



Consorzio di bonifica BRENTA
via Riva IV Novembre n°15, 35013, Cittadella (PD)
tel. 049.5970822 - fax 049.5970859
pec: consorzio Brenta@legalmail.it



Comune di CASTELLO DI GODEGO
via Marconi n°58, 31030, Castello di Godego (TV)
tel. 0423-761111 - fax 0423.761139
pec: protocollo.comune.castellodigodego.tv@pecveneto.it



Consorzio di bonifica PIAVE
via S.Maria In Colle n°2, 31044, Montebelluna (TV)
tel. 0423.2917 - fax 0423.601446
pec: consorzio piave@pec.it

PIANO COMUNALE DELLE ACQUE

(CON PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI)

DI

CASTELLO DI GODEGO

TITOLO ELABORATO SCHEDE TECNICHE			CODICE ELABORATO B.15	SCALA --
REVISIONE	DATA	MOTIVO		
02	04/2022	Emissione Finale		
01	03/2022	Prima Emissione		
ESEGUITO	VERIFICA TECNICA	VERIFICA SICUREZZA	APPROVATO	
G.R.	G.R./G.Z.	G.R./G.Z.	G.Z.	
				
			PROGETTAZIONE ST di ing. Giuliano Zen sede legale: 31037 Loria TV - via Vignola 2/F tel. 0423470477 - fax 0423470477 e-mail: giuliano.zen@edoval.it pec: giuliano.zen@ingpec.eu C.F. ZNEGLN59L21C111V - P.I. 01886560265	
Riproduzione vietata - Legge n° 633 del 22/04/1941 e successivi aggiornamenti				

ALLEGATO Z

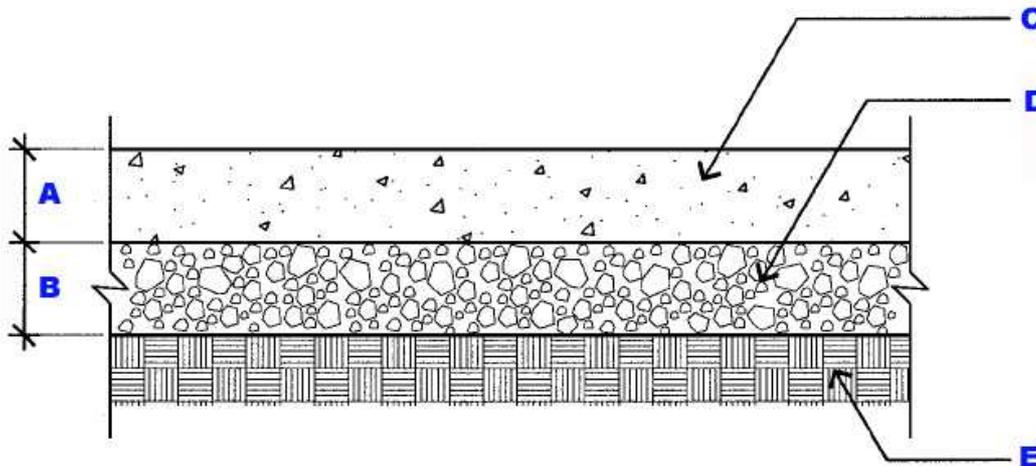
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/17

Pavimentazioni infiltrabili: CALCESTRUZZO INFILTRABILE

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

con calcestruzzo infiltrabile si intende una miscela discontinua di aggregati litoidi, cemento idraulico e altri materiali cementizi, miscelati con acqua, con un contenuto finale di vuoti non inferiore a 15-25%. Il contenuto minimo di vuoti permette ad aria ed acqua di passare attraverso il pavimento.

SIMBOLOGIA

A=variabile a seconda delle condizioni e dei carichi previsti (indicativamente 10-15 cm); B=variabile a seconda del tipo di terreno in E (indicativamente 10-20 cm); C=calcestruzzo infiltrabile; D=aggregato di base composto da elementi litoidi da frantoio (obbligatorio se E non è ben drenante); E=sottostrato di base con compattazione minima, eventualmente pre-trattato.

CARATTERISTICHE

- 01) la superficie assume una conformazione rigida adeguandosi a situazioni altimetriche locali;
- 02) se il drenaggio sottostante è garantito non è necessario predisporre un sistema di cunette e caditoie per l'allontanamento dell'acqua di pioggia (drenaggio convenzionale);
- 03) il coefficiente di deflusso ottenibile è in genere molto basso (praticamente nullo) in quanto la capacità di assorbire acqua, se il pavimento è eseguito correttamente, si attesta su valori prossimi a 130-140 cm/ora;
- 04) il calcestruzzo infiltrabile riduce le aree con ridotta o nulla capacità di infiltrare acqua nel sottosuolo.

APPLICAZIONI

- 01) adatto a viali con basso volume di traffico, piste ciclabili, fasce di attraversamento, stalli di sosta;
- 02) sconsigliabile per stazioni di rifornimento carburante, parcheggi per veicoli pesanti, aree con alte concentrazioni di idrocarburi infiltrabili nel sottosuolo.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) alle superfici finali garantire una pendenza massima del 5% e l'uniformità del sottostrato permeabile (rischio di formazione di canali di drenaggio preferenziale, rischio erosione localizzata);
- 02) il sottostrato di base E e l'aggregato D vanno progettati in funzione delle condizioni attuali del suolo, del tipo di uso (intenso o meno) e del tipo di carichi previsti (bassissimi o bassi);
- 03) il tasso di infiltrazione garantito da E deve essere di almeno 15 cm/ora; la parte superiore di E (almeno di primi 15-20 cm) deve essere composta da miscele con sabbia o ghiaio predominante e bassissimi o nulli contenuti di limo o argilla;
- 04) lo strato D deve essere formato da miscele di frantoio (non rotondo) e deve essere privo di particelle fini; oltre al passaggio dell'acqua gravitazionale deve essere garantita l'impossibilità che si sposti terreno fino eventualmente presente nel sottostrato E (se necessario predisporre stuoia geotessuto);
- 05) indicativamente il pavimento costa un 50% in più rispetto al pavimento in calcestruzzo convenzionale impermeabile; i costi di manutenzione annuale possono essere valutati su circa l'1-2% del costo di impianto.

MANUTENZIONE

- 01) ispezione frequente per verificare eventuali intasamenti, rimozione di intasamenti localizzati;
- 02) se possibile frequente scopatura meccanica o pulitura in pressione;
- 03) i livelli di manutenzione devono essere elevati per i primi anni della pavimentazione.

NOTE

ALLEGATO Z

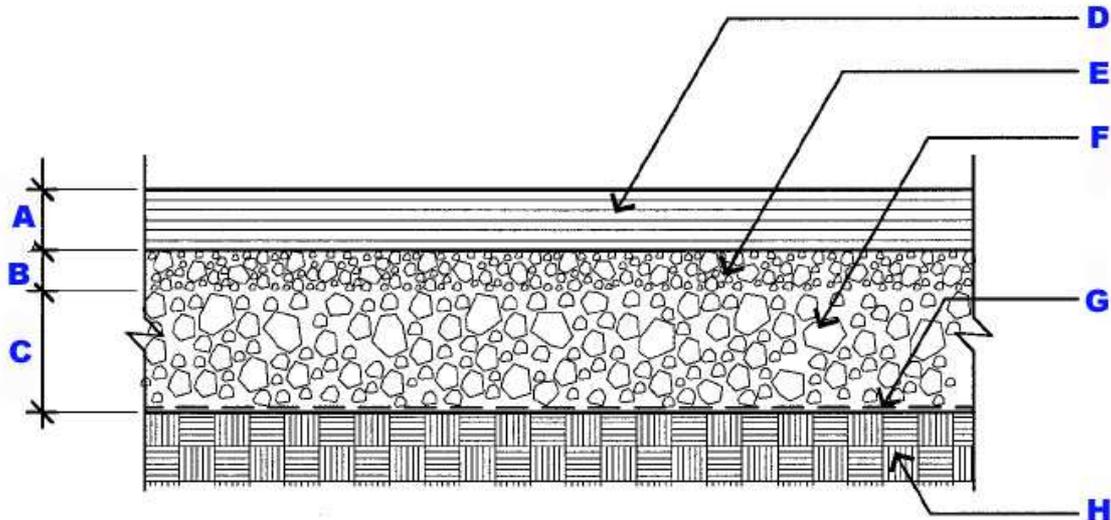
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/20

Pavimentazioni infiltrabili: **ASFALTO INFILTRABILE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

con asfalto infiltrabile (o asfalto poroso) si intende una miscela aperta di asfalto su un aggregato di base litoide aperto e sottostante terreno drenante. E' composto di aggregati litoidi ed asfalto binder. E' utilizzato molto nelle autostrade per limitare la formazione delle nubi d'acqua e contenere il rischio "acqua planning" (in questa applicazione in genere non è da considerarsi "infiltrabile" in quanto lo strato di appoggio è normalmente costituito da asfalto convenzionale).

SIMBOLOGIA

A=indicativamente 5-7 cm; B=circa 2 cm; C=variabile (indicativamente 10-30 cm); D=strato superficiale di asfalto infiltrabile; E=fascia litoide di filtrazione; F=aggregato di base composto da elementi litoidi di frantoio a struttura aperta; G=stuoia di geotessuto (opzionale ma necessario volendo evitare migrazioni indesiderate di elementi più fini); H=terreno preesistente o sottostrato (minima compattazione).

CARATTERISTICHE

01) la superficie assume una conformazione flessibile adeguandosi facilmente a situazioni altimetriche locali; 02) la rugosità della superficie migliora la trazione in condizioni bagnate ma può risultare localmente irregolare; 03) il coefficiente di deflusso ottenibile è in genere molto basso (praticamente nullo) in quanto la capacità di assorbire acqua, se la pavimentazione è eseguita correttamente, si attesta su valori variabili fra 50 e 150 cm/ora; 04) l'elevata infiltrabilità in genere annulla la necessità di eseguire una rete di drenaggio convenzionale (cunette+caditoie+tubo); 05) l'asfalto infiltrabile riduce le aree con ridotta o nulla capacità di infiltrare acqua nel sottosuolo; 06) l'asfalto infiltrabile non è altro che asfalto bituminoso normale in cui gli aggregati fini (particelle minori di 0,5 mm) sono assenti. Gli aggregati rimanenti garantiscono una porosità di almeno il 40%.

APPLICAZIONI

01) adatto a viali e strade con basso volume di traffico, fasce di attraversamento, stalli di sosta (per le piste ciclabili la superficie potrebbe risultare eccessivamente ruvida); 02) sconsigliabile per stazioni di rifornimento carburante, parcheggi per veicoli pesanti, aree con alte concentrazioni di idrocarburi infiltrabili nel sottosuolo; sconsigliabile in genere dove l'elevata rugosità non è accettabile.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) alle superfici finali garantire una pendenza massima del 5-6% e l'uniformità del sottostrato permeabile (rischio di formazione di canali di drenaggio preferenziale, rischio erosione localizzata); 02) il mix asfaltico deve garantire un contenuto di vuoti di almeno 12-20%; in genere la composizione dello strato superficiale comprende ad un 4,5-6,5% di aggregati asfaltici e ad un 2,5-3% di cemento asfaltico; 03) F è composto da una miscela di elementi litoidi scabri (non rotondi) di tipo aperto con diametro caratteristico variabile fra 12 e 25 mm; per F deve essere garantito un tasso di infiltrazione di almeno 13 cm/ora; 04) il sottostrato di base H e lo strato G vanno progettati in funzione delle condizioni attuali del suolo, in funzione del tipo di uso (intenso o meno) e del tipo di carichi previsti (bassissimi o bassi); 05) l'asfalto infiltrabile costa circa il 20-40% in più rispetto al corrispondente asfalto convenzionale; 06) in genere l'uso dell'asfalto infiltrabile non rende necessario predisporre una rete di drenaggio convenzionale (cunette+ caditoie+tubo); 07) esempio di miscela ricorrente: a) passante 0,5" il 100%, b) 3/8" il 95%, c) AASHTO n°4 il 35%, d) AASHTO n°8 il 15%, e) AASHTO n°16 il 10%, f) AASHTO n°30 il 2%, g) bitume dal 5,75 al 6% in peso; 08) lo strato di base in genere varia fra 45 e 90 cm in funzione delle necessità di invaso idraulico; 09) essendo ridotta la presenza di particelle fini l'aggregato resiste meno a taglio, quindi non utilizzare asfalto infiltrabile nei percorsi soggetti a sollecitazioni elevate (es. corsie aeroportuali).

MANUTENZIONE

01) ispezioni frequenti per verificare eventuali intasamenti, rimozione di intasamenti localizzati; 02) se possibile frequente scopatura meccanica o pulitura in pressione; 03) i livelli e le frequenze di manutenzione devono essere elevati per i primi anni della pavimentazione.

NOTE

ALLEGATO Z

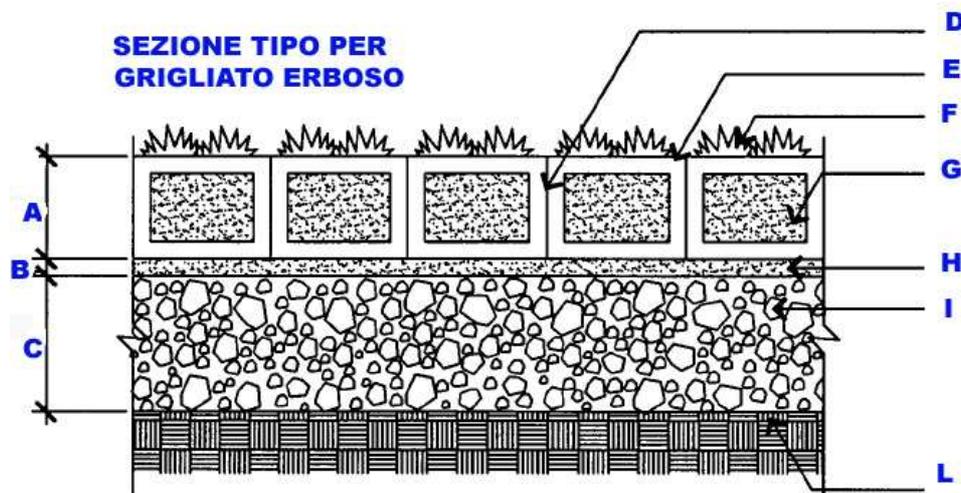
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/034

Pavimentazioni infiltrabili: **GRIGLIATO ERBOSO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) ridurre la formazione di deflusso superficiale; 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia; 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

Con grigliato erboso si indica normalmente una pavimentazione eseguita con elementi modulari a celle aperte dove le celle sono riempite in genere di terriccio vegetale ed inerbite con tappeto erboso. A volte le celle possono essere riempite esclusivamente con ghiaino colorato (soluzione migliore con stalli per la sosta veicolare).

SIMBOLOGIA

A=dipende dal prodotto commerciale (indicativamente 9-12 cm); B=2-3 cm; C=indicativamente da 15 a 35 cm; D=grigliato erboso (elemento modulare); E=pendenza finale contenuta; F=tappeto erboso; G=riempimento con sabbia e terreno vegetale; H=sabbia; I=aggregato di base; L=terreno esistente (compattazione preliminare limitata).

CARATTERISTICHE

01) gli elementi modulari in commercio variano per grandezza, resistenza, durabilità, percentuale di vuoti, capacità di interbloccaggio fra gli elementi modulari, peso, materiale costruttivo; 02) quelli costruiti in calcestruzzo sono più pesanti e con minori aperture destinate "indirettamente" all'infiltrazione, aumentano la sottrazione di umidità dal suolo durante i periodi assolati; 03) quelli costruiti in plastica sono meno pesanti e con maggiori aperture, rimuovono meno umidità dal terreno, sono più sensibili ai carichi; 04) sono consigliabili specie erbose che sviluppano un apparato radicale in grado di penetrare in profondità; 05) sono consigliabili frequenti irrigazioni in quanto la maggior parte delle radici ed il suolo vegetale sono collocati nei primi 5-8 cm; 06) per il controllo dell'acqua superficiale in genere non servono cunette e caditoie; 07) il coefficiente di deflusso varia fra 0,05 e 0,50 (in media 0,30) in funzione della pendenza e della configurazione superficiale; 08) la permeabilità complessiva è fortemente influenzata dalla permeabilità di L; 09) il grigliato erboso riduce le aree con ridotta o nulla capacità di infiltrare acqua nel sottosuolo; 10) il grigliato erboso riduce la formazione delle "isole di calore".

APPLICAZIONI

01) aree a basso traffico e aree a parcheggio non frequente; 02) non adatto in aree con traffico significativo e zone con elevata mobilità veicolare; 03) non adatto per aree a parcheggio interessate da veicoli o carichi pesanti; 04) adatto per mezzi-fossati (vedi scheda Z/65) in area urbana in quanto impedisce la crescita della vegetazione e quindi riduce la manutenzione.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) indicato per pendenze massime variabili fra 0 e 5% (sconsigliabile sopra 2,5%); 02) strato di base (I) da eseguirsi con ghiaino di frantoio aperto (sconsigliato il ghiaino rotondo); 03) lo strato di fondazione (L) deve subire una minima compattazione iniziale; 04) se il terreno di fondazione (L) è poco permeabile (argilla, limo) occorre predisporre un sistema di drenaggio interrato; 05) è necessario prevedere un sistema di irrigazione per mantenere il tappeto erboso.

MANUTENZIONE

01) sfalcio, fertilizzazione, irrigazione; 02) risemina parziale o totale al bisogno.

NOTE

ALLEGATO Z

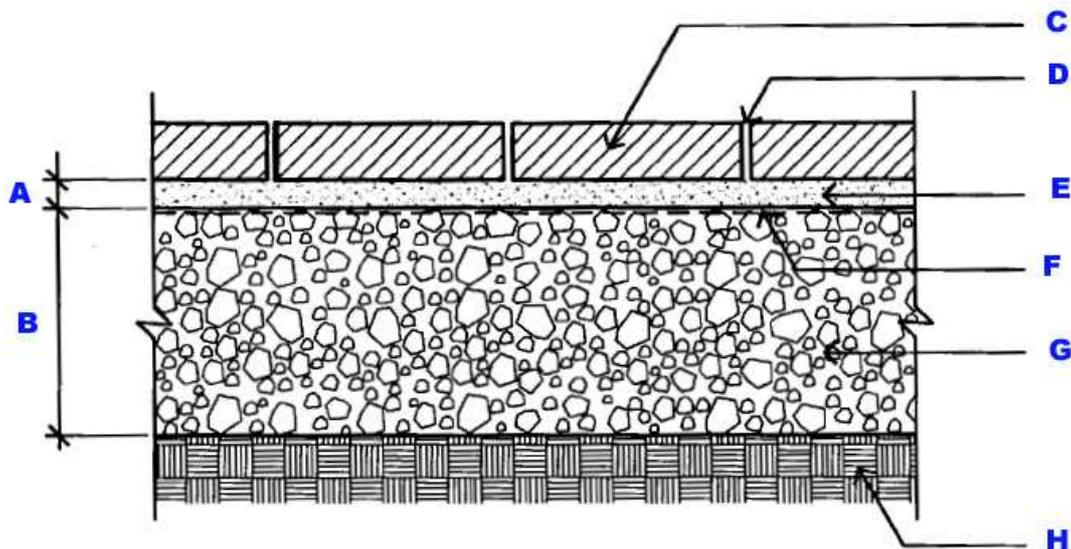
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/41

Pavimentazioni infiltrabili: **MATTONI**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

La pavimentazione in mattoni é eseguita posizionando i mattoni con giunture in sabbia su una base di elementi litoidi di frantoio ovvero con giunture chiuse con malta ed elementi posizionati su una base in calcestruzzo; la pavimentazione in mattoni si può considerare "infiltrabile" solo se le giunture sono riempite con sabbia e lo strato di base é molto permeabile.

SIMBOLOGIA

A=indicativamente 2-3 cm; B=indicativamente fra 10 e 20 cm; C=mattone (pietra cotta) per pavimenti; D=giunzione da 3 a 5 mm; E=letto di posa in sabbia; F=stuoia di geotessuto (opzionale); G=aggregato di base realizzato con ghiaio di frantoio aperto; H=terreno preesistente o sottostrato (minima compattazione).

CARATTERISTICHE

- 01) possono essere in argilla cotta ma anche prefabbricati in calcestruzzo (simili ai moduli per lastricati);
- 02) il coefficiente di deflusso ottenibile é in genere molto vario in quanto dipende dall'intensità di pioggia e dallo spazio nelle giunture (i valori possono variare fra 0,25 e 0,75);

APPLICAZIONI

- 01) adatto a viali e strade con basso volume di traffico, marciapiedi, fasce di attraversamento, stalli di sosta.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) alle superfici finali garantire una pendenza massima del 5% e l'uniformità del sottostrato permeabile (rischio di formazione di canali di drenaggio preferenziale, rischio erosione localizzata);
- 02) la zona di posa deve essere perimetrata con una struttura rigida (cordonate in calcestruzzo o realizzata con mattoni e malta o in legno o in materiale metallico);
- 03) per massimizzare la permeabilità G é composto da una miscela di elementi litoidi scabri (non rotondi) di tipo aperto con diametro caratteristico fino a 12- 25 mm e componente fina limitata o nulla;
- 04) il sottostrato di base H e lo strato G vanno progettati in funzione delle condizioni attuali del suolo, in funzione del tipo di uso (intenso o meno) e del tipo di carichi previsti (bassissimi o bassi);
- 05) se realizzato in aree pedonabili assicurarsi che le giunture siano eseguite con spaziatura non superiore a 3-5 mm;
- 06) il costo della pavimentazione é maggiore di quella convenzionale in asfalto o calcestruzzo ma inferiore a quella corrispondente con posa su calcestruzzo e malta.

MANUTENZIONE

- 01) ispezione frequente per verificare eventuali intasamenti, rimozione di intasamenti localizzati;
- 02) se possibile frequente scopatura meccanica o pulitura in pressione;
- 03) aggiungere periodicamente nelle giunture la sabbia persa;
- 04) occasionalmente potrebbe essere necessaria la rimozione di eventuali erbacce infestanti.

NOTE

ALLEGATO Z

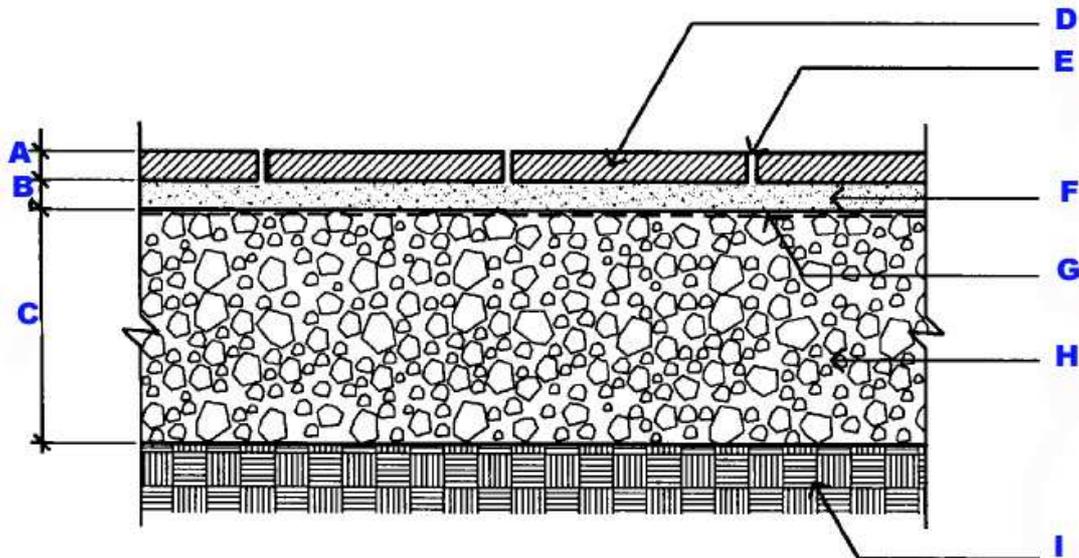
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/42

Pavimentazioni infiltrabili: **PIETRA NATURALE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

La pavimentazione in pietra naturale é eseguita posizionando elementi di pietra con giunture in sabbia su una base di elementi litoidi di frantoio ovvero con giunture chiuse con malta ed elementi posizionati su una base in calcestruzzo; la pavimentazione in pietra naturale si può considerare "infiltrabile" solo se le giunture sono riempite con sabbia e lo strato di base é molto permeabile.

SIMBOLOGIA

A=indicativamente 2-3 cm in dipendenza del tipo di pietra; **B**=indicativamente fra 2 e 3 cm; **C**=in genere fra 10 e 20 cm; **D**=elementi in pietra naturale; **E**=giunzione da 5 e 50 mm in funzione dell'uso; **F**=letto di posa in sabbia; **G**=stuoia di geotessuto (opzionale); **H**=aggregato di base realizzato con ghiaino di frantoio aperto; **I**=terreno preesistente o sottostrato (minima compattazione).

CARATTERISTICHE

01) il coefficiente di deflusso ottenibile é in genere molto vario in quanto dipende dall'intensità di pioggia e dallo spazio nelle giunture (i valori possono variare fra 0,25 e 0,80);

APPLICAZIONI

01) adatto a viali e strade con basso volume di traffico, marciapiedi, stalli di sosta ad uso non intenso.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) la permeabilità dipende dallo spessore (medio) delle giunture. Se le giunture sono larghe ed in presenza di traffico leggero le fessure possono essere riempite con tappeto erboso o muschio;
- 02) alle superfici finali garantire una pendenza massima del 5% e l'uniformità del sottostrato permeabile (rischio di formazione di canali di drenaggio preferenziale, rischio erosione localizzata);
- 03) la zona di posa deve essere perimetrata con una struttura rigida (cordonata in calcestruzzo, bordatura con mattoni e malta, in legno o in materiale metallico);
- 04) per massimizzare la permeabilità **H** é composto da una miscela di elementi litoidi scabri (non rotondi) di tipo aperto con diametro caratteristico variabile fra 12 e 25 mm e componente fina limitata o nulla;
- 05) il sottostrato di base **I** e lo strato **H** vanno progettati in funzione delle condizioni attuali del suolo, in funzione del tipo di uso (intenso o meno) e del tipo di carichi previsti;
- 06) se realizzato in aree pedonabili assicurarsi che le giunture siano eseguite con spaziatura non superiore a 5 mm.

MANUTENZIONE

- 01) ispezione frequente per verificare eventuali intasamenti, rimozione di intasamenti localizzati;
- 02) se possibile frequente scopatura meccanica o pulitura in pressione;
- 03) aggiungere periodicamente nelle giunture la sabbia persa;
- 04) occasionalmente potrebbe essere necessaria la rimozione di eventuali erbacce infestanti.

