

Autorità di Bacino del Reno

ALLEGATO A) ALLA DELIBERAZIONE N. 1/3 DEL - 5 MAR. 2014

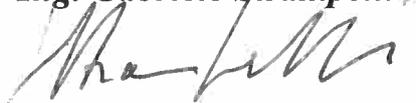
**LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DEI
SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE PIOVANE
PER IL CONTROLLO DEGLI APPORTI
NELLE RETI IDROGRAFICHE DI PIANURA**

**Il Presidente
dell'Autorità di Bacino del Reno**

Paola Gazzolo



**Il Progettista
Ing. Gabriele Strampelli**



**Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno
Arch. Paola Altobelli**



Bologna,

- 5 MAR. 2014

Premessa

L'opportunità di realizzare le presenti Linee Guida nasce nell'ambito delle attività svolte dal Gruppo di lavoro per il monitoraggio dell'attuazione della "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno"¹. In particolare, sono state rilevate, durante i lavori per l'aggiornamento e l'unificazione delle norme relative al controllo degli apporti d'acqua presenti nei diversi piani stralcio², le seguenti esigenze:

- incentivare un approccio maggiormente prestazionale alla progettazione dei piani urbanistici attuativi, per ciò che concerne i sistemi di gestione dell'acqua piovana, che vada oltre il soddisfacimento dei requisiti minimi previsti dalla normativa di settore;
- rendere omogeneo il comportamento delle Autorità idrauliche (ConSORZI di bonifica e Servizi tecnici operanti nel bacino del Reno) nello stabilire, come previsto dalle norme, le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane e i criteri di gestione di tali sistemi;
- definire criteri per una corretta interpretazione e applicazione della norma.

Il mezzo migliore per soddisfare le sopra elencate esigenze è sembrato quello di fornire agli operatori del settore uno strumento di facile impiego che li mettesse in grado, senza ricorrere all'ausilio di tecnici specialisti, di:

- calcolare i volumi dei sistemi di raccolta delle acque piovane in funzione delle esigenze da soddisfare in termini di sicurezza idraulica, di disponibilità di acqua piovana per gli usi compatibili, di integrazione paesaggistica e di riqualificazione ambientale;
- definire sommariamente la tipologia dei sistemi di raccolta;
- individuare le aree necessarie per realizzare sistemi di raccolta con i volumi calcolati.

Per quanto sopra esposto, le presenti *Linee guida* sono articolate in due parti: nella prima sono contenuti i metodi e i dati necessari per calcolare, in riferimento a specificate esigenze di sicurezza e di utilizzo dell'acqua piovana, i volumi dei sistemi di raccolta necessari per soddisfare tali esigenze; nella seconda parte sono sommariamente descritte, anche mediante possibili schemi funzionali riportati a puro titolo esemplificativo, alcune tipologie dei sistemi di raccolta delle acque piovane.

¹ Il Gruppo di lavoro è formato da:

- Ing. Gabriele Strampelli - Autorità Bacino Reno
- Ing. Francesca Dallabetta - Consorzio della Bonifica Renana
- Ing. Elvio Cangini - Consorzio Bonifica Romagna Occidentale
- Arch. Donatella Bartoli - Provincia di Bologna
- Arch. Fabio Poggioli - Provincia di Ravenna
- Ing. Patrizia Ercoli - Regione Emilia-Romagna

Al fine di predisporre le linee Guida, tale gruppo di lavoro è stato integrato da:

- Prof. Ing. Marco Maglionico - Facoltà Ingegneria Bologna
- Ing. Enrico Alessandra - Consorzio della Bonifica Renana
- Dott.ssa Cinzia Bevini - AUSL Bologna
- Dott. Lorenzo Canciani - Autorità Bacino Reno
- Ing. Leonardo Guarnieri - Regione Emilia-Romagna
- Ing. Paola Silvagni - Consorzio Bonifica Romagna Occidentale
- Ing. Michela Vezzani - Consorzio della Bonifica Renana
- Ing. Lorenza Zamboni - Autorità Bacino Reno

² Norme di cui all'art. 20 del PSAI, del Piano stralcio per il Samoggia – aggiornamento 2007 e della Revisione generale del Piano stralcio per il Senio e all'art. 5 del Piano stralcio per il Navile-Savena Abbandonato.

GENERALITÀ

Obiettivo delle presenti Linee Guida è quello di fornire ai Comuni e ai progettisti dei piani urbanistici attuativi uno strumento operativo per:

- interpretare ed applicare correttamente la norma relativa agli apporti d'acqua presente nella pianificazione dell'Autorità di bacino del Reno;
- una pianificazione finalizzata a realizzare interventi in cui i sistemi di gestione dell'acqua offrano prestazioni tali da rispondere adeguatamente, anche oltre ai requisiti minimi imposti dalle normative di settore, alle esigenze sempre maggiori di sicurezza idraulica, di risparmio della risorsa acqua e paesaggistiche.

Al tempo stesso le presenti Linee Guida si collocano in coerenza e continuità con i criteri progettuali già richiesti dagli Enti e dagli strumenti di pianificazione territoriale vigenti. Sulla base di tali premesse, con le presenti Linee Guida si intende quindi fornire uno strumento tecnico che consenta di affrontare ad un livello progettuale più approfondito il calcolo del dimensionamento dei sistemi di raccolta delle acque di pioggia e le loro possibili caratteristiche realizzative.

Per una corretta interpretazione e applicazione della norma³, si precisa che:

- i sistemi di raccolta delle acque piovane previsti dalla norma hanno come finalità primaria la laminazione delle portate superiori a quelle dovute allo scolo delle acque di pioggia da un terreno coltivato (orientativamente da 10 a 15 l/s per ettaro) e secondariamente quella relativa al riuso dell'acqua piovana; le presenti Linee Guida consentono infatti di valutare la possibilità di destinare all'accumulo per riutilizzi non potabili una quota parte del volume minimo dei sistemi di raccolta richiesto dalle normative vigenti, quando tale volume eccede quello calcolato come effettivamente necessario per la laminazione.
- le "superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto" possono essere sottratte alla superficie territoriale nel computo del volume totale dei sistemi di raccolta delle acque piovane, solo nel caso in cui esse non scolino, direttamente o indirettamente, nel sistema di smaltimento delle acque di pioggia; possono essere comunque sottratte le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto;
- gli strumenti di pianificazione dovranno garantire il permanere delle destinazioni d'uso e delle caratteristiche funzionali delle aree, riguardanti i contenuti dalla norma sugli apporti d'acqua, previste nei piani a meno di un'adeguata modifica, ove necessario, dei sistemi di raccolta.

Le attività di progettazione, finalizzate a raggiungere predefiniti livelli di efficacia ed efficienza dei sistemi di gestione dell'acqua, sostanzialmente consistono nel calcolo e nella scelta della tipologia dei volumi costituenti i sistemi di raccolta delle acque piovane e nella definizione delle

³ Commi 1 e 2 dell'art. 20 (Controllo degli apporti d'acqua) del PSAI:

1. *Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, i Comuni, il cui territorio ricade nelle aree di pianura indicate nelle tavole del Titolo II "Rischio Idraulico e Assetto della Rete Idrografica" prevedono, nelle zone di espansione o trasformazione o comunque nelle zone soggette a intervento urbanistico preventivo, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale interna alle suddette zone, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto.*

2. *I sistemi di raccolta di cui al comma precedente, ad uso di una o più delle zone di cui al comma precedente, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente.*

Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta sono stabilite dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione.

loro caratteristiche morfologiche e dimensionali. Tali attività saranno precedute dalla richiesta all'Autorità idraulica competente dei dati necessari per procedere nella progettazione e dalla definizione del gestore dei sistemi di raccolta delle acque piovane. Sarà infine necessario definire, in accordo con l'Autorità idraulica competente, i criteri di gestione dei sistemi di raccolta e delle attività di manutenzione da svolgere nel tempo per garantire il mantenimento della funzionalità dei sistemi di raccolta

Nella richiesta dati all'Autorità idraulica competente, una prima questione da definire riguarda la localizzazione prevista dei sistemi di raccolta delle acque piovane; in particolare, dovrà essere richiesto se tali sistemi saranno posti prima dello scarico, diretto o indiretto, nel corpo idrico recettore o se è prevista una loro localizzazione dopo tale scarico. Nel caso di sistemi di raccolta posti prima dello scarico nel corpo idrico recettore e premesso che tale scarico può essere diretto o indiretto attraverso la rete fognaria, i dati da richiedere, per la cui definizione si rimanda al paragrafo successivo, sinteticamente sono:

- la portata massima scaricabile che sarà in ogni caso definita dall'Autorità Idraulica competente; nel caso di scarico indiretto attraverso le fognature, l'ente gestore delle fognature stesse potrà anch'esso stabilire la portata massima scaricabile il cui valore dovrà comunque essere uguale o inferiore a quello definito dall'Autorità Idraulica competente;
- le condizioni di scarico che saranno definite dall'Autorità Idraulica competente nel caso di scarico diretto nel corpo idrico recettore o, nel caso di scarico indiretto, all'ente gestore delle fognature.

