Comune di **Villafranca Padovana**

Provincia di Padova

Procedimento

Piano degli Interventi

Responsabile Geom. Pierluigi Franchin

Procedura

Variante di adeguamento del P.R.G. vigente ai disposti del Piano di Assetto del Territorio

Fase

Approvazione

Elaborato

Prontuario

2.4

Dott. Antonio Buggin
Arch. Loretta Scarabello

Luglio 2014

Prontuario per la qualità architettonica e la mitigazione ambientale

Art. 1 Generalità
Art. 2 Materiali certificati
Art. 3 Orientamento dell'edificio
Art. 4 Tipologie
Art. 5 Isolamento termico
Art. 6 Protezione dal sole
Art. 7 Tetti verdi
Art. 8 Ventilazione naturale – Tetti e pareti ventilate
Art. 9 Illuminazione naturale diretta e indiretta
Art. 10 Mitigazioni per l'effetto barriera e la continuità ambientale
Art. 11 Mitigazione dal rischio idraulico e difesa del suolo

Art. 1 Generalità

1. Il Prontuario per la Qualità Architettonica e la Mitigazione Ambientale del Piano degli Interventi è redatto ai sensi dell'art.17, comma 5 delle Legge Urbanistica Regionale L.R.11/04.

2. I principi costruttivi e le buone pratiche enunciati nel Prontuario per la Qualità Architettonica e la Mitigazione Ambientale sono integrativi del regolamento edilizio e di igiene comunale, nonché delle norme attuative del vigente Piano degli Interventi, la loro applicazione deve comunque ottemperare le specifiche disposizioni di legge o aventi valore di legge vigenti.

Art. 2 Materiali certificati

La scelta dei materiali edilizi deve essere orientata a minimizzare l'impatto che essi esercitano :

- sulla salute e sul benessere abitativo degli occupanti dell'edificio, al fine di prevenire efficacemente la sick building syndrome, ovvero la “sindrome da costruzione malsana”;
- sull'ambiente e sulle persone, in termini di costi ambientali e sociali relativi alla loro produzione, uso e destinazione, non solo in relazione al costo di base primario, ma per il peso del loro intero ciclo di vita (acquisizione delle materie prime, trasporto, manifattura/trasformazione, smaltimento).

Per un intervento edilizio di qualità si dovrà pertanto utilizzare materiali o componenti con certificazione europea “Ecolabel” o analoga certificazione di qualità e salubrità.

Deve essere comunque garantito il rispetto delle normative vigenti in materia di protezione dagli incendi, prestazioni di isolamento, qualità termica ed acustica, caratteristiche igrometriche e statiche degli edifici.

Art. 3 Orientamento dell’edificio

L'orientamento geografico delle pareti dell'edifico influisce in maniera significativa sulla possibilità di sfruttare favorevolmente gli apporti energetici naturali.

Per un corretto orientamento:

- gli edifici di nuova costruzione dovrebbero essere realizzati con l’asse longitudinale principale lungo la direttrice geografica Est-Ovest, con una tolleranza di ± 20°;
- gli edifici di nuova costruzione collocati all'interno del lotto in modo tale da minimizzazione le interferenze dovute alla presenza di edifici circostanti ed alle loro ombre portate. Le distanze fra edifici contigui devono garantire il minor ombreggiamento possibile delle facciate, misurato al solstizio invernale – 21 dicembre - in modo da privilegiare i rapporti edificio-ambiente e consentire il miglior sfruttamento possibile degli apporti energetici naturali, specialmente nella ventilazione e illuminazione;
- negli edifici di nuova costruzione e negli interventi di ristrutturazione edilizia la distribuzione dei vani interni sia concepita allo scopo di favorire il benessere abitativo degli occupanti e contribuire al miglioramento del microclima interno, disponendo preferibilmente:
  - gli ambienti nei quali si svolgono le attività principali a Sud-Est, Sud e Sud-Ovest;
  - gli spazi con minori esigenze di riscaldamento e di illuminazione, quali vani accessori e corridoi, preferibilmente nella porzione Nord dell'edifico, fungendo da elemento di transizione tra il fronte più freddo e gli spazi più utilizzati;

- le aperture di maggiori dimensioni nel quadrante geografico Sud-Est, Sud-Ovest, in modo da poter godere del maggiore soleggiamento invernale. Si raccomanda l'impiego di idonee strutture o accorgimenti tecnici atti a rendere le aperture vetrate schermabili in estate, quando l'apporto della radiazione solare più intenso.

Art. 4 Tipologie

La forma dell'edificio influisce in maniera significativa sull'intensità degli scambi termici. Il passaggio di energia tra ambienti riscaldati e non, o tra interno ed esterno dell'edificio, avviene attraverso le superfici di contatto dei vani e le pareti dell'involucro: maggiore è la superficie che racchiude il volume riscaldato, più elevato sarà lo scambio energetico.

Per edifici compatti la superficie disperdente risulta inferiore rispetto a edifici articolati, rendendo più semplice il raggiungimento di una maggiore efficienza termica, senza interventi specifici sulle strutture isolanti.

La forma ottimale si ottiene con un'impostazione planivolumetrica che preveda:

- basso indice di compattezza, calcolato come rapporto tra superficie disperdente e volume interno riscaldato (S/V < 0,4);
- una maggiore altezza del fronte Nord rispetto al fronte Sud, al fine di ottenere un orientamento e/o un'inclinazione della copertura favorevole allo sfruttamento degli apporti energetici solari;
- porticatura sul fronte Sud, di altezza e profondità idonea a schermare la parete retrostante dalla radiazione solare diretta;
- negli edifici di nuova costruzione e negli interventi di ristrutturazione edilizia:
  - sia minimizzata la superficie di contatto tra vani riscaldati e vani non riscaldati;
  - balconate e terrazzi siano concepiti come elementi esterni, strutturalmente svincolati dell'involucro riscaldato, impiegando preferibilmente struttura leggere con ancoraggi, evitando ponti termici disperdenti;
  - logge coperte e verande svolgano funzione di elementi di accumulo dell'energia termica solare, al fine di ottenere un apporto energetico favorevole al bilancio termico complessivo.

Art. 5 Isolamento termico

Le prestazioni energetiche dell'involucro contribuiscono in modo preminente all'efficienza energetica complessiva dell'edificio, e costituiscono settore d'intervento privilegiato nella riduzione dei consumi per riscaldamento/raffrescamento.

Nel rispetto delle disposizioni di legge nazionali di cui al D.Lgs. 192/05 e successive modificazioni e integrazioni, l'isolamento termico dell'involucro è ricercato minimizzando gli scambi termici non controllati con l'esterno, che causano dispersione di calore nella stagione invernale e surriscaldamento in quella estiva:

- impiegando le più idonee tecniche costruttive atte a realizzare un sistema termoisolante e traspirante;
- utilizzando materiali o singole strutture dotati dei migliori requisiti di trasmittanza;
- evitando la formazione di ponti termici tra ambienti riscaldati e non, in corrispondenza di elementi strutturali dell'edificio, in corrispondenza dei serramenti esterni.

Art. 6 Protezione dal sole

Le superfici trasparenti delle pareti perimetrali costituiscono punto critico per il raggiungimento bilanciato di elevati livelli di isolamento termico, controllo efficiente dell'illuminazione naturale e sfruttamento degli apporti energetici naturali.

Al fine di mantenere condizioni adeguate di benessere termico anche nel periodo estivo, è necessario che l'organismo edilizio sia dotato di almeno uno dei seguenti sistemi di protezione:

- elementi fissi di schermatura e/o aggetti sporgenti, posizionati coerentemente con l'orientamento della facciata di riferimento, privilegiando la collocazione orizzontale sui fronti rivolti verso Sud e collocazione verticale per quelli esposti ad Est o ad Ovest;
- vetri fotosensibili, in grado di assicurare una corretta attenuazione della luce entrante nei momenti di maggior esposizione diurna;
- dispositivi mobili che consentano la schermatura e l'oscuramento graduale delle superfici trasparenti.

Art. 7 Tetti verdi

Le coperture degli edifici costituiscono punto critico per il raggiungimento di elevati livelli di isolamento termico a causa delle naturale tendenza dell'aria calda a disperdersi verso l'alto. La sistemazione a verde delle coperture orizzontali è consigliata per la sua capacità di ridurre le escursioni termiche estive dovute all'insolazione sulle superficie.

La realizzazione e sistemazione delle superfici del tetto a verde, impiegando le tecniche costruttive più adeguate, concorrono inoltre a produrre effetti paesaggistici ed ambientali positivi, quali: trattenuta di polveri sottili dell'aria, trattenuta dell'umidità, recupero delle acque piovane.

Negli edifici di idonee dimensioni deve essere valutata la possibilità di rendere tali superfici accessibili al pubblico, ad integrazione del sistema degli spazi verdi urbani. Deve esserne comunque garantito l'accesso per la manutenzione.

Art. 8 Ventilazione naturale - Tetti e pareti ventilate

Il ricambio dell'aria negli ambienti interni degli edifici è essenziale per il conseguimento del benessere abitativo degli occupanti, inoltre il contatto tra masse d'aria fresca e le pareti dell'edificio contribuisce al controllo della temperatura dell'involucro.

Il miglioramento del benessere abitativo è soddisfatto attraverso soluzioni costruttive che favoriscano processi di aerazione naturale degli ambienti e possano limitare i consumi energetici per la climatizzazione estiva, quali:

- pareti ventilate per le strutture perimetrali,
- tetti ventilati per le coperture.

Sono inoltre raccomandate una distribuzione degli spazi interni favorevole alla ventilazione naturale dell'edificio, soluzioni architettoniche di pregio, per forme e materiali innovativi nella progettazione dello strato di rivestimento esterno delle pareti ventilate.

Art. 9 Illuminazione naturale diretta e indiretta

Un'attenta progettazione dell'illuminazione degli ambienti interni, specie in edifici di ampie dimensioni, favorisce l'impiego della luce naturale, ovvero del daylighting, e contribuisce al conseguimento di un maggior benessere abitativo degli occupanti ed una riduzione dei consumi di energia elettrica.

Il miglioramento del daylighting è conseguibile mediante:

- adeguato assetto distributivo interno con opportuna collocazione dei locali principali;
- orientamento delle superfici vetrate a servizio dei locali principali entro un settore di ± 45° dal Sud geografico,
- possibilità di controllo della luce incidente sulle superfici vetrate, mediante dispositivi frangisole che consentano la schermatura e l'oscuramento graduale;
- impiego di vetri fotosensibili per il controllo dell'entità dei flussi luminosi;
- sistemi lucernario con vetri a selettività angolare o sistemi ad elementi prismatici trasparenti (c.d. HOE "Holographic Optical Element") in grado di riflettere la luce diretta verso l'esterno e di indirizzare verso i locali interni quella diffusa;
- diffusione della luce negli ambienti non raggiungibili dall'illuminazione solare diretta attraverso tubi di luce, condotti di luce, fibre ottiche.

Art. 10 Mitigazioni per l'effetto barriera e per la continuità ambientale

Gli interventi di mitigazione dovranno costituire barriera ambientale (inquinamento acustico e da polveri), nonché barriera visiva rispetto al contesto paesaggistico, tramite la realizzazione di siepi e fasce tampone realizzate con essenze autoctone .

Allo scopo, per conseguire gli obiettivi della mitigazione, si dovrà cercare di rendere l'effetto il più naturale possibile, prevedendo arbusti prevalentemente sempreverdi su fascia discontinua interrotta e sfalsata su due o più file, per garantire un'adeguata copertura visiva dall'esterno, alternati a quelli a foglia caduca, in maniera sempre più rada.

Gli interventi devono inoltre garantire il mantenimento delle condizioni di naturalità e connettività esistenti, sia tramite impianti arborei nelle zone di maggiore fragilità ambientale o in presenza di paesaggi agrari portatori di valore naturalistico e lungo i corsi d'acqua minori, sia tramite il raccordo di siepi e filari alberati, anche con piccoli interventi che possano creare un sistema continuo.

Le opere di mitigazione consistenti nel recupero e riqualificazione ambientale con interventi di realizzazione di filari alberati e siepi, avverranno in concomitanza con l'inizio dei lavori di cantiere, compatibilmente con la stagione più adatta alla piantumazione, e appena dopo il posizionamento della recinzione.

La progettazione delle opere di mitigazione a verde deve tener conto dei seguenti obiettivi:

- realizzare un sistema para-naturale integrato al paesaggio naturale presente, che porti ad un complessivo miglioramento delle condizioni ambientali;
- ricostituire un equilibrio ecologico-paesaggistico dell'area coerente con le caratteristiche ambientali e la potenzialità del territorio;
- utilizzare un approccio progettuale basato sull'ecologia del paesaggio con particolare riguardo alla connettività ecologica.

Il lavoro deve essere affrontato tramite l'analisi e la valutazione delle caratteristiche del paesaggio, basata sullo studio degli aspetti più naturali presenti in loco e sulla potenzialità propria del sistema.

Un sesto d'impianto ottimale prevede una o più file, di alberi alternati ad arbusti e caratterizzate da un'elevata biodiversità. Una maggiore varietà floristica, infatti, rappresenta anche una maggiore diversità dal punto di vista faunistico. Inoltre la presenza di specie diverse minimizza l'azione dei parassiti e ne diminuisce la velocità di diffusione.

Inoltre il raggruppamento delle specie in macchie monospecifiche, oltre a riprodurre una distribuzione delle stesse più vicina alla naturalità, accentua il loro effetto estetico nei diversi periodi vegetativi (fioritura, bacche, foglie autunnali).

È importante l'impiego di materiale proveniente da vivai vicini all'area d'intervento in modo da garantire una più alta probabilità di attecchimento e una maggior resistenza ad attacchi parassitari. Questo comporta anche il mantenimento di biotipi locali e la conservazione del patrimonio genetico locale.

È necessario utilizzare materiale vivaistico sano, con buon vigore vegetativo, con rami ben sviluppati e regolarmente distribuiti, chioma ampia regolare distribuita lungo il tronco, sviluppo verticale e tendenzialmente conico del fusto. Sono da scartare tutti gli esemplari che abbiano subito forti potature, che presentino ferite lungo il tronco o sintomi di malattie e/o attacchi parassitari, con branche principali assurgenti e che presentino codominanze.

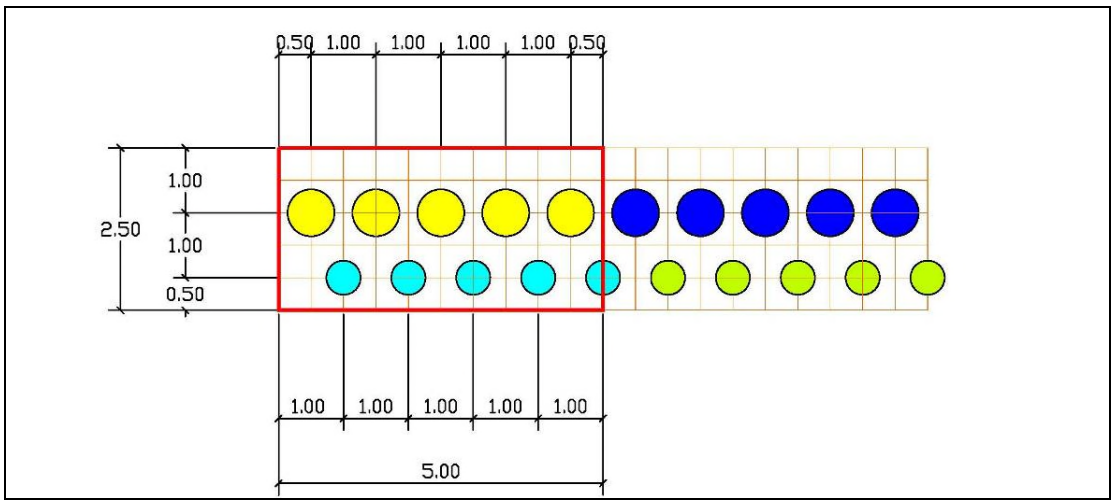
Tra le specie arboreo – arbustive previste vi segnalano a titolo esemplificativo:

Nome	altezza a maturità (metri)
Populus alba	28
Quercus robur	28
Platanus acerifolia	28
Salix alba	18
Celtis australis	15
Fraxinus angustifolia	18
Acer campestre	12
Quercus ilex	15
Fraxinus ornus	10
Pyrus pyraster	8
Salix babylonica	15
Crataegus monogyna	6
Viburnum opalus	4
Prunus spinosa	4
Ligustrum vulgare	4
Cornus sanguinea	4
Berberis vulgaris	3
Amelanchier ovalis	2
Lavandula augustifolia	1
Rosmarinus officinalis	1

Sesto d'impianto

Un sesto d'impianto ottimale prevede una o più file, di alberi alternati ad arbusti e caratterizzate da un'elevata biodiversità. Una maggiore varietà floristica, infatti, rappresenta anche una maggiore diversità dal punto di vista faunistico. Inoltre la presenza di specie diverse minimizza l'azione dei parassiti e ne diminuisce la velocità di diffusione.