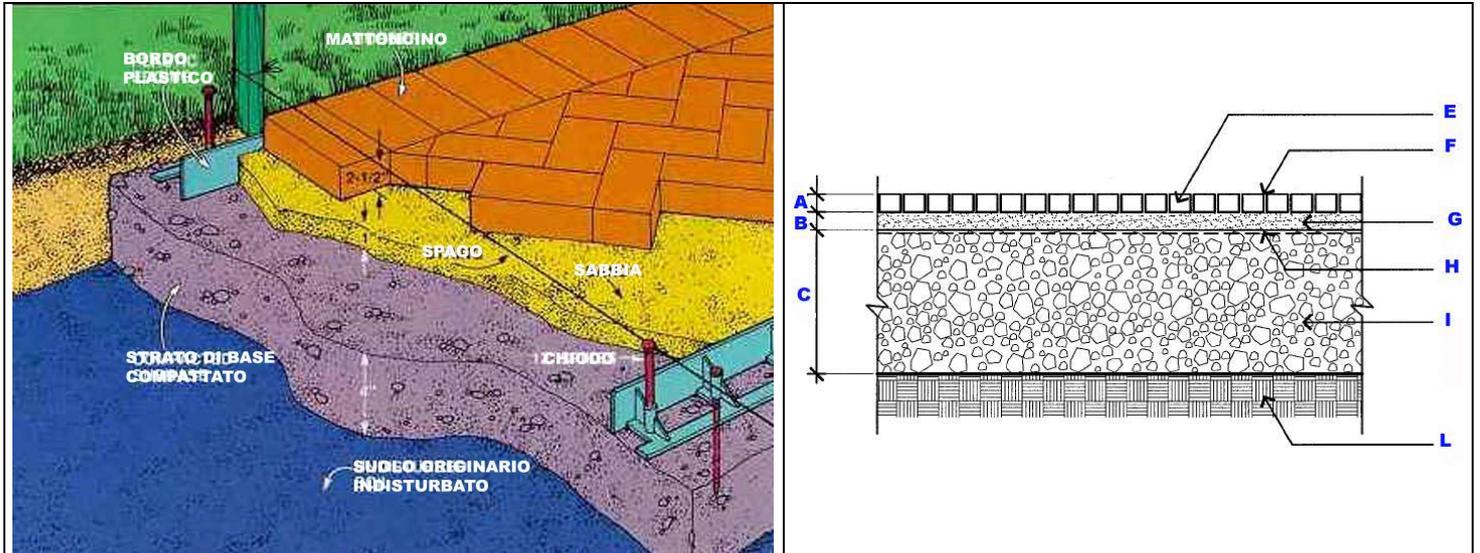
NOTE

ALLEGATO Z
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/043
Pavimentazioni infiltrabili: **BETONELLA**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

con betonella (moduli prefabbricati per lastricati) si intende una pavimentazione realizzata con elementi modulari realizzati normalmente in calcestruzzo, di varia forma ed in genere mutualmente interbloccanti. Alcune forme commerciali sono realizzate con la tecnica delle celle aperte per aumentare la capacità di infiltrare acqua di pioggia (da preferire).

SIMBOLOGIA

A=in genere 5-8 cm; **B**=letto di posa in sabbia (almeno 2 cm); **C**=da 10 a 20 cm; **E**=elementi modulari prefabbricati; **F**=giunture con sabbia; **G**=letto di sabbia; **H**=stuoia di geotessile; **I**=aggregato di base realizzato con ghiaino di frantoio aperto pulito e lavato privo di componente fina; **L**=sottostrato con compattazione minima.

CARATTERISTICHE

- 01) utilizzata per piazze, marciapiedi e vialetti;
- 02) i moduli prefabbricati a celle aperte sono progettati con presenza di vuoti in modo di agevolare il passaggio dell'acqua di pioggia;
- 03) si ottiene una pavimentazione infiltrabile quando i moduli sono spazati per acquisire giunture permeabili e quando sono collocati su una base permeabile;
- 04) il coefficiente di deflusso varia fra 0,1 e 0,35 (valori ottenibili solo se i moduli hanno celle aperte e quando le giunzioni sono più larghe) in funzione della pendenza e della configurazione superficiale;
- 05) questo tipo di pavimentazione infiltrabile riduce le aree con ridotta o nulla capacità di infiltrare acqua nel sottosuolo.

APPLICAZIONI

- 01) stalli per la sosta veicolare, vialetti privati, marciapiedi;
- 02) sono utilizzabili anche per piste ciclabili e per strade a basso volume di traffico e carichi contenuti;
- 03) pendenze massime del 5%.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) l'aggregato di base può localmente subire affossamenti e la configurazione piana deve comunque essere circoscritta da una struttura rigida (in calcestruzzo, con malta e mattoni, in legno o in metallo);
- 02) volendo aumentare la capacità di infiltrare acqua di pioggia conviene utilizzare un letto di base in ghiaino di frantoio aperto (è sconsigliato il ghiaino rotondo di fiume o aggregati con particelle fini);
- 03) in aree con traffico pedonale (piccoli carichi) usare pezzature degli aggregati intorno a 10-12 mm; se sono previsti carichi maggiori conviene utilizzare una pezzatura di 15-16 e più mm;
- 04) per evitare la crescita delle erbacce e per minimizzare il rischio di spostamenti disomogenei fra suoli aventi diversi diametro caratteristici conviene sempre predisporre una stuoia di geotessile (**H**);
- 05) ridurre al minimo la compattazione del sottostrato per aumentare la permeabilità.

MANUTENZIONE

- 01) riparazioni e riapplicazioni di moduli prefabbricati;
- 02) al bisogno eliminazione di erbe infestanti;
- 03) periodicamente aggiungere sabbia nelle giunture in caso di perdite di materiale a causa del traffico o delle forti precipitazioni.

NOTE

ALLEGATO Z

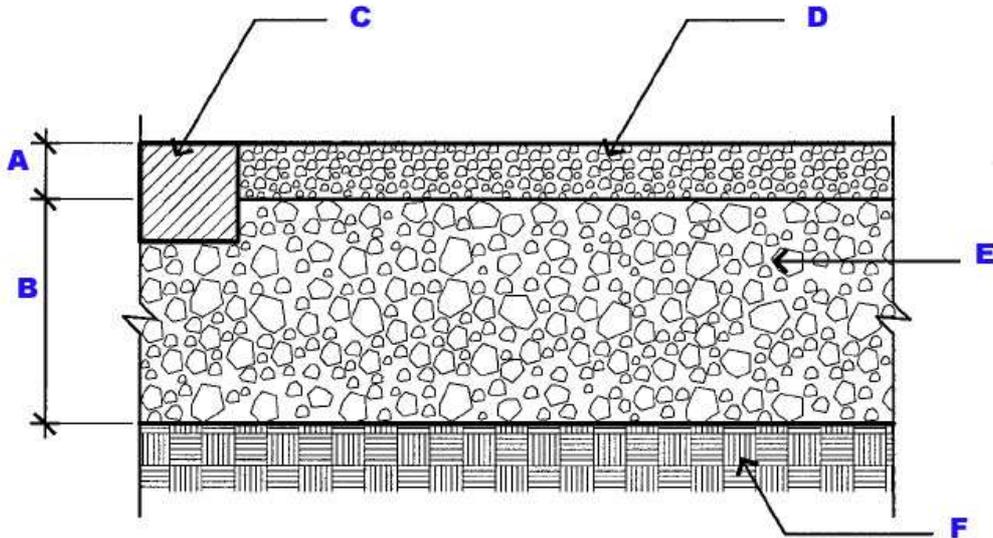
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/45

Pavimentazioni infiltrabili: **AGGREGATO DI FRANTOIO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre la formazione di deflusso superficiale;
- 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia;
- 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

La pavimentazione in "aggregato di frantoio" viene realizzata con uno strato superficiale formato da pietrisco macinato o di frantoio avente diametro medio variabile tra quello corrispondente alla sabbia grossolana (aggregato fine) fino ad un massimo di 5 cm.

SIMBOLOGIA

A=in genere 4-6 cm; **B**=letto di base realizzato in aggregato di frantoio grossolano; spessore indicativo 10-20 cm; **C**=bordo rigido su tutti i lati, realizzato in calcestruzzo (cordonata), metallo, pietra o legno; **D**=strato superficiale di aggregato granulare di frantoio costipato (da 10 a 20 mm di diametro equivalente); **E**=strato di base in aggregato costipato di frantoio (da 15 a 25 mm di diametro equivalente); **F**=sottostrato preesistente con compattazione minima.

CARATTERISTICHE

- 01) si adegua a qualsiasi forma o configurazione planimetrica;
- 02) il coefficiente di deflusso varia fra 0,1 e 0,40 (la pavimentazioni con pietrisco di frantoio "fine" é parzialmente permeabile; la permeabilità aumenta all'aumentare del diametro medio dell'aggregato); gli aggregati "aperti" sono più permeabili degli aggregati che includono quantità di componenti "fini" non trascurabili;
- 05) questo tipo di pavimentazione infiltrabile riduce le aree con ridotta o nulla capacità di infiltrare acqua nel sottosuolo.

APPLICAZIONI

- 01) stalli per la sosta veicolare con frequenza di ricambio bassa del veicolo in sosta;
- 02) sono utilizzabili anche per marciapiedi ed aree comunque con bassa erosione;
- 03) pendenze massime del 5%;
- 04) non adatti a stalli di sosta per disabili.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) l'aggregato di base può localmente subire affossamenti e la configurazione piana deve comunque essere racchiusa da una struttura rigida (in calcestruzzo, con malta e mattoni, in legno o in metallo);
- 02) volendo aumentare la capacità di infiltrare acqua di pioggia conviene utilizzare un letto di base in ghiaino di frantoio aperto (é comunque sconsigliato il ghiaino rotondo di fiume o aggregati con particelle fini);
- 03) in aree con traffico pedonale (piccoli carichi) usare pezzature degli aggregati intorno a 10-12 mm; se sono previsti carichi maggiori conviene utilizzare una pezzatura di 15-16 e più mm;
- 04) per evitare la crescita delle erbacce conviene predisporre una stuoia di geotessile (tra **E** e **D**);
- 05) ridurre al minimo la compattazione del sottostrato per aumentare la permeabilità.

MANUTENZIONE

- 01) la manutenzione é limitata se il sito é poco sensibile a fenomeni di erosione sotterranea, se il tutto viene predisposto a regola d'arte e se viene previsto un adeguato strato di base;
- 02) al bisogno eliminazione di erbe infestanti e ricollocazione di aggregati di frantoio in superficie.

NOTE

ALLEGATO Z

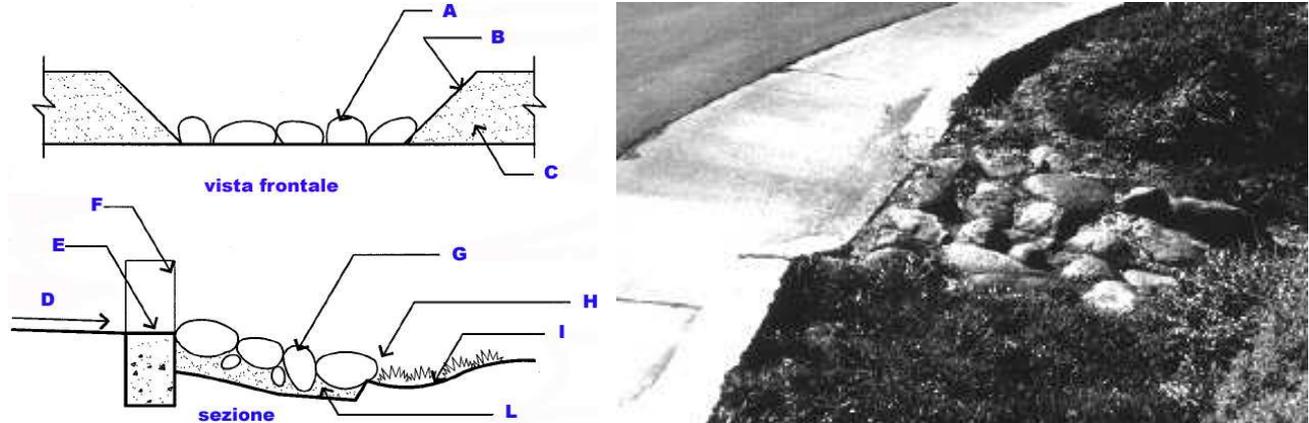
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/058

Particolari urbanistici: APERTURA SU CORDONATA

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

l'apertura su cordonata permette la bordatura (cordonata) lungo la strada ma nello stesso tempo permette la possibilità di avviare l'acqua superficiale ad un'area per gestire la qualità dell'acqua di piena (ad un mezzo fossato come da scheda Z/65 o a un biofiltro lineare come da scheda Z/81).

SIMBOLOGIA

A=ciotolo affondato per almeno il 30%; **B**=taglio nella cordonata; **C**=cordonata in calcestruzzo; **D**=direzione della pendenza trasversale verso la cordonata; **E**=punto di immissione del deflusso superficiale; **F**=cordonata vista di lato; **G**=ciottoli disposti per dissipare energia; **H**=bacino di sedimentazione; **I**=mezzo fossato (vedi scheda Z/65) o biofiltro (vedi scheda Z/81); **L**=letto di malta di cemento (eventuale e opzionale).

CARATTERISTICHE

- 01) il deflusso superficiale viaggia lungo la cordonata ma invece di essere immesso in una caditoia e quindi ad un tubo interrato (drenaggio convenzionale) viene fatto defluire verso mezzi fossati (scheda Z/65) o biofiltri (scheda Z/81);
- 02) l'acqua di piena può essere avviata al mezzo fossato (scheda Z/65) o al biofiltro (scheda Z/81) sia attraverso una caditoia (vedi scheda drenaggio duale Z/87) che attraverso il sistema visualizzato nella presente scheda;
- 03) il mezzo fossato (scheda Z/65) o il biofiltro (scheda Z/81) rimuovono gli inquinanti dissolti, i solidi sospesi (compresi metalli pesanti e nutrienti), gli olii ed i grassi attraverso il processo di infiltrazione.

APPLICAZIONI

- 01) in urbanizzazioni residenziali, parcheggi uffici ed attività commerciali, arterie stradali, aiuole concave (scheda Z/56);
- 02) il mezzo fossato (vedi scheda Z/65) può correre parallelo alla strada o essere perpendicolare ad essa, in funzione della topografia locale e dell'uso del suolo contermini.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) le aperture sulla cordonata o eventuali caditoie di derivazione vanno dimensionate in funzione della piena di progetto;
- 02) aperture frequenti di piccole dimensioni sono una scelta migliore rispetto a poche aperture di grandi dimensioni in quanto si agevola la dissipazione del deflusso e la distribuzione delle sostanze inquinanti;
- 03) predisporre dissipatori nei punti di taglio della cordonata o nei punti di scarico entro il mezzo fossato (scheda Z/65);
- 04) predisporre bacini di sedimentazione al termine del dissipatore per permettere la sedimentazione prima che l'acqua entri nel mezzo fossato (scheda Z/65).

MANUTENZIONE

- 01) asporto annuale del materiale raccolto nel bacinetto di sedimentazione;
- 02) le caditoie richiedono pulizia periodica;
- 03) ispezionare il particolare costruttivo dopo ogni grande piena.

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31037 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005
 - QUESTA SCHEDE NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

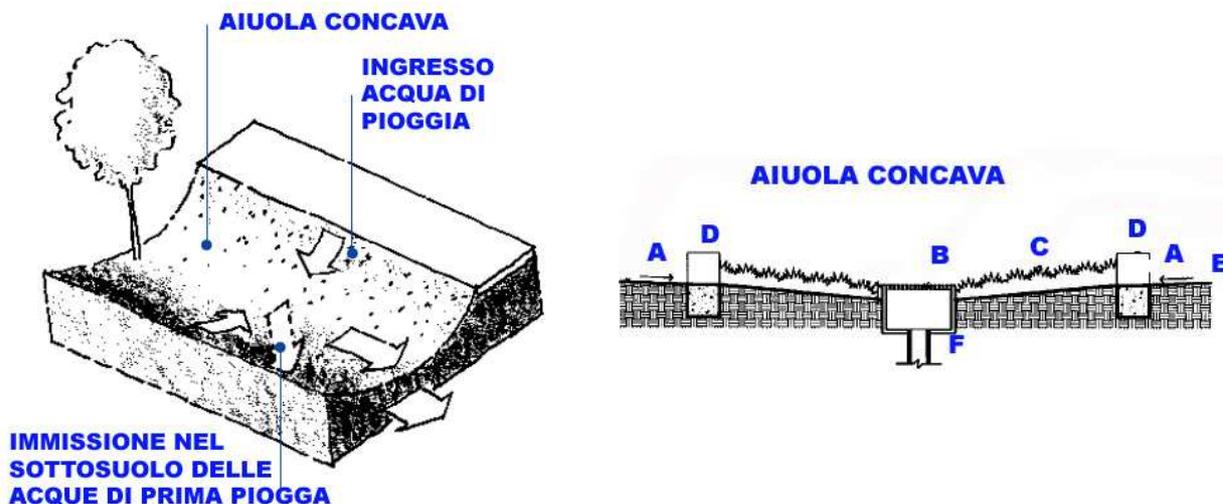
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/56

Particolari urbanistici: **AIUOLA CONCAVA**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

in genere le aiuole stradali presentano una superficie convessa in modo da convogliare l'acqua alle pavimentazioni impermeabili laterali (ovvero al sistema di drenaggio convenzionale cunette+caditoie+tubazione). L'aiuola concava presenta la parte interna leggermente depressa ad una quota leggermente inferiore rispetto alle pavimentazioni circostanti; in tal modo è l'aiuola a ricevere le acque di pioggia.

SIMBOLOGIA

A=pendenza della strada o della superficie impermeabile; B=caditoia posizionata sopra la linea di flusso nel mezzo fossato (vedi scheda Z/65); C=vegetazione; D=aperture sulla cordonata (vedi scheda Z/58); E=strada; F=drenaggio convenzionale.

CARATTERISTICHE

- 01) permette l'infiltrazione delle acque di pioggia;
- 02) disconnette le superfici impermeabili dal sistema convenzionale di drenaggio dirigendo il deflusso nel mezzo fossato (vedi scheda Z/65) o nella trincea di infiltrazione centrale (vedi scheda Z/71);
- 03) l'aiuola concava può essere progettata come un mezzo fossato (vedi scheda Z/65), un biofiltro lineare (vedi scheda Z/81) o come una trincea di infiltrazione (vedi scheda Z/71).

APPLICAZIONI

- 01) aiuole stradali o aiuole di separazione.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) le strade e/o le aree impermeabili laterali devono presentare una pendenza verso l'aiuola concava;
- 02) il deflusso di pioggia deve pervenire all'aiuola concava o attraverso il deflusso superficiale diretto o attraverso tagli nella cordonata di separazione (aperture su cordonata, vedi scheda Z/58);
- 03) il dimensionamento deve essere fatto sulla base del volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia;
- 04) piante ed erbe vanno scelte tenendo conto delle periodiche inondazioni;
- 05) caditoie e rete fognaria convenzionale vanno previste per il volume di acqua in eccesso al volume necessario per gestire la qualità dell'acqua di pioggia in funzione del tipo di sistema scelto (mezzo fossato, trincea filtrante o biofiltro lineare, vedi schede Z/65, Z/71, Z/81);
- 06) il piano di ingresso dell'acqua nella caditoia di troppo pieno deve essere appena sotto la quota stradale ma sopra la linea di infiltrazione in funzione del volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia.

MANUTENZIONE

- 01) taglio, sfalcio, asportazione erbacce infestanti;
- 02) altre manutenzioni come quelle previste per l'aiuola convessa.

NOTE

ALLEGATO Z

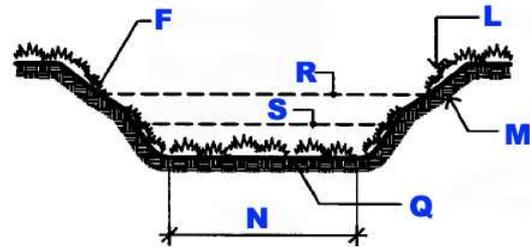
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/64

Particolari urbanistici: **MEZZO FOSSATO INERBITO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



Sezione corrente

DESCRIZIONE

Il mezzo fossato costituisce una alternativa al classico sistema di drenaggio stradale basato su cunetta e caditoia; i mezzi fossati sono fossati di profondità contenuta che fanno defluire, infiltrano l'acqua di pioggia e rimuovono parte degli inquinanti trasportati.

SIMBOLOGIA

F=pendenza massima sponda 1/3; **L**=franco; **M**=suolo indisturbato inerbito; **N**=almeno 60 cm; **Q**=rivestimento fondo con grigliato erboso eventuale (scheda Z/034); **R**=pelo libero con piena a tempo di ritorno decennale o più; **S**=pelo libero in corrispondenza al volume d'acqua necessario alla gestione della qualità dell'acqua (vedi scheda Z/801).

CARATTERISTICHE

01) se correttamente progettato e mantenuto il mezzo fossato può durare decine d'anni. Quando non piove si inserisce nel paesaggio in modo ottimale; 02) utilizzabile con ogni tipo di suolo. Con argille è necessario prevedere un drenaggio (tubo forato) in modo da tenere il tempo di residenza dell'acqua sotto le 24 ore. Con sabbia o terreni molto leggeri può essere necessaria la correzione granulometrica del suolo in modo da mantenere l'inerbimento; 03) l'acqua e gli inquinanti sono filtrati dalla vegetazione e rimossi nel processo di infiltrazione nel sottosuolo. Il mezzo fossato rimuove solidi sospesi, gli inquinanti adsorbiti nei sedimenti (metalli pesanti e nutrienti), olii e grassi; 04) da considerare in alternativa al classico sistema caditoia+cunetta.

APPLICAZIONI

01) adatto lungo assi stradali o aiuole stradali di separazione; 02) adatto lungo i perimetri delle aree impermeabili (parcheggi); 03) utilizzabile in combinazione con sistemi di trattamento ambientale e filtri in sabbia.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il mezzo fossato richiede una superficie pari ad almeno il 3% dell'area impermeabile servita; 02) il mezzo fossato gestisce al massimo 1,5 ettari di terreno. Per superfici maggiori occorre utilizzare mezzi fossati in serie o multipli; 03) il mezzo fossato inerbito convoglia l'acqua più lentamente rispetto al mezzo fossato con arbusti o alberi; 04) la rimozione di inquinante può migliorare come efficacia aumentando il tempo di residenza dell'acqua; 05) la pendenza longitudinale ottimale al fondo del mezzo fossato è circa il 2%; le basse pendenze riducono infatti i fenomeni erosivi e aumentano la rimozione di inquinanti in quanto aumenta il tempo di stazionamento dell'acqua; 06) con pendenze longitudinali inferiori all'1% conviene predisporre un tubo di drenaggio interrato per ridurre il tempo di stazionamento dell'acqua; 07) installare grigliati erbosi sul fondo minimizza la formazione di fanghiglia sul fondo; 08) garantire una scarpa minima di 3 su 1 alla sponda in modo da ridurre i fenomeni erosivi; 09) un tempo di residenza di circa 10 minuti permette la rimozione di circa l'80% dei solidi totali sospesi; 10) se possibile aumentare i punti di ingresso dell'acqua invece di prevederne pochi e concentrati. Nel caso di pochi ingressi concentrati predisporre gettate di pietrame per dissipare energia dell'acqua nel punto di ingresso; 11) scegliere piante, erbe e cespugli adatti. In caso di piantumazione con mezzi fossati larghi mettere a dimora le essenze lungo i bordi. Specie erbose consigliate: festuca rubra, agrostis exarata, hordeum brachyantherum, bromus carinatus, hordeum brachyatherum salt, elymus triticoides, stipa pulchra, festuca idahoensis, vulpia myuros v. hirsuta. 12) per prevenire lo sviluppo di zanzare progettare il mezzo fossato per tempi di residenza dell'acqua di 24 ore (servono 48 ore per il deposito delle uova e la nascita).

MANUTENZIONE

- 01) taglio, sfalcio, asportazione erbacce infestanti e rifiuti;
- 02) controllo circa la formazione di fenomeni erosivi;
- 03) usare fertilizzanti e ripiantumare la copertura vegetale per minimizzare la degradazione della qualità dell'acqua.

NOTE

- 01) la figura di sinistra è stata estratta dal *Georgia Stormwater Management Manual*.

ALLEGATO Z

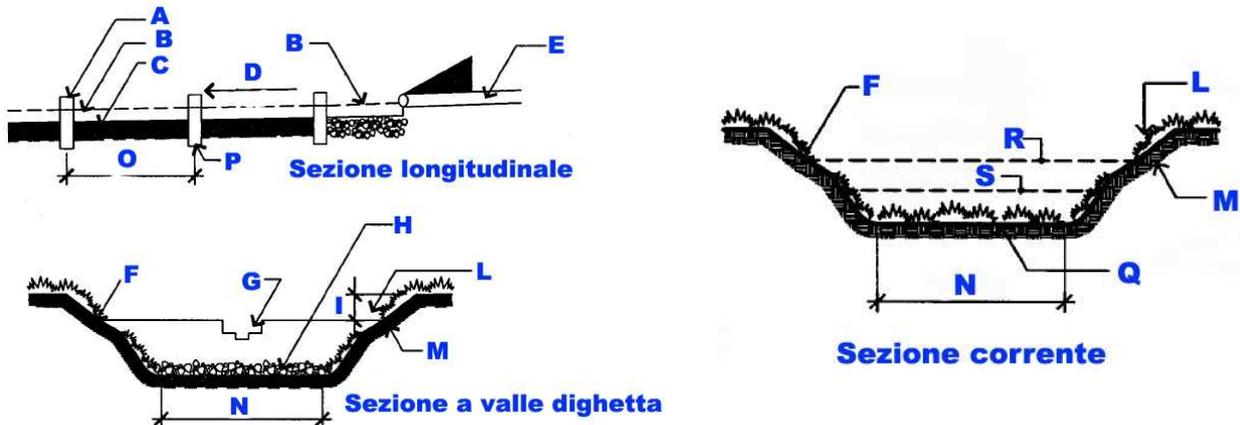
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/065

Particolari urbanistici: **MEZZO FOSSATO AVANZATO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Il mezzo fossato avanzato costituisce una alternativa ai classici fossati e tubazioni; i mezzi fossati avanzati sono fossati di profondità contenuta che fanno defluire, infiltrano l'acqua di pioggia e rimuovono gli inquinanti trasportati, regolati a tratti precisi da dighette per regolare il deflusso.

SIMBOLOGIA

A=foro o intaglio; B=limite superiore acqua; C=livello originario del suolo; D=pendenza (1-2% ottimale, 6% massima); E=ingresso acqua di pioggia; F=pendenza massima sponda 1/3; G=foro o fessura sulla dighetta di controllo; H=pietrame per dissipare energia dell'acqua; I=circa 30 cm; L=franco; M=suolo indisturbato inerbito; N=almeno 60 cm; O=interasse dighette fra 15 e 30 m; P=dighetta di controllo (legno, cls o mattoni); Q=rivestimento fondo con grigliato erboso eventuale (scheda Z/34); R=pelo libero con piena a tempo di ritorno decennale o più; S=pelo libero in corrispondenza al volume d'acqua necessario alla gestione della qualità dell'acqua (vedi scheda Z/801).