CALCOLO E SCELTA DELLA TIPOLOGIA DEI VOLUMI COSTITUENTI I SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE PIOVANE

Valgono le seguenti definizioni:

- a) **Portata massima scaricabile**, espressa in metri cubi all'ora (Q_{Umax}); tale portata, nel caso di scarico diretto nel corpo idrico recettore è definita dall'Autorità idraulica competente che definirà anche la quota dell'acqua nel corpo idrico recettore (h_1) in riferimento alla quale, considerando completamente invasati i volumi per la raccolta delle acque piovane, dovrà essere progettato il sistema di smaltimento affinché non sia mai superata la Q_{Umax} ; nel caso di scarico indiretto attraverso le fognature, la Q_{Umax} potrà essere definita anche dall'ente gestore delle fognature stesse.
- b) **Portata minima scaricabile** espressa in metri cubi all'ora (Q_{Umin}); tale portata è calcolata facendo riferimento ai sistemi di smaltimento progettati affinché non sia mai superata la Q_{Umax} e nel caso di scarico nella rete idrografica di bonifica ad una quota (h_2) nel canale recettore di bonifica pari, come previsto dalla Direttiva (comma 5 dell'art.4), alla massima quota dei cigli di sponda o delle sommità arginali salvo diversa indicazione del Consorzio di bonifica competente.
- c) **Superficie netta scolante** espressa in metri quadri (S_N): è la superficie territoriale (S_T) meno le superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto (S_V) che non scolano, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque di pioggia.
- d) **Tempo di ritorno di un evento di pioggia** espresso in anni (T_R): è la durata media, in anni, del periodo in cui il valore X_T dell'altezza di pioggia di un evento meteorico viene superato una sola volta; la probabilità annuale che esso si verifichi è l'inverso del tempo di ritorno.
- e) **Tempo di ritorno critico** espresso in anni (T_{Rc}): è il tempo di ritorno dell'evento di pioggia per il quale il volume totale del sistema di raccolta è completamente invasato; per eventi con tempi di ritorno maggiori di T_{Rc} non è più possibile scaricare con sicurezza le portate derivanti dallo scolo delle acque di pioggia.

- f) **Volume di laminazione** espresso in metri cubi (V_L): è il volume invasato dai sistemi di raccolta quando viene superata una determinata portata (denominata *portata di laminazione*) derivante dallo scolo delle acque piovane da una data area; tale volume deve essere svuotato in tempi brevi al fine di renderlo sempre disponibile per altre laminazioni.
- g) **Volume di riuso** espresso in metri cubi (V_R): è il volume comunque invasato indipendentemente dal valore della portata derivante dallo scolo delle acque piovane da una data area; tale volume rimane generalmente invasato al fine di permettere un riuso dell'acqua piovana.
- h) **Volume d'invaso temporaneo** espresso in metri cubi (V_{IL}): è il volume comunque invasato, indipendentemente dal valore della portata derivante dallo scolo delle acque piovane da una data area. Salvo quanto diversamente disposto dall'Autorità idraulica competente, si può considerare che tale volume contribuisca comunque, nei termini successivamente indicati, alla laminazione delle portate purchè esso sia svasabile nell'arco di 48 ore con le modalità e alle condizioni stabilite dall'Autorità idraulica e, nel caso di scarico indiretto attraverso la rete fognaria, dall'ente gestore di tale rete.
- i) **Volume minimo dei sistemi di raccolta** espresso in metri cubi (V_N): è il volume minimo, definito dalla norma relativa agli apporti d'acqua, dei sistemi di raccolta delle acque piovane: $V_N=0,05 \cdot S_N$ ad eccezione di alcune parti del bacino idrografico del torrente Samoggia per le quali il Piano stralcio prevede $V_N=0,03 \cdot S_N$ oppure $V_N=0,01 \cdot S_N$.
- j) **Volume totale del sistema di raccolta** espresso in metri cubi (V_{SR}): volume dato dalla somma del volume di laminazione, di quello di riuso e del volume d'invaso temporaneo; tale volume, per quanto previsto dalla norma relativa agli apporti d'acqua, deve essere:
 $V_{SR}=V_L+V_R+V_{IL} \geq V_N$

Ai fini del calcolo del volume totale, i sistemi di raccolta sono articolabili in due categorie:

- sistemi posti prima dello scarico, diretto o indiretto, nel corpo idrico recettore;
- sistemi posti dopo lo scarico nel corpo idrico recettore.

La scelta di realizzare i sistemi di raccolta prima o dopo lo scarico nel corpo idrico recettore dovrà essere effettuata in accordo con il Comune e con l'Autorità idraulica competente fermo restando il fatto che il volume totale del sistema dovrà essere comunque realizzato contestualmente agli interventi edilizi ad esso relativi.

SISTEMI POSTI PRIMA DELLO SCARICO NEL CORPO IDRICO RECETTORE

PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.

Il calcolo del volume di laminazione è finalizzato a valutare le prestazioni dei sistemi di scolo dei complessi insediativi in termini di *capacità di smaltimento*⁴ delle acque meteoriche. In particolare, attraverso la presente procedura sarà possibile determinare il volume di laminazione minimo atto a contenere parte delle acque di un evento di pioggia, caratterizzato da un determinato tempo di ritorno, al fine di garantire la sicurezza idraulica degli interventi e di limitare entro valori prestabiliti le portate scaricate nel corpo idrico recettore.

Le attività per il calcolo del volume di laminazione possono essere così riassunte:

- definizione, da parte dell'Autorità idraulica competente, della Q_{Umax} .
- calcolo di massima dei principali elementi del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in funzione di Q_{Umax} :

Nel caso di efflusso libero, con tubazione non rigurgitata a valle, il diametro potrà essere calcolato con la seguente formula:

$$D = 0,0115 \cdot Q_{Umax}^{0,5} \Delta h^{-0,25}$$

⁴ Per *capacità di smaltimento* si intende l'attitudine di un sistema idraulico a smaltire un determinato insieme di apporti d'acqua senza che si verifichino "fatti critici". Tale prestazione è misurata sostanzialmente dalla probabilità di accadimento ovvero dal Tempo di ritorno (inverso della probabilità annuale di accadimento) di eventi critici.

Nel caso in cui lo sbocco del collettore di valle sia rigurgitato o la lunghezza della tubazione sia superiore a 5 metri si adotta:

$$D = \beta \cdot \left(\frac{Q_{U \max}^2}{\Delta h} \cdot L \right)^{0.1875}$$

dove: D rappresenta il diametro interno della tubazione [m], β è un coefficiente numerico che vale 0,0146 per tubazioni in calcestruzzo o 0,0139 per tubazioni in materiale plastico; Δh rappresenta la differenza di livello tra il pelo libero nell'invaso e nel ricettore di valle [m]; $Q_{U \max}$ è la portata da smaltire [m³/ora]; L è la lunghezza della tubazione [m].

- calcolo della $Q_{U \min}$ mediante la seguente formula:

$$Q_{U \min} = \alpha \cdot \left(\frac{\Delta h \cdot D^{5.33}}{L} \right)^{0.5}$$

dove: D rappresenta il diametro interno della tubazione [m], α è un coefficiente numerico che vale 78558 per tubazioni in calcestruzzo o 89781 per tubazioni in materiale plastico; Δh rappresenta la differenza di livello tra il pelo libero nell'invaso e nel ricettore [m]; $Q_{U \min}$ è la portata smaltibile [m³/ora]; L è la lunghezza della tubazione [m].

Nel caso in cui la $Q_{U \min}$ sia maggiore di zero, si procederà nel calcolo di V_L come di seguito indicato;

- definizione, da parte del progettista, di T_{Rc} (indicativamente, maggiore od uguale a 50 anni);
- calcolo di V_L mediante la seguente formula:

$$V_L = V_e - V_u$$

dove: V_e è il volume che affluisce nella vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (t_{pc}) che è il tempo, espresso in ore, per il quale si massimizza V_L ed il cui valore massimo è convenzionalmente posto pari a 72 ore.

$$V_e = \varphi \cdot S_N \cdot a \cdot t_{pc}^n$$

V_u è il volume che defluisce dalla vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (t_{pc})

$$V_u = Q_{U \min} \cdot t_{pc}$$

$$t_{pc} = \left(\frac{Q_{U \min}}{\varphi \cdot S_N \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

in cui: φ è il coefficiente di afflusso, orientativamente compreso tra 0,8 (zone residenziali a bassa densità) e 1 (zone industriali e commerciali).

a , espresso in metri/ore, ed n sono i parametri che caratterizzano la curva di possibilità pluviometrica ed i cui valori sono indicati, per ogni comune, nella tabella "P" successivamente riportata.

Nel caso in cui sia realizzato anche un volume d'invaso temporaneo svasabile in 48 ore (V_{IL}), il volume di laminazione da realizzare sarà: $V_L = (V_e - V_u) - 2/3 V_{IL}$.

Nel caso in cui la $Q_{U \min}$ sia uguale a zero o comunque non sia possibile realizzare il volume di laminazione calcolato in funzione di essa, sarà necessario adottare provvedimenti⁵ tali da rendere possibile lo scarico, al massimo, della $Q_{U \max}$. V_L dovrà essere almeno uguale a V_N .

⁵ Quali, ad esempio, l'innalzamento del pelo libero dell'acqua invasata nella vasca di laminazione.