Per la mitigazione ambientale e paesaggistica sono possibili due moduli d'impianto.



Legenda:

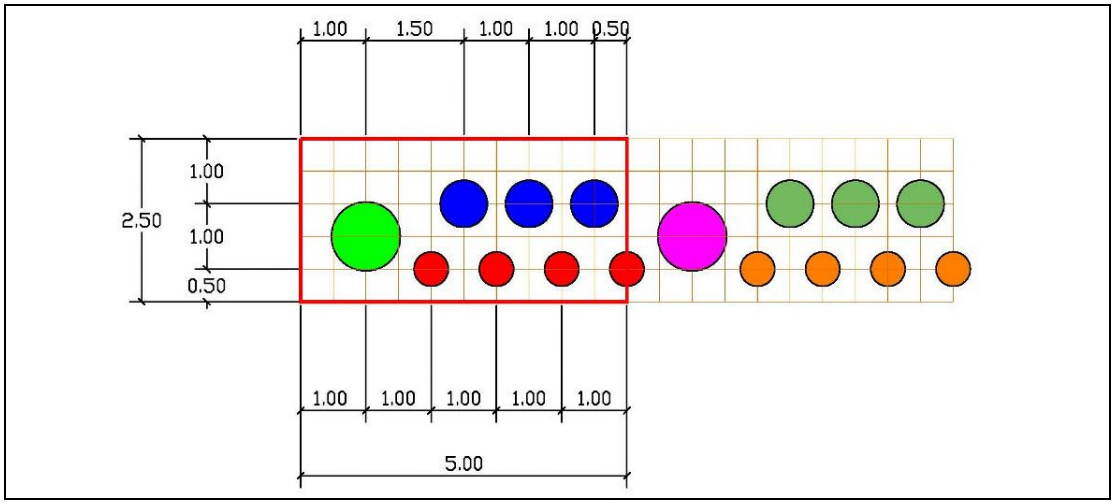
Arbusto grande

Arbusto piccolo

Il **modulo 1** copre una superficie di 5 m x 2,5 m ed è costituito da due file di arbusti distanti 1 metro e sfalsate di 50 cm tra di loro. Su un lato verranno messe a dimora le specie arbustive di maggior dimensioni mentre esternamente sono previsti gli arbusti più piccoli. La distanza tra una pianta e l'altra è di 1 metro.

Il **modulo 2** copre una superficie di 5 m x 2,5 m ed è costituito anche in questo caso da due file di piante distanti 1 metro e sfalsate di 50 cm tra di loro. A differenza del modulo 1 prevede l'inserimento di una specie arborea ad ogni modulo.

Anche nel modulo 2 sul un lato verranno messe a dimora le specie arbustive di maggior dimensioni mentre esternamente sono previste le specie arbustive più piccole.



Legenda:

Albero

Arbusto grande

Arbusto piccolo

Il modulo andrà riprodotto per un numero di volte pari alla lunghezza del filare previsto in fase di progetto. La larghezza della fascia sarà di 2,5 metri. I due sesti d'impianto prevedono il raggruppamento delle specie in macchie monospecifiche che, oltre a riprodurre una distribuzione delle stesse più vicina alla naturalità, accentua il loro effetto estetico nei diversi periodi vegetativi (fioritura, bacche, foglie autunnali).

L'elevata densità di impianto è dettata dall'esigenza di realizzare velocemente la copertura del suolo.

Art. 11 Mitigazione del rischio idraulico e difesa del suolo

Si ottiene qualora, contestualmente alla realizzazione di interventi edilizi, siano predisposte misure di mitigazione idonee alla soddisfazione del principio "dell'invarianza idraulica" e al miglioramento di eventuali criticità idrauliche preesistenti.

Al fine di non gravare eccessivamente sulla rete di smaltimento delle acque devono essere previsti volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione causata dalle superfici permeabili.

I volumi di stoccaggio potranno consistere in:

- aree umide naturali o artificiali;
- sistemi di detenzione asciutta concentrata con controllo del flusso;
- sistemi di detenzione asciutta distribuita con controllo del flusso;
- opere di mitigazione per infiltrazione;
- pratiche specifiche di filtrazione/ infiltrazione/ depurazione;
- pratiche specifiche relative a sistemi stradali;
- pratiche specifiche per ridurre la superficie impermeabile;

Le aree umide naturali o artificiali constano di volumi di detenzione o di ritenzione sparsi o concentrati, con fondali a diverse profondità. Sono interventi che provvedono, generalmente, oltre alla mitigazione idraulica ad una funzione di miglioramento qualitativo dell'acqua di precipitazione.

Le opere di detenzione asciutta concentrata con controllo del flusso possono essere distinte in:

- opere fuori terra, nelle quali l'invaso si asciuga completamente tra due eventi significativi di pioggia ed è dotato di un apposito manufatto idraulico che permette la regolamentazione dell'effetto di laminazione,
- opere entro terra nelle quali l'invaso può essere fornito da vasche, condotte circolari, tunnel, ecc. con rilascio progressivo nelle giornate successive all'evento

piovoso, oppure recupero delle acque per diverse finalità.

Le opere di detenzione asciutta distribuita sono finalizzate alla gestione idraulica ed ambientale dell'acqua di piena, sfruttano l'azione di laminazione di volumi distribuiti in modo più o meno omogeneo su una vasta area o su una intera zona.

La mitigazione per infiltrazione consiste in sistemi, prevalentemente trincee, bacini o pavimentazioni, progettati per catturare ed immagazzinare temporaneamente il volume caratteristico dell'acqua permettendo nel contempo l'infiltrazione nel sottosuolo.

Pratiche specifiche di filtrazione/ infiltrazione/ depurazione sono opere quali mezzi fossati secchi o umidi, o filtri in sabbia, dimensionate in genere sulla base del volume minimo necessario per la gestione delle acque di piena (water quality volume), affinché possano intercettarlo e immagazzinarlo temporaneamente, avviandolo successivamente attraverso un letto di filtrazione.

Le pratiche specifiche relative a sistemi stradali sono tese alla riduzione dell'area di tipo impermeabile in corrispondenza di zone funzionali alla viabilità e alla sosta tramite l'impiego di biofiltri puntuali alberati, parcheggi inerbiti, aiuole concave, ecc.

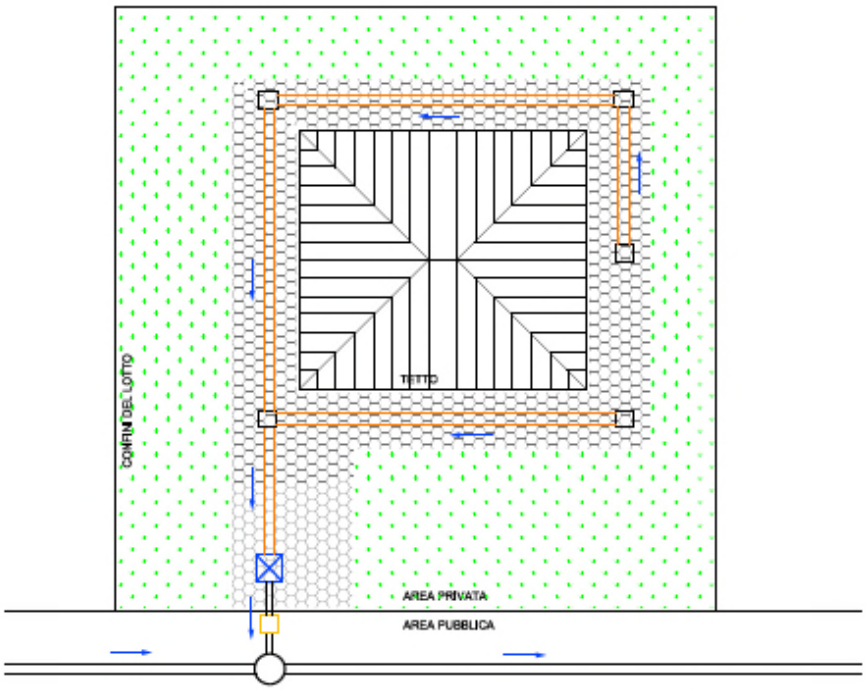
La riduzione dell'area totale impermeabile è ricercata attraverso:

- conservazione delle superfici naturali,
- scollegamento del deflusso dei pluviali e della aree impermeabili,
- impiego di serbatoi e cisterne per acqua piovana,
- realizzazione di tetti inerbiti o vegetati.

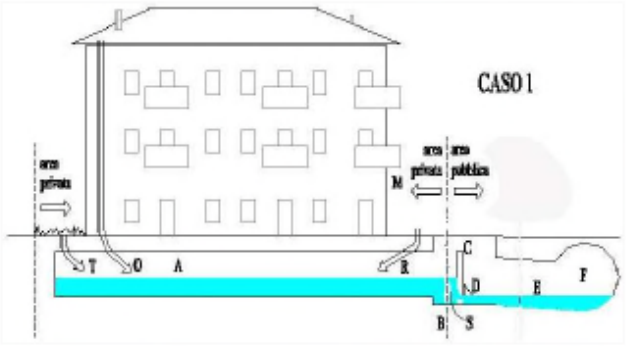
I metodi tradizionali di ricalibrazione e sistemazione di corsi d'acqua quali mitigazione idraulica deduttiva o stream restoration permettono il ritorno del sistema di drenaggio alla situazione antecedente il processo di urbanizzazione ristabilendo le funzioni acquatiche, fisiche, chimiche e biologiche della rete.

Qualora possibile è raccomandato il ricorso a tecniche mutuate dall'ingegneria naturalistica, al fine di poter integrare le opere di mitigazione idraulica con il sistema degli spazi verdi.

I riferimenti tecnici e le schede illustrative seguenti, sono quelli illustrati nel Quaderno n. 1 del PTCP della Provincia di Padova "Misure di salvaguardia idraulica" e quelli indicati nella relazione di "Valutazione della Compatibilità Idraulica" del PAT, redatte a cura dell'ing. Giuliano Zen. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato della V.C.I. del PAT.



PLANIMETRIA



SEZIONE

LEGENDA PLANIMETRIA

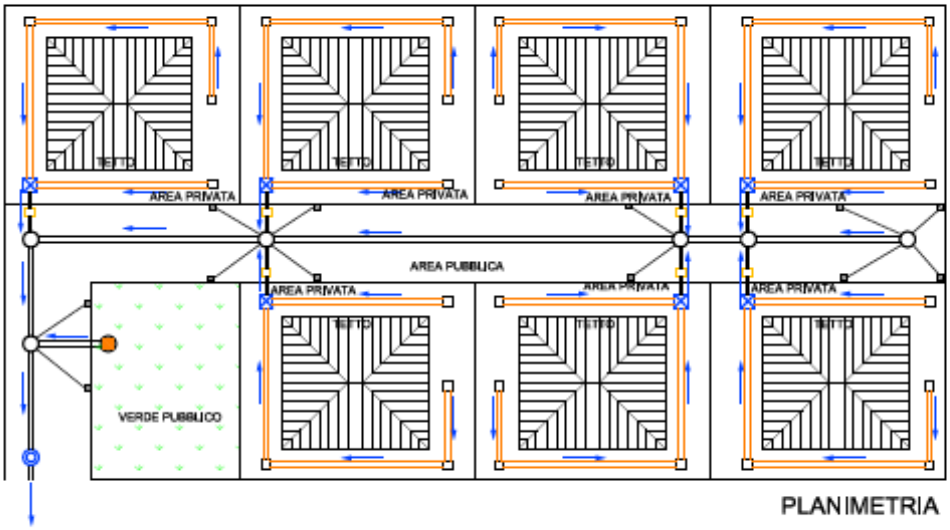
- COLLETTORI DI INVASO MAGGIORATI (ES. 80 cm)
- POZZETTONE DI LAMINAZIONE (ES. 120x120)
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AL LOTTO
- POZZETTO DI ALLACCIO IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- COLLETTORI DI ALLACCIO (ES. 30 cm)

MITIGAZIONE IDRAULICA SU LOTTO RESIDENZIALE CON DETENZIONE DISTRIBUITA REALIZZATA CON COLLETTORI MAGGIORATI E POZZETTONE DI LAMINAZIONE

ALLEGATO U1

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°1

Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012



PLANIMETRIA

LEGENDA PLANIMETRIA

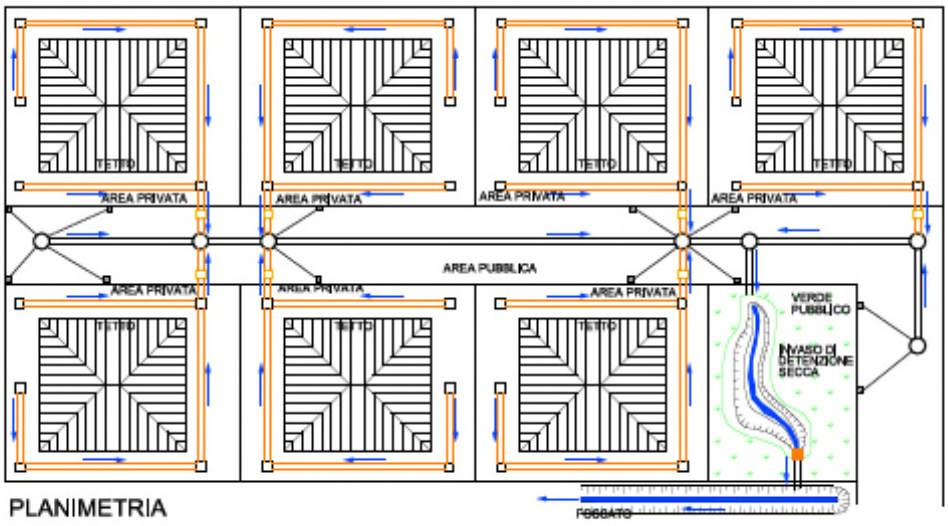
- TUBAZIONI DI DRENAGGIO PRIVATI (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO LAMINAZIONE PARTE PUBBLICA DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI LAMINAZIONE PARTI PRIVATE DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AI LOTTI
- POZZETTI DI ALLACCIO ACQUE DI PIOGGIA IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICI (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- COLLETTORI DI ALLACCIO (ES. 30 cm)
- CADITOIE DRENAGGIO STRADALE PUBBLICO
- TUBI DI ALLACCIO CADITOIE STRADALI
- POZZETTO PER GRIGLIATURA E SEDIMENTAZIONE DEL MATERIALE PESANTE E IN SOSPENSIONE ORIGINATO DALL'AREA VERDE

MITIGAZIONE IDRAULICA MISTA PUBBLICO-PRIVATA CON DETENZIONE IN TUBI A DIAMETRO MAGGIORATO SIA IN AMBITO PRIVATO CHE IN AMBITO PUBBLICO

ALLEGATO U3

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°3

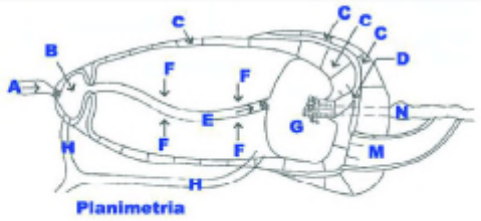
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012



PLANIMETRIA

LEGENDA PLANIMETRIA

- TUBAZIONI DI DRENAGGIO PRIVATI O DI ALLACCIO
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AI LOTTI
- POZZETTI DI ALLACCIO ACQUE DI PIOGGIA IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICI
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- CADITOIE DRENAGGIO STRADALE PUBBLICO
- TUBI DI ALLACCIO CADITOIE STRADALI
- STROZZATURA IDRAULICA



Planimetria

Sezione corrente

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.

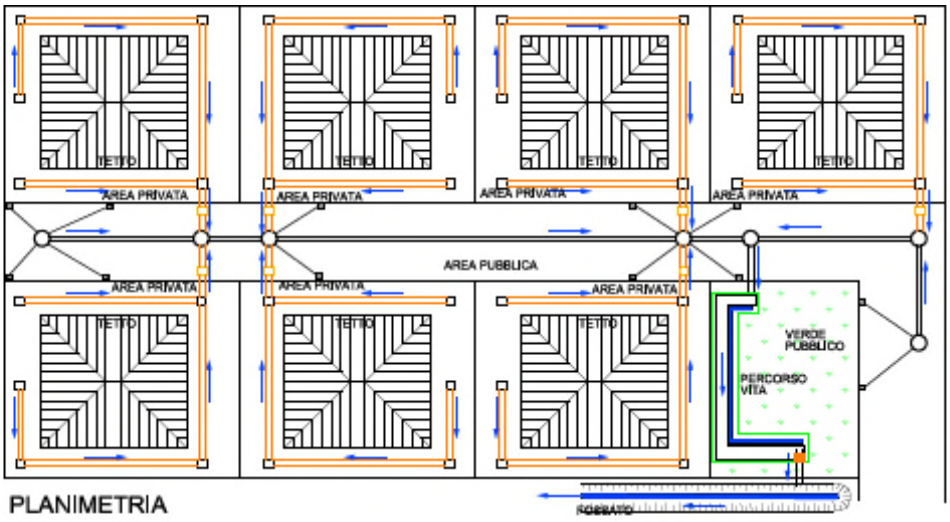
SCHEMA INDICATIVO PER L'INVASO DI DETENZIONE SECCA

MITIGAZIONE IDRAULICA IN UNA LOTTIZZAZIONE CON INVASO A CIELO APERTO DI DETENZIONE SECCA IN AREA PUBBLICA CON SCARICO FINALE IN FOSSATO

ALLEGATO U4

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°4

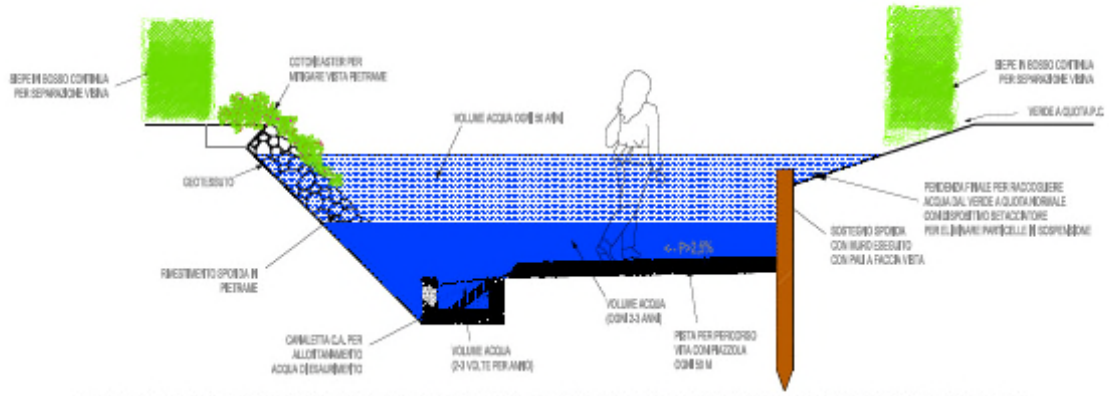
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012



PLANIMETRIA

LEGENDA PLANIMETRIA

- TUBAZIONI DI DRENAGGIO PRIVATI O DI ALLACCIO
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AI LOTTI
- POZZETTI DI ALLACCIO ACQUE DI PIOGGIA IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICI
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- CADITOIE DRENAGGIO STRADALE PUBBLICO
- TUBI DI ALLACCIO CADITOIE STRADALI
- STROZZATURA IDRAULICA



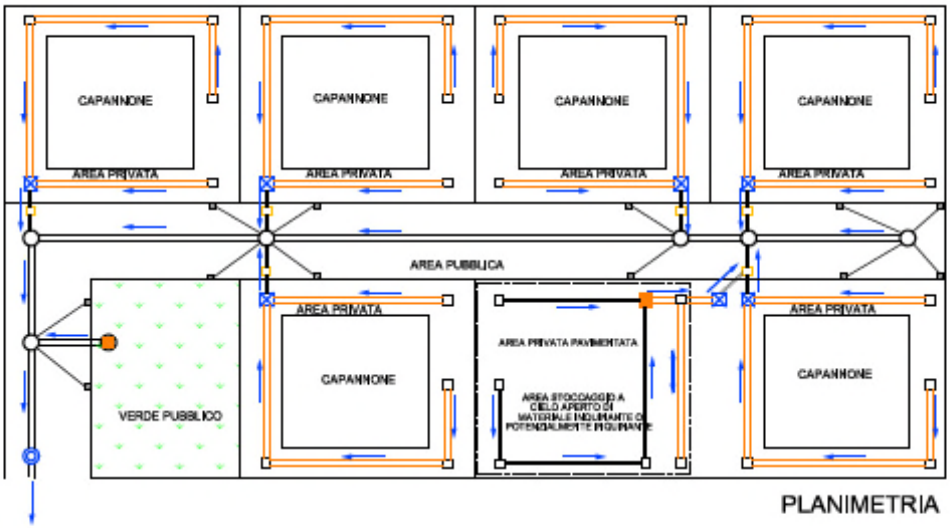
SEZIONE INDICATIVA PERCORSO VITA CON FUNZIONE DI DETENZIONE IDRAULICA
(G. ZEN, 2005)

MITIGAZIONE IDRAULICA IN UNA LOTTIZZAZIONE CON INVASO A CIELO APERTO DI DETENZIONE SECCA RICAVATO CON "PERCORSO VITA" RIBASSATO E CON SCARICO FINALE IN FOSSATO

ALLEGATO U5

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°5

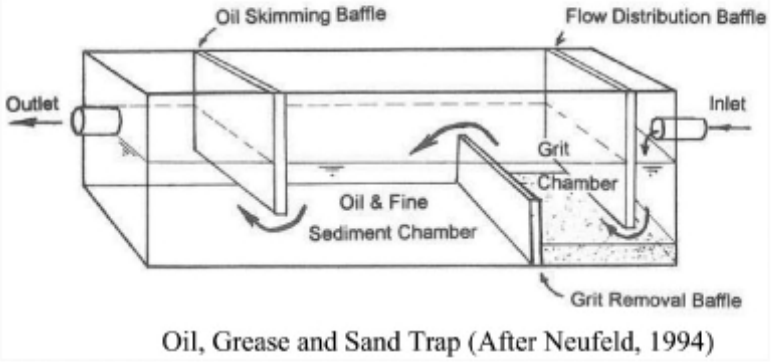
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012



PLANIMETRIA

LEGENDA PLANIMETRIA

- TUBAZIONI DI DRENAGGIO PRIVATE (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO LAMINAZIONE PARTE PUBBLICA DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI LAMINAZIONE PARTI PRIVATE DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AI LOTTI
- POZZETTI DI ALLACCIO ACQUE DI PIOGGIA IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICI (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- COLLETTORI NORMALI DI FOGNATURA BIANCA
- CADITOIE DRENAGGIO STRADALE PUBBLICO
- TUBI DI ALLACCIO CADITOIE STRADALI
- POZZETTO PER GRIGLIATURA E SEDIMENTAZIONE DEL MATERIALE PESANTE E IN SOSPENSIONE ORIGINATO DALL'AREA VERDE
- POZZETTO DI SEDIMENTAZIONE E DISOLEATURA CON BYPASS DI TROPPO PIENO IN AREA PRIVATA



Oil, Grease and Sand Trap (After Neufeld, 1994)

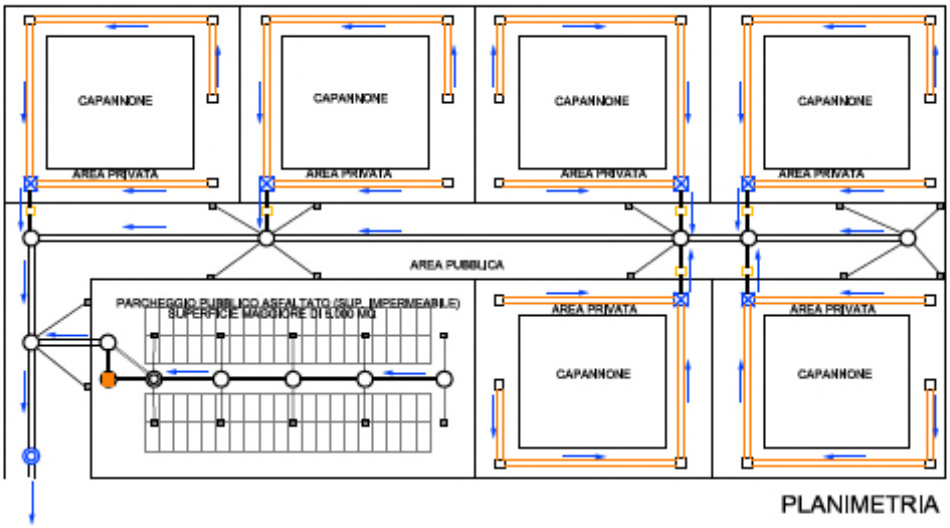
SCHEMA SEDIMENTATORE E DISOLEATORE

MITIGAZIONE IDRAULICA MISTO PUBBLICO-PRIVATA
IN PDL PRODUTTIVO-COMMERCIALE CON DETENZIONE
IN TUBI A DIAMETRO MAGGIORATO SIA IN AMBITO PRIVATO
CHE IN AMBITO PUBBLICO E TRATTAMENTO QUALITATIVO DELL'ACQUA
DI PIOGGIA IN AREA A RISCHIO INQUINAMENTO

ALLEGATO U6

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°6

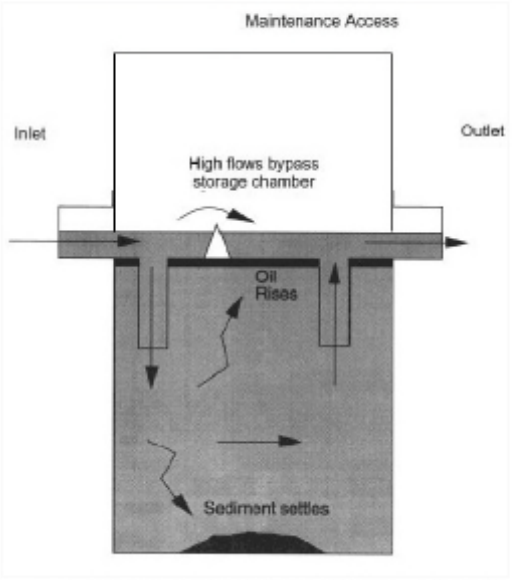
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012



PLANIMETRIA

LEGENDA PLANIMETRIA

- TUBAZIONI DI DRENAGGIO PRIVATE (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO LAMINAZIONE PARTE PUBBLICA DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI LAMINAZIONE PARTI PRIVATE DELLA LOTTIZZAZIONE
- POZZETTI DI ISPEZIONE INTERNI AI LOTTI
- POZZETTI DI ALLACCIO ACQUE DI PIOGGIA IN AREA PUBBLICA
- COLLETTORI FOGNATURA BIANCA PUBBLICI (DIAMETRO MAGGIORATO PER ACQUISIRE INVASO)
- POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA PUBBLICA
- DIREZIONE FLUSSO IDRICO
- COLLETTORI NORMALI
- CADITOIE DRENAGGIO STRADALE PUBBLICO
- TUBI DI ALLACCIO CADITOIE STRADALI
- POZZETTO PER DISOLEATURA E SEDIMENTAZIONE DELLE ACQUE PROVENIENTI DAL PARCHEGGIO A SUPERFICIE IMPERMEABILE (DI PRIMA PIOGGIA)
- POZZETTO DI BY-PASS PER LE ACQUE DI SECONDA PIOGGIA



SCHEMA DISOLEATORE NEL SISTEMA SEDIMENTATORE - DISOLEATORE

MITIGAZIONE IDRAULICA MISTO PUBBLICO-PRIVATA
IN PDL PRODUTTIVO-COMMERCIALE CON DETENZIONE
IN TUBI A DIAMETRO MAGGIORATO SIA IN AMBITO PRIVATO
CHE IN AMBITO PUBBLICO E TRATTAMENTO QUALITATIVO DELL'ACQUA
DI PIOGGIA PROVENIENTE DA PARCHEGGIO PUBBLICO

ALLEGATO U7

SCHEMA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA N°7

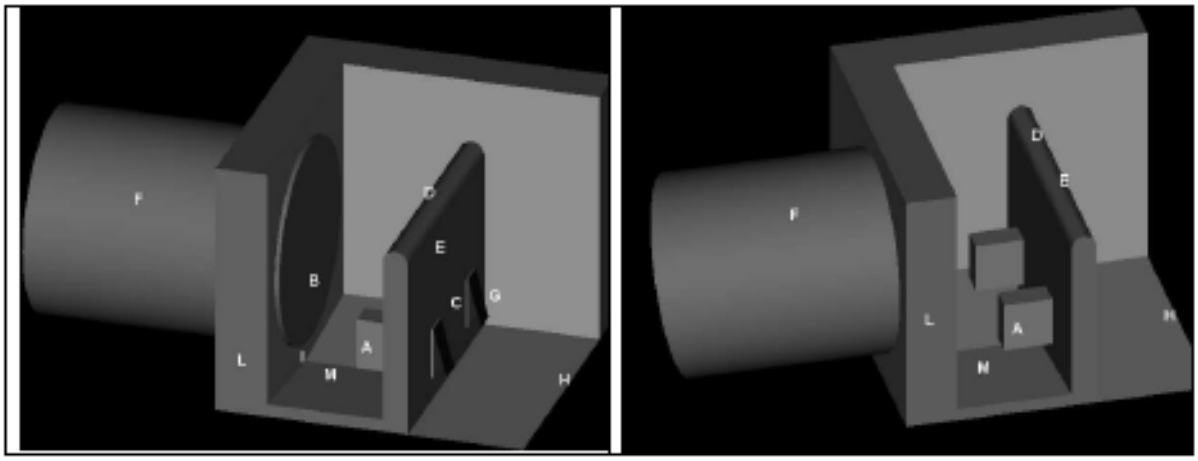
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Piano Assetto del Territorio
Comune di VILLAFRANCA PADOVANA, anno 2012

ALLEGATO V

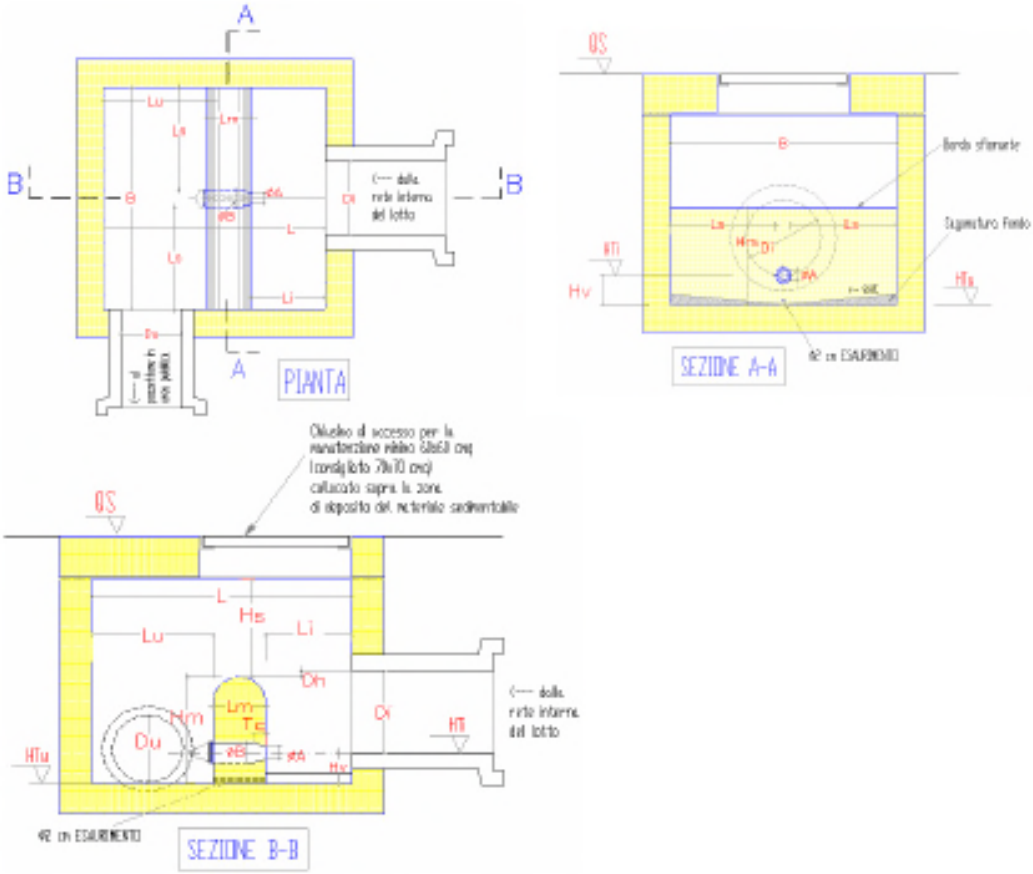
IL POZZETTONE DI LAMINAZIONE

V.1 – DESCRIZIONE

Prendendo a riferimento le figure seguenti vengono presentati alcuni schemi per la realizzazione di un pozzettone di controllo in uscita di un sistema di laminazione per detenzione. Si espongono inoltre alcune considerazioni circa il dimensionamento del pozzettone di laminazione.



Nei due spaccati è evidente il collettore di arrivo **F** (ad esempio dall'anello di fognatura bianca a diametro maggiorato attorno all'edificio) che sbocca in **B** entro il pozzetto **L**. Il pozzettone viene diviso da un muretto **E** con profilo sfiorante **D**. L'acqua in arrivo dall'anello di invaso perviene al vano **M** dove subisce una parziale riduzione del materiale trasportato per la presenza di un'altezza di deposito **I**. Nel vano **M** il pelo libero si alza fino a riempire il volume di deposito. Con **A** indichiamo i manufatti necessari a proteggere le luci di deflusso parzializzato (ad es. griglie). Il profilo sfiorante **D** risulta grossomodo in linea col filo superiore della tubazione **F**. Con semplice luce di deflusso a forma circolare la portata in uscita varia fra il valore 0 (tirante uguale allo scorrimento del tubo) e il valore massimo al momento dello sfioro in **D**. Esistono in commercio manufatti da collocare in **A** in grado di garantire il valore costante della portata di laminazione fra i due estremi di tirante indicati (ad es. la valvola di Mosbaek); con detti manufatti è possibile mantenere sensibilmente costante lo scarico dell'acqua al vano di valle **H** in modo invariante rispetto il livello del pelo libero in **M** e in tal modo ottenendo il miglior rendimento del processo di laminazione. E' buona norma munire gli sbocchi delle luci di deflusso sono protetti da "porte" **G** anti riflusso. Al tempo di ritorno fissato per il dimensionamento del sistema, l'acqua sfrutta tutto l'invaso di monte e si alza fino a raggiungere il bordo di sfioro **D**; al tempo di ritorno fissato per la verifica si dimensiona lo stramazzo in modo da far transitare con sicurezza l'acqua in eccesso (differenza tra acqua in arrivo da monte e acqua che transita nelle valvole **A**).



I parametri da dimensionare sono:

B = LARGHEZZA INTERNA POZZETTO = LUNGHEZZA SFIORATORE (*cm*). Dipende da misure commerciali e dalla larghezza di stramazzo necessaria a far passare la portata di verifica del sistema con tempo di ritorno (ad esempio) di 100 anni. Nella stragrande maggioranza dei casi, e per aree minori di 5-10.000 m^2, tale valore varia fra 120 e 150 *cm*.

L=LUNGHEZZA INTERNA DEL POZZETTO (*cm*). In genere pari a **B** (misure commerciali di pozzetti prefabbricati).

Du=DIAMETRO TUBO IN USCITA (*cm*). In genere conviene sia pari al diametro di ingresso; ma non c'è motivo per non prevedere anche un valore minore.

Di=DIAMETRO TUBO IN INGRESSO (*cm*). Valore come da dimensionamento del sistema di laminazione per detenzione; ovvero corrisponde al tirante massimo raggiungibile nel caso di volume d'invaso ottenuto utilizzando sezioni trapezoidali a cielo aperto.

HT_U=QUOTA FILO INFERIORE TUBO IN USCITA (*m s.r.*). Dipende dalle condizioni geometriche di posa della rete a monte e dai vincoli imposti al sistema di laminazione.

L_U=LUNGHEZZA VANO DI CARICO (*cm*). In genere pari alla metà di L.

L_i=LUNGHEZZA VANO DI ARRIVO (*cm*). In genere sono da prevedere almeno 60 *cm* (per le operazioni di manutenzione).

HT_i=QUOTA FILO INFERIORE TUBO IN INGRESSO (*m s.r.*). Detto valore deve coincidere sempre con la quota dell'asse del foro di scarico.

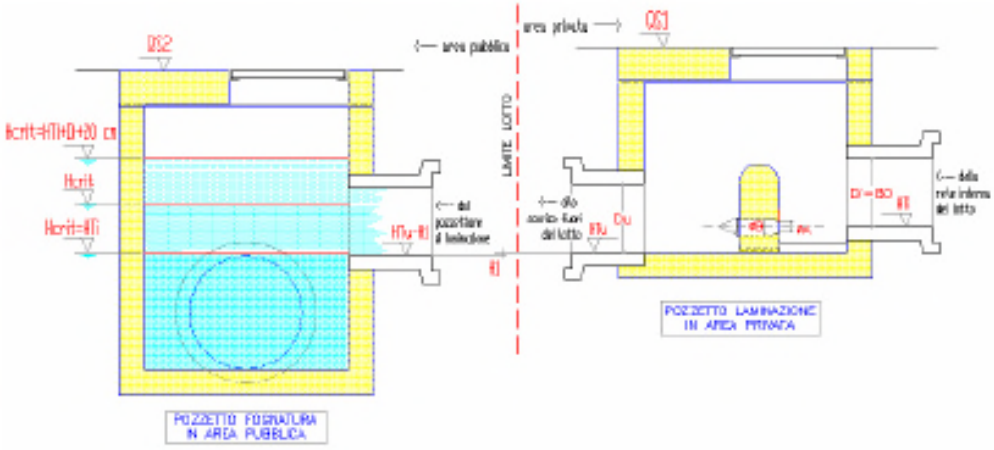
H_v=ALTEZZA DEPOSITO MATERIALE SEDIMENTABILE (HT_i-HT_U) in (*m*). Valore maggiore o uguale a 15-20 *cm*.

ΦA=DIAMETRO FORO SUL MURETTO VERSO MONTE (*cm*). Valore che deriva dal dimensionamento idraulico. Motivazioni di ordine pratico consigliano di non scendere mai sotto il valore di 3-4 *cm* (problema intasamento).

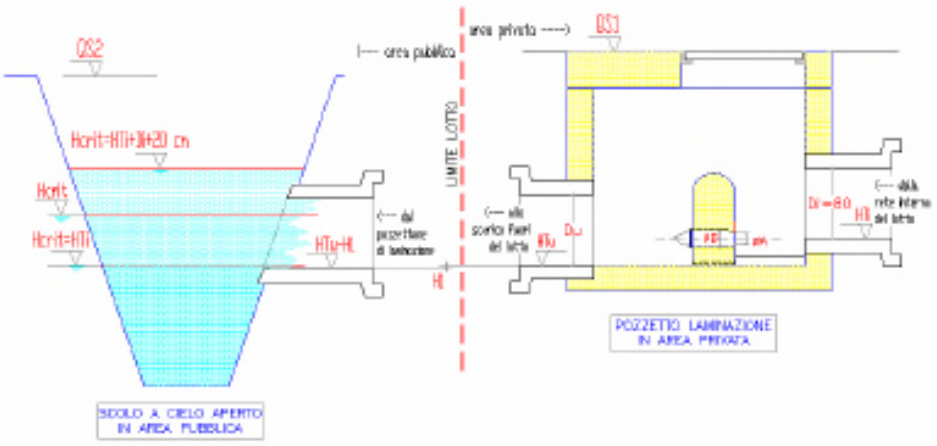
ΦB=DIAMETRO FORO SUL MURETTO ΦB>ΦA (cm). Valore tipo 20 cm.
HS=DISTANZA SFIORO-INTRADOSSO COPERTURA (cm). Almeno 40 cm.
LS=DISTANZA MINIMA FRA FORO-PARETE E FORO-FORO (cm). Almeno 20 cm.
DH=DIFFERENZA FRA QUOTA FILO SUP. TUBO E SFIORO (cm). Tra 0 e 5 cm.
IM=LARGHEZZA MURO STRAMAZZO (cm). Dipende da considerazioni di natura statica (spinta dell'acqua).
QU=PORTATA MASSIMA DAL FORO AL LIMITE DI SFIORO (l/s). Il valore dipende dalle elaborazioni idrauliche.

V.2 - CONSIDERAZIONI SUL PUNTO DI SCARICO

Il punto di scarico può assumere varie conformazioni, in genere riconducibili alle due situazioni evidenziate nella figura successiva: caso **A** → *scarico in pozzetto di fognatura* e caso **B** → *scarico in canale a cielo aperto*.



Caso **A** : SCHEMA PUNTO DI SCARICO IN FOGNATURA



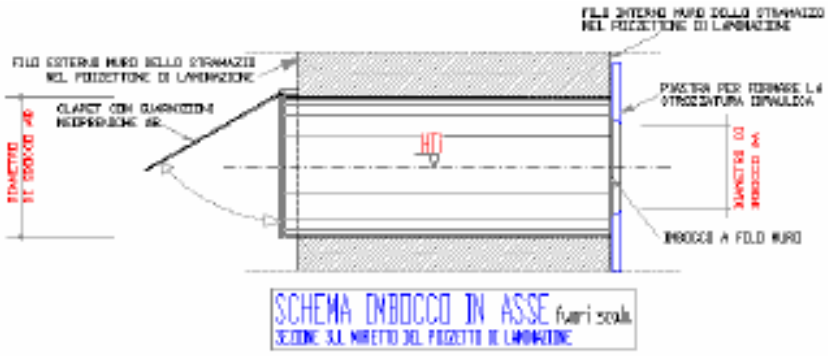
Caso **B**: SCHEMA PUNTO DI SCARICO IN CANALE A CIELO APERTO

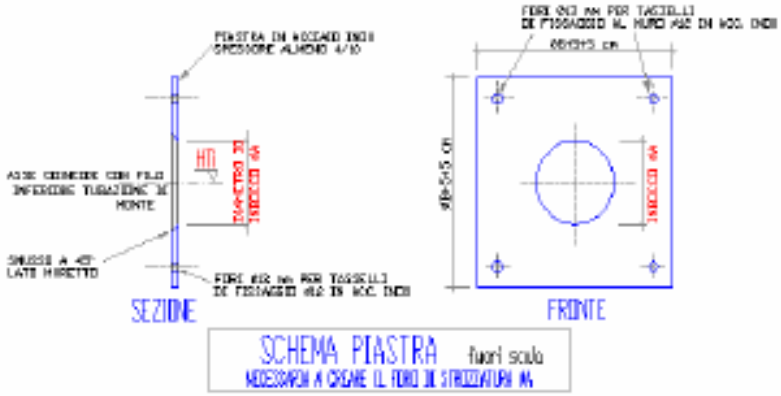
Nella progettazione dello scarico il parametro più importante è **Hcrit** cioè la quota massima che raggiunge il pelo libero, nel ricevente, durante i grandi eventi di pioggia. Se **Hcrit** risulta maggiore di **HTi** occorre dotare i

fori nel pozzettone di laminazione di valvole di non ritorno. Un valore massimo consigliabile per **Horit** è il valore di quota ottenuto sommando ad **HTi** il diametro del tubo di laminazione; se il valore supera detto valore *non può essere garantita la laminazione* in quanto ovviamente l'acqua rigurgita all'interno direttamente dallo stramazzo di controllo. Con valori di **Horit** compresi fra **HTi** e **HTi+Di** converrà, per sicurezza, aumentare convenientemente la lunghezza del tubo di laminazione utilizzando un coefficiente correttivo **CCl**, espresso come aliquota decimale da sommare all'unità con cui correggere il valore **L** calcolato. Si può porre **CCl**=0 quando **Horit** è sempre minore o uguale a **HTi** e **CCl**=0,8 quando **Horit** può assumere un valore pari a **HTi+Di** (eventualmente con interpolazione lineare per situazioni intermedie).

V.3 - PARTICOLARI STROZZATURA IDRAULICA

La strozzatura idraulica sul muretto del pozzetto di laminazione può essere eseguita, senza spesa eccessiva, nel modo visualizzato nella figura successiva. Il sistema evidenziato è studiato in modo da ridurre il rischio intasamento nel foro di passaggio.





E' consigliabile utilizzare carpenteria in acciaio inox in modo da ridurre gli interventi di manutenzione.

La strozzatura **ΦA** è ovviamente sensibile a fenomeni di intasamento collegati alla presenza di materiale intasante entro il volume di laminazione (sacchetti di plastica, materiale in sospensione, ecc…); per tale motivo è necessario programmare un efficiente piano di manutenzione.

