



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**



**Carlo Antonio Stival**  
via A. Valerio 6/1  
34127 Trieste  
+390405583489  
cstival@units.it

**ARGOMENTO**

**20**

**28 APRILE 2022**

**Uso razionale della risorsa idrica**

**Riduzione consumi e recupero acque meteorologiche**

---

**A. A. 2021-2022**

Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura**

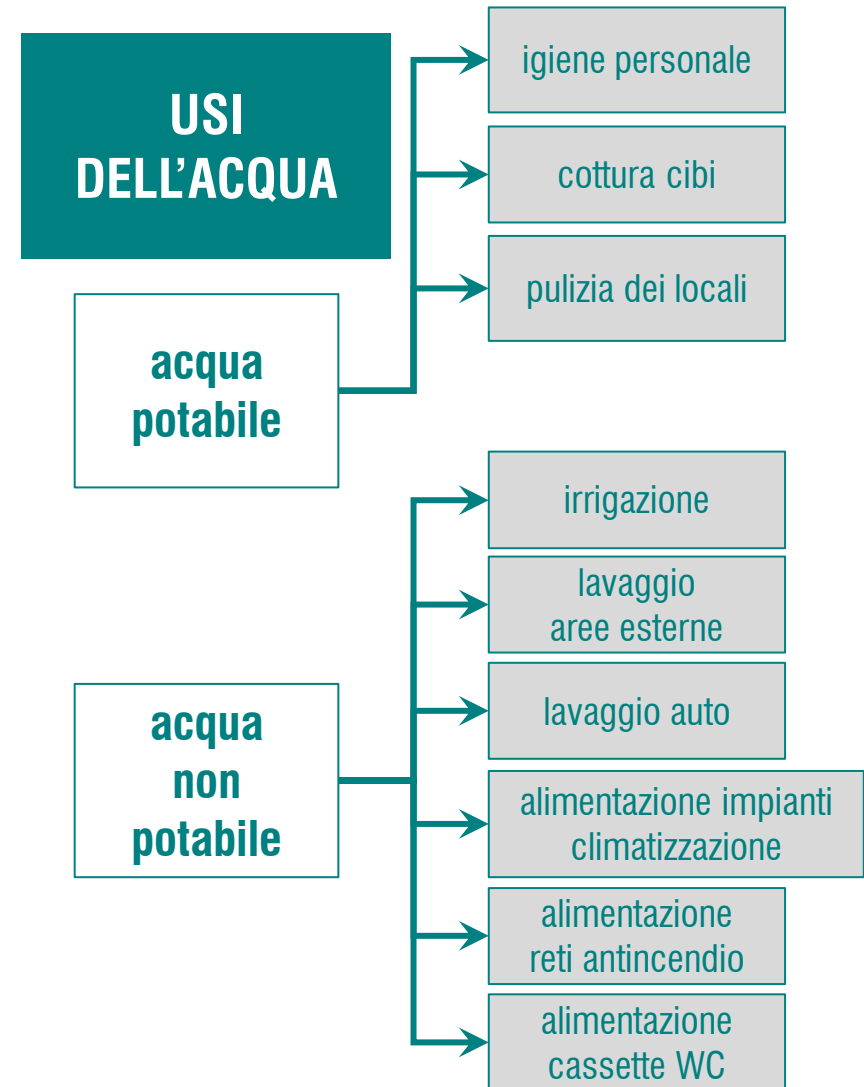
Corso di **Tecnologie e soluzioni edilizie**

**per la sostenibilità ambientale**

# Riduzione del consumo di acqua potabile

L'**acqua** resa disponibile dal **sistema di distribuzione** è attualmente impiegata per **usi** che **non necessitano** dell'impiego di acqua potabile. A tal fine, la riduzione del consumo di acqua potabile deve obbligatoriamente partire dall'individuazione dei **servizi** per i quali sono previsti l'impiego di acqua, ossia:

- l'**irrigazione** delle **aree verdi** di pertinenza dell'edificio;
- il **lavaggio** di **aree esterne** pavimentate;
- il **lavaggio** delle **automobili**;
- l'**igiene personale**;
- la **cottura** dei **cibi** e qualunque altro impiego inerente l'alimentazione non necessariamente a carattere residenziale;
- la **pulizia** di **ambienti** e **locali**;
- l'alimentazione degli **impianti tecnici** per la **climatizzazione** appositamente caratterizzati;
- l'alimentazione di **reti antincendio**;
- l'alimentazione delle **cassette di scarico** dei **WC**.

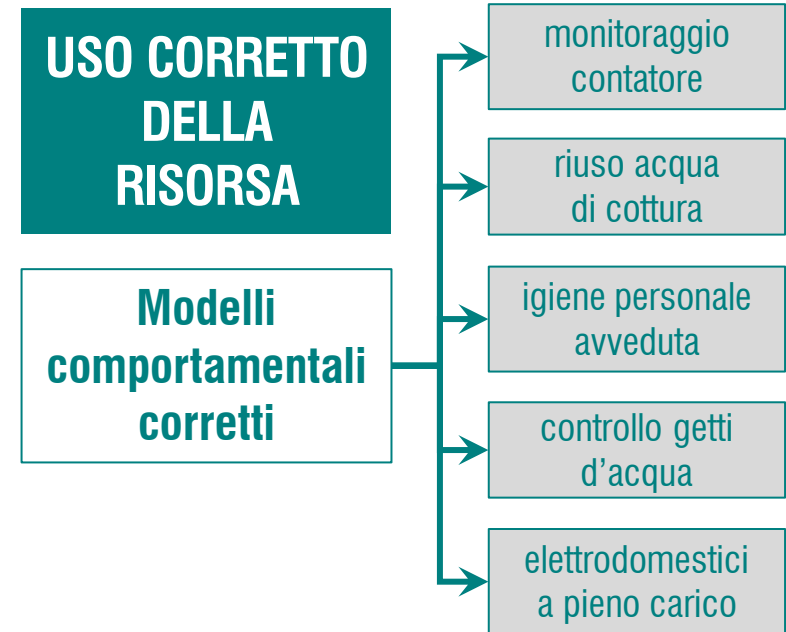


# Riduzione del consumo di acqua potabile

Il primo intento di un approccio sostenibile all'utilizzo dell'acqua è la **riduzione dei prelievi** dalla rete di acquedotto. Il D. Lgs. 152/1999 richiede genericamente a tal proposito che i **gestori** dei servizi idrici e gli **utilizzatori** finali della risorsa si adoperino per adottare **misure** volte a **contenerne** gli **sprechi**.

