

PRODOTTO T2.3.2

Rapporto sui costi di gestione e manutenzione di interventi denominati

Sustainable Drainage Systems



Relatore: Rudy Rossetto – Scuola Superiore Sant’Anna

Alessandro Lenti - Scuola Superiore Sant’Anna

31/10/2023

v. 1.0

PRODOTTO T2.3.2

Rapporto sui costi di gestione e manutenzione di interventi denominati

Sustainable Drainage Systems

Questo rapporto descrive i risultati dell'attività T2.3 circa il monitoraggio dei costi di gestione e manutenzione di interventi SuDS. L'obiettivo iniziale di questa attività era quello di monitorare i costi di gestione e manutenzione (incluse le attività necessarie alla loro realizzazione) dei 3 interventi realizzati con TRIGEAU. Poiché i dati e le informazioni fornite su dette infrastrutture dai partner del progetto non erano sufficienti ad ottenere informazioni per la produzione del Report T2.3.2 atteso, si è proceduto ad effettuare una revisione della letteratura tecnica e scientifica sul tema della gestione e manutenzione (operazioni e relativi costi) delle infrastrutture verdi/SuDS. Il risultato è un rapporto in cui sono evidenziate le principali operazioni ed i costi. I Sistemi di Drenaggio Sostenibile (*Sustainable Drainage Systems*, SuDS) sono infrastrutture finalizzate ad una gestione sostenibile delle acque di pioggia, e possono essere utilizzati, soprattutto in ambiente urbano, in alternativa alle infrastrutture di drenaggio convenzionali. Lo scopo dei SuDS non è solo quello di allontanare rapidamente le acque di ruscellamento. L'utilizzo di queste infrastrutture verdi permette infatti la riqualificazione e l'aumento della permeabilità delle superfici urbane, favorendo l'infiltrazione dell'acqua, l'aumento della biodiversità, dell'evapotraspirazione e fornendo servizi ecosistemici. L'utilizzo dei SuDS è vantaggioso anche dal punto di vista del miglioramento della qualità delle acque. La riduzione dei volumi di deflusso superficiale implica un minore rischio di inondazione, e l'acqua che si infiltra nel suolo viene filtrata naturalmente, con la conseguente rimozione di alcuni contaminanti.

In letteratura si trovano numerosi manuali sull'importanza e la progettazione dei SuDS pubblicati in lingua inglese. In Europa, il paese in cui l'utilizzo delle infrastrutture verdi è più frequente e radicato è la Gran Bretagna. In Italia e nell'area mediterranea, la diffusione dei SuDS è ancora piuttosto limitata (Fernandez-Gonzalvo et al., 2021; Piacentini e Rossetto, 2020). Essa è infatti ostacolata dalla carenza di informazioni tecniche ed economiche sulle strutture, oltre che dall'eterogeneità delle normative ambientali (spesso regionali nel territorio italiano), e dalla scarsa consapevolezza dei benefici e dei servizi ecosistemici che un'infrastruttura verde può fornire in ambito urbano e peri-urbano.

L'obiettivo di questa pubblicazione è quello di presentare le principali operazioni di gestione e manutenzione da effettuarsi sui sistemi di drenaggio sostenibile più utilizzate in ambiente urbano, ed i costi ad esse associati. Nell'Allegato, per ogni infrastruttura, è fornita una descrizione delle principali fasi e dei materiali di costruzione necessari, delle operazioni di manutenzione richieste per il corretto funzionamento dell'opera e dei principali benefici forniti. Sono presenti

anche delle tabelle che riportano i prezzi di costruzione e manutenzione, reperiti in letteratura. Queste informazioni permettono ad un potenziale decisore/progettista un confronto iniziale tra diversi scenari, che prevedano o meno l'utilizzo di dette infrastrutture verdi. I costi di costruzione e manutenzione riportati in questo documento forniscono una base per stimare il costo totale di un'infrastruttura durante il suo ciclo di vita.

Le infrastrutture verdi sono suddivise in base alla loro tipologia e alla loro funzione prevalente.

In base alla tipologia, possono essere distinte in:

- Cisterne di accumulo per l'acqua di pioggia;
- Bacini di accumulo o di infiltrazione;
- Opere lineari;
- Superfici permeabili.

Le opere da utilizzare in un contesto urbano sono comunemente selezionate in fase di progettazione in base allo spazio disponibile ed alle esigenze delle diverse aree. Ad esempio, le cisterne sono installate per accumulare volumi ridotti di acqua, da utilizzare principalmente per l'irrigazione o il riutilizzo in ambito domestico. I bacini possono essere costruiti in aree soggette al rischio di inondazione. Le opere lineari sono finalizzate al convogliamento e all'infiltrazione delle acque di deflusso, mentre le superfici permeabili permettono una rapida infiltrazione dell'acqua nel terreno.

Ogni capitolo comprende una descrizione generale dell'infrastruttura in analisi, seguita da due paragrafi in cui sono trattati rispettivamente i costi di costruzione e di manutenzione necessari (con alcuni esempi tratti dalla letteratura tecnica e scientifica).



I costi di costruzione dei SuDS

I costi di costruzione si riferiscono sia all'acquisto dei materiali da costruzione e all'installazione dell'infrastruttura, sia alla fase di messa in opera e di funzionamento. I costi di costruzione comprendono anche le fasi di progettazione e dimensionamento delle opere, di autorizzazione da parte delle autorità competenti (City of Edmonton, 2016), di acquisto dei terreni e della manodopera. In letteratura i costi di costruzione sono spesso indicati come intervallo tra i valori minimi e massimi. Durante le fasi di costruzione è essenziale una attenta supervisione per garantire che le operazioni svolte e i materiali utilizzati consentano un lungo ciclo di vita e l'efficacia del funzionamento dell'infrastruttura. Questi fattori, uniti alle diverse dimensioni e alle caratteristiche idrologiche, vegetazionali e di complessità proprie di ogni singola opera, non permettono una indicazione precisa dei costi totali generali, e spesso la stima dei costi è compresa in un intervallo piuttosto ampio. Questo significa che la valutazione dei costi e dei benefici deve essere effettuata per ogni singola infrastruttura, tenendo conto delle caratteristiche peculiari dell'area e dei parametri di progettazione dell'opera.

La manutenzione dei SuDS

Per manutenzione delle infrastrutture SuDS si intende l'insieme delle varie operazioni necessarie per garantire il corretto funzionamento di dette infrastrutture verdi. Le operazioni di manutenzione sono comunemente suddivise come segue in base alla frequenza con cui devono essere effettuate (Keating et al., 2015; Woods Ballard et al., 2015; Wilson & Davies, 2012):

- mappatura delle infrastrutture verdi, per conoscere la posizione delle opere, valorizzare la formazione di reti di infrastrutture (Staccione et al., 2022) e per elaborare delle mappe relative alla fornitura di servizi ecosistemici (Ramyar et al., 2020);
- monitoraggio e ispezioni periodiche;
- manutenzione regolare, a cadenza annuale o più frequente. Alcuni autori (Masseroni et al., 2018) distinguono ulteriormente le operazioni di manutenzione ordinaria (frequenti, includono operazioni quali la rimozione dei rifiuti e il taglio dell'erba) dalla manutenzione straordinaria (annuale o meno frequente, come la potatura delle specie arboree, la rimozione dei sedimenti dai bacini o la sostituzione delle ghiaie dai sistemi di filtrazione);
- manutenzione occasionale, in caso di danni o riparazioni necessarie. Viene effettuata in seguito a danneggiamenti accidentali, atti vandalici o precipitazioni estreme.

La manutenzione dei SuDS è da programmare durante le fasi di progettazione. Seguendo detto approccio, in base alla scelta dei materiali di costruzione e alle specie vegetali utilizzate, il ciclo di vita delle opere può aumentare e la manutenzione ordinaria e straordinaria necessaria può essere ridotta al minimo. Ad esempio, è opportuno scegliere materiali di costruzione resistenti, duraturi e facili da sostituire in caso di danneggiamento. Per quanto riguarda la vegetazione, la



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

RES EAU

scelta di opportune specie da piantumare permette di prevedere la futura evoluzione della biodiversità e le principali operazioni di manutenzione del verde richieste.

In generale, le principali operazioni di manutenzione necessarie a mantenere l'efficienza delle infrastrutture verdi possono essere suddivise nelle seguenti tipologie (Wilson & Davies, 2012):

- rimozione dei sedimenti fini accumulati sulla superficie delle opere o al fondo dei bacini di accumulo idrico;
- gestione della vegetazione e delle specie invasive;
- mantenimento e aumento della biodiversità;
- gestione dei rifiuti (consistono nella biomassa che deriva dalla gestione del verde e dai sedimenti rimossi, che possono aver adsorbito e accumulato diversi tipi di contaminanti).

Oltre alla manutenzione tecnica delle opere, Wilson & Davies (2012) indicano altri aspetti che possono contribuire ad un aumento della durata del ciclo di vita e della sostenibilità ambientale delle infrastrutture. Tali aspetti, da considerare durante le fasi di programmazione delle operazioni, sono:

- emissioni di gas climalteranti: le ispezioni e gli spostamenti richiesti per le operazioni di manutenzione sono da programmare in modo che le emissioni dovute agli spostamenti siano contenute;
- coinvolgimento della popolazione: la popolazione locale deve essere informata sulle funzioni delle infrastrutture, in modo che anche i cittadini possano avere un ruolo attivo nel controllo visivo delle opere, segnalando eventuali problemi o danneggiamenti;
- aspetto estetico delle infrastrutture: un valore estetico maggiore ed un inserimento nel paesaggio naturale rendono più gradevoli le infrastrutture, invogliando l'utilizzo e il coinvolgimento da parte della popolazione.

Le operazioni di manutenzione comprendono principalmente il controllo periodico delle componenti naturali (suolo, vegetazione) e meccaniche (filtri, pompe, tubazioni) delle infrastrutture, il taglio del manto erboso e la potatura di alberi e arbusti. In alcuni casi possono comprendere anche la pulizia delle superfici permeabili per evitare l'accumulo del sedimento.

Per quanto riguarda i materiali artificiali, i problemi più frequenti sono dovuti alla corrosione dei materiali, agli atti vandalici, alla separazione di segmenti delle tubazioni e al congelamento (United States Environmental Protection Agency, 2009). La stima dei costi di manutenzione dipende anche dal tragitto necessario per raggiungere le infrastrutture, e quindi dal tempo impiegato, dai costi del carburante e dalla durata complessiva delle operazioni di manutenzione (Wilson et al., 2023).

Costi di manutenzione dei SuDS

Anche per la manutenzione, solitamente i costi sono rappresentati da intervalli, dato che il costo dipende da diversi fattori propri delle singole infrastrutture, e sono comunemente espressi in costi annui.

Durante la fase decisionale prima della progettazione di un'opera verde, è importante considerare nell'analisi costi-benefici i costi di manutenzione a lungo termine, per ottenere una stima più veritiera dei costi da sostenere durante tutto il ciclo di vita. Alcuni autori pongono l'attenzione sulla carenza di informazioni precise sulla manutenzione in letteratura: talvolta non è definito in modo chiaro chi si debba occupare della manutenzione e chi debba sostenerne i costi (Lashford et al., 2022) e raramente sono presentati dei casi di studio reali che riportano i costi di manutenzione delle opere (Heal et al., 2009). Queste lacune rendono più difficile la scelta di un'infrastruttura verde piuttosto che di un'infrastruttura grigia (Wolf et al., 2015), anche se è ormai dimostrato che eventuali maggiori costi di manutenzione sono compensati dai servizi ecosistemici resi dalle infrastrutture verdi (Jato-Espino et al., 2022; Duffy et al., 2008).