ALLEGATO **Z**

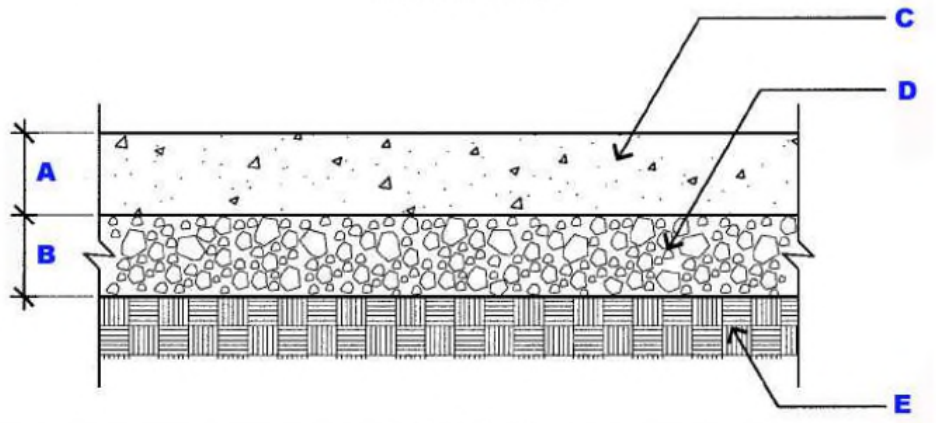
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/17**

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 é 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 é garantito non é necessario predisporre un sistema di cunette e caditoie per l'allontanamento dell'acqua di pioggia (drenaggio convenzionale);
03) il coefficiente di deflusso ottenibile é in genere molto basso (praticamente nullo) in quanto la capacità di assorbire acqua, se il pavimento é 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, fascie 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 ghiaino 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.

ALLEGATO **Z**

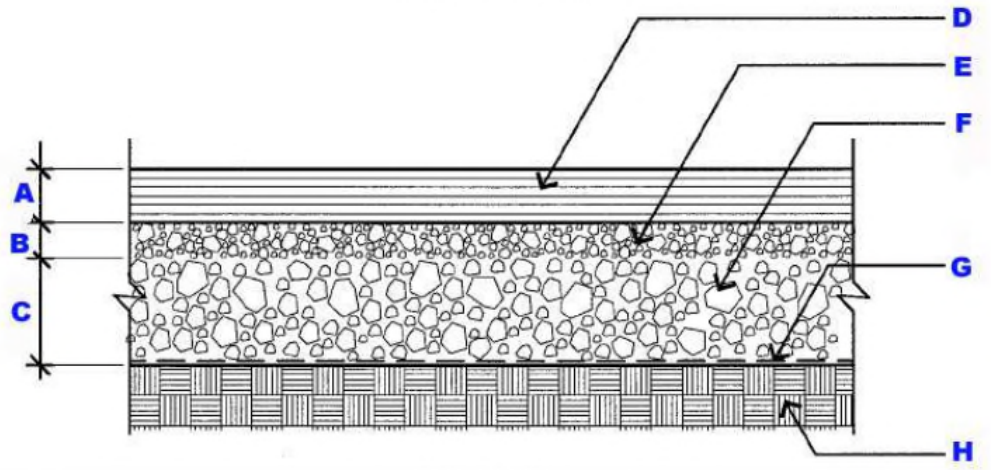
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/20**

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 é da considerarsi "infiltrabile" in quanto lo strato di appoggio é 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 é in genere molto basso (praticamente nullo) in quanto la capacità di assorbire acqua, se la pavimentazione é 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 é 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, fascie di attraversamento, stalli di sosta (per le piste ciclabile 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 é 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** é 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 aereoportuali).

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.

ALLEGATO **Z**

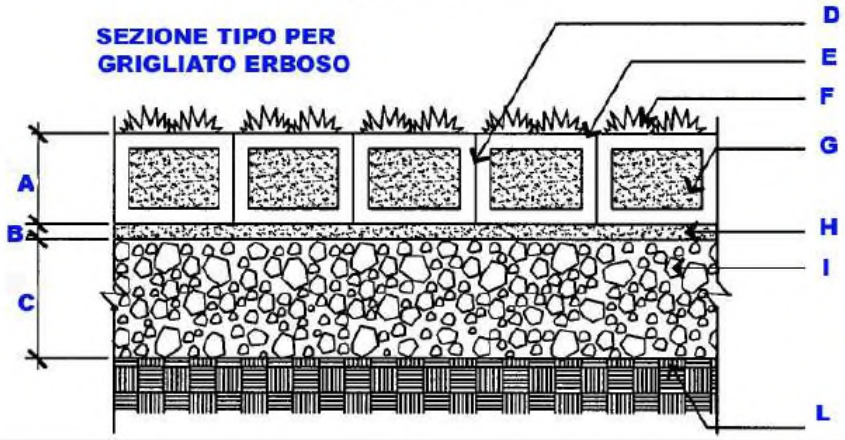
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/034**

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 é 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**) é poco permeabile (argilla, limo) occorre predisporre un sistema di drenaggio interrato; 05) é necessario prevedere un sistema di irrigazione per mantenere il tappeto erboso.

MANUTENZIONE

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

ALLEGATO **Z**

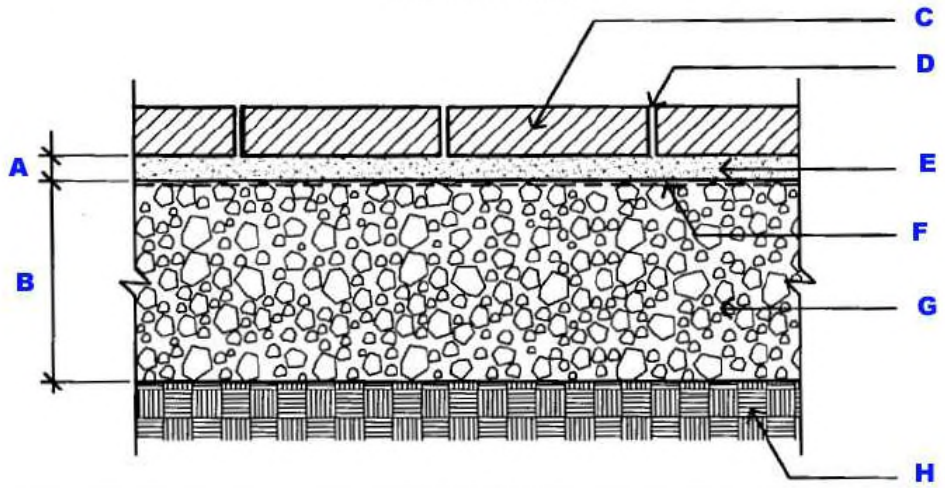
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/41**

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 le giunzioni 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 ghiaino 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, fascie 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 giunzioni 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.

ALLEGATO **Z**

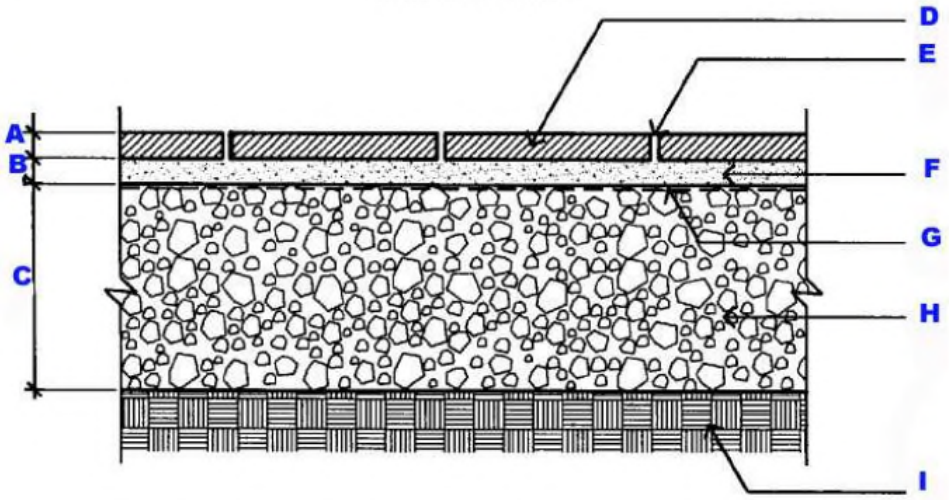
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/42**

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 giunzioni 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 giunzioni. Se le giunzioni 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 giunzioni 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.

ALLEGATO **Z**

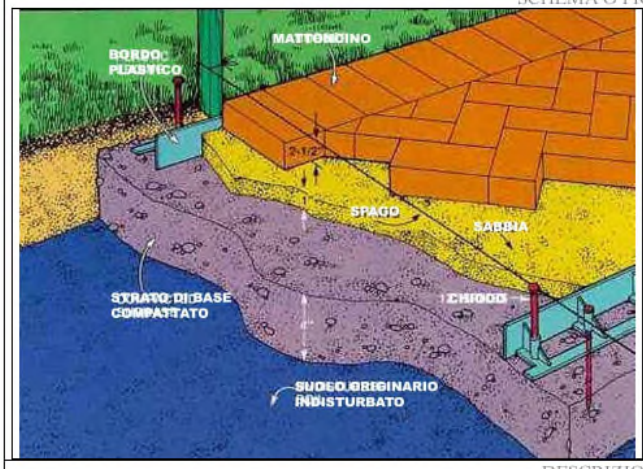
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/043**

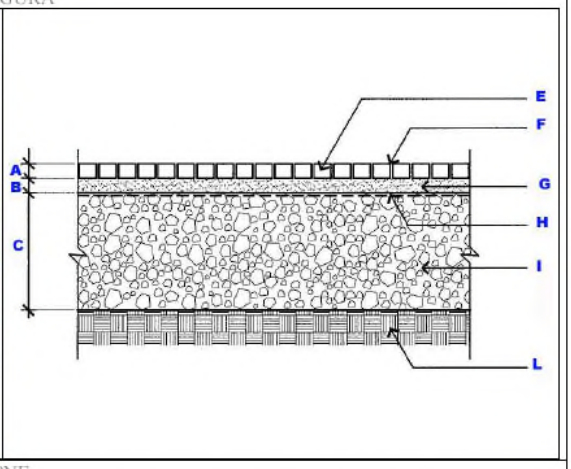
Pavimentazioni infiltrabili: BETONELLA

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 pioggiav (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 spaziati 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 (é 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.

ALLEGATO **Z**

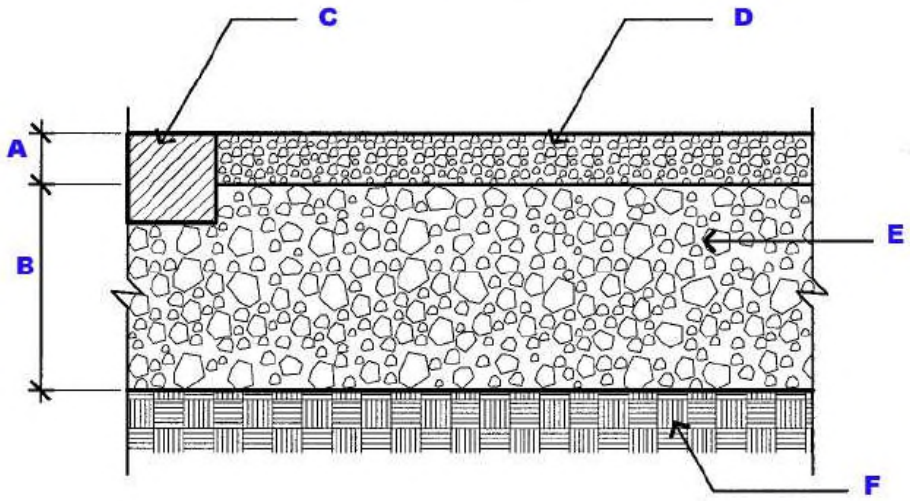
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/45**

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.

ALLEGATO **Z**

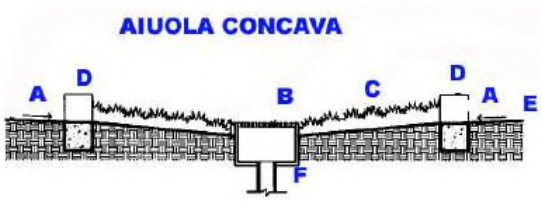
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/56**

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 é 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 gestire 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.

ALLEGATO **Z**

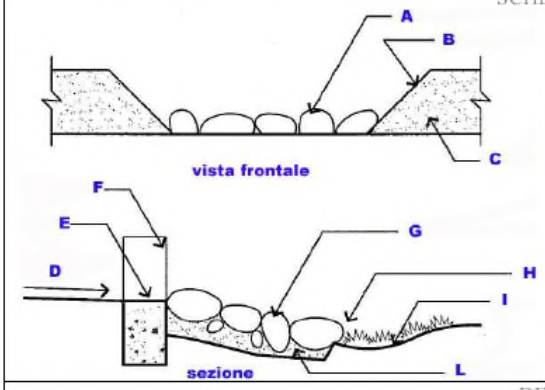
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/058**

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 contermine.

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.

ALLEGATO **Z**

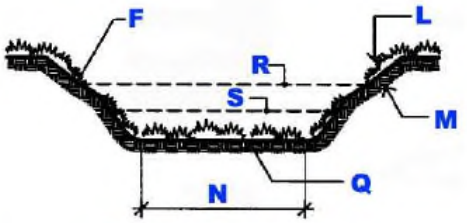
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/64**

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 insserisce 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; 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 sabbbia.

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

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

ALLEGATO **Z**

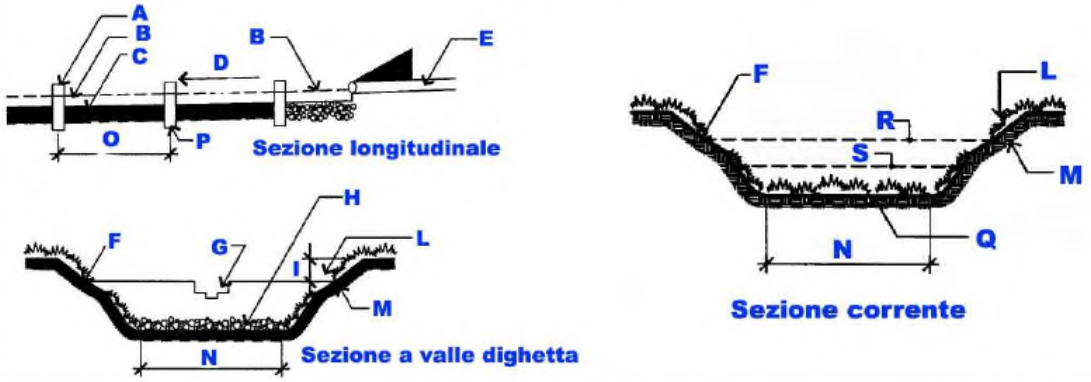
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/065**

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 insserisce 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 sabbbia.

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.

ALLEGATO **Z**

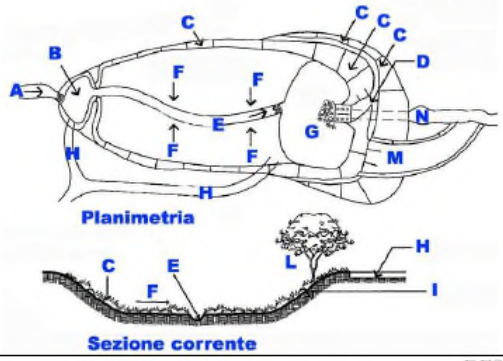
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/68**

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 i 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 piena; 03) adatta per interventi di urbanizzazione di entità pari o superiori alle decine di ettari.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) il miglior inserimento ambientale di ottiene riducendo ulteriormente le pendenze delle sponde; 02) in genere l'invaso dell'acqua và 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 della 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.

ALLEGATO **Z**

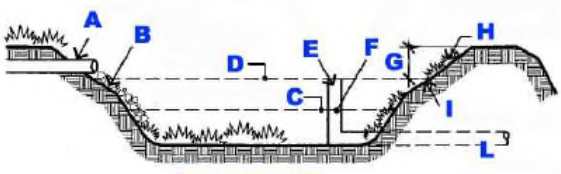
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/69**

Particolari urbanistici: DEPRESSIONE DI DETENZIONE ESTESA ORDINARIAMENTE UMIDA

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) **ridurre 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



Sezione tipo

Sezione longitudinale tipo

DESCRIZIONE

La depressione di detenzione estesa ordinariamente umida é 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 é 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 piena; 03) dato il valore elevato di superficie specifica necessaria non é 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 é 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 devo essere indicativamente di 1 su 4; 06) la profondità della depressione permanentemente interessata dall'acqua é 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.

ALLEGATO **Z**

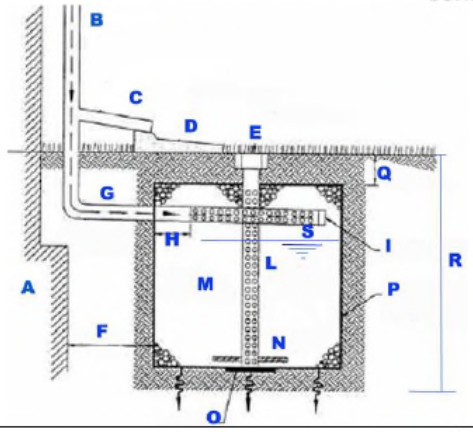
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/71**

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**.

ALLEGATO **Z**

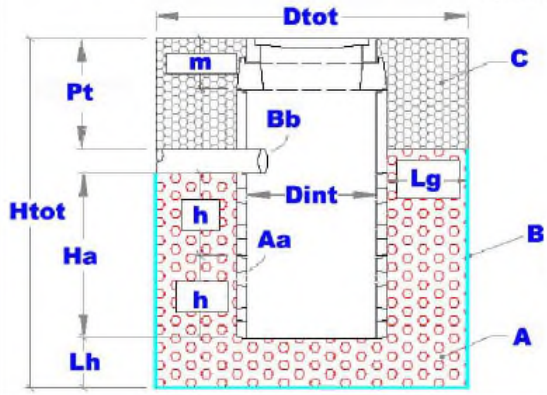
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/71a**

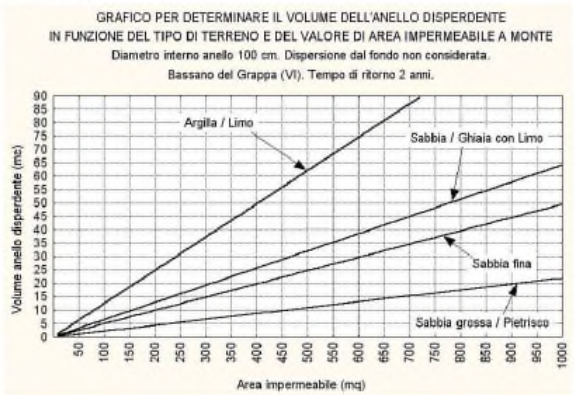
Particolari urbanistici: ANELLI DI DISPERSIONE

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 ghaione 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 (é 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 é 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 fur technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH* di Hannover. L'equazione base del metodo è $\mathbf{V}=((\mathbf{A}_U+\mathbf{A}_S)\cdot 10^{-7}\cdot r_{D(n)}-\mathbf{A}_S\cdot \mathbf{k}_f/2)\cdot \mathbf{D}\cdot 60\cdot \mathbf{f}_Z$, essendo **V**=volume richiesto alla vasca di dispersione (m^3), $\mathbf{A}_U$=superficie impermeabile a monte (m^2), $\mathbf{A}_S$=superficie disperdente (m^2), $r_{D(n)}$=precipitazione massima ($l/s\cdot ha$), $\mathbf{k}_f$=coefficiente di permeabilità della zona satura (m/s), **D**=durata della precipitazione massima (min), $\mathbf{f}_Z$=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 $\mathbf{A}_U$ (area di influenza): il sistema di drenaggio avrà un'area di influenza $\mathbf{A}_{TOT}$ composta da tipi diversi di uso del suolo e di trattamento della superficie; per determinare $\mathbf{A}_U$ occorre di volta in volta fare una media pesata per tipologie di superficie attraverso opportuni coefficienti di deflusso Ψ_M. In presenza di **m** superfici $\mathbf{A}_i$, ognuna dotata di coefficiente di deflusso Ψ_{Mi}, il valore $\mathbf{A}_U$ può quindi determinarsi con la seguente sommatoria estesa fra 1 ed **m**: $A_U=\Sigma \mathbf{A}_i\cdot\Psi_{Mi}$. Il coefficiente $\mathbf{k}_F$ (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 é valida per la curva di possibilità pluviometrica $\mathbf{p}=28{,}2\mathbf{t}^{0{,}23}$ essendo **p** la pioggia in *mm* e **t** la durata della stessa in *ore*. 02) Ai fini della superficie disperdente **As** ci si può limitare a considerare il diametro lordo dell'anello perdente (cioé 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 fino 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 é 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.

ALLEGATO **Z**

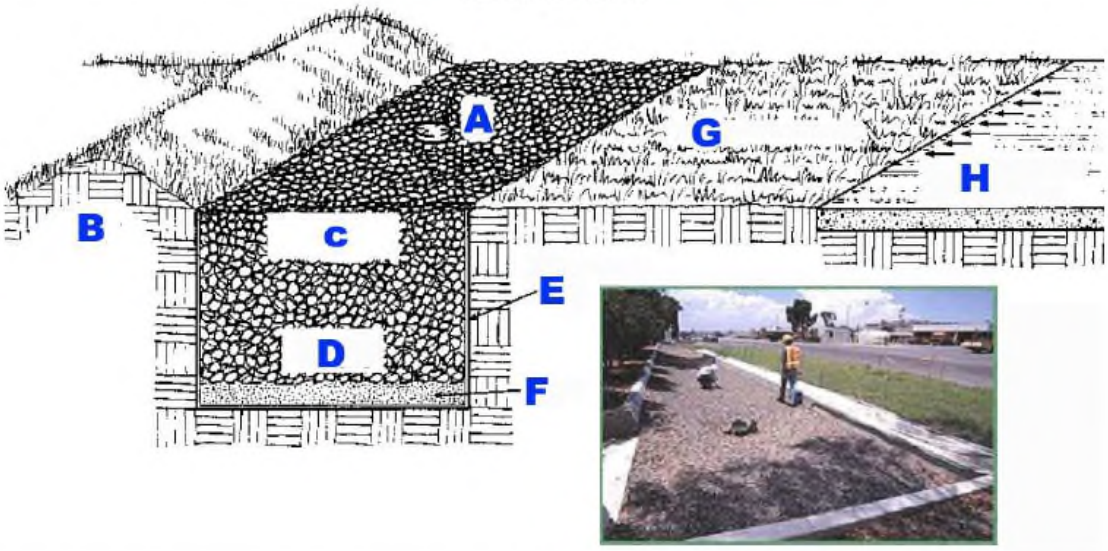
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/072**

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 é 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 casì 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 và applicato dove il deflusso superficiale é a rischio di inquinamenti concentrati (esempio a valle di distributori di benzina);

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) é necessario che il suolo circostante presenti un tasso di infiltrabilita' di almeno13-15 *mm/ora*; 02) é 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 affinchè 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 é 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 é 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 ghiaino 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. Vá collocato nel baricenttro 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 ghiaino rotondo vagliato se necessario.

NOTE

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

ALLEGATO **Z**

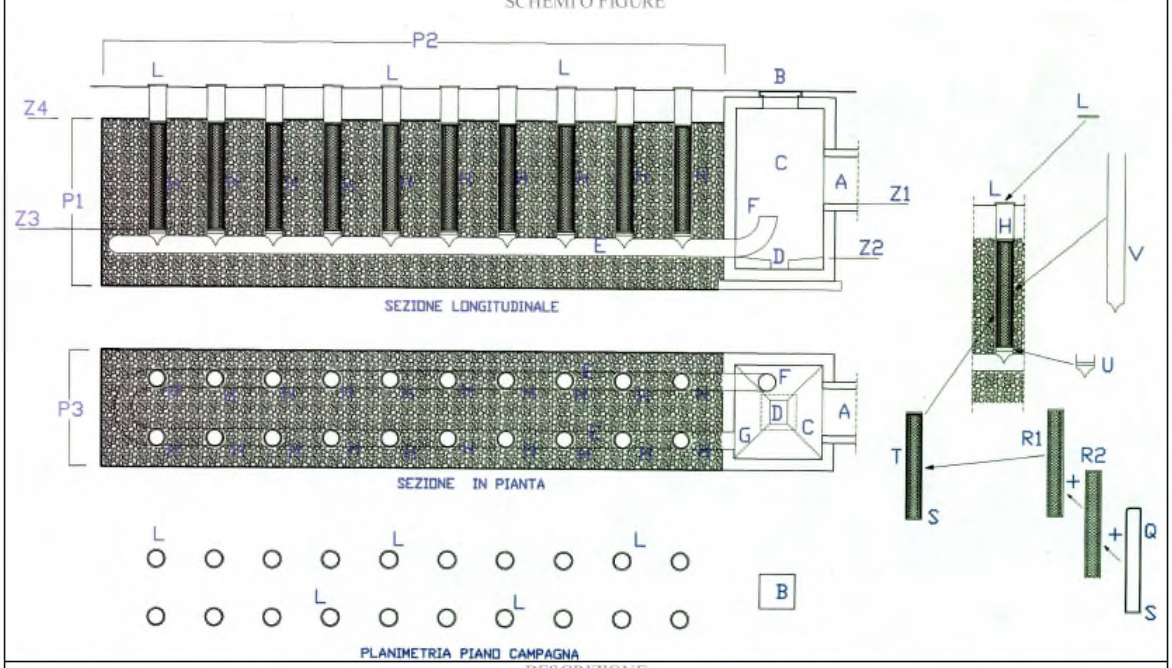
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/73**

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* é 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 <u>quantitativa</u> 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 **H** (da cui estrarre il filtro ed eseguire la manutenzione); **P1**=altezza del volume di infiltrazione (il volume é 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 và applicato dove il deflusso superficiale é a rischio di inquinamenti concentrati (esempio a valle di distributori di benzina);

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) é consigliabile che il suolo circostante presenti un tasso di infiltrabilita' di almeno 13-15 *mm/ora* (in caso contrario occorre sovrabbondare nel dimensionamento degli elementi **P1** e **P2**); 02) é 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 **P1**x**P2**x**P3** 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 **P1**x**P2**x**P3** và dimensionato in funzione del volume reso disponibile dalla rete di drenaggio ed in funzione del terreno esistente in posto (é 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, ghiaino 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.

ALLEGATO **Z**

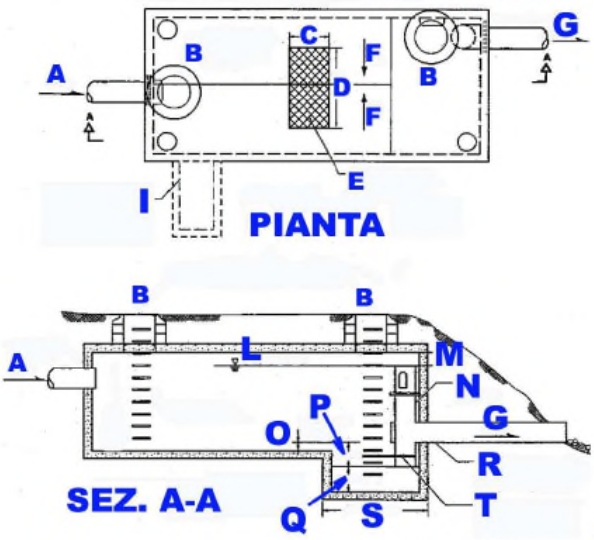
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/74a**

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 interrate 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 sedimento 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 interrate 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 *kg/cmq*; 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**

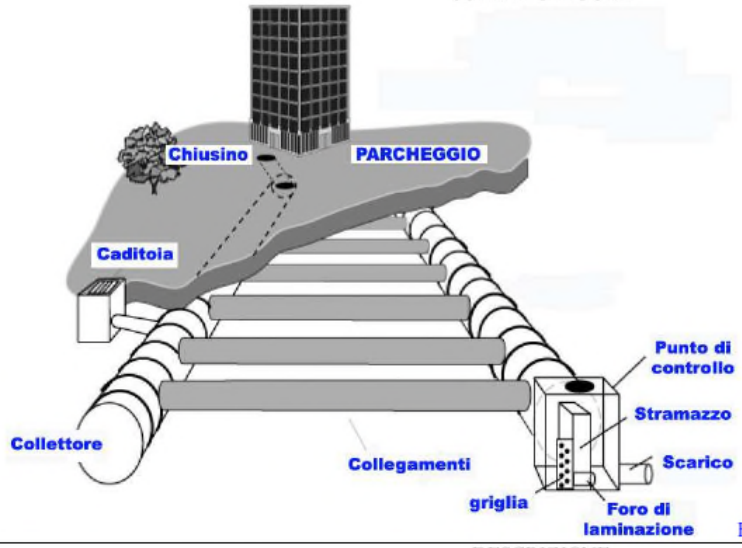
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/74b**

Particolari urbanistici: TUBI INTERRATI DI DETENZIONE

SCOPO DELL'INTERVENTO

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

SCHEMI O FIGURE



ESEMPIO DI TUBI DI DETENZIONE

DESCRIZIONE

I tubi (e cisterne) interrate 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 interrate 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*.

ALLEGATO **Z**

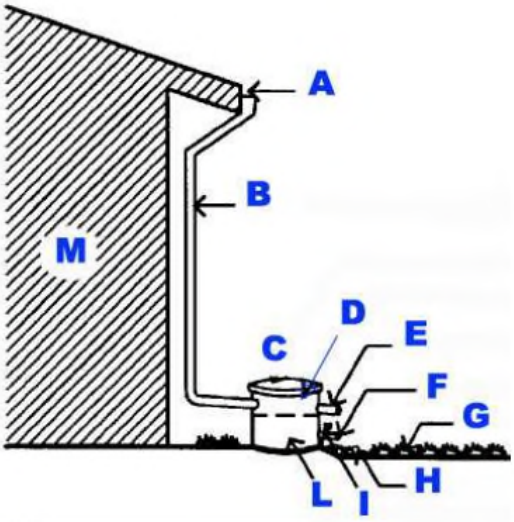
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/76**

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 fà 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 và 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 và 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.

ALLEGATO **Z**

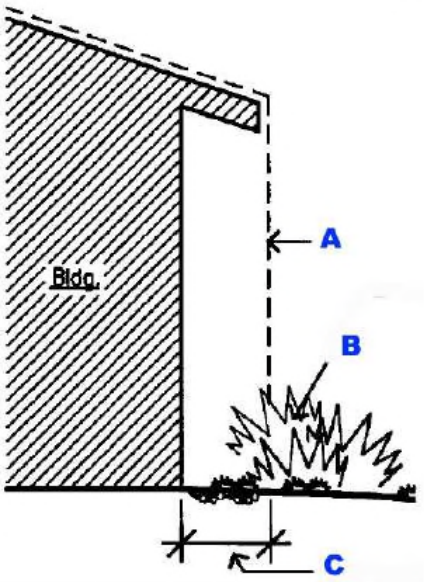
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/78**

Particolari urbanistici: VEGETAZIONE SULLO STILLICIDIO

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.

ALLEGATO **Z**

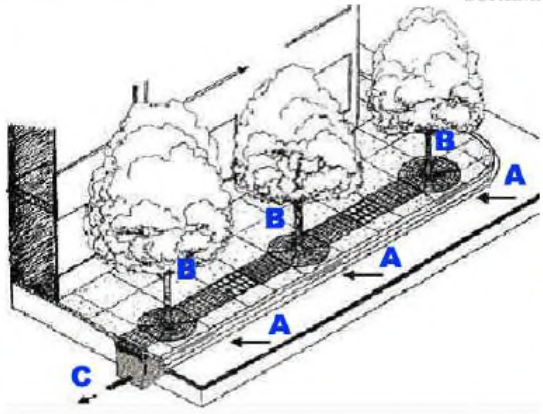
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/80**

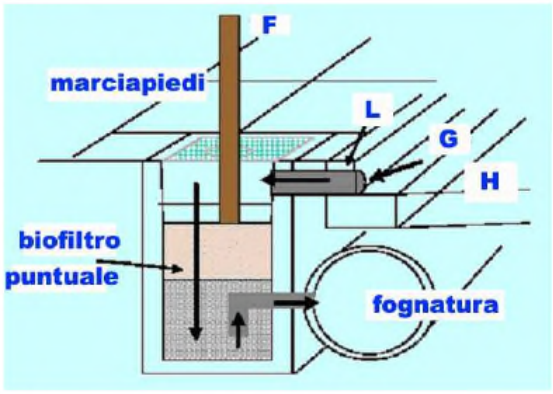
Particolari urbanistici: BIOFILTRO PUNTUALE ALBERATO

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 fà 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 m^2 per ogni 1.000 m^2 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 m^2 é ottimale per trattare 1.000 m^2 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 é tratta dal *Virginia DCR Stormwater Management Program*; 02) la figura di destra é tratta da *LID Hidrologic Analisys* del *Prince George's County, Maryland*.

ALLEGATO **Z**

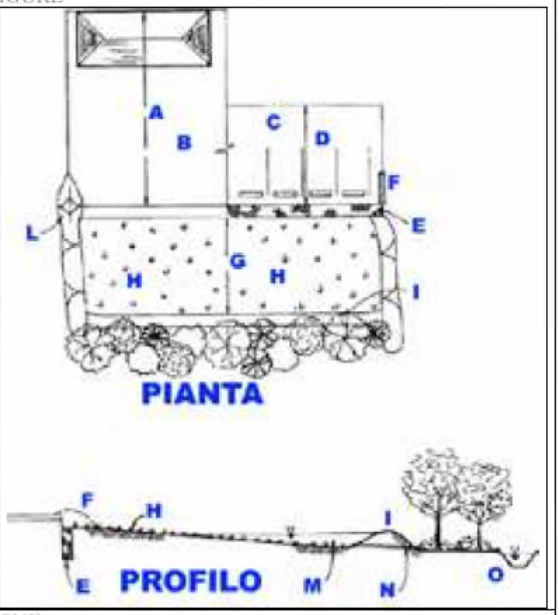
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/81**

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) adattate 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 minino 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*.

ALLEGATO **Z**

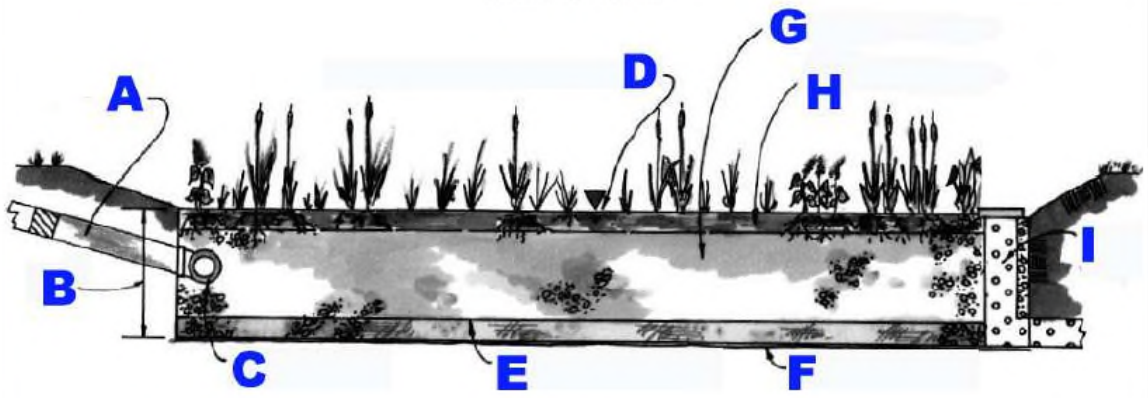
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/84**

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 sommergibile é 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 é per il trattamento delle acque nere (carichi inquinanti organici) ma può essere utilizzato anche per il trattamento qualitativo e quantitativo delll'acqua di pioggia.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

01) la capacità di rimuovere una sostanza inquinante é 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 é il meccanismo principale di rimozione dell'inquinante; 02) l'area và 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 é 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.*

ALLEGATO **Z**

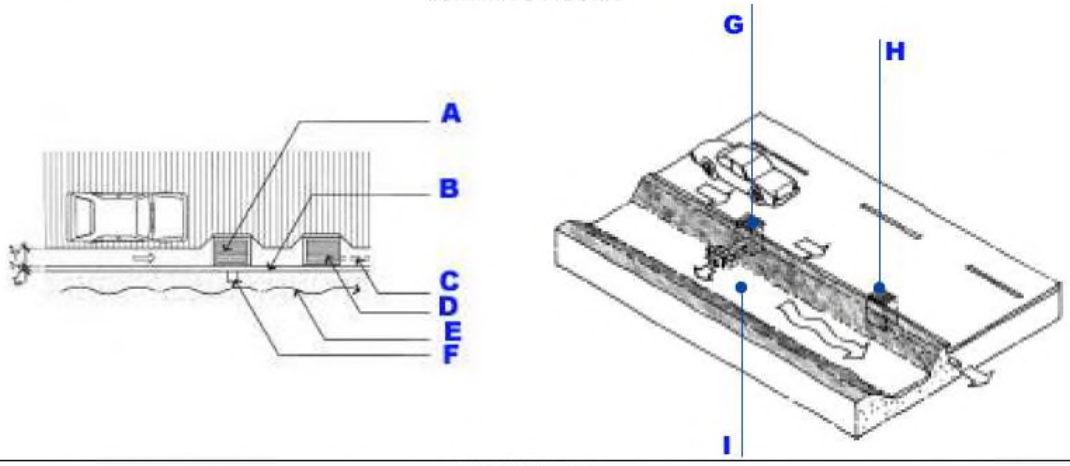
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/087**

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 é 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 é 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 é 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**) và tarato sul volume minimo necessario per la qualità dell'acqua di pioggia.
06) il drenaggio duale é più costoso del drenaggio convenzionale.

MANUTENZIONE

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

ALLEGATO **Z**

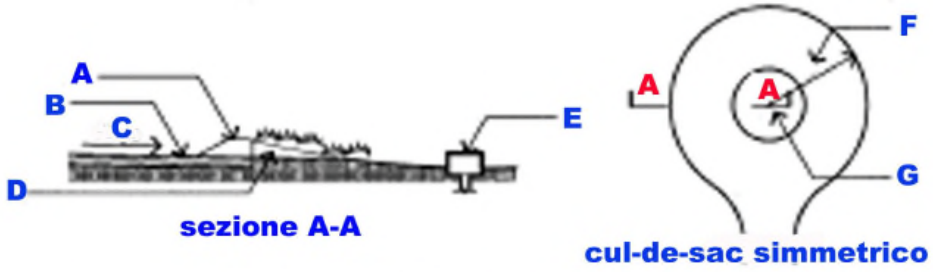
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/92**

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**

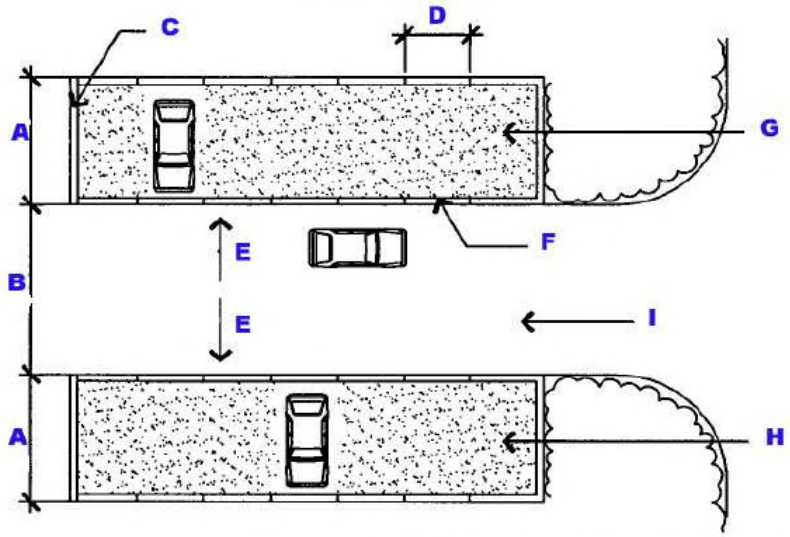
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/97**

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 stallo (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 é 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) é 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 và 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 interrate) 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 é necessario prevedere la fertilizzazione, l'irrigazione, il controllo della crescita delle malerbe e la falciatura;
03) é consigliabile una ricorrente aspersione con acqua in pressione o con aria in pressione per gli stalli pavimentati con asfalto infiltrabile o con calcestruzzo infiltrabile.

ALLEGATO **Z**

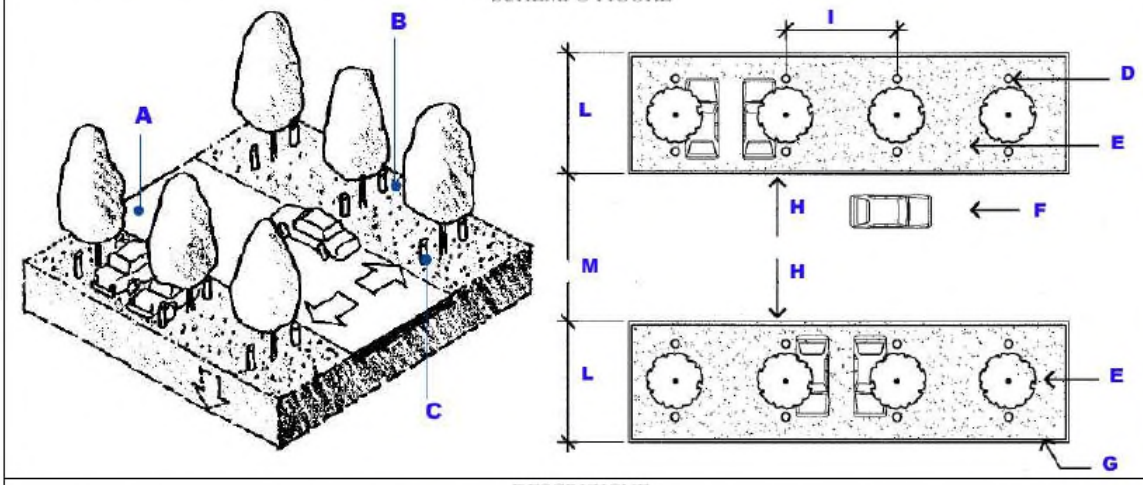
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/98**

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 cordonata); **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 parcheggiamento (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 interrate) 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.

ALLEGATO **Z**

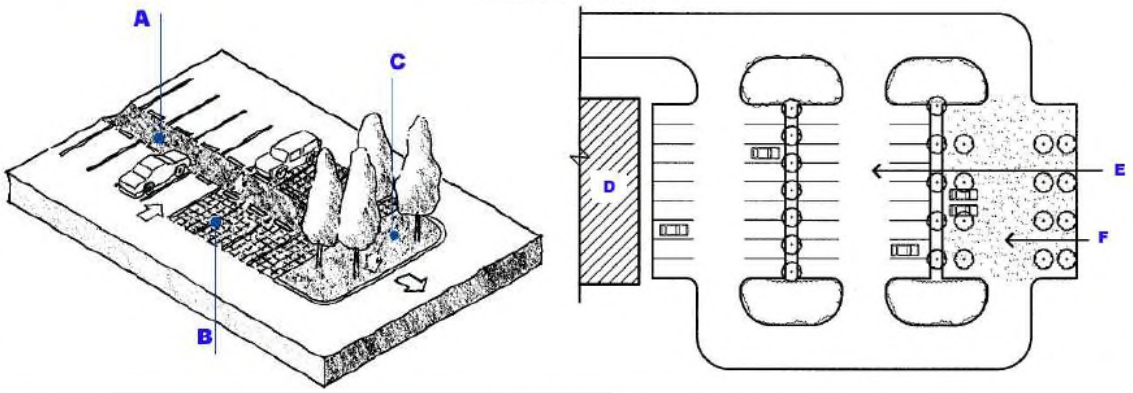
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/99**

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**).

ALLEGATO **Z**

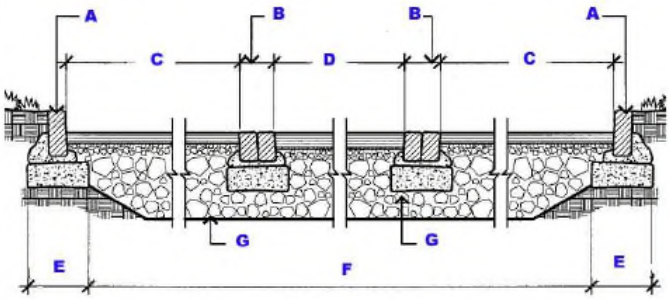
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/102**

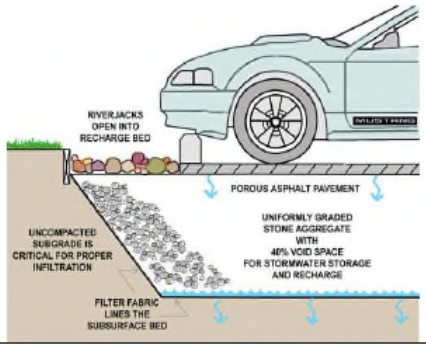
Particolari urbanistici: PARCHEGGIO con materasso RINVASABILE

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 sinsitra=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.

ALLEGATO **Z**

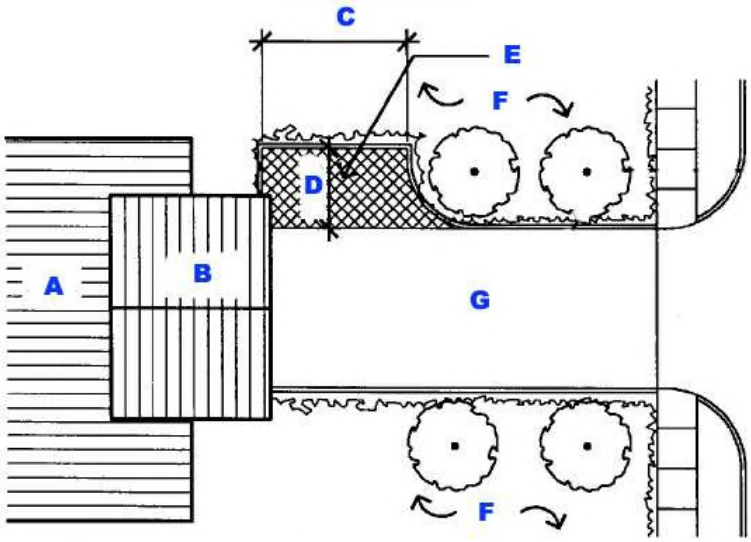
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/105**

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 é 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 é 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.

ALLEGATO **Z**

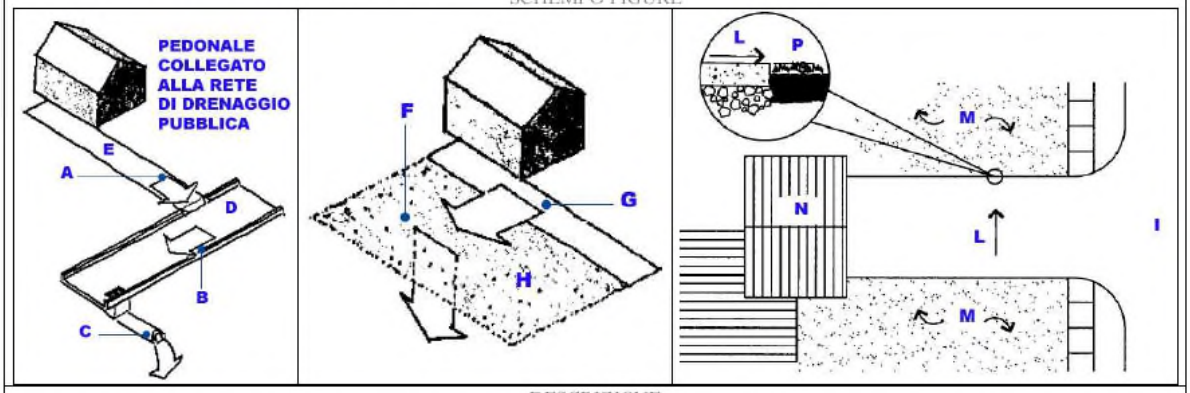
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/115**

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.

ALLEGATO **Z**

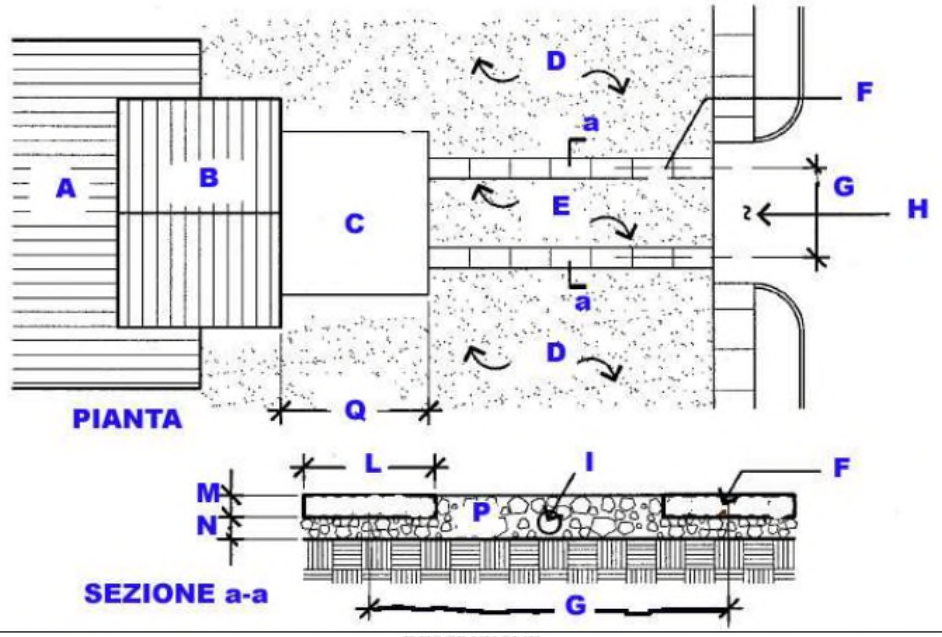
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/118**

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 prefeenziali 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).

ALLEGATO **Z**

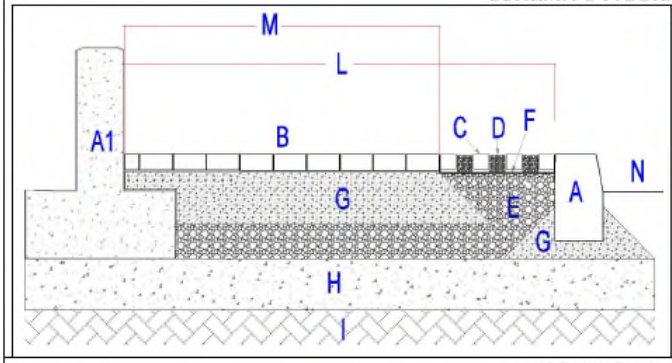
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/121**

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) é 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 boiacca 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 é 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 é 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** é 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** é 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.

ALLEGATO **Z**

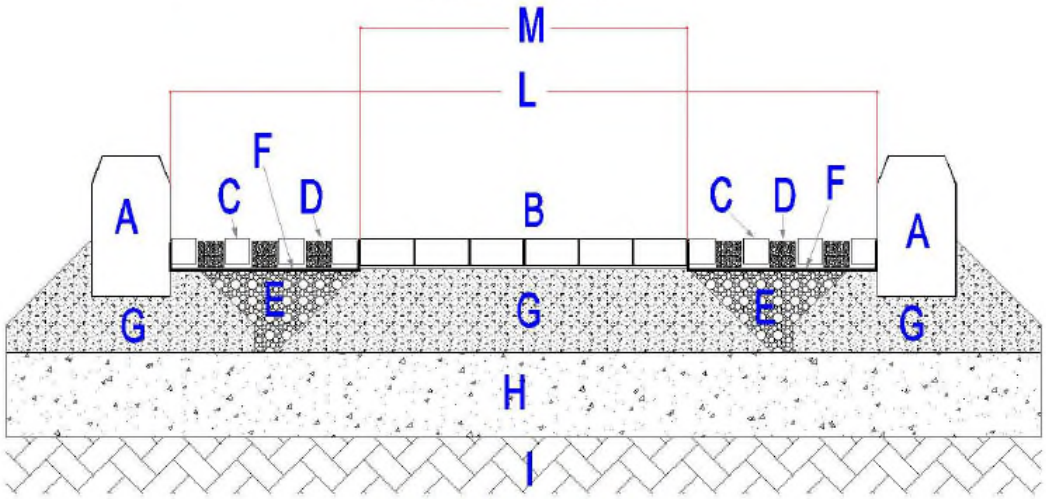
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/122**

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 ghiaino scabro vagliato di frantoio pressato. La pista ciclabile ibrida ha valenza solo di mitigazione idraulica; la mitigazione ambientale (riduzione degli inquinanti) é trascurabile o nulla.

SIMBOLOGIA

A=cordonata 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 boiacca di cemento; **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 (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 ghiaino pressato scabro; 03) la sezione tipo é 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 é 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, cordonate, ghiaino).

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 ghiaino di frantoio (sconsigliato il ghiaino rotondo); 03) lo strato di fondazione (**I**) deve subire una minima compattazione iniziale; 04) se il terreno di fondazione **I** é 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** é 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 accorpare le fasce infiltrabili in una unica fascia a lato cordonata. 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.

ALLEGATO **Z**

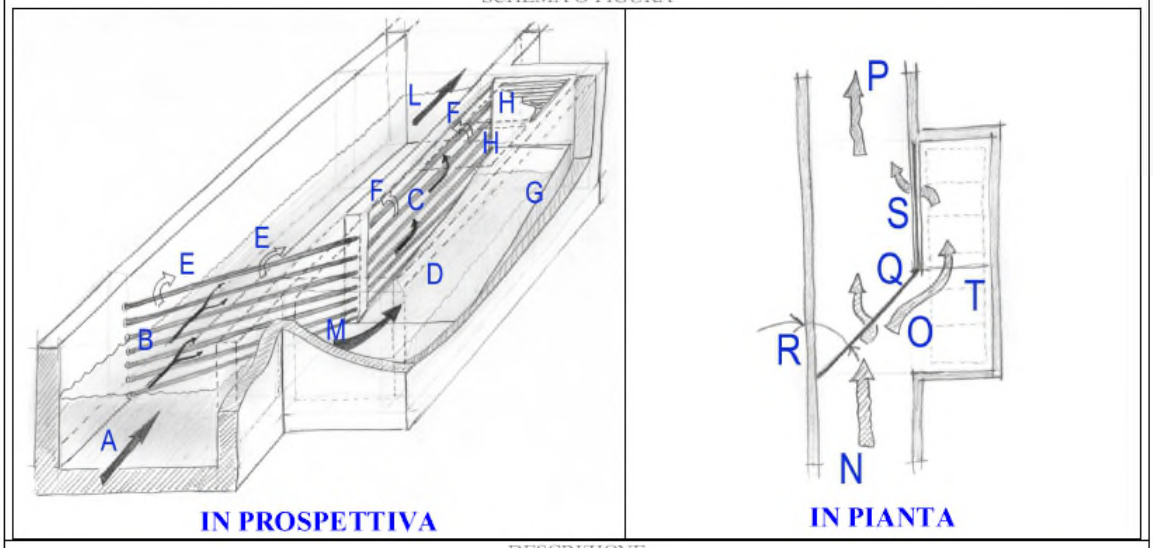
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/205**

Particolari costruttivi: GRIGLIA PER CANALI ANTI INTASAMENTO

SCOPO DELL'INTERVENTO

01) eliminare materiale grossolano in sospensione.

SCHEMA O FIGURA



IN PROSPETTIVA **IN PIANTA**

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 sezione di passaggio e le geometria 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 contermine 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 contermine al manufatto, eventuale intervento per la cambiabilità delle griglie.

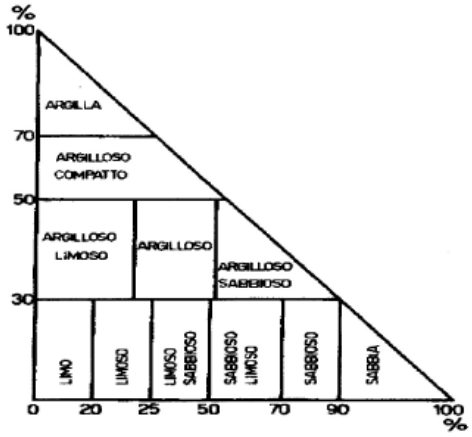
ALLEGATO **Z**

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 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 m^3/ha.
03) piccole intensità di precipitazione in genere non arrivano ad attivare il deflusso superficiale;
04) l'intensità limite é 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

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 ghiaiosa 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

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".

SIMBOLOGIA

CARATTERISTICHE

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:

01) CONSERVAZIONE: nel limite del possibile conservare alberature, vegetazione e suoli originali; nei limiti del possibile mantenere i sistemi di drenaggio naturale.

02) INTERVENTI SU PICCOLA SCALA: l'obiettivo fondamentale é ripetere ed assecondare quanto più possibile i processi idrologici naturali.

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.

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.

05) DIROTTARE IL FLUSSO ALLE AREE NATURALI. Incoraggiare l'infiltrazione, la ricarica degli acquiferi, delle reti di drenaggio in genere e delle aree umide.

CONSIDERAZIONI PER IL PROGETTISTA

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:

A) basse pendenze per incoraggiare il flusso laminare ed aumentare la lunghezza dei percorsi di flusso;

B) mantenere distribuito il drenaggio naturale in modo da mantenere separati i percorsi del flusso;

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;

D) preservare le aree naturalmente vegetate ed i tipi di suolo che riducono le portate, filtrano gli inquinanti e facilitano l'infiltrazione;

E) dirigere il flusso verso aree vegetate in modo da agevolare il flusso di filtrazione ed incoraggiare la ricarica della falda;

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;

G) Trattare i carichi inquinanti dove questi si generano o, se possibile, impedirne lo sviluppo alla fonte.

MANUTENZIONE

NOTE

Considerazioni liberamente tratte da: *UNIFIED FACILITIES CRITERIA DESIGN: LOW IMPACT DEVELOPMENT MANUAL. U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. 2004.*

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, presticidi 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

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, cioé 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, cioé 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 (sopratutto 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;
- và ombreggiato il terreno permeabile entro 1,5 *m* dall'edificio;
- la chioma degli alberi per ottimizzare l'ombreggiamento và posta a non più di 1,5 *m* dalla facciata se esposta ad est e ovest;
- la chioma degli alberi per ottimizzare l'ombreggiamento và 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;
- usure 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

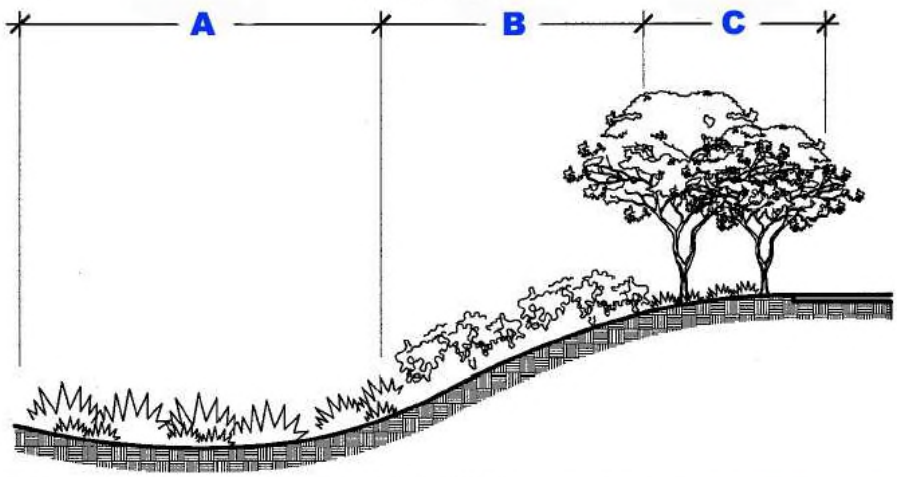
ALLEGATO **Z**

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 idrico superficiale potenziale; 03) occorre selezionare le specie alboree 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 camalduensis, 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.

ALLEGATO **Z**

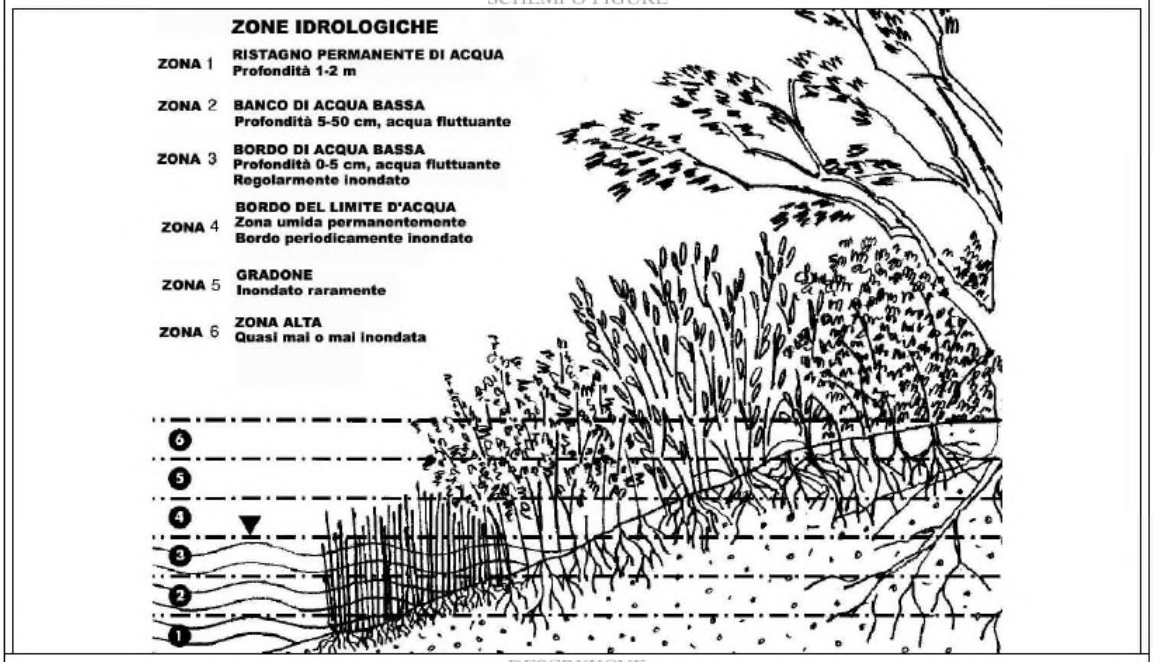
SCHEDE TECNICHE DI **MITIGAZIONE IDRAULICA** ed **AMBIENTALE** - SCHEDA **Z/1000**

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 é 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 (cioé 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 é 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 é 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