CARATTERISTICHE

01) se correttamente progettato e mantenuto il mezzo fossato può durare decine d'anni. Quando non piove si inserisce nel paesaggio in modo ottimale; 02) utilizzabile con ogni tipo di suolo. Con argille é necessario prevedere un drenaggio (tubo forato) in modo da tenere il tempo di residenza dell'acqua sotto le 24 ore. Con sabbia o terreni molto leggeri può essere necessaria la correzione granulometrica del suolo in modo da mantenere l'inerbimento; 03) l'acqua e gli inquinanti sono filtrati dalla vegetazione e rimossi nel processo di infiltrazione nel sottosuolo. Il mezzo fossato rimuove solidi sospesi, gli inquinanti adsorbiti nei sedimenti (metalli pesanti e nutrienti), olii e grassi.

APPLICAZIONI

01) adatto lungo assi stradali o aiuole stradali di separazione; 02) adatto lungo i perimetri delle aree impermeabili (parcheggi); 03) utilizzabile in combinazione con sistemi di trattamento ambientale e filtri in sabbia.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il mezzo fossato richiede una superficie pari ad almeno il 3% dell'area impermeabile servita; 02) il mezzo fossato gestisce al massimo 1,5 ettari di terreno. Per superfici maggiori occorre utilizzare mezzi fossati in serie o multipli; 03) il mezzo fossato inerbito convoglia l'acqua più lentamente rispetto al mezzo fossato con arbusti o alberi; 04) la rimozione di inquinante può migliorare come efficacia aumentando il tempo di residenza dell'acqua; 05) la pendenza longitudinale ottimale al fondo del mezzo fossato é circa il 2%; le basse pendenze riducono infatti i fenomeni erosivi e aumentano la rimozione di inquinanti in quanto aumenta il tempo di stazionamento dell'acqua; 06) con pendenze longitudinali inferiori all'1% conviene predisporre un tubo di drenaggio interrato per ridurre il tempo di stazionamento dell'acqua; 07) installare grigliati erbosi sul fondo minimizza la formazione di fanghiglia sul fondo; 08) garantire una scarpa minima di 3 su 1 alla sponda in modo da ridurre i fenomeni erosivi; 09) un tempo di residenza di circa 10 minuti permette la rimozione di circa l'80% dei solidi totali sospesi; 10) se possibile aumentare i punti di ingresso dell'acqua invece di prevederne pochi e concentrati. Nel caso di pochi ingressi concentrati predisporre gettate di pietrame per dissipare energia dell'acqua nel punto di ingresso; 11) scegliere piante, erbe e cespugli adatti. In caso di piantumazione con mezzi fossati larghi mettere a dimora le essenze lungo i bordi. Specie erbose consigliate: festuca rubra, agrostis exerata, hordeum brachyantherum, bromus carinatus, hordeum brachyatherum salt, elymus triticoides, stipa pulchra, festuca idahoensis, vulpia myuros v. hirsuta. 12) per prevenire lo sviluppo di zanzare progettare il mezzo fossato per tempi di residenza dell'acqua di 24 ore (servono 48 ore per il deposito delle uova e la nascita).

MANUTENZIONE

- 01) taglio, sfalcio, asportazione erbacce infestanti e rifiuti;
- 02) controllo circa la formazione di fenomeni erosivi;
- 03) usare fertilizzanti e ripiantumare la copertura vegetale per minimizzare la degradazione della qualità dell'acqua.

NOTE

ALLEGATO Z

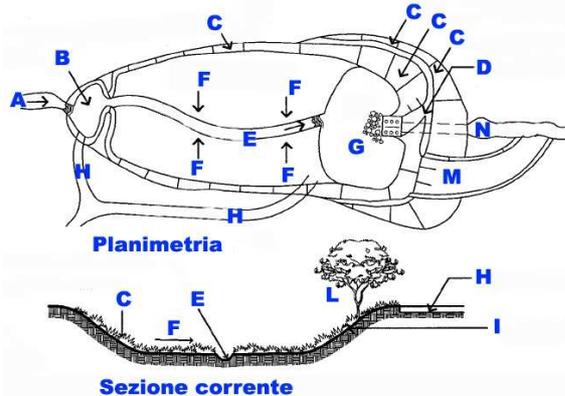
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/68

Particolari urbanistici: DEPRESSIONE DI DETENZIONE ESTESA ORDINARIAMENTE SECCA

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre **impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia e la rimozione delle sostanze inquinanti.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

La depressione di detenzione estesa ordinariamente secca immagazzina l'acqua durante la piena per un periodo variabile da poche ore a pochi giorni e scarica successivamente il flusso alla rete ricevente di valle. La depressione é priva d'acqua (quindi secca) tra due piene successive, ovvero in condizioni di bel tempo, e non possiede un ristagno permanente di acqua.

SIMBOLOGIA

A=ingresso acqua di piena; **B**=bacino di ingresso (sedimentazione materiale); **C**=pendenze delle sponde inferiori al valore 1 su 3; **D**=stradina di accesso al manufatto di scarico; **E**=fossato di magra; **F**=fondo con pendenza di drenaggio intorno al 2%; **G**=bacino di uscita o di valle; **H**=accessi per la manutenzione; **I**=sponde e fondo inerbite o piantumate; **L**=alberi o arbusti sulla parte alta della depressione; **M**=sfioratore; **N**=scarico.

CARATTERISTICHE

01) se correttamente progettata e tenuta in manutenzione una depressione di detenzione estesa secca può durare decine d'anni; 02) utilizzabile con ogni tipo di suolo. Anche la presenza di argille non riduce l'efficacia della rimozione di inquinanti in quanto il meccanismo principale di rimozione é la selezione in superficie; 03) gli inquinanti vengono rimossi in primo luogo attraverso la sedimentazione dei solidi sedimentabili; una piccola parte del carico inquinante disciolto nell'acqua può essere rimosso durante la fase di stagnazione e attraverso l'infiltrazione; 04) la capacità di rimozione dei solidi sospesi e dei metalli pesanti varia fra il moderato e l'alto; 05) la capacità di rimozione dei nutrienti e l'abbattimento del BOD varia fra il basso e il moderato; 06) la rimozione dell'inquinante può essere migliorata aumentando il tempo di residenza dell'acqua, progettando gli invasi su due o più livelli in serie, piantumando vegetazione adatta alle zone umide e tarando il sistema d'uscita sul trattamento di volumi d'acqua minori; 07) dato il valore elevato di superficie specifica necessaria é un sistema poco adatto da utilizzare in aree fortemente urbanizzate; 08) area di drenaggio minima alcuni ettari.

APPLICAZIONI

01) adatta per permettere l'acquisizione della mitigazione idraulica ed ambientale dopo gli interventi di urbanizzazione; 02) serve sia per ridurre l'inquinante che per presidio idraulico alla riduzione degli effetti delle piene; 03) adatta per interventi di urbanizzazione di entità pari o superiori alle decine di ettari.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il miglior inserimento ambientale si ottiene riducendo ulteriormente le pendenze delle sponde; 02) in genere l'invaso dell'acqua va progettato su tempi di residenza intorno al giorno, fino ad un massimo di 35-40 ore; 03) nella progettazione tener conto delle necessità manutentive periodiche; 04) nel bacino di ingresso prevedere dissipatori per ridurre l'energia dell'acqua; 05) se necessario prevedere all'ingresso un sistema per bloccare i rifiuti più grossolani trasportati dalla piena; 06) per gestire lo scarico in uscita si possono utilizzare salti di fondo a parete verticale, tubazioni con pendenza negativa o tubazioni forate entro un letto di ghiaia di drenaggio; usare comunque sistemi per i quali il rischio intasamento é minore; 07) scegliere il tipo di inerbimento, il tipo di piantumazione ed i tipi di arbusti in funzione della capacità di rimozione degli inquinanti e della tollerabilità ai cicli di esondazione; 08) per ridurre lo sviluppo di zanzare cercare di ridurre i punti di ristagno e sviluppare la geometria in modo da mantenere l'acqua sempre in movimento; inoltre piantumare vegetazione emergente che presenti una crescita in acqua più bassa possibile.

MANUTENZIONE

- 01) taglio, sfalcio, asportazione erbacce infestanti e rifiuti;
- 02) controllo circa la formazione di fenomeni erosivi;
- 03) ispezioni regolari anche nei momenti con pochi o nulli eventi di piena.

NOTE

01) il costo di costruzione di una depressione di detenzione estesa secca varia fra 20 e 70 euro a metro cubo di acqua da invasare (valori 2009); il costo di manutenzione annua può essere quantificato intorno al 3-5% del costo di costruzione.

(C) 2005 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 06/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

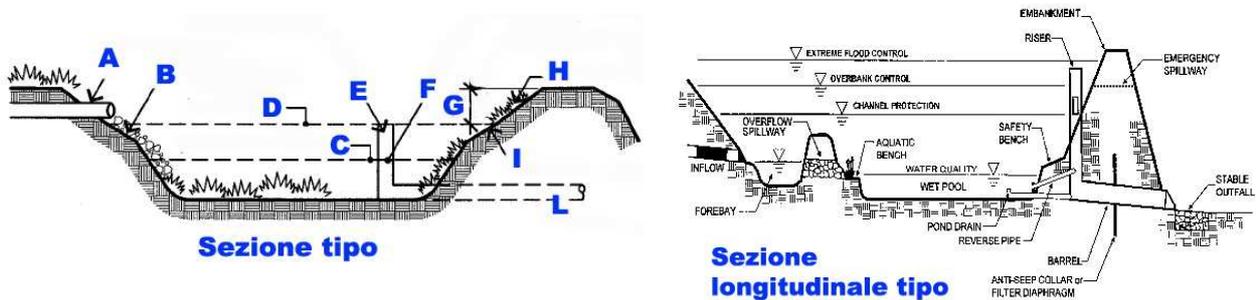
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/69

Particolari urbanistici: DEPRESSIONE DI DETENZIONE ESTESA ORDINARIAMENTE UMIDA

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) ridurre l'impatto della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia e la rimozione delle sostanze inquinanti.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

La depressione di detenzione estesa ordinariamente umida è composta normalmente da un ristagno permanente di acqua che trattiene e tratta dal punto di vista ambientale le acque di pioggia. Può assumere conformazioni variabili da quella più semplice (vedi figura a sinistra) a quella più complessa (vedi profilo a destra) dove compaiono il bacino di ingresso per gestire il pretrattamento e/o invasi permanentemente interessati dall'acqua per aumentare la resa nella rimozione delle sostanze inquinanti.

SIMBOLOGIA

A=tubo di ingresso; B=acciotolato per dissipare energia; C=livello di ristagno idrico permanente; D=limite della massima detenzione idrica prima dello sfioro; E=grandi aperture per gestire il deflusso di troppo pieno; F=piccole aperture per la gestione del deflusso minore; G=franco di sicurezza (almeno 30 cm); H=vegetazione (prato, arbusti e piante) ripariale; I=suolo originario; L=scarico alla rete di drenaggio a valle.

CARATTERISTICHE

01) se correttamente progettata e tenuta in manutenzione una depressione di detenzione estesa umida può durare decine d'anni; 02) utilizzabile con ogni tipo di suolo. Anche la presenza di argille non riduce l'efficacia della rimozione di inquinanti in quanto il meccanismo principale di rimozione è la selezione in superficie; 03) gli inquinanti vengono rimossi in primo luogo attraverso la sedimentazione dei solidi sedimentabili; gran parte del carico inquinante disciolto nell'acqua può essere rimosso durante la fase di stagnazione e attraverso l'infiltrazione; 04) la capacità di rimozione dei solidi sospesi, sedimenti, metalli pesanti, fosforo, azoto e BOD varia fra il moderato e l'alto. La quantità di materiale assorbito o rimosso dipende dal tempo di residenza dell'acqua e dalla quantità e qualità delle specie vegetali presenti.

APPLICAZIONI

01) adatta per permettere l'acquisizione della mitigazione idraulica ed ambientale dopo gli interventi di urbanizzazione su una estensione superiore almeno all'ettaro; 02) serve sia per ridurre l'inquinante che per presidio idraulico alla riduzione degli effetti delle piene; 03) dato il valore elevato di superficie specifica necessaria non è una pratica adatta ad aree fortemente urbanizzate.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il miglior inserimento ambientale di ottiene utilizzando pendenze dolci per le sponde; 02) normalmente l'area necessaria risulta pari a circa l'1% dell'area totale di drenaggio a monte; 03) progettare il volume di acqua permanentemente intorno a 10-30 mm di invaso idrico; 04) il tempo di residenza è funzione della quantità e del rendimento richiesto per le funzioni di asporto degli inquinanti presenti nell'acqua di pioggia; 05) le pendenze spondali del bacino di ingresso e della depressione permanentemente interessata dall'acqua deve essere indicativamente di 1 su 4; 06) la profondità della depressione permanentemente interessata dall'acqua è dell'ordine di 1-3 metri. Profondità maggiori generano la produzione di odori a causa della decomposizione dei sedimenti depositati sul fondo; 07) il rapporto lunghezza su larghezza deve essere pari almeno a 3; 08) all'uscita e all'ingresso predisporre manufatti per la dissipazione dell'energia; 09) rimozione dell'80% dei solidi sedimentabili totali, del 30/40% dei nutrienti, del 50% dei metalli, del 70% dei batteri patogeni; 10) area di drenaggio minima necessaria 13-15 ettari.

MANUTENZIONE

01) taglio, sfalcio, asportazione erbacce infestanti e rifiuti; 02) controllo circa la formazione di fenomeni erosivi; 03) ispezioni regolari anche nei momenti con pochi o nulli eventi di piena.

NOTE

01) il costo di costruzione di una depressione di detenzione estesa umida varia fra 15 e 60 euro a metro cubo (valori 2009) di acqua da invasare; il costo di manutenzione annua può essere quantificato intorno al 3-5% del costo di costruzione.

(C) 2005/2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 06/2005
- QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

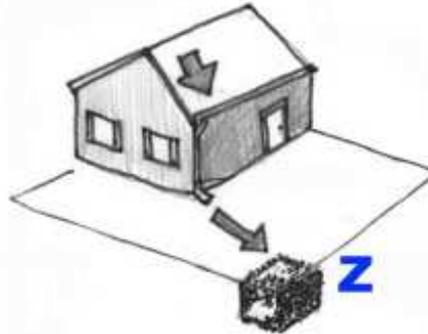
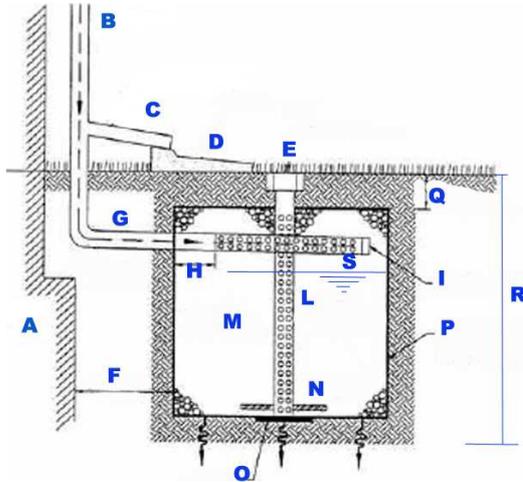
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/71

Particolari urbanistici: **TRINCEA LINEARE DI INFILTRAZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione).

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

La trincea puntuale di infiltrazione (dry-well) é costituita da un volume interrato a cui l'acqua di pioggia viene inviata affinché sia dispersa nel sottosuolo per infiltrazione. In tal modo, con un collegamento diretto con il pluviale e quindi con il tetto, l'acqua può essere parzialmente immagazzinata e infiltrata lentamente nel sottosuolo. Il dimensionamento viene fatto sulla base del volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/801).

SIMBOLOGIA

A=fondazione edificio; B=pluviale; C=derivazione di troppo pieno; D=manufatto in calcestruzzo per dissipare l'energia dell'acqua e distribuire l'acqua stessa (acqua eccedente il volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia) sulla superficie del giardino; E=tappo del tubo di ispezione; F=almeno 3 m di distacco dalle fondazioni; G=tubo di immissione alla trincea puntuale (indicativamente diametro 10-12 cm) eventualmente con pozzetto per la decantazione dei solidi sedimentabili; H=almeno 30 cm "entro" la trincea prima dell'inizio del tratto di tubo forato; I=tappo terminale; L=tubo perforato per consentire l'ispezione (controllo che non rimanga acqua entro la trincea) avente diametro indicativamente di 10-15 cm; M=riempimento con pietrame lavato con diametro variabile fra 4 e 8 cm; N=ancoraggio; O=piatto di appoggio; P=geotessuto destinato a rivestire completamente la trincea puntuale di infiltrazione; Q=copertura vegetale sopra la trincea per almeno 30-40 cm; R=indicativamente fra 1,5 e 3 m di profondità; S=livello dell'acqua fissato imponendo un volume d'invaso pari al volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/801); Z=uso più ricorrente della trincea puntuale di infiltrazione (alla base dei pluviali).

CARATTERISTICHE

01) sistema compatto per l'infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo; 02) nessun impatto paesaggistico in quanto non visibile all'esterno.

APPLICAZIONI

01) non adatto a zone con pendenza della superficie del suolo superiore a 5-10% o in zone con suoli pesanti e a basso tasso di infiltrazione; 02) valutare l'eventuale esistenza di normative locali che vietano l'uso delle trincee puntuali di infiltrazione (convogliamento di inquinanti nel sottosuolo).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) applicare normative locali che regolamentano la distanza dagli edifici, la distanza tra il fondo della trincea e il piano della falda, condizioni particolari per aree sensibili, ecc...;
 02) di solito i calcoli di dimensionamento ipotizzano:
 - il volume totale della piena di progetto (esempio massima precipitazione di 30 min in 10 anni) deve essere immagazzinato e infiltrato durante la piena;
 - la trincea é vuota all'inizio della piena e colma alla fine;
 - pioggia e tasso di infiltrazione si considerano costanti durante l'evento di precipitazione, il tutto corretto da un eventuale coefficiente di sicurezza.
 03) il terreno preesistente deve permettere un minimo di tasso di infiltrazione (la trincea puntuale non é adatta con terreno argilloso o fortemente limoso);
 04) il volume della trincea viene dimensionato in base al volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/801) tenendo conto ovviamente della porosità propria dell'ammasso di pietrame di riempimento, in genere variabile fra il 35 e il 40%;
 05) prevedere un sistema di by-pass (vedi C) per la gestione dell'acqua eccedente il volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia.

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale e dopo ogni evento elevato di precipitazione;
 02) rimuovere periodicamente il sedimento dal sistema di separazione eventualmente previsto in G.

NOTE

ALLEGATO Z

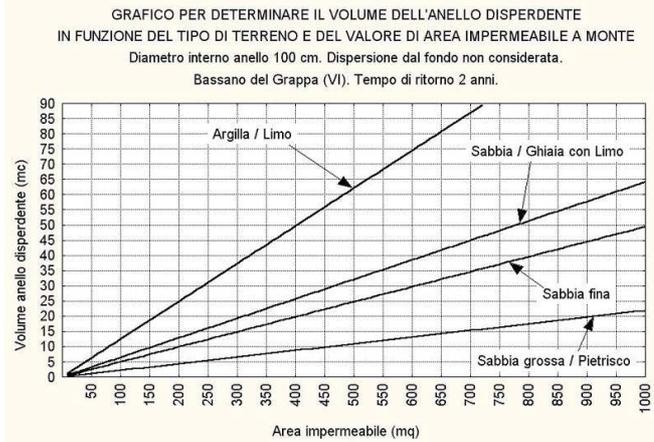
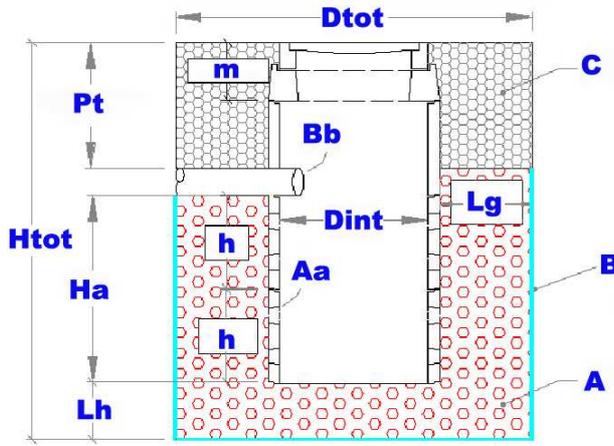
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDE Z/71a

Particolari urbanistici: ANELLI DI DISPERSIONE

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione).

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Gli anelli di dispersione sono manufatti modulari prefabbricati in calcestruzzo adatti a formare fosse puntuali di infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo. In tal modo, con un collegamento diretto alla superficie impermeabile, l'acqua può essere parzialmente immagazzinata e infiltrata lentamente nel sottosuolo. Gli anelli di dispersione sono utili solo per risolvere tematiche di mitigazione idraulica e non di mitigazione ambientale.

SIMBOLOGIA

A=ghiaione; **B**=tessuto non tessuto (tra ghiaione e terreno circostante); **C**=terreno arido; **Dtot**=diametro del volume lordo di dispersione; **h**=altezza elemento standard (di solito 50 cm); **Pt**=profondità tubo di arrivo (almeno 50-60 cm per evitare problemi col ghiaccio d'inverno); **m**=strato di copertura (plotta+chiusino); **Dint**=diametro interno perdente (50, 80, 100, 125, 150, 200, 250 cm); **Lg**=spessore ghiaione esterno al perdente (in genere 50 cm); **Lh**=spessore ghiaione sotto al perdente (in genere 50 cm ben costipati); **Ha**=altezza utile del perdente ovvero distanza fra il tubo di entrata ed il ghiaione sotto il perdente (è il risultato del calcolo idraulico); **Aa**=elemento modulare alto **h** a formare il volume di dispersione; **Bb**=punto di ingresso dell'acqua di pioggia drenata.

CARATTERISTICHE

01) sistema compatto ed economico per l'infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo; 02) nessun impatto paesaggistico in quanto non visibile all'esterno; 03) non adatto con presenza di falda superficiale; 04) diventa antieconomico in presenza di terreni pesanti.

APPLICAZIONI

01) smaltimento dell'acqua di pioggia originata da superfici fortemente impermeabili e per le quali è prevedibile la formazione di poco sedimento trasportato in sospensione (in caso contrario occorre prevedere un volume di sedimentazione/di pretrattamento a monte del pozzo di dispersione).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) per il dimensionamento utilizzare, ad esempio, il foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138** del *Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH* di Hannover. L'equazione base del metodo è $V = ((A_U + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot k_F / 2) \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$, essendo **V**=volume richiesto alla vasca di dispersione (m^3), **A_U**=superficie impermeabile a monte (m^2), **A_S**=superficie disperdente (m^2), **r_{D(n)}**=precipitazione massima ($l/s \cdot ha$), **k_F**=coefficiente di permeabilità della zona satura (m/s), **D**=durata della precipitazione massima (min), **f_Z**=coefficiente di sicurezza. Fissato il tipo di terreno dove viene collocato il pozzo di dispersione la relazione precedente deve essere utilizzata più volte fino ad individuare il valore della durata **D** dell'evento di pioggia che massimizza il valore **V**. Considerazioni per il calcolo di **A_U** (area di influenza): il sistema di drenaggio avrà un'area di influenza **A_{TOT}** composta da tipi diversi di uso del suolo e di trattamento della superficie; per determinare **A_U** occorre di volta in volta fare una media pesata per tipologie di superficie attraverso opportuni coefficienti di deflusso Ψ_{Mi} . In presenza di **m** superfici **A_i**, ognuna dotata di coefficiente di deflusso Ψ_{Mi} , il valore **A_U** può quindi determinarsi con la seguente sommatoria estesa fra 1 ed **m**: $A_U = \sum A_i \cdot \Psi_{Mi}$. Il coefficiente **k_F** (coefficiente di permeabilità della zona satura) ha i seguenti valori indicativi: a) sabbia grossa e pietrisco = 0,0001 m/s; b) sabbia fine = 0,00001 m/s; c) terreno vegetale = 0,00001 m/s; d) sabbia, ghiaia, pietrisco misti a limo = 0,000005 m/s; e) argilla e limo = 0,000001 m/s. Conviene procedere con grafici di dimensionamento. Ad esempio la figura in alto a destra permette il calcolo del volume disperdente utilizzando anelli con **Dint**=100 cm per 4 tipi di terreno; la figura è valida per la curva di possibilità pluviometrica $p = 28,2t^{0,25}$ essendo **p** la pioggia in mm e **t** la durata della stessa in ore. 02) Ai fini della superficie disperdente **A_S** ci si può limitare a considerare il diametro lordo dell'anello perdente (cioè diametro interno **Dint** più due volte lo spessore dell'anello); 03) in via cautelativa non conviene considerare la superficie orizzontale di appoggio del perdente in quanto sensibile ad intasamenti dovuti al fango trasportato nell'acqua; 04) ogni anello deve avere fori di diametro variabile fra 8 e 15 cm, ben distribuiti sul contorno; 05) il terreno preesistente deve permettere un minimo di tasso di infiltrazione (il pozzo perdente non è adatto con terreno argilloso o fortemente limoso); 06) prevedere un sistema di by-pass per la gestione dell'acqua eccedente il volume calcolato.

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale e dopo ogni evento elevato di precipitazione; 02) rimuovere periodicamente il sedimento depositato.

NOTE

ALLEGATO Z

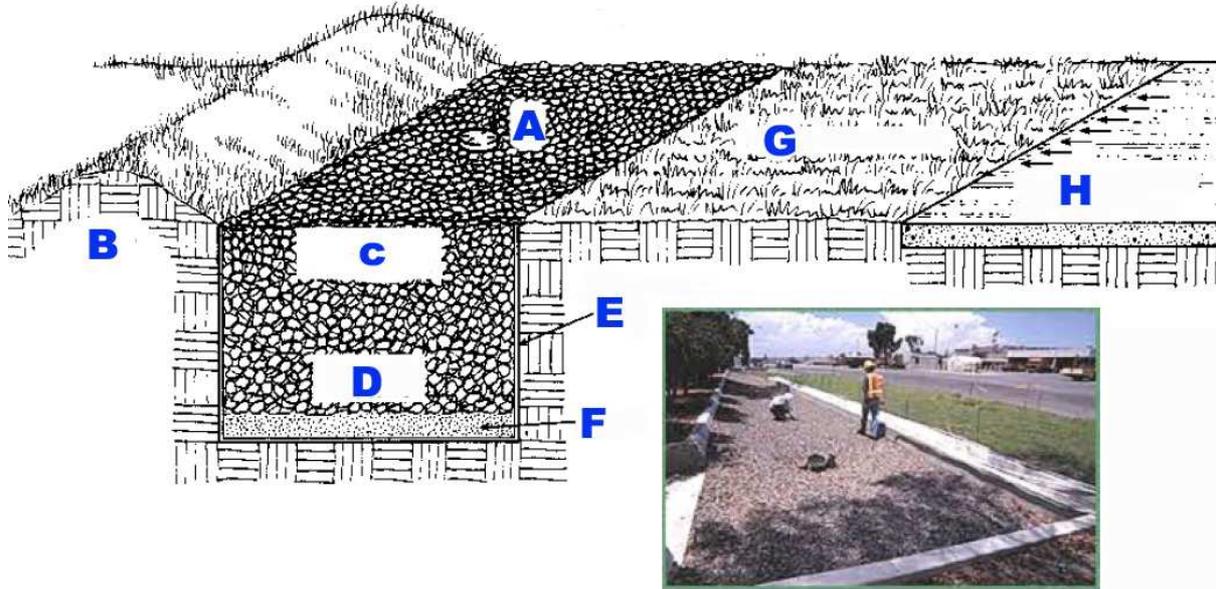
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/072

Particolari urbanistici: **TRINCEA LINEARE DI INFILTRAZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **disconnettere** il deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (sistema cunetta+caditoia+tubazione).