Tab. P - Parametri che caratterizzano le curve di possibilità pluviometrica in pianura

PROV.	COMUNE	TR=2 anni		TR=30 anni		TR=50 anni		TR=100 anni		TR=200 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
BO	ANZOLA	0,0213	0,3038	0,0433	0,2261	0,0475	0,2548	0,0534	0,2472	0,0596	0,2398
BO	ARGELATO	0,0199	0,2746	0,0403	0,2318	0,0443	0,2256	0,0498	0,218	0,0555	0,2106
BO	BARICELLA	0,0211	0,2515	0,0428	0,2086	0,047	0,2025	0,0528	0,1948	0,0589	0,1875
BO	BAZZANO	0,0235	0,3276	0,0476	0,2847	0,0523	0,2786	0,0588	0,2709	0,0656	0,2635
BO	BENTIVOGLIO	0,0246	0,2731	0,0418	0,2241	0,0459	0,2241	0,0517	0,2165	0,0576	0,2091
BO	BOLOGNA	0,0208	0,3181	0,0423	0,2753	0,0464	0,2691	0,0522	0,2615	0,0582	0,2541
BO	BUDRIO	0,0195	0,288	0,0397	0,2452	0,0435	0,239	0,0489	0,2314	0,0546	0,224
BO	CALDERARA DI RENO	0,0185	0,3043	0,0375	0,2614	0,0412	0,2553	0,0463	0,2476	0,0516	0,2402
BO	CASALECCHIO DI RENO	0,0204	0,3604	0,0413	0,3175	0,0453	0,3114	0,051	0,3038	0,0569	0,2964
BO	CASTEL GUELFO	0,0218	0,2827	0,0443	0,2398	0,0486	0,2337	0,0547	0,226	0,061	0,2186
BO	CASTEL MAGGIORE	0,0188	0,304	0,0381	0,2612	0,0419	0,255	0,0471	0,2474	0,0525	0,24
BO	CASTEL S.PIETRO TERME	0,0208	0,3171	0,0421	0,2742	0,0463	0,2681	0,052	0,2604	0,058	0,253
BO	CASTELLO D'ARGILE	0,0209	0,2472	0,0425	0,2043	0,0466	0,1982	0,0524	0,1905	0,0585	0,1831
BO	CASTENASO	0,019	0,3138	0,0385	0,2709	0,0423	0,2648	0,0475	0,2571	0,053	0,2498
BO	CREPELLANO	0,0231	0,3205	0,0468	0,2776	0,0514	0,2715	0,0578	0,2638	0,0645	0,2565
BO	DOZZA	0,0209	0,3165	0,0425	0,2736	0,0466	0,2675	0,0524	0,2598	0,0585	0,2525
BO	GALLIERA	0,0214	0,3165	0,0433	0,2122	0,0476	0,2061	0,0535	0,1984	0,0597	0,1911
BO	GRANAROLO	0,0185	0,313	0,0375	0,2701	0,0412	0,264	0,0463	0,2564	0,0516	0,249
BO	IMOLA	0,0231	0,3018	0,0468	0,2589	0,0514	0,2528	0,0578	0,2451	0,0644	0,2377
BO	MALALBERGO	0,0216	0,2513	0,0439	0,2084	0,0482	0,2023	0,0542	0,1946	0,0604	0,1873
BO	MEDICINA	0,0223	0,2555	0,0452	0,2126	0,0496	0,2065	0,0557	0,1988	0,0622	0,1915
BO	MINERBIO	0,0208	0,2583	0,0421	0,2154	0,0462	0,2093	0,052	0,2016	0,058	0,1943
BO	MOLINELLA	0,0198	0,2821	0,0402	0,2393	0,0442	0,2331	0,0497	0,2255	0,0554	0,2181
BO	MORDANO	0,0253	0,2804	0,0513	0,2376	0,0564	0,2314	0,0634	0,2238	0,0707	0,2164
BO	OZZANO	0,0212	0,3973	0,043	0,2644	0,0472	0,2583	0,053	0,2506	0,0592	0,2433
BO	PIEVE DI CENTO	0,0212	0,2448	0,043	0,202	0,0472	0,1959	0,053	0,1882	0,0591	0,1808
BO	S.GIORGIO DI PIANO	0,0208	0,2682	0,0423	0,2253	0,0464	0,2192	0,0522	0,2115	0,0582	0,2041
BO	S.LAZZARO DI SAVENA	0,0216	0,3031	0,0439	0,2603	0,0482	0,2541	0,0542	0,2465	0,0604	0,2391
BO	S.PIETRO IN CASALE	0,0217	0,2486	0,044	0,2058	0,0483	0,1996	0,0543	0,192	0,0606	0,1846
BO	SALA BOLOGNESE	0,0193	0,2691	0,0392	0,2263	0,0431	0,2201	0,0484	0,2125	0,054	0,2051
BO	ZOLA PREDOSA	0,021	0,3497	0,0426	0,3069	0,0468	0,3008	0,0526	0,2931	0,0587	0,2857
FE	ARGENTA	0,0196	0,3037	0,0399	0,2608	0,0438	0,2547	0,0492	0,247	0,0549	0,2397
RA	ALFONSINE	0,0221	0,3003	0,0449	0,2575	0,0493	0,2513	0,0554	0,2437	0,0618	0,2363
RA	BAGNACAVALLO	0,0279	0,2578	0,0565	0,2149	0,0621	0,2088	0,0698	0,2011	0,0788	0,1938
RA	BAGNARA DI ROMAGNA	0,0269	0,2693	0,0545	0,2264	0,0599	0,2203	0,0673	0,2126	0,0751	0,2052
RA	CASTEL BOLOGNESE	0,0249	0,2988	0,0505	0,2559	0,0555	0,2498	0,0694	0,2422	0,0696	0,2348
RA	CONSELICE	0,0208	0,3163	0,0423	0,2735	0,0464	0,2674	0,0522	0,2597	0,0582	0,2523
RA	COTIGNOLA	0,0288	0,2523	0,0584	0,2095	0,0641	0,2033	0,0721	0,1957	0,0804	0,1883
RA	FAENZA	0,0275	0,2781	0,0557	0,2363	0,0612	0,2291	0,0688	0,2215	0,0767	0,2141
RA	FUSIGNANO	0,0252	0,2757	0,0512	0,2329	0,0562	0,2267	0,0632	0,2191	0,0705	0,2117
RA	LUGO	0,0246	0,2831	0,0498	0,2402	0,0547	0,2341	0,0615	0,2264	0,0686	0,219
RA	MASSALOMBARDA	0,0235	0,2962	0,0476	0,2533	0,0523	0,2472	0,0588	0,2395	0,0656	0,2371
RA	RAVENNA	0,0267	0,2699	0,0542	0,2271	0,0595	0,221	0,0669	0,2133	0,0746	0,2059
RA	S.AGATA SUL SANTERNO	0,0254	0,2802	0,0515	0,2373	0,0565	0,2312	0,0635	0,2235	0,0709	0,2161
RA	SOLAROLO	0,0272	0,2698	0,0551	0,2269	0,0605	0,2208	0,068	0,2131	0,0759	0,2057

PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI RIUSO.

Se V_L , come prima calcolato, è minore di V_N , allora può essere realizzato un volume di riuso almeno pari a $V_N - V_L$.

Il volume di riuso dovrebbe essere dimensionato in funzione dell'eventuale utilizzo delle acque di pioggia secondo quanto di seguito indicato.

Consumi annuali:

- da 300 l/m² a 350 l/m² per irrigazione *Aree verdi*;
- da 500 l/m² a 600 l/m² per irrigazione *Campi sportivi*;
- 13 m³/abitante per risciacquo WC.

In funzione dei consumi irrigui annui e/o di altro utilizzo compatibile può essere calcolato il volume di riuso necessario mediante il seguente approccio:

- si calcola il volume ricavabile dagli eventi pluviometrici pari a V_{PIO} nel periodo irriguo o di utilizzo moltiplicando l'altezza di pioggia (vedi tab. I) per la superficie di raccolta moltiplicata per un coefficiente correttivo pari 0,85;
- si valuta il tempo secco medio in giorni (T_{SM}), inteso come il tempo secco mediamente intercorrente tra due eventi pluviometrici; il tempo secco medio risulta essere pari a $T_{SM} = (\text{giorni di utilizzo} - \text{giorni piovosi nel periodo di utilizzo}) / \text{mesi di utilizzo}$; (per il calcolo, vedi tab. I)
- se V_{PIO} è inferiore al volume necessario per l'irrigazione e/o per altro utilizzo, il volume dell'invaso per il riuso si ottiene come media tra i due volumi, diviso per il numero di giorni irrigui o di altro utilizzo e moltiplicato per il tempo secco medio;
- se V_{PIO} è superiore al volume necessario per l'irrigazione il volume dell'invaso per il riuso si ottiene come prodotto del volume giornaliero necessario per l'irrigazione o per altro utilizzo moltiplicato per il tempo secco medio.

Tab. I-Valori Giorni Piovosi e Altezza pioggia

Periodo	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ot.	Nov.	Dic.	Anno
Giorni Piovosi	6	6	7	8	8	6	4	5	6	8	8	7	79
H Pioggia	51	50	59	66	66	60	43	49	69	85	83	65	745

SISTEMI POSTI DOPO LO SCARICO NEL CORPO IDRICO RECETTORE

In questo caso V_N sarà realizzato, in tutto o in parte, dall'Autorità Idraulica nell'ambito del sistema idrografico di propria competenza. Il progettista, a meno di quanto previsto dagli strumenti urbanistici comunali, dovrà comunque valutare l'opportunità di realizzare:

- un volume di laminazione, quale quota parte di V_N o in aggiunta ad esso, prima dello scarico nel corpo idrico recettore al fine di permettere lo smaltimento delle acque meteoriche nel caso non sia possibile scaricare quanto necessario senza l'ausilio di impianti di sollevamento;
- un volume d'invaso prima dello scarico nel corpo idrico recettore al fine di riutilizzo dell'acqua piovana.

I sistemi posti dopo lo scarico nel corpo idrico recettore saranno in genere costituiti da volumi di laminazione e di riuso relativi a più comparti. Per tale motivo, viste le possibili rilevanti quantità in gioco, dovrà essere valutata, ove necessario, la possibilità di realizzare volumi d'invaso per la depurazione naturale delle acque.

TIPOLOGIE DELLE OPERE PER LA REALIZZAZIONE DEI VOLUMI DEI SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE PIOVANE

Gli invasi per la realizzazione dei volumi di laminazione e di riuso possono essere a *cielo aperto* o *chiusi*. I volumi di laminazione dovranno, in ogni caso, essere dotati di un sistema di scarico continuo delle acque piovane. Come precedentemente esposto, contribuiscono a formare i volumi di laminazione anche i volumi comunque svasabili in 48 ore (volumi d'invaso temporaneo). Ai fini del controllo dell'efficacia dei sistemi di raccolta delle acque piovane, sono da preferire, ove possibile, gli invasi a cielo aperto.

INVASI A CIELO APERTO

Gli invasi a cielo aperto possono essere:

- integrati nella copertura degli edifici;
- invasi secchi, dove l'acqua è presente solo a seguito di eventi di pioggia;
- invasi umidi, con permanenza di acqua.