BIBLIOGRAFIA

Fernandez-Gonzalvo M., Hernandez-Crespo C., Martin M., Andres-Domenech I., Comparison of permeable pavements effluent under Atlantic and Mediterranean rainfall regimes: A mid-term laboratory experience. *Building and Environment* 206 (2021) 108332; <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108332>

Piacentini, S.M.; Rossetto, R. Attitude and Actual Behaviour towards Water-Related Green Infrastructures and Sustainable Drainage Systems in Four North-Western Mediterranean Regions of Italy and France. *Water* 2020, 12, 1474. <https://doi.org/10.3390/w12051474>

City of Edmonton (2016), Low impact development construction, inspection & maintenance guide. Available online at: <https://www.edmonton.ca/sites/default/files/public-files/assets/LID%20CIM%20Guide.pdf?cb=1625161134> - last accessed 26/05/2023

Keating K., Keeble H., Pettit A., Stark D. (2015), Cost estimation for SuDS – summary of evidence, UK Environment Agency. Available online at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6034ee6c8fa8f54334a5a6a9/Cost_estimation_for_SUDS.pdf - last accessed 23/05/2023

Woods Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R. (2015), The SuDS Manual. CIRIA. Available online at: https://www.ciria.org/CIRIA/CIRIA/Item_Detail.aspx?iProductCode=C753F – last accessed 23/05/2023

Wilson S. & Davies O. (2012), Maintenance of SuDS. *Susdrain*. Available online at: https://www.susdrain.org/files/resources/fact_sheets/05_17_fact_sheet_maintenance.pdf - last accessed 26/05/2023

Staccione A., Candiago S., Mysiak J. (2022), Mapping a Green Infrastructure Network: a framework for spatial connectivity applied in Northern Italy. *Environmental Science and Policy* 131 (2022) 57-67; <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.017>

Ramyar R., Saeedi S., Bryant M., Davatgar A., Mortaz Hedjri G. (2020), Ecosystem services mapping for green infrastructure planning – The case of Tehran. *Science of the Total Environment* 703 (2020) 135466; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135466>

Masseroni D., Massara F., Gandolfi C., Bischetti G.B., CAP Holding Spa (2018), Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile. Available online at: https://www.gruppocap.it/content/dam/groupcap/assets/documents/documents-web/media-e-comunicazione/news/Manuale%20SuDS_ese_LR.pdf – last accessed 23/05/2023

United States Environmental Protection Agency (2009), Stormwater wet pond and wetland management guidebook. Available online at: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-11/documents/pondmgmtguide.pdf> - last accessed 25/05/2023

Wilson S., Bray B., Neesam S., Bunn S., Flanagan E., Sustainable drainage, Cambridge Design & Adoption Guide. Available online at: <https://www.cambridge.gov.uk/media/5457/suds-design-and-adoption-guide.pdf> - last accessed 25/05/2023



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

ResEAU

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Lashford C., Lavers T., Reaney S., Charlesworth S., Burgess-Gamble L., Dale J. (2022), Sustainable catchment-wide flood management: a review of the terminology and application of sustainable catchment flood management techniques in the UK. *Water* 2022, 14(8), 1204; <https://doi.org/10.3390/w14081204>

Heal K.V., Bray R., Willingale S.A.J., Briers M., Napler F., Jefferies C., Fogg P. (2009), Medium-term performance and maintenance of SUDS: a case-study of Hopwood Park Motorway Service Area, UK. *Water Sci Technol* (2009) 59 (12): 2485–2494; <https://doi.org/10.2166/wst.2009.288>

Wolf D.F., Duffy A.M., Heal K.V. (2015), Whole Life Costs and Benefits of Sustainable Urban Drainage Systems in Dunfermline, Scotland. International Low Impact Development Conference 2015: LID: It Works in All Climates and Soils. American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784479025.043>

Jato-Espino D., Toro-Huertas E.I., Guereca L.P. (2022), Lifecycle sustainability assessment for the comparison of traditional and sustainable drainage systems. *Science of the total environment*, Volume 817, 15 April 2022, 152959. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152959>

Duffy A., Jefferies C., Waddell G., Shanks G., Blackwood D., Watkins A. (2008), A cost comparison of traditional drainage and SUDS in Scotland. *Water Sci Technol* (2008) 57 (9): 1451–1459. <https://doi.org/10.2166/wst.2008.262>