A monte dell'applicazione di elementi tecnici si collocano quindi **modelli** comportamentali **virtuosi** da parte dell'utenza finale che dovrebbe quindi impiegare la risorsa con oculatezza:

- **monitoraggio periodico** del **contatore** dell'acqua per verificare la presenza di perdite e tempestività nelle operazioni di riparazione;
- impiego di **acqua di cottura**, o utilizzata per il lavaggio di frutta e verdura, per **annaffiare** le **piante domestiche**;
- preferenza, per l'igiene personale, per la **doccia rispetto al bagno**, in modo da dimezzare il volume d'acqua impiegato (circa 50 l invece di 100 l);



- chiusura del getto d'acqua corrente al momento dell'insaponamento delle stoviglie, da preferirsi rispetto al lavaggio in acqua corrente;
- **oculatezza** nella gestione dei periodi di **apertura** e **chiusura** degli **erogatori d'acqua**;
- impiego a **pieno carico** degli **elettrodomestici** alimentati ad acqua di acquedotto.

# Riduzione del consumo di acqua potabile

Il risparmio idrico sull'acqua potabile per usi relativi all'igiene personale, alla preparazione ed alla cottura dei cibi, alla pulizia degli ambienti è praticabile implementando **soluzioni tecnologiche** adatte agli **erogatori d'acqua**.

Il consumo di acqua potabile è fortemente influenzato dal **tenore di vita** delle utenze servite e dalla **climatologia del sito**. È tuttavia possibile definire un **consumo domestico medio giornaliero** tenendo conto del solo tenore di vita.

SERVIZIO / UTILIZZO	CONSUMO MEDIO GIORNALIERO [l/(giorno·pers)]		
	RESIDENZE ECONOMICHE	RESIDENZE SIGNORILI	RESIDENZE DI LUSSO
Uso del lavabo	15	20	30
Doccia / bagno <sup>(1)</sup>	30	50	80
Uso del WC	40	40	40
Cucina	10	15	25
Lavaggio biancheria	20	25	40
Pulizia degli ambienti	10	20	40
Lavaggio auto	non considerato	25	40
Irrigazione aree verdi	non considerato	non considerato	40

<sup>(1)</sup> Si considera un bagno a settimana.

# Riduzione del consumo di acqua potabile

Per quanto riguarda le **cassette di scarico dei WC**, è possibile ridurre il volume di acqua immesso da parte di una cassetta tradizionale (tipicamente **12 litri** per ciascuna azione) impiegando un elemento a **doppia pulsantiera** che permette:

- uno **scarico completo** della cassetta, oppure

- uno **scarico parziale**, solitamente di **3 litri**, premendo il pulsante più piccolo; la quantità è regolabile intervenendo sulla valvola parzializzatrice all'interno della cassetta.

Questa soluzione permette di preservare circa il **50%** del volume d'acqua impiegato in cassette tradizionali.

DESTINAZIONE D'USO	UNITÀ DI MISURA	CONSUMO MEDIO GIORNALIERO [l/(giorno·pers)]
Strutture ospedaliere		150-180
Cliniche con camere dotate di servizi		200-230
Alberghi con bagno in camera <sup>(1)</sup>	[l/(giorno·posto letto)]	180-210
Alberghi con doccia in camera <sup>(1)</sup>		120-140
Scuole	[l/(giorno·utente)]	50 (nidi, infanzia), altrimenti 20-30
Uffici		30-50
Edifici industriali	[l/(giorno·dipendente)]	30-50
Sale di spettacolo - musei	[l/(giorno·utente)]	10-15

<sup>(1)</sup> Escluso il servizio di ristorazione.

# Riduzione del consumo di acqua potabile

È possibile **ridurre** un **consumo medio giornaliero** di una quota pari al **25÷40%** introducendo alcuni elementi tecnici su **docce, lavabi e cassette di scarico** dei WC:

- **limitatori di flusso**, dispositivi meccanici che riducono la massima portata d'acqua all'erogazione di rubinetto;
- **diffusori**, ossia un dispositivo incorporato al rubinetto capace di **miscelare l'acqua** erogata con **l'aria posta alla sezione d'uscita**, composto da un limitatore di flusso ed un aeratore;
- **rubinetti con temporizzatore** un pulsante che aziona verso il basso un pistone contenuto nel cilindro del rubinetto; il cilindro, riempiendosi, fa risalire il pistone che riduce progressivamente, e infine azzerà, la portata d'acqua;
- **rubinetti dotati di fotocellula**.

ELEMENTO DI REGOLAZIONE	RISPARMIO OTTENIBILE [%]
Diffusori	30÷60
Aeratori	30÷60
Interruttori meccanici di flusso	20
Rubinetti con temporizzatore	30
Rubinetti con fotocellula	50

# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

L'impianto per il recupero dell'acqua meteorologica è costituito essenzialmente da **tre sottosistemi**:

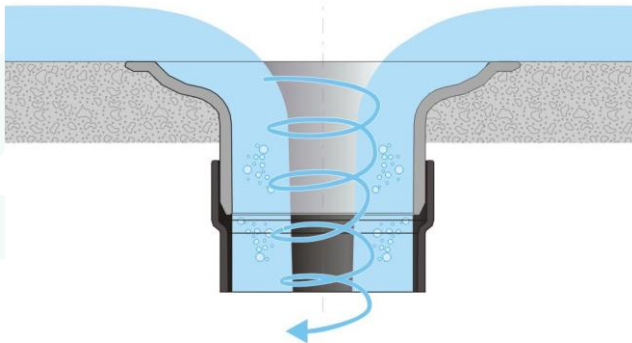
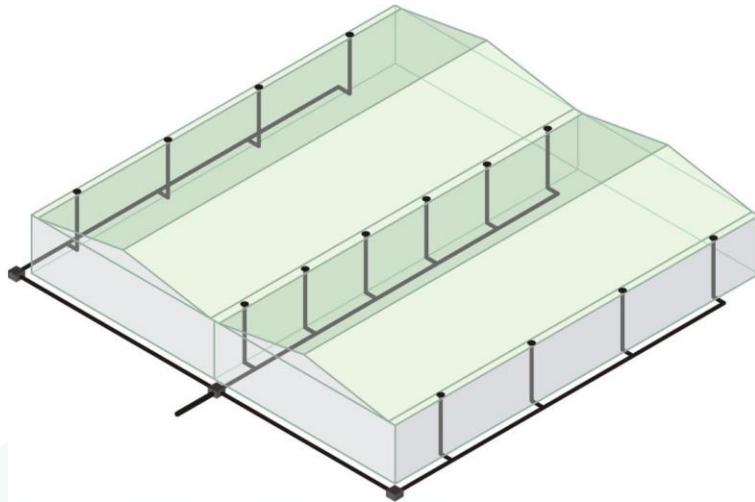
- il sottosistema di **stoccaggio** delle acque meteoriche, costituito dal **serbatoio** per l'accumulo della massa d'acqua e da quegli elementi tecnici (ad esempio **canali di gronda, pluviali**) utilizzati per realizzare un tradizionale impianto di **convogliamento** al volume;
- il sottosistema per il **riutilizzo** delle acque stesse, il cui scopo è **prelevare** l'acqua stoccata e **renderla disponibile** alle **utenze** attraverso circuiti e componenti idraulici;
- il sistema di opportuno **filtraggio**, che porta le acque recuperate ad un **livello di qualità** congruo agli usi a cui sono destinate.

In base alle precedenti considerazioni, si configura un **impianto idrico duale**, nel quale alla conformazione tradizionale si integra l'impianto di recupero che consente un prelievo differenziato della risorsa idrica recuperata.

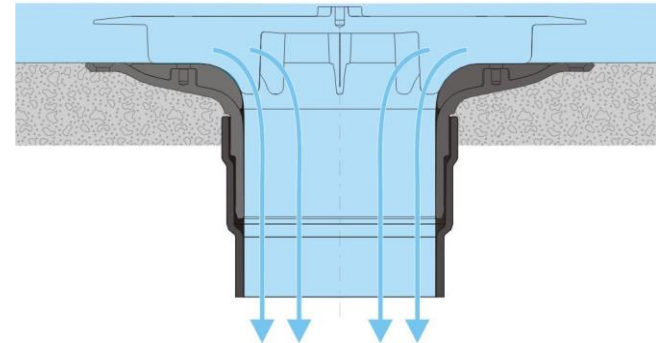
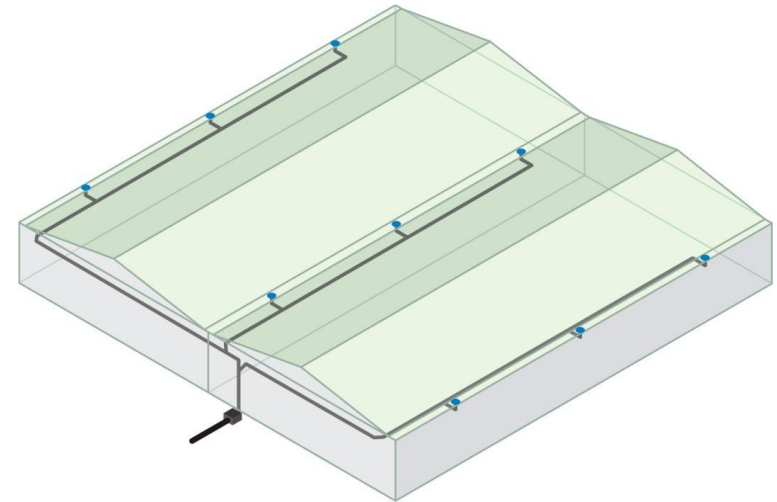


# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

## SISTEMA DI SCARICO CONVENZIONALE



## SISTEMA DI SCARICO SIFONICO





# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I **dati necessari** al progetto di un sistema di raccolta dell'acqua piovana sono sostanzialmente:

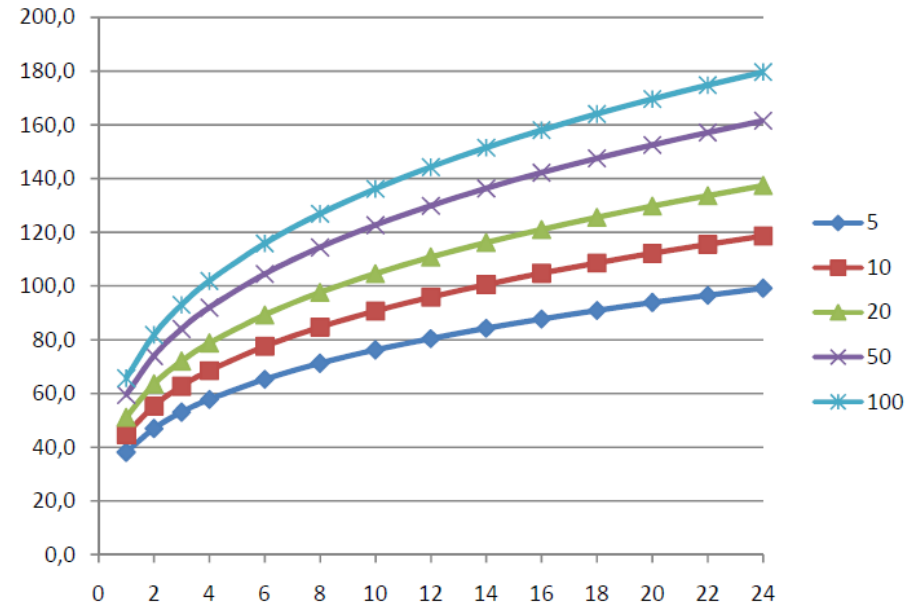
- le **precipitazioni** mediamente prevedibili, espresse in [mm/m<sup>2</sup> anno];
- il **consumo stimato** di acqua;
- la **superficie utile** di raccolta.

Lo studio della pluviometria considera un'altezza di pioggia  $h$  determinabile in base alla relazione esponenziale

$$h = a \cdot t^N$$

in cui compaiono la durata  $t$  dell'evento meteorico in ore e due parametri ( $a$ ,  $N$ ) che caratterizzano la **curva segnalatrice** di **possibilità pluviometrica**.

La determinazione delle curve avviene in base ai dati contenuti in abachi che registrino le altezze di precipitazione delle piogge di massima intensità in una determinata località, ad esempio gli Annali Idrologici.



- In ascissa, la durata dell'evento meteorologico
- In ordinata, l'altezza di pioggia  $h$
- A ciascuna serie corrisponde un diverso tempo di ritorno

# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

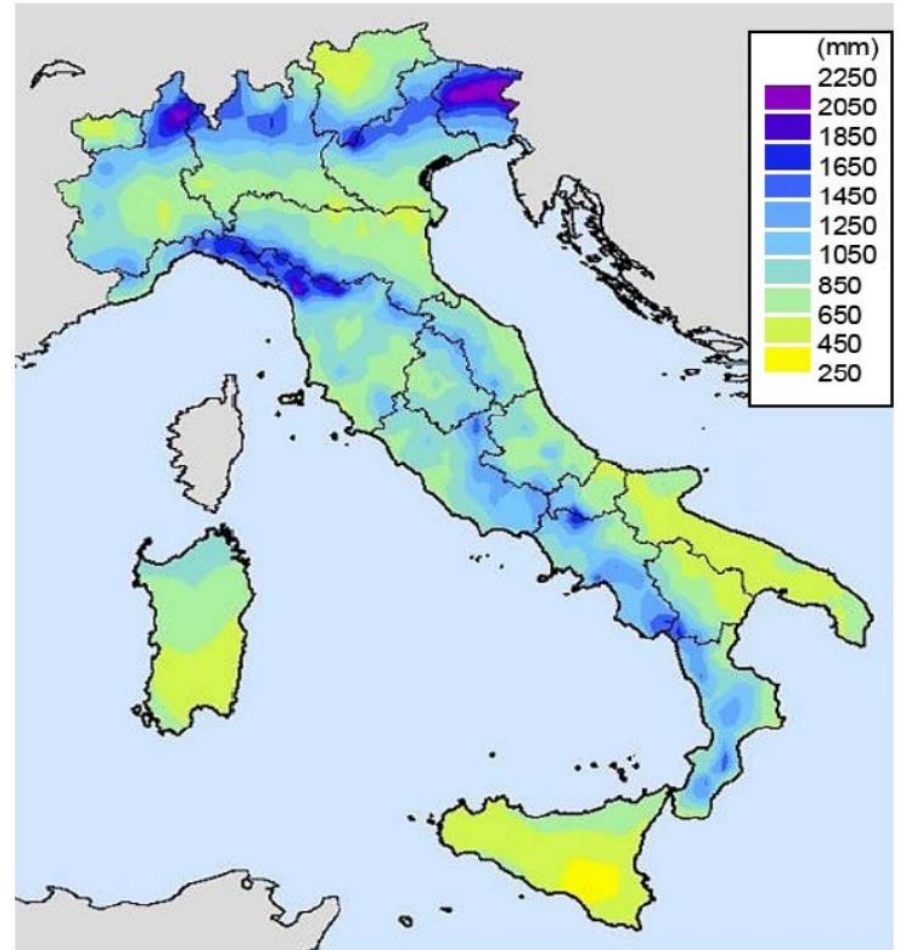
L'**intensità di precipitazione**  $i$  si ricava manipolando opportunamente la formula dell'altezza di pioggia:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{a \cdot t^N}{t} = a \cdot t^{N-1}$$

È allora possibile calcolare la portata di acqua piovana che è possibile evacuare dalla copertura, esprimibile in [l/sec] o in [l/h], secondo la formula:

$$Q = i \cdot A \cdot C \cdot C_R$$

Oltre all'intensità della precipitazione  $i$ , generalmente variabile nell'intervallo **0,01 ÷ 0,06 l/(s m<sup>2</sup>)** ed all'area effettiva della copertura  $A$  [m<sup>2</sup>], si considerano due **coefficienti correttivi**.

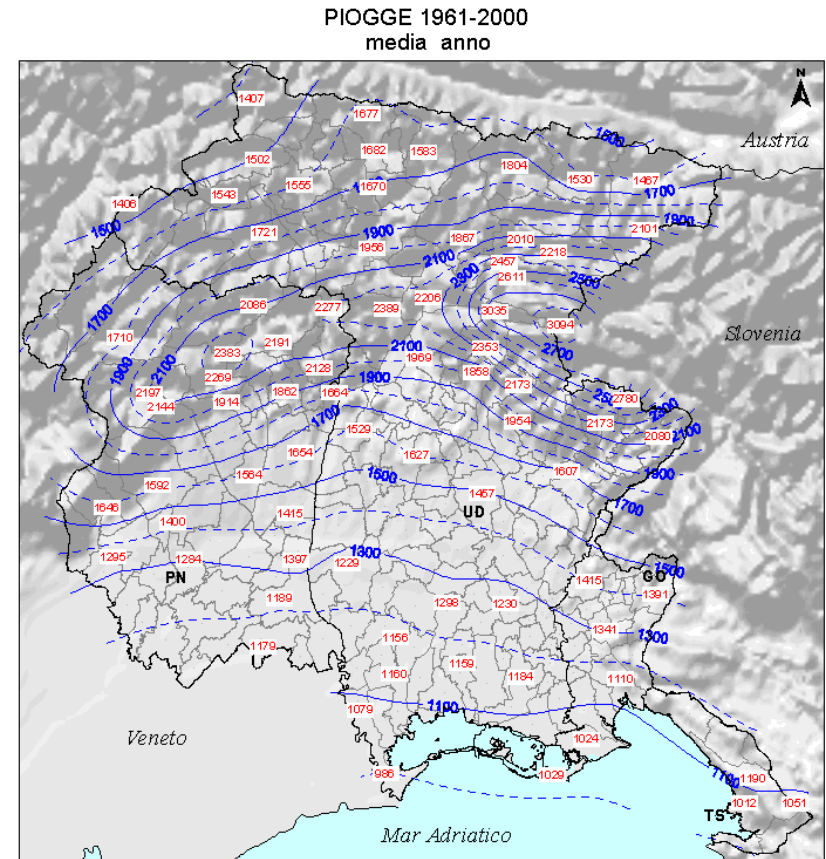


# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il **coefficiente di scorrimento C** dipende dal tipo di materiale su cui scorre l'acqua in copertura. Si assume **C=1** per una copertura in **tegole, coppi, metallo** o **PVC**, mentre il valore di **C varia nell'intervallo 0,1÷0,8** per le **coperture a verde**, a seconda dello spessore dello strato colturale.

Il **coefficiente di rischio  $C_R$**  è invece dipendente dalla **destinazione d'uso dell'edificio**. Si adotta un valore unitario per cornicioni di gronda normali, un valore pari a 2 nel caso in cui non sia trascurabile il **rischio di infiltrazioni nell'edificio** per precipitazioni superiori al carico di progetto, fino ad un valore massimo di 3 per edifici a **particolare destinazione d'uso** (**musei, ospedali, depositi di sostanze tossiche**).

I valori di Q sono necessari a **dimensionare canali di gronda e pluviali** (norme UNI EN 12056).



dati:  
Direzione Centrale  
Ambiente e Lavori Pubblici  
Servizio Idraulica

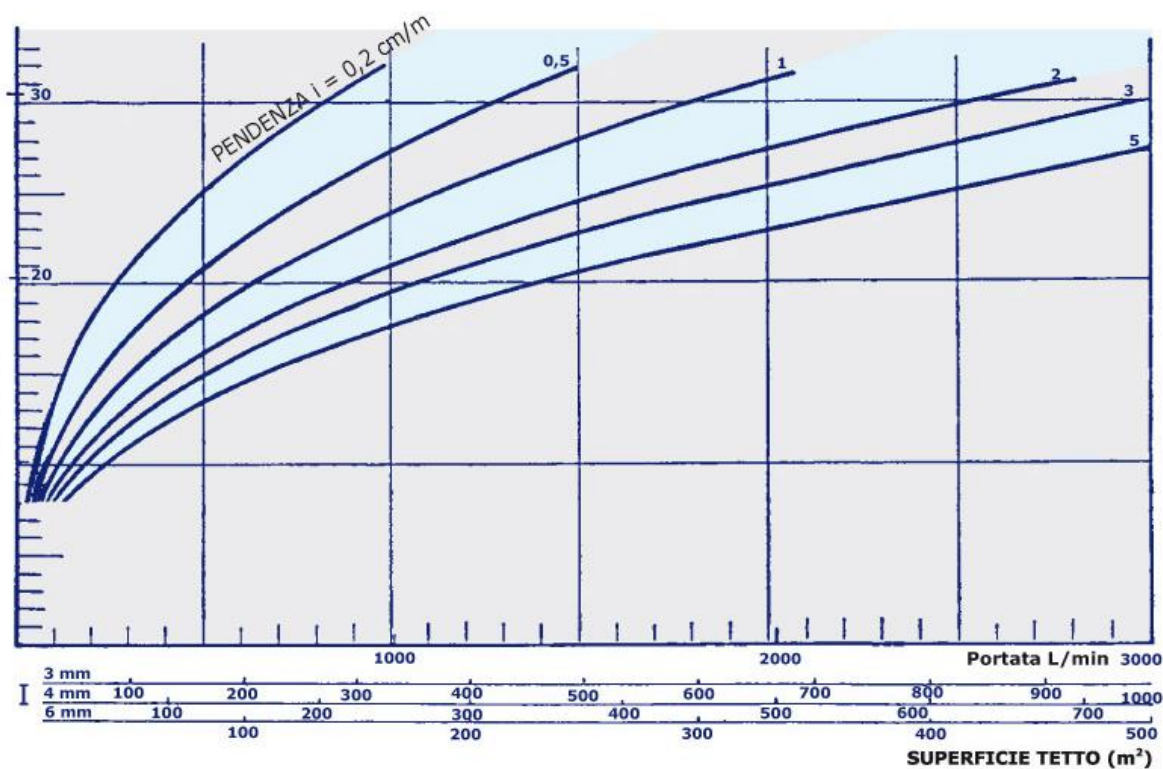
elaborazione:  
ARPA-OSMER  
22/01/2008

<https://www.osmer.fvg.it/clima.php?ln=>

## Raccolta acque meteoriche in edifici civili

### CANALI DI GRONDA

### PLUVIALI



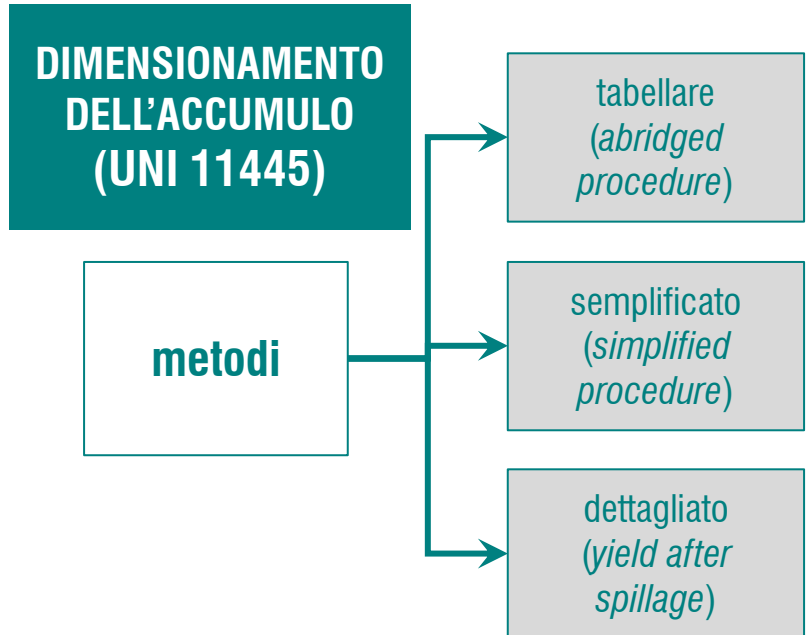
DIAMETRO INTERNO DEL PLUVIALE [mm]	CAPACITÀ IDRAULICA [l/sec]
50	1,7
60	2,7
70	4,1
80	5,9
90	8,1
100	10,7
110	13,8
120	17,4
140	26,3
160	37,5
180	51,4
200	68,0

# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il **volume del serbatoio di accumulo** delle acque meteoriche **si rapporta ai consumi idrici** dell'utenza servita dall'impianto.

È necessario stimare il rapporto intercorrente tra i consumi e l'apporto meteorico con un'analisi mensile: in assenza di specifici sistemi di trattamento, **l'acqua in serbatoio può essere impiegata entro un periodo di 30 giorni dal suo ingresso**; la permanenza di acque non trattate nel serbatoio per oltre 4 settimane porta alla **formazione di alghe**.

In buona sostanza, **il volume d'accumulo deve essere inferiore al fabbisogno totale mensile**.



## METODO TABELLARE

Per sistemi a dimensioni ridotte, ad esempio edifici residenziali mono- e bifamiliari, si prevede un volume di 25-50 litri per unità di superficie captante.

...a condizione che vi sia impiego costante e che le precipitazioni annuali complessive nel sito non superino il valore di 800 mm.

# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il metodo **semplificato** è utilizzabile per edifici **residenziali plurifamiliari**, adibiti ad **uffici, commerciali** e, **con alcune restrizioni, industriali**.

Si calcola l'**afflusso meteorico**, ossia la precipitazione totale depurata dalle perdite (ad esempio, l'eventuale assorbimento da parte della copertura) determinando il **volume disponibile** alla raccolta:

$$V_R = A_S \cdot \psi \cdot h$$

dove h è l'altezza di pioggia,  $\psi$  il **coefficiente di afflusso** e A la **proiezione orizzontale della superficie di captazione**.

TIPOLOGIA DI MANTO	COEFFICIENTE DI AFLUSSO
Impermeabile, a falda	0,80
Impermeabile, a falda	0,70
copertura verde	0,50

## METODO SEMPLIFICATO

- 1 verifica delle condizioni al contorno
- 2 calcolo dell'afflusso meteorico  $V_R$
- 3 calcolo della richiesta d'acqua R
- 4 determinazione del volume utile  $V_N$
- 5 determinazione del volume ottimale V



# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Si determina poi il **fabbisogno idrico complessivo** R:

$$R = r \cdot n \cdot 365$$

in cui r è la **richiesta pro-capite giornaliera** ed n il **numero di abitanti**, o **utenti** (slide 5).

Il **volume utile**  $V_U$ , necessario a compensare la variabilità degli afflussi meteorici, è calcolato come:

$$V_U = 0,06 \cdot \min(V_R; R)$$

per soddisfare periodi con assenza di precipitazioni pari a 21 giorni.

Infine, il **volume ottimale** del **sistema di accumulo** è pari a:

$$V = 1,5 \cdot V_U$$

## METODO SEMPLIFICATO

1

verifica delle condizioni al contorno

2

calcolo dell'afflusso meteorico  $V_R$

3

calcolo della richiesta d'acqua R

4

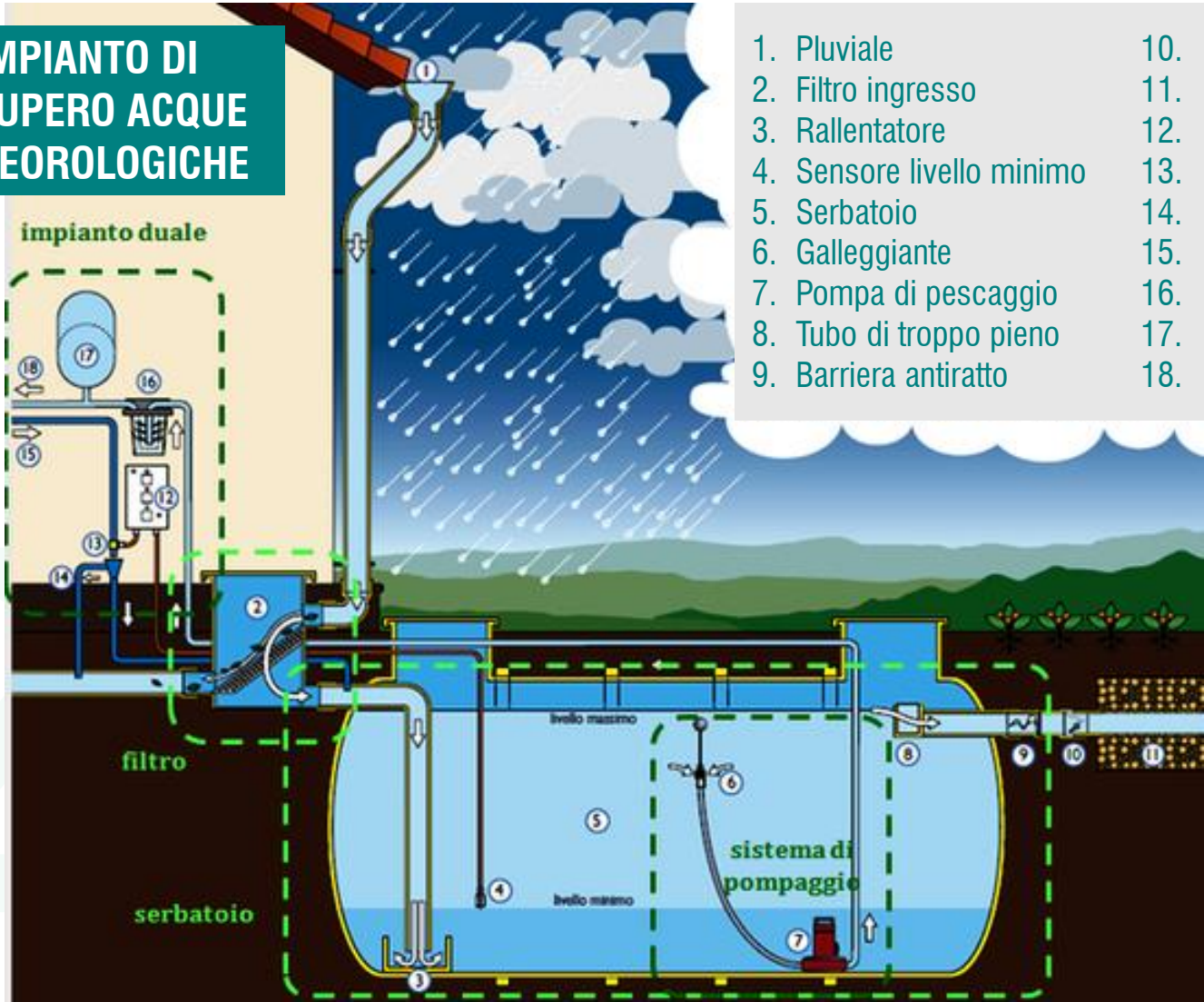
determinazione del volume utile  $V_U$

5

determinazione del volume ottimale V

## Raccolta acque meteoriche in edifici civili

### IMPIANTO DI RECUPERO ACQUE METEOROLOGICHE



1. Pluviale
2. Filtro ingresso
3. Rallentatore
4. Sensore livello minimo
5. Serbatoio
6. Galleggiante
7. Pompa di pescaggio
8. Tubo di troppo pieno
9. Barriera antiratto
10. Valvola di non ritorno
11. Subirrigazione
12. Centralina di controllo
13. Valvola acqua potabile
14. Sfiato di sicurezza
15. Ingresso acqua potabile
16. Filtro a cartuccia
17. Vaso d'espansione
18. Tubazione utilizzatori



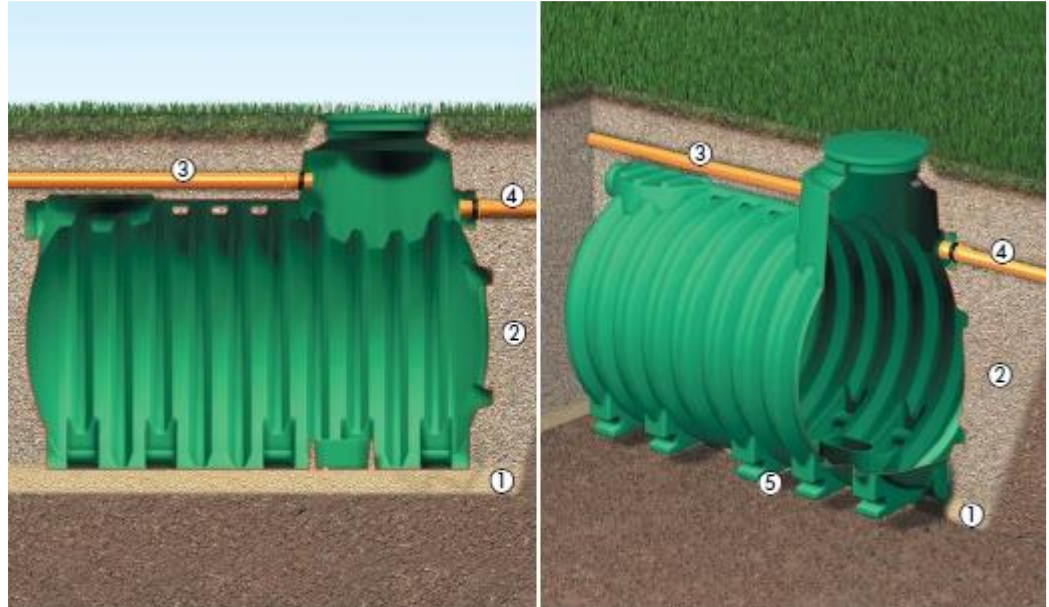
# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I **serbatoi** per le acque meteoriche sono **tipicamente interrati** e realizzati generalmente in **materiale plastico (PEHD)** secondo una **forma cilindrica** irrigidita da **costoloni** circolari. È necessario prevedere una protezione all'ingresso di animali e il cosiddetto "tubo di **troppo pieno**".

L'**interramento** delle cisterne **preserva** dalla **formazione di alghe** in quanto è impedita la filtrazione della luce. I serbatoi per l'acqua meteorica possono comunque essere collocati:

- **fuori terra**, in caso di prevalenza o di esclusiva presenza di usi irrigui, con attivazione per semplice gravità;
- **all'interno dell'edificio**, in locali interrati o al piano terra, nel caso in cui non siano liberamente fruibili gli spazi esterni di pertinenza.

Una **pompa** (in genere **sommersa** per applicazioni irrigue, più frequentemente **autoadescante** qualora siano previsti impieghi indoor) permette l'aspirazione dell'acqua, la quale attraversa una vasca di decantazione ed è successivamente adatta al riutilizzo.



1. Letto di sabbia
2. Imbottitura in sabbia
3. Ingresso acqua filtrata

4. Uscita alla rete fognaria
5. Sagomatura per trasporto e posa in opera

# Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Un **galleggiante** impedisce alla pompa sommersa di adescare l'acqua nella cisterna **al di sotto di un livello minimo** (15% del volume del serbatoio). La pompa deve essere raggiungibile ed estraibile dal serbatoio per le operazioni di manutenzione.

È opportuno **predisporre**, in considerazione di ciò, una **tubazione** per l'**adduzione di acqua da acquedotto** che rifornisca il serbatoio nei **periodi di siccità** impedendo il malfunzionamento della pompa di adescamento. L'adduzione deve quindi assicurare il corretto funzionamento del sistema qualora il livello nel serbatoio scenda al di sotto del minimo, attivandosi automaticamente.

Le acque meteoriche dirette al volume d'accumulo devono essere **filtrate**. L'obiettivo di questa operazione è **trattenere il materiale sedimentato** al di fuori del serbatoio; tali sostanze comporterebbero un deterioramento della qualità dell'acqua ed un **intasamento** di **condotte** e **sistema di pompaggio**.

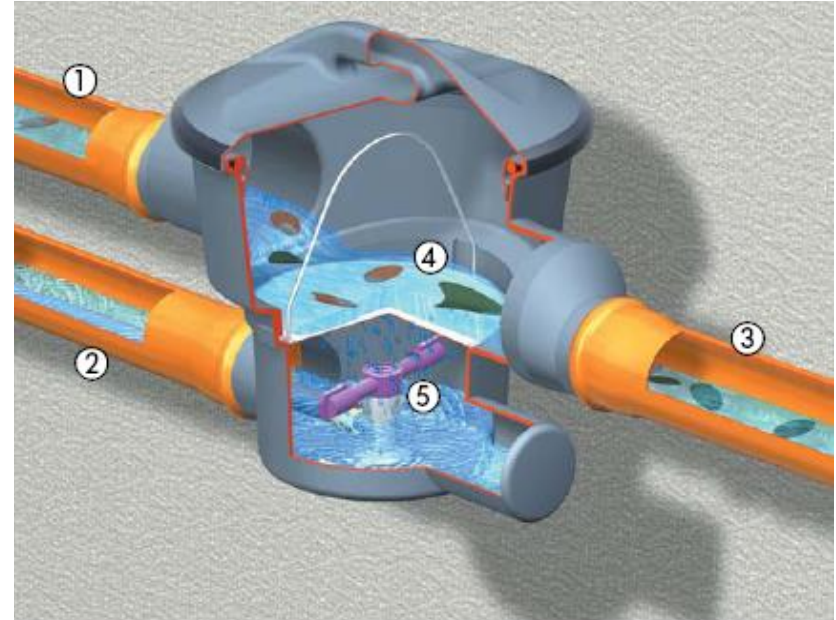
I **filtri centrifughi** si compongono di una camera filtrante accessibile dall'esterno che impiega la **velocità tangenziale** di ingresso dell'acqua per intercettare e **separare le particelle in sospensione** attraverso una griglia periferica. Il liquido trattato è raccolto in una intercapedine laterale e di qui avviato al serbatoio, mentre un **cestello centrale**, posto al livello inferiore, ospita i corpi residui defluiti.



## Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I filtri **autopulenti**, installabili sia in superficie che entro terra, presentano un **funzionamento a caduta** (percolazione): il passaggio del **flusso** nel filtro produce il **deposito** delle **sostanze flottanti** sulle maglie del **setaccio**, cosicché la quota d'acqua rimanente, non potendo filtrare liberamente, avvia i depositi verso lo **scarico di evacuazione**. Poiché parte della portata è deputata alla pulizia del filtro, è necessario procedere ad una **periodica pulizia dell'elemento**, accessibile da un apposito chiusino.

Per evitare la formazione di alghe nel serbatoio, con stoccaggio superiore ai 30 giorni, è possibile in alternativa prevedere un sistema per la **clorazione dell'acqua** nel serbatoio. In tale sistema si impiega il cloro gassoso  $Cl_2$  o ipocloriti di sodio  $NaOCl$  e di calcio  $Ca(OCl)_2$ . Lo scioglimento in acqua del cloro gassoso forma l'acido ipocloroso  $HOCl$ , acido debole efficace germicida.



1. Ingresso acqua meteorologica
2. Invio acqua al serbatoio d'accumulo
3. Invio acqua meteorologica residua alla rete fognaria
4. Filtro
5. Punto di controlavaggio

# Bibliografia

- Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”*.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 *“Norme in materia ambientale”*.
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”*.
- Legge Regionale Lombardia 27 maggio 1985, n. 62, *“Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili delle fognature pubbliche e tutela delle acque sotterranee dall’inquinamento”*.
- DIN 1989:2001 *“Regenwassernutzungsanlagen”*.
- <http://www.acq.isprambiente.it/annalipdf/>
- Translation of DIN 1989:2001 part 1: *“Rainwater harvesting systems. Part 1: Planning, installation, operation and maintenance”*.
- UNI EN 12256:2002 parte 1 *“Impianti di trattamento delle acque reflue. Principi generali di costruzione”*.
- UNI EN 12256:2002 parte 3 *“Impianti di trattamento delle acque reflue. Trattamenti preliminari”*.
- UNI EN 12256:2002 parte 4, *“Impianti di trattamento delle acque reflue. Sedimentazione primaria”*.
- UNI EN 12566: 2004 parte 1 *“Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT. Fosse settiche prefabbricate”*.
- UNI EN 12566:2005 parte 3 *“Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT. Impianti di trattamento preassemblati e/o assemblati in sito delle acque reflue domestiche”*.
- UNI EN 12056:2001 parte 3 *“Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici. Sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo”*.

# Bibliografia

- UNI 10724:2004 “Sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione con elementi discontinui”.
- UNI/TS 11445:2012 “Impianti per la raccolta e utilizzo dell’acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione”.
- Grosso M., Peretti G., Piardi S., Scudo G., *Progettazione ecocompatibile dell’architettura*. Sistemi Editoriali / Gruppo Editoriale Esselibri, Napoli, 2005. ISBN: 978-88-513-0286-3.
- Ciaponi C., Papiri S. e Todeschini S., “Vasche di prima pioggia: analisi critica delle possibili modalità di svuotamento”. *Acqua e Città*. Convegno Nazionale di Idraulica Urbana, Sant’Agnello (NA), 2005.
- Paoletti A., Papiri S., “Sistemi fognari unitari e separati: aspetti funzionali e ambientali”. Giornata di studio “La separazione delle acque nelle reti fognarie urbane, Roma, 2003.
- Calza F., *L’acqua: utilizzo, depurazione, recupero*, 3a ed. Edizioni Tecniche Nuove, Milano, 2008. ISBN: 978-88-481-1540-7.
- Borin M., *Fitodepurazione. Sistemi per il trattamento dei reflui con le piante*. Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna, 2003. ISBN: 88-506- 4830-8.
- Da Deppo L., Datei C., *Fognature*. Edizioni Cortina, Padova, 2005. ISBN: 88-7784-256-3.
- Doninelli M., *Impianti idrosanitari*, Quaderno Caleffi n.5, pubblicazione reperibile all’indirizzo [www.caleffi.it](http://www.caleffi.it).
- Grillo N. G., Signoretti D., *Acque di prima pioggia da insediamenti produttivi*. Maggioli Editore, Rimini, 2004.
- Solaroli M., *Impianti di depurazione delle acque di scarico*. Maggioli Editore, Rimini, 2004.
- [www.vemar.net](http://www.vemar.net)
- [www.valsir.it](http://www.valsir.it)
- [www.kessel-italia.it](http://www.kessel-italia.it)
- [www.supercanali.it](http://www.supercanali.it)