Si evidenzia che gli invasi a cielo aperto secchi o umidi sono certamente le tipologie che consentono maggiormente di sviluppare una progettazione tale da garantire un buon inserimento paesaggistico del sistema di raccolta. A tal fine, il fondo degli invasi dovrà preferibilmente essere inerbito e in esso dovrà essere prevista la piantumazione di specie vegetali arboree e/o arbustive autoctone le quali, compatibilmente con la funzionalità idraulica del sistema nel suo complesso ed il soddisfacimento delle esigenze di natura igienico - ambientale, dovranno essere tali da fornire al sistema una valenza paesaggistica ed un conseguente inserimento nella Rete Ecologica.

INVASI INTEGRATI NELLA COPERTURA DEGLI EDIFICI

Al fine di realizzare un volume di laminazione integrato nella copertura degli edifici, è necessario che la copertura stessa sia dotata di sistemi di scolo tali da scaricare complessivamente una portata massima (Q_{Tmax}) che, nel caso in cui essa contribuisca a determinare la Q_{Umax} in modo proporzionale alla superficie della copertura (S_C), è posta pari a $Q_{Tmax} = Q_{Umax} \cdot S_C / S_N$. In questo caso il volume massimo di laminazione (V_{LT}) che può essere convenzionalmente ottenuto è: $V_{LTmax} = V_L \cdot S_C / S_N$ dove S_C è la superficie della copertura.

Schemi esemplificativi

Si riportano di seguito, a puro titolo esemplificativo, alcuni possibili schemi di invasi integrati nella copertura degli edifici unitamente a note relative alla loro manutenzione. Si precisa che per la loro progettazione definitiva sarà necessario verificare la loro congruenza con le normative urbanistiche vigenti e usufruire di collaborazioni specialistiche per ciò che concerne sia gli aspetti idraulici, sia le tecniche costruttive delle "coperture verdi".

Schema n. 1

La copertura (vedi fig. Lc.1) scola nei pluviali attraverso aperture tarate. In ogni pluviale dovrà scolare una portata massima (Q_{TmaxP}) proporzionale alla superficie della copertura di pertinenza del pluviale considerato. Nel caso di superfici di pertinenza di valore uguale per tutti i pluviali:

$Q_{TmaxP} = Q_{Tmax} / n_P$ dove n_P è il numero di pluviali sulla copertura.

L'area (A_P) di ogni apertura in ogni pluviale può essere calcolata con la seguente formula:

$$A_P = 0.376 \cdot Q_{TmaxP} / h_c^{0.5}$$

dove:

h_c è l'altezza massima dell'acqua invasata sul coperto, in prossimità dei pluviali, oltre la quale l'acqua si immette direttamente nei pluviali stessi;

Il volume di laminazione (V_{LT}), che al massimo sarà considerato pari a V_{LTmax} , risulta essere:

$V_{LT}=S_C \cdot H_{Cm}$ dove H_{Cm} (altezza media dell'acqua sul coperto) è data dalla differenza tra la quota della sommità dei pluviali e quella media del coperto ed S_C è la superficie del coperto.

Al fine di impedire l'intasamento sia dei fori d'immissione dell'acqua nei pluviali, sia dei pluviali stessi, è necessario utilizzare una griglia antintasamento amovibile posta intorno ad ogni pluviale.

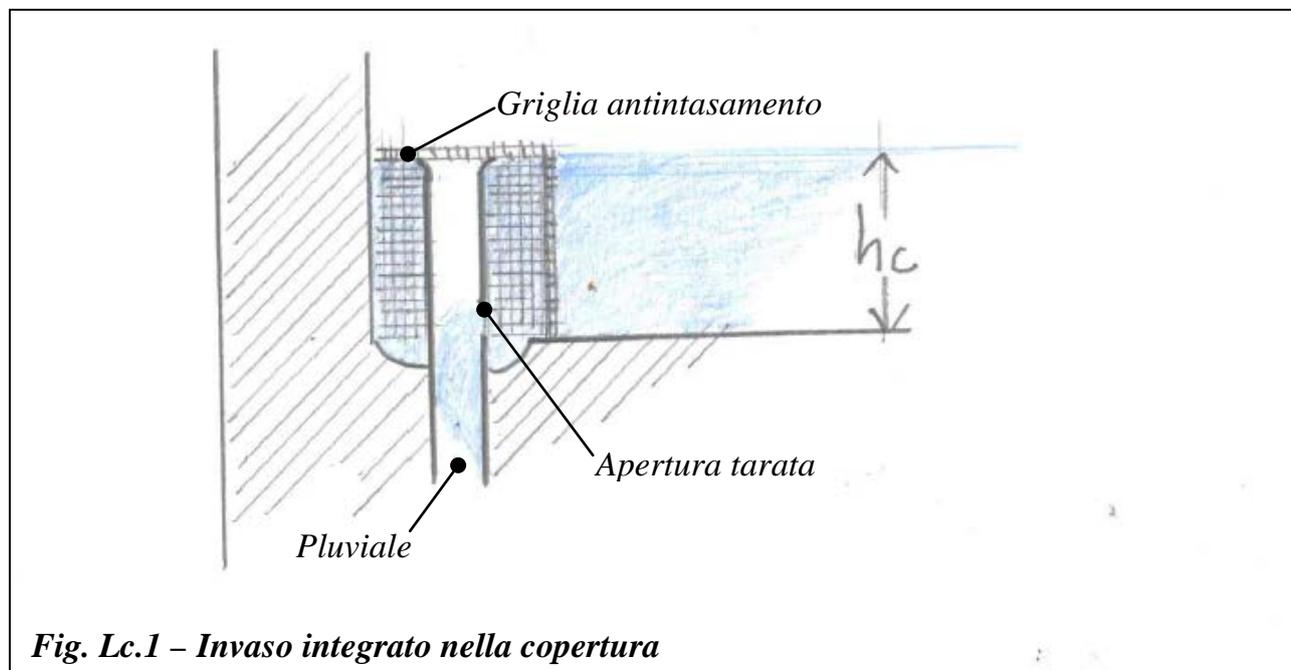


Fig. Lc.1 – Invaso integrato nella copertura

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- verifica periodica del funzionamento del sistema;
- pulizia del coperto, della griglia antintasamento e delle aperture nei pluviali almeno 4 volte all'anno;
- pulizia della griglia e delle aperture nei pluviali dopo ogni evento di pioggia significativo.

Schema n. 2

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche (vedi fig. Lc.2.1) è simile a quello dello Schema n.1 con la differenza che sul coperto viene posto uno strato di materiale granulare (ghiaia, Leca, ecc) con un'altezza massima pari a h_c .

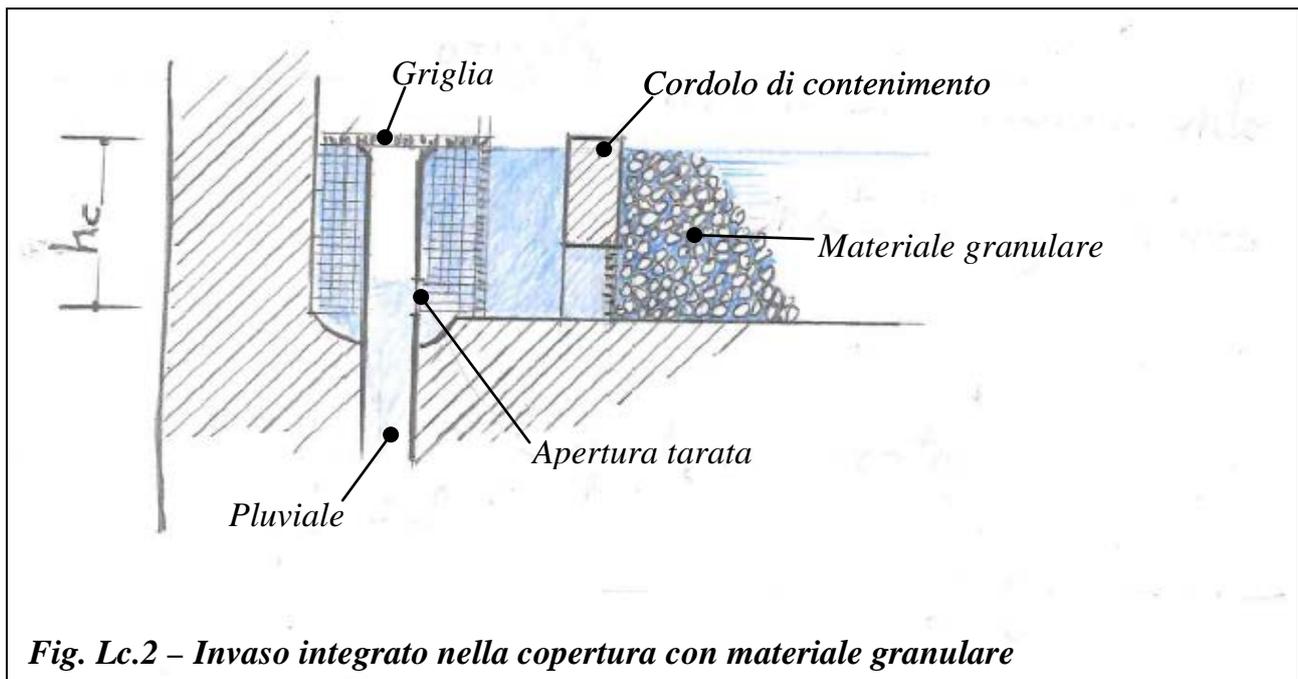
L'area (A_p) delle aperture tarate è calcolata ancora con la seguente formula:

$$A_p = 0.376 \cdot Q_{TmaxP} / h_c^{0.5}$$

dove:

h_c è l'altezza massima dell'acqua invasata sul coperto, in prossimità dei pluviali, oltre la quale l'acqua si immette direttamente nei pluviali stessi;

Il volume di laminazione (V_{LT}), che al massimo sarà considerato pari a V_{LTmax} , risulta essere: $V_{LT} = n \cdot S_C \cdot H_{Cm}$ dove "n" è la porosità efficace del materiale di riempimento adottato (ad esempio per la ghiaia si può assumere un valore medio pari a circa 0.24) e H_{Cm} (inferiore od uguale ad h_c) è l'altezza media dell'acqua nello strato di materiale granulare sul coperto.



Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- verifica periodica del funzionamento del sistema;
- pulizia del coperto, della griglia antintasamento e dei fori d'immissione dell'acqua nei pluviali almeno 4 volte all'anno;
- pulizia della griglia e delle aperture nei pluviali dopo ogni evento di pioggia significativo;
- lavaggio o sostituzione del materiale granulare almeno ogni 10 anni.

Schema n. 3

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche (vedi fig. Lc.2.2) è composto sostanzialmente da 3 strati sopra il coperto:

- un primo strato costituito da un elemento di materiale plastico con spazi costituenti un volume di accumulo dell'acqua al fine di irrigare il soprastante strato verde e con spazi costituenti un volume di laminazione;
- un secondo strato di terriccio;
- un terzo strato erboso.

Il volume di laminazione e quello d'invaso dipendono dalle caratteristiche funzionali del primo strato e andranno calcolate sulla base dei dati forniti dal produttore dell'elemento in questione.

Al fine di evitare che un'attenuata infiltrazione nel terreno riduca sensibilmente il volume di laminazione, il cordolo di contenimento del "pacchetto" sopra il coperto dovrà superare lo strato erboso di un'altezza (h_{cv}) tale che: $V_{LT} = S_{Cv} \cdot H_{CmV}$ dove H_{CmV} è l'altezza media massima dell'acqua eventualmente invasata sullo strato erboso e S_{Cv} è la superficie del manto erboso; tale cordolo dovrà inoltre essere dotato di aperture tarate con una superficie complessiva che può essere calcolata con la seguente formula: $A_{pc} = 0.376 \cdot Q_{Tmax} / h_{cv}^{0.5}$.

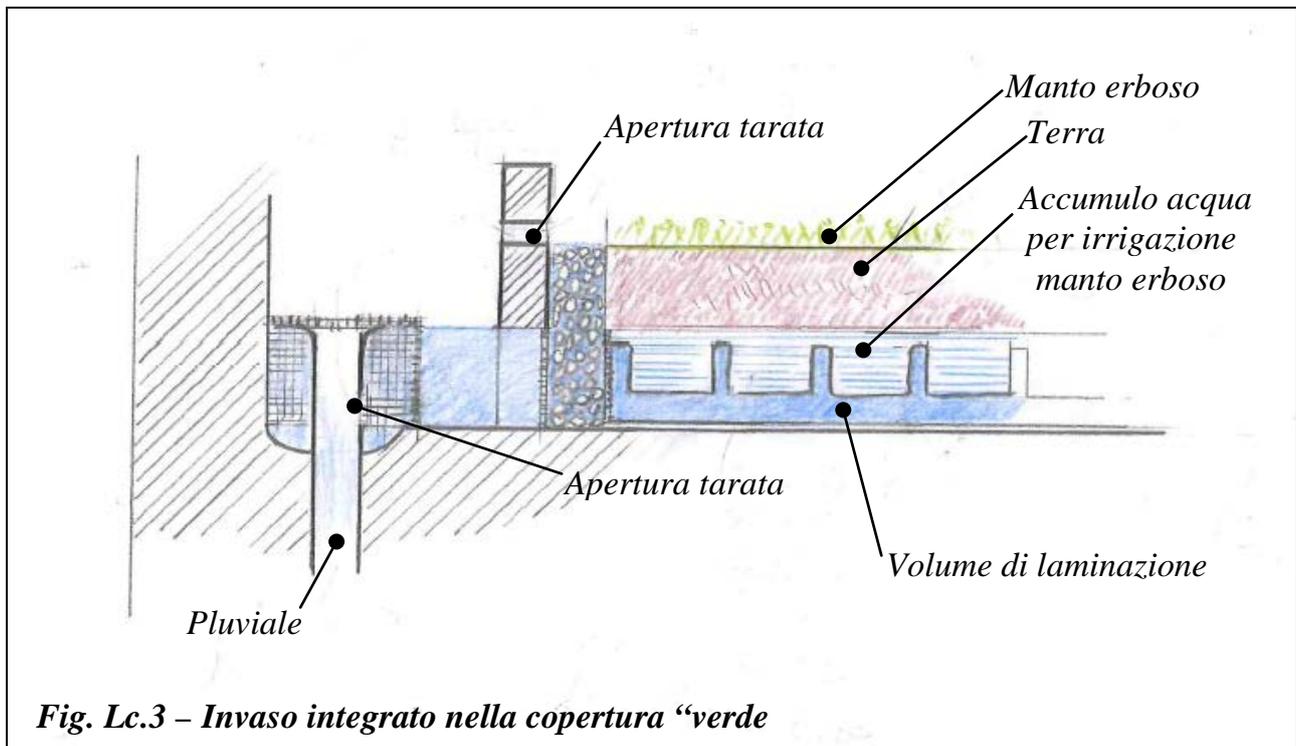


Fig. Lc.3 – Invaso integrato nella copertura “verde

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l’efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- verifica periodica del funzionamento del sistema;
- pulizia del coperto, della griglia antintasamento e dei fori d’immissione dell’acqua nei pluviali almeno 4 volte all’anno;
- pulizia delle aperture del cordolo di contenimento del “pacchetto” sopra il coperto almeno 4 volte all’anno;
- pulizia della griglia, delle aperture nei pluviali e nel cordolo di contenimento dopo ogni evento di pioggia significativo;
- sostituzione del pacchetto sopra il coperto almeno ogni 15 anni.

INVASI SECCHI

Gli invasi secchi, in funzione delle loro dimensioni e morfologia, possono essere ulteriormente articolati in *Invasi secchi fruibili* ed *Invasi secchi non fruibili*.

E’ auspicabile che gli invasi secchi, specialmente se fruibili, siano preceduti da sistemi di trattamento delle acque di pioggia⁶ al fine di evitare il rischio di immettere in essi eventuali elementi inquinanti o tali comunque da creare problemi igienico-ambientali.

L’immissione delle acque meteoriche può essere diretta tramite un condotto che si immette nel volume di laminazione o indiretta tramite un pozzetto esondante.

⁶ I sistemi atti a prevenire o ridurre l’inquinamento delle acque da contaminanti di origine diffusa sono detti anche BMP (Best Management Practices).

Le “Best Management Practices” possono essere classificate in due categorie:

- le *BMP di prevenzione*, costituite dall’insieme di attività finalizzate a controllare l’eventuale fonte inquinante;
- le *BMP di controllo*, costituite dall’insieme dei sistemi atti a rimuovere, totalmente o parzialmente, gli elementi inquinanti presenti nelle acque di pioggia convogliate nei corpi idrici recettori.

Gli Invasi secchi fruibili dovranno essere conformati in modo tale da rendere possibile la loro fruizione in condizioni di sicurezza anche in caso di eventi di pioggia improvvisi. A tal fine e a titolo indicativo, per gli invasi dove è prevista la presenza e la permanenza di persone:

- ogni invaso fruibile dovrà essere preceduto da un invaso non fruibile (vedi schema esemplificativo n.2) con un volume (V_{is}) espresso in metri cubi, almeno pari a: $V_{is}=0,005 \cdot S_N$; nel caso di immissione attraverso un pozzetto esondante, nel computo del volume dell'invaso non fruibile potrà essere considerato anche il volume relativo alla rete fognaria;
- l'altezza massima raggiungibile dall'acqua dovrà essere pari o inferiore a 0,60 m;
- la pendenza massima delle sponde dovrà essere pari o inferiore a 0,2 m/m;
- il fondo del volume (o dei volumi) di laminazione dovrà essere collegato alla sommità del volume stesso (o dei volumi stessi) mediante rampe carrabili, di larghezza pari ad almeno 2m, con pendenza massima pari a 0,1 m/m e distanti al massimo 15 m da qualsiasi punto dell'area praticabile;
- la superficie minima del fondo degli invasi fruibili (A_{min}) dovrà essere tale per cui essi siano in grado di invasare, considerando un'altezza media dell'acqua non superiore a 0,20 m, il volume d'acqua (V_{12}) derivante da eventi con tempi di ritorno di 2 anni: $A_{min}=V_{12}/0,2$;
- la larghezza minima del fondo dell'invaso deve essere indicativamente pari o superiore a 3m;
- nel fondo degli invasi dovranno essere presenti percorsi carrabili che permettano, subito dopo lo svaso, l'accesso a mezzi meccanizzati per la manutenzione e la pulizia degli invasi stessi;
- gli invasi saranno dotati, ove possibile, di un sistema di drenaggio che faciliti lo scolo in tempi rapidi dell'acqua invasata;
- il fondo degli invasi sarà, ove possibile, inclinato verso le zone di evacuazione delle acque con una pendenza compresa tra 0,01 e 0,03 m/m; esso dovrà comunque essere conformato in modo tale da evitare il permanere di ristagni d'acqua dopo lo svaso;
- il fondo degli invasi dovrà preferibilmente essere inerbito e in esso dovrà essere prevista la piantumazione di specie vegetali arboree e/o arbustive autoctone le quali, compatibilmente con la funzionalità idraulica del sistema nel suo complesso, dovranno essere tali da fornire al sistema anche una valenza paesaggistica e ambientale;
- i volumi di laminazione destinati ad essere fruiti come parcheggi possono essere invasati, per eventi con $TR \Rightarrow >50$ anni, fino ad un'altezza massima di 0,1 m condizionatamente alla presenza di corselli non inondabili che permettano l'accesso alle autovetture;
- gli invasi fruibili dovranno essere dotati di idonea cartellonistica tale da rendere consapevoli gli utenti che l'area può essere allagata a seguito di un evento di pioggia.

Schemi esemplificativi

Si riportano di seguito, a puro titolo esemplificativo, alcuni possibili schemi di invasi secchi unitamente a note relative alla loro manutenzione. Si precisa che per la loro progettazione definitiva sarà necessario verificare la loro congruenza con le normative urbanistiche vigenti e usufruire di collaborazioni specialistiche per ciò che concerne sia gli aspetti idraulici, sia le questioni legate al verde urbano e alla sicurezza igienico ambientale.

Schema n. 1

Il volume di laminazione (vedi fig. *La.1*) è invasato mediante un pozzetto esondante attraverso una griglia metallica carrabile.

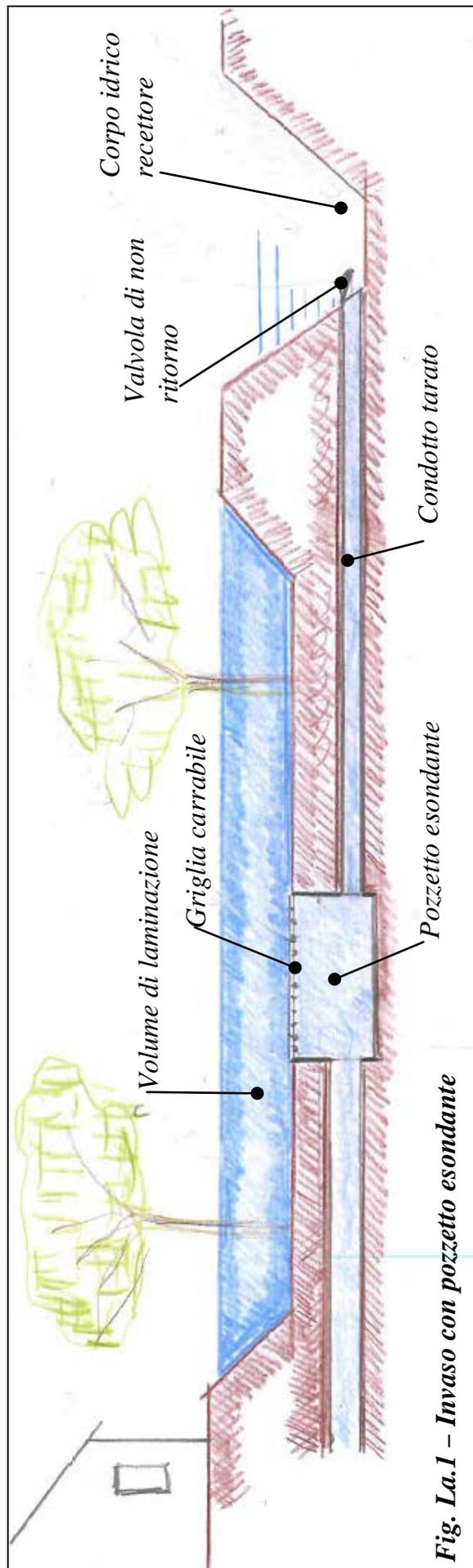


Fig. La.1 – Invaso con pozzetto esondante

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- sfalcio dell'erba, ove presente, in misura adeguata all'uso di parco pubblico se l'invaso è fruibile e in ogni caso almeno 4 volte l'anno;
- controllo del funzionamento del sistema di scarico nel corpo recettore almeno 2 volte l'anno;
- verifica periodica, almeno 2 volte l'anno e comunque dopo eventi che hanno provocato l'invaso di tutti i sistemi di raccolta, del funzionamento del sistema prima dello scarico nel corpo recettore;
- controllo dopo ogni evento dello stato del pozzetto esondante e rimozione, quando necessario, del materiale depositato in esso;

Schema n. 2

Il volume di laminazione presenta sul fondo una canaletta (denominata "canaletta scolante") con la funzione di raccogliere le acque invase e di convogliarle nel corpo idrico recettore attraverso il condotto di scarico dotato alla fine di una valvola di non ritorno. Tale canaletta, è aperta verso il fondo dell'invaso attraverso grigliati carrabili amovibili. Il volume di laminazione dell'area fruibile è in questo caso invaso direttamente ed è pertanto preceduto da:

- un volume d'invaso non praticabile che, una volta pieno, scarica le acque in esubero per tracimazione (vedi fig. La.2.1) nella canaletta scolante;
- un volume di laminazione non praticabile che scarica in continuo le acque, attraverso il condotto di scarico, (vedi fig. La.2.2) direttamente nel corpo idrico recettore e che, una volta pieno, scarica le acque in esubero per tracimazione nella canaletta scolante che a sua volta è collegata, attraverso una valvola di non ritorno, al condotto di scarico tarato nel corpo idrico recettore.

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- sfalcio dell'erba, ove presente, in misura adeguata all'uso di parco pubblico se l'invaso è fruibile e in ogni caso almeno 4 volte l'anno;
- controllo del funzionamento del sistema di scarico nel corpo recettore almeno 2 volte l'anno;
- verifica periodica, almeno 2 volte l'anno e comunque dopo eventi che hanno provocato l'invaso di tutti i sistemi di raccolta, del funzionamento del sistema prima dello scarico nel corpo recettore;
- controllo dopo ogni evento della canaletta scolante e rimozione, quando necessario, del materiale depositato in esso;

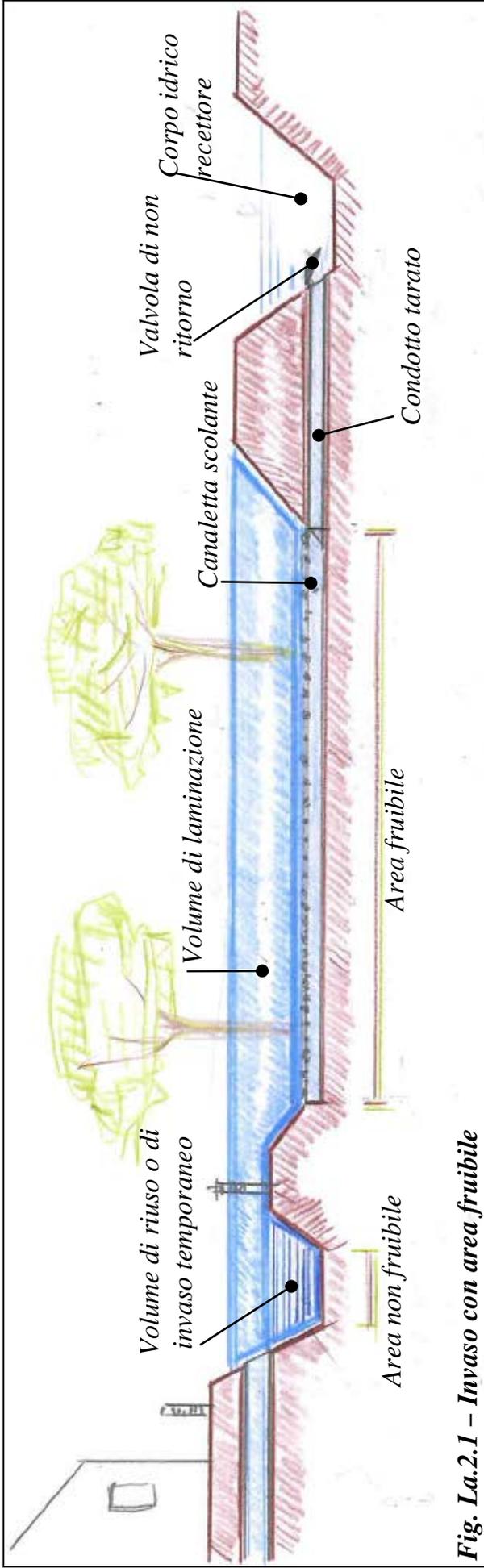


Fig. La.2.1 – Invaso con area fruibile

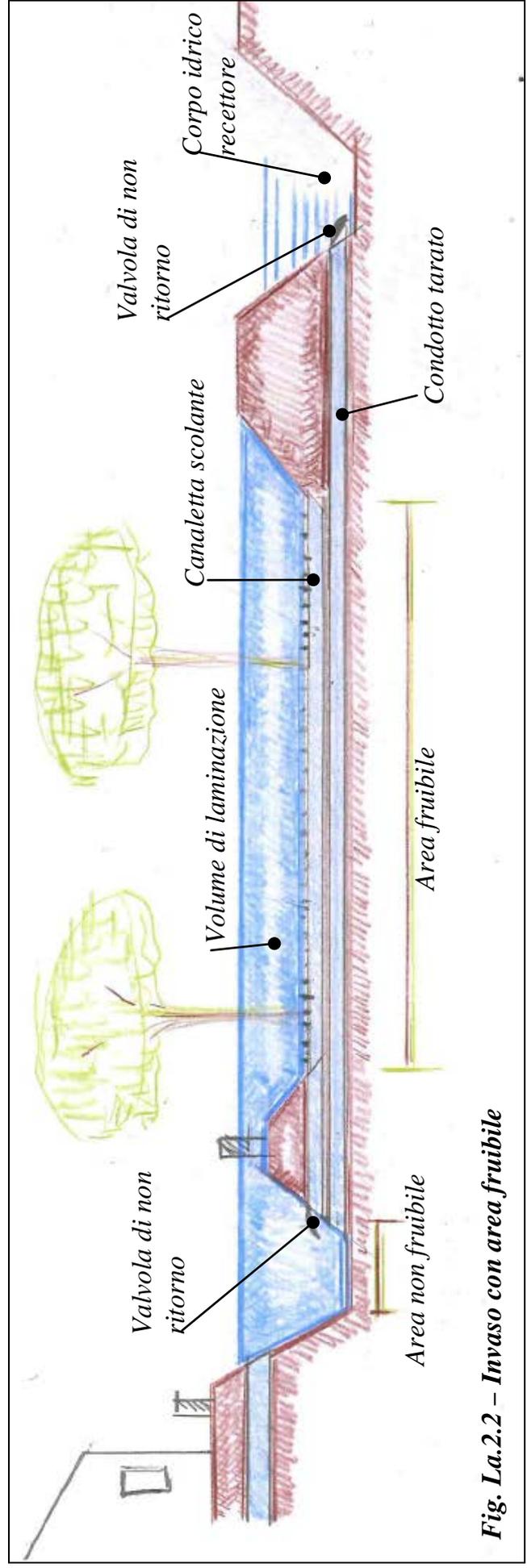


Fig. La.2.2 – Invaso con area fruibile

INVASI UMIDI

Gli invasi umidi con permanenza di acqua sono particolarmente adatti per la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane con dimensioni rilevanti a servizio di più comparti. Essi hanno, come caratteristica peculiare, anche la finalità, oltre a quella di laminare le portate scaricate nella rete idrografica, di trattare qualitativamente le acque di pioggia in essi accumulate per poi utilizzarle, mediante eventualmente l'ausilio di impianti di sollevamento, per l'irrigazione e/o a sostegno delle portate di magra nelle reti idrografiche e/o per altri usi compatibili. Essi inoltre possono costituire, in funzione della loro morfologia e dimensione, elementi di non trascurabile interesse al fine di una riqualificazione ambientale concernente il paesaggio e il potenziamento delle reti ecologiche.

Per i motivi sopra esposti, gli invasi umidi saranno formati da un "volume di laminazione" e da un "volume di riuso" che costituisce la parte con permanenza di acqua e dove si sviluppano le azioni di abbattimento degli inquinanti presenti nell'acqua. La capacità di abbattimento degli inquinanti dipende sia dal tempo di permanenza dell'acqua nell'invaso⁷, sia dall'area della superficie dell'invaso a contatto con l'acqua. In funzione di tali grandezze, possono essere raggiunti i livelli di efficacia indicati nella tabella di seguito riportata (Schueler, 1992).

Elemento inquinante	Tasso di rimozione
Solidi sospesi totali	dal 50% al 90%
Fosforo totale	dal 30% al 90%
Azoto totale	dal 50% al 70%
Metalli	dal 40% all'80%
Batteri	dal 60% al 90%

Al fine sia di incrementare la capacità di rimozione degli inquinanti, sia di facilitare le operazioni di manutenzione e di pulizia del sistema di raccolta, l'invaso principale dovrebbe essere preceduto da un invaso che riceve le acque meteoriche in arrivo e che, se adeguatamente dimensionato e conformato, contribuisce a catturare una buona parte dei sedimenti evitando che entrino nella parte principale dell'impianto e consente un'agevole rimozione dei sedimenti in esso presenti.

Schemi esemplificativi

Si riportano di seguito, a puro titolo esemplificativo, alcuni possibili schemi di invasi umidi unitamente a note relative alla loro manutenzione. Si precisa che per la loro progettazione definitiva sarà necessario verificare la loro congruenza con le normative urbanistiche vigenti e usufruire di collaborazioni specialistiche per ciò che concerne sia gli aspetti idraulici, sia le questioni legate al verde urbano e alla sicurezza igienico ambientale.

I "volumi di riuso" e i "volumi di laminazione" possono essere costituiti da invasi separati (*Sistemi di raccolta ad invasi multipli*) o da un unico invaso (*Sistemi di raccolta a invaso unico*).

I Sistemi di raccolta ad invasi multipli richiedono per la loro realizzazione una maggior superficie di terreno a fronte di possibili vantaggi per ciò che concerne sia gli aspetti paesaggistici e di qualità delle acque, sia la necessità di un impianto di sollevamento per utilizzare l'acqua del volume di riuso e di impermeabilizzare gli invasi relativi a tale volume. Ai fini igienico-sanitari e paesaggistici, l'acqua presente negli invasi contenenti i volumi di riuso dovrà, in ogni caso, avere una profondità compresa tra 1m e 3m.

Schema n. 1

Il presente schema riguarda un *sistema di raccolta ad invasi multipli* (vedi fig. L.u.1) costituito da:

- un primo bacino di sedimentazione che riceve le acque meteoriche in arrivo e che, una volta pieno, le scarica per tracimazione nel successivo invaso;

⁷ Alcuni studi effettuati negli Stati Uniti hanno dimostrato che circa i due terzi delle sostanze inquinanti presenti, ad esclusione del fosforo, vengono rimossi nelle prime 24 ore.

- l'invaso principale, contenente la maggior parte del volume di riuso, che a sua volta scarica per tracimazione le acque in esso contenute nell'invaso contenente il volume di laminazione;
- l'invaso contenente il volume di laminazione che scarica in continuo le acque, mediante un condotto tarato, nel corpo idrico recettore attraverso una valvola di non ritorno

Se gli invasi contenenti il volume di riuso sono tali per cui l'acqua in essi contenuta si infila troppo velocemente nel terreno, occorre impermeabilizzare gli invasi stessi in modo da garantire il permanere in essi dell'acqua.

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, per il soddisfacimento delle esigenze riguardanti l'utilizzo dell'acqua e di natura paesaggistica, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- ove previsto, sfalcio dell'erba, rimozione piante morte o indesiderate e ripristino della vegetazione danneggiata almeno 3 volte l'anno;
- controllo del funzionamento dell'eventuale impianto di sollevamento e del sistema di scarico nel corpo recettore almeno 2 volte l'anno;
- verifica periodica, almeno 2 volte l'anno e comunque dopo eventi che hanno provocato l'invaso di tutti i sistemi di raccolta, del funzionamento del sistema prima dello scarico nel corpo recettore;
- rimozione dei sedimenti⁸ dal bacino di sedimentazione a monte dell'invaso principale contenente il volume di riuso, almeno ogni 5 anni;
- rimozione dei sedimenti nell'invaso principale contenente il volume di riuso, almeno ogni 15 anni.

Schema n. 2

Il presente schema riguarda un *sistema di raccolta ad invaso unico* (vedi fig. L.u.2) costituito da:

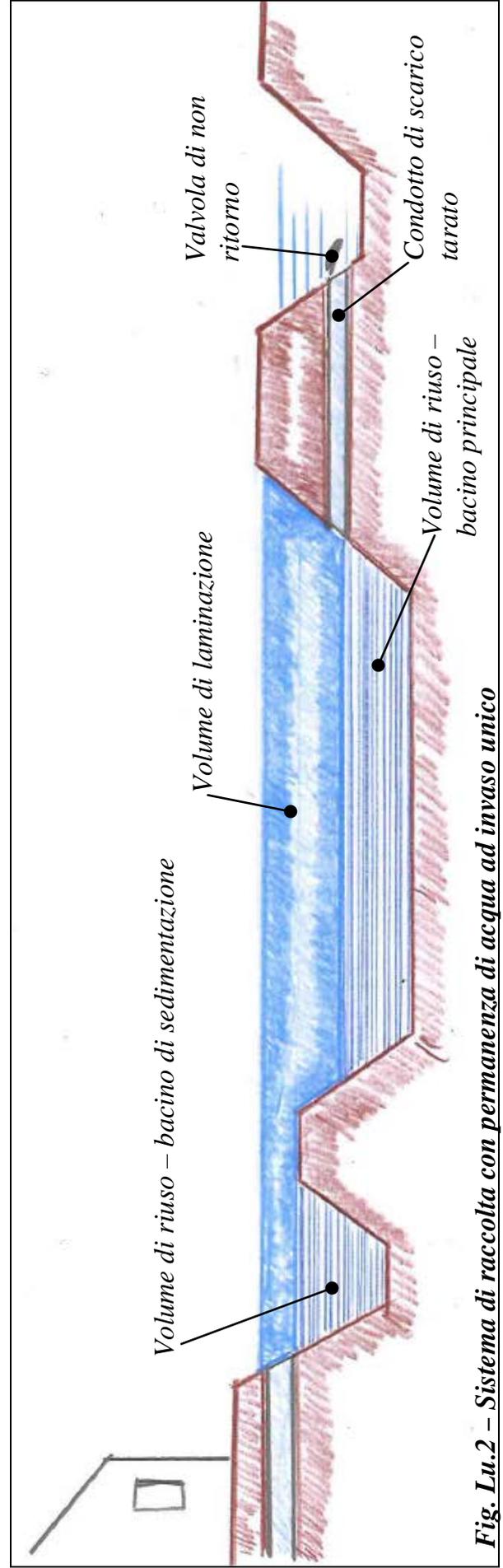
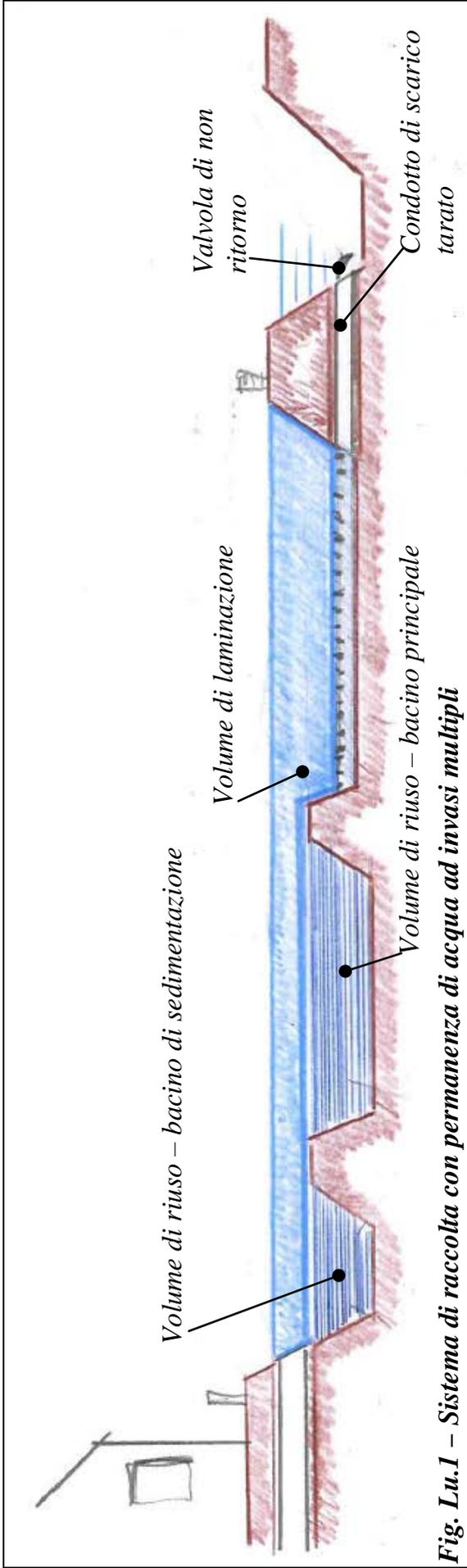
- un primo bacino di sedimentazione che riceve le acque meteoriche in arrivo e che, una volta pieno, le scarica per tracimazione nel successivo invaso;
- l'invaso principale, contenente sia la maggior parte del volume di riuso nella parte inferiore, sia, nella parte superiore, il volume di laminazione che è scaricato in continuo, mediante un condotto tarato, nel corpo idrico recettore attraverso una valvola di non ritorno.

Se gli invasi contenenti il volume di riuso (primo bacino di sedimentazione e parte inferiore dell'invaso principale) sono tali per cui l'acqua in essi contenuta si infila troppo velocemente nel terreno, occorre impermeabilizzare gli invasi stessi in modo da garantire il permanere in essi dell'acqua. Se la parte relativa al volume di riuso del bacino principale è sotto la falda, può essere previsto un drenaggio di essa soltanto quando il suo livello è alto.

Note relative alla manutenzione

Le operazioni di manutenzione da eseguire sono uguali a quelle relative allo schema n. 1.

⁸ Alcuni studi hanno dimostrato che, di solito, gli inquinanti presenti nei sedimenti non sono tali da richiedere, in riferimento alle attuali normative, un trasporto in discarica.



INVASI CHIUSI

Gli invasi chiusi, generalmente interrati, hanno il vantaggio, rispetto agli invasi a cielo aperto, di poter essere utilizzati nella parte superiore (parcheggi, aree di sosta e d'incontro, aree verdi, ecc.) a fronte di un maggior costo per la loro realizzazione.

Gli invasi chiusi possono essere classificati in tre categorie principali:

- integrati nella struttura degli edifici; in particolare nelle strutture di fondazione;
- vasche in calcestruzzo interrate;
- invasi realizzati con tubi di grandi dimensioni.

Per tutte le tipologie di invasi chiusi risultano particolarmente importanti le caratteristiche di ispezionabilità e di pulibilità degli invasi stessi.

INVASI INTEGRATI NELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE DEGLI EDIFICI

Gli invasi integrati nella struttura di fondazione ricevono generalmente le acque provenienti dalla copertura degli edifici. In questo caso è necessario che gli invasi integrati nella struttura di fondazione, come quelli integrati nelle coperture, siano dotati di sistemi di scolo tali da scaricare complessivamente una portata massima (Q_{Tmax}) che, nel caso in cui le coperture contribuiscano a determinare la Q_{Umax} in modo proporzionale alla superficie delle coperture (S_C), è posta pari a $Q_{Tmax} = Q_{Umax} \cdot S_C / S_N$. In questo caso il volume massimo di laminazione (V_{LT}) che può essere convenzionalmente ottenuto è: $V_{LTmax} = V_L \cdot S_C / S_N$ dove S_C è la superficie della copertura.

Negli invasi integrati nella struttura di fondazione degli edifici il volume di laminazione è ottenuto sfruttando il vespaio, opportunamente areato e impermeabilizzato, presente nella struttura di fondazione. L'invaso così ottenuto sarà preceduto da un pozzetto di sedimentazione ispezionabile.

Anche in questo caso per la progettazione definitiva degli invasi sarà necessario verificare la loro congruenza con le normative urbanistiche vigenti e usufruire di collaborazioni specialistiche per ciò che concerne sia gli aspetti idraulici, sia le tecniche costruttive.

Nella progettazione degli invasi integrati nella struttura di fondazione degli edifici dovrà comunque essere posta particolare attenzione all'adozione di tutti i provvedimenti atti ad evitare:

- il rischio di risalita di umidità nei locali sovrastanti le fondazioni;
- difficoltà nella realizzazione dei necessari interventi di manutenzione;
- la proliferazione di insetti o animali nocivi;
- la presenza di odori od esalazioni sgradevoli o dannose.

VASCHE IN CALCESTRUZZO INTERRATE

Tra le diverse tipologie di vasche in calcestruzzo interrate, risultano particolarmente interessanti quelle multicamera in quanto in questo caso sono richieste minori e più facili operazioni di manutenzione e di pulizia della vasca; infatti, gli eventi di pioggia più frequenti interessano solo una parte della vasca, mentre per eventi più rilevanti vengono in successione interessati gli altri comparti. Un altro vantaggio delle vasche multicamera è quello relativo ad una maggiore uniformità nel tempo della portata in uscita in quanto viene raggiunta più rapidamente la quota di progetto dell'acqua nel primo comparto invasato.

Schemi esemplificativi

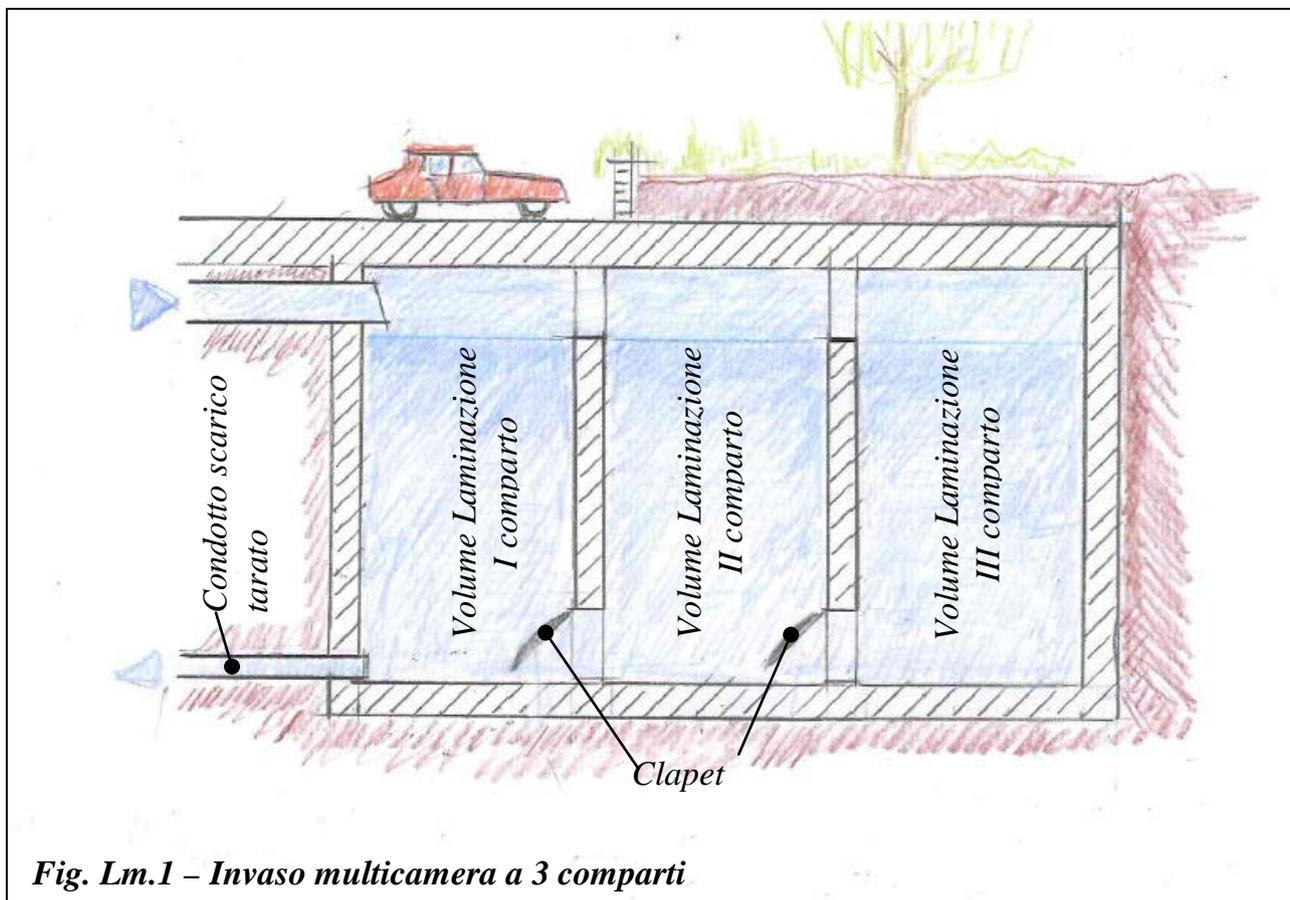
Si riporta di seguito, a puro titolo esemplificativo, un possibile schema di un invaso multicamera con vasche in serie. Si precisa che per la loro progettazione definitiva sarà necessario verificare la loro congruenza con le normative urbanistiche vigenti e usufruire di collaborazioni specialistiche per ciò che concerne sia gli aspetti idraulici, sia le tecniche costruttive.

Il volume di laminazione è suddiviso, nel presente esempio (vedi fig. Lm.1), in tre comparti. Il primo comparto riceve le acque provenienti dal sistema di scolo e, una volta pieno, le scarica per tracimazione nel secondo comparto che a sua volta le scarica nel terzo comparto.

Note relative alla manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- ispezione periodica, almeno 2 volta l'anno e comunque dopo eventi di un certo rilievo, del primo comparto ed eventuale rimozione dei sedimenti;
- ispezione periodica, almeno 1 volta l'anno, degli altri comparti ed eventuale rimozione dei sedimenti;



-----000-----