



[www.italcementi.it](http://www.italcementi.it)

[www.calcestruzzi.it](http://www.calcestruzzi.it)

# SEMINARIO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE: COMPATIBILITÀ E INVARIANZA IDRAULICA

L'esperienza della Regione Marche  
L.R. 22/2011 – DGR 53/2014

*ILLUSTRAZIONE DEL CONTENUTO  
DELLE VALUTAZIONI ED ELABORAZIONI RICHIESTE*

FRANCESCO BOCCHINO  
P.F. Tutela delle acque e difesa del suolo e della costa  
22/11/2018



REGIONE MARCHE

## **L.R. 22/2011 – art. 10, Criteri – D.G.R. 53/2014**

**Art. 10** (*Compatibilità idraulica delle trasformazioni territoriali*)  
*.....omissis.....*

**4.** *La Giunta regionale stabilisce i criteri per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di cui al comma 1, nonché le modalità operative e le indicazioni tecniche relative ai commi 2 e 3, anche con riferimento ad aree di recupero e di riqualificazione urbana.*

I criteri per la verifica di compatibilità idraulica e l'invarianza idraulica sono stati approvati con DGR n. 53 del 27/01/2014 (B.U.R Marche n. 19 del 17/2/2014).

La definizione del documento, contenente criteri, modalità operative e indicazioni tecniche è stata seguita dalla P.F. Difesa del Suolo:

Patrizio Lazzaro (coordinamento generale e aspetti normativi), Bocchino Francesco (verifica di compatibilità idraulica), Alessandro Paccapelo (invarianza idraulica); con contributi di Giuliano Burzacca, Stefano Leti, Alessandro Poeta.

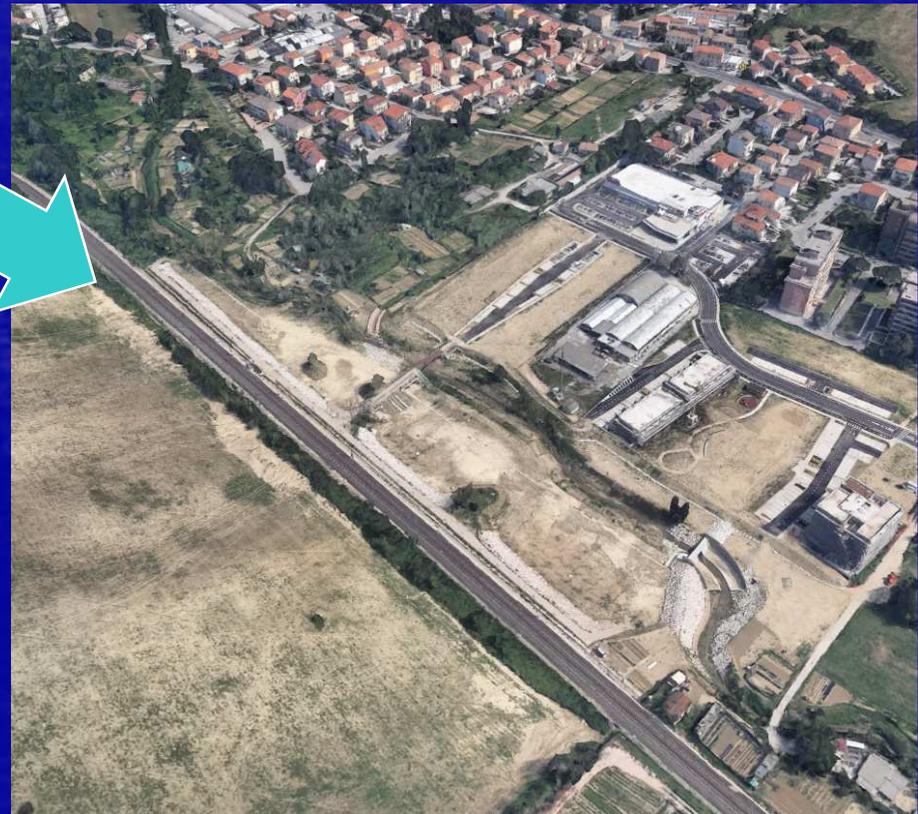
## **D.G.R. 53/2014 – Linee guida con indicazioni tecnico operative**

Per garantire una migliore comprensione dei criteri, e per facilitare le attività di quanti interessati alla loro applicazione, nel sito internet della P.F. Difesa del suolo della Regione Marche sono pubblicate ulteriori LINEE GUIDA generali, non vincolanti, aventi quindi natura esplicativa, facilitativa e chiarificatrice.

Inoltre nel sito è presente un foglio di calcolo per aiutare il calcolo dei volumi di compensazione previsti per l'invarianza idraulica.

<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Compatibilit%C3%A0-e-invarianza-idraulica#Contenuto>

## VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA (VCI)



## VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA (VCI)

La verifica di compatibilità idraulica consiste in una serie di analisi, da sviluppare su più livelli di approfondimento (preliminare, semplificata, completa), integrando dati storici/bibliografici, analisi geomorfologiche e analisi idrologico-idrauliche.

Si applica agli strumenti di trasformazione territoriale (PRG, Piani attuativi) e non ai singoli interventi edilizi, all'esterno delle aree mappate nei PAI.

Attraverso le analisi si definisce se un'area può essere interessata da eventi di piena del reticolo idrografico, secondo differenti tempi di ritorno valutando lo scenario di allagamento (tiranti ed eventualmente velocità), ove richiesto.

In relazione allo scenario che interessa l'area sono prescritte limitazioni all'edificazione e vi è la possibilità di realizzare interventi per mitigare lo scenario di pericolosità idraulica

Nelle aree inondabili mappate nei PAI valgono le relative norme

## VCI – criteri per la redazione del documento

- Approccio per approfondimenti successivi in relazione al contesto morfologico/idrografico nel quale si opera;
- Minore è il grado di conoscenza dello scenario di pericolosità (approfondimento delle analisi), maggiori saranno le limitazioni (maggiore cautela);
- Valutazione della situazione di pericolosità integrando le informazioni storiche-geomorfologiche-idrauliche;
- Possibilità di mitigare la pericolosità, quindi ridurre le limitazioni per le previsioni vigenti, a seguito dell'esecuzione di appositi interventi;
- Limitazioni più consistenti per le nuove previsioni urbanistiche rispetto agli interventi di riqualificazione-recupero.

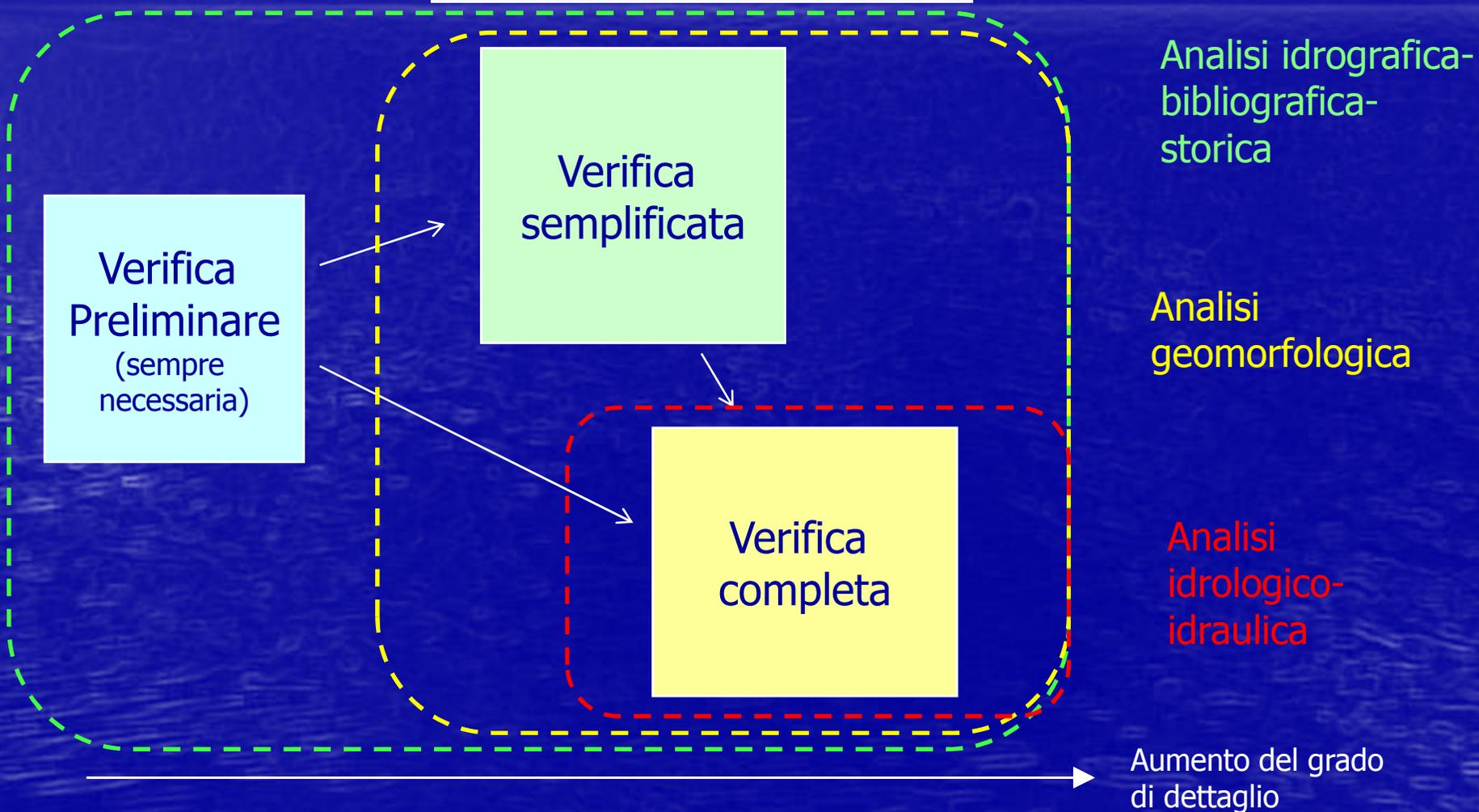
## VCI - Indicazioni tecniche - premesse

La VCI si sviluppa su più livelli di approfondimento corrispondenti a fasi successive e ciascun livello comprende/considera quello precedente.