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

La trincea lineare di infiltrazione è un manufatto adatto ad immagazzinare e permettere l'infiltrazione dell'acqua di pioggia al sottosuolo circostante, dai lati e dal fondo. Viene progettato sul volume di pioggia necessario alla gestione qualitativa della stessa acqua di precipitazione; in alcuni casi il volume d'invaso fornito può avere anche una valenza di mitigazione idraulica.

SIMBOLOGIA

A=pozzo di osservazione; B=arginello; C=strato di aggregato sopra; D=strato di aggregato sotto; E=geotessuto; F=strato di sabbia sul fondo; G=fascia inerbita di bio-filtrazione (vedi scheda Z/081); H=deflusso superficiale laminare in arrivo dall'area pavimentata.

CARATTERISTICHE

01) sistema compatto per l'infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo; 02) nessun impatto paesaggistico in quanto non visibile all'esterno; 03) adatto a piccole/medie superfici con suoli porosi.

APPLICAZIONI

01) il sistema non tratta solo il volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua (vedi scheda Z/801) ma anche aiuta a mantenere il bilancio idrico naturale della zona ricaricando la falda; 02) applicabile in aree residenziali con densità edilizia da media ad alta e comunque dove il sottosuolo presenta un sufficiente tasso di infiltrazione; 03) il sistema non va applicato dove il deflusso superficiale è a rischio di inquinamenti concentrati (esempio a valle di distributori di benzina);

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) è necessario che il suolo circostante presenti un tasso di infiltrabilità di almeno 13-15 mm/ora; 02) è necessario un volume di sedimentazione a monte, ovvero un canale inerbito, ovvero un mezzo fossato, ovvero una fascia inerbita di bio-filtrazione (pre-trattamento per eliminare solidi sedimentabili); 03) predisporre un pozzo di osservazione affinché sia valutabile la riduzione della capacità di dispersione; 04) non utilizzare in aree che comportano particelle fini trascinate dall'acqua (pericolo di intasamento). A tal fine è consigliabile che il suolo abbia un contenuto di argilla inferiore al 20% ed un contenuto di limo ed argilla comunque inferiore al 40%; 05) la trincea lineare rimuove circa l'80% dei solidi sospesi totali, circa il 60% del fosforo totale, il 60% dell'azoto totale, il 90% dei coliformi fecali e il 90% di metalli pesanti; 06) area di drenaggio massima consigliata 2 ettari; 07) pendenza consigliata inferiore al 6%; 08) distanza minima consigliata fra fondo della trincea e livello di falda almeno 100 cm; 09) adatta per suoli tipo "A" o "B" secondo la nomenclatura SCS; 10) per ogni trincea è necessario eseguire almeno 2 prove penetrometriche per valutare il tipo di suolo; 11) prevedere un sistema di by-pass per la gestione dell'acqua eccedente il volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia; 12) il volume offerto dalle porosità della trincea deve essere pari al volume necessario per gestire la qualità dell'acqua (vedi scheda Z/801); 13) la progettazione deve prevedere lo svuotamento al massimo in 24-48 ore; 14) utilizzare aggregati lavati di frantoio diametro 30-50 cm; 15) collocare sul fondo almeno 15 cm di sabbia lavata; 16) sopra il geotessuto di copertura mettere ghiaio rotondo che permette una più facile rimozione per eseguire la manutenzione; 17) il pozzo di osservazione deve essere di almeno 10-15 cm di diametro ed essere profondo fino al fondo della trincea. Va collocato nel baricentro della trincea.

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale e dopo ogni evento elevato di precipitazione (valutazione intasamento); 02) rimozione dei sedimenti nei pretrattamenti; 03) rifare i prefiltri in ghiaio rotondo vagliato se necessario.

NOTE

Le figure sono tratte dal *Georgia Stormwater Management Manual*.

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31037 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 07/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

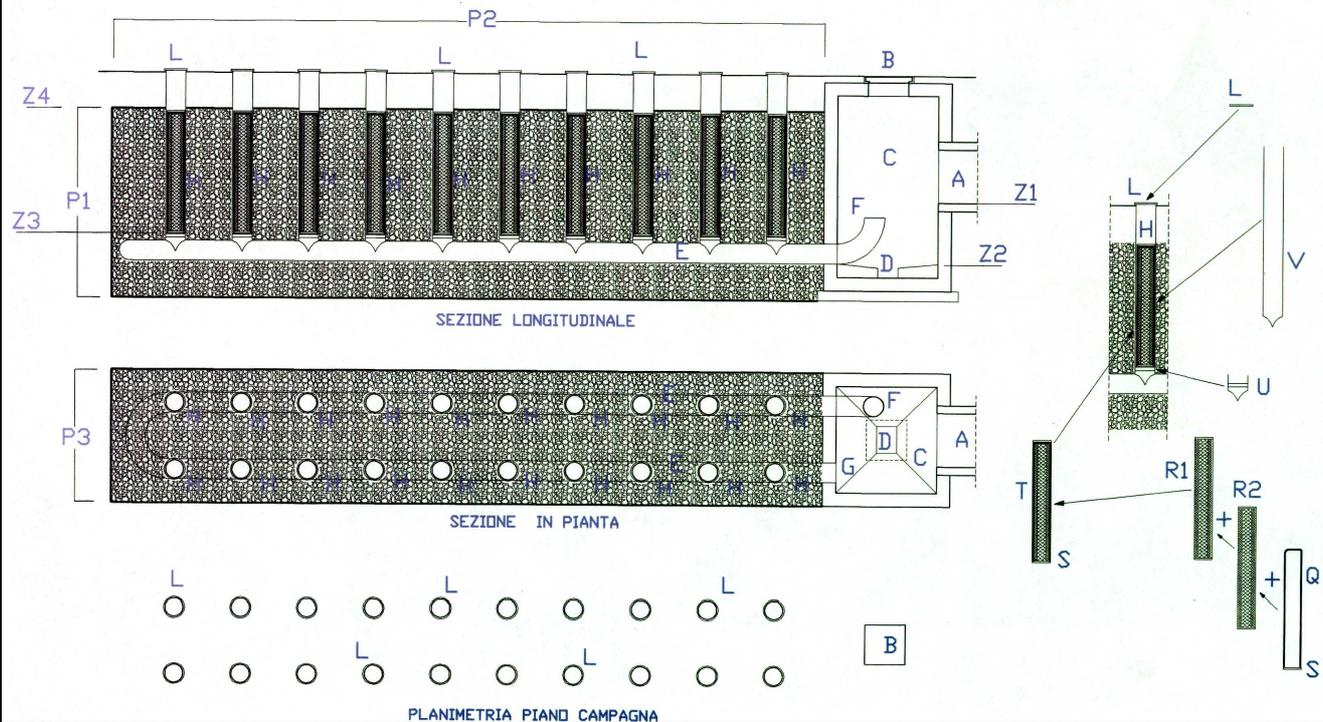
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/73

Particolari costruttivi: **INFILTRATORE LINEARE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **disconnettere** il deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (sistema cunetta+caditoia+tubazione) immettendo sottoterra il flusso di pioggia (rimpinguamento della falda).

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

L'infiltratore lineare è un manufatto adatto a permettere l'infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo, dai lati e dal fondo. Può essere progettato sulla base del volume di pioggia necessario alla gestione quantitativa della precipitazione; il volume d'invaso ha valenza di mitigazione idraulica.

SIMBOLOGIA

A=arrivo del sistema di drenaggio dell'area da servire (esempio tubo DN80 cm); **B**=chiusino del pozzetto di testata; **C**=pozzetto di testata; **D**=pozzettino sul fondo (per la gestione della pompa di esaurimento nelle manutenzioni); **E**=tubo di collegamento fra gli infiltratori verticali puntuali (entra ed esce dal pozzetto **C**); **F**=parte di **E** da utilizzare durante le manutenzioni (inserimento di acqua in pressione per eseguire la pulizia del tubo **E**); **G**=secondo collegamento fra **E** e **C** (in linea con il fondo del pozzetto); **H**=infiltratore verticale puntuale (rovescio); **L**=coperchio a vista di ogni infiltratore puntuale (da cui estrarre il filtro ed eseguire la manutenzione); **P1**=altezza del volume di infiltrazione (il volume è riempito di ghiaia vagliata e lavata, separato dal terreno circostante con geotessuto); **P2**=lunghezza del volume di infiltrazione; **P3**=larghezza del volume di infiltrazione; **Q**=manicotto di filtrazione costituito in geotessuto e sagomato a forma di palloncino sgonfio; **S**=flangia circolare in acciaio zincato dove collegare **R1**, **R2** e **Q**; **R1**=cestello esterno a forma di palloncino sgonfio formato da rete rigida a maglie in acciaio inox o acciaio zincato; **R2**=cestello interno formato da rete rigida a maglie in acciaio inox o acciaio zincato; **T**=filtro estraibile da **H** (composto da **R2** + **Q** + **R1**); **U**=elemento di attacco fra il tubo forato **V** e il tubo di collegamento **E**; **V**=tubo forato (in genere dello stesso diametro di **E**) che ha la funzione di contenere l'infiltratore puntuale **T**; **Z3**=livello ristagno acqua.

CARATTERISTICHE

01) sistema compatto per l'infiltrazione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo; 02) impatto paesaggistico limitato in quanto risultano visibili all'esterno solo il chiusino **B** ed i coperchi **L**; 03) adatto a medie superfici con suoli porosi.

APPLICAZIONI

01) sistema utile a mantenere il bilancio idrico naturale della zona ricaricando la falda; 02) applicabile in aree residenziali con densità edilizia da media ad alta e comunque dove il sottosuolo presenta un sufficiente tasso di infiltrazione; 03) il sistema non va applicato dove il deflusso superficiale è a rischio di inquinamenti concentrati (esempio a valle di distributori di benzina);

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) è consigliabile che il suolo circostante presenti un tasso di infiltrabilità di almeno 13-15 mm/ora (in caso contrario occorre sovrabbondare nel dimensionamento degli elementi **P1** e **P2**); 02) è consigliabile, ma non necessario, prevedere un volume di sedimentazione a monte, ovvero un canale inerbito, ovvero un mezzo fossato, ovvero una fascia inerbita di bio-filtrazione (pre-trattamento per eliminare parte dei solidi sedimentabili); 03) utilizzabile in aree con presenza di particelle fini trascinabili dall'acqua; 04) l'infiltratore lineare rimuove più del 98-99% dei solidi sospesi totali, circa il 65% del fosforo totale, il 65% dell'azoto totale, il 90% dei coliformi fecali e il 98% di metalli pesanti; 05) pendenza consigliata inferiore al 5%; 06) distanza minima consigliata fra fondo del volume **P1xP2xP3** e livello di falda almeno 100 cm; 07) adatto per suoli tipo "A", "B" o "C" secondo la nomenclatura NRCS; 08) il volume offerto dalle porosità entro **P1xP2xP3** va dimensionato in funzione del volume reso disponibile dalla rete di drenaggio ed in funzione del terreno esistente in posto (è comunque sempre consigliabile prevedere un troppo-pieno); 09) la progettazione deve prevedere lo svuotamento al massimo in 12-24 ore; 10) utilizzare aggregati lavati di frantoio diametro 25-40 cm; 11) in alternativa allo strato di terreno coltivo sopra il geotessuto di copertura mettere, se possibile, ghiaio rotondo che permette una più facile rimozione per eseguire la manutenzione; 12) studiare i particolari **B**, **F**, **D**, **G** in modo da agevolare l'operazione di manutenzione (pulizia del sedimento depositato in **E**).

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale (valutazione intasamento); 02) al bisogno rimozione dei sedimenti entro **E** agendo con canal-jet attraverso **F** e **G**, con pompa a membrana per l'allontanamento del flusso in **D**; 03) al bisogno, indicativamente ogni 2-3 anni, estrarre uno ad uno gli infiltratori puntuali **T** agendo sui coperchi **L** e pulire ogni filtro **Q** (collocato fra **R1** e **R2**) utilizzando acqua in pressione.

NOTE

ALLEGATO Z

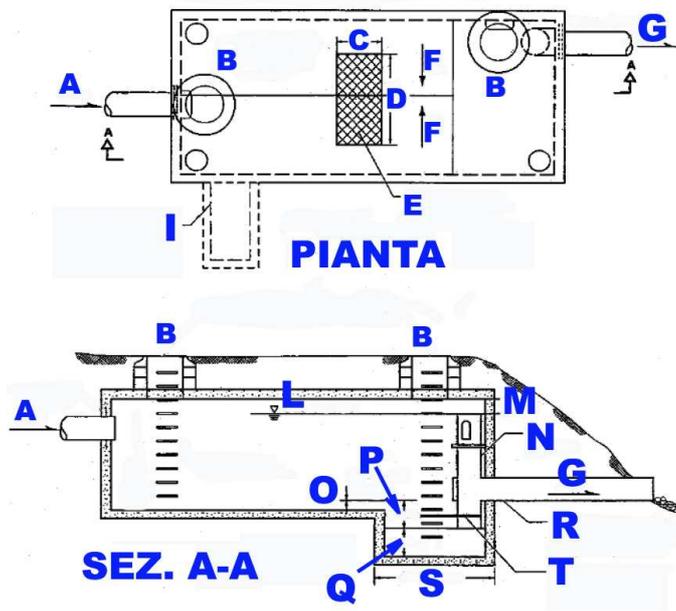
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/74a

Particolari urbanistici: **VASCA INTERRATA DI DETENZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) acquisire la **mitigazione idraulica (quantitativa)** dei flussi di piena.

SCHEMI O FIGURE



ESEMPIO DI VASCA INTERRATA

DESCRIZIONE

Le vasche interrata di detenzione sono progettate per garantire un controllo sul volume di piena attraverso la detenzione concentrata (una sola vasca) o sparsa (più vasche distribuite) dell'acqua di pioggia (mitigazione idraulica).

SIMBOLOGIA

A=ingresso flusso da laminare; B=passo d'uomo di accesso; C=almeno 150 cm; D=almeno 300 cm; E=apertura consigliabile con superfici superiori a 150-200 mq; F=pendenza del fondo di almeno 6%; G=uscita del flusso laminato; I=accesso opzionale alternativo ad E (almeno 150x300 cmq); L=livello massimo di progetto; M=spazio fra intradosso copertura e livello L di almeno 15-20 cm; N=strozzatura idraulica; O=altezza per deposito sedimenti di circa 15-20 cm; P=circa 50-60 cm; Q=circa 50-60 cm; R=tubo di scarico dimensionato per un tempo di ritorno di almeno 100 anni; S=almeno 150 cm di larghezza; T=grata con botola di accesso 60x60 cmq (barre zincate 30x5 mmq).

CARATTERISTICHE

01) il sistema permette unicamente il controllo quantitativo dell'acqua di pioggia; quindi non é adatto a trattare qualitativamente l'acqua di precipitazione; 02) nessun impatto paesaggistico in quanto non visibile all'esterno; 03) adatto a piccole/medie superfici; 03) il sistema é utilizzabile in unione con sistemi finalizzati al trattamento qualitativo dell'acqua di pioggia.

APPLICAZIONI

01) adatti per laminare i flussi di piena con tempi di ritorno da 5-10 anni a 100 e più anni; 02) applicabile in aree residenziali con densità edilizia da media ad alta ed in aree commerciali ed industriali.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) se abbinati a sistemi per il trattamento qualitativo dell'acqua di pioggia le vasche interrata di detenzione devono essere collocate a valle; 02) l'area di drenaggio massima gestibile con una singola vasca interrata di detenzione é stimabile nel valore di 10 ettari; 03) il calcestruzzo armato utilizzato deve avere resistenza caratteristica di almeno $R'_{bk}=300 \text{ kg/cm}^2$; 04) tutti i giunti di costruzione devono prevedere adeguati water-stop; 05) la resa statica del manufatto deve garantire i carichi stradali eventuali, il carico d'acqua e la spinta del terreno; 06) i passi d'uomo devono garantire l'ingresso nel punto di accesso e di uscita dell'acqua; 07) se la vasca é piccola (inferiore a 300 cm di lunghezza o larghezza) conviene prevedere coperture asportabili; 08) prevedere un vano di deposito del materiale sedimentabile valutabile in prima approssimazione come 0,003 mc per ogni mq di superficie "impermeabile" afferente a monte; 09) la strozzatura idraulica deve avere comunque un diametro fisiologico non inferiore a 4-5 cm e deve essere adeguatamente protetta contro il rischio intasamento connesso a solidi presenti in sospensione nel flusso; 10) prevedere un troppo pieno dimensionato su tempi di ritorno elevati (almeno 100 anni).

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale e dopo ogni evento elevato di precipitazione (valutazione intasamento); 02) rimozione dei sedimenti negli eventuali pretrattamenti e nel vano di sedimentazione.

NOTE

La figura é tratta da WDE, 2000.

ALLEGATO Z

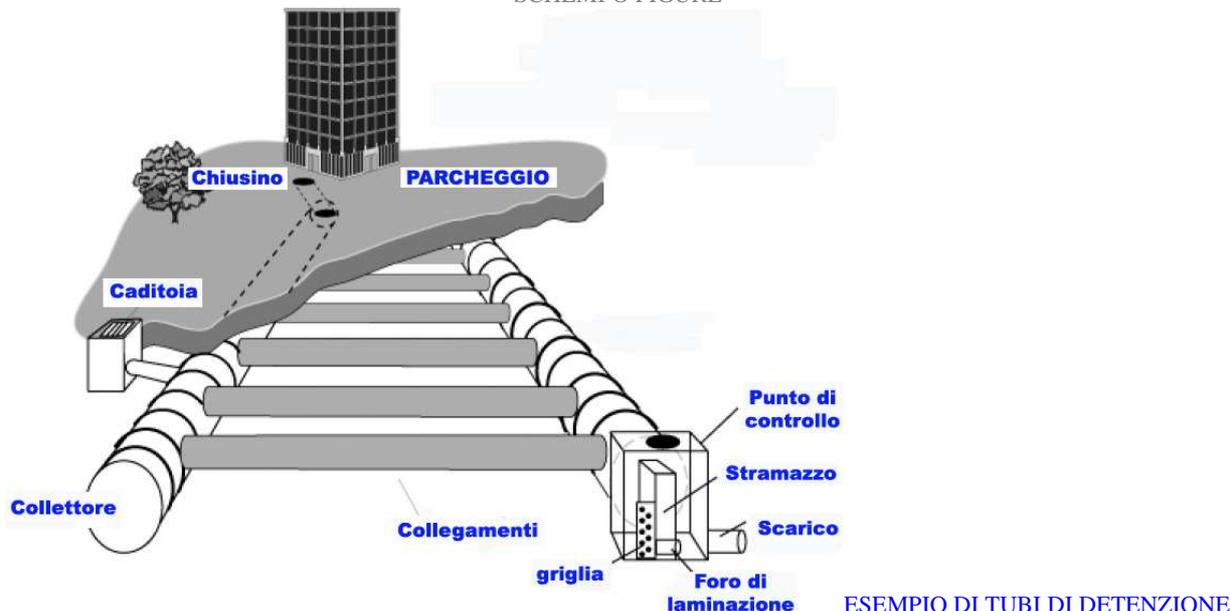
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/74b

Particolari urbanistici: **TUBI INTERRATI DI DETENZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) acquisire la **mitigazione idraulica** dei flussi di piena.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

I tubi (e cisterne) interrati di detenzione sono progettate per garantire un controllo sul volume di piena attraverso la detenzione sparsa dell'acqua di pioggia (mitigazione idraulica).

SIMBOLOGIA

CARATTERISTICHE

01) il sistema permette solo il controllo "quantitativo" dell'acqua di pioggia; quindi non é adatto a trattare "qualitativamente" l'acqua di precipitazione; 02) nessun impatto paesaggistico in quanto non visibile all'esterno; 03) adatto anche per grandi superfici (é consigliabile porre un limite sui 10-12 ettari); 04) il sistema é utilizzabile in unione con sistemi finalizzati al trattamento qualitativo dell'acqua di pioggia.

APPLICAZIONI

01) adatti per laminare i flussi di piena con tempi di ritorno da 5-10 anni a 100 e più anni; 02) applicabile in aree residenziali con densità edilizia da media ad alta ed in aree commerciali ed industriali.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) se abbinati a sistemi per il trattamento qualitativo dell'acqua di pioggia tubi e cisterne interrati di detenzione devono essere collocate a valle; 02) prevedere vani di deposito del materiale sedimentabile lungo le linee, in prima approssimazione valutabili in ragione di 0,003 mc per ogni mq di superficie "impermeabile" afferente a monte; 03) la strozzatura idraulica che regola il deflusso allo scarico deve avere un diametro fisiologico non inferiore a 4-5 cm e deve essere adeguatamente protetta contro il rischio intasamento connesso a solidi presenti in sospensione nel flusso; 04) in corrispondenza alla strozzatura idraulica prevedere un troppo pieno dimensionato su tempi di ritorno elevati; 05) il diametro dei tubi interrati di detenzione deve essere di almeno 80 cm.

MANUTENZIONE

01) ispezione minima annuale e dopo ogni evento elevato di precipitazione (valutazione intasamenti); 02) rimozione dei sedimenti negli eventuali pretrattamenti e nel vano di sedimentazione.

NOTE

La figura é tratta dal *Georgia Stormwater Management Manual*.

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31037 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 07/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

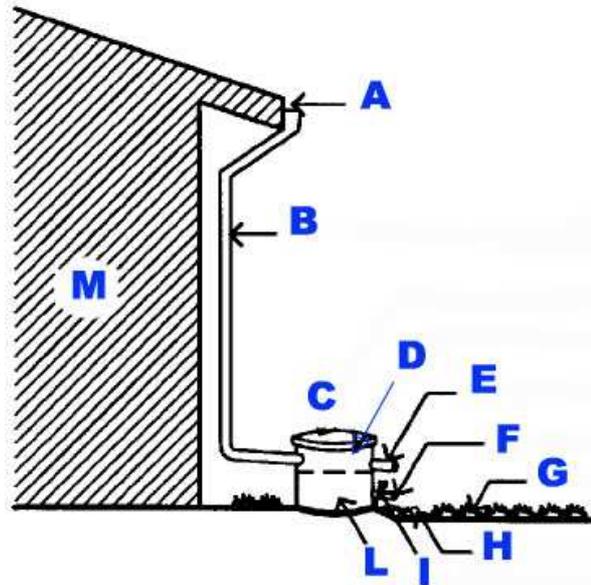
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/76

Particolari urbanistici: CISTERNA

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **disconnettere** le acque di deflusso superficiale dalla fognatura convenzionale (pozzetto+tubazione).
- 02) **agevolare la detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con cisterna si intende un serbatoio collocato sopra il livello del suolo direttamente collegato con un pluviale di una grondaia. L'acqua invasata viene lentamente rilasciata o in modo automatico attraverso una strozzatura all'uscita o attraverso la gestione di un rubinetto/valvola di chiusura. Il dimensionamento del volume della cisterna si fa sulla base del volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/802).

SIMBOLOGIA

A=grondaia; B=pluviale; C=coperchio; D=serratura; E=tubo di troppo pieno (almeno 5-6 cm di diametro); F=tubo di uscita con diametro comunque contenuto (1-2 cm); G=superficie del giardino; H=punto di dissipazione energia allo scarico (ad esempio utilizzando ciotoli e pietre); I=rubinetto di chiusura; L=cisterna fuori terra dimensionata sulla base del volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/802); M=edificio.

CARATTERISTICHE

- 01) la cisterna permette la riduzione del picco di flusso e la rimozione del materiale sedimentabile;
- 02) elimina la necessità di collegamento diretto col sistema di drenaggio convenzionale (pozzetto+tubazione).

APPLICAZIONI

- 01) applicabile in aree residenziali, commerciali e volumi destinati ad ufficio.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) un eventuale rubinetto (I) può essere chiuso permettendo di immagazzinare l'acqua di pioggia per una destinazione successiva (esempio per irrigazione);
- 02) la cisterna deve essere chiusa, in modo particolare per impedire la proliferazione delle zanzare;
- 03) se lo scarico é permanentemente aperto usare cautela nel dimensionamento. Infatti se é piccolo rispetto al diametro di ingresso alla cisterna (esempio da 5 a 10 mm) si invaserà acqua durante le precipitazioni e l'acqua defluirà lentamente di seguito mitigando i picchi di portata in situazione di precipitazione intensa;
- 04) la cisterna vā dimensionata sulla base del volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/802); il troppo pieno E gestirà invece gli eventi di pioggia a tempo di ritorno maggiore;
- 05) la copertura della cisterna vā dimensionata e scelta tenendo conto dei rischi ambientali e sociali (bambini);
- 06) intervenire sugli scarichi della grondaia con cipolle di filtrazione in modo da ridurre il rischio che materiale grossolano entri nella cisterna.

MANUTENZIONE

- 01) ispezione e pulizia ricorrente (almeno 2-3 volte l'anno);
- 02) rimuovere periodicamente il sedimento dal fondo della cisterna.

NOTE

ALLEGATO Z

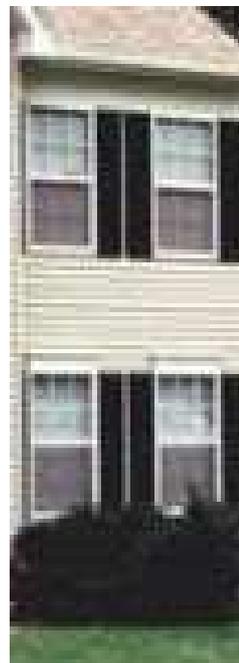
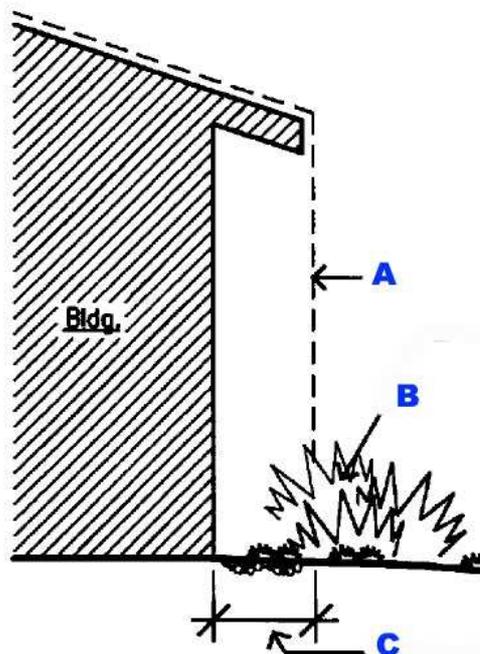
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/78

Particolari urbanistici: **VEGETAZIONE SULLO STILICIDIO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **rallentare** la formazione del deflusso superficiale.
- 02) **ridurre** i fenomeni di erosione superficiale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Piantumare arbusti ed erbe alla base della linea di colmo del tetto, in assenza di grondaia, riduce l'impatto dovuto allo stillicidio dell'acqua durante la precipitazione e favorisce, in conseguenza della dinamica di crescita delle radici, l'infiltrazione dell'acqua piovana.

SIMBOLOGIA

A=linea di gocciolamento o di scoscio in caso di pioggia; B=erbe ed arbusti a foglie larghe; C=zona da proteggere con ciotolato e sassi.

CARATTERISTICHE

- 01) lo sviluppo vegetativo di arbusti ed erba aumenta il tasso di infiltrazione;
- 02) lo sviluppo vegetativo protegge il suolo dall'erosione causata dal deflusso lineare concentrato in arrivo dal tetto.

APPLICAZIONI

- 01) per edifici privi di un sistema di grondaie per il drenaggio dell'acqua di precipitazione dai tetti.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) la piantumazione deve avvenire lungo la linea di gocciolamento;
- 02) utilizzare arbusti ed erbe ad alta capacità di intercettazione dell'acqua di pioggia;
- 03) utilizzare arbusti con foglie grandi con capacità di ritenere acqua e rilasciarla successivamente attraverso l'evaporazione e/o l'evapotraspirazione;
- 04) prevedere arbusti ed erbe in grado di resistere al gocciolamento concentrato e a periodiche saturazioni del suolo;
- 05) proteggere la superficie del suolo coperto dalla linea di gronda.

MANUTENZIONE

- 01) come per la manutenzione di giardini ed aree verdi.

NOTE

ALLEGATO Z

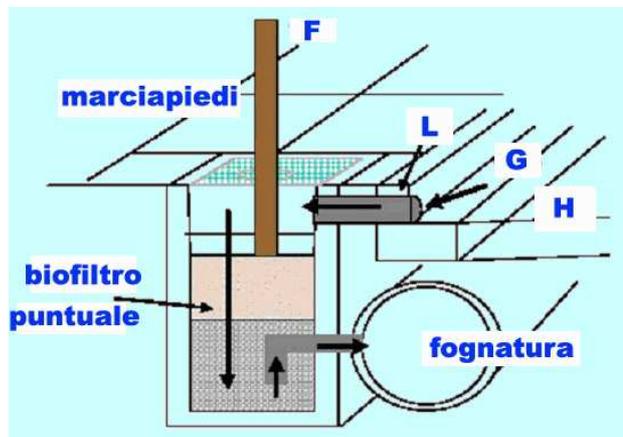
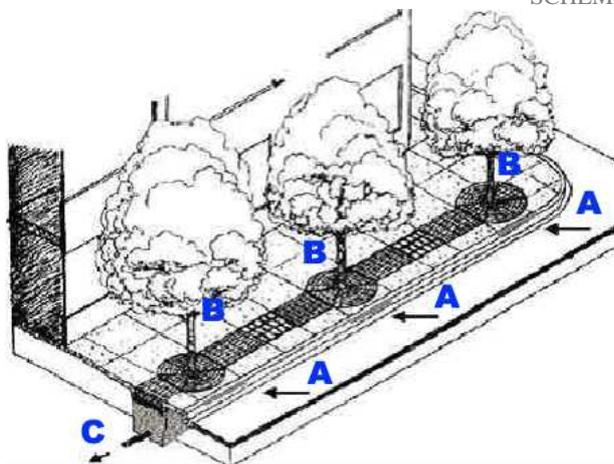
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/80

Particolari urbanistici: **BIOFILTRO PUNTUALE ALBERATO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **rallentare/ridurre** la concentrazione di deflusso superficiale; 02) **riduzione inquinanti** presenti nell'acqua di deflusso superficiale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Il biofiltro puntuale alberato (tree box filters) permette il controllo del deflusso di pioggia adattandosi a specifiche caratteristiche del sito urbano. Il sistema unisce il valore aggiunto estetico prodotto dall'alberatura ad un efficiente uso del terreno per la gestione delle acque di pioggia (mitigazione sia idraulica che ambientale).

SIMBOLOGIA

A=ingresso acqua di pioggia; B=biofiltro puntuale alberato; C=collettamento fognario; F=albero; G=cunetta; H=strada; L=caditoia.

CARATTERISTICHE

01) inserimento estetico gradevole connesso alla funzione del biofiltro; 02) possibilità di collocazione in serie; 03) trattamento qualitativo (rimozione inquinante) e quantitativo (mitigazione idraulica) dell'acqua di pioggia.

APPLICAZIONI

01) viale alberati, marciapiedi e piste ciclabili (opere di urbanizzazione in genere).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il tipo di piantumazione fa parte integrante del sistema di bioritenzione; 02) le piante vanno scelte in modo da resistere a periodi secchi e periodi umidi (acqua gravitazionale presente nel tempo); 03) le piante vanno scelte in modo che l'apparato radicale non abbia prevedibili sviluppi invasivi; 04) le piante vanno scelte in modo che l'apparato radicale agevoli e mantenga nel tempo l'infiltrabilità; 05) un b.p.a costa dai 4.000 ai 5.000 euro (valori 2009, compresa manutenzione per almeno 2 anni); 06) un b.p.a. se correttamente progettato può gestire fino a 300-700 mq di superficie impermeabile a monte; 07) indicativamente un b.p.a. presenta una superficie di circa 3-5 m² per ogni 1.000 m² di superficie impermeabile, riesce a trattare all'incirca l'80-90% del deflusso annuale, rimuove l'85% dei solidi sospesi, rimuove il 70-75% di fosforo totale, l'80-85% di metalli pesanti ed il 60-65% di azoto totale; 08) un b.p.a. di superficie 2x2 m² è ottimale per trattare 1.000 m² di superficie impermeabile.

MANUTENZIONE

01) controllo annuale con rimozione di rifiuti e detriti; 02) sfalcio e taglio al bisogno; 03) irrigazione durante i periodi siccitosi; 04) manutenzione delle grate se presenti; 05) ripiantumare piante se l'apparato radicale compromette il filtro; 06) sostituzione del suolo se contaminato da agenti inquinanti concentrati (spargimenti).

NOTE

01) la figura di sinistra è tratta dal *Virginia DCR Stormwater Management Program*; 02) la figura di destra è tratta da *LID Hidrologic Analisis del Prince George's County, Maryland*.

(C) 2005-2009 - *Studio Tecnico ing. Giuliano Zen*, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 06/2005
- QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

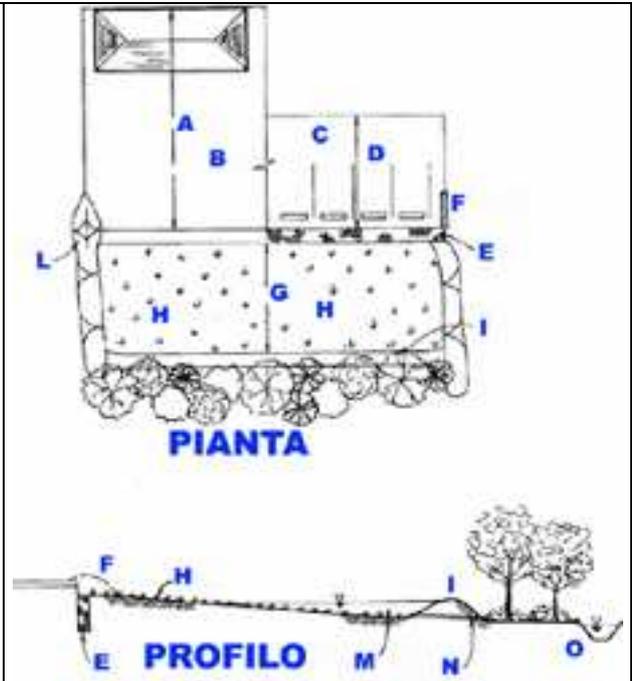
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/81

Particolari urbanistici: **AREA INERBITA DI BIOFILTRAZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **rallentare/ridurre** la concentrazione di deflusso; 02) **riduzione inquinanti** presenti nell'acqua di deflusso superficiale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Le aree inerbite di biofiltrazione sono superfici a pendenza contenuta, densamente inerbite, appositamente progettate con l'intento di ridurre la formazione del deflusso di piena e di ridurre la carica di inquinanti presenti nell'acqua piovana attraverso i processi di infiltrazione nel sottosuolo e la filtrazione erbosa. Abbiamo quindi una gestione delle acque sia idraulica che ambientale.

SIMBOLOGIA

A=massima distanza 50-70 m con aree semipermeabili; **B**=lotto residenziale; **C**=parcheggio (area impermeabile); **D**=massima estensione 20-25 m; **E**=diaframma di ghiaia; **F**=cordolatura di delimitazione; **G**=tipico da 8 a 16 m; **H**=tappeto erboso filtrante con bassa pendenza; **I**=arginello opzionale; **L**=arginello di delimitazione; **M**=ristagno massimo di progetto; **N**=materiale permeabile e tubo di esaurimento; **O**=canale di recapito finale.

CARATTERISTICHE

01) inserimento estetico gradevole; 02) trattamento qualitativo (rimozione inquinante) e quantitativo (mitigazione idraulica) dell'acqua di pioggia; 03) necessita di grandi superfici.

APPLICAZIONI

01) da usare attorno ad aree estese totalmente impermeabili; 02) funzione di pretrattamento della qualità dell'acqua prima dello scarico; 03) adatte al trattamento del deflusso da strade, tetti e parcheggi di non grande estensione.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il deflusso di piena superficiale originato dalle contermini aree impermeabili deve essere uniformemente distribuito all'ingresso dell'area inerbita di biofiltrazione; 02) l'area inerbita di biofiltrazione può essere utilizzata come pretrattamento delle acque di pioggia prima dell'inserimento delle stesse verso sistemi di drenaggio intubato; 03) la capacità di rimuovere una sostanza inquinante dipende dalla densità di vegetazione e dal tempo di contatto durante filtrazione ed infiltrazione (a sua volta dipendente dal tipo di suolo, dalla pendenza e se viene garantito il deflusso laminare). In genere si hanno questi valori ricorrenti: a) rimozione dei solidi totali 50%, b) rimozione del fosforo totale 20%, c) rimozione azoto totale 20%, d) rimozione di metalli pesanti fino al 40%; 04) ogni metro periferico dell'area può sostanzialmente trattare fino a 20-25 m di superficie impermeabile e 40-80 m di superficie permeabile; 05) pendenze consigliate fra il 2% (limite per evitare ristagni) e il 6% (limite per non attivare fenomeni erosivi); 06) l'area di biofiltrazione dovrebbe essere larga almeno 4-5 m per attivare una "filtrazione" e un "tempo di contatto" necessario ad un minimo trattamento qualitativo dell'acqua piovana: almeno 8-10 m sarebbe un valore preferibile; 07) l'inizio e la fine del pendio dovrebbero essere "piatti" in modo da agevolare la formazione del deflusso laminare e ridurre il rischio di inneschi di fenomeni erosivi; 08) nel punto più alto di ingresso all'area conviene predisporre un diaframma di prefiltrazione (piccola trincea con sabbia e graniglia avente pezzatura variabile fra 2 e 10 mm) che ha le seguenti funzioni: 1) pretrattamento delle particelle maggiori trasportate dall'acqua; 2) regolatore del livello dell'acqua di deflusso superficiale e garanzia che si attivi il deflusso laminare; 09) garantire un tempo di contatto di almeno 5 cm lungo la lunghezza dell'area inerbita con riferimento alla pioggia di progetto;

MANUTENZIONE

01) richiede frequenti interventi di manutenzione per evitare fenomeni di formazione di canalizzazioni preferenziali; 02) irrigazione durante i periodi siccitosi; 03) manutenzione delle grate se presenti; 04) sostituzione del suolo se contaminato da agenti inquinanti concentrati (spargimenti).

NOTE

01) le figure sono tratte dal *Georgia Stormwater Management Manual*.

(C) 2005-2009 - *Studio Tecnico ing. Giuliano Zen*, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 07/2005

- QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

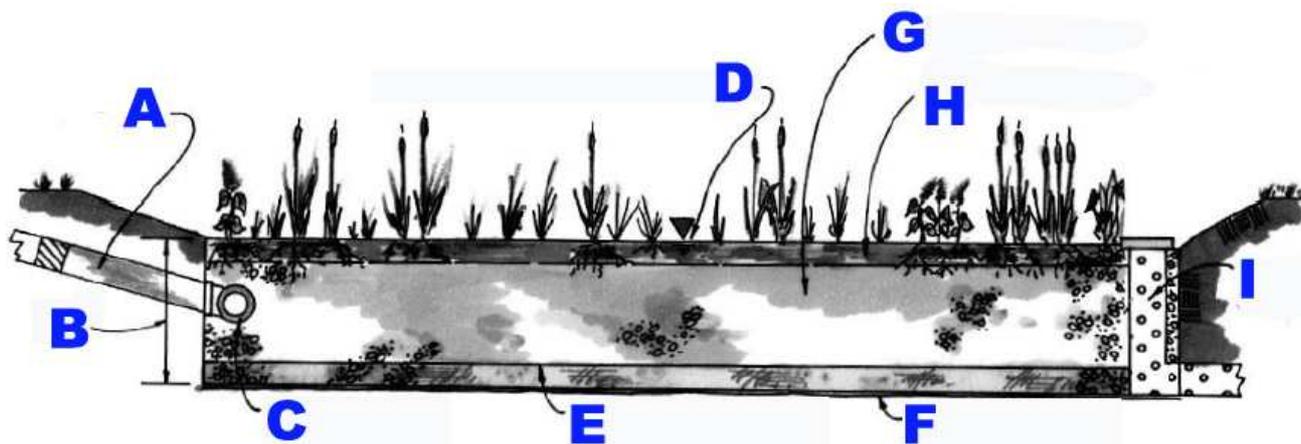
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/84

Particolari urbanistici: AREA UMIDA GHIAIOSA INTERRATA SOMMERGIBILE

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **rallentare/ridurre** la concentrazione di deflusso; 02) **riduzione inquinanti** presenti nell'acqua di deflusso superficiale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

L'area umida ghiaiosa interrata sommersibile è un sistema composta da uno o più volumi interrati riempite di litoidi di frantoio appositamente progettata per convivere con la vegetazione tipica di un'area umida. L'acqua di pioggia defluisce attraverso la zona interessata dall'apparato radicale delle piante e qui avviene la rimozione degli inquinanti.

SIMBOLOGIA

A=entrata flusso; B=150 cm circa; C=tubo forato di dispersione; D=livello acqua; E=strato di terriccio; F=spessore impermeabile; G=zona anaerobica; H=zona aerobica; I=sistema di regolazione dell'uscita del flusso.

CARATTERISTICHE

01) applicabile in zone con poco spazio; 02) richiede molta manutenzione; 03) adattabile in zone che richiedono esigenze di inserimento ambientale.

APPLICAZIONI

01) potenzialità elevate di rimozione degli inquinanti; 02) applicabile in zone con suolo poco permeabile e con livelli di falda alti; 03) applicabile per trattare il volume necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia; 04) l'applicazione ricorrente del sistema è per il trattamento delle acque nere (carichi inquinanti organici) ma può essere utilizzato anche per il trattamento qualitativo e quantitativo dell'acqua di pioggia.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) la capacità di rimuovere una sostanza inquinante è simile a quella di un'area umida. In genere si hanno questi valori ricorrenti: a) rimozione dei solidi totali 80%, b) rimozione del fosforo totale 50%, c) rimozione azoto totale 20%, d) rimozione di metalli pesanti fino al 50%, e) rimozione di coliformi fecali 70%. La crescita algale all'interno dell'ammasso granulare è il meccanismo principale di rimozione dell'inquinante; 02) l'area va progettata come sistema di trattamento in parallelo per gestire unicamente il volume d'acqua necessario alla gestione qualitativa dell'acqua di pioggia (vedi scheda Z/802); 03) occorre stimare attentamente l'area di drenaggio minima per sostenere la crescita vegetale; 04) utilizzare pendenze non superiori al 2%. Il carico idraulico necessario è gestibile dalla differenza di quota fra ingresso e uscita dell'acqua; 05) conviene prevedere un pretrattamento in ingresso per eliminare il materiale sedimentabile (pozzetto di sedimentazione/separazione o una depressione a monte); 06) il sistema può intercettare il piano della falda ma occorre essere sicuri che il rischio di immissioni temporanee di inquinante concentrato siano molto basse o nulle; 07) per i tipi di piante vedi ad esempio la scheda Z/816;

MANUTENZIONE

01) controllare che ingresso e uscita di ogni cella di trattamento non siano intasati; 02) al bisogno ricollocare materiale litoide pulito e ripiantumare la vegetazione.

NOTE

01) le figure sono tratte da *Center for Watershed Protection, Roux Associates Inc.*

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 07/2005
- QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

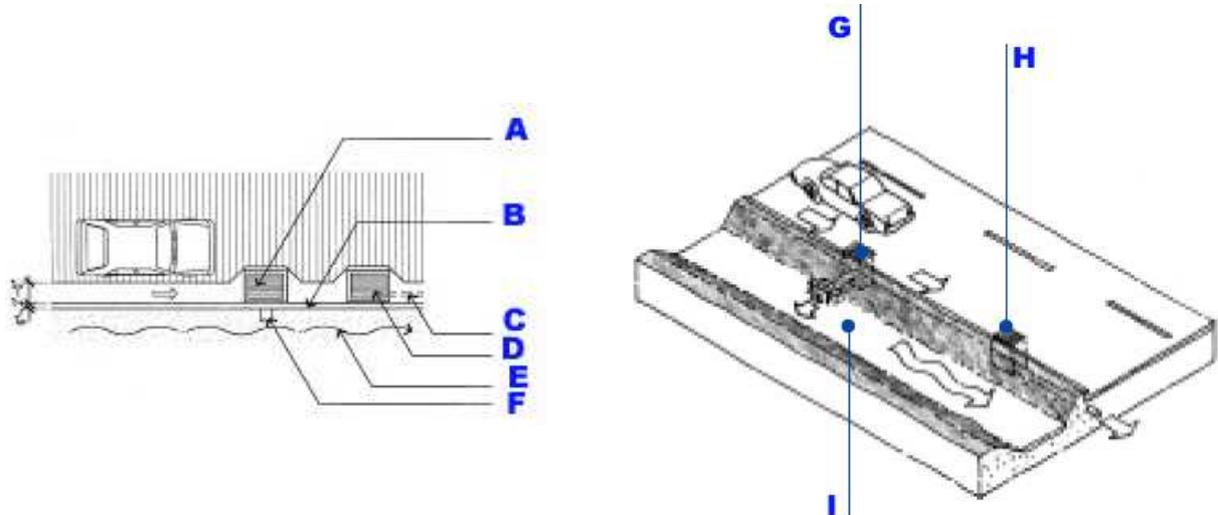
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/087

Particolari urbanistici: DRENAGGIO DUALE

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre** acqua di deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

il sistema di drenaggio duale prevede 2 coppie di caditoie ad ogni punto di smistamento dell'acqua di deflusso superficiale. La prima caditoia è dimensionata per derivare, verso un'area di infiltrazione come ad esempio un biofiltro lineare (vedi scheda Z/081), una quantità d'acqua corrispondente al volume minimo necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia; la seconda caditoia è dimensionata per drenare il maggior deflusso oltre il volume minimo necessario per gestire la qualità dell'acqua di pioggia entro il sistema di drenaggio convenzionale (cunetta+caditoia+tubo) in corrispondenza ad eventi a tempi di ritorno più elevati.

SIMBOLOGIA

A=caditoia per drenare il volume minimo necessario per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia; B=cunetta e cordonata di drenaggio convenzionale; C=tubazione che scarica alla rete di drenaggio convenzionale; D=seconda caditoia per drenare l'acqua in sovrappiù durante i grandi eventi di pioggia; E=biofiltro (scheda Z/081) o mezzo fossato (scheda Z/065); F=collegamento con E; G=prima caditoia (di monte); H=seconda caditoia (di valle); I=mezzo fossato (scheda Z/065).

CARATTERISTICHE

- 01) il sistema permette sia il trattamento dell'acqua di piena circa la qualità dell'acqua e circa la protezione dai picchi;
- 02) permette di separare l'acqua corrispondente al volume minimo necessario per gestire la qualità dell'acqua di pioggia durante i grandi eventi pluviometrici, in tal modo trattenendo entro un biofiltro (scheda Z/081) o una trincea di infiltrazione (scheda Z/072) o un mezzo fossato inerbito (scheda Z/065) il sedimento e l'inquinante trasportati nell'acqua di prima pioggia;
- 03) il risultato visivo del drenaggio duale assomiglia molto ad un sistema convenzionale di drenaggio (cordonata + caditoia + tubazione).

APPLICAZIONI

- 01) strade residenziali o strade vicine a complessi commerciali; in genere in strade secondarie;
- 02) il mezzo fossato (scheda Z/065) deve essere localizzato entro un'aiuola concava (scheda Z/056) o a bordo strada.
- 03) il sistema è poco adatto in aree industriali fortemente impermeabilizzate.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) le due caditoie devono essere reciprocamente adiacenti;
- 02) il progetto della caditoia di monte deve prevedere lo sversamento della quantità d'acqua corrispondente al volume per la gestione della qualità dell'acqua di pioggia all'adiacente mezzo fossato inerbito (scheda Z/065) o biofiltro lineare (Z/081). In caso di superamento di questo volume l'acqua passa alla caditoia successiva;
- 03) il progetto della caditoia di valle deve prevedere lo sversamento della quantità d'acqua corrispondente al volume in eccesso al primo trattamento (nel caso quindi di grandi eventi di piena) ad una rete di tubature che convoglia l'acqua ad un drenaggio convenzionale di fognatura o ad un'invaso di detenzione posto a valle;
- 04) le caditoie devono prevedere il deflusso verso il mezzo fossato (scheda Z/065) ad una quota inferiore a quella della sezione stradale;
- 05) il progetto del manufatto ambientale di recapito (esempio mezzo fossato come da scheda Z/065) va tarato sul volume minimo necessario per la qualità dell'acqua di pioggia.
- 06) il drenaggio duale è più costoso del drenaggio convenzionale.

MANUTENZIONE

- 01) simile alla manutenzione prevista per il mezzo fossato (scheda Z/065).

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31037 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

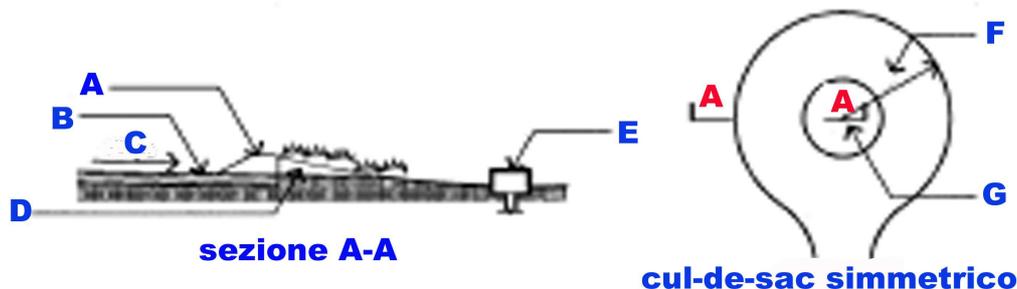
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/92

Particolari urbanistici: **CUL-DE-SAC**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

rotonde terminali in strade cieche che richiedono grandi estensioni come impegno di area con raggio sufficientemente sviluppato da permettere l'ingresso e l'uscita in sicurezza di autotreni e mezzi dei vigili del fuoco.

SIMBOLOGIA

A=cordolatura perimetrale (non fondamentale); **B**=piano stradale della rotonda; **C**=pendenza di drenaggio della rotonda; **D**=passaggio nella cordonata; **E**=caditoia di troppo pieno; **F**=raggio della rotonda terminale; **G**= centro della rotonda permeabile con piantumazione di tappeto erboso che permette, in caso di necessità, il passaggio di veicoli.

CARATTERISTICHE

- 01) la significativa area impermeabilizzata prodotta dal cul-de-sac aumenta il deflusso di piena e crea un'isola di calore;
- 02) un'aiuola centrale concava (vedi scheda Z/56) con superficie permeabile permette di attivare processi di infiltrazione e di detenzione per gestire i flussi di piena (ad esempio vedi trincea di infiltrazione = scheda Z/72);
- 03) l'area verde entro il cul-de-sac può ridurre la copertura di area impermeabile tra il 30 e il 40%, a seconda della configurazione della rotonda, mantenendo il raggio di curvatura necessario come imposto dalle norme stradali.

APPLICAZIONI

- 01) per i cul-de-sac in aree residenziali, commerciali ed industriali.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) se é necessario mantenere la transitabilità dell'aiuola centrale in situazioni di emergenza é possibile pavimentare l'aiuola stessa con grigliato erboso (scheda Z/34) o betonella (scheda Z/43) o con asfalto infiltrabile (scheda Z/20) o con calcestruzzo infiltrabile (scheda Z/17).

MANUTENZIONE

- 01) simile alla manutenzione dell'aiuola concava (scheda Z/56).

NOTE

ALLEGATO Z

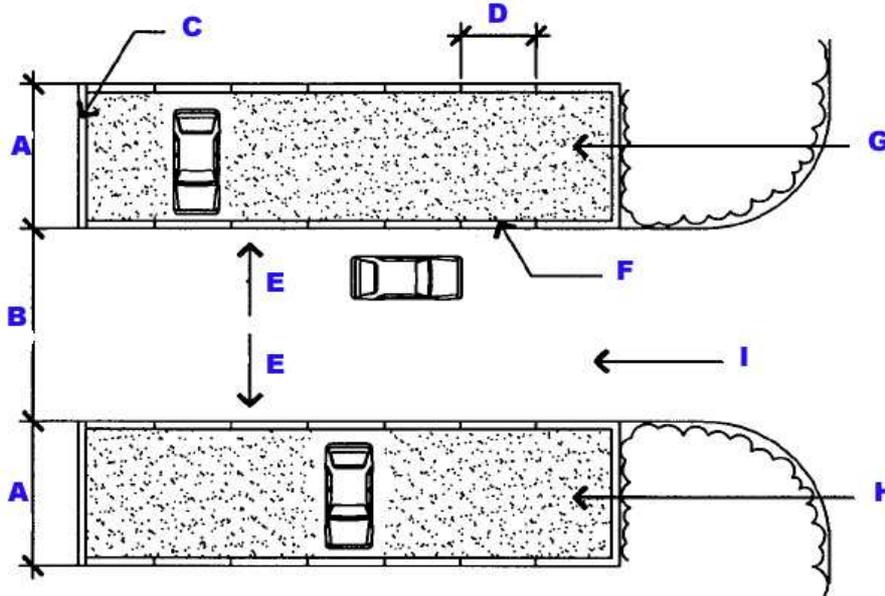
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/97

Particolari urbanistici: **PARCHEGGIO IBRIDO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

I parcheggi ibridi prevedono le corsie di manovra realizzate con pavimentazione convenzionale (asfalto o calcestruzzo) mentre gli stalli di sosta sono realizzati con pavimentazioni permeabili. In tal modo le aree oggetto di movimentazione più intensa (corsie di manovra) hanno una pavimentazione resistente mentre le aree oggetto di sosta veicolare sono realizzate con materiali meno resistenti alle azioni abrasive delle ruote dei veicoli.

SIMBOLOGIA

A=5 m (valore tipico); B=5,5-7,5 m; C=bordo rigido (esempio cordonata); D=2,5 m (valore tipico); E=pendenza di drenaggio nella parte impermeabile; F=delimitatore dello stalli (eventuale); G=H=grigliato erboso (scheda Z/34) o aggregato di frantoio; I=corsia di manovra in asfalto convenzionale o calcestruzzo convenzionale.

CARATTERISTICHE

- 01) il parcheggio ibrido riduce l'intera copertura impermeabile di un tipico doppio parcheggio con corsia di manovra centrale (fino al 60%) e ciò permette di evitare la predisposizione della fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 02) la differenziazione fra area di sosta e corsia di manovra può mitigare l'impatto sul paesaggio causato dalla costruzione del parcheggio.

APPLICAZIONI

- 01) in aree commerciali, uffici, ristoranti, alberghi, ecc...;
- 02) la scelta del tipo di pavimentazione permeabile dipende dall'uso: per stalli di sosta con una alternanza autoveicolare frequente è consigliato l'uso dell'asfalto infiltrabile (vedi scheda Z/20) o l'uso del calcestruzzo infiltrabile (vedi scheda Z/17) o della betonella (vedi scheda Z/43); per stalli di sosta con alternanza autoveicolare poco frequente (come alberghi, uffici o abitazione) è consigliabile utilizzare pavimentazione in aggregato di frantoio (vedi scheda Z/45);
- 03) le variazioni di permeabilità dipendono dal tipo di pavimentazione scelta da utilizzare in G=H;
- 04) l'eventuale presenza di falda a profondità non adeguata va attentamente valutata;

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) mantenere la pendenza degli stalli a valori bassi o molto bassi (in ogni caso, al massimo, 5%);
- 02) progettare le corsie di manovra sulla base di velocità di progetto significative (20-40 km/h) mentre gli stalli di sosta vanno progettati per velocità molto più contenute;
- 03) le corsie di manovra devono prevedere una pendenza superficiale di drenaggio verso gli stalli di sosta;
- 04) può essere necessario prevedere un sistema di drenaggio convenzionale (cunette+caditoie+tubazioni interrato) in funzione della piena di progetto scelta e del tipo di suolo sottostante;
- 05) la pavimentazione degli stalli di sosta per disabili deve essere progettata secondo la normativa specifica.

MANUTENZIONE

- 01) periodica eliminazione delle erbacce e/o reintegro degli elementi litoidi;
- 02) con pavimentazione in grigliato erboso è necessario prevedere la fertilizzazione, l'irrigazione, il controllo della crescita delle malerbe e la falciatura;
- 03) è consigliabile una ricorrente aspersione con acqua in pressione o con aria in pressione per gli stalli pavimentati con asfalto infiltrabile o con calcestruzzo infiltrabile.

NOTE

ALLEGATO Z

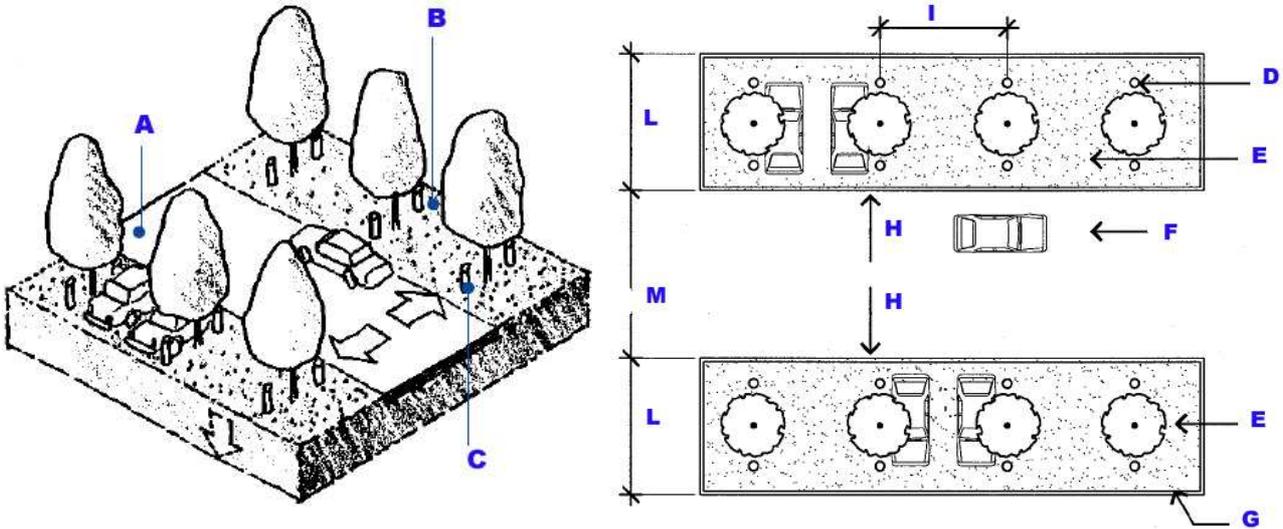
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/98

Particolari urbanistici: **PARCHEGGIO ALBERATO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Il parcheggio alberato prevede una serie di alberi e di delimitatori per definire gli stalli di sosta. Lo stallo formato con una pavimentazione infiltrabile riduce la percentuale complessiva di area impermeabile mentre gli alberi riducono gli effetti negativi delle "isole di calore" e migliorano la permeabilità del suolo.

SIMBOLOGIA

A=corsia di manovra pavimentata con materiale impermeabile convenzionale (esempio asfalto); **B**=stallo di sosta realizzato con pavimentazione permeabile; **C=D**=delimitatore o albero ogni 6 m circa; **E**=pavimentazione permeabile (esempio in aggregato di frantoio, vedi scheda Z/45); **F**=pavimentazione permeabile convenzionale (es. asfalto); **G**=delimitazione rigida (esempio cordona); **H**=pendenza di drenaggio superficiale della corsia di manovra; **I**=6-8 m; **L**=5-6 m; **M**=6-8,5 m.

CARATTERISTICHE

- 01) il parcheggio alberato si inserisce bene nel paesaggio;
- 02) il tasso di permeabilità raggiungibile dipende dal tipo di superficie permeabile utilizzata.

APPLICAZIONI

- 01) in zone destinate a uffici, ristoranti, alberghi. La miglior situazione é quando il veicolo parcheggia per molto tempo (alberghi, hotels, uffici);
- 02) da sconsigliare per parcheggi ad elevata frequenza di parcheggio (esempio ristoranti o stalli di sosta per attività commerciali) in quanto é necessaria maggior attenzione nella movimentazione vicino agli alberi.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) lo stallo di sosta deve essere leggermente sovradimensionato per tener conto della presenza dei delimitatori e degli alberi;
- 02) il primo delimitatore o il primo albero dal lato della corsia di manovra deve distanziare dal bordo della corsia almeno 1 m in modo da agevolare l'ingresso ed uscita dell'autoveicolo;
- 03) le corsie di manovra devono prevedere una pendenza superficiale di drenaggio verso gli stalli di sosta;
- 04) può essere necessario prevedere un sistema di drenaggio convenzionale (cunette+caditoie+tubazioni interrato) in funzione della piena di progetto scelta e del tipo di suolo sottostante;
- 05) la pavimentazione degli stalli di sosta per disabili deve essere progettata secondo la normativa specifica;
- 06) é necessario prevedere un sistema di irrigazione, in particolare per gli alberi;
- 07) gli alberi vanno scelti per la forma (sviluppo vegetazione dopo i primi 2-3 m di altezza). Gli alberi inoltre non devono agevolare lo sviluppo o la permanenza di insetti nocivi e non devono rilasciare materiale sulle automobili in sosta.

MANUTENZIONE

- 01) periodica eliminazione delle erbacce e/o reintegro degli elementi litoidi;
- 02) periodica potatura degli alberi in modo da garantire uno sviluppo compatibile con la permanenza degli autoveicoli in sosta.

NOTE

ALLEGATO Z

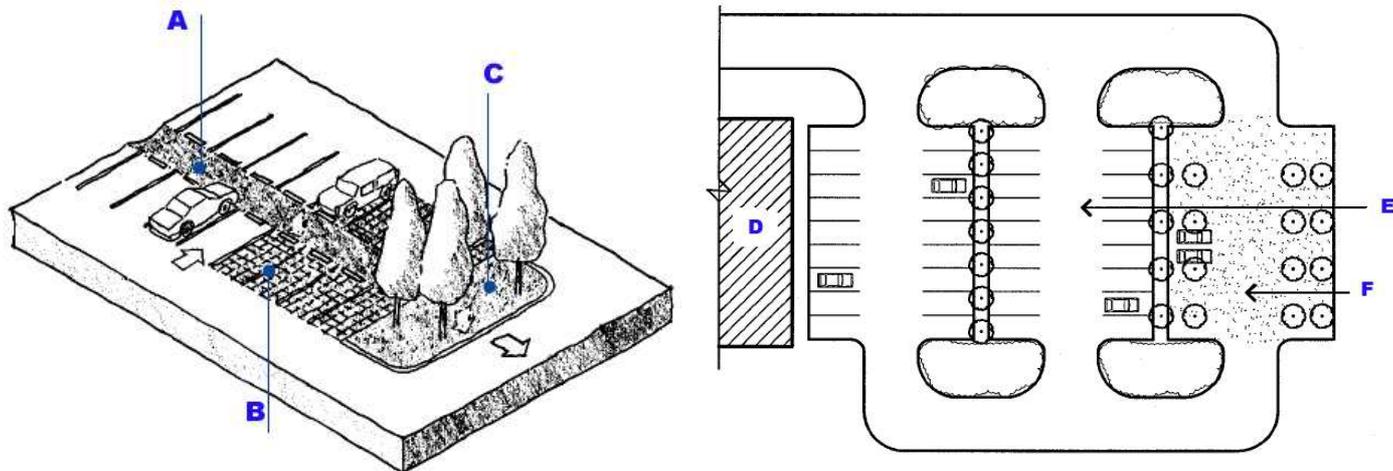
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/99

Particolari urbanistici: **PARCHEGGIO APPENDICE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con il parcheggio "appendice" il progettista tende a differenziare fra la richiesta normale di parcheggio e la richiesta di punta; il parcheggio utilizzato in condizioni di punta, da qui il nome parcheggio "appendice", si presume sia usato meno nel tempo e quindi sia suscettibile di essere costruito con metodologie più "soft" e di rispetto ambientale. Quindi gli stalli di sosta per il parcheggio con richiesta di parcheggio "normale" vengono costruiti con materiali tradizionale (più durevoli) e impermeabili (esempio asfalto) mentre gli stalli di sosta dei parcheggi da utilizzare nelle punte vengono costruiti con pavimentazioni infiltrabili. Nel caso in figura gli stalli di sosta ad uso più frequente vengono posizionati appresso al fabbricato.

SIMBOLOGIA

A=mezzo fossato (scheda Z/65) o biofiltro (scheda Z/81); **B**=stalli di sosta del parcheggio appendice (rifiniti ad esempio con grigliato erboso, vedi scheda Z/34); **C**=area di infiltrazione o detenzione dei flussi di piena; **D**=edificio servito dal parcheggio; **E**=parcheggio con pavimentazione impermeabile tradizionale (esempio asfalto); **F**=stalli di sosta del parcheggio appendice con pavimentazione permeabile (ad esempio grigliato erboso come da scheda Z/34 o aggregato di frantoio come da scheda Z/45).

CARATTERISTICHE

- 01) il parcheggio appendice potrebbe essere collocato tra parcheggi convenzionali in modo da rompere la monotonia e l'impatto paesaggistico;
- 02) il tasso di permeabilità raggiungibile dipende dal tipo di superficie permeabile utilizzata nel parcheggio appendice.

APPLICAZIONI

- 01) adatto nei grandi parcheggi di centri per conferenze, grossi centri sportivi, grossi centri commerciali, chiese, teatri, ecc...;
- 02) adatto per garantire parcheggio ai "visitatori" nei grandi complessi destinati ad uffici.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) anche le corsie di manovra dei parcheggi appendice possono avere la superficie permeabile;
- 02) il dimensionamento dei parcheggi appendice deve garantire il servizio in situazione di picco della domanda di parcheggio;
- 03) in genere la domanda "normale" di parcheggio corrisponde ai 2/3 della domanda teorica massima mentre la domanda di parcheggio appendice corrisponde a 1/3 della domanda teorica massima;
- 04) é necessario prevedere un sistema di irrigazione, in particolare con uso del grigliato erboso (vedi scheda Z/34).

MANUTENZIONE

- 01) periodica eliminazione delle erbacce e/o reintegro degli elementi litoidi con uso di aggregato di frantoio (vedi scheda Z/45).

NOTE

ALLEGATO Z

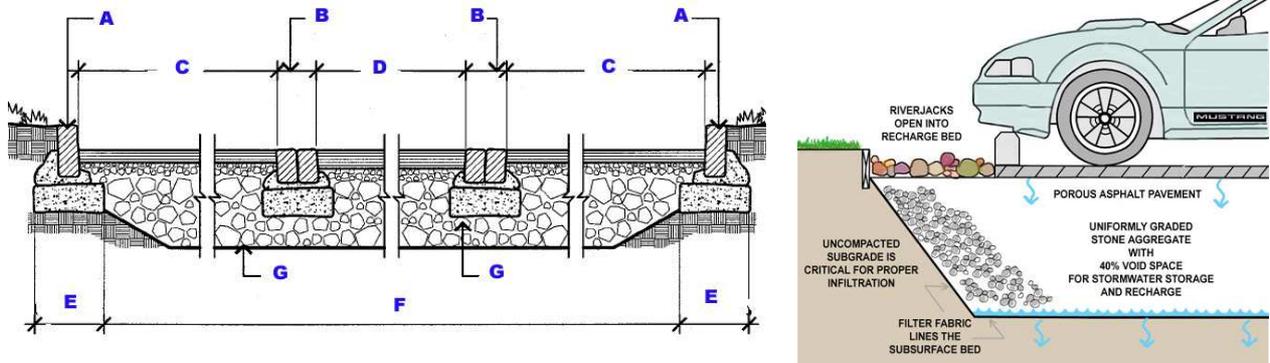
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/102

Particolari urbanistici: **PARCHEGGIO con materasso RINVASABILE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Il parcheggio con materasso "rinvasabile" é dotato di un letto di drenaggio interrato che riceve, immagazzina e permette l'infiltrazione nel sottosuolo dell'acqua di falda.

SIMBOLOGIA

A=cordonata; **B**=cordonate di delimitazione fra gli stalli per la sosta e la corsia di manovra; **C**=stalli per la sosta con pavimentazione permeabile (ad esempio asfalto infiltrabile, vedi scheda Z/20); **D**=corsia di manovra con pavimentazione eseguita in asfalto convenzionale (impermeabile); **E**=sottostrato granulare di frantoio costipato; **F**=sottostrato granulare di frantoio non costipato; **G** a sinistra=stuoia di geotessuto di separazione; **G** a destra=volume rinvasabile realizzato con misto di frantoio lavato.

CARATTERISTICHE

- 01) predisporre invasi interrati annulla i rischi connessi al deposito di fanghiglia, crescita di zanzare e altri rischi ambientali quasi sempre associati agli invasi superficiali rinvasabili;
- 02) il materasso interrato di materiale granulare fornisce un notevole invaso alle acque di pioggia. L'acqua perviene al materasso ad esempio attraverso una rete di tubazioni spiralate forate in PVC;
- 03) limitazioni al sistema possono derivare dalla presenza di sottosuolo poco infiltrabile, piano della falda troppo elevato e/o dal tipo di traffico veicolare che interessa il parcheggio.

APPLICAZIONI

- 01) adatto a parcheggi collegati ad aree dove il problema di acquisire la mitigazione idraulica é elevato.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) utilizzare asfalto infiltrabile, sopra uno strato di collegamento in ghiano di frantoio lavato, dello spessore di almeno 6-7 cm;
- 02) il materasso rinvasabile deve essere realizzato con un aggregato aperto di litoidi di frantoio in grado di fornire almeno una porosità del 40%;
- 03) la guaina in geotessuto permette all'acqua di passare ed impedisce nello stesso tempo alla componente fina presente nel suolo sottostante di spostarsi verso il materasso rinvasabile;
- 04) prevedere un bordo poroso avanti le ruote dei veicoli in corrispondenza agli stalli di sosta, separato con cordonata;
- 05) limitare la previsione della superficie infiltrabile agli stalli di sosta (sono meno sollecitati dalle ruote degli autoveicoli);
- 06) deve essere garantita la presenza di un terreno sottostante che nel primo m di profondità presenti un tasso di infiltrazione di almeno 13-14 mm/ora;
- 07) bisogna fare in modo che il deflusso che perviene al materasso rinvasabile interrato sia privo di sedimenti fini (prevedere pre-trattamento del deflusso superficiale in arrivo);
- 08) porre attenzione alla possibilità che si formino canali preferenziali di deflusso sotterraneo (rischio erosione).

MANUTENZIONE

- 01) periodica pulizia con acqua in pressione o aria in pressione.

NOTE

ALLEGATO Z

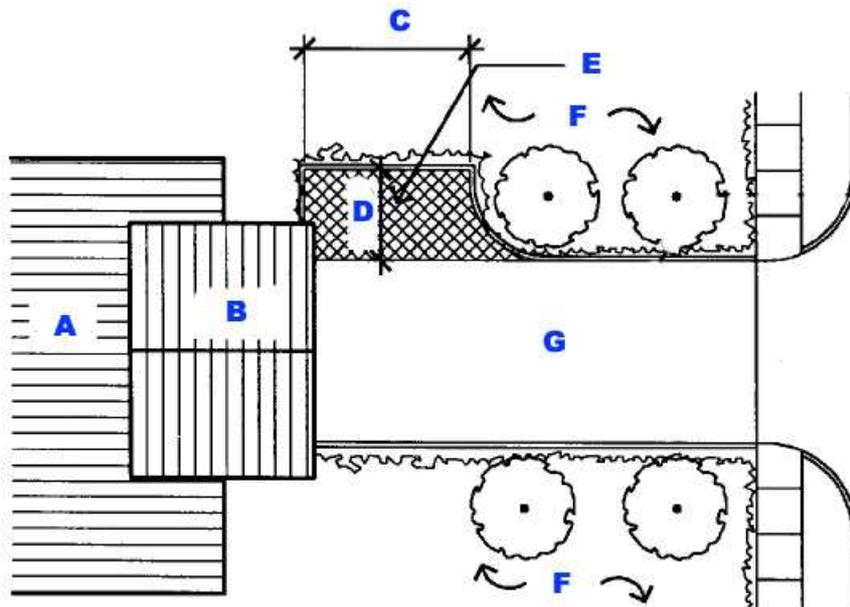
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/105

Particolari urbanistici: **PARCHEGGIO MOMENTANEO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con "parcheggio momentaneo" si intende una parte di area pavimentata con superficie permeabile (grigliato erboso come da scheda Z/34 o betonella aperta come da scheda Z/43) che può essere interessata "momentaneamente" dal traffico veicolare ma mantiene i caratteri di area con valenza paesaggistica.

SIMBOLOGIA

A=edificio residenziale; B=garage; C=da 5 a 8 m; D=circa 3 m; E=pavimentazione permeabile; F=prato, giardino o tappeto erboso; G=accesso al garage in pavimentazione impermeabile tradizionale (esempio asfalto o pietre su malta fugata).

CARATTERISTICHE

- 01) la zona quando non usata per il parcheggio o la movimentazione veicolare appare come uno spazio verde;
- 02) il coefficiente di deflusso da prevedere è ovviamente funzione del tipo di pavimentazione permeabile utilizzata;
- 03) la previsione del "parcheggio momentaneo" riduce l'area con superficie impermeabile.

APPLICAZIONI

- 01) adatto a viali di accesso carraio ad uso residenziale;
- 02) adatto per aree dove il parcheggio o il transito momentaneo non è usato con frequenza;
- 03) adatto a zone a parcheggio per visitatori ed ospiti.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) occorre comunque tener conto dei carichi prevedibili nel dimensionamento della pavimentazione.

MANUTENZIONE

- 01) vedere le schede corrispondenti al tipo di pavimentazione infiltrabile scelta.

NOTE

ALLEGATO Z

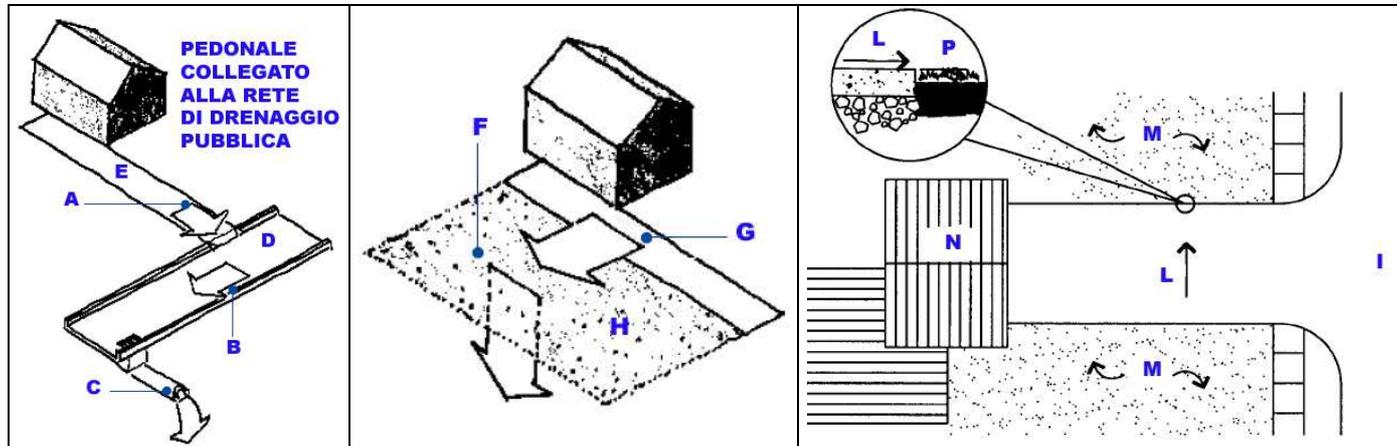
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/115

Particolari urbanistici: **VIALI E PEDONALI SCOLLEGATI**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione);
- 03) agevolare la **detenzione** dell'acqua di pioggia.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con viali e pedonali "scollegati" si intende una conformazione del drenaggio dell'acqua di pioggia che non invia il flusso alla rete convenzionale (cunetta+caditoia+tubo) ma invia il flusso ad una adiacente area verde (es. prato rasato) o comunque ad un'area permeabile con una aliquota di infiltrabilità non trascurabile.

SIMBOLOGIA

A=deflusso superficiale verso la strada; **B**=sistema di raccolta convenzionale (cunetta + caditoia + tubazione); **C**=scarico puntuale con elevata concentrazione di sostanze inquinanti; **D**=strada pubblica; **E**=pedonale privato; **F**=acqua di pioggia che si infiltra nel verde privato; **G**=pedonale che drena verso il verde privato; **H**=verde privato con capacità di infiltrazione non trascurabile; **I**=strada pubblica; **L**=superficie impermeabile che drena verso il verde privato; **M**=verde privato (esempio prato rasato); **N**=edificio (esempio garage); **P**=differenza di livello di almeno 6-8 cm fra la quota del tappeto erboso e la quota della pavimentazione impermeabile.

CARATTERISTICHE

- 01) pedonali e viali si inseriscono nella medesima conformazione ambientale creata da pedonali e viali con drenaggio convenzionale;
- 02) gli inquinanti vengono dispersi e assorbiti nel tappeto erboso o nella superficie ad alto tasso di infiltrabilità.

APPLICAZIONI

01) applicabile a viali e pedonali che presentano in adiacenza aree naturali (tappeto erboso) o artificiali (es. grigliato erboso) ad alto tasso di infiltrazione.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) la pendenza trasversale del viale o del pedonale deve essere maggiore della pendenza longitudinale;
- 02) lo strato drenante ricevente (nell'area permeabile) deve essere dimensionato almeno su una capacità di invaso pari al volume minimo necessario per la qualità dell'acqua (vedi scheda Z/801). E' consigliabile un valore di **P** comunque non inferiore a 6-8 cm se la superficie del terreno é orizzontale;
- 03) il bordo della superficie impermeabile deve avere una quota più elevata di almeno 6-8 cm rispetto al piano dell'area inerbita in modo che l'erba o la vegetazione non blocchino il deflusso superficiale in arrivo dal pedonale o dal viale.

MANUTENZIONE

- 01) il bordo dell'area permeabile deve essere sempre nelle condizioni di non impedire il flusso di acqua superficiale verso l'area permeabile.

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

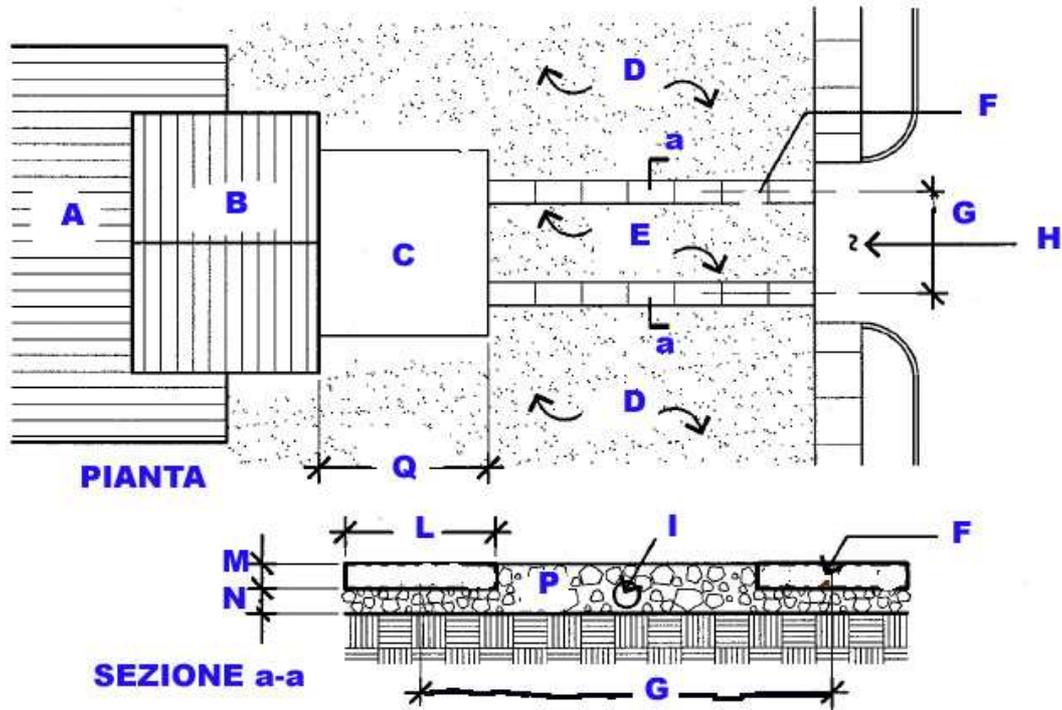
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/118

Particolari urbanistici: **FASCIE PREFERENZIALI PER RUOTE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

- 01) **ridurre impatto** della progettazione urbanistica sulla gestione idraulica e ambientale delle acque di pioggia;
- 02) **ridurre o annullare** il deflusso superficiale verso la fognatura convenzionale (cunetta+caditoia+tubazione).

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con fascie preferenziali per ruote si intende un particolare disegno del viale di accesso al garage che prevede la pavimentazione impermeabile solo in corrispondenza al percorso delle ruote dei veicoli; si ottiene così una riduzione di copertura impermeabile del suolo.

SIMBOLOGIA

A=edificio, residenza; B=garage per auto; C=superficie di introduzione al garage in genere realizzata in calcestruzzo convenzionale (impermeabile) o in asfalto convenzionale (impermeabile); D=giardino, prato erboso; E=in genere prato erboso o grigliato erboso (scheda Z/34); F=fascie per il transito delle ruote (in pietra, calcestruzzo o mattone); G=interasse variabile fra 1,6 e 1,9 m; H =zona di accesso rifinita in calcestruzzo o asfalto convenzionale (impermeabile); I=tubo forato di drenaggio (diametro di almeno 10-12 cm); L=60-70 cm (indicativo); M=10 cm (indicativo); N=almeno 10-12 cm; P=pietrisco granulare aperto di frantoio; Q=6-7 m (indicativi).

CARATTERISTICHE

- 01) la fascia centrale può essere piantumata con tappeto erboso, rivestita con ghiaino di frantoio o con grigliato erboso (vedi scheda Z/34);
- 02) le fascie preferenziali per ruote possono ridurre la superficie infiltrabile di un 50-60% se confrontate con le fascie di accesso veicolare convenzionali (realizzate con materiale impermeabile).

APPLICAZIONI

- 01) in aree residenziali con bassa densità edificata;
- 02) schema raccomandato per fascie di accesso veicolare diritte, sconsigliato per fascie di accesso veicolare curve.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) L dipende dal tipo di veicolo e dalla preventivabile "capacità" di guida;
- 02) le fascie preeferenziali vanno progettate in funzione dei prevedibili carichi di utilizzo;
- 03) qualora il suolo sottostante presenti un tasso di infiltrazione non adeguato é consigliabile la predisposizione di un dreno I;
- 04) se la fascia centrale é in tappeto erboso o grigliato erboso conviene valutare l'eventualità di predisporre un impianto per l'irrigazione. Valutare inoltre il rischio che il tappeto o il grigliato erboso siano sottoposti a periodi troppo lunghi di ombreggiamento (in caso di parcheggio prolungato);
- 05) se la fascia centrale é piantumata con tappeto erboso potrebbe essere necessario di predisporre una bordatura rigida integrativa.

MANUTENZIONE

- 01) la fascia centrale E richiede manutenzione (vedi scheda relativa al tipo di copertura utilizzata).

NOTE

ALLEGATO Z

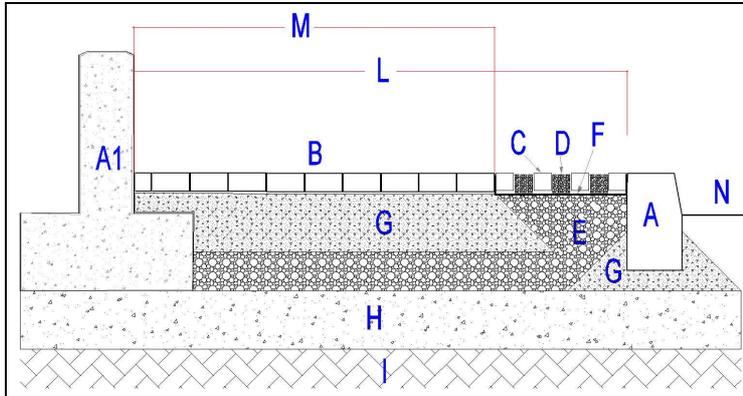
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/121

Particolari urbanistici: **MARCIAPIEDE IBRIDO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) ridurre la formazione di deflusso superficiale; 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia; 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

Con marciapiede ibrido si intende un marciapiede dotato di pavimentazione solo parzialmente impermeabile progettata per assorbire acqua di pioggia. La parte permeabile viene realizzata con elementi modulari a celle aperte dove le celle sono riempite con ghiaino pressato scabro vagliato di frantoio. Il marciapiede ibrido può essere utile solo per rispondere a problematiche di mitigazione idraulica; la mitigazione ambientale (riduzione degli inquinanti) è trascurabile o nulla.

SIMBOLOGIA

A=cordonata d'ambito; A1=recinzione; B=fascia normalmente interessata dal traffico pedonale realizzata (ad esempio) in mattoncini, listelli o tondelli prefabbricati in calcestruzzo, con fessure di larghezza trascurabile riempite di boiaccia di cemento. La fascia deve presentare una pendenza verso C pari ad almeno il 2-2,5%; C=elemento modulare prefabbricato (grigliato erboso, vedi scheda Z/034); D=riempimento con ghiaino scabro pressato di frantoio, eventualmente a più tonalità di colore, diametro 8-12 mm; E=riempimento con ghiaino scabro di frantoio diametro 12-15 mm; F=tessuto non-tessuto per ridurre il rischio di crescita erba e per ridurre il rischio di infiltrazione di materiale fino; G=magrone di fondazione; H=strato di ghiaia (con percentuale di particelle fini trascurabile), almeno 20-25 cm; I=terreno esistente (compattazione preliminare limitata o nulla); L=almeno 140 cm; M=almeno 90 cm; N=sede stradale.

CARATTERISTICHE

01) non è necessario prevedere il drenaggio tradizionale (deflusso verso caditoia + tubo di fognatura); 02) da utilizzare preferibilmente con elementi modulari (grigliati) prefabbricati in calcestruzzo in quanto sono più pesanti, anche se con minori aperture destinate all'infiltrazione rispetto a quelli in plastica; 03) fori dei grigliati riempiti con ghiaino pressato scabro; 04) la sezione tipo è più che sufficiente per garantire i volumi di detenzione sull'area di sedime del marciapiede. Nel caso il marciapiede debba drenare ulteriore superficie occorre dimensionare le porosità sulla base di una lama d'acqua di 7-10 cm uniformemente distribuita; 05) lo schema costruttivo esposto riduce gli effetti delle "isole di calore" legate alle superfici impermeabili del marciapiede.

APPLICAZIONI

01) marciapiedi con volume di traffico pedonale di ogni tipo; sconsigliabile se i veicoli pesanti possono interessare con le ruote la superficie drenante; 02) gradevole inserimento ambientale giocando con le tonalità di colore degli elementi costruttivi (mattoncini, listelli, tondelli, cordonate, ghiaino).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) sezione tipo indicata per pendenze massime longitudinali del marciapiede variabili fra 0 e un massimo del 5%; 02) per i riempimenti D ed E conviene utilizzare ghiaino di frantoio (sconsigliato il ghiaino rotondo); 03) lo strato di terreno originario (I) deve subire una minima compattazione iniziale; 04) se il terreno originario I è poco permeabile (argilla, limo) occorre predisporre un sistema di drenaggio o dimensionare generosamente lo strato H in modo da aumentare la detenzione idrica; 05) la funzione del geotessuto F è soprattutto quella di impedire o ridurre il rischio di crescita delle erbe.

MANUTENZIONE

01) al bisogno risistemazione e ricompattazione di elementi litoidi usciti dalla sede; 02) al bisogno rifare le fasce di filtrabilità in caso di intasamento del geotessuto o dello spessore di pietrisco in superficie.

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 08/2005
- QUESTA SCHEDE NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

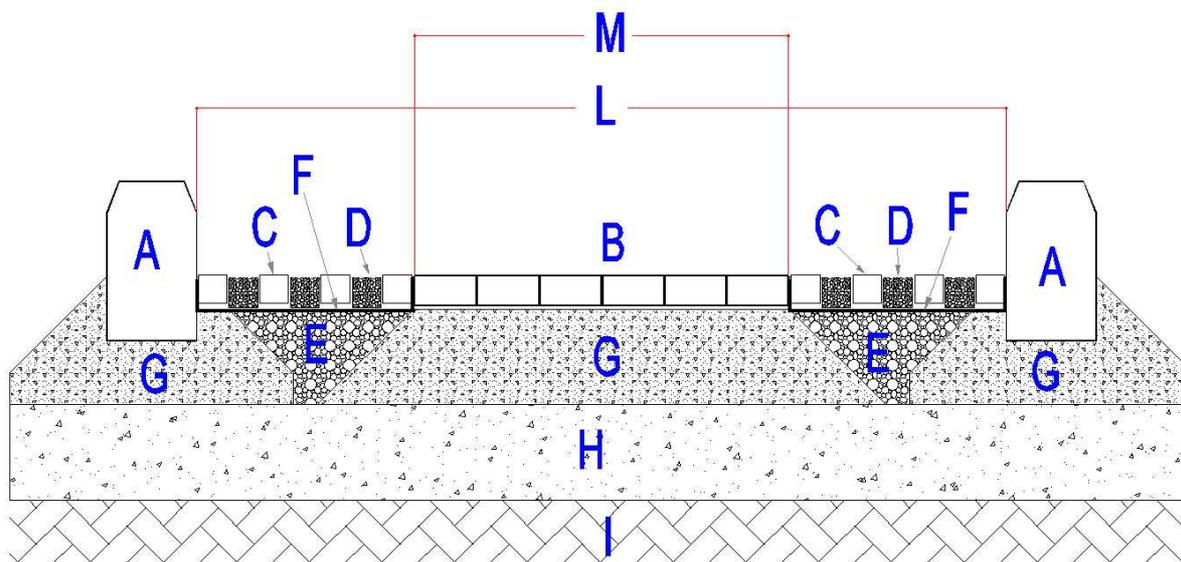
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/122

Particolari costruttivi: **PISTA CICLABILE IBRIDA**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) ridurre la formazione di deflusso superficiale; 02) agevolare l'infiltrazione dell'acqua di pioggia; 03) agevolare la detenzione dell'acqua di pioggia.

SCHEMA O FIGURA



SEZIONE TIPO

DESCRIZIONE

Con "pista ciclabile ibrida" si intende una pista ciclabile dotata di pavimentazione solo parzialmente impermeabile progettata per assorbire acqua di pioggia. Viene realizzata con elementi modulari a celle aperte dove le celle sono riempite con ghiaio scabro vagliato di frantoio pressato. La pista ciclabile ibrida ha valenza solo di mitigazione idraulica; la mitigazione ambientale (riduzione degli inquinanti) è trascurabile o nulla.

SIMBOLOGIA

A=cordone d'ambito (eventuale); **B**=fascia normalmente interessata dalle ruote delle biciclette (1 fascia con pista ciclabile mono-direzionale, 2 fasce con pista ciclabile bi-direzionale) realizzata in mattoncini, listelli o tondelli prefabbricati in calcestruzzo, con fessure di larghezza trascurabile riempite di boiaccia di cemento; **C**=elemento modulare prefabbricato (grigliato erboso, vedi scheda Z/034); **D**=riempimento con ghiaio scabro pressato di frantoio, eventualmente a più tonalità di colore, diametro 8-12 mm; **E**=riempimento con ghiaio scabro di frantoio diametro 12-15 mm; **F**=tessuto non-tessuto per ridurre il rischio di crescita erba e per ridurre il rischio di infiltrazione di materiale fino; **G**=magrone di fondazione; **H**=strato di ghiaia (percentuale di particelle fini trascurabile), almeno 20-25 cm; **I**=terreno esistente (compattazione preliminare limitata o nulla); **L**=almeno 140-160 cm per pista mono-direzionale, 220-250 cm minimo per pista bi-direzionale; **M**=60 cm (doppia fascia con pista bi-direzionale).

CARATTERISTICHE

01) da utilizzare preferibilmente con elementi modulari (grigliati) prefabbricati in calcestruzzo in quanto sono più pesanti, anche se con minori aperture destinate all'infiltrazione (quelli in plastica generalmente presentano aperture troppo elevate); 02) fori dei grigliati riempiti con ghiaio scabro pressato; 03) la sezione tipo è più che sufficiente per garantire i volumi di detenzione sull'area di sedime della pista ciclabile. Nel caso la pista debba drenare ulteriore superficie occorre dimensionare le porosità sulla base di una lama d'acqua di 7-10 cm uniformemente distribuita; 04) se è servita solo la pista ciclabile per il controllo dell'acqua superficiale in genere non servono cunette e caditoie; 05) lo schema costruttivo esposto riduce drasticamente la formazione delle "isole di calore" legate alle superfici impermeabili della pista ciclabile.

APPLICAZIONI

01) piste ciclabile con volume di traffico da medio a basso (indicativamente meno di 300-400 biciclette/ora); 02) sistema non adatto in aree con traffico ciclabile elevato; 03) gradevole inserimento ambientale giocando con le tonalità di colore degli elementi costruttivi (mattoncini, listelli, tondelli, cordone, ghiaio).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) sezione tipo indicata per pendenze massime longitudinali della pista ciclabile variabili fra 0 e un massimo del 5%; 02) per i riempimenti **D** ed **E** conviene utilizzare ghiaio di frantoio (sconsigliato il ghiaio rotondo); 03) lo strato di fondazione (**I**) deve subire una minima compattazione iniziale; 04) se il terreno di fondazione **I** è poco permeabile (argilla, limo) occorre predisporre un sistema di drenaggio o dimensionare generosamente lo strato **H** in modo da aumentare la detenzione idrica; 05) la funzione del geotessuto **F** è soprattutto quella di impedire o ridurre il rischio di crescita delle erbe; 06) **B** deve garantire due pendenze trasversali opposte verso i grigliati infiltrabili laterali non inferiori a 1,5-2%; 07) potrebbe essere interessante valutare la soluzione di accoppiare le fasce infiltrabili in una unica fascia a lato cordone. In questo caso **B** deve essere leggermente allargato (con pista mono-direzionale almeno 25 cm) per garantire una fascia di sicurezza fra area di movimentazione pedali e cordolatura laterale.

MANUTENZIONE

01) al bisogno risistemazione e ricompattazione di elementi litoidi usciti dalla sede; 02) al bisogno rifare le fasce di filtrabilità in caso di intasamento del geotessuto o dell'ammasso litoide in superficie.

NOTE

ALLEGATO Z

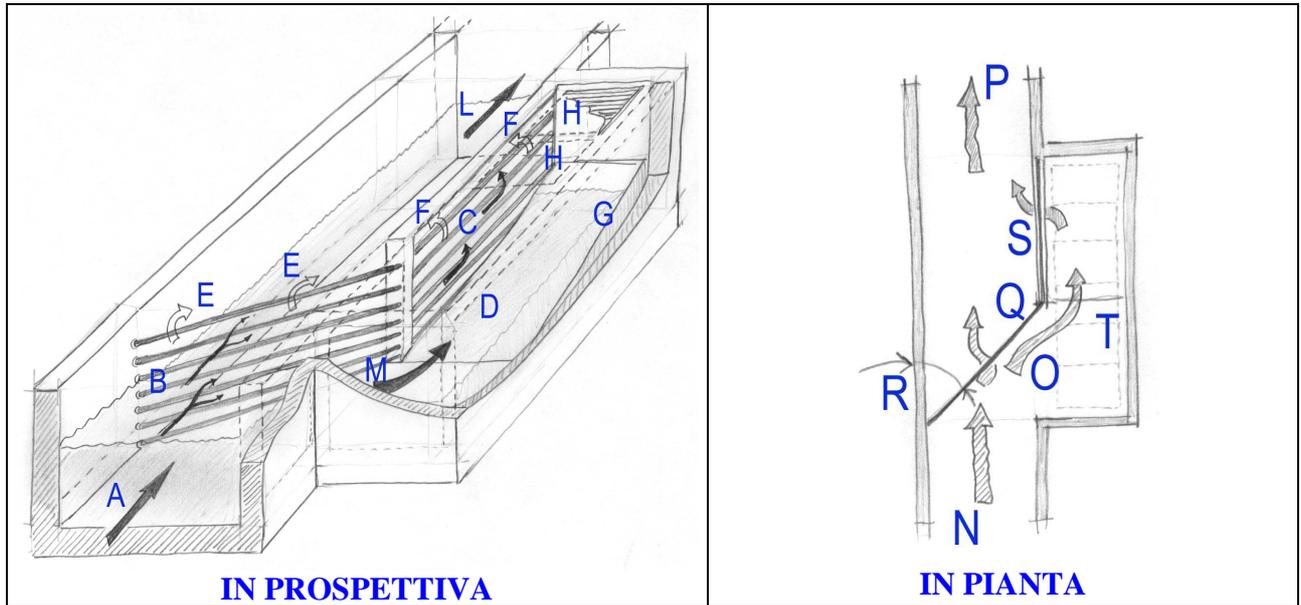
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/205

Particolari costruttivi: **GRIGLIA PER CANALI ANTI INTASAMENTO**

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) eliminare materiale grossolano in sospensione.

SCHEMA O FIGURA



DESCRIZIONE

Particolare sistema per la rimozione del materiale grossolano trasportato in sospensione nei canali a pelo libero. La griglia per canali anti intasamento ha valenza esclusiva di mitigazione ambientale.

SIMBOLOGIA

Consideriamo un canale a pelo libero di sezione rettangolare. **A**=flusso in arrivo; **B**=griglia a lame orizzontali inclinata di un angolo **R** rispetto la direzione della corrente; **C**=griglia a lame orizzontali sulla camera di deposito **D**; **D**=vano parallelo al canale destinato al ristagno del materiale intercettato dal manufatto (la particolare conformazione della griglia **B** agevola l'indirizzamento ed il deposito del materiale al vano **D**); **E**=sezione del canale non interessata dalla griglia **B** che permette lo sfioro a stramazzo in caso di eccezionale intasamento di **B**; **F**=parte del collegamento fra la camera di deposito **D** ed il canale non interessato dalla griglia **C** per permettere lo sfioro a stramazzo in caso di eccezionale accumulo di materiale in **D**; **G**=conformazione inclinata del pavimento del vano **D** per agevolare le operazioni di rimozione del materiale depositato in **D** attraverso le aperture **H**; **H**=aperture sulla soletta del manufatto **D**, presidiate da chiusini o grigliati asportabili, per permettere la rimozione del materiale bloccato dalle griglie; **L**=sezione del canale a valle della griglia; **M**=collegamento fra canale e camera di deposito **D** dove il flusso della corrente indirizza il materiale che non transita attraverso la griglia **B**; **N**=flusso in arrivo; **O**=collegamento fra canale e camera di deposito **T** dove il flusso della corrente indirizza il materiale che non transita attraverso la griglia **Q**; **P**=canale a valle della griglia; **Q**=griglia a lame orizzontali inclinata di un angolo **R** rispetto la direzione della corrente; **R**=angolo fra la direzione del canale e la griglia; **S**=griglia a lame orizzontali sulla camera di deposito **T**; **T**=vista in pianta del vano parallelo al canale destinato al ristagno del materiale in sospensione bloccato dal manufatto.

CARATTERISTICHE

01) da utilizzare in canali o scoli a pelo libero per rimuovere il materiale trasportato dalla corrente (ramaglie, erbe, bottiglie di plastica, sacchetti, pezzi di sughero, ecc...); 02) la conformazione della griglia e dei passaggi deve agevolare il passaggio del materiale bloccato alla griglia **B** verso il vano **D**.

APPLICAZIONI

01) da utilizzare in canali o scoli a pelo libero per rimuovere il materiale trasportato dalla corrente (ramaglie, erbe, bottiglie di plastica, sacchetti, pezzi di sughero, ecc...).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) prediligere per **R** valori variabili fra 15° e 30°; 02) prevedere la possibilità di rimozione per le griglie **B** e **C** (anche per acquisire la sostituzione con griglie di diversa resa in termine di rimozione del materiale); 03) le sezioni di passaggio e le geometrie delle griglie **B** e **C** vanno scelte in funzione della tipologia di materiale da bloccare, in modo da ridurre il rischio di intasamento, ed in funzione della perdita di carico accettabile fra **A** ed **L**; 04) progettare il vano **D** tenendo conto della frequenza prevedibile per interventi di rimozione del materiale e tenendo conto del volume di materiale trasportabile dalla corrente intercettabile durante il corrispondente intervallo temporale; 05) progettare la zona del piano campagna contermina al manufatto in modo da agevolare l'accesso, il parcheggio e l'uso degli autoveicoli necessari alla manutenzione; 06) le aree di sfioro **E** ed **F** vanno dimensionate in funzione della portata massima prevista per il canale ed in funzione del livello massimo che può raggiungere l'acqua a monte del manufatto.

MANUTENZIONE

01) predisporre un piano dei sopralluoghi e degli interventi di rimozione del materiale intercettato; 02) rimozione e trasporto in discarica del materiale intercettato, pulizia delle griglie, pulizia dell'area contermina al manufatto, eventuale intervento per la cambiabilità delle griglie.

NOTE

ALLEGATO Z

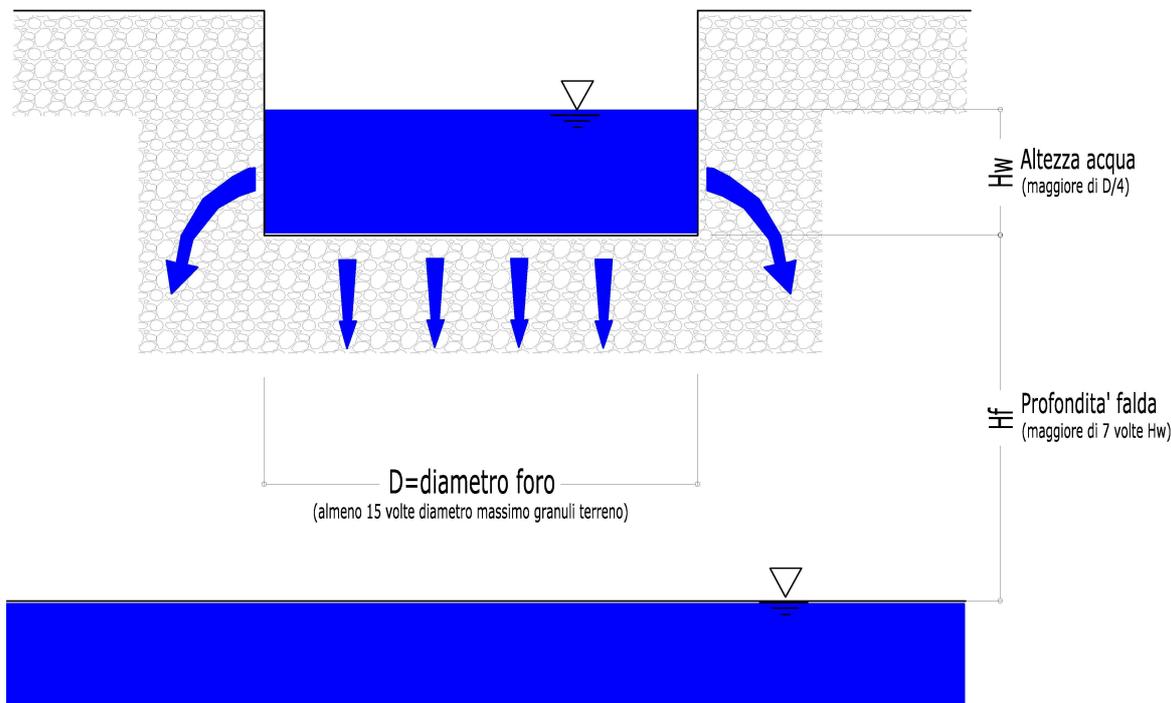
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/640

Metodi e valori numerici: PERMEABILITA' IN SITU A CARICO VARIABILE

SCOPO DELL'INTERVENTO

Prova su pozzetto a carico variabile per la stima in situ del coefficiente di permeabilità di strati di terreno superficiale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Per la stima del coefficiente di permeabilità di strati di terreno superficiale si può usare la prova in situ con pozzetto superficiale (metodo sbrigativo). Si esegue uno scavo a forma cilindrica (oppure quadrata), si riempie lo scavo di acqua e si misura in quanto tempo l'acqua viene assorbita. La dimensione in pianta dello scavo dipende dal diametro massimo dei granuli di terreno in situ.

SIMBOLOGIA

D =diametro dello scavo a forma circolare in m ;
 B =lato dello scavo a forma quadrata in m ;
 H_w =semisomma fra l'altezza dell'acqua nello scavo fra l'inizio e la fine della prova (in m) = $(H_1+H_2)*0,5$ = altezza media;
 H_f =distanza fra fondo scavo e falda (in m);
 K_s =coefficiente di permeabilità da stimare (m/s);
 H_1 =altezza dell'acqua nel pozzetto al tempo T_1 (in m);
 H_2 =altezza dell'acqua nel pozzetto al tempo T_2 (in m);
 T_1 =tempo all'inizio della prova (in sec);
 T_2 =tempo alla fine della prova (in sec).

CARATTERISTICHE

Nel caso di pozzetto circolare vale la relazione:
 $K_s = (D/32) \cdot ((H_1-H_2)/(T_2-T_1)) \cdot (1/H_w)$.
 Nel caso di pozzetto quadrato vale la relazione:
 $K_s = ((H_1-H_2)/(T_2-T_1)) \cdot ((1+2H_w/B)/(3+27H_w/B))$.
 In ambedue le relazioni $H_w = (H_1+H_2)*0,5$.

APPLICAZIONI

01) calcoli di mitigazione idraulica (stima coefficiente di permeabilità in situ).

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) Metodo valido per terreni omogenei ed isotropi con $K_s > 10^{-6} m/s$;
- 02) L'eventuale falda deve essere ad una distanza dal fondo dello scavo non inferiore a 7 volte H_w ;
- 03) D (ovvero B) deve essere almeno 15 volte il diametro massimo dei granuli di terreno;
- 04) H_w deve essere maggiore di $D/4$ (ovvero maggiore di $B/4$ con scavo a sezione quadrata).

MANUTENZIONE

NOTE

01) Se la procedura viene utilizzata per stimare K_s necessario al dimensionamento di una trincea lineare di infiltrazione (vedi scheda Z/072) è necessario impostare la quota più alta del pozzetto di prova nel punto più basso previsto per la stessa trincea di infiltrazione.

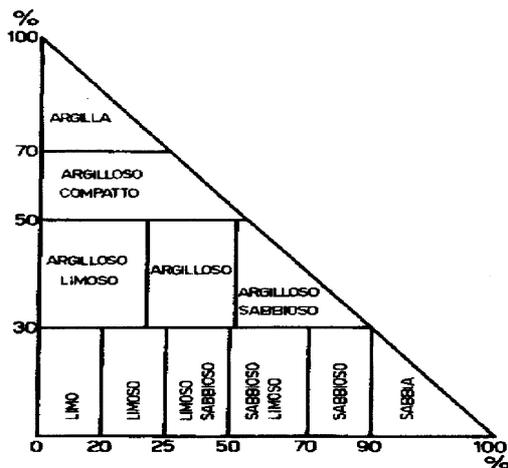
ALLEGATO Z

SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/671

Metodi e valori numerici: INTENSITA' PIOGGIA E DEFLUSSO SUPERFICIALE

SCOPO DELL'INTERVENTO

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Con intensità di pioggia limite indichiamo l'altezza minima di acqua caduta nell'unità di tempo necessaria a generare il deflusso superficiale. Nel caso di terreno agricolo o forestale, e con riferimento ad un determinato spessore superficiale di terreno, tale valore dipende fondamentalmente dai seguenti parametri: 1) percentuale di sabbia grossolana presente; 2) percentuale di sabbia fine presente; 3) percentuale di limo presente; 4) percentuale di argilla presente; 5) pendenza media del territorio; 6) percentuale di copertura vegetale.

SIMBOLOGIA

- J**=intensità di pioggia espressa in *mm/ora*;
- SG**=percentuale di sabbia grossolana, diametro medio oltre 2 *mm*, presente nel terreno (variabile fra 1% e 90%);
- SF**=percentuale di sabbia fine, diametro medio fra 0,02 e 2 *mm*, presente nel terreno (variabile fra 1% e 90%);
- L**=percentuale di limo, diametro medio fra 0,002 e 0,02 *mm*, presente nel terreno (variabile fra 1% e 96%);
- A**=percentuale di argilla, diametro medio inferiore a 0,002 *mm*, presente nel terreno (variabile fra 1% e 96%);
- P**=pendenza media del territorio espressa in percentuale (variabile fra un minimo del 0,1% e un massimo del 13%);
- B**=percentuale di copertura vegetale (erba, arbusti, alberi) variabile fra un minimo dell'1% (terreno nudo) e un massimo del 100%.

CARATTERISTICHE

APPLICAZIONI

01) calcoli di mitigazione idraulica.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) Con riferimento a **SG**, **SF**, **L** e **A** relativi ai primi 200 *cm* di terreno sotto il piano campagna valgono le relazioni (ZEN, 2005):

$$J = 1,15 \times SG^{0,7} \times SF^{0,5} \times L^{0,05} \times A^{0,1} \times B^{0,15} / (P^{0,5});$$

$$SG + SF + L + A = 100;$$

02) nelle calcolazioni ricordare che 1 *mm* di acqua caduta corrisponde a 10 *m³/ha*.

03) piccole intensità di precipitazione in genere non arrivano ad attivare il deflusso superficiale;

04) l'intensità limite è l'intensità di pioggia sopportabile dal terreno senza che si attivino i pericolosi fenomeni di deflusso superficiale;

05) i risultati che si possono ottenere con la relazione citata presentano un margine di variabilità stimabile in +/-25%.

MANUTENZIONE

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/695

Metodi e valori numerici: PERCENTUALE DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI

SCOPO DELL'INTERVENTO

SCHEMI O FIGURE

Tipo di controllo	Solidi sospesi totali	Fosforo totale	Azoto totale	Coliformi totali	Metalli
CONTROLLO GENERALE					
Pozze di DETENZIONE	80	50	30	70*	50
Aree UMIDE	80	40	30	70*	50
Aree di BIORITENZIONE	80	60	50	---	80
Filtri di SABBIA	80	50	25	40	50
Trincee di INFILTRAZIONE	80	60	60	90	90
Mezzo fossato secco avanzato	80	50	50	---	40
Mezzo fossato umido avanzato	80	25	40	---	20
CONTROLLO PARTICOLARE					
Fascia FILTRANTE	50	20	20	---	40
Canali INERBITI	50	25	20	---	30
Filtri ORGANICI	80	60	40	50	75
Filtri di sabbia interrati	80	50	25	40	50
Area umida ghialosa sommergibile	80	50	20	70	50
Separatori a gravita'	40	5	5	---	---
Calcestruzzo infiltrabile	**	50	65	---	60
Grigliati erbosi e similari	**	80	80	---	90
Trattamento con allume	90	80	60	90	75

DESCRIZIONE

Le tecniche di mitigazione idraulica e di mitigazione ambientale permettono la rimozione di vari tipi di inquinanti. La presente scheda evidenzia i valori numerici ricorrenti.

SIMBOLOGIA

CARATTERISTICHE

APPLICAZIONI

01) calcoli di mitigazione idraulica ed ambientale.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) i valori con asterisco (*) valgono se le aree (pozze e umide) non sono popolate in modo significativo da uccelli; 02) i valori con doppio asterisco (**) non esistono in quanto la struttura non é destinata a eliminare solidi sospesi; 03) la prima colonna indica la potenzialità a rimuovere sedimento contenuto nel deflusso di piena. Si osservi che tutti i sistemi GENERALI presentano una capacità di rimozione pari all'80% della media annuale di solidi sospesi presenti nei deflussi caratteristici da area urbanizzata;

MANUTENZIONE

NOTE

01) la scheda é tratta dal *Georgia Stormwater Management Manual*.

ALLEGATO Z
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/800
Definizioni e parametri: SVILUPPO A IMPATTO RIDOTTO
SCOPO DELL'INTERVENTO
SCHEMI O FIGURE
DESCRIZIONE
<p>Con sviluppo a impatto ridotto (in inglese Low Impact Development = LID) si intende tutta una serie di strategie applicabili alla gestione dell'acqua di pioggia tese a mantenere o riattare le funzioni naturali del ciclo idrologico di una certa zona interessata da processi di urbanizzazione ed in genere da processi di sviluppo edilizio. Sono strategie tese a ridurre la portata massima a parità di tempo di ritorno dell'evento di pioggia, ad eliminare o ridurre gli inquinanti presenti nell'acqua di pioggia, a ripristinare l'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo. Se la strategia agisce in particolare sulla "quantità" dell'acqua avremo interventi di "mitigazione idraulica", se la rimozione o riduzione degli inquinanti é l'effetto principale avremo interventi di "mitigazione ambientale".</p>
SIMBOLOGIA
CARATTERISTICHE
<p>Le strategie LID in particolare prediligono la soluzione dei problemi alla fonte, piuttosto che intervenire a valle delle reti urbane di drenaggio. Gli elementi chiave di una strategia LID possono essere riassunti nel seguente modo:</p> <p>01) CONSERVAZIONE: nel limite del possibile conservare alberature, vegetazione e suoli originali; nei limiti del possibile mantenere i sistemi di drenaggio naturale.</p> <p>02) INTERVENTI SU PICCOLA SCALA: l'obiettivo fondamentale é ripetere ed assecondare quanto più possibile i processi idrologici naturali.</p> <p>03) PERSONALIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE PER OGNI SINGOLA ZONA. Occorre assicurare che la protezione di un'area vasta sia la conseguenza della protezione di ogni più piccola singola componente.</p> <p>04) MANUTENZIONE, PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ED EDUCAZIONE. Puntare alla riduzione dei carichi di inquinante, aumentare l'efficienza delle tecniche e la durata nel tempo. Educare e coinvolgere la popolazione.</p> <p>05) DIROTTARE IL FLUSSO ALLE AREE NATURALI. Incoraggiare l'infiltrazione, la ricarica degli acquiferi, delle reti di drenaggio in genere e delle aree umide.</p>
CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA
<p>01) Lo scopo delle strategie LID é ridurre l'impatto sull'idrologia di una zona causato dallo sviluppo urbanistico; questo adottando tecniche che mantengono o riattano i fenomeni idrologici naturali. Lo scopo principale é la riduzione dei volumi di deflusso ed il mantenimento dei percorsi idrologici esistenti; la conseguenza più importante é la minimizzazione delle strutture di regolazione necessarie. Gli interventi convenzionali di regolazione dei parametri idrologici prevedono al contrario l'aumento dell'energia e del volume di deflusso creando flussi concentrati che richiedono più grandi e più dispendiose infrastrutture per la gestione dell'acqua di pioggia. Quindi:</p> <p>A) basse pendenze per incoraggiare il flusso laminare ed aumentare la lunghezza dei percorsi di flusso;</p> <p>B) mantenere distribuito il drenaggio naturale in modo da mantenere separati i percorsi del flusso;</p> <p>C) scollegare le aree impermeabili come parcheggi asfaltati e tetti dalle reti di drenaggio convenzionali (cunetta+caditoia+tubo) facendo in modo che il flusso sia avviato per essere distribuito sopra aree permeabili;</p> <p>D) preservare le aree naturalmente vegetate ed i tipi di suolo che riducono le portate, filtrano gli inquinanti e facilitano l'infiltrazione;</p> <p>E) dirigere il flusso verso aree vegetate in modo da agevolare il flusso di filtrazione ed incoraggiare la ricarica della falda;</p> <p>F) sviluppare strategie su scala ridotta e mettere a punto dispositivi/sistemi che mettano insieme le necessità di regolazione razionale con quelle di gestione naturale delle risorse;</p> <p>G) Trattare i carichi inquinanti dove questi si generano o, se possibile, impedirne lo sviluppo alla fonte.</p>
MANUTENZIONE
NOTE
<p>Considerazioni liberamente tratte da: <i>UNIFIED FACILITIES CRITERIA DESIGN: LOW IMPACT DEVELOPMENT MANUAL U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. 2004.</i></p>
<p>(C) 2005-2009 - <i>Studio Tecnico ing. Giuliano Zen</i>, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 08/2005</p> <p style="text-align: center;">- QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -</p>

ALLEGATO Z
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/801
Definizioni e parametri: QUALITA DELL'ACQUA
SCOPO DELL'INTERVENTO
SCHEMI O FIGURE
DESCRIZIONE
L'inquinamento da sorgenti diffuse é la causa primaria della riduzione della qualità dell'acqua di pioggia. La degradazione della qualità dell'acqua si innesca quando parte l'urbanizzazione di un territorio. La degradazione é collegata ad una serie di impatti di seguito illustrati.
SIMBOLOGIA
CARATTERISTICHE
I principali inquinanti connessi al drenaggio urbano delle acque di pioggia: 01) sedimenti (solidi sospesi, solidi disciolti, torbidità); 02) nutrienti (nitrati, nitriti, ammoniaca, azoto organico, fosfati, fosforo totale); 03) forme microbiche (coliformi totali e fecali, streptococchi fecali, virus, E. Coli ed altro); 04) materia organica (vegetazione, fognatura, materiali che richiedono ossigeno per la decomposizione); 05) inquinanti tossici (metalli pesanti come cadmio, zinco, piombo, organici, idrocarburi, pesticidi ed erbicidi); 06) inquinamento termico; 07) polveri e rifiuti.
APPLICAZIONI
CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA
01) i sedimenti aumentano la torbidità dell'acqua, cambiano l'habitat acquatico, riducono il volume invasabile di laghi e fiumi, agevolano il trasporto di inquinanti; 02) i nutrienti sono responsabili delle crescite algali, dell'eutrofizzazione, della tossicità di ammoniaca e nitrati; 03) le forme microbiche sono responsabili di infezioni intestinali e della perdita di vita acquatica; 04) la materia organica comporta odori, riduzione dell'ossigeno disciolto, perdita di vita acquatica; 05) gli inquinanti tossici sono pericolosi per l'uomo e per la vita acquatica, esiste inoltre il rischio di bioaccumulazione nella catena del cibo; 06) l'inquinamento termico riduce la quantità di ossigeno disciolto e modifica gli habitat acquatici; 07) polveri e rifiuti sono fonte di problemi igienico-sanitari ed ambientali.
MANUTENZIONE
NOTE
(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/808
Definizioni e parametri: ISOLA DI CALORE
SCOPO DELL'INTERVENTO
SCHEMI O FIGURE
DESCRIZIONE
Isola di calore individua una zona urbana interessata da immagazzinamenti significativi di calore solare ad opera di superfici impermeabili poco riflettenti come strade asfaltate e tetti. A titolo di esemplificazione l'asfalto in condizione di insolazione perdurante può raggiungere anche i 65° di temperatura. Và segnalato il contributo al fenomeno da parte del traffico e degli impianti di riscaldamento e di condizionamento. Il fenomeno assume caratteri particolarmente significativi nella stagione estiva, con differenze di temperature fra l'isola di calore e le aree verdi circostanti anche di qualche grado centigrado.
SIMBOLOGIA
CARATTERISTICHE
Le isole di calore provocano le seguenti conseguenze principali: 01) aumento dei fenomeni temporaleschi a causa della maggior quantità di calore a disposizione dei moti convettivi; 02) diminuzione dell'intensità del vento, in condizioni di brezza anche del 20-30%; 03) aumento dei nuclei di condensazione nell'atmosfera, cioè delle particelle minute; 04) aumento del tasso di mortalità delle persone (in particolare anziani) a causa della elevata temperatura; 05) aumento della domanda di energia per il condizionamento estivo degli ambienti interni; 06) mancanza di confort ambientale negli ambienti esterni (disagio ambientale); 07) accentuazione delle condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico ed in particolare formazione di ozono.
APPLICAZIONI
CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA
01) zone erbose e piante riducono l'isola di calore in quanto vi é un assorbimento di calore nella fotosintesi, in quanto si sviluppa il fenomeno dell'ombreggiamento, infine in quanto vi é il fenomeno dell'evapotraspirazione (a titolo di esempio un grosso albero produce "raffreddamento" sull'ambiente circostante pari all'effetto combinato di 25-30 condizionatori d'aria); 02) controllare l'albedo (si tratta del coefficiente di riflessione totale, cioè su tutte le lunghezze d'onda) della pavimentazione impermeabile (strade, marciapiedi, parcheggi, tetti, ...); 03) progettate il verde in modo da produrre effetti sul microclima locale (soprattutto favorire l'evapotraspirazione e un corretto ombreggiamento); 04) massimizzare la resa dell'ombreggiamento tenendo conto che: - vanno ombreggiate in particolare le superfici vetrate disposte a sud e a sud-ovest; - vanno ombreggiati i punti di dissipazione di calore degli impianti di climatizzazione, se possibile i tetti e le coperture in genere; - vanno ombreggiate le pareti esterne esposte a ovest, sud ed est; - vanno ombreggiate le superfici in grado di assorbire radiazione solare entro 6 m dall'edificio; - vò ombreggiato il terreno permeabile entro 1,5 m dall'edificio; - la chioma degli alberi per ottimizzare l'ombreggiamento vò posta a non più di 1,5 m dalla facciata se esposta ad est e ovest; - la chioma degli alberi per ottimizzare l'ombreggiamento vò posta a 1 m di distanza dalla facciata se esposta a sud; - ombreggiare le parti più basse delle pareti esterne degli edifici per mezzo di cespugli se le pareti sono rivolte ad est e ad ovest; - favorire l'adozione di rampicanti (riduce assorbimento in estate e riduce dispersioni in inverno); - se possibile prevedere coperture eseguite con la tecnica del tetto verde; - usare essenze dotate di un buon adattamento all'ambiente ove é prevista la dimora; - usare essenze che abbiano solo in estate una folta chioma (ciò consente apporti solari in inverno e ciò può essere utile ai fini del contenimento delle dispersioni energetiche); - prevedere un sistema di irrigazione e progettare un piano di manutenzione delle aree a verde.
MANUTENZIONE
NOTE
(C) 2005-2009 - <i>Studio Tecnico ing. Giuliano Zen</i> , via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

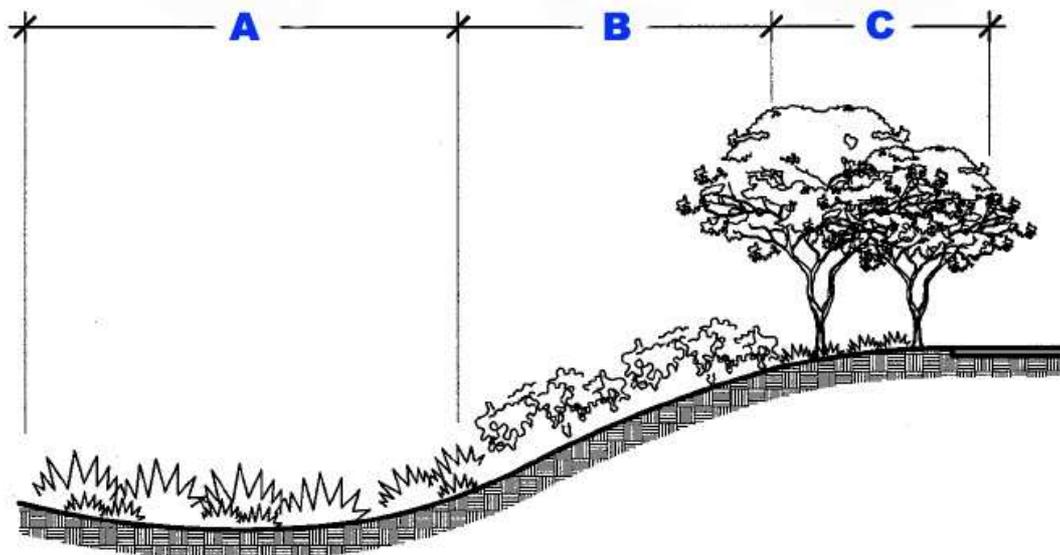
ALLEGATO Z

SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/816

Definizioni e parametri: **PIANTE PER LE AREE DI INFILTRAZIONE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Scelta del tipo di pianta più adatta nelle aree di infiltrazione (esempio nel mezzo fossato, vedi scheda Z/65) a seconda della frequenza e durata del ristagno idrico. Una essenza adatta migliora l'infiltrabilità del terreno.

SIMBOLOGIA

A=area bassa (zona frequentemente esondabile); B=area media (zona mediamente esondabile); C=fascia alta (zona raramente esondabile).

CARATTERISTICHE

01) le piante con apparato radicale profondo aumentano la porosità del suolo agevolando l'infiltrazione dell'acqua; 02) la superficie fogliare intercetta la pioggia prima di arrivare al suolo, particolarmente in occasione di piogge intense, aumentando la ritenzione idrica superficiale potenziale; 03) occorre selezionare le specie arboree che resistono con suolo impregnato d'acqua durante gli eventi di piena e nel contempo siano adatte al suolo privo di acqua gravitazionale nei periodi secchi.

APPLICAZIONI

01) interventi di mitigazione idraulica e ambientale con previsione di piantumazione di alberi.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) selezionare la specie in funzione del tipo di area (fascia bassa, media o alta); 02) prevedere la necessità di irrigazione nel periodo iniziale dopo la piantumazione; 03) la selezione del tipo di pianta dipende anche dal ciclo dell'acqua e dalle esigenze estetiche; 04) tipi di specie:

- per le aree basse (elenco esemplificativo): *Acorus gramineus*, *Carex.*, *Deschampsia caespitosa*, *Iris*, *Leucothoe davisiae*, *Scirpus cernuus*, *Juncus*, *Tradescantia virginiana*, *Typha latifolia*;
- per le aree di mezzo (elenco esemplificativo): *Cornus stolonifera*, *Gaultheria shallon*, *Equisetum hyemale*, *Ferns*, *Iris*, *Mimulus*, *Miscanthus sinensis*, *Myoporum parvifolium*, *Putah Creek*, *Myrica*, *Salix.*, *Vaccinium*;
- per le zone alte (elenco esemplificativo): *Acer negundo*, *Acer rubrum*, *Acer saccharinum*, *Alnus.*, *Betula.*, *Carya illinoensis*, *Carya ovata*, *Casuarina*, *Clethra arborea*, *Cornus stolonifera*, *Diospyros virginiana*, *Eucalyptus camaldensis*, *E. citriodora*, *E. erythrocorys*, *Fraxinus latifolia*, *Gleditsia triacanthos*, *Liquidambar styraciflua*, *Liriodendron tulipifera*, *Magnolia grandiflora*, *M. virginiana*, *Melaleuca quinquenervia*, *Nyssa sylvatica*, *Picea sitchensis*, *Platanus acerifolia*, *Platanus occidentalis*, *P. racemosa*, *Populus deltoides*, *Pterocarya stenocarpus*, *Quercus macrocarpa*, *Q. palustris*, *Salix*, *Sequoia sempervirens*, *Taxodium distichum*, *Thuja occidentalis*.

MANUTENZIONE

01) la manutenzione per le specie vegetali nelle aree di infiltrazione é più costosa e più complessa che non nelle aree normali.

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 05/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -

ALLEGATO Z

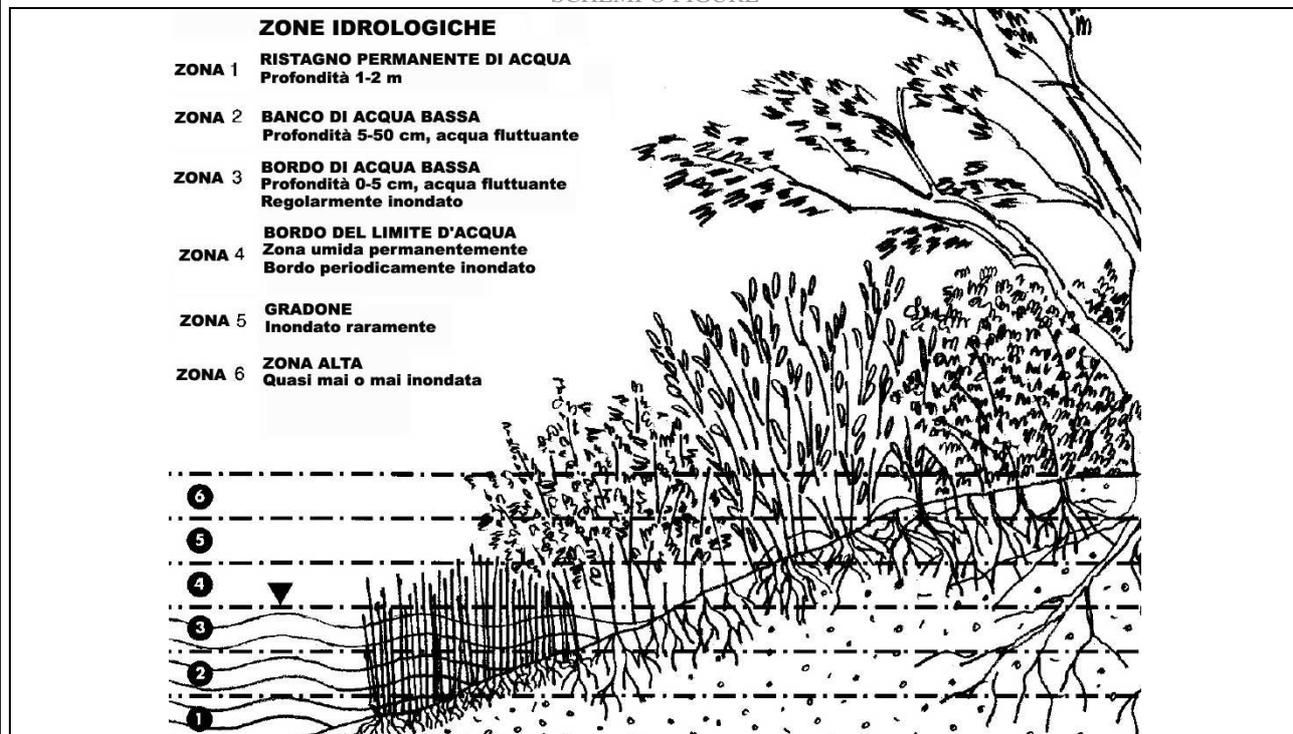
SCHEDE TECNICHE DI MITIGAZIONE IDRAULICA ed AMBIENTALE - SCHEDA Z/1000

Specie arbustive e piante: **ZONE IDROLOGICHE**

SCOPO DELL'INTERVENTO

Definizione delle zone idrologiche per la piantumazione di erbe, arbusti ed alberi con riferimento a problematiche di mitigazione idraulica ed ambientale.

SCHEMI O FIGURE



DESCRIZIONE

Definizione delle zone idrologiche di piantumazione. L'ambiente di riferimento è quello paludoso o rive di fiumi e canali.

SIMBOLOGIA

CARATTERISTICHE

APPLICAZIONI

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

- 01) **zona 1.** Zona con presenza permanente di acqua di spessore pari a 1-2 m.
- 02) **zona 2.** Zona indicabile col termine "banco di acqua bassa" di spessore indicativamente variabile fra 5 e 50 cm interessato da acqua fluttuante.
- 03) **zona 3.** Zona indicabile col termine "bordo di acqua bassa" di spessore indicativamente variabile fra 0 e 5 cm interessato da acqua fluttuante, che subisce regolarmente inondazioni durante gli eventi di piena di ogni tipo.
- 04) **zona 4.** Zona indicabile col termine "bordo del limite di acqua" caratterizzata permanentemente da presenza di umidità e periodicamente inondabile in situazioni di piena di entità non trascurabile.
- 05) **zona 5.** Zona indicabile col termine "gradone" caratterizzata da una presenza non elevata di umidità e inondabile in situazioni di piena di grande intensità.
- 06) **zona 6.** Zona indicabile col termine "zona alta" che non subisce mai inondazioni o subisce inondazioni in situazione di piena eccezionale e catastrofica.
- 07) Una pianta adatta a crescere in un'area umida sopravvive nel suolo anaerobico (cioè senza ossigeno) in quanto il tessuto spugnoso che costituisce la pianta stessa trasporta ossigeno dall'atmosfera al sistema radicale. Per una pianta di questo tipo il primo anno di attecchimento è il più critico in quanto deve sviluppare il tessuto spugnoso che garantisce la trasmissione dell'ossigeno. Una pianta matura può quindi resistere mesi ad una inondazione totale mentre una pianta giovane muore nella medesima condizione. Da qui l'importanza di stimare i livelli fluttuanti del pelo libero per il primo anno; le piante crescono più rapidamente se il primo anno è garantito il livello costante (stabilire un variazione al massimo fra la zona 1 e la zona 2 per i primi due mesi dalla posa).

MANUTENZIONE

NOTE

(C) 2005-2009 - Studio Tecnico ing. Giuliano Zen, via Cantoni di Sotto 35/a, 31030 Loria (TV), tel. 0423470471, cell.335270017, E.mail:giuliano.zen@tin.it - 08/2005
 - QUESTA SCHEDA NON PUO' ESSERE COPIATA O RIPRODOTTA SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA -