animali verso le imboccature dei passaggi. Tali condizioni dipendono molto dalle esigenze dei singoli gruppi animali. Le tipologie di passaggio per la fauna sono diverse e appartengono essenzialmente alle seguenti categorie:

- tombini di drenaggio, a sezione circolare con funzione di drenaggio, i quali possono essere modificati per favorirne il passaggio della fauna. Si hanno dei risultati buoni a partire da 2,5 m di diametro.
- sottopassi scolorari idraulici, essendo poco frequentati dagli uomini sono molto adatti ad essere utilizzati dalla fauna se adattati prevedendone una frangia laterale secca. Sono utilizzabili le strutture con ampiezza superiore a 2,5 m e la banchina deve avere minimo 1 m di ampiezza.
- sottopassi stradali, nel caso di basso transito veicolare, possono avere una funzione di attraversamento a patto che siano ai lati della strada frange separate dalla carreggiata coperte di vegetazione.
- sottopassi ad esclusivo uso faunistico, da realizzare solo nei punti in cui si ha la piena sicurezza della loro necessità poiché i costi sono molto elevati. Si possono avere buoni risultati a partire da un minimo di 7 m di ampiezza e 3,5 m d'altezza.
- passaggi per anfibi, con sistemi di tubi costituiti da materiali diversi. Possono essere unidirezionali o bidirezionali; i primi sono dotati di due grate con pozzetto ai lati della carreggiata con la funzione di raccogliere gli anfibi che ci cadono all'interno e incanalarli verso l'uscita, impedendone l'accesso alla carreggiata. I passaggi bidirezionali invece sono composti da una recinzione specifica che intercetta il passaggio degli anfibi, impedendone l'accesso alla carreggiata.
- sovrappassi stradali, che analogamente ai sottopassi hanno bisogno di interventi di adeguamento se a bassa densità veicolare. Le opere necessarie sono quelle che impediscano agli animali di vedere le luci dei veicoli di notte e che creino un corridoio artificiale sufficientemente sicuro. L'ampiezza minima è di 7 m.
- sovrappassi ad uso esclusivo per la fauna, o ecodotti, sono opere di notevole dimensione con ampiezza di almeno 25 m. Sono opere complesse ed estremamente costose di cui bisogna trovare l'ubicazione ottimale, pena l'inefficacia dell'opera. Sono necessari recinzioni e impianti di vegetazione in quanto indirizzano gli animali verso l'ingresso.
- canalette di scarpata, ovvero dei varchi tra le pareti laterali della scarpata con una pendenza di 30°-40° da utilizzare come rampa di accesso alle scarpate e sostituendo i gradoni con rivestimenti di pietre (fonte: a).

E.01



esempi

Figura 24.

Schema di un adeguamento di sottopasso stradale per facilitare il passaggio della fauna

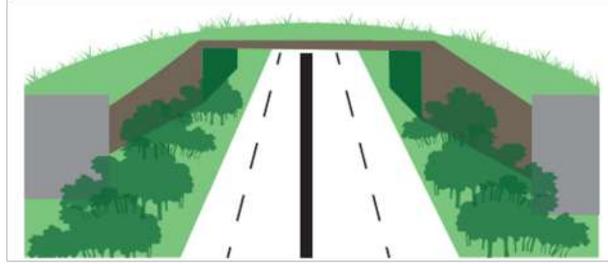
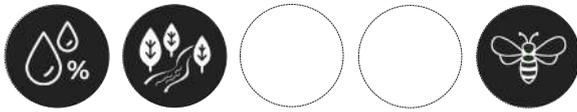


Figura 2.

Passaggio per anfibi (rospidotto) a Valperga (TO).



E.01



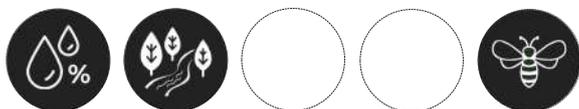
RIFERIMENTI:

- a) Mauro E., Maffiotti A., Pompilio L., Rivella E., Vietti D. (2005). Fauna selvatica ed infrastrutture lineari, Regione Piemonte – Torino, disponibile su: <https://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2005/fauna-selvatica/titolo.pdf> (ultimo accesso: 16/12/2024)
- b) Sijtsma F. J., van der Veen E., van Hinsberg A., Pouwels R., Bekker R., van Dijk R. E., Grutters M., Klaassen R., Krijn M., Mouissie M., Wymenga E. (2020). Ecological impact and cost-effectiveness of wildlife crossings in a highly fragmented landscape: a multi-method approach, *Landscape Ecology*, 35(7), pp. 1701–1720
- c) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- d) Witt E. (2022). The New Yorker “An Urban Wildlife Bridge Is Coming to California, disponibile su: (<https://www.newyorker.com/news/letter-from-los-angeles/an-urban-wildlife-bridge-is-coming-to-california>) (ultimo accesso: 19/01/23)
- e) *Sito web The economist (2022). France is building overpasses to reduce roadkill, disponibile su: <https://www.economist.com/eu-ropes/2022/06/02/france-is-building-overpasses-to-reduce-roadkill> (ultimo accesso: 19/01/2023)*

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Schema di un adeguamento di sottopasso stradale per facilitare il passaggio della fauna. Rielaborazione di A. Erbetta con riferimento alla fonte “a”*
- *Figura 2 . Passaggio per anfibi (rospidotto) a Valperga (TO). Fonte: CMT0 FS Tutela della Fauna e della Flora*

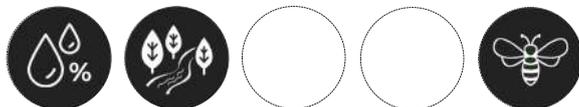
E.01



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

E1. Realizzazione di passaggi faunistici		
COSTI		
Azione	COSTI	Note
		I costi individuati per questi interventi appartengono tutti a progetti stranieri (soprattutto in Nord Europa) e quindi difficilmente paragonabili al contesto italiano. Inoltre, i costi parametrici sono difficili da individuare poiché nei vari riferimenti si ritrova solamente il costo totale di intervento e pochi dati quantitativi rispetto alle caratteristiche geometriche e compositive. Infine, i costi di questi interventi presentano differenze accentuate a seconda della dimensione e della natura dell'intervento. Se i costi possono essere bassi nel caso di interventi volti all'adeguamento di sottopassi esistenti per il passaggio della fauna, quelli relativi alla costruzione di un ecodotto possono arrivare a diverse decine di milioni di euro.
Costo medio Ecodotti nei paesi bassi	5.791.000 €	Questo articolo fa riferimento solamente ad un calcolo medio dei casi individuati nei Paesi Bassi (fonte: b)
Creazione e sistemazione di scatolati idraulici	Da 381 €/m	In base alla grandezza interna dello scatolare (fonti: c)
	a 1.686,05 €/m	
Esempio Ecodotto California	27.149 €/m2	Costo di costruzione 90 Mln \$
		Dimensioni Ecodotto 3.065 m2 (fonti: d)
Esempio Ecodotto Francia	57.333 €/m2	Dimensioni 1500 m ²
		Costo di costruzione 86 Mln € (fonte: e)

E.01



E.02. REALIZZAZIONE SCALE DI RISALITA DELL'ITTIOFAUNA

La finalità di queste opere è di ristabilire quanto più possibile la continuità longitudinale dell'habitat fluviale, consentendo alla fauna acquatica (essenzialmente ittiofauna) di superare un ostacolo (un dislivello) quale ad esempio una traversa a servizio di una derivazione o una briglia di sistemazione idraulica. In questo modo sono assicurati i naturali spostamenti migratori della fauna ittica di un corso d'acqua.

La funzionalità di una scala di risalita dipende strettamente dal suo posizionamento rispetto all'ostacolo in alveo e da una serie di specifiche caratteristiche costruttive e dimensionali.

Gli obiettivi sono attirare i pesci a ricreare sul manufatto condizioni idrodinamiche compatibili con le capacità natatorie e di salto specifiche delle specie ittiche presenti. Principalmente:

- L'imbocco del dispositivo di risalita deve essere posto in prossimità dello sbarramento
- Le portate defluenti nella scala devono essere tali da richiamare e indirizzare i pesci sulla stessa
- Le caratteristiche costruttive del passaggio (materiali, dimensioni, pendenza) devono garantire la riduzione della velocità di scorrimento ed una certa omogeneità di condizioni di deflusso

Si distinguono tre principali categorie (fonte: a):

- Passaggi semi-naturali, ovvero tutti i manufatti con l'obiettivo di simulare il più possibile le condizioni naturali di un corso d'acqua. A seconda del dislivello:
 - rampe in pietrame (dislivello contenuto)
 - scale rustiche (dislivello elevato)
- Passaggi tecnici, passaggi realizzati in genere in muratura, simili a comuni opere di ingegneria civile. Si distinguono in:
 - scale a bacini successivi
 - scale a rallentamento
- Passaggi speciali, ovvero opere particolari realizzate per consentire il superamento dell'ostacolo senza però ripristinare la continuità longitudinale del corso d'acqua.

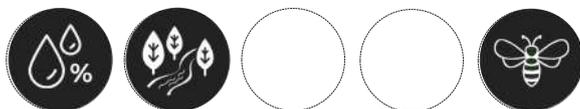
esempio

Figura 1.

*Scale di risalita per ittiofauna,
Villafranca (TO).*



E.02

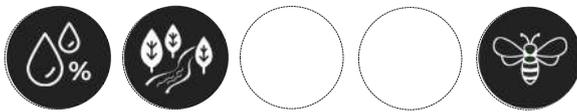


RIFERIMENTI:

- a) Betta G., Iorio L., Porro E., Silvestro Chiara (2008). Manuale per il censimento delle opere in alveo, Provincia di Torino, Regione Piemonte
- b) Città Metropolitana di Torino (2021). La scala di risalita per i pesci a Villafranca Piemonte, un esempio di lavoro di squadra, disponibile su: <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/comunicati/tutela-fauna-flora/la-scala-di-risalita-per-i-pesci-a-villafranca-piemonte-un-esempio-di-lavoro-di-squadra> (ultimo accesso: 14/12/2022)
- c) Città Metropolitana di Torino (2022). Progetto di riqualificazione dei corpi idrici piemontesi ai sensi della DGR 73-4222 del 26/11/2021. Scala di risalita dell'ittiofauna nella traversa a valle del ponte della SP18, nel comune di Ciriè. Città Metropolitana di Torino
- d) Città Metropolitana di Torino (2018) "Progetti di riqualificazione dei corpi idrici piemontesi ai sensi della DGR 38-6589 del 09/03/2018 – Progetto di ripristino della continuità biologica alla soglia del ponte Vigone - Villafranca Piemonte"
- e) Città di Orbassano (2022). Permesso di costruire con contestuale variante urbanistica ai sensi della L.R. 56/77 e s.m.i. art. 17bis, c. 4 Realizzazione di nuovo insediamento produttivo – Realizzazione di rampa di raccordo per il ripristino della continuità ecologica del torrente Sangone a valle del ponte sulla sp143 Orbassano – Rivalta di Torino

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Scale di risalita per ittiofauna, Villafranca (TO). Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

E2. Realizzazione scale di risalita della ittiofauna		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Scavi	4,26 €/m ³	(fonte: c)
Nolo escavatore	Da 2 €/m ³	Da 82,96 €/ora
	a 2,80 €/m ³	a 115,12 €/ora
		(fonte: c)
Nolo autocarro	2 €/m ³	81,66 €/ora (fonti: c)
Ripristino fondazione scogliera	13,67 €/m ³	(fonti: c)
Decespugliamento infestanti dalle scarpate	0,71 €/m ²	(fonti: e)
Rivegetazione scogliera	66,38 €/m ³	(fonti: c)
Esecuzione scogliera con massi provenienti da cave	Da 60,25 €/m ³	(fonti: c, d)
	a 89,26 €/m ³	
Strutture di fondazione per la scala	104,71 €/m ³	(fonti: c)
Getto di calcestruzzo cementizio	20,95 €/m ³	(fonti: c)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
149,26 €/m ³ *	304,74 €/m ³	227 €/m ³

E.02



E.03. CONTENIMENTO DELLE SPECIE ALLOCTONE

La presenza e lo sviluppo delle specie esotiche (invasive o alloctone) è una delle principali cause della riduzione della biodiversità in tutto il mondo. Nell'ambito vegetale, per esotica si intende una specie o sottospecie introdotta dall'uomo volontariamente o involontariamente in un nuovo territorio, lontano dal suo territorio di origine. Le specie esotiche, una volta introdotte in un determinato contesto territoriale, possono trovare condizioni più o meno adatte al loro sviluppo e mettere a punto diverse strategie di adattamento al nuovo ambiente e sviluppare carattere di invasività. Le specie invasive possono causare problemi:

- ambientali: degradazione e alterazione dell'habitat locale causato dalle specie alloctone, con declino delle specie native e una conseguente diminuzione della biodiversità;
- economici: l'impatto negativo di queste specie può avvenire anche da un punto di vista economico, infatti gli effetti del proliferare di specie invasive sono la riduzione della produzione agricola, il danneggiamento di infrastrutture e manufatti e l'aumento dei costi di manutenzione del territorio.
- alla salute pubblica: Ci sono dei casi in cui alcune specie alloctone esotiche producano sostanze nocive per la salute umana, ad esempio possono provocare gravi reazioni allergiche.

Si stima che le specie esotiche presenti in territorio europeo sia aumentato del 76% negli ultimi trent'anni, mentre in Italia questa percentuale aumenta fino al 96% (fonte: d). L'ingresso di specie aliene è favorito dalla sempre più presente mobilità della popolazione e delle merci, ma anche dai recenti fenomeni legati al cambiamento climatico. L'UE per prevenire e gestire la diffusione di queste specie ha approvato una disciplina organica, racchiusa nel Regolamento n. 1143/2014. Il regolamento si preoccupa solo di quelle specie esotiche considerate invasive, capaci di minacciare o avere effetti negativi sulla biodiversità. Viene prescritta una lista di queste specie da aggiornare periodicamente. L'elenco è stato ampliato negli anni e al 2019 presenta 36 specie vegetali, di cui 19 presenti in Italia, ma pur sempre molto inferiori al numero di specie che si stanno propagando.

In Italia il regolamento europeo è stato recepito con il D. Lgs. 230/2017, il quale prevede limitazioni sulle specie esotiche invasive, l'individuazione dei vari vettori di introduzione accidentale e l'indicazione di misure di eradicazione rapida per le specie rilevate sul territorio. La Regione Piemonte ha attivato un Gruppo di Lavoro sulle specie vegetali esotiche riconosciuto con Determinazione Regionale DB0701 n. 448 del 25 maggio 2012 e coordinato dalla Direzione Ambiente, Governo e Tutela del territorio della Regione Piemonte. Uno dei primi risultati raggiunti dal Gruppo di Lavoro sulle specie esotiche è stata la redazione di una Black List che determina particolari criticità sul territorio piemontese e per le quali è necessaria l'applicazione di misure di prevenzione/gestione/lotta e contenimento (fonte: a, d, g).



esempio

Figura 1.

**Specie alloctona. Ciliegio tardivo
(*prunus serotina*).**



Figura 2.

**Specie alloctona. Falso indaco
(*amorpha fruticosa*).**



Figura 3.

**Specie alloctona. Acero
americano (*acer negundo*)**



E.03



RIFERIMENTI:

- a) Sito web Regione Piemonte (2023). Le specie vegetali esotiche invasive, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/biodiversita-aree-naturali/conservazione-salvaguardia/specie-vegetali-esotiche-invasive> (ultimo accesso 31/01/23)
- b) Commissione Europea (2008). Natura 2000. Specie alloctone invasive, disponibile su: https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/nat2000newsl/nat25_it.pdf (ultimo accesso: 31/01/23)
- c) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- d) Linzola C. (2020). Specie alloctone invasive – Innesti alieni, ACER, Vol.2, pp. 43-47
- e) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)
- f) Regione Piemonte, Gruppo regionale sulle specie vegetali esotiche (2017). Linee guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale, disponibile su: https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/gestione_e_controllo_esotiche_nei_cantieri.pdf (ultimo accesso: 31/01/23)
- g) Blasi C., Carli E., Celesti-Grappo L., Copiz R., Frondoni R., Iberite M., Tilia A. (2022). Linee guida per la gestione delle specie vegetali alloctone. L'esperienza maturata nell'ambito del progetto Life PonDerat, Ispra, Manuali e Linee Guida n. 200/2022, disponibile su: https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/mlg_200-2022.pdf (ultimo accesso: 01/02/23).
- h) Regione Piemonte (2014). PSR 2014-2020. Allegato 3 - Operazione 4.4.1 (Elementi naturaliformi dell'agroecosistema) formazioni vegetali e zone umide: costi applicabili ai fini della verifica di congruità delle spese, disponibile su: <https://bandi.regione.piemonte.it/system/files/D.D.%2020%20maggio%202019%20n.%20561%20PSR%204.4.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Specie alloctona. Ciliegio tardivo (prunus serotina). Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 2. Specie alloctona. Falso indaco (amorpha fruticosa). Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*
- *Figura 3. Specie alloctona. Acero americano (acer negundo). Fonte: archivio della Città Metropolitana di Torino*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

E3. Contenimento delle specie alloctone invasive		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Abbattimento di alberi di specie alloctone	Da 5,13 €/m ² a 67,52 €/m ²	Il prezzo varia in base alla dimensione dell'albero, da meno di 10m a più di 30m di altezza. Da 73,39 €/cad a 422 €/cad e densità variabile da un albero ogni 14 m ² ad un albero ogni 6,25 m ² Codice A9 (fonte: c)
Inerbimento		
Tramite semina a spaglio	Da 0,6 €/m ² a 1,01 €/m ²	(fonti: e, h)
Tramite idrosemina	Da 1,28 €/m ² a 2,26 €/m ²	(fonti: e, h)
Decespugliamento infestanti	Da 0,64 €/m ² A 1,30 €/m ²	Dipende da varie caratteristiche del sito, come la pendenza e la densità degli infestanti. È compreso lo smaltimento dei materiali (fonte: e)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
6,37 €/m ²	71,08 €/m ²	38,72 €/m ²

E.03



E.04. ELEMENTI, SPAZI, MURI VERDI PER GLI IMPOLLINATORI

Questo intervento comprende: i) la realizzazione di bordi o spazi verdi progettati e/o mantenuti per attirare gli impollinatori; ii) l'installazione di elementi modulari compatti (fioriere in legno, pollinators hotels, ecc.) disegnati al fine di attirare diverse specie attraverso la creazione di particolari condizioni climatiche (aree più fredde nei periodi caldi e rifugio per l'inverno) e aree che forniscono acqua e cibo per impollinatori; iii) l'installazione di pareti verdi vegetate, solitamente incorporate negli edifici e spesso integrate con sistemi idroponici, che contengono piante da fiore per attirare le specie impollinatrici (fonte: a, b).

esempio

Figura 1.

Pollinator Housing, riproduzione di una casetta per gli impollinatori.



Figura 2.

Giardino per insetti impollinatori. Caraglio (TO)



E.04



RIFERIMENTI:

- a) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- b) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Politecnico di Milano, Milano
- c) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- d) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) Bellucci V., Piotto B., Silli V. (a cura di) (2021). Piante e insetti impollinatori: un'alleanza per la biodiversità. ISPRA, Serie Rapporti, 350/2021

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Pollinator Housing, riproduzione di una casetta per gli impollinatori. Elaborazione grafica di A. Erbetta*
- *Figura 2. Giardino per insetti impollinatori. Caraglio (TO). Foto: C. Cassatella*

E.04



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

E4. Elementi, spazi, bordi e muri verdi per gli impollinatori		
COSTI		
Azione	€/m2	Note
Per fioriere in legno		
Cassette in legno	Da 5€ a 20 €	Possono essere di recupero (il prezzo è variabile)
Terriccio universale	Da 4€ a 15 €	Varia in base alla quantità
Semi di piante adatte agli impollinatori		Per questa sezione, è necessario far riferimento alle direttive di Città Metropolitane, per poter inserire specie autoctone e adatte all'impollinazione. ISPRA fornisce un elenco di specie adatte nella "Tabella riassuntiva delle specie arbustive ed arboree autoctone, alloctone coltivate ed ornamentali che contribuiscono alla flora mellifera delle regioni del bacino mediterraneo" (fonte: e)
Pollinator Hotel	Da 20€ a 60 €	Il prezzo varia in base alla dimensione e il materiale di cui sono fatti, ma è importante sottolineare che possono essere fatti anche manualmente con materiali di recupero (rotoli di cartone, pigne, legno in compensato).

E.04



E.05. PENSILINE, BARRIERE E RECINZIONI VERDI

Questo intervento comprende: i) l'installazione di recinzioni verdi in legno ricoperte da piante da fiore, al fine di creare piccoli habitat per la fauna selvatica; ii) l'installazione di barriere verdi vegetate per la riduzione del rumore del traffico veicolare; iii) l'installazione di pensiline o coperture verdi leggere costituite da un substrato vegetale molto sottile, utili anche alla riduzione delle isole di calore (fonte: a, b)

esempio

Figura 1.

Area verde urbana con barriera verde vegetata (lato dx) per ridurre il rumore e la vista del traffico veicolare. Lisbona (PT)



E.05

RIFERIMENTI:

- Conserva, A., Farinea, C, Villodres (eds.), (2021). URBiNAT - D4.1: New NBS Co-Creation of URBiNAT NBS (live) Catalogue and Toolkit for Healthy Corridor, Barcelona, Spain: IAAC.
- Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- c) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Sito web URBiNat - Healthy corridors as drivers of social housing neighbourhoods for the co-creation of social, environmental and marketable NBS - <https://urbinat.eu/> (ultimo accesso: 27/11/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- Figura 1. Area verde urbana con barriera verde vegetata (lato dx) per ridurre il rumore e la vista del traffico veicolare. Lisbona (PT). Foto: C. Cassatella**



E.06. PRATI PERMANENTI

L'intervento consiste nella conversione di seminativi, aree incolte o abbandonate in foraggiere permanenti (prati stabili, prati-pascoli, pascoli, prati arborati). Questo intervento ha l'intento di (ri)creare habitat e favorire la conservazione della biodiversità, migliorare l'infiltrazione dell'acqua e prevenirne l'erosione del suolo, così come migliorare il sequestro del carbonio nelle aree urbane e periurbane.

esempio

Figura 1.

Prato permanente nel Parco Naturale di Stupinigi (TO)



RIFERIMENTI:

- Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (MASAF) (2023). Piano Strategico Nazionale PAC, disponibile su: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11903> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Regione Piemonte (2023). Complemento Sviluppo Rurale (CSR) della Regione Piemonte, in attuazione del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023-2027 approvato con Decisione di esecuzione della Commissione Europea C(2022) 8645 del 2 dicembre 2022, Versione 2, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/fondi-progetti-europei/sviluppo-rurale-piemonte/complemento-regionale-per-sviluppo-rurale-2023-2027-csr/testo-vigente-csr-2023-2027> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

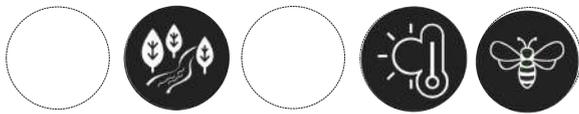
- Figura 1. Prato permanente nel Parco Naturale di Stupinigi (TO). Foto: E. Gottero



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

E6 - Prati permanenti		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Ripristino manuale della cotica erbosa di prati o pascoli polifiti danneggiati dal rivoltamento delle zolle provocato dalla fauna selvatica compresa la risemina: per m ² 100	36,30 €	(fonte: c)

E.06



E.07. GIARDINI MOBILI

L'intervento consiste nell'installazione di piccoli elementi mobili modulari in legno per la coltivazione di ortaggi e piante, generalmente in spazi aperti pubblici. Si tratta di un intervento che ha lo scopo non solo di favorire il mantenimento della biodiversità e degli impollinatori, ma anche finalità educative e sociali.

esempio

Figura 1.

Orto e giardino mobili,

Torino.



RIFERIMENTI:

- Conserva, A., Farinea, C, Villodres (eds.), (2021). URBiNAT - D4.1: New NBS Co-Creation of URBiNAT NBS (live) Catalogue and Toolkit for Healthy Corridor, Barcelona, Spain: IAAC.
- Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Sito web URBiNat - Healthy corridors as drivers of social housing neighbourhoods for the cocreation of social, environmental and marketable NBS - <https://urbinat.eu/> (ultimo accesso: 27/11/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Orto e giardino mobili, Torino. Foto: C. Cassatella*

F

RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



		1	2	3	4	5
F1	CAPPING E/O RIPORTO DI TERRENO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F2	DISINQUINAMENTO DEL SUOLO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F3	DEMOLIZIONE EDIFICI E MANUFATTI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
F4	COMPOSTAGGIO COMUNITARIO PER ORTI URBANI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>



F.01. CAPPING E/O RIPORTO DI TERRENO

L'intervento di capping e/o di riporto di terreno è incentrato sulla bonifica e messa in sicurezza di siti contaminati. Questa tipologia di intervento prevede il posizionamento di una copertura di materiale pulito al di sopra dei sedimenti contaminati (fonte: a).

Le tipologie di copertura possono essere classificate in (fonte: a):

- Semplici: costituite da materiale granulare, come sedimenti puliti, sabbia o ghiaia;
- Complesse: strati multipli costituiti da geotessili, liners ed altri materiali permeabili o impermeabili, eventualmente coperti/additivati con altri materiali utili alla bonifica (ad es. carboni attivi, materiale organico).

Le funzioni della copertura riguardano l'isolamento fisico dei sedimenti contaminati, e in particolare:

- Riduzione dell'esposizione dovuta al contatto diretto;
- Riduzione della capacità degli organismi che operano bioturbazioni di spostare i contaminanti verso la superficie
- Stabilizzazione dei sedimenti contaminati e protezione dall'erosione dei sedimenti;
- Riduzione della risospensione e del trasporto.

Possibili varianti del capping comprendono l'applicazione di una copertura a seguito di una rimozione parziale dei sedimenti contaminati oppure l'impiego di coperture innovative che incorporano sistemi di trattamento (fonte: a).

Possono essere evidenziati anche dei potenziali vantaggi e limitazioni (fonte: a)

I principali vantaggi possono essere così elencati:

- tempi rapidi di riduzione dell'esposizione ai contaminanti;
- minore necessità di infrastrutture in termini di gestione del materiale;
- minimo rischio di risospensione dei sedimenti;
- riduzione dei rischi associati al trasporto e allo smaltimento di sedimenti contaminati;
- impatto più contenuto sulle comunità locali;
- costi contenuti, se i materiali di copertura sono disponibili in sito.

Dall'altra parte, le principali limitazioni sono:

- permanenza dei sedimenti contaminati nell'ambiente acquatico;
- possibile risospensione di sedimenti contaminati in fase di messa in opera;
- limitazioni all'uso del sito (riduzione della profondità, limitazioni alla navigazione, ancoraggio, posa di infrastrutture sommerse;
- modifiche dell'habitat e conseguente possibile condizioni non favorevoli allo sviluppo della comunità biologica.

Inoltre, può essere citato anche il phytocapping, che è un sistema di copertura superficiale mediante l'utilizzo di terreno e vegetazione che controlla la percolazione. Si utilizza nelle discariche in alternativa ai sistemi tradizionali (fonte: b).

F.01



esempio

Figura 25.
Capping e riporto di terreno in
discarica urbana, Collegno



RIFERIMENTI:

- a) Fratini, M. (2008). Tecnologie e costi delle bonifiche sedimenti, ISPRA, disponibile su: (<https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003600/3677-c2692-m3-u1.pdf> (ultimo accesso: 27/01/2023)
- b) Eni Rewind (S. d.). Vademecum tecnologie di bonifica, disponibile su: https://www.eni.com/syndial-assets/documents/2_attivita/2.1_bonifica-sostenibile/2.1.2_tecniche-di-risanamento-dei-suoli/ITA_VADEMECUM_eni_Rewind.pdf (ultimo accesso: 27/01/2023)
- c) Marazzato (S.d.). Bonifiche, disponibile su: https://connext.confindustria.it/kp/uploads/file_aziende/Bonifiche_Marazzato_2021.pdf (ultimo accesso: 27/01/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

Figura 1. Capping e riporto di terreno in discarica urbana, Collegno (TO). Foto: C. Cassatella

F.01



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

F1. Capping e/o riporto di terreno		
COSTI		
Azione	€	Note
		<p>La maggior parte delle informazioni sui costi di bonifica è ricavata da casi di studio su siti americani, per tanto i prezzi sono difficilmente confrontabili con la situazione Europea, dal momento che i costi unitari per alcune voci possono variare in modo sostanziale tra Europa e USA (investimento, costo del lavoro, energia, ecc...)</p> <p>(fonte: a).</p> <p>Infatti, le voci di costo del capping dipendono da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiali di copertura; - costo dei materiali; attrezzature, trasporto, stoccaggio e posa in opera; - macchinari e attrezzature; - affitto/espropri aree. <p>Considerando questi aspetti si riportano di seguito tre interventi di capping realizzati in Italia, con il riferimento del costo totale e delle dimensioni dell'intervento per dare un'idea e stima di massima.</p>
Esecuzioni capping e smaltimento terreni contenenti amianto (fonte: c)	Costo totale: 3.500.000 €	<p>Tipologia di lavoro: bonifica amianto, bonifica terreni, capping. Dati quantitativi del progetto: 55.000 tonnellate di terreni conferiti a impianti di trattamento, 2.000 tonnellate di macerie 1.800 viaggi 'off-site'. Luogo: Segrate, Milano.</p>
Bonifica terreni con scavo profondo (fonte: c)	Costo totale: 1.400.000 €	<p>Tipologia di lavoro: bonifica falda, bonifica terreni, demolizioni, capping. Dati quantitativi del progetto: 11,50 metri di profondità scavo da piano campagna. 3.500 metri cubi di terra contaminata da BTEX. 16 metri lineari: lunghezza delle palancole infisse. Luogo: Città di Milano, Milano, Italia.</p>
Bonifica e messa in sicurezza terreni e falda (fonte: c)	Costo totale: 2.500.000 €	<p>Tipologia di lavoro: bonifica amianto, bonifica falda, bonifica terreni, capping. Dati quantitativi del progetto: 20.000 tonnellate smaltite come terreni contaminati (in parte pericolosi). 1.100 big bags insaccati di materiale contenente amianto 22.500 metri quadri di superficie attrezzata a capping. Luogo: Città Narni, Terni, Italia.</p>

F.01



F.02. DISINQUINAMENTO DEL SUOLO

La contaminazione diffusa del suolo, risorsa limitata e non rinnovabile, è un fenomeno che può avere ripercussioni negative sulla qualità dell'ambiente, sulla salute dell'uomo e sull'economia. I contaminanti che si depositano al suolo possono infatti essere pericolosi anche in concentrazioni molto basse soprattutto nel caso di presenza contemporanea di più contaminanti in quanto si possono verificare interazioni e conseguente amplificazione dei loro effetti negativi. (fonte: a)

Il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. disciplinano la materia di bonifica e sostituisce la normativa vigente fino a quel momento.

Il progetto di bonifica, in cui ricadono gli interventi da operare sul sito, è l'ultimo passaggio dell'insieme di operazioni di cui il decreto specifica. Il primo passaggio sarebbe quello di un'indagine preliminare orientata alla ricerca di eventuali contaminazioni nelle matrici ambientali, con rilievi fatti sul campo ed analizzati in laboratorio. La fase successiva è un'analisi dei dati raccolti al fine di ottemperare agli adempimenti previsti dal D.Lgs. 152/06 accompagnata da un'analisi di rischio, che chiudono le indagini preliminari.

Al termine delle indagini preliminari si procede alle attività di preparazione e alla bonifica vera e propria.

Il sistema di classificazione generalmente adottato per individuare la tipologia di intervento definisce, in funzione del luogo di trattamento della/e matrice/i contaminata/e:

- interventi in-situ: effettuati senza movimentazione o rimozione del suolo;
- interventi ex situ on-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, ma con trattamento nell'area del sito stesso e possibile riutilizzo del suolo trattato;
- interventi ex situ off-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato fuori dal sito stesso, per avviare i materiali e il suolo negli impianti di trattamento autorizzati o in discarica. (fonte: c)

RIFERIMENTI:

- a) ARPA Piemonte (2017). La contaminazione del suolo in Piemonte, disponibile su: <http://www.arpa.piemonte.it/news/monitoraggio-del-suolo#:~:text=contaminati%20organici-,Contaminanti%20di%20prevalente%20origine%20naturale,rispetto%20ai%20limiti%20di%20legge> e. (ultimo accesso: 21/01/23)
- b) Comune di Nave (2019). Oasi Immobiliare S.R.L. Area Acciaieria EX AFIM – R02 Computo metrico estimativo, disponibile su: https://www.comune.nave.bs.it/sites/default/files/allegati/documenti/10105/r02_-_computo_metrico_estimativo.pdf (ultimo accesso: 23/01/2023).
- c) Eni Rewind (S. d.). Vademecum tecnologie di bonifica, disponibile su: https://www.eni.com/syndial-assets/documents/2_attivita/2.1_bonifica-sostenibile/2.1.2_tecniche-di-risanamento-dei-suoli/ITA_VADEMECUM_eni_Rewind.pdf (ultimo accesso: 27/01/2023)
- d) Beretta G. P. (2019). Il quadro delle attività di bonifica dei siti contaminati: soluzioni e costi, Atti del Seminario Nazionale "Fitotecnologie per la gestione e la bonifica di siti contaminati. Esempi di buone pratiche", Pesaro, 4 marzo 2019, disponibile su: https://www.arpa.marche.it/images/COMUNICAZIONE/EVENTI/FITOTECNOLOGIE_2019/RELAZIONI/01_Beretta.pdf (ultimo accesso: 23/01/23)



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

F2. Disinquinamento del suolo		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Air Sparging	Da 40 €/m ³	(fonte: d)
	A 200 €/m ³	
Landfarming	Da 30 €/m ³	(fonte: d)
	A 100 €/m ³	
Biopile	Da 50 m ³	(fonte: d)
	A 150 m ³	
Barriere fisiche	400 €/m ²	(fonte: d)
Barriere idrauliche	0,43 €/m ³	Tiene conto solo dei costi del trattamento delle acque, costo investimento iniziale 18 Mln €, costo di gestione 2 Mln €/anno (fonte: d)
Barriere permeabili reattive	965 €/m ²	(fonte: d)
Ossidazione chimica	Da 20 €/m ²	(fonte: d)
	a 30 €/m ²	
Solidificazione / Stabilizzazione dei terreni	Da 60 €/m ³	(fonte: d)
	A 100 €/m ³	
Trattamento termico	Da 80 €/m ³	(fonte: d)
	A 350 €/m ³	
Scavi e smaltimento	Da 27,94 €/m ³	Somma dei costi successivi di scavo, smaltimento e impermeabilizzazione
	A 39,41 €/m ³	
Scavi di bonifica	Da 3,03 €/m ³	(fonte: b)
	A 4,50 €/m ³	
Smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati	2,55 €/m ³	(fonte: b)
Ricostituzione delle pareti del deposito rimosse con gli scavi di bonifica	7,36 €/m ³	(fonte: b)
Impermeabilizzazione e drenaggio di fondo	Da 15 €/m ³	(fonte: b)
	a 25 €/m ³	
COSTO TOTALE		
Minimo*	Massimo*	Medio*
28 €/m ³	350 €/m ³	189 €/m ³

F.02



F.03. DEMOLIZIONE EDIFICI E MANUFATTI

La demolizione di edifici può rendersi necessaria per il recupero di un'area degradata e come premessa a ulteriori sistemazioni. Le demolizioni sono interventi con lo scopo di decostruire una struttura o qualsiasi fabbricato, totalmente o parzialmente. Questi interventi sono complessi e necessitano di più figure competenti, specializzati in varie materie. Essendo inoltre un settore multidisciplinare è necessario che tutti gli interventi siano organizzati e programmati. È prevista un'attività di pianificazione preventiva volta a scongiurare il rischio di infortuni, a studiare l'opera ed individuare la tipologia di intervento migliore, l'individuazione dei materiali, i vincoli di cantiere e il contesto in cui è inserito. Le due principali metodologie di demolizione sono l'approccio tradizionale e l'approccio controllato.

L'approccio tradizionale prevede l'utilizzo di tecnologie molto invasive per la demolizione totale di fabbricati o di parte di essi e per un eventuale recupero dell'area. Alcune di esse sono:

- demolizione per trazione o per spinta con mezzi meccanici;
- demolizione con esplosivo;
- demolizione con l'uso di sfere metalliche;
- demolizione con l'utilizzo di martelli demolitori.

L'approccio controllato, invece, tenta di salvaguardare il patrimonio edilizio tramite tecniche meno invasive, che non rechino danno all'ambiente circostante, anche in quei casi in cui si debba arrivare alla demolizione.

Gli interventi questa tipologia di demolizione prevedono l'utilizzo di attrezzature diversificate nel caso di:

- Abrasione e perforazione;
- Frantumazione;
- Idrodemolizione.(fonti: a, b, c, d)

Nota: queste metodologie di intervento possono essere utilizzate anche per lo smantellamento di infrastrutture, come ad esempio vecchi depuratori inutilizzati, data la notevole presenza di questi manufatti nel territorio metropolitano di Torino.

esempio

*Figura 26.
Demolizione della soletta del
tunnel sul fiume Dora. Torino.*





RIFERIMENTI:

- a) Mordà N. (2011). Demolizioni civili e industriali: tecniche, statica, rischi specifici e interferenti, misure, piano di manutenzione, gestione rifiuti, EPC Editore, Roma
- b) Biffani M. (2012). Manuale della demolizione controllata: analisi delle tecniche controllate ed ecologiche alternative al martello demolitore per forare, tagliare e demolire il cemento armato, la roccia e la muratura, EPC Editore, Roma
- c) Brandimarti G., Giacchetti R. (2008). Ingegneria delle demolizioni: principali tecniche di demolizione civile, Dario Flaccovio Editore, Palermo
- d) Marasciulo S. (2019). Progettazione della sicurezza in un cantiere di demolizione con simulazione BIM 4D: confronto tra demolizione tradizionale e controllata applicata a un caso studio, Politecnico di Torino - Tesi di Laurea Magistrale, disponibile su: <https://webthesis.biblio.polito.it/10431/1/tesi.pdf> (ultimo accesso: 28/01/23)
- e) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezzario/> (ultimo accesso: 12/12/24)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Demolizione della soletta del tunnel sul fiume Dora. Torino. Foto: C. Cassatella, 2017*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

F3. Demolizione edifici		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Demolizione completa fabbricati fuori terra	Da 13,44 €/m ³	Codice 01.A02.A05 (fonte: e)
	A 15,20 €/m ³	
Scavi	Da 5,40 €/m ³	Codici
	A 52,69 €/m ³	01.A01.A15.010
		01.A01.A55.020
		01.A01.A85.020 (fonte: e)
Smaltimento cemento	57,77 €/m ³	Densità del cemento 3,15 t/m ³ Costo 18,34 €/t (Fonte: e)
Smaltimento mattoni	32,02 €/m ³	Densità Mattone 1,55 t/m ³ Costo 20,66 €/t (Fonte: e)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
Edificio in mattoni fuori terra		
45,46 €/m ³	47,22 €/m ³	46,34 €/m ³
Edificio in cemento fuori terra		
71,21 €/m ³	72,97 €/m ³	72,09 €/m ³
Edificio in cemento interrato		
76,61 €/m ³	125,66 €/m ³	100,94 €/m ³

F.03



F.3.1. DEMOLIZIONE DI DEPURATORI DISMESSI

Le demolizioni sono interventi con lo scopo di decostruire una struttura o qualsiasi fabbricato, totalmente o parzialmente. Questi interventi sono complessi e necessitano di più figure competenti, specializzati in varie materie. Essendo inoltre un settore multidisciplinare è necessario che tutti gli interventi siano organizzati e programmati. È prevista un'attività di pianificazione preventiva volta a scongiurare il rischio di infortuni, a studiare l'opera ed individuare la tipologia di intervento migliore, l'individuazione dei materiali, i vincoli di cantiere e il contesto in cui è inserito (fonti: a, b, c, d). Queste metodologie di intervento possono essere utilizzate anche per lo smantellamento di vecchi depuratori inutilizzati, data la notevole presenza di questi manufatti nel territorio metropolitano di Torino.

RIFERIMENTI:

- a) Mordà N. (2011). Demolizioni civili e industriali: tecniche, statica, rischi specifici e interferenti, misure, piano di manutenzione, gestione rifiuti, EPC Editore, Roma
- b) Biffani M. (2012). Manuale della demolizione controllata: analisi delle tecniche controllate ed ecologiche alternative al martello demolitore per forare, tagliare e demolire il cemento armato, la roccia e la muratura, EPC Editore, Roma
- c) Brandimarti G., Giacchetti R. (2008). Ingegneria delle demolizioni: principali tecniche di demolizione civile, Dario Flaccovio Editore, Palermo
- d) Marasciulo S. (2019). Progettazione della sicurezza in un cantiere di demolizione con simulazione BIM 4D: confronto tra demolizione tradizionale e controllata applicata a un caso studio, Politecnico di Torino - Tesi di Laurea Magistrale, disponibile su: <https://webthesis.biblio.polito.it/10431/1/tesi.pdf> (ultimo accesso: 28/01/23)
- e) Regione Piemonte (2024). Prezzario. Edizione 2024. Consultazione prezzario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/rsr/servizi-sp/dwd/OperePubbliche/prezzario/2024/pdf/sez01.pdf> (ultimo accesso: 22/11/24)

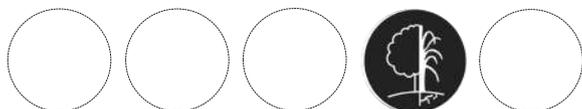
F.3.1



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

F3.1. – Demolizione depuratori		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Demolizione completa di fabbricati con struttura portante in c.a., valutata a metro cubo vuoto per pieno	15,59 €/m ³	Codice 01.A02.A05.030 (fonte: e) Sono compresi: -l'accatastamento delle macerie entro l'area di cantiere -il loro carico e trasporto ad impianto di trattamento autorizzato Sono esclusi: -eventuali oneri di conferimento
		Sono esclusi eventuali costi di bonifica del terreno dopo la demolizione
COSTO TOTALE		
Demolizione completa con ipotesi di sconto (-10%)	14,03 €/m ³	*Si prevede uno sconto di circa il 10% sul costo di demolizione completa considerando che queste strutture sono caratterizzate da un volume principalmente vuoto senza la presenza di particolari strutture interne che ne ostacolano la demolizione.

F.3.1



F.04. COMPOSTAGGIO COMUNITARIO PER ORTI URBANI

L'intervento consiste nella realizzazione e/o installazione di piccoli impianti per il compostaggio comunitario in corrispondenza di orti urbani di quartiere. L'area di compostaggio può essere realizzata con diversi materiali tra cui pallet riciclati, cassette di legno, bidoni per rifiuti, contenitori di plastica ed è generalmente costituita da una compostiera di circa 150 cm di lato per un volume totale di circa 1 mc. Questo intervento contribuisce alla riduzione e alla gestione sostenibile dei rifiuti. Consente inoltre di ottenere un fertilizzante organico economico per frutteti e giardini (fonte: b).

esempio

Figura 1. Compostaggio comunitario per orto urbano. Bruxelles (BE)



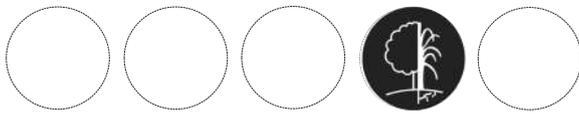
RIFERIMENTI:

- Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Milano: Politecnico di Milano.
- Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- Associazione italiana compostaggio - Comuni di Bracciano, Anguillara Sabazia, Bassano Romano, Canale Monterano, Oriolo Romano, Trevigliano Romano (2017). Quadro economico, disponibile su: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2019/02/D-Quadro-economico-COMLOC.pdf> (ultimo accesso: 20/05/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Compostaggio comunitario per orto urbano. Bruxelles (BE). Foto: E. Gottero, 2024*

F.04



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

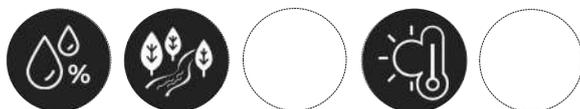
F4 - Compostaggio comunitario per orti urbani		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Rimozione della vegetazione legnosa esistente	10 €/m ²	(fonte: d)
Recinzione	30 €/m ²	(fonte: d)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
€/m ²	40 €/m ²	€/m ²

F.04

G

INFRASTRUTTURE VERDI

		1 	2 	3 	4 	5 
G1	PIANTUMAZIONE DI SPECIE ARBOREE E FILARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G2	REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G3	REALIZZAZIONE DI PERCORSI E CIRCUITI PAESAGGISTICI ATTREZZATI PER LO SPORT E LE ATTIVITÀ RICREATIVE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G4	ORTI URBANI E GIARDINI COMUNITARI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



G.01. PIANTUMAZIONE DI SPECIE ARBOREE E FILARI

Le masse arbustive e arboree rappresentano un'interessante soluzione per il verde urbano, poiché permettono la fornitura di alcuni servizi ecosistemici e al tempo stesso possono richiedere una bassa manutenzione (fonte: a).

Infatti, questa soluzione adoperata negli spazi pubblici, può svolgere diverse funzioni (fonte: a):

- Produzione di ossigeno;
- Contributo alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane e mantenimento dell'umidità del suolo;
- Contributo al miglioramento del microclima;
- Assorbimento delle polveri e degli inquinanti atmosferici;
- Incentivazione della biodiversità;
- Riduzione dell'erosione del suolo;
- Miglioramento visivo degli spazi pubblici.

Per siepe, generalmente, si intende una struttura vegetale "plurispecifica", ovvero composta da più specie, con andamento lineare, con distanze di impianto irregolari (fonte: b).

Con il termine filare, invece, si distingue una formazione vegetale ad andamento lineare e regolare, costituita da specie arboree.

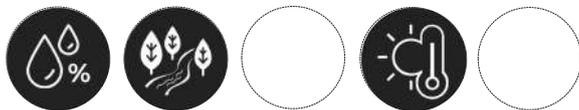
I cespugli, o arbusti, sono delle piante perenni legnose (fonte: a), distinti da un corto fusto centrale dal quale si dipartono.

Per quanto riguarda la fruibilità degli spazi trattati con masse arbustive, questi non sono calpestabili. Per tanto, si può evidenziare una bassa o nulla fruibilità a seconda della specie impiegata. D'altra parte, però, si può evidenziare come la presenza di masse arbustive possa incentivare un elevato grado di biodiversità. I maggiori contesti di applicazione di queste soluzioni versi sono:

- All'interno di parchi urbani, al fine di creare delle zone a favore dell'avifauna;
- All'interno di giardini, al fine di definirne le delimitazioni.

Per quanto riguarda gli interventi di manutenzione, per gli arbusti si prevede una potatura a cadenza annuale (fonte: a).

G.01



esempi

Figura 27.

Sistema di siepi campestri connesso, in continuità con aree periurbane. Area del Canavese (TO).

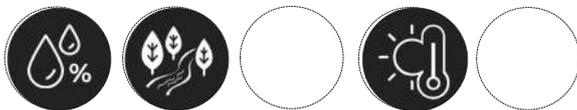


Figura 2.

Realizzazione di dune artificiali con arbusti e alberi in funzione frangivento, Parco del Tago, Lisbona (PT).



G.01



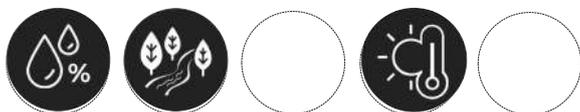
RIFERIMENTI:

- a) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022).
- b) Mapelli N. (2014). Siepi campestri progettazione - funzioni e prodotti ottenibili specie adatte - impianto - cure colturali, disponibile su: <https://www.istitutoagrariosartor.edu.it/wp-content/uploads/2016/10/SIEPI-141022vitasupplemento.pdf> (ultimo accesso: 01/12/22)
- c) Regione Piemonte (2022). Elenco Prezzi Agricoltura 2022, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/elenco-prezzi-agricoltura-2022> (ultimo accesso: 12/12/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Sistema di siepi campestri connesso, in continuità con aree periurbane. Area del Canavese (TO). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Realizzazione di dune artificiali con arbusti e alberi in funzione frangivento, Parco del Tago, Lisbona (PT). Foto: C. Cassatella*

G.01



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

G1 - Piantumazione di siepi e filari		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Rimozione della vegetazione legnosa esistente	0,04 €/ m2	(fonte: c)
Drenaggio ed aerazione del substrato	0,11€/ m2	(fonte: c)
Aratura	Da 0,02 €/ m2 a 0,03 €/ m2	(fonte: c)
Diserbo	0,09 €/ m2	(fonte: c)
Concimazione	Da 0,015 €/ m2 a 0,02 €/ m2	(fonte: c)
Fornitura e posa di essenze arbustive	Da 40 €/ m2 a 50 €/ m2	Il costo espresso comprende fornitura e posa di essenze arbustive, comprensiva di terreno vegetale e strato di pacciamatura. Il costo varia a seconda della specie arbustiva scelta (fonte: a).
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
40,27€/m ²	50,29 €/m ²	72,465

G.01



G.02. REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI

La realizzazione di collegamenti ciclopedonali è atta a rispondere a obiettivi ed esigenze di mobilità sostenibile, al fine di ridurre l'impatto dell'uomo nelle città e nelle aree urbanizzate, incentivando l'uso della bicicletta e lo spostamento a piedi.

Questi percorsi implicano la razionalizzazione degli spazi legati al traffico veicolare, permettendo l'utilizzo degli spazi recuperati per la realizzazione di nuove alberature e nuove aree verdi (fonte: a, b).

I percorsi ciclo-pedonali che si sviluppano nelle aree urbane possono essere realizzati con materiali drenanti o semi-permeabili. Si tratta infatti di superfici con acque 'pulite' che non richiedono particolari trattamenti e possono essere infiltrate direttamente nel sottosuolo (fonte: c).

Le piste ciclabili e i percorsi pedonali realizzati con questi materiali risultano essere le soluzioni più sostenibili dal punto di vista climatico, ma anche più attraenti per le persone che li frequentano (fonte: c).

Nello specifico, i percorsi ciclopedonali realizzati utilizzando delle soluzioni di pavimentazione drenante, sono realizzate con l'obiettivo di:

- Ridurre l'effetto di isola di calore;
- Ridurre parzialmente i picchi di piena nei corpi ricettori;
- Favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto.

Per tanto, in corrispondenza di aree pedonali o percorsi ciclo-pedonali possono essere adottate pavimentazioni in prato, cubetti e masselli porosi, ciottoli di fiume, terra stabilizzata, calcestruzzo drenante e asfalto drenante o altri materiali permeabili o semi-permeabili (fonte: c).

I percorsi realizzati con pavimentazioni drenanti o semi-permeabili possono essere accompagnati lateralmente da spazi vegetati, quali semplici canali inerbiti, rain garden o aiuole alberate per separare il traffico veicolare dai percorsi lenti.

Questa tipologia di interventi, però, può essere pensata anche ad una scala più vasta e non solo a scala urbana. Per esempio, la realizzazione di un percorso ciclopedonale sulle sponde dei fiumi, può accompagnare azioni di riqualificazione paesaggistica (fonte: a).

G.02



esempio

Figura 1.

Realizzazione di collegamento ciclopedonale integrato ad area verde, Copenaghen (DK).



G.02



RIFERIMENTI:

- a) Faggioli L., Matteini, A. (2009). Verde e infrastrutture: piste ciclabili e gestione del territorio – Due ruote per l'ambiente, ACER, Vol. 5, pp. 57-61
- b) Sangalli, G. (2022). Percorsi ciclopedonali: cosa sono e perché dovremmo smettere di realizzarli. BIKEITALIA, trasformiamo l'Italia in un paese ciclabile, disponibile su: <https://www.bikeitalia.it/percorsi-ciclopedonali-cosa-sono-e-perche-dovremmo-smettere-di-realizzarli/> (ultimo accesso: 30/01/2023)
- c) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- d) Varnero V. (2022). Intervento edilizio di ristrutturazione urbanistica. Computo metrico estimativo, disponibile su: https://www.comune.biella.it/sito/file/piani-attuativi/via-fratelli-rosselli-92/elab-3bis_computo-metrico.pdf (ultimo accesso: 30/01/2023)
- e) Regione Piemonte (2022). Prezziario. Edizione 2022. Consultazione prezziario regionale opere pubbliche, disponibile su: <https://www.servizi.piemonte.it/srv/prezziario/> (ultimo accesso: 12/12/24)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Realizzazione di collegamento ciclopedonale integrato ad area verde, Copenaghen (DK). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

G2 - Realizzazione di percorsi ciclopdonali		
COSTI		
Azione	€/m ³	Note
Scavo generale di sbancamento	3,90 €/m ²	(fonte: d) Il costo è stato convertito da m3 a m2 considerando uno spessore di scavo di 1m.
Scavo di sbancamento per livellamento terreno	6,58 €/m ²	(fonte: d) Il costo è stato convertito da m3 a m2 considerando uno spessore di scavo di 1m.
Regolarizzazione del fondo	0,50 €/m ²	(fonte: d)
Cordoli prefabbricati in cls	7,50 €/ m ²	(fonte: d)
Provvista e stesa di misto granulare per fondazioni stradali	5,95 €/m ²	(fonte: d)
Compattazione con rullo	1,09 €/ m ²	(fonte: d)
Formazione di pavimentazione	Sterrato o terra solida: 30 €/ m ²	(fonte: d)
	Asfalti e cls drenanti: 70 – 80 €/ m ²	(fonte: d)
	Cubetti e masselli porosi: 80 - 100 €/ m ²	(fonte: d)
	Pavimentazione in ciottoli di fiume: 120 – 150 €/ m ²	(fonte: d)
		Sono escluse da questi costi l'eventuale posa di arredi urbani, in quanto il costo è ad unità, così come sono esclusi i costi di posa per alberi, in quanto anche in questo caso il costo è unitario (fonte: e).
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
66,75€/m ²	120,71 €/m ²	93,73 €/m ²

G.02



G.03. REALIZZAZIONE DI PERCORSI E CIRCUITI PAESAGGISTICI ATTREZZATI PER LO SPORT E LE ATTIVITÀ RICREATIVE

I benefici derivati dalle attività di tipo sportivo, soprattutto per quanto riguarda il carattere psico-fisico della personalità umana, possono essere favoriti dall'inserimento e la creazione di apposite aree lungo i principali percorsi paesaggistici e ricreativi.

In particolare, molti parchi mettono a disposizione delle attrezzature a fruizione libera, dove poter effettuare esercizi di stretching, riscaldamento muscolare, coordinamento ed esercizi di abilità. Soprattutto nelle città, come ad esempio Torino, la componente naturale e sportiva sono molto legate tra di loro. Le attività alternative alla bicicletta, nei relativi percorsi ciclopeditoni, possono essere ad esempio il footing e l'utilizzo di impianti chiusi dislocati internamente o posizionati a bordo delle aree verdi.

Nella città di Torino, dal 2009, si stanno sperimentando anche aree dedicate principalmente agli adulti e agli anziani, chiamate "aree fitness", le quali ospitano attrezzature per la ginnastica dolce (fonte: a).

Gli interventi possibili per attrezzare le aree adiacenti i percorsi ciclopeditoni sono numerose e con estreme differenze per quanto riguarda i costi (fonte: b)

esempio

Figura 1.

Area adibita ad attrezzature sportive in parco urbano. Parco Dora, Torino



G.03



RIFERIMENTI:

- a) Comune di Torino - Verde pubblico, "Sport nel verde, disponibile su: <http://www.comune.torino.it/verdepubblico/sport-nel-verde/> (ultimo accesso: 02/03/2023)
- b) Comune di Abbiategrasso (2022). Interventi di riqualificazione dei parchi pubblici urbani. Area verde comunale 'Campo 5'. Realizzazione area fitness e percorso vita, disponibile su: <https://pavia.trasparenza-valutazione-merito.it> (ultimo accesso: 02/03/2023)
- c) Comune di Saluggia (S.d.). Area Sagrinosa – Computo metrico, disponibile su: <https://www.comune.saluggia.vc.it/sites/default/files/files-caricati/TecnicoLavoriPubblici/31/31%20computo%20metrico%20estimativo.pdf> (ultimo accesso: 02/03/2023)
- d) Comune di Urbino (2020). Parco dell'Aquilone – computo metrico estimativo, disponibile su: https://www.comune.urbino.pu.it/fileadmin/docs/urbanistica-ediliza/pianificazione/045/CONTABILITA_LAVORI_1_STRALCIO.pdf (ultimo accesso: 02/03/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

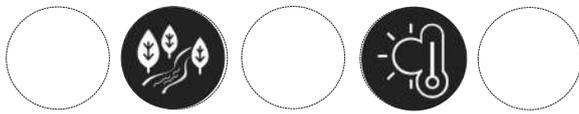
- *Figura 1. Area adibita ad attrezzature sportive in parco urbano. Parco Dora, Torino. Foto A. Erbetta*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

G3. Realizzazione di percorsi e circuiti paesaggistici attrezzati per lo sport e le attività ricreative		
COSTI		
Azione	€	Note
Sistemazione area percorso vita	3.800 €/m ²	La pavimentazione drenante incide in modo significativo sul prezzo (fonte: b)
Cartellonistica indicativa	1.100 €/cad	(fonte: b)
Fornitura e posa delle attrezzature fitness e sportive	Da 284 €/cad a 13.772 €/cad	Prezzi delle attrezzature troppo variabili per poterli paragonare. Es. panca in legno multiuso e strutture in acciaio "high pulley" (fonte: b)
Costruzione del percorso vita	Da 330 €/cad a 2.900 €/cad	Prezzi delle attrezzature troppo variabili per poterli paragonare (fonte: b, d)
Fornitura e posa di pavimentazione antitrauma	Da 22 €/m ² a 23 €/m ²	(fonte: b)
Attrezzature accessorie a servizio degli utenti e arredi	Da 5 €/cad a 1.345 €/cad	(fonte: b, c)

G.03



G.04. ORTI URBANI E GIARDINI COMUNITARI

L'intervento comprende la realizzazione di orti urbani e giardini comunitari (individuali o collettivi) e relative infrastrutture di servizio, così come interventi di bonifica e ripristino funzionale per la conversione agricola di aree dismesse, incolti o coltivi abbandonati in aree urbane e peri-urbane di proprietà pubblica. L'intervento include anche la realizzazione di orti urbani fuori terra e sui tetti (rooftop gardens). Questi interventi contribuiscono ad aumentare le aree verdi e rafforzare le infrastrutture verdi, mitigare il cambiamento climatico, così come migliorare l'inclusione sociale.

esempi

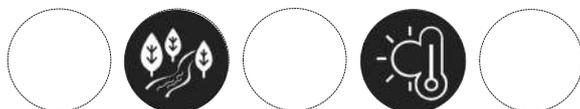
Figura 1. Orti urbani, Torino.



Figura 2. Orti comunitari, Tokyo.



G.04



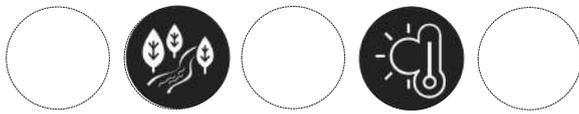
RIFERIMENTI:

- a) Eisenberg B., Chiesa C., Fischer L., Jakstis K., Polcher V., Schwarz-v.Raumer H. (2022). Nature-based Solutions Technical Handbook Factsheets, UNALAB H2020 project.
- b) Gibelli et al. (2022). Green&Blue infrastructure strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte
- c) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Milano: Politecnico di Milano.
- d) van Zanten et al., Gutierrez Goizueta G., Brander L., Gonzalez Reguero B., Griffin R., Kapur Macleod K., Alves A., Midgley A., Herrera L.D., and Jongman B. (2023). Assessing the Benefits and Costs of Nature-Based Solutions for Climate Resilience: A Guideline for Project Developers, World Bank, Washington, DC.
- e) World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. World Bank Group, Washington, D.C.
- f) Sito web EFUA – European Forum on Urban Agriculture - <https://www.efua.eu/> (ultimo accesso: 04/12/2023).
- g) Sito web ProGireg - Productive Green Infrastructure for post-industrial urban regeneration - <https://progireg.eu/> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- h) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023)
- i) Comune di Truggio (2010). Progetto preliminare realizzazione interventi per creazione nuovi orti urbani e giardino pubblico, Via 11 Settembre 2001, disponibile su: https://www.mediasite.cloud/Comune_Triuggio/upload/a4h5rx3pni5a5ba0o2vo403x859201003031238Stima.Orti.nuovi.pdf (ultimo accesso: 17/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Orti urbani, Torino. Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Orti comunitari, Tokyo. Foto: E. Gottero*

G.04



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

G4 - Orti urbani e giardini comunitari		
COSTI		
Pulizia dell'area interessata da macerie e/o materiali lapidei etc, compreso carico su automezzo, trasporto e smaltimento alla P.A., compresi oneri di discarica. Aratura profonda del terreno esistente, riporto di terra necessaria al livellamento e successiva formazione piani, rullatura e tracciamento e compattazione percorsi interni per l'accesso ai lotti come da allegato progetto, eseguito con mezzi meccanici e a mano	6000 €/a corpo	(fonte: i)
Scavo in sezione effettiva per collettori principali e secondari per rete idrica come da specifiche tecniche ente erogatore, misurato in sezione effettiva fino alla profondità di m 1,50 previo taglio manto stradale con disco tagliasfalto per esecuzione allaccio alla rete, compreso il deposito del materiale di risulta nell'ambito del cantiere ,il successivo riempimento con opportuna stratificazione di sabbia mista ghiaia ed il ripristino delle superfici a regola d'arte con strato touvenant e manto di usura, il tutto a dare il lavoro finito a regola d'arte, comprensivo di posa contatore e pozzetto per ispezione 40 x 40 cm il cls	400 €/ml	
Come voce 2, oltre i primi 3 m	95 €/ml	
Formazione condotto idrico per irrigazione tramite esecuzione di scavo profondità 0,50, eseguito con tubo in polietilene PN 10 da 1 pollice e mezzo completo di 1 strettoia di presa completa e di fontanella tipo Milano e di n° 2 saracinesce da 3/4, compresi 2 rubinetti per innaffio soprasuolo completi di 2 pozzetti in cls per la messa a dimora dei rubinetti, compreso ogni onere o pezzo speciale per una corretta esecuzione dell'opera a regola d'arte	45 €/ml	
Formazione piano di posa sul fondo dello scavo per condotte rete idrica costituito da sabbia lavata (50 m x 0,3 m)	20 €/mc	
Estirpazione di piante diametro da 101 a 120 cm compresa estirpazione o frantumazione delle ceppaie, eseguito con mezzo meccanico compresa raccolta e conferimento del materiale di risulta, carico su automezzo, trasporto e smaltimento	600 €/cad	
Fornitura e posa in opera di picchetti autoclavati in abete a sezione circolare h. 1,00 mt. Diam. 10 cm. per divisione interna dei lotti come da allegato progetto	5 €/cad	
Fornitura , stesa e modellazione di terra di coltivo eseguita manualmente o con mezzi meccanici, proveniente da strato colturale attivo, privo di radici, erbe infestanti ciottoli o sassi (700 mq x 0,30 m)	28,65 €/mc	
Fornitura e posa in opera di filo di ferro plastificato verde per divisione interna dei lotti come da allegato progetto	0,50 €/ml	
Messa a dimora di specie arbustiva in zolla (siepe) per altezze da 80 a 120 cm, compresa la preparazione del terreno, la piantagione degli arbusti, il reinterro e fornitura di tutti i materiali necessari, fornitura e distribuzione di ammendante in ragione di 40 l a mq , di concimi q. b. e di prima bagnatura con acqua in ragione di 30 l a mq, oltre attecchimento. (70 ml per densità a m)	5 €/cad	
Fornitura e posa di specie arbustiva per siepe tipo Photinia, densità variabile (vd. Voce 10) in relazione a persistenza, h= 80 cm diametro adeguato e coprente.	8 €/ml	
Fornitura e posa di cancello a doppio battente in legno di pino impregnato in autoclave costituito da montanti verticali in diametro 15 cm lunghezza totale 2,00 m di cui 0,80 m infissi nel terreno previa esecuzione di protezione della porzione interrata con rivestimento in acciaio zincato, comprese tavole di chiusura come da disegno, comprensivo di interventi di terra e ripristino, ferramenta di ancoraggio, cardini, maniglie e serratura a chiave per chiusura, compresa manodopera ed ogni altra attrezzatura necessaria a dare il lavoro finito a regola d'arte	1200 €/a corpo	

G.04

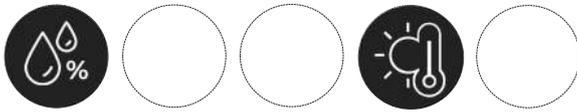
H

DRENAGGIO URBANO (SUDS)

OBIETTIVI C.I.R.C.A.



		1	2	3	4	5
H1	DE-IMPERMEABILIZZAZIONE	●	○	○	●	○
H2	REALIZZAZIONE DI GIARDINI DELLA PIOGGIA	○	●	●	●	○
H3	BACINI DI RACCOLTA, RITENZIONE E INFILTRAZIONE	○	●	●	●	○
H4	IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE	●	●	●	○	●
H5	AREE INONDABILI	○	●	●	●	○
H6	RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA E CANALI TOMBATI	○	●	●	●	○
H7	FASCE, CANALI E RUSCELLI PER IL DEFLUSSO	○	●	○	●	○
H8	FASCE, FOSSI, TRINCEE INFILTRANTI	○	○	○	●	○
H9	INVERDIMENTO BINARI DEL TRAM	○	○	○	●	○
H10	RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA	○	○	○	●	○
H11	POZZI PERDENTI O VASCHE DI RACCOLTA INTERRATA PER IL DRENAGGIO	○	○	○	●	○



H.01. DE-IMPERMEABILIZZAZIONE

Le pavimentazioni drenanti sono realizzate con materiali porosi o con materiali impermeabili con opportuni vuoti o fughe per il drenaggio delle acque.

Hanno la peculiarità di garantire una pavimentazione adattabile a diversi utilizzi: pedonale, ciclabile e traffico veicolare. Inoltre, offrono il vantaggio di migliorare il contesto climatico contrastando l'effetto "isola di calore" e sono adottabili in quasi tutti i contesti urbani, dalle aree intensamente urbanizzate ai parcheggi o in spazi pubblici ad alta frequentazione come piazze o viali pedonali.

Questa tipologia di pavimentazione è utilizzata per drenare ed infiltrare l'acqua piovana.

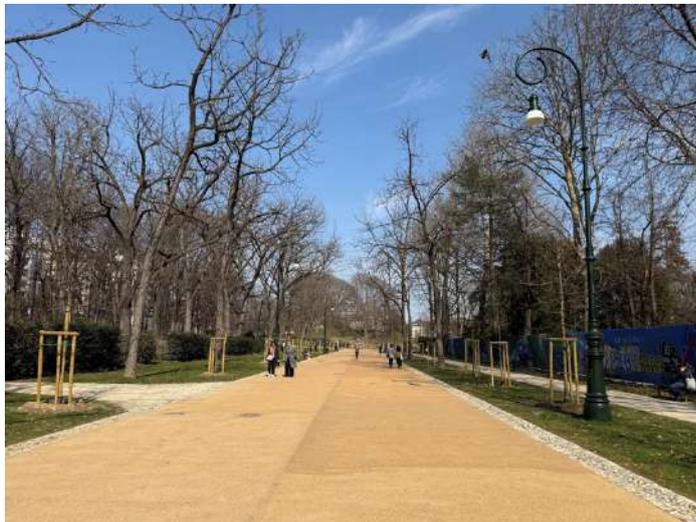
Le principali tipologie di pavimentazioni drenanti sono:

- porose: prati, ghiaia rinverditata, grigliati plastici inerbiti, sterrati / terra solida;
- permeabili: grigliati in calcestruzzo inerbiti, cubetti o masselli con fughe inerbite e/o riempite di materiale drenante, masselli porosi, asfalti e calcestruzzi drenanti.

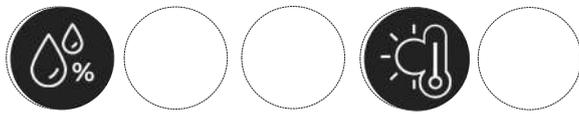
Le pavimentazioni drenanti possono ben adattarsi a diversi contesti paesaggistici in ambito urbano, e la varietà di prodotti permette di scegliere le finiture, i colori e le forme che meglio si adattano al contesto specifico (fonte: e, f ,g).

esempi

*Figura 1.
Sostituzione
dell'asfalto con
pavimentazione
drenante e di colore
chiaro (per ridurre
l'isola di calore).
Torino, Parco del
Valentino.*



H.01

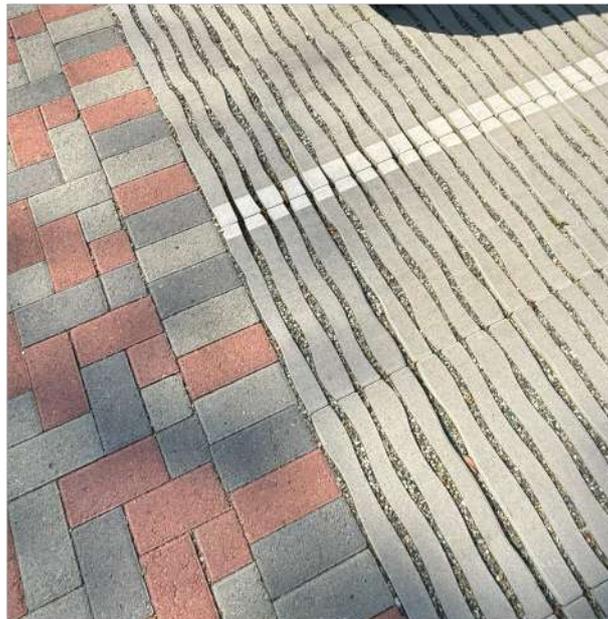


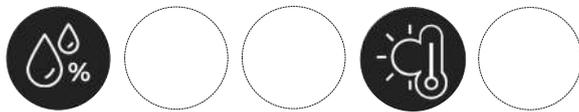
esempi

Figura 2 e 3. Intervento di sostituzione della pavimentazione asfaltata con materiale drenante, la situazione prima e dopo i lavori. Fronte del Castello del Valentino, Torino.



Figura 4. Sostituzione di asfalto con pavimentazione drenante in area a parcheggio. Torino, Parcheggio Ferrucci.



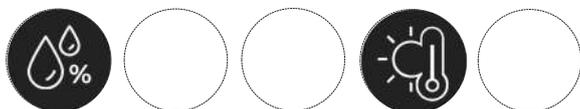


RIFERIMENTI:

- a) Ferraio P. (2017). Progetto Esecutivo e Definitivo per il progetto di riqualificazione della piazza centrale di Castronno, disponibile su: http://www.hlserviziocloud.it/pgt/sites/default/files/users/012047/ATTI/Anno%202017/01_%20Allegati%20Determinazione%20370_2017/OA.041_ESEC_L_CRONOPROGRAMMA.pdf (ultimo accesso: 02/02/23)
- b) Rapino F. (2008). Le pavimentazioni stradali per la viabilità in ambito urbano, Università di Bologna, Corso di Studio in Ingegneria civile, Tesi di laurea, disponibile su: <https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/209/> (ultimo accesso: 16/12/2024)
- c) Mancassola F., Bogoncelli A. (2016). Interventi a favore della mobilità e sicurezza stradale l.r. 39/91 art. 9 ammodernamento delle strutture viarie esistenti, riqualificazione intersezione via XX marzo e strada provinciale n. 7, elenco prezzi unitari al netto degli oneri della sicurezza relativi alle specifiche lavorazioni, disponibile su: <https://cdn1.regione.veneto.it/alfstreamingservlet/streamer/resourceId/9d5fa48c-23b3-4f94-8400-b9cefca2da19/Quadro%20economico.pdf> (ultimo accesso: 02/02/23)
- d) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- e) Sito web Azienda Record, Finitura drenanti grigliati erbosi mono e doppiostrato (<https://www.recordbagattini.com/it/prodotti/drenanti/scacco> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- f) Scotti A. (2019). Relazione geologica di PGT - Aggiornamento alla Variante Generale.
- g) Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, disponibile su: https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf/ (ultimo accesso: 01/03/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Sostituzione dell'asfalto con pavimentazione drenante e di colore chiaro (per ridurre l'isola di calore). Torino, Parco del Valentino. Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2 e 3. Intervento di sostituzione della pavimentazione asfaltata con materiale drenante, la situazione prima e dopo i lavori. Fronte del Castello del Valentino, Torino. Foto: C. Cassatella e A. Erbetta*
- *Figura 4. Sostituzione di asfalto con pavimentazione drenante in area a parcheggio. Torino, Parcheggio Ferrucci. Foto: C. Cassatella*
-



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H1. De impermeabilizzazione		
COSTI		
Azione	€	Note
Demolizione strati stradali esistenti	Da 12,69 €/m ² a 65,13 €/m ²	Il costo di demolizione varia dalla tipologia stradale. Il costo di demolizione viene di norma fornito in m ³ – da 7,60 €/ m ³ a 39 €/ m ³ (fonte: a). Nei costi è indicato il costo a m ² per uniformità di u.m., il costo è stato convertito considerando la sezione stradale tipo di 60 cm (fonte: b)
Smaltimento materiale di demolizione	9,28 €/m ²	Il costo di smaltimento è di 5,56 €/m ³ (fonte: c). Nei costi è indicato il costo a m ² per uniformità di u.m., il costo è stato convertito considerando la sezione stradale tipo di 60 cm (fonte: b).
Realizzazione nuova pavimentazione drenante		Il costo di realizzazione dipende dagli spessori di progetto, dalla tipologia di sottosuolo, e dal materiale di pavimentazione scelto. I costi che si riportano di seguito sono indicativi per le diverse tipologie di pavimentazione
Prato	10 €/m ²	(fonte: d)
Chiaia rinverdita	40-50 €/m ²	(fonte: d)
Grigliati plastici inerbiti	70-80 €/ m ²	(fonte: d)
Cubetti o masselli con fughe inerbite/riempite di materiale drenante	70-80 €/ m ²	(fonte: d)
Masselli porosi	80-100 €/ m ²	(fonte: d)
Asfalti e calcestruzzi drenanti	70-80 €/ m ²	(fonte: d)
Sterrati/terra solida	30-50€/ m ²	(fonte: d)
Grigliati in calcestruzzo inerbite	70-80 €/ m ²	(fonte: d)
Costo totale (esempio calcolato considerando masselli porosi)		
Minimo	Massimo	Medio
121,97 €/m ²	101,97 €/m ²	111,97 €/m ²

H.01



H.02. REALIZZAZIONE DI RAIN-GARDEN

I giardini della pioggia (rain garden) sono elementi lineari realizzati per sfruttare le pendenze per convogliare l'acqua piovana proveniente da tetti, strade, parcheggi o piazze (fonte: a, b, k). Questi giardini sono progettati per riprodurre il naturale processo di infiltrazione del terreno (fonte: c, d, k). Essi si configurano come un'ottima tipologia di arredo urbano alla scala "micro" (fonte: a). Possono, infatti, essere realizzati all'interno di lotti urbani, nelle rotonde, all'interno di parchi o piazze e lungo gli assi viari e pedonali (fonte: a, k).

Le maggiori funzioni che possono svolgere sono (fonte: a):

- Riduzione del fenomeno di runoff superficiale e favorire l'infiltrazione dell'acqua (grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno);
- Riduzione dei picchi di piena nei corpi idrici ricettori;
- Riduzione delle isole di calore;
- Favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto.

Dal punto di vista progettuale e costruttivi, i rain garden sono generalmente caratterizzati da una larghezza di 1-2 metri e profondità di circa 10-20 cm e permettono la gestione e il convoglio dei primi 5 mm di pioggia per una superficie pari a circa 5 volte l'area del rain garden stesso (fonte: a, d, e). Questi giardini sono adattabili a diverse esigenze e situazioni, per tanto l'approccio progettuale si differenzia a seconda della specifica esigenza (fonte: a, d, e, k).

La scelta della vegetazione maggiormente adatta è specifica del sito di realizzazione e influenza la capacità del giardino (fonte: a, c, d).

Il giardino della pioggia permette di mitigare ma non di risolvere le criticità idrauliche in occasione di eventi intensi; pertanto, è sempre necessario prevedere un troppo pieno che convogli le acque non infiltratesi verso la fognatura (fonte: a).

I rain garden possono, inoltre, essere progettati come soluzioni integrate a: fossati inondabili, parchi inondabili, e giardini umidi (fonte: a).

Essi possono avere diversi contesti di applicazione:

- Ambito residenziale, configurandosi come aiuola esterne agli edifici;
- Ambito stradale, utilizzati all'interno delle rotatorie, nelle aree verdi dei parcheggi, oppure lungo le aree pedonali e ai margini delle carreggiate;
- Ambiti commerciale e produttivo, configurandosi come aiuole negli spazi verdi esterni degli edifici, in particolare per infiltrare le acque delle coperture.

Essendo degli elementi lineari sono caratterizzati da un basso fabbisogno di superficie.

Per quanto riguarda la vegetazione (che deve essere scelta sulla base della specificità dell'esigenze) è possibile delineare alcuni elementi che le specie devono rispettare, ovvero la capacità di adattarsi sia a condizioni di allagamento sia a periodi di siccità e convivere con l'inquinamento atmosferico. La scelta della tipologia di piante è peculiare del sito e del contesto climatico dell'intervento. Esistono molte specie ripariali da prescegliere tra (fonte: a):



- erbacee: balsamina gialla, filipendula, felce palustre, iris;
- Arbusti: Cornus, frangula, salici arbustivi, viburno;
- Alberi: cipresso calvo, ontano, pioppo, salici arborei.

La superficie del rain garden non è direttamente fruibile, ma si può inserire in contesti urbani al fine di creare un valore aggiunto soprattutto lungo arterie pedonali o ciclabili (fonte: a).

esempi

Figura 1.
Giardini della pioggia: in un'area verde (Delft, NL)



Figura 2.
Giardino della pioggia all'interno di rotonda stradale. Lisbona (PT).





RIFERIMENTI:

- a) Regione Emilia-Romagna (2020). Liberare il suolo: Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, disponibile su: <https://www.regione.emilia-romagna.it/urp/servizi-e-strumenti/novita-editoriali/liberare-il-suolo-linee-guida-per-migliorare-la-resilienza-ai-cambiamenti-climatici-negli-interventi-di-rigenerazione-urbana> (ultimo accesso: 01/12/2022)
- b) Carlin L. (2014). 2Rain gardens: i giardini che ci salvano dalle bombe d'acqua, disponibile su: <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/rain-gardens-giardini-159> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- c) Cahill M., Godwin D., Tilt J. (2018). Rain Gardens: Low-impact development fact sheet, disponibile su: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9207/html> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- d) Emanuel R., Godwin D. (2010). The Oregon Rain Garden Guide, disponibile su: <https://seagrant.oregonstate.edu/sgpubs/oregon-rain-garden-guide> (ultimo accesso: 02/12/22)
- e) Freeborn J., Sample D., Fox L. (2012). Residential Stormwater Methods for Decreasing Runoff and Increasing Stormwater Infiltration, Journal of Green Building, 7, pp. 15-30.
- f) Sito web Progetto Life BEWARE – Acqua, resilienza e territorio - <https://www.lifebeware.eu/> (ultimo accesso: 02/12/2022)
- g) Progetto Life BEWARE (2022) - Guida ai costi, disponibile su: <https://www.lifebeware.eu/wp-content/uploads/2022/03/Guida-ai-costi-degli-interventi.pdf>, (ultimo accesso: 02/02/2023)
- h) Progetto Life BEWARE (2018). Intevntion 1: Piazzale della libertà - Municipality of Santorso (VI) – Technical Report, disponibile su: https://www.lifebeware.eu/wp-content/uploads/2020/06/Design_of_intervention_1.pdf (ultimo accesso: 02/12/2022)
- i) Progetto Life BEWARE (2019). Intervention 5: PARKING LOT OF THE NEW GRAVEYARD Municipality of Santorso (VI), disponibile su: https://www.lifebeware.eu/wp-content/uploads/2020/07/Design_of_intervention_5.pdf (ultimo accesso: 02/12/2022)
- j) Progetto Life BEWARE (2019). Intervention 6: ELEMENTARY SCHOOL Municipality of Marano Vicentino (VI) Technical report, disponibile su: https://www.lifebeware.eu/wp-content/uploads/2020/06/Design_of_intervention_6.pdf (ultimo accesso: 02/12/2022)
- k) Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, disponibile su: https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf (ultimo accesso: 01/03/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Giardini della pioggia: in un'area verde (Delft, NL). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Giardino della pioggia all'interno di rotatoria stradale. Lisbona (PT). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H2. Realizzazione di Giardini della pioggia (Rain Garden)		
COSTI		
Azione	€	Note
		Per avere una stima dei costi reali per la realizzazione dei rain garden nel contesto italiano, sono riportati di seguito le informazioni sui costi fornite dal progetto Life "BEWARE" (fonte: f) per la realizzazione di tre rain garden nel contesto italiano (fonte: g). Nelle azioni, quindi, sono riportati i nomi dei diversi progetti, nei costi: i costi/m2 forniti dai documenti dei progetti, a cui per il calcolo del costo totale devono essere aggiunti i costi per il substrato e per la piantumazione. Anche per questi due elementi, sono stati riportati i costi forniti dal progetto Life "BEWARE" (fonte: g) per coerenza di stima dei costi.
Giardino pluviale di piazza della libertà (Santorso)	203 €/m ²	(fonte: g, h)
Giardini pluviale del cimitero di via dei Prati (Santorso)	148,30 €/ m ²	(fonte: g, i)
Giardino pluviale presso la scuola elementare di Marano Vicentino	93,40 €/m ²	(fonte: g, j)
Substrato (sabbia + compost),	da 23 a 62 €/m ²	Il costo varia a seconda dello spessore che si intende utilizzare (fonte: g)
Specie arboree	da 15 a 60 €/m ²	Il costo varia a seconda della specie arborea utilizzata (fonte: g)
Tubazioni	40 €/m ²	Costo forfettario (fonte: g)

H.02



H.03. BACINI DI RACCOLTA, RITENZIONE E INFILTRAZIONE

L'intervento consiste nella realizzazione di bacini o invasi artificiali per la raccolta e il deflusso e/o infiltrazione delle acque meteoriche. I bacini di detenzione sono invasi concepiti per trattenere il deflusso delle acque e consentire la decantazione dei sedimenti e degli inquinanti associati. Questi bacini non permettono l'infiltrazione e l'acqua è generalmente drenata attraverso il corso d'acqua più vicino. I bacini di ritenzione sono progettati con un'ampia capacità di stoccaggio al fine di attenuare il deflusso superficiale durante le precipitazioni. In tal caso la sedimentazione e la vegetazione acquatica favoriscono la rimozione degli inquinanti. I bacini di infiltrazione invece sono depressioni vegetate utilizzate per trattenere il deflusso e permettere la decantazione dei sedimenti e degli inquinanti, anche al fine di consentire all'acqua di infiltrarsi nei terreni sottostanti e nelle acque sotterranee (fonte: d)

esempi

Figura 1. Bacino di raccolta dell'acqua d'esonazione del fiume Dora. Parco Dora, Torino



Figura 2. Bacino di raccolta e ritenzione dell'acqua collocato sotto il sedime stradale, con pannello informativo (Copenaghen, DK)



H.03



RIFERIMENTI:

- a) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon
- b) Eisenberg B., Chiesa C., Fischer L., Jakstis K., Polcher V., Schwarz-v.Raumer H., (2022). Nature-based Solutions Technical Handbook Factsheets, UNALAB H2020 project.
- c) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- d) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, Natural Water Retention Measures, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come, Regione Lombardia, Ersaf, Milano
- f) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- h) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- i) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- j) Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- k) Masseroni, D., Massara, M., Gandolfi, C., Bischetti, G., con la collaborazione di CAP Holding spa (2018), Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile, Milano
- l) Regione Piemonte (2023). Prezziario Regione Piemonte, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/prezzario-regione-piemonte-2023> (ultimo accesso: 13/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Bacino di raccolta dell'acqua d'esondazione del fiume Dora. Parco Dora, Torino
Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Bacino di raccolta e ritenzione dell'acqua collocato sotto il sedime stradale, con pannello informativo (Copenaghen, DK). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H3A - Bacini di raccolta e di ritenzione		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo:	8,32 €/m ²	Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico in terreno di qualsiasi natura e consistenza, sia asciutto che bagnato, esclusa la roccia se richiedente l'uso del martello demolitore, compresi il trasporto e la redistribuzione all'interno dell'azienda dell'eventuale terra in eccesso, l'esaurimento dell'acqua se di altezza inferiore a cm 20, l'onere delle necessarie sbadacchiature e tiro in alto. Sino alla profondità di 2 m (fonte: l)
. Ripuliture:	0,12 €/m ²	Ripuliture - riduzione della componente erbacea ed arbustiva mediante sfalci, decespugliamenti ed eventuale eliminazione delle rampicanti. Intervento da eseguire solo ove strettamente necessario al fine di ridurre la competizione di erbe e cespugli nei confronti delle giovani piante o per migliorare le condizioni per la germinazione e lo sviluppo dei semenzali. In rapporto alla superficie effettivamente da ripulire (fonte: l)
Rivestimento e impermeabilizzazione di canali naturali e/o irrigui		
per sezioni di deflusso pari a m ² 0,95	87,64€/m ²	Rivestimento e impermeabilizzazione di canali naturali e/o irrigui costituita da geotessile tessuto, geomembrana HDPE, geostuoia tridimensionale protetta da materasso tipo "reno" o gabbione piatto disposto sotto il livello medio di scorrimento delle acque, con riporto di terreno e idrosemina lungo le sponde; compresi lo scavo, la riprofilatura della sezione di deflusso del canale con argini di pendenza non superiore ai 45°, il fissaggio delle membrane con chiodi e graffe, la fornitura e posa dei materiali ed ogni altro onere accessorio per eseguire il lavoro a regola d'arte (fonte: l)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
€/m ²	96,08€/m ²	€/m ²

H.03



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H3B - Bacini di raccolta e di infiltrazione		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico in terreno di qualsiasi natura e consistenza, sia asciutto che bagnato, esclusa la roccia se richiedente l'uso del martello demolitore, compresi il trasporto e la redistribuzione all'interno dell'azienda dell'eventuale terra in eccesso, l'esaurimento dell'acqua se di altezza inferiore a cm 20, l'onere delle necessarie sbadacchiature e tiro in alto. Sino alla profondità di 2 m	8,32 €/m ²	(fonte: j)
Semina di specie erbacee (Prezzo al metro quadrato comprensivo di lavorazioni meccaniche, semina, concimazione, rullatura e prima irrigazione)	5 €/m ²	(fonte: k)
Acquisto e messa in opera materiale vegetale erbaceo (Prezzo al metro quadrato comprensivo di acquisto piante di piante comuni, posa, concimazione e prima innaffiatura)	Da 15 €/m ² a 45 €/m ²	(fonte: k)
Acquisto e messa in opera materiale vegetale erbaceo (Prezzo al metro quadrato comprensivo di acquisto piante di pregio, posa, concimazione e prima innaffiatura)	Da 30 €/m ² a 60 €/m ²	(fonte: k)
Acquisto e messa in opera materiale vegetale arbustivo (Prezzo al metro quadrato comprensivo di acquisto pianta, posa, concimazione e prima innaffiatura)	Da 20 €/m ² a 40 €/m ²	(fonte: k)
Acquisto e messa in opera di materiale vegetale arboreo (Prezzo cad. comprensivo di acquisto pianta alta circa 2 m, posa, concimazione e prima innaffiatura)	Da 30 €/m ² a 50 €/m ²	(fonte: k)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
108€/m ²	208€/m ²	122€/m ²

H.03



H.04. IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE

L'intervento consiste nella realizzazione di bacini o invasi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue. Con l'ausilio della vegetazione questi invasi hanno lo scopo di filtrare e depurare l'acqua piovana proveniente da strade, parcheggi, aree urbane e altri edifici, sfruttando la capacità di assorbimento degli inquinanti delle piante. Generalmente riproducono ambienti simili a quelle delle aree umide naturali, favorendo inoltre la creazione di specifici habitat e il mantenimento della biodiversità (fonte: c).

esempi

Figura 1 e 2. Bacino di ritenzione e infiltrazione, con sistema di fitodepurazione. Tokyo.



H.04



RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021a). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS), Piano Territoriale Metropolitan.
- b) Gibelli et al. (2022). Green&Blue infrastrutture strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte
- c) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano
- d) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) Sito web UNALAB - Urban Nature Labs - <https://unalab.eu/en> (ultimo accesso: 27/11/2023).
- f) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Sito web Edilnet - <https://www.edilnet.it/guida/impianto-di-fitodepurazione-quanto-costa-695> (ultimo accesso: 16/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1 e 2. Bacino di ritenzione e infiltrazione, con sistema di fitodepurazione. Tokyo. Foto: E. Gottero*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H4 - Impianti di fitodepurazione		
COSTI		
Azione	€/m2	Note
Impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale (15 – 50 mq)	Da 1500 a 3500 €	(fonte: g)
Impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale (60 – 100 mq)	Da 3000 a 5000 €	
Impianto di fitodepurazione a flusso verticale (15 – 50 mq)	Da 1700 a 4000 €	
Impianto di fitodepurazione a flusso verticale (60 – 100 mq)	Da 3500 a 6000 €	

H.04



H.05. AREE INONDABILI

L'intervento consiste nella realizzazione di aree allagabili in caso di pioggia per il controllo dei flussi, lo stoccaggio e il deflusso graduale dell'acqua. Si tratta di spazi pubblici multifunzionali, progettati anche per controllare le portate e diminuire i picchi di flusso, immagazzinando l'acqua di piena in eccesso e rilasciando lentamente. Questo intervento consente di mitigare l'impatto di alluvioni e del deflusso delle acque piovane superficiali, così come di attenuare i volumi di piena dei corsi d'acqua (fonte: a, d, e, f, g).

esempi

Figura 1.
Area inondabile in spazio urbano pubblico, normalmente usato come parcheggio per biciclette (Copenaghen, DK).



Figura 2.
Piccola area inondabile in spazio urbano pubblico (Copenaghen, DK).



Figura 3.
Area inondabile, collegata a canale urbano, arricchita con elementi che favoriscono la formazione di habitat umidi. Tokyo (JP)



H.05



RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS). Piano Territoriale Metropolitan.
- b) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- c) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- d) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) Gibelli et al., 2022, Green&Blue infrastructure strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte
- f) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Milano: Regione Lombardia, Ersaf
- g) Morello, E., Pareglio, S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4. Milano: Politecnico di Milano.
- h) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- i) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- j) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023)
- k) Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Area inondabile in spazio urbano pubblico, normalmente usato come parcheggio per biciclette (Copenaghen, DK). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Piccola area inondabile in spazio urbano pubblico (Copenaghen, DK). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 3. Area inondabile, collegata a canale urbano, arricchita con elementi che favoriscono la formazione di habitat umidi. Tokyo (JP). Foto: C. Cassatella*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H5 - Aree inondabili (parchi, piazze, strade, etc..)		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico in terreno di qualsiasi natura e consistenza, sia asciutto che bagnato, esclusa la roccia se richiedente l'uso del martello demolitore, compresi il trasporto e la ridistribuzione all'interno dell'azienda dell'eventuale terra in eccesso, l'esaurimento dell'acqua se di altezza inferiore a cm 20, l'onere delle necessarie sbadacchiature e tiro in alto. Sino alla profondità di 2 m	8,32 €/m ²	(fonte: k)
Fornitura e posa in opera di condotte in "PVC", compresi il bauletto di posa di sabbia o terreno vagliato di protezione della tubazione, negli spessori prescritti dalle norme di posa indicate dalle ditte produttrici delle tubazioni, giunti, passanti, bout, curve, croci, te, riduzioni, la posa in opera degli idranti irrigui, prove di pressione ed ogni altro onere per dare le condotte eseguite a perfetta regola d'arte. Lo scavo della trincea di alloggiamento delle condotte dovrà essere conteggiato a parte solo per profondità di scavo superiore a cm 100. Per profondità inferiori lo scavo si intende già compreso nei prezzi sotto		
indicati:		
PVC-PN fino a 6 atm diametro esterno mm 160	13,99 €/m	(fonte: k)
Materiali accessori		
- Strato impermeabile	9,27 €/m ²	(fonte: k)
- Georete	5,16 €/m ²	(fonte: k)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
27,47 €/m ²	31,58 €/m ²	29,52 €/m ²

H.05



H.06. RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA E CANALI TOMBATI

L'intervento consiste nella demolizione della copertura e di altri manufatti artificiali, così come nella rinaturalizzazione dell'alveo e delle sponde di corsi d'acqua tombati. Questo intervento contribuisce alla prevenzione delle inondazioni e alla riduzione del rischio di alluvioni nelle aree urbane. La rinaturalizzazione consente inoltre di creare nuovi spazi verdi e blu intorno agli argini. Questo intervento spesso richiede opere di ingegneria naturalistica per stabilizzare le sponde o l'alveo del fiume, così come la ricostruzione della fascia ripariale arbustiva (fonte: b, f).

esempi

*Figura 1 e 2.
Riapertura di fiume
tombato, prima e dopo i
lavori. Parco Dora (TO).
Il fiume Dora era stato
canalizzato negli anni
settanta per più di un
chilometro*



H.06



RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021a). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS). Piano Territoriale Metropolitan.
- b) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021b). Enhancing climate change adaptation strategies and measures in metropolitan City of Milan. Practical Handbook, Life Metro Adapt project.
- c) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- d) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- f) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- h) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- i) Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1 e 2. Riapertura di fiume tombato, prima e dopo i lavori. Parco Dora (TO). Il fiume Dora era stato canalizzato negli anni settanta per più di un chilometro. Foto: L. Davico da archivio "Immagini del cambiamento", 2021*

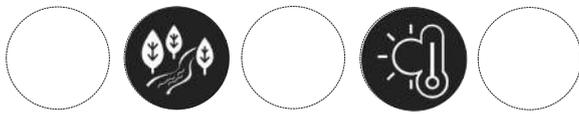


STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H6 - Riapertura di canali e corsi d'acqua tombati		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Demolizione di solai, compresa sovrastante caldaia, in qualunque piano di fabbricato, compresa la discesa o la salita a terra dei materiali, lo sgombero dei detriti in cantiere, computando le superfici prima della demolizione, escluse le opere provvisionali		
In latero - cemento	36,03 €/m ²	(fonte: i)
VEDI VOCE A2 Abaco delle compensazioni per "Rinaturalizzazione di corsi d'acqua)		
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
€/m ²	36,03 €/m ²	€/m ²

Il costo totale dell'intervento è da sommarsi al costo totale dell'intervento alla voce A2 dell'abaco

H.06



H.07. FASCE, CANALI E RUSCELLI PER IL DEFLUSSO

L'intervento consiste nella realizzazione di fasce, canali e ruscelli (anche vegetati), aperti e superficiali, per la raccolta e il deflusso delle acque di superficie. Si tratta di elementi lineari poco profondi e di sezione limitata, disposti in prossimità di aree impermeabilizzate, che hanno lo scopo di raccogliere e rallentare l'acqua, anche con l'ausilio di piante. Possono essere integrati con altre misure per il drenaggio urbano (fonte: d).

esempi

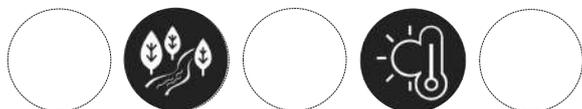
Figura 1.
Canale per il deflusso delle aree meteoriche inerbito. La strada ha mantenuto in questo tratto la sezione che la caratterizzava storicamente e che consente all'acqua sia di scorrere sia di infiltrarsi (Cuneo).



Figura 2.
Sistema di canaline di raccolta nella prossimità della piazza d'acqua Bentheplein. Rotterdam



H.07

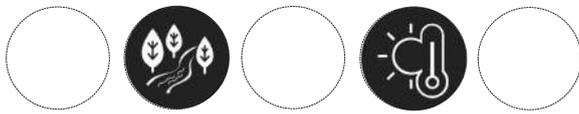


RIFERIMENTI:

- a) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon
- b) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- c) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- d) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano
- f) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Milano: Politecnico di Milano.
- g) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- h) Regione Piemonte (2023). Prezziario Regione Piemonte, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/prezziario-regione-piemonte-2023> (ultimo accesso: 13/12/2024)
- i) Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- j) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- k) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Canale per il deflusso delle aree meteoriche inerbito. La strada ha mantenuto in questo tratto la sezione che la caratterizzava storicamente e che consente all'acqua sia di scorrere sia di infiltrarsi (Cuneo). Foto: C. Cassatella, 2024*
- *Figura 2. Sistema di canaline di raccolta nella prossimità della piazza d'acqua Benthemplein. Rotterdam. Foto: A. Erbetta, 2024*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H7 - Fasce, canali e ruscelli di raccolta e deflusso		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico in terreno di qualsiasi natura e consistenza, sia asciutto che bagnato, esclusa la roccia se richiedente l'uso del martello demolitore, compresi il trasporto e la redistribuzione all'interno dell'azienda dell'eventuale terra in eccesso, l'esaurimento dell'acqua se di altezza inferiore a cm 20, l'onere delle necessarie sbadacchiature e tiro in alto. Sino alla profondità di 2 m	8,32 €/m ²	(fonte: i)
Bioritenzione	60 €/m ²	(fonte: h)
Rivestimento e impermeabilizzazione di canali naturali e/o irrigui costituita da geotessile tessuto, geomembrana HDPE, geostuoia tridimensionale protetta da materasso tipo "reno" o gabbione piatto disposto sotto il livello medio di scorrimento delle acque, con riporto di terreno e idrosemina lungo le sponde; compresi lo scavo, la riprofilatura della sezione di deflusso del canale con argini di pendenza non superiore ai 45°, il fissaggio delle membrane con chiodi e graffe, la fornitura e posa dei materiali ed ogni altro onere accessorio per eseguire il lavoro a regola d'arte		
per sezioni di deflusso pari a m ² 0,95	87,64€/m ²	(fonte: h)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
68,32 €/m ²	95,96 €/m ²	€/m ²

H.07



H.08. FASCE, FOSSI, TRINCEE INFILTRANTI

L'intervento consiste nella realizzazione di fasce vegetate, fossi o trincee per l'infiltrazione e la filtrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche. Si tratta di strisce vegetate che si trovano in prossimità di spazi aperti pubblici o bordi stradali, aree impermeabili, corsi d'acqua riceventi, e sistemi di raccolta, trattamento o smaltimento delle acque superficiali. Generalmente questi elementi lineari sono inerbiti o piantumati al fine di trattare il deflusso attraverso il filtraggio vegetativo, la sedimentazione e l'eventuale infiltrazione. In particolare, le trincee di infiltrazione sono aree poco profonde, spesso costituite da ghiaia o pietrisco, che consentono all'acqua di infiltrarsi nel terreno, migliorando la capacità naturale del terreno di drenare l'acqua e reintegrando le acque sotterranee. Attraverso la filtrazione fisica, contribuiscono anche alla rimozione degli inquinanti e dei sedimenti (fonte: f).

esempi

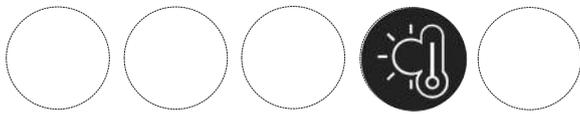
Figura 1.
*Fascia infiltrante lungo
carreggiata stradale,
arricchita con
vegetazione erbacea.*
(Osaka, JP)



Figura 2.
Trincea drenante.



H.08

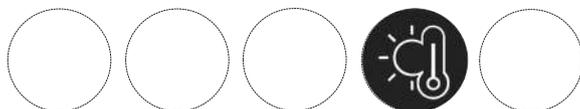


RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana di Bologna (2018). Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici. Bologna
- b) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021a). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS), Piano Territoriale Metropolitan.
- c) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon.
- d) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- e) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrp.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- f) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrp.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano
- h) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Milano: Politecnico di Milano.
- i) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- j) Regione Piemonte (2023). Prezziario Regione Piemonte, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/prezziario-regione-piemonte-2023> (ultimo accesso: 13/12/2024)
- k) Regione Piemonte (2023). Elenco Prezzi Agricoltura 2023, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/servizi-alle-aziende/elenco-prezzi-agricoltura-2023> (ultimo accesso: 12/12/2024).
- l) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrp.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- m) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023)

LISTA DELLE FIGURE:

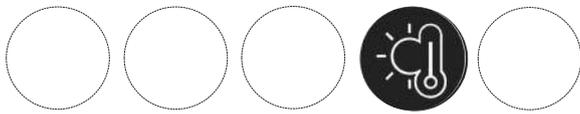
- *Figura 1. Fascia infiltrante lungo carreggiata stradale, arricchita con vegetazione erbacea. (Osaka, JP). Foto: C. Cassatella*
- *Figura 2. Trincea drenante. Foto: S. Ferraris (archivio di LabFlux)*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H8 - Fasce, fossi e trincee infiltranti		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico in terreno di qualsiasi natura e consistenza, sia asciutto che bagnato, esclusa la roccia se richiedente l'uso del martello demolitore, compresi il trasporto e la redistribuzione all'interno dell'azienda dell'eventuale terra in eccesso, l'esaurimento dell'acqua se di altezza inferiore a cm 20, l'onere delle necessarie sbadacchiature e tiro in alto. Sino alla profondità di 2 m	8,32 €/m ²	(fonte: k)
FORMAZIONE DI DRENAGGIO PER SMALTIMENTO DI ACQUE:	66,7 €/m ²	realizzazione di drenaggio in trincea attraverso la posa in opera nello scavo (larghezza m 0.8, profondità oltre m 1.0 rispetto al piano campagna) di tubi dreni in PVC microfessurato, a parete corrugata, del diametro minimo di mm 60; riempimento dello scavo, previa posa di geotessile non tessuto ad elevata capacità filtrante; raggiungimento della quota del piano campagna con apporto di terreno agrario. Compresa la fornitura e posa dei materiali ed ogni altro onere ed accessorio per dare l'opera finita a regola d'arte (fonte: k)
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
€/m ²	75,02 €/m ²	€/m ²

H.08



H.09. INVERDIMENTO BINARI DEL TRAM

L'intervento consiste nell'inverdimento dei binari dei tram attraverso la semina del manto erboso e le relative opere di drenaggio. Questo tipo di NBS consente di rinverdire aree generalmente sterrate o impermeabilizzate, favorendo il deflusso delle acque di superficie e la gestione delle acque urbane. Può essere integrato con altre misure per il drenaggio urbano quali, ad esempio, fasce e trincee drenanti, e altri sistemi per l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno.

esempio

Figura 1.
Inverdimento binari del
Tram, Rotterdam

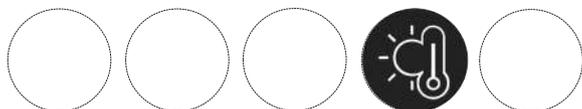


RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana di Bologna (2018). Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici. Bologna
- b) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021a). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS), Piano Territoriale Metropolitan.
- c) Gibelli et al. (2022). Green&Blue infrastrutture strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte.
- d) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano.
- e) Morello E., Pareglio S. (2019). Catalogue of Nature-based solutions for urban regeneration. Final Report, Version 4, Milano: Politecnico di Milano.
- f) Urban Green Up (2018). NBS Catalogue, Deliverable 1.1, disponibile su: <https://www.urbangreenup.eu/resources/deliverables/deliverables-overview/d1-1---nbs-catalogue.kl> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Sito web Nature4Cities - <https://www.nature4cities.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- h) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- i) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- j) Regione Piemonte (2023). Prezziario Regione Piemonte, disponibile su: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/prezziario-regione-piemonte-2023> (ultimo accesso: 13/12/2024)

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Inverdimento binari del Tram, Rotterdam. Foto: A. Erbetta, 2024*



STIMA PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

H9 - Inverdimento binari tram		
COSTI		
Azione	€/m ²	Note
Scavo di materiali di qualsiasi natura per la formazione del cassonetto della sede binari, eseguito a macchina con l'intervento manuale ove occorra, anche in presenza di sottoservizi, compreso l'eventuale dissodamento e/o disfacimento della pavimentazione bituminosa con spessore fino a 8 cm., l'accumulo, il carico, il trasporto ad impianto di recupero e riciclo autorizzato del materiale e compresa la cilindratura del fondo con rullo pesante o vibrante per la durata minima di 2 ore ogni 100 m2.	33,02 €/m2	33,02 €/m3 - trasformazione data dal fatto che viene considerato un m3 come un volume di superficie pari a un m2 (fonte: j)
Inerbimento a semina	Da 2,5 a 9 €/m2	
COSTO TOTALE		
Minimo	Massimo	Medio
35,52 €/m2	42,52 €/m2	39,02 €/m2

H.09



H.10. RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

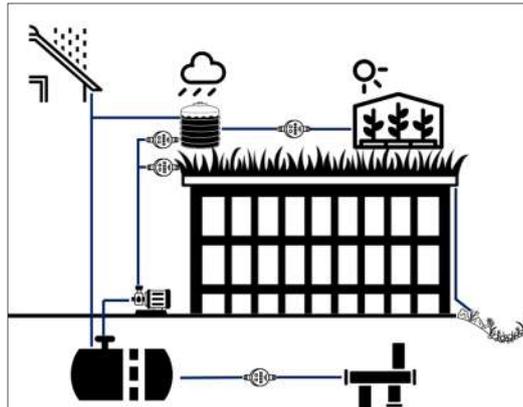
L'intervento consiste nell'installazione di cisterne, bidoni, serbatoi e vasche (interrate e fuori terra) di raccolta dell'acqua piovana, per il successivo riutilizzo nell'irrigazione di aree verdi e orti urbani. L'installazione avviene nei pressi di edifici o altre superfici impermeabili. L'acqua meteorica può essere filtrata e immagazzinata in una vasca o cisterna di accumulo e successivamente pompata dove necessario.

esempi

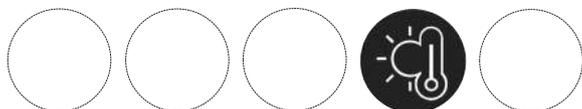
Figura 1.
Posa del serbatoio principale, CWC - City Water Circles: modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e l'utilizzo delle acque. Open011, Torino



Figura 2.
Bilancio quali-quantitativo del sistema - CWC - City Water Circles: modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e l'utilizzo delle acque. Open011, Torino



H.10

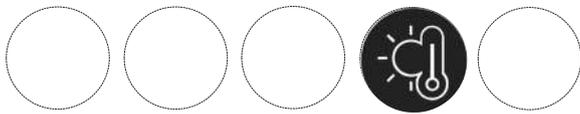


RIFERIMENTI:

- a) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon
- b) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- c) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023)
- d) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023)
- e) Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. (2015). Gestione sostenibile delle acque urbane: manuale di drenaggio urbano. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano
- f) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- g) Sito web Urban Green Up - <https://www.urbangreenup.eu> (ultimo accesso: 1/12/2023)
- h) Alessandra Aires, Edoardo Burzio, Elisa Brussolo, Laura Ribotta, Mirella Iacono. CWC - City Water Circles: modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e l'utilizzo delle acque, presentazione del progetto, 2024

LISTA DELLE FIGURE:

- *Figura 1. Posa del serbatoio principale, CWC - City Water Circles: modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e l'utilizzo delle acque. Open011, Torino. Fonte: Centro Ricerche Smat e Città di Torino, 2024.*
- *Figura 2. Bilancio quali-quantitativo del sistema - CWC - City Water Circles: modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e l'utilizzo delle acque. Open011, Torino. Fonte: Centro Ricerche Smat e Città di Torino, 2024. Autore dello schema Edoardo Burzio*



H.11. POZZI PERDENTI O VASCHE DI RACCOLTA INTERRATA PER IL DRENAGGIO

L'intervento consiste nella realizzazione di pozzi perdenti o vasche di raccolta interrata per l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno. Si tratta di cisterne interrate che immagazzinano l'acqua di superficie, consentono l'assorbimento nel terreno, contribuiscono a ricaricare le falde acquifere, così come l'attenuazione e il trattamento delle acque piovane. Generalmente sono costituiti da strutture di stoccaggio forate e circondate da un riempimento granulare (fonte: e).

RIFERIMENTI:

- a) Città Metropolitana Milano (CMM) (2021a). Rete verde metropolitana - Abaco delle nature based solutions (NBS), Piano Territoriale Metropolitan.
- b) City of Portland (2020). Stormwater Management Manual, Bureau of Environmental Services Portland, Oregon.
- c) European Commission (2014a). EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- d) European Commission (2014b). Selecting, designing and implementing Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions, disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- e) European Commission (2013). 53 NWRM illustrated. disponibile su: <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).
- f) Sito web Natural Water Retention Measures (NWRM) platform - <http://nwrn.eu/> (ultimo accesso: 01/12/2023).