- verifica preliminare (da effettuare sempre): analisi idrografica-bibliografica- storica;
- verifica semplificata: analisi Idrografica-Bibliografica-Storica e analisi Geomorfologica;
- verifica completa: analisi Idrografica-Bibliografica-Storica, analisi Geomorfologica e analisi Idrologica-Idraulica di dettaglio.

## VCI - Indicazioni tecniche - premesse

### Schema livelli di verifica



## VCI – verifica preliminare

La verifica preliminare è necessario per l'individuazione del reticolo idrografico rispetto al quale sviluppare le analisi successive, verificare la presenza di aree inondabili mappate in strumenti di programmazione delle Autorità di bacino o altri Enti, individuate in studi preesistenti e l'eventuale esistenza di segnalazioni su precedenti eventi.

Si basa sull'analisi di dati esistenti di comune disponibilità.

Individuazione del reticolo idrografico da:

CTR 1:10.000

IGM 1:25.000

Mappe catastali

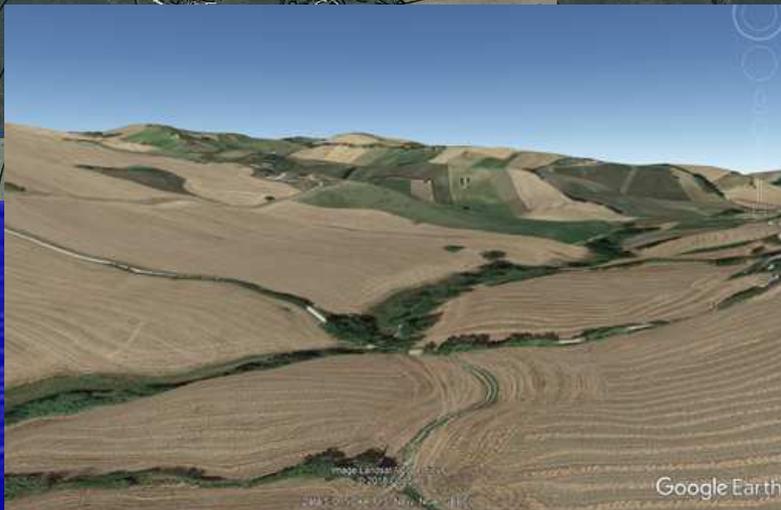
CT comunali > 1:10.000

## VCI – verifica preliminare

Nel caso in cui l'area interessata dallo strumento di pianificazione sia posta ad una quota e distanza tale da non essere sicuramente interessabile da fenomeni di inondazione/allagamento del reticolo idrografico e non sia sicuramente interessabile dalle dinamiche fluviali, la Verifica di Compatibilità Idraulica sarà considerata soddisfatta con la Verifica preliminare.

Il fatto che non si abbiano informazioni su eventuali eventi passati di allagamento/inondazione non esclude che l'area non sia interessabile da tali eventi in futuro e non può essere, da solo, un elemento per escludere la necessità di sviluppare le successive analisi della Verifica di Compatibilità idraulica. Nel caso di qualsiasi incertezza e mancanza di inequivocabile evidenza di quanto sopra indicato, saranno sviluppati i successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità idraulica.

## VCI – verifica preliminare



## VCI – verifica preliminare - Contenuti

- relazione descrittiva dell'intervento, della sua posizione rispetto al reticolo idrografico, delle fonti consultate e dei riscontri ottenuti in merito all'inondabilità delle aree ed indicazioni sull'eventuale esclusione dai successivi livelli di indagine;
- inquadramento territoriale dell'intervento con individuato il reticolo idrografico, le aree inondabili mappate negli strumenti di programmazione o studi disponibili, le aree interessate da eventi di allagamento e inondazione avvenuti in passato, nonché l'ubicazione rispetto al reticolo idrografico

## VCI – Applicazione presso le aree mappate nei PAI

Non sono assoggettati obbligatoriamente ai successivi livelli di analisi i corsi d'acqua già analizzati per la redazione dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

La suddetta esclusione dai successivi livelli di analisi non è applicabile:

- ai tratti di corsi d'acqua rientranti nei perimetri nelle aree inondabili dei PAI, ma non oggetto di analisi ai fini della redazione dei PAI (es: corsi d'acqua secondari);
- alle aree esterne a quelle mappate nei PAI, ma interessate da eventi di esondazione del corso d'acqua al quale si riferiscono le perimetrazioni dei PAI;
- ai tratti di corsi d'acqua per i quali sono disponibili studi e analisi successive all'approvazione dei PAI, che individuano aree inondabili più estese di quelle individuate nei PAI;
- ove l'area di interesse o sua parte è posta ad una quota non superiore a +0,50 m rispetto a quella presso il limite delle aree inondabili dei PAI per piene con tempo di ritorno di 200 anni.

## VCI - Verifica semplificata

Nella Verifica semplificata l'analisi geomorfologica, integrando l'analisi idrografica-bibliografica-storica (Verifica preliminare), viene utilizzata per individuare sui corsi d'acqua di interesse la fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica, ovvero la zona che comprende le aree inondabili per piene eccezionali relative a tempi di ritorno di centinaia di anni, le forme fluviali riattivabili con piene eccezionali, le aree interessate/interessabili dall'evoluzione-mobilità dell'alveo e delle scarpate fluviali.

Tale fascia interessa gran parte della pianura alluvionale e nei tratti vallivi dei principali corsi d'acqua può essere notevolmente estesa.

Nella Verifica semplificata le strutture arginali o altri rilevati non sono considerati quali elementi di confinamento per la delimitazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica.

## VCI - Verifica semplificata

La delimitazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica viene effettuata considerando i seguenti elementi:

- le aree ritenute inondabili per piene eccezionali individuate su base geomorfologica;
- le zone inondabili già individuate negli strumenti di pianificazione di settore (es: PAI) per Tr fino ad almeno 200 anni;
- le zone interessate in passato da eventi di esondazione / allagamento;
- le aree potenzialmente interessabili dalla divagazione e mobilità dell'alveo, in assenza di interventi di difesa (indicativamente l'orizzonte temporale di riferimento è pari a 50-60 anni); l'individuazione di tali aree va effettuata considerando anche l'evoluzione storica dell'alveo relativa all'area di interesse ed a quelle contermini (almeno negli ultimi 50-60 anni);
- le aree demaniali come risultanti nelle cartografie catastali;
- la fascia di rispetto idraulica di cui al R.D. 523/1904, art 96, comma f) (almeno 10 m dal piede degli argini e loro accessori o dal ciglio di sponda dell'alveo).

## VCI - Verifica semplificata - contenuti

- quanto richiesto per la Verifica Preliminare (analisi idrografica-bibliografica-storica);
- relazione descrittiva di dettaglio sulle analisi effettuate e sulla delimitazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica nonché sulla compatibilità dell'intervento previsto con quanto permesso in tale fascia;
- inquadramento territoriale dell'intervento con individuato il reticolo idrografico e la delimitazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica;
- l'indicazione del metodo di smaltimento delle acque meteoriche previsto per l'intervento di trasformazione territoriale.

## VCI - Verifica semplificata – interventi permessi

All'interno della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica sono consentiti unicamente le varianti che prevedono il mantenimento delle quantità risultanti dalle previsioni vigenti senza alcun incremento di superfici, volumetrie, "esposizione" e senza la realizzazione di interrati, con l'adozione di misure di tipo edilizio-costruttive idonee a mitigare il rischio, adottando, per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture, un franco di sicurezza di almeno 0,5 m rispetto alle quote massime della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica (ai fini dell'applicazione dei criteri di mitigazione tali quote si considerano quelle massime interne e/o sul bordo della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica);  
In ogni caso, in assenza di adeguate misure di mitigazione della pericolosità, non sono consentite edificazioni entro le aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo e nella fascia di rispetto idraulica degli argini di cui al R.D. 523/1904



## VCI – Verifica completa

Nella Verifica completa, l'analisi geomorfologica e l'analisi idrologica-idraulica, integrando i dati dell'analisi idrografica-bibliografica-storica, sono utilizzate per individuare all'interno della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica, la differenziazione delle aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo, della fascia di rispetto dai corpi arginali e delle fasce a differente pericolosità idraulica, con la valutazione dei corrispondenti tiranti di allagamento ed eventualmente delle velocità della corrente, nonché si definiscono gli interventi eventualmente necessari per mitigare la pericolosità idraulica.

Le analisi storica, geomorfologica e idrologica-idraulica saranno integrate tra loro e mutuamente congruenti, per definire in dettaglio lo scenario di pericolosità prevedibile.



## VCI – Verifica completa – Quando necessaria

Per i successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica la Verifica Completa va comunque sviluppata:

- per differenziare la pericolosità idraulica, nel caso in cui si vogliano prevedere interventi non compatibili con le limitazioni specificate per la Fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica individuata con la Verifica Semplificata;
- nel caso si vogliano adottare interventi/misure volte a mitigare la pericolosità di inondazione;
- nel caso di difficoltà di individuazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica;
- nel caso di strumenti attuativi per i quali si richiede la prima approvazione, interessanti superfici maggiori di 2 ha, ove non previsto diversamente nel presente atto.

## VCI - Verifica completa - grado di approfondimento

Il grado di approfondimento delle analisi sarà funzione dell'importanza della trasformazione territoriale prevista e della situazione della rete idrografica nel contesto nel quale si colloca la trasformazione territoriale.

Indicativamente esso più spinto:

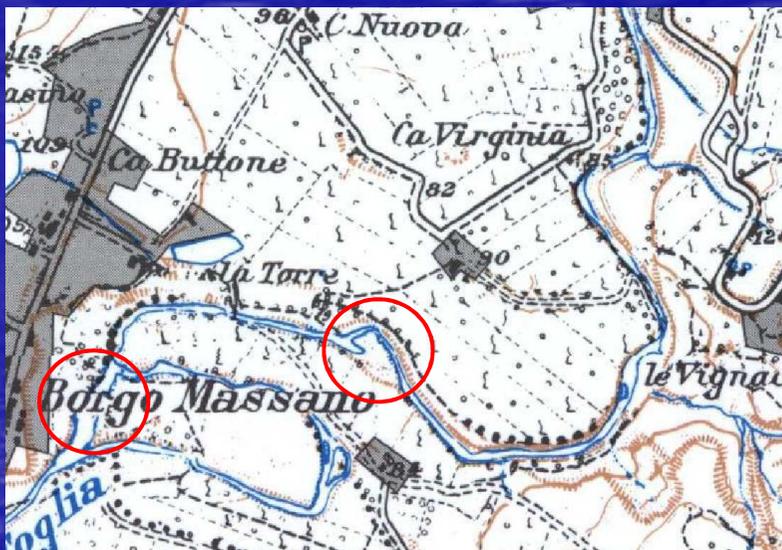
- all'aumentare del bacino sotteso;
- alla vicinanza al corso d'acqua;
- all'esistenza di dati su precedenti eventi di allagamento/dissesto;
- all'entità della trasformazione territoriale.

## VCI - Verifica completa

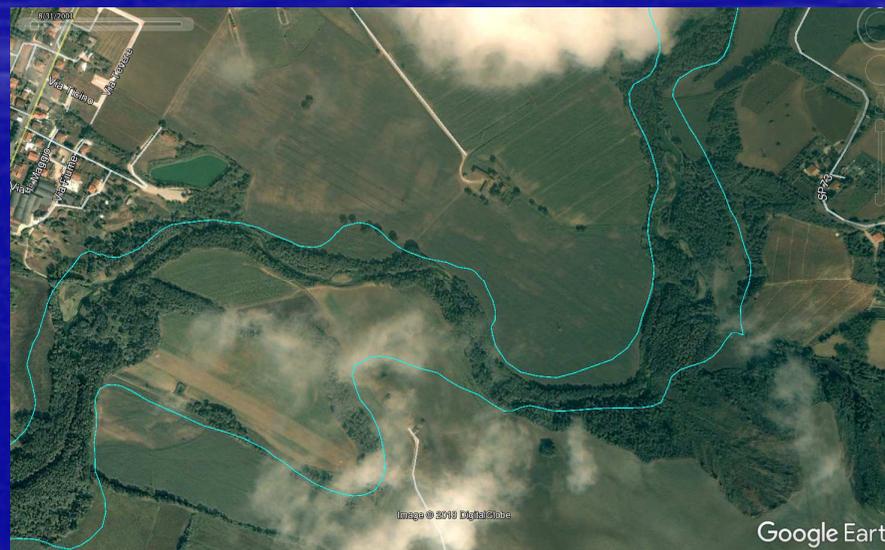
Con la verifica completa saranno individuate le seguenti aree:

- aree a differente pericolosità idraulica (elevata-media-bassa; Tr 50 anni e Tr 200 anni per corsi d'acqua con bacini superiori a 25 Km<sup>2</sup>; Tr 30 e Tr 100 anni per bacino sottesi inferiori o uguali a 25 Km<sup>2</sup>); valutazione tiranti e/o velocità della corrente;
- aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo, come descritte nella verifica semplificata; per la loro valutazione è utile, nel presente livello di analisi, il confronto con le risultanze della modellazione idraulica (condizioni del moto e velocità della corrente in alveo);
- fascia di rispetto dai corpi arginali, dove si potrebbero risentire i maggiori effetti dinamici causati da eventuali cedimenti / collassi degli argini; misurata dal piede esterno dell'argine, la cui ampiezza non deve essere inferiore a 10 m.

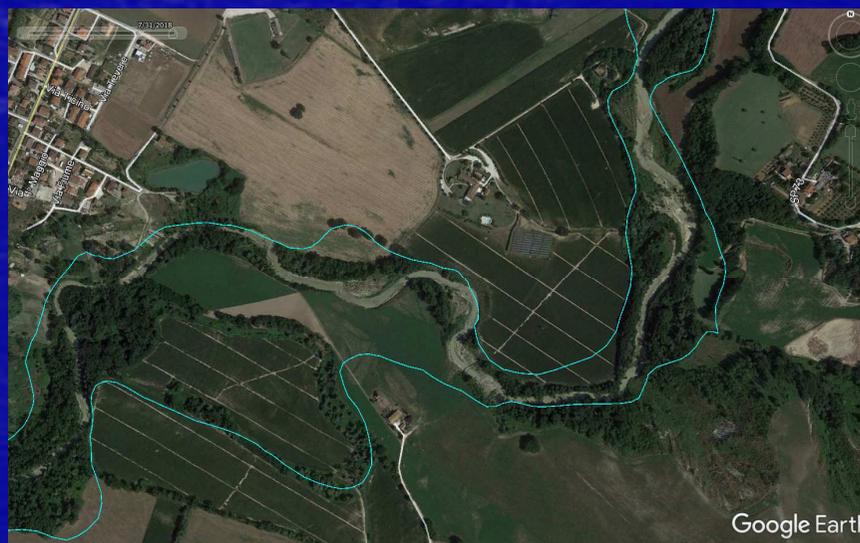
# VCI – Aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo



Anni '50



2001



2018

# VCI – Fascia di rispetto arginale

Formulazione riportata nelle linee guida



$$d = \frac{\left( \frac{q_{\max}}{i_r} - 1 \right)}{2 * \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right)} * L_b$$

$$q_{\max} = 0,15 * \left( \frac{Q_{\max}}{L_b} \right)^{0,5} * P^{1,25}$$



## VCI - Verifica completa - contenuti

- quanto richiesto per la Verifica Preliminare (analisi idrografica-bibliografica-storica);
- relazione/i di dettaglio sulle analisi effettuate (geomorfologica, idrologica, idraulica) e sulla delimitazione delle fasce a differente pericolosità idraulica, con indicazioni sulla compatibilità dell'intervento previsto con quanto permesso entro le fasce a differente pericolosità idraulica, nonché degli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità previsti;
- inquadramento territoriale dell'intervento con individuato il reticolo idrografico e la delimitazione delle fasce a differente pericolosità idraulica;
- l'indicazione del metodo di smaltimento delle acque meteoriche previsto per l'intervento di trasformazione territoriale.

## VCI - Verifica completa - contenuti

Le LINEE GUIDA pubblicate nel web contengono le indicazioni tecniche per guidare il corretto sviluppo delle analisi:

- Analisi geomorfologica di dettaglio;
- Analisi idrologica (metodi di stima, indicazioni operative sull'uso del metodo razionale: coeff. deflusso, tempo di corrivazione);
- Rilievi topografici;
- Verifiche idrauliche (indicazioni operative: scelta coefficienti di scabrezza, individuazione fascia rispetto dai corpi arginali, confluenze e condizioni al contorno per le zone di foce);

## VCI - Verifica completa – alcuni dati disponibili

### Dati di precipitazione-portata:

*Studio di regionalizzazione sul territorio marchigiano (Fondazione CIMA - Maggio 2016); precipitazione intense e portate massime annuali al colmo per vari tempi di ritorno. Valori per i corsi d'acqua principali > 50 kmq e formula per bacini < 50 kmq*

<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Protezione-Civile/Progetti-e-Pubblicazioni/Studi-Meteo-Idro#Studi-Idrologici-e-Idraulici>

Lo studio può essere considerato ma non vi è un obbligo di utilizzo ai fini della VCI.

### Studi sul reticolo minore:

*Regione Marche - Rilievo del Reticolo Idrografico Minore della Regione Marche, 2000-2001.*

Territorio ex AdB regionale

Rilievo geomorfologico, schema degli attraversamenti e segnalazione delle criticità del reticolo idrografico nelle aree collinari e costiere della Regione Marche.

Disponibile presso P.F. Tutela delle Acque e Difesa del Suolo e della Costa

### Sezioni topografiche:

*Regione Marche - Rilievo topografico delle aste fluviali, 2001-2002.* Territorio ex AdB regionale

Sezioni, profili longitudinali, capisaldi di appoggio, dei principali corsi d'acqua e affluenti.

I nuovi rilievi per le VCI saranno appoggiati ai capisaldi di detto rilievo, ove utilizzabili.

Disponibile presso P.F. Tutela delle Acque e Difesa del Suolo e della Costa

# VCI - Verifica completa – fasce e interventi ammessi

## Tab. 2.4.4.A - Bacini > 25 Km<sup>2</sup>

Fascia di pericolosità	Tempo di ritorno di riferimento	Criteri di riferimento per la suddivisione delle fasce		Interventi ammessi
		Con determinazione dei soli tiranti	Con determinazione dei tiranti e delle velocità della corrente	
Elevata	Tr=50 anni	<p>Aree interessate da piena con tr=50 anni</p> <p>o</p> <p>fascia rispetto corpi arginali</p> <p>o</p> <p>aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo</p>	<p>Aree interessate da piena con tr=50 anni</p> <p>o</p> <p>fascia rispetto corpi arginali</p> <p>o</p> <p>aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo</p>	<p>Varianti che prevedono il mantenimento delle quantità risultanti dalle previsioni vigenti senza alcun incremento di SUL così come definita dal regolamento Edilizio Tipo della Regione Marche, volumetrie, livello di "esposizione" (come definito in Appendice) e senza la realizzazione di nuovi interrati, con l'adozione di misure di tipo edilizio-costruttivo idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,50 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture.</p> <p>Non sono consentite nuove edificazioni entro la fascia di rispetto dei corpi arginali, e nelle aree di possibile divagazione dell'alveo</p>
Media	Tr=200 anni	Tiranti h (m) > 0.30	<p>Prodotto tirante per la velocità della corrente</p> <p><math>vh (m^2s^{-1}) &gt; 0.4</math></p> <p>e comunque con</p> <p>h (m) &gt; 0.50 m</p> <p>o</p> <p>v &gt; 2.0 m/s</p>	<p>Per i PORU, la premialità volumetrica prevista dalla Legge Regionale n. 22/2011.</p> <p>Per i restanti interventi un incremento massimo del 10% della SUL così come definita dal regolamento Edilizio Tipo della Regione Marche e senza incremento di livello di "esposizione" (come definito in Appendice).</p> <p>Quanto sopra purché non si realizzino nuovi interrati e si adottino misure di tipo edilizio-costruttivo idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,30 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture.</p>
Bassa	Tr=200 anni	Tiranti h (m) ≤ 0.30	<p>Prodotto tirante per la velocità della corrente</p> <p><math>vh (m^2s^{-1}) ≤ 0.4</math></p> <p>purché</p> <p>h (m) ≤ 0,50 m e v ≤ 2.0 m/s</p>	<p>Per i PORU, la premialità volumetrica prevista dalla Legge Regionale n. 22/2011.</p> <p>Per i restanti interventi un incremento di SUL entro un limite percentuale massimo del 15% e/o un incremento massimo di "esposizione", (come definito in Appendice), di una classe.</p> <p>Quanto sopra purché si adottino misure di tipo edilizio-costruttivo idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,20 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture (0,50 m per l'accesso ai piani interrati).</p>

