

SOLUZIONI PER L'INVARIANZA IDRAULICA NELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

**ALCUNI ESEMPI APPLICATIVI DELL'UTILIZZO
DI ELEMENTI MODULARI IN MATERIALE PLASTICO
PER LA REALIZZAZIONE DI SISTEMI DI GESTIONE
SOSTENIBILE DELLE PORTATE DI PIOGGIA**

Nella progettazione delle infrastrutture stradali la definizione della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche rappresenta un tema che spesso viene ritenuto come secondario, ma che in realtà è di estrema rilevanza per evitare disagi agli utenti, favorire la sicurezza stradale e minimizzare il rischio idraulico per il territorio circostante. Il primo aspetto fondamentale da considerare è l'allontanamento tempestivo dell'acqua dalla piattaforma. Quest'ultima viene assunta solitamente come impermeabile, pertanto la quantità di pioggia che cadrà sulla carreggiata darà origine a una portata d'acqua che scorrerà interamente lungo la superficie.

La rete di raccolta viene quindi definita sulla base di due parametri chiave: la velocità di ruscellamento e l'altezza del velo idrico [1]; essa è composta da una serie di presidi idraulici ubicati a lato della piattaforma (caditoie, cunette, embrici, fossi di guardia), che recapitano le acque alla rete di drenaggio superficiale o, in sua assenza, nel sottosuolo.

Il secondo aspetto importante concerne l'individuazione del recettore finale. Sembra apparentemente una questione banale, ma in molte circostanze la definizione non è così scontata: si pensi ad esempio a un'area urbana dotata di una rete di scolo

soggetta a criticità idrauliche in presenza dei temporali più intensi, oppure a zone extra-urbane senza possibilità di allacciamento. L'obiettivo fondamentale che deve guidare la scelta è la minimizzazione dell'impatto sul regime idraulico locale che la nuova infrastruttura può generare.

Un altro tema fondamentale (che esula dal presente contributo) è quello di coniugare la gestione "qualitativa" a quella "quantitativa", in riferimento soprattutto alle acque di prima pioggia (D.Lgs. 152/2006 e regolamenti regionali).



1. Un esempio di Sponge City (fonte: www.texasstandard.org)

LAMINAZIONE O INFILTRAZIONE

I sistemi impiegati per lo smaltimento delle portate di pioggia in ambito stradale possono lavorare per laminazione (accumulo temporaneo e rilascio graduale a portata controllata in rete) oppure per infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo. In linea generale, le vasche di laminazione sono sistemi impiegati maggiormente in ambito urbano, mentre le trincee o i fossi di infiltrazione sono le soluzioni più ricorrenti in ambito extra-urbano, specialmente in assenza di un recettore superficiale [2]. Tuttavia è possibile fare ricorso anche a dei sistemi "ibridi" che sfruttano l'infiltrazione come portata di scarico aggiuntiva, minimizzando così i volumi di laminazione, oppure recuperando parte delle acque raccolte per un successivo riutilizzo.

Tali pratiche si rifanno al concetto di "Sponge City" (letteralmente "Città Spugna"), nato a inizio secolo in Cina e in via di sviluppo anche in Europa e Nord America [3]. L'obiettivo è la creazione di città resilienti, dotate di soluzioni in grado di mitigare i fenomeni temporaleschi più intensi mediante il recupero della maggior parte delle acque (finalizzato al riutilizzo in tempo secco) e sfruttando l'infiltrazione nel sottosuolo dell'aliquota in eccesso per il riequilibrio del ciclo idrologico naturale.

I SISTEMI MODULARI IN MATERIALE PLASTICO

I sistemi modulari in materiale plastico per la realizzazione di trincee drenanti e vasche di laminazione (o recupero) delle acque piovane si sono sviluppati in Europa partire dagli anni Novanta. Ad oggi alcune Aziende, come la tedesca Otto Graf GmbH, sono arrivate a fornire intere gamme di soluzioni, in costante evoluzione, per le diverse condizioni progettuali [4]. I tratti comuni di questi sistemi sono i seguenti:

- la leggerezza che permette l'installazione senza l'uso di mezzi di sollevamento, aspetto che riduce i tempi di posa e aumenta la sicurezza degli operatori;
- la resistenza meccanica a breve e lungo termine, che garantisce installazioni in aree soggette a traffico pesante, durabili nel tempo;

- l'impilamento dei moduli che riduce gli ingombri di trasporto e stoccaggio in cantiere, contribuendo anche alla minimizzazione delle emissioni di CO₂;
- la modularità che permette l'inserimento negli spazi a disposizione, anche quando essi sono un fattore limitante;
- l'indice dei vuoti elevato (fino al 96-97%) che consente la realizzazione di riserve idriche importanti in uno spazio ridotto (per confronto, la ghiaia ha un indice dei vuoti del 30-35%).

Si possono realizzare soluzioni sia per l'infiltrazione, sia per la laminazione, a seconda del geosintetico scelto per il rivestimento della struttura (geotessile non tessuto nel primo caso, geomembrana nel secondo).

Di seguito verranno illustrati alcuni esempi applicativi in ambito stradale.

CASO 1: RAIN GARDENS

I Rain Gardens sono aiuole piantumate, leggermente ribassate rispetto al piano stradale, dove viene convogliata e raccolta l'acqua piovana [5].



3. Rain Gardens negli Stati Uniti (fonte: <https://vaswcd.org/rain-garden>)



2. Il montaggio di un bacino realizzato con elementi modulari

Sono soluzioni molto utilizzate, specialmente in Europa e nel Nord America, nell'ambito della viabilità interna di lottizzazioni, oppure di parcheggi o aree di sosta. Tali sistemi hanno una duplice funzione: l'allontanamento dell'acqua dalla carreggiata, smaltita per infiltrazione nel sottosuolo, e la rimozione dei contaminanti dovuta all'azione filtrante del terreno e delle specie vegetali (fitodepurazione).

In un nuovo insediamento residenziale nei pressi di Friburgo (Germania) sono stati scelti questi sistemi, posizionati a bordo strada e tra i parcheggi per le auto, per la gestione delle portate drenate dalla viabilità interna. Visti i pochi spazi a disposizione e data l'esigenza di raccogliere volumi d'acqua consistenti, la capacità di stoccaggio di tali strutture è stata incrementata inserendo al di sotto di ciascuna aiuola i moduli Ecobloc Inspect Flex, prodotti da Graf. Ciascuna trincea modulare è larga 80 cm, profonda 100 cm e ha un indice dei vuoti del 96%.



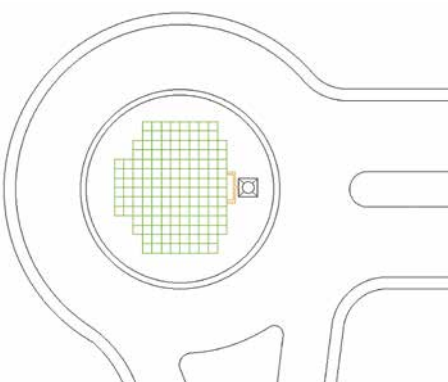
4. Un dettaglio della trincea modulare (photo credit: GRAF)

In tal modo l'invaso dei Rain Gardens raggiunge $1 \text{ m}^3/\text{m}$ lineare, considerando un accumulo nei moduli di circa 770 l di acqua per m. A parità di spazio, l'uso della ghiaia al posto dei moduli avrebbe consentito un accumulo pari a meno della metà.

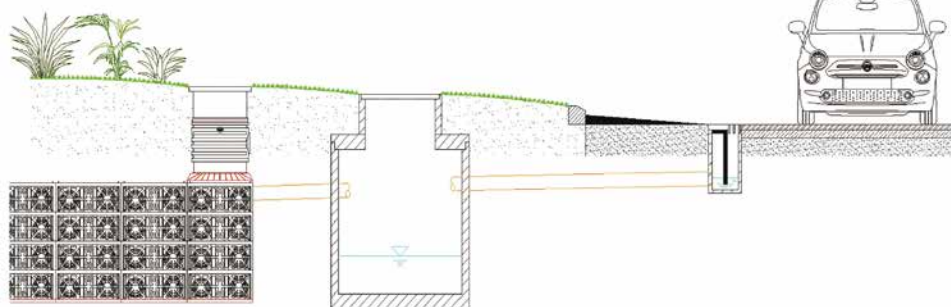
CASO 2: ROTATORIE E SVINCOLI

Le aiuole centrali delle rotatorie o quelle negli svincoli stradali sono spazi che possono essere sfruttati per la messa a dimora di un bacino disperdente o di recupero dell'acqua raccolta per l'irrigazione del verde sovrastante. L'acqua dovrà, chiaramente, essere pretrattata prima dell'immissione nel sistema di stoccaggio.

In tale contesto, i sistemi modulari consentono lo sfruttamento ideale degli spazi a disposizione, spesso di forma irregolare.



6. La planimetria di progetto della rotatoria



7. La sezione di progetto della rotatoria



5. Il risultato finale (photo credit: GRAF)

Come esempio, nelle Figure 6 e 7 riportiamo un progetto di una rotatoria di 16 m di diametro. In base ai dati di piovosità locale, con tempo di ritorno di 50 anni, è stato dimensionato un bacino disperdente di volume pari a 120 m^3 , con una profondità di 1,32 m e un'area di circa 92 m^2 .

Tale sistema è in grado di raccogliere tutte le acque provenienti da 1.150 m^2 di pavimentazione impermeabile e favorirne l'infiltrazione (il terreno ha un coefficiente di conducibilità idraulica pari a $k = 10^{-5} \text{ m/s}$). Se il bacino lavorasse, invece, per accumulo si potrebbe creare in poco spazio una significativa riserva idrica.

Un altro esempio sono le 6 trincee drenanti realizzate nel 2017 su alcuni svincoli di raccordo della viabilità secondaria con la S.S. 16 "Adriatica" tra Molfetta e Giovinazzo (BA) [6]. Le trincee sono costituite dagli elementi Ecobloc Light di Graf, moduli aventi il 97% di indice dei vuoti e idonei per carichi leggeri



8. Una delle sei trincee drenanti realizzate

(fino a 12 t); esse raccolgono le acque di seconda pioggia e quelle di prima pioggia pretrattate provenienti dalla sede stradale e le disperdono nel sottosuolo, data l'assenza di un corpo idrico recettore nelle vicinanze.

CASO 3: TRINCEE DI INFILTRAZIONE

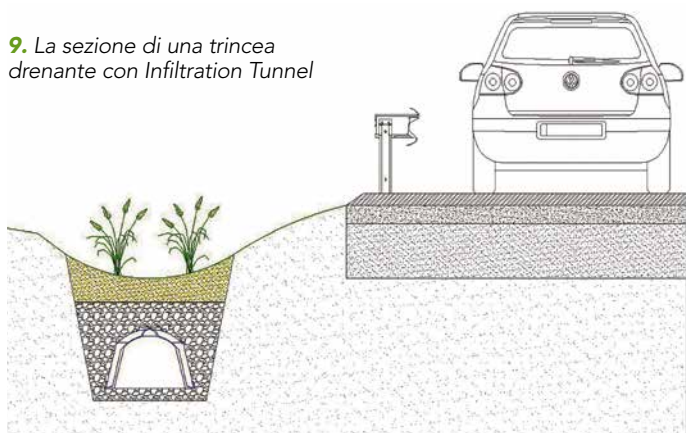
Lo smaltimento delle acque di piattaforma nelle infrastrutture stradali extra-urbane può essere effettuato con delle trincee di infiltrazione, realizzate con un tubo drenante immerso in un letto di ghiaia grossolana [7].

Una variante alla tubazione è costituita dagli Infiltration Tunnel di Graf, elementi modulari a "semi-tubo" con il fondo aperto e i fianchi laterali fessurati. Il design conferisce al modulo una superficie disperdente superiore a quella del tubo (pari $1,5 \text{ m}^2/\text{m}$ lineare), che comporta quindi una portata infiltrata maggiore a parità di terreno.

L'elemento, del peso di 11 kg, si posa manualmente in un minuto con un solo operatore.

Nella Figura 10 viene riportato un esempio di installazione realizzata in provincia di Lecco; si tratta di un sistema di quattro trincee di tunnel, poste in un'area a verde a lato strada, che consente l'infiltrazione delle acque piovane drenate dalla viabilità interna di un quartiere residenziale.

9. La sezione di una trincea drenante con Infiltration Tunnel



CONCLUSIONI

L'adozione di sistemi di gestione sostenibile delle acque meteoriche nelle opere stradali contribuisce sia a salvaguardare il regime idraulico del territorio, sia a favorire la sicurezza degli utenti. I sistemi modulari in plastica possono essere una valida soluzione a livello di viabilità minore ma anche in grandi infrastrutture, perché permettono di sfruttare in modo ottimale gli spazi disponibili, sono versatili e si installano rapidamente, ottimizzando i tempi e la logistica di cantiere. ■

⁽¹⁾ Ingegnere Ambientale di Geosintex Srl

⁽²⁾ Ingegnere Civile Geotecnico di Geosintex Srl



10. Vista delle trincee drenanti prima del rinterro finale

Bibliografia

- [1]. G. De Marinis - "La regimentazione idraulica della piattaforma stradale. Raccolta, convogliamento e smaltimento", Workshop "Tecniche e metodologie innovative per il miglioramento della sicurezza stradale" Catania, 2009.
- [2]. CIRIA Report 768 "Guidance on the construction of SuDS", 2017.
- [3]. N. Di Pasquali - "Sponge City, nuova frontiera urbanistica delle città resilienti", www.toarchmagazine.it.
- [4]. www.graf-water.com/stormwater-management.html.
- [5]. CIRIA Report 753 "The SuDS Manual", 2015.
- [6]. "S.S. n° 16 Adriatica - Lavori di completamento delle aste di collegamento tra la S.S. n° 16 Adriatica" e la litoranea (ex S.S. 16) a Nord e Sud di Molfetta e a Sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 e il km 785+600 - Asta di Molfetta Nord", relazione idrologica-idraulica.
- [7]. Provincia Autonoma di Bolzano - "Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche", 2008.