# VCI - Verifica completa – fasce e interventi ammessi

## Tab. 2.4.4.B - Bacini =< 25 Km<sup>2</sup>

Fascia di pericolosità	Tempo di ritorno di riferimento	Criteri di riferimento per la suddivisione delle fasce		Interventi ammessi
		Con determinazione dei soli tiranti	Con determinazione dei tiranti e delle velocità della corrente	
elevata	Tr=30 anni	<p>Aree interessate da piena con tr=30 anni</p> <p>o</p> <p>fascia rispetto corpi arginali</p> <p>o</p> <p>aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo</p>	<p>Aree interessate da piena con tr=30 anni</p> <p>o</p> <p>fascia rispetto corpi arginali</p> <p>o</p> <p>aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo</p>	<p>il mantenimento delle quantità risultanti dalle previsioni vigenti senza alcun incremento di SUL così come definita dal regolamento Edilizio Tipo della Regione Marche, volumetrie, livello di "esposizione" (come definito in Appendice) e senza la realizzazione di nuovi interrati, con l'adozione di misure di tipo edilizio-costruttive idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,50 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture.</p> <p>Non sono consentite nuove edificazioni entro la fascia di rispetto dei corpi arginali e nelle aree di possibile divagazione dell'alveo</p>
Media	Tr=100 anni	Tiranti h (m) > 0.30	<p>Prodotto tirante per la velocità della corrente</p> <p><math>vh (m^2s^{-1}) &gt; 0.4</math></p> <p>e comunque con</p> <p>h (m) &gt; 0.50 m</p> <p>o</p> <p>v &gt; 2.0 m/s</p>	<p>Per i PORU, la premialità volumetrica prevista dalla Legge Regionale n. 22/2011.</p> <p>Per i restanti interventi un incremento massimo del 10% della SUL così come definita dal regolamento Edilizio Tipo della Regione Marche e senza incremento di livello di "esposizione" (come definito in Appendice).</p> <p>Quanto sopra purché non si realizzino nuovi interrati e si adottino misure di tipo edilizio-costruttivo idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,30 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture.</p>
bassa	Tr=100 anni	Tiranti h (m) ≤ 0.30	<p>Prodotto tirante per la velocità della corrente</p> <p><math>vh (m^2s^{-1}) ≤ 0.4</math></p> <p>purché</p> <p>h (m) ≤ 0,50 e v ≤ 2.0 m/s</p>	<p>Per i PORU, la premialità volumetrica prevista dalla Legge Regionale n. 22/2011.</p> <p>Per i restanti interventi un incremento di SUL entro un limite percentuale massimo del 15% e/o un incremento massimo di "esposizione" (come definito in Appendice) di una classe.</p> <p>Quanto sopra purché si adottino misure di tipo edilizio-costruttivo idonee a mitigare il rischio, adottando un franco di sicurezza di almeno 0,20 m per il piano di calpestio delle superfici interne delle strutture (0,50 m per l'accesso ai piani interrati).</p>

## **INTERVENTI PER MITIGARE LA PERICOLOSITA' DA INONDAZIONE**

Per le aree interessate da PORU, previsioni urbanistiche esistenti e varianti a previsioni esistenti possono essere previsti interventi di mitigazione della pericolosità da inondazione affinché la zona di intervento possa rientrare tra la zone a pericolosità idraulica media o bassa o sia esterna alle stesse, al fine di ridurre le limitazioni e ottenere la compatibilità tra le previsioni edilizie e situazione di pericolosità idraulica.

## INTERVENTI PER MITIGARE LA PERICOLOSITA' DA INONDAZIONE

Le opere proposte non devono comportare un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico esistente e in particolare non devono comportare un incremento o un trasferimento delle condizioni di rischio per altre aree urbanizzate prossime a quella di intervento oppure poste a valle o a monte.

Vanno eseguite delle verifiche idrauliche in condizione post-operam, confrontando i risultati con quelli relativi alla situazione ante-operam.

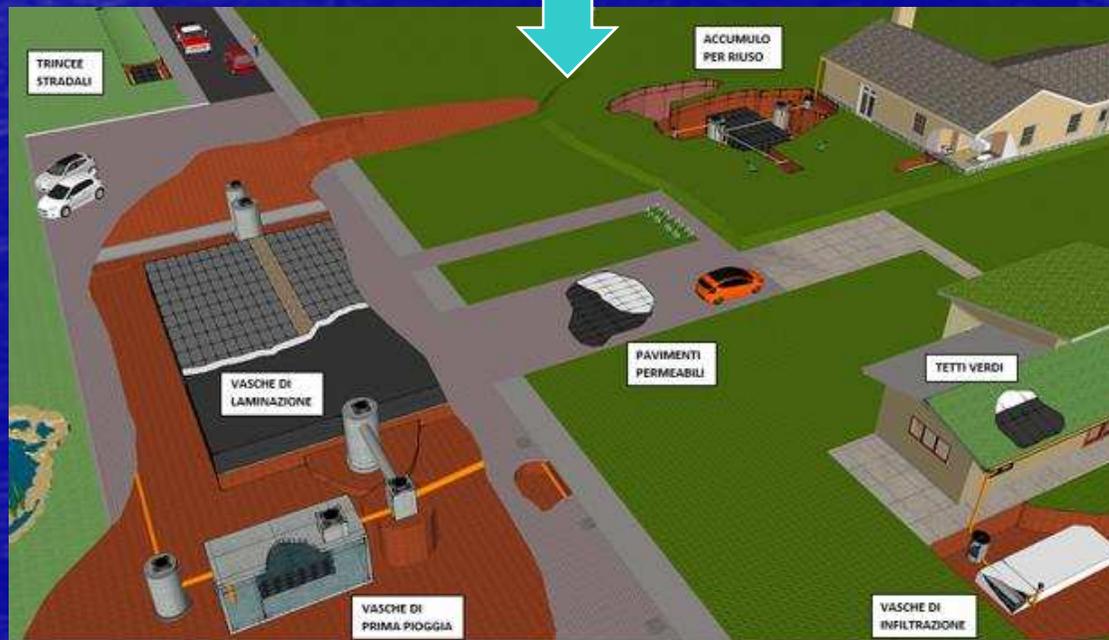
E' consigliabile valutare in primo luogo quelle soluzioni che necessitano di minori interventi di manutenzione/gestione e un migliore inserimento ambientale, nonché quelle che intervengono sulla riduzione della pericolosità incrementando le zone di espansione delle piene del corso d'acqua in aree non edificate.

## INTERVENTI PER MITIGARE LA PERICOLOSITA' DA INONDAZIONE

- miglioramento dell'efficienza dell'alveo (manutenzione vegetazione e modifica sezioni dell'alveo);
- adeguamento degli attraversamenti che riducono la sezione di deflusso;
- realizzazione di opere di difesa per controllare i fenomeni di divagazione dell'alveo (difese spondali, pennelli) o di incisione (briglie, traverse);
- realizzazione di opere di difesa per contenere localmente i livelli idrici (argini);
- ripristino e consolidamento di preesistenti opere di difesa;
- conformazioni di aree libere per favorirne l'allagamento;
- realizzazione di opere per contenere i volumi di piena.

La proposta degli interventi deve contenere una preliminare valutazione dei costi di controllo-monitoraggio e manutenzione delle opere nonché l'indicazione del soggetto a carico del quale competono tali oneri

# INVARIANZA IDRAULICA



## INVARIANZA IDRAULICA

Le piogge di forte intensità che cadono su un bacino idrografico subiscono due tipi di processi che determinano l'entità delle piene nei corsi d'acqua riceventi: l'infiltrazione nei suoli e l'immagazzinamento superficiale.

Il primo processo controlla i volumi di acqua restituiti, e viene descritto in via speditiva mediante un "coefficiente di deflusso", il quale rappresenta la percentuale della pioggia che raggiunge il corpo recettore.

Il secondo processo agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata, che viene definita "laminazione".

## INVARIANZA IDRAULICA

Quando un bacino subisce una artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e le superfici vengono regolarizzate, di modo che il deflusso viene accelerato.

Ciò comporta un aumento dei picchi di piena e può portare a situazioni di rischio idraulico. Inoltre, l'impermeabilizzazione dei suoli provoca un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità.

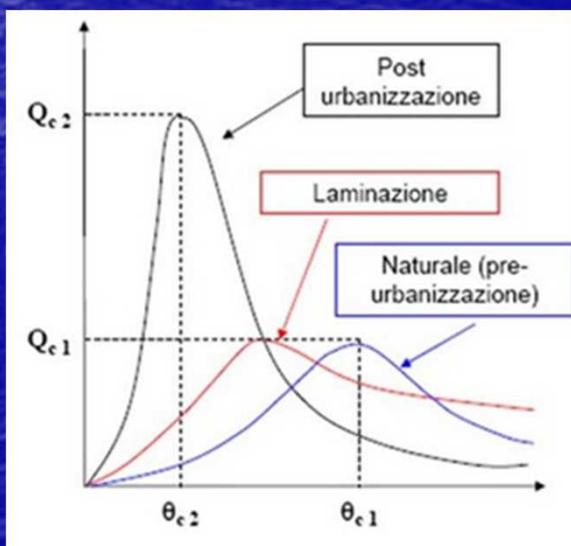
Pertanto, si pone il problema, nella pianificazione, sia di bacino che non, di adottare strumenti che garantiscano la sostenibilità di lungo periodo di un assetto idrografico, limitando possibili effetti di aggravio delle piene legati alla progressiva urbanizzazione e all'impermeabilizzazione dei suoli conseguente alle trasformazioni di uso del suolo.

## DEFINIZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, e tali azioni possono consistere nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione.

Se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di "invarianza idraulica" delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001).

## DEFINIZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA



Quando un bacino subisce una artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e le superfici vengono regolarizzate, di modo che l'infiltrazione si riduce e il deflusso viene accelerato .

Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica, si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa

## OBIETTIVI DELL'INVARIANZA IDRAULICA

L'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza nel tempo.

In genere si compensa la riduzione di permeabilità con l'aumento dei volumi di invaso.

È da sottolineare che la predisposizione dei volumi di invaso di laminazione-raccolta, di cui all'art. 13 della suddetta L.R. n. 22 del 2011, a compensazione delle impermeabilizzazioni non è finalizzata a trattenere le acque di piena nel lotto, ma a mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino.

## **I CONTENUTI DELLA D.G.R. 53/2014**

Nella D.G.R. 53/2014 sono forniti i criteri tecnici per rispondere agli obiettivi della legge 22/2011.

Al fine di facilitare l'applicazione sono fornite delle indicazioni semplificate, che diventano più articolate con l'aumento della consistenza degli interventi comportanti una riduzione della permeabilità superficiale (soglie dimensionali).

In ogni caso per le situazioni di maggiore complessità o in casistiche non chiaramente definite nella normativa la prestazione alla quale far riferimento per definire le misure compensative è quella generale della legge (non aggravare le portate di piena con l'intervento).

## FORMULA PER CALCOLARE I VOLUMI MINIMI DI INVASO

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata; anche solo con livellamenti-regularizzazioni) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$W = w^{\circ} \left( \phi / \phi^{\circ} \right)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P \quad (1)$$

$w^{\circ} = 50$  mc/ha;

$\phi$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;

$\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione;

I e P espressi come frazione dell'area trasformata ;

$n = 0.48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora).

W = volume minimo di invaso (mc/ha); va moltiplicato per l'area totale dell'intervento (Superficie territoriale)

## CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

## COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\phi$  e  $\phi^\circ$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ$$

$$\phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>).

Nel caso di superfici semipermeabili va valutata la % che può essere considerata permeabile/impermeabile.

Oltre alla superficie territoriale i valori di I, P, Imp e Per possono essere riferiti al bacino scolante (Sb) nel quale ricade l'intervento; in tal caso il valore di W ottenuto va moltiplicato per l'intera superficie scolante (Sb)  
In caso di significative discrepanze tra l'uso di St o Sb, si consiglia l'adozione del valore più cautelativo

## CLASSI DIMENSIONALI

Classi dimensionali in base alle quali si definiscono indicazioni differenziate, in relazione all'estensione dell'intervento.

Classe di Intervento	Definizione
<u>Trascurabile</u> impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
<u>Modesta</u> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
<u>Significativa</u> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
<u>Marcata</u> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

## CRITERI PER LE CLASSI DIMENSIONALI

a) nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente che i volumi disponibili per la laminazione soddisfino i requisiti dimensionali della formula (1) ad esclusione degli interventi comportanti la realizzazione di impermeabilizzazione per una superficie pari o inferiore a 100 mq;

b) nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al soddisfacimento dei requisiti della formula (1) è opportuno che le luci di scarico nel corpo ricettore non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

Per le previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale, generale e attuativa vigenti alla data di entrata in vigore dei criteri (18/02/2014) solamente per i casi a) e b) sopra riportati, in alternativa all'utilizzo della formula (1) può essere adottato il dimensionamento per una capacità di invaso pari ad almeno 350 metri cubi per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata.

## CRITERI PER LE CLASSI DIMENSIONALI

c) nel caso di significativa impermeabilizzazione, le luci di scarico e i tiranti idrici ammessi nell'invaso vanno dimensionati in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni;

d) nel caso di marcata impermeabilizzazione, è necessario uno studio idrologico-idraulico di maggiore dettaglio.

Per le classi denominate come "significativa" e "marcata" impermeabilizzazione è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro  $n$  qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

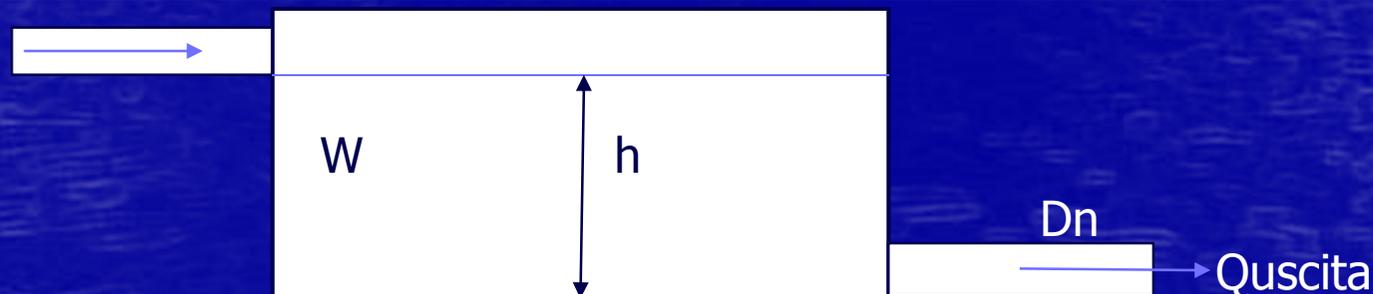
## ULTERIORI INDICAZIONI PER LE CLASSI

Nelle linee guida viene indicato che nel caso lo stato di fatto dell'area oggetto di studio risulti già urbanizzata, per i casi di modesta e significativa impermeabilizzazione oltre al rispetto dei criteri sopra indicati, la portata massima imposta in uscita (allo scarico) nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 20 litri al secondo per ettaro di superficie impermeabilizzata.

Il valore deve essere inteso in via preliminare come predimensionamento delle opere. In situazioni di difficile raggiungimento del limite pari 20 litri al secondo per ettaro, ad esempio in aree ristrette e fortemente impermeabilizzate, lo stesso potrà essere oggetto di modifica da parte dell'Autorità Idraulica o del Gestore S.I.I. che esprimono parere sul progetto, e rilasciano l'autorizzazione allo scarico o all'allaccio.

## SINTESI INDICAZIONI PER CLASSI DIMENSIONALI

<p>Trascurabile <math>S &lt; 0,1</math> ha Sono esclusi gli interventi comportanti la realizzazione di impermeabilizzazione per una superficie pari o inferiore a 100 mq</p>	<p>Formula «W» ; in alternativa per previsioni esistenti al 18/02/2014 Vinvaso = 350 mc/ha Simp</p>
<p>Modesta <math>0,1 &lt; S &lt; 1</math> ha</p>	<p>Formula «W» ; in alternativa per previsioni esistenti al 18/02/2014 Vinvaso = 350 mc/ha Simp Dn scarico &lt; 200 mm Tirante idrico (battente) &lt; 1 m Possibile valore diverso del parametro n qualora eseguita un'analisi idrologica specifica Linee guida: Quscita &lt;= 20 l/s/ha Simp, ove possibile</p>
<p>Significativa <math>1 &lt; S &lt; 10</math> ha <math>S &gt; 10</math> Ha e imp &lt; 30%</p>	<p>Dn scarico e battente in funzione di pioggia Tr 30 anni e Tp = 2 anni Possibile valore diverso del parametro n qualora eseguita un'analisi idrologica specifica Linee guida: Quscita &lt;= 20 l/s/ha Simp, ove possibile</p>
<p>Marcata <math>S &gt; 10</math> Ha e imp &lt; 30%</p>	<p>Studio di dettaglio</p>



## **INVARIANZA PER STRUMENTI URBANISTICI ATTUATIVI**

In sede di approvazione di strumenti urbanistici attuativi deve essere redatto uno schema di valutazione dell'invarianza idraulica valutando gli interventi utili a garantire la stessa. La progettazione esecutiva di detti interventi può avvenire all'interno delle opere di urbanizzazione per gli interventi su aree pubbliche e in sede di permesso di costruire per quelli su aree private.

Eventuali interventi utili a ridurre la pericolosità da esondazione previsti in sede di espletamento della verifica di compatibilità idraulica per gli strumenti di pianificazione territoriale generale e attuativa, possono essere utili parzialmente o totalmente anche al conseguimento di quanto richiesto per l'invarianza idraulica.

Qualora tali interventi siano stati realizzati e soddisfino anche l'invarianza idraulica le singole trasformazioni previste dagli stessi strumenti possono prescindere da ulteriori misure.

## **ATTENZIONE ALLA QUALITA' DELLE ACQUE**

Nella individuazione dei dispositivi di laminazione bisogna porre attenzione all'utilizzo delle superfici impermeabilizzate per valutare se le acque raccolte possono essere inquinate e necessitano di trattamento prima dello scarico in fognature o nel corpo recettore (si vedano gli artt. 41 e 42 delle norme del Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche).

Es: distributori di carburante, piazzali o strade caratterizzate dal possibile dilavamento di sostanze prioritarie o pericolose prioritarie definite secondo la normativa vigente, ecc.

La vasche di laminazione in questi casi possono essere realizzate per soddisfare sia le esigenze qualitative che quantitative.

## INDICAZIONI OPERATIVE

Il valore determinato dal dimensionamento dell'invarianza idraulica rappresenta un elemento prestazionale da conseguire attraverso la realizzazione di interventi derivanti da un'opportuna combinazione di una o più soluzioni tipologiche.

Le soluzioni sono scelte in funzione delle seguenti caratteristiche:

- uso del suolo;
- tipo di terreno;
- prestazioni quantitative e qualitative richieste;
- necessità ecologiche ed estetiche richieste;
- facilità di gestione e manutenzione.

Nella grande varietà di soluzioni progettuali si possono individuare le seguenti tipologie di soluzione :

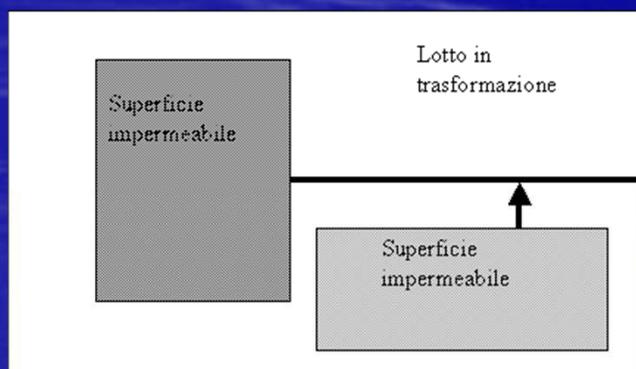
- vasca in c.a. o altro materiale "rigido" posta a monte del punto di scarico, sia aperta e sia coperta (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);
- invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);

## INDICAZIONI OPERATIVE

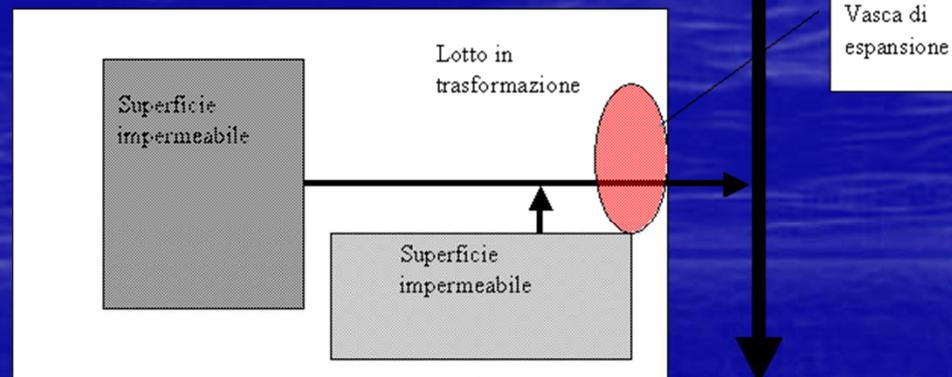
- depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico, con "strozzatura" adeguata degli scarichi;
- sovradimensionamento delle fognature interne al lotto (1 mc di tubo o canale = 0,8 mc di vaso);
- ampliamento o sovradimensionamento di scoline, fossati di scolo o collettori di raccolta delle acque meteoriche;
- scarico in vasche adibite ad altri scopi (sedimentazione, depurazione ecc.) purché il volume di vaso si aggiunga al volume previsto per altri scopi, e purché siano comunque rispettati i vincoli e i limiti allo scarico per motivi di qualità delle acque;
- scarico in acque costiere o comunque che non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici;
- scarico a dispersione in terreni agricoli senza afflusso diretto alle reti di drenaggio sia superficiale, sia tubolare sotterraneo;
- utilizzo di pavimentazioni filtranti;
- utilizzo di canali/trincee filtranti;
- bacini di infiltrazione.

Ove fattibile è bene favorire i processi di infiltrazione delle acque

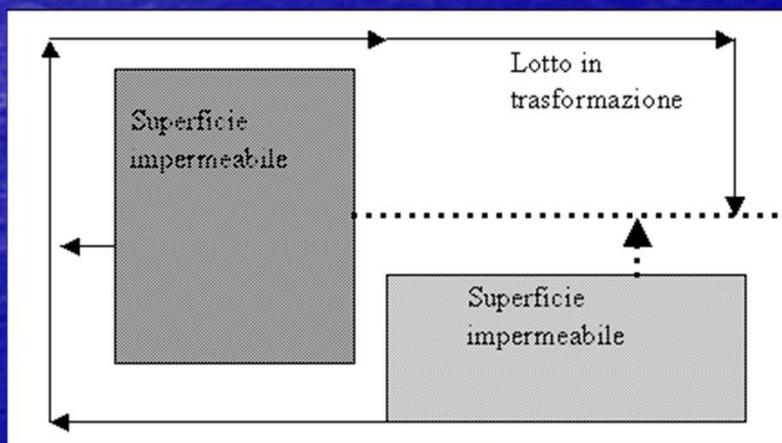
# SOLUZIONI ADOTTABILI



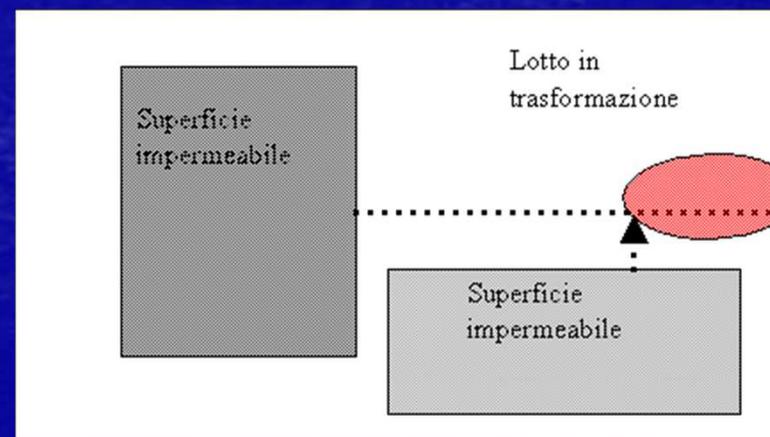
A) schema di drenaggio "tradizionale": le superfici impermeabili vengono drenate con sistemi di fognatura che recapitano al corpo idrico ricevente



B) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza costituito da una vasca di espansione posta a monte del punto di recapito; il volume di invaso viene calcolato in relazione al tasso di impermeabilizzazione indotto



C) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza costituito da un sovradimensionamento della rete di fognatura: al posto del percorso minimo (tratteggiato) si realizza un percorso più lungo nel quale le piene vengono laminate



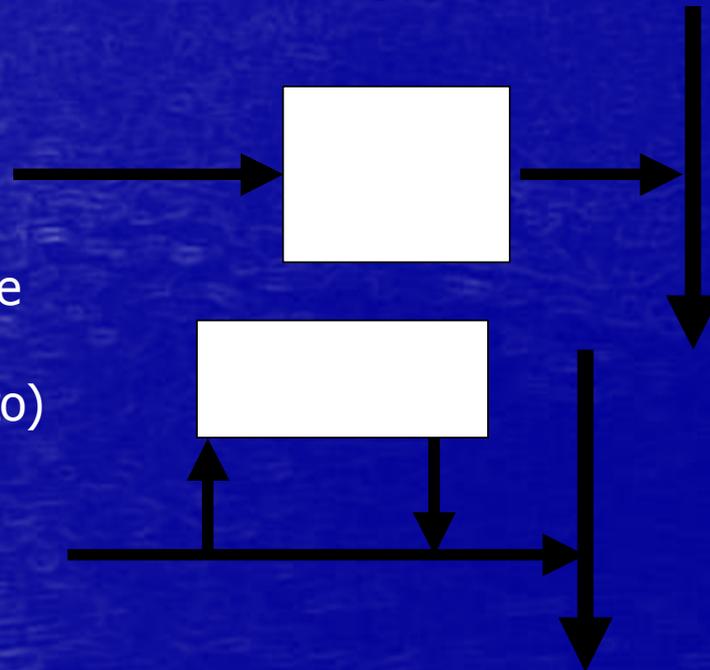
D) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza ibrido (sovradimensionamento della rete di fognatura + vasca di laminazione)

## VOLUMI IN SERIE O VOLUMI IN PARALLELELO

In assenza di valutazioni idrauliche sulle luci di efflusso i volumi di laminazione vanno messi in serie.

I volumi in serie operano una laminazione in qualsiasi condizione di deflusso, mentre quelli in parallelo entrano in funzione solo quando la portata supera valori prefissati e vanno valutate idraulicamente le condizioni di funzionamento.

vasche in serie  
(sopra) e in  
parallelo (sotto)



I volumi in parallelo possono permettere una maggiore efficienza nella riduzione dei colmi di piena, ma sono più complesse nel dimensionamento e realizzazione

## **FOGNATURE – CUNETTE STRADALI**

La fognatura può fornire un contributo alla laminazione e in linea di massima si può considerare che il volume totale delle condotte di fognatura sia efficace all'80% ai fini dell'invarianza; tale volume può essere tolto dal volume minimo di invarianza calcolato.

Nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade l'invarianza idraulica si può realizzare con un opportuno dimensionamento dei fossi laterali e delle canalette di drenaggio.

Ove possibile è opportuno accoppiare tale volume a spazi di laminazione concentrati in corrispondenza dell'immissione nei corpi recettori.

## SISTEMI DI INFILTRAZIONE

Nelle linee guida viene indicato che nel caso di terreni sufficientemente permeabili (coefficiente infiltrazione  $> 10^{-3}$  m/s e frazione limosa inferiore al 5%) e falda sufficientemente profonda è possibile realizzare sistemi di infiltrazione fino ad una incidenza del 50%. Tale percentuale può essere aumentata fino al 75% attraverso apposite valutazioni idrauliche, tenendo conto di eventi di pioggia con un tempo di ritorno di 30 anni.

I parametri per il dimensionamento di questi sistemi devono essere desunti da prove sperimentali in sito.

Le suddette indicazioni, essendo contenute nelle linee guida, sono da intendere come valori raccomandati, ma possono essere variate in funzione della situazione locale e delle difficoltà operative nell'adozione dei sistemi di laminazione (es: recettori distanti dall'area di intervento).

## TABELLA DI ORIENTAMENTO NELLA SCELTA DEI DISPOSITIVI

Codice	DISPOSITIVO	PROCESSO				GESTIONE			DESTINAZIONE D'USO						SPAZIO DISPONIBILE		TIPO DI TERRENO		RISCHIO IDRAULICO		INQUINAMENTO						
		Infiltrazione	Detenzione/Atenuazione	Trasporto	Riutilizzo	Controllo locale	Controllo nell'intorno	Controllo territoriale	Residenziale a bassa densità	Residenziale ad alta densità	Strade	commerciale	Industriale	di Riqualifica	Contaminata	Basso	Alto	Impermeabile	Permeabile	Riduzione picchi di deflusso	Riduzione del volume	Riduzione colpi secchi	Riduzione nutrienti	Riduzione metalli pesanti	VALORE ESTETICO	VALORE ECOLOGICO	COSTI
D1	Tetti verdi	●	●		●	●		●	●		●	●	●	●	●	●			MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	BUONO	BUONO	ALTO	ALTO
D2	Cisterne di raccolta		●		●	●		●	●		●	●	●	●					ALTO	ALTO	ALTO	BASSO	MEDIO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO
D3	Cisterne domestiche		●		●	●		●	●		●	●	●	●					BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
D4	Superfici permeabili	●			●	●		●	●		●	●	●	●	●	●			BUONO	BUONO	ALTO	ALTO	ALTO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
D5	Sistemi di bioritenzione	●	●			●		●	●		●	●	●	●		●			MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
D6	Fasce di infiltrazione	●				●		●	●		●	●	●	●		●			BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
D7	Gallerie di infiltrazione	●	●			●		●	●		●	●	●	●	●	●			MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO
D8	Cisterne Sotteranee	●	●		●	●		●	●		●	●	●	●	●	●			BUONO	BUONO	MEDIO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	BASSO
D9	Sistemi modulari monocellulari	●	●			●		●	●		●	●	●	●		●			BUONO	BUONO	BASSO	N/A	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
D10	Bacini di infiltrazione	●	●			●		●	●		●	●	●	●		●			MEDIO	BUONO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	BASSO	BASSO	MEDIO
D11	Vassoi	●	●	●		●		●	●		●	●	●	●		●			MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO
D12	Bacini di detenzione	●	●			●		●	●		●	●	●	●		●			BUONO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO
D13	Zone umide		●		●	●		●	●		●	●	●	●		●			BUONO	BUONO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	ALTO	ALTO	ALTO
D14	Stagni		●		●	●		●	●		●	●	●	●		●			BUONO	BASSO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

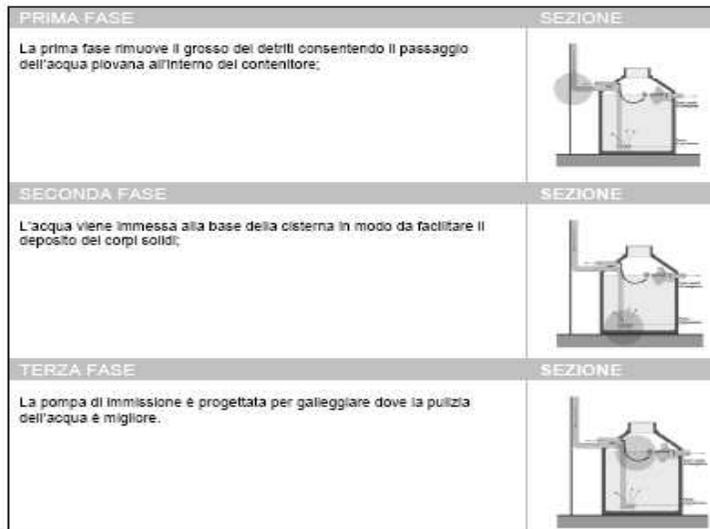
D2

## Cisterne di raccolta



L'acqua piovana dai tetti o da superfici impermeabili può essere raccolta in grandi cisterne che consentano il suo riutilizzo per usi non potabili. Se propriamente progettate, le cisterne di raccolta possono contribuire ad aiutare a ridurre i rischi idraulici.

PROCESSO	GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO		
Infiltrazione	NO	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE		TIPO DI TERRENO			
Basso	n/c	Impermeabile	SI		
Alto	n/c	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		ALTO		
	Riduzione del Volume di deflusso		ALTO		
Inquinamento	Corpi sospesi		ALTO		
	Nutrienti		BASSO		
	Metalli pesanti		MEDIO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		



### VANTAGGI

- Facili da introdurre in spazi aperti.
- Riduce i consumi d'acqua.
- Costi non eccessivi nel tempo.

### SVANTAGGI

- Inizialmente il sistema può essere complesso e costoso.
- Non consigliabile in aree il cui margine è usato a parcheggio.
- Non sempre il suo inserimento risulta gradevole.



## D4

### Superfici permeabili



Sono marciapiedi o parcheggi che permettono alla pioggia di infiltrarsi attraverso la superficie pavimentata in uno strato di raccolta inferiore, dove l'acqua è contenuta prima di essere infiltrata nel terreno, riutilizzata, o rilasciata ad altri dispositivi drenanti.

PROCESSO	GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità
Detenzione/attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade
Riutilizzo	SI			Commerciale
				Industriale
				di Riqualifica
				Contaminata
SPAZIO DISPONIBILE		TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	SI	
Alto	SI	Permeabile	SI	
RIDUZIONE DEL RISCHIO				
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
	Riduzione del Volume di deflusso		BUONO	
Inquinamento	Corpi sospesi		ALTO	
	Nutrienti		ALTO	
	Metalli pesanti		ALTO	
VALORE ECOLOGICO		VALORE ESTETICO		
BASSE		MEDIO		

tipologia A	SEZIONE
L'acqua passa attraverso la superficie permeabile (dove può essere detenuta temporaneamente) per poi essere rilasciata e filtrata negli strati inferiori del terreno. Per evitare che il dispositivo si saturi, è diventi meno efficiente, un sistema di troppo pieno deve provvedere a trattare e trasferire l'acqua in eccesso durante eventi particolarmente critici.	
tipologia B	SEZIONE
Concettualmente simile alla tipologia A, vede l'inserimento di una serie di tubi forati che aiutano a trasferire ad altri sistemi di drenaggio parte dell'acqua piovana che il dispositivo non è in grado di infiltrare nel terreno.	
tipologia C	SEZIONE
Non permette l'infiltrazione. Viene posta una membrana impermeabile alla base del dispositivo che impedisce all'acqua filtrata attraverso i vari strati superiori della struttura di infiltrarsi nel terreno. Viene e trasferita attraverso un sistema di tubazioni forate simile a quella della tipologia B. Viene spesso usata dove il terreno ha una bassa permeabilità, quando l'acqua deve essere conservata e riutilizzata o quando ci sono seri rischi di inquinamento delle falde acquifere.	

VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rimozione dell'inquinamento urbano.</li> <li>○ Significativa riduzione dei deflussi di scorrimento dell'acqua piovana.</li> <li>○ Ottimi per aree ad alta densità.</li> <li>○ Buon utilizzo nella ristrutturazione.</li> <li>○ Basse costi di manutenzione.</li> <li>○ Rimozione dei canali di scolo e tombini.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Non consigliato per aree con abbondanti formazioni di sedimenti.</li> <li>○ Accumulo di detriti e sporczia se la pulizia non viene garantita.</li> </ul>



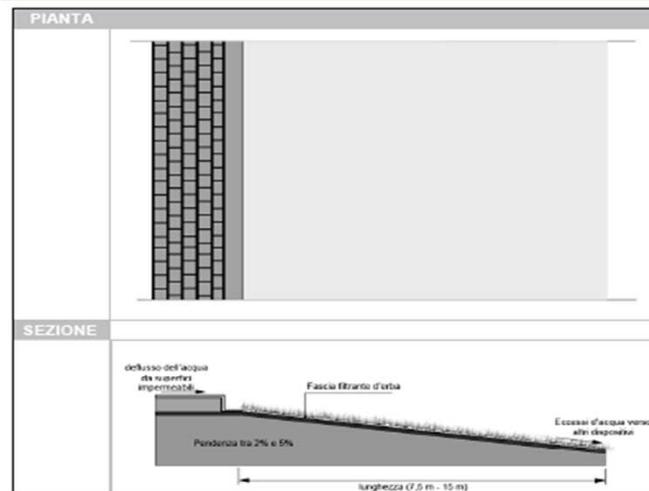
## D6

### Fasce di infiltrazione



Sono vaste fasce di verde, lievemente inclinate che trattano l'acqua in eccesso proveniente da vicine zone impermeabili.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	NO	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		BASSO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BASSO		
Inquinamento	Corpi sospesi		MEDIO		
	Nutrienti		BASSO		
	Metalli pesanti		MEDIO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
MEDIO			MEDIO		



- | VANTAGGI  | SVANTAGGI   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.</li> <li>Buona rimozione dell'inquinamento.</li> <li>Buona flessibilità di inserimento in spazi chiusi.</li> <li>Ottimi in zone con alte concentrazioni di inquinamento.</li> <li>Possibilità di inserimento in progetti di ricostruzione.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Non consigliabili in aree con forte pendenza.</li> <li>Rischi di blocco nei sistemi di connessione.</li> </ul> |



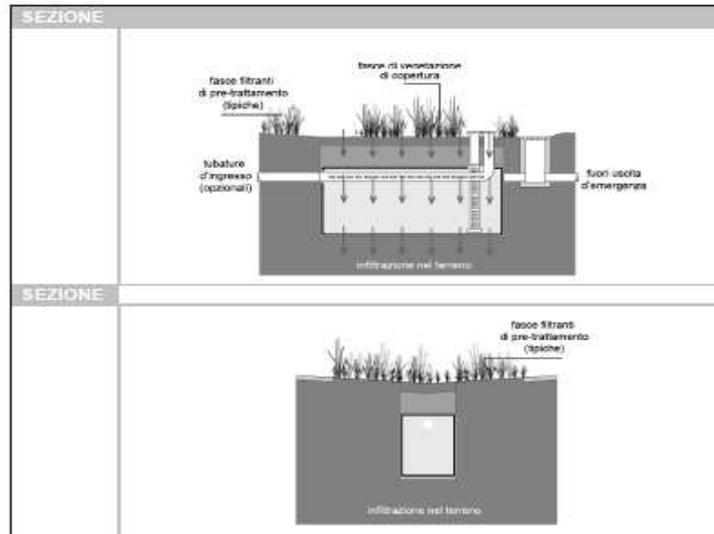
## D7

### Gallerie di infiltrazione



Riempite con detriti o pietre le trincee infiltranti e filtranti sono scavate in profondità nel terreno e creano superfici per stazionamenti temporanei dell'acqua piovana. Sono dispositivi con la possibilità di ricaricare le falde acquifere preservandone il loro livello.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO		
	Riduzione del Volume di deflusso		ALTO		
Inquinamento	Corpi sospesi		ALTO		
	Nutrienti		MEDIO		
	Metalli pesanti		ALTO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		



#### VANTAGGI

- Buona riduzione di volume dei deflussi d'acqua.
- Ottimi per rimozione dell'inquinamento in zone con alte concentrazioni d'inquinamento.
- Buona flessibilità di inserimento in spazi chiusi.
- Possibilità di inserimento in progetti di ricostruzione.

#### SVANTAGGI

- Non consigliabili in aree scoscese.
- Rischi di blocco nei sistemi di connessione.



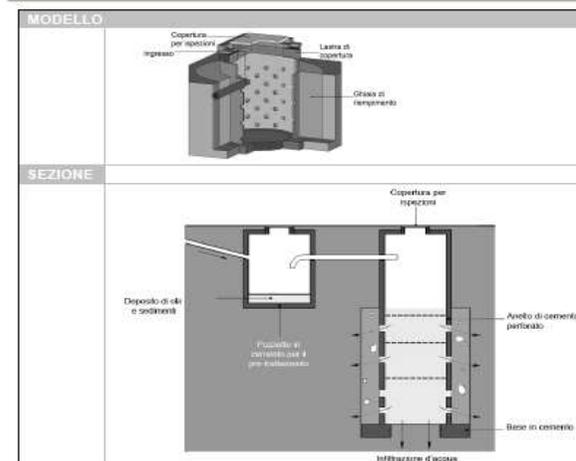
D8

## Cisterne sotterranee



Sono cisterne sotterranee di forma quadrata o circolare che vengono alloggiate in contenitori di materiale plastico precedentemente inseriti nel terreno oppure ricoperte in terra battuta o in ghiaio. Possono essere collegate tra loro per il drenaggio di vaste aree aumentando la loro efficacia nella riduzione del rischio idraulico.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BUONO		
Inquinamento	Corpi sospesi		MEDIO		
	Nutrienti		BASSO		
	Metalli pesanti		MEDIO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		



### VANTAGGI

- Facili da installare.
- Facilitano la ricarica della falda acquifera.
- Buona riduzione del volume dei flussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.

### SVANTAGGI

- Non consigliato per terreni impermeabili.
- Rischi di bloccaggio dei sistemi di connessione.
- Necessitano di continue ispezioni per assicurare un'effettiva infiltrazione.
- Non consigliabile in zone in cui esiste il rischio di inquinamento della falda acquifera.



# SCHEDE TIPOLOGICHE

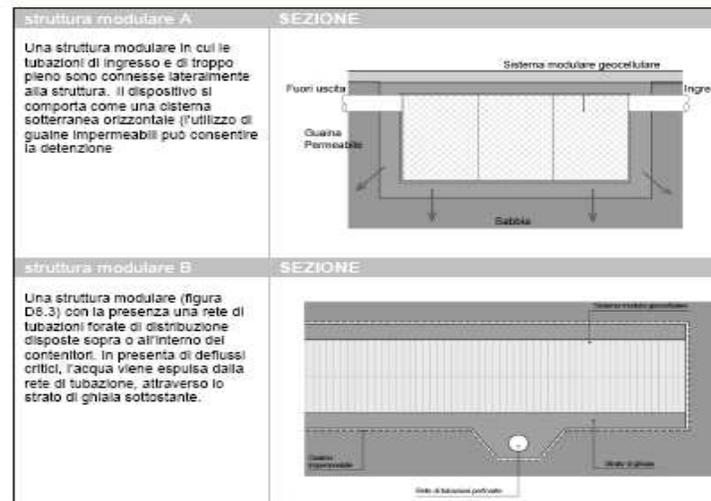
D9

## Sistemi modulari geocellulari



Sono dispositivi con un'alta capacità di detenzione che possono essere usati per creare sotto il terreno strutture in grado di contenere grandi quantità d'acqua o di permettere l'infiltrazione nel terreno.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO		Impermeabile	SI	
Alto	SI		Permeabile	SI	
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BUONO		
Inquinamento	Corpi sospesi		BASSO		
	Nutrienti		n/c		
	Metalli pesanti		BASSO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		

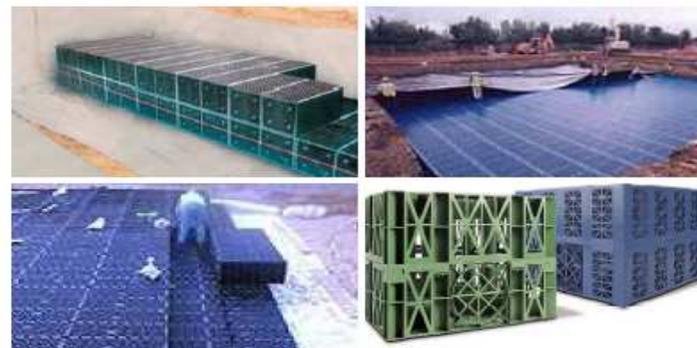


### VANTAGGI

- Facili da introdurre in spazi aperti.
- Buona riduzione della velocità dei flussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.
- Bassi costi.

### SVANTAGGI

- Non consigliato in aree scoscese.
- Non consigliabili in aree il cui margine è usato a parcheggio.
- Rischi di blocco dei sistemi di connessione.



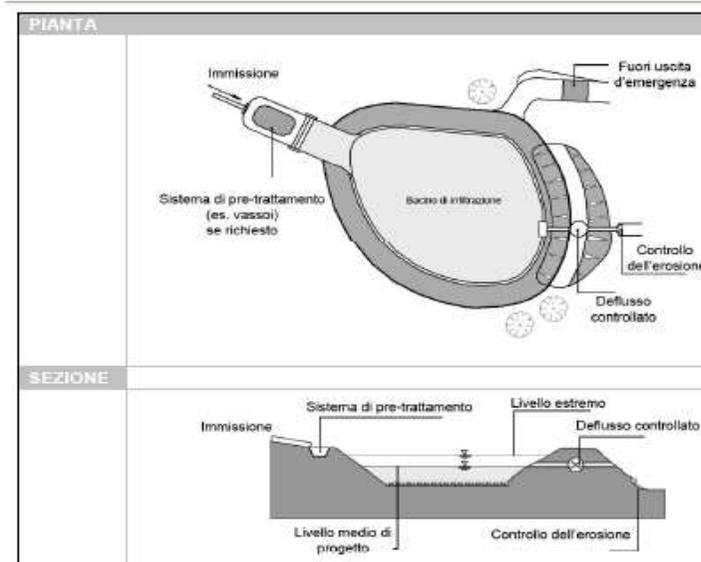
## D10

### Bacini di infiltrazione



Sono superfici depresse di vegetazione studiate per trattenere l'acqua piovana in eccesso e farla infiltrare successivamente nel terreno, facilitando un lento deflusso delle acque durante fenomeni di piogge intense.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BUONO		
Inquinamento	Corpi sospesi		ALTO		
	Nutrienti		MEDIO		
	Metalli pesanti		ALTO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		



#### VANTAGGI

- o Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.
- o Buona riduzione velocità dei flussi d'acqua.
- o Buona rimozione dell'inquinamento.
- o Contribuiscono alla ricarica della falda freatica.

#### SVANTAGGI

- o Richiede un a specifica conoscenza geotecnica.
- o Richiede ampi spazi.



# SCHEDE TIPOLOGICHE

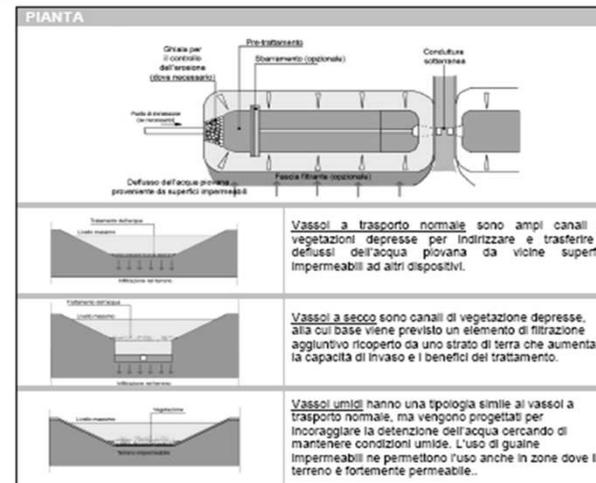
D11

## Vassoi



Sono formati da zone depresse lineari di vegetazioni che raccolgono flussi d'acqua da zone impermeabili. Dove possibile, possono essere progettati in modo da consentire infiltrazioni. Possono sostituire i sistemi convenzionali di drenaggio dell'acqua.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	SI	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE		TIPO DI TERRENO			
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso	MEDIO			
	Riduzione del Volume di deflusso	MEDIO			
Inquinamento	Corpi sospesi	ALTO			
	Nutrienti	BASSO			
	Metalli pesanti	MEDIO			
VALORE ECOLOGICO		VALORE ESTETICO			
MEDIO		MEDIO			



### VANTAGGI

- o Facili da introdurre in spazi aperti.
- o Buona riduzione velocità del deflusso d'acqua piovana.
- o Buona rimozione dell'inquinamento.
- o Bassi costi.

### SVANTAGGI

- o Non consigliati per aree scoscese.
- o Non consigliabili in aree il cui margine è usato a parcheggio.
- o Rischi di intasamenti nei sistemi di connessione.



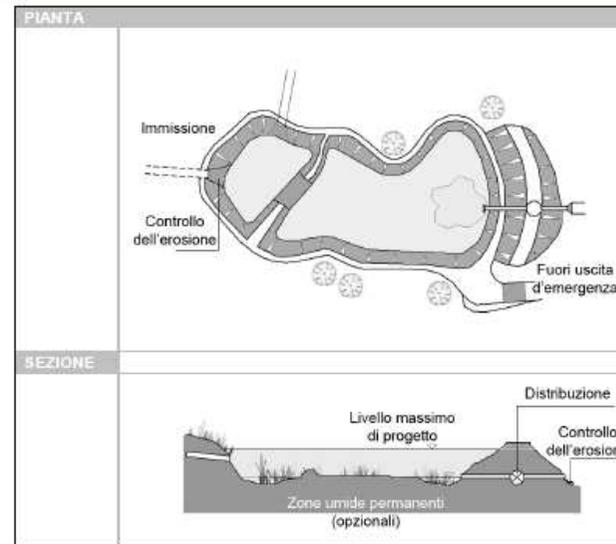
## D12

### Bacini di detenzione



I Bacini di detenzione sono superfici progettati per detenere il deflusso delle acque piovane. Normalmente asciutti sebbene possono avere piccole vasche piene tra le insenature e nelle vicinanze dei canali di scolo e possono essere usati per funzioni ricreative.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	SI	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso				BUONO
	Riduzione del Volume di deflusso				BASSO
Inquinamento	Corpi sospesi				MEDIO
	Nutrienti				BASSO
	Metalli pesanti				MEDIO
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		



#### VANTAGGI

- o Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.
- o Buona rimozione dell'inquinamento.
- o Ottimi in zone con alte concentrazioni di inquinamento.
- o Possono contenere grandi volumi d'acqua.
- o Doppio uso del suolo.

#### SVANTAGGI

- o Non consigliabili in aree scoscese.



## **POSSIBILI SVILUPPI FUTURI**

Aspetti da valutare ed eventualmente revisionare o integrare

### VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Valutare se unire la verifica preliminare e la verifica semplificata  
Fornire ulteriori specificazioni sugli aspetti geomorfologici e per l'individuazione della fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica

Disponibilità di informazioni per la redazione delle analisi (portate di riferimento, individuazione preliminare delle zone da assoggettare alla valutazione, ecc.)

### INVARIANZA IDRAULICA

Migliorare le specifiche/indicazioni delle modalità di calcolo per l'infiltrazione e per il dimensionamento delle luci di scarico nel caso di trascurabile/modesta impermeabilizzazione.

Fornire alcune indicazioni sulle valutazioni/analisi nel caso di marcata impermeabilizzazione potenziale.

Dati sulle precipitazioni di breve durata e massima intensità

***GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE***