



COMUNE DI FONTANIVA
Piazza Umberto I n°1, 35014, Fontaniva (PD)



CONSORZIO DI BONIFICA BRENTA
Riva IV Novembre 15 - Cittadella (PD)

PIANO COMUNALE DELLE ACQUE (CON PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI) DI FONTANIVA



| REVISIONE | DATA | MOTIVO | SCALA |
|--|------------------|--------------------|---|
| 01 | 06/2016 | Prima Emissione | - |
| 02 | 09/2016 | Seconda Emissione | U.M. |
| TITOLO ELABORATO | | | COD. ELAB. |
| Anelli di dispersione con sedimentatore | | | A5.DOC |
| ESEGUITO | VERIFICA TECNICA | VERIFICA SICUREZZA | APPROVATO |
| F.T. | G.R./G.Z. | G.R./G.Z. | G.Z. |
| TITOLO ELABORATO | | | CODICE ELABORATO |
| Anelli di dispersione con sedimentatore | | | A5 |
| IL PROGETTISTA Giuliano Zen ingegnere sede legale: 31037 Loria TV - via Cantoni di Sotto 35/a email: giuliano.zen@edov.it C.F. ZNEGLN59L21C111V - P.I. 01886560265 Ordine TV - Postazione A1070 | | | SUPERVISIONE UTC - Comune Fontaniva Piazza Umberto I n°1, 35014, Fontaniva (PD) Consorzio Bonifica Brenta Riva IV Novembre 15 - Cittadella (PD) |
| Riproduzione vietata - Legge n° 633 del 22/04/1941 e successivi aggiornamenti | | | |

ANELLI DI DISPERSIONE CON SEDIMENTATORE

Se gli strati superficiali di suolo sono caratterizzati da terreni con permeabilità non trascurabile e se la falda è profonda almeno 3-4 m dal piano campagna può essere valutato di conferire nel sottosuolo delle acque di pioggia previo trattamento per l'eliminazione del materiale trasportato in sospensione. Tale situazione ottimale non è infrequente in Comune di Fontaniva e, qualora le acque di fognatura bianca non siano originate da superfici interessate da attività inquinanti, è possibile conferire nel primo sottosuolo le acque di pioggia nel rispetto delle disposizioni del Piano di Tutela della Acque della Regione Veneto.

In riferimento allo smaltimento delle acque meteoriche La Norma prevede i seguenti corpi recettori: a) il **suolo** e gli **strati superficiali del suolo**; b) il **sottosuolo** limitatamente ad immissioni in unità geologiche profonde. *La profondità del suolo, intesa come spessore dello strato superficiale, di norma, non dovrà essere inferiore a 1,5-2 m.* C'è una dicotomia sostanziale fra gli scarichi sul suolo (sopra) e nel suolo (dentro il suolo). In definitiva si può considerare come il suolo lo strato di terreno superficiale sede di "naturali processi biologici, chimici e fisici". La Norma prevede: **scarico sul suolo** (sopra il suolo, es. scoline); b) **scarico negli strati superficiali del sottosuolo = scarico nel suolo** (all'interno, es. subirrigazione); c) **scarico nel sottosuolo e nelle acque sotterranee** = sottosuolo insaturo e sottosuolo saturo (falda). In genere le acque meteoriche non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti da Norme Nazionali ma è comunque fatto divieto di scaricare o immettere direttamente le acque meteoriche nelle acque sotterranee. Il D.Lgs. 152/2006 rimanda alle Regioni la disciplina della materia; in ogni caso, in merito ai fondi perdenti devono essere valutati attentamente a seconda dello stato idrogeologico del terreno interessato. Non vanno esclusi a priori, ma è opportuno valutarne la profondità ogni qualvolta vengano proposti, e comunque sempre ed esclusivamente per acque pluviali. La Regione del Veneto con deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5 novembre 2009 ha approvato il Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.). Le norme del P.T.A. sono prescrizioni vincolanti per amministrazioni ed enti pubblici, per le autorità d'Ambito territoriale ottimale e per i soggetti privati. In tal modo la Regione del Veneto ha regolamentato la gestione delle acque di dilavamento meteoriche attraverso, in particolare, l'articolo 39 delle N.T.A.; sono state così introdotte tre specifici casi (correlati ai commi 1, 3 e 5) a seconda del tipo di attività svolta, a seconda della presenza di sostanze pericolose e della dimensione delle superfici.

CASO 1 (articolo 39, comma 1). Acque meteoriche di dilavamento equiparate alle acque reflue industriali perché inquinate o inquinanti.

CASO 2 (articolo 39, comma 3). Acque meteoriche di prima pioggia e quelle di lavaggio da equiparare alle acque reflue industriali in determinati casi (piazzali $\geq 2000 \text{ m}^2$ a servizio di autofficine ecc., parcheggi autoveicoli $\geq 5000 \text{ m}^2$; superfici scoperte scolanti in cui il dilavamento delle sostanze pericolose può ritenersi esaurito con le acque di prima pioggia; distributori carburanti, ecc... In questi casi le acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio sono equiparate alle acque reflue industriali. In questo caso le acque di seconda pioggia non necessitano di trattamento e non sono assoggettate ad autorizzazione allo scarico.

CASO 3 (articolo 39, comma 5). Acque meteoriche di dilavamento sia di prima che di seconda pioggia e quelle di lavaggio che provengono da: a) strade pubbliche e private; b) piazzali, di estensione inferiore a 2.000 m^2 a servizio di autofficine, carrozzerie e autolavaggi e impianti di depurazione di acque reflue; c) superfici destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli di maestranze e di clienti aventi una superficie complessiva inferiore a 5000 m^2 ; d) parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali o analoghe, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, di estensione inferiore a 5.000 m^2 ; tutte le altre superfici

non previste ai casi 1 e 2. Le acque possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o sul suolo, a condizione che siano convogliate in condotte ad esse riservate. Laddove il recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo non possa essere autorizzato per la scarsa capacità dei recettori o non si renda convenientemente praticabile, **il recapito potrà avvenire anche negli strati superficiali del sottosuolo**, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione delle acque ivi convogliate.



figura 12.1 : Parti prefabbricate per pozzi di dispersione

Viene ora illustrato un sistema di dispersione realizzabile assemblando semplici manufatti in c.a.p. ordinariamente rintracciabili in commercio (piastre circolari, anelli di dispersione perdenti, anelli a tenuta, ecc..., vedi **figura 12.1**). Il manufatto che ora illustreremo oltre ad avviare nel sottosuolo l'acqua di pioggia permette la decantazione del materiale solido normalmente presente nei reflui di fognatura bianca originati da superfici residenziali e/o produttive/commerciali (in questo ultimo caso con attività che non devono essere comunque inquinanti).

L'acqua di drenaggio viene fatta confluire ad un vano interrato **V1** composto da anelli a tenuta **C** e da due piastre di copertura **B** (vedi **figure 12.2 e 12.3**); ambedue le piastre sono dotate di aperture per la manutenzione (a piano campagna un passo d'uomo **D** presidiato da un chiusino **A** e sul fondo della vasca **V1** un chiusino in calcestruzzo **I**). Il numero minimo di anelli a tenuta tipo **C** è di 2, ma potranno prevedersi altri anelli in funzione del valore della quota di scorrimento del tubo **F** in arrivo rispetto al piano campagna (**Ht**). Sulla piastra inferiore **B** viene ricavato un ulteriore foro su cui si inserisce uno spezzone di tubo avente diametro pari a 1,5 volte quello del tubo in arrivo (tubo **H**); il tubo **H** permette il collegamento fra vano superiore **V1** e vano inferiore **V2**. Il vano inferiore **V2** (vedi **figura 12.4**) è formato da anelli di dispersione **L** appoggiati su un cordolo **N** in calcestruzzo armato.

Il funzionamento del manufatto è semplice: quando l'acqua di pioggia in arrivo dal tubo **F** entro il vano **V1** supera l'altezza del tubo **H** (indicata con **Hs**) inizia a sfiorare entro il tubo **H** e passa alla camera inferiore **V2**; il tempo di permanenza dell'acqua di pioggia nella camera superiore **V1** permette la separazione della parte solida presente sul refluo in arrivo (deposito sedimento indicato con **G**). Procederemo ora a determinare le modalità di dimensionamento del pozzo perdente. Le ipotesi su cui si basa la procedura seguente sono:

→ **si ipotizza che eventuali livelli di falda freatica non creano disturbo ne arrivano a minare l'operatività del pozzo perdente.** L'ipotesi deve essere appurata prima di utilizzare questa metodica di dispersione;

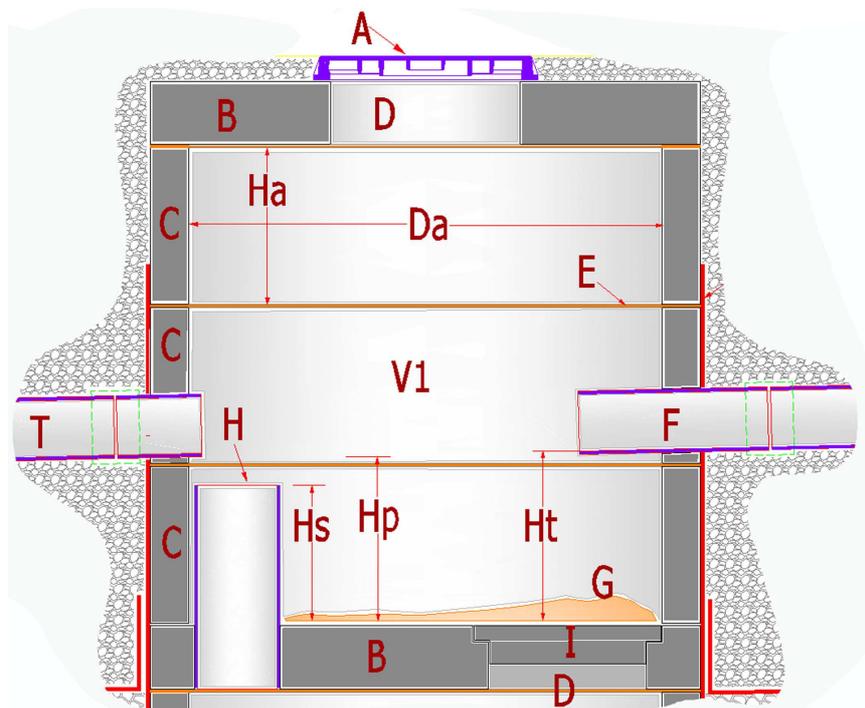


Figura 12.3 – Particolare vano interrato **V1** del pozzo tipo di dispersione

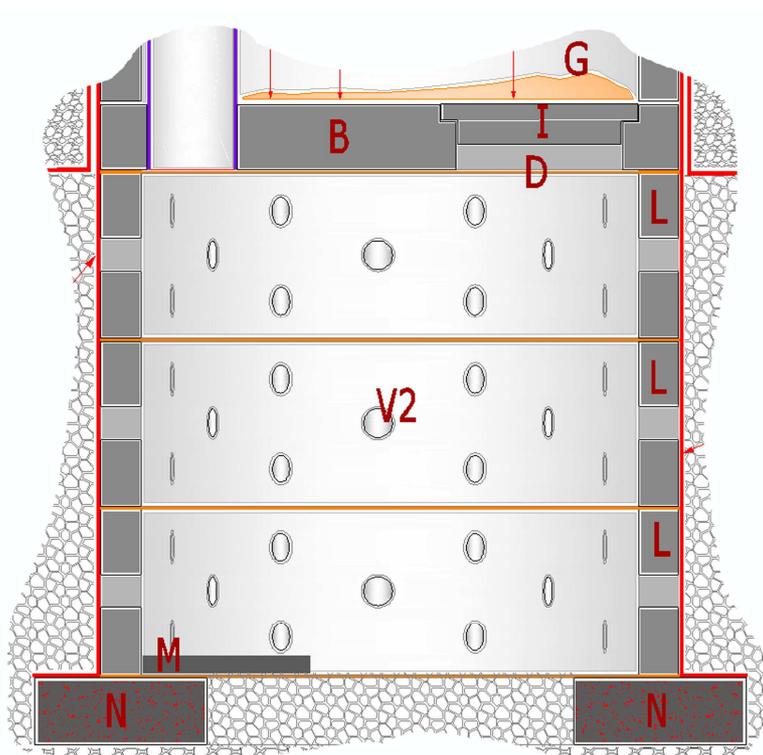


Figura 12.4 – Particolare vano interrato **V2** del pozzo tipo di dispersione

DIMENSIONAMENTO DEL VANO DI DISPERSIONE

Per il dimensionamento degli anelli di dispersione nel vano inferiore **V2** si esegue una comparazione fra il flusso di acqua di pioggia in arrivo, il coefficiente medio di conduttività

idraulica K_s relativo al suolo nell'intorno del pozzo ed il volume immagazzinabile. Facciamo riferimento allo schema rappresentato nella figura 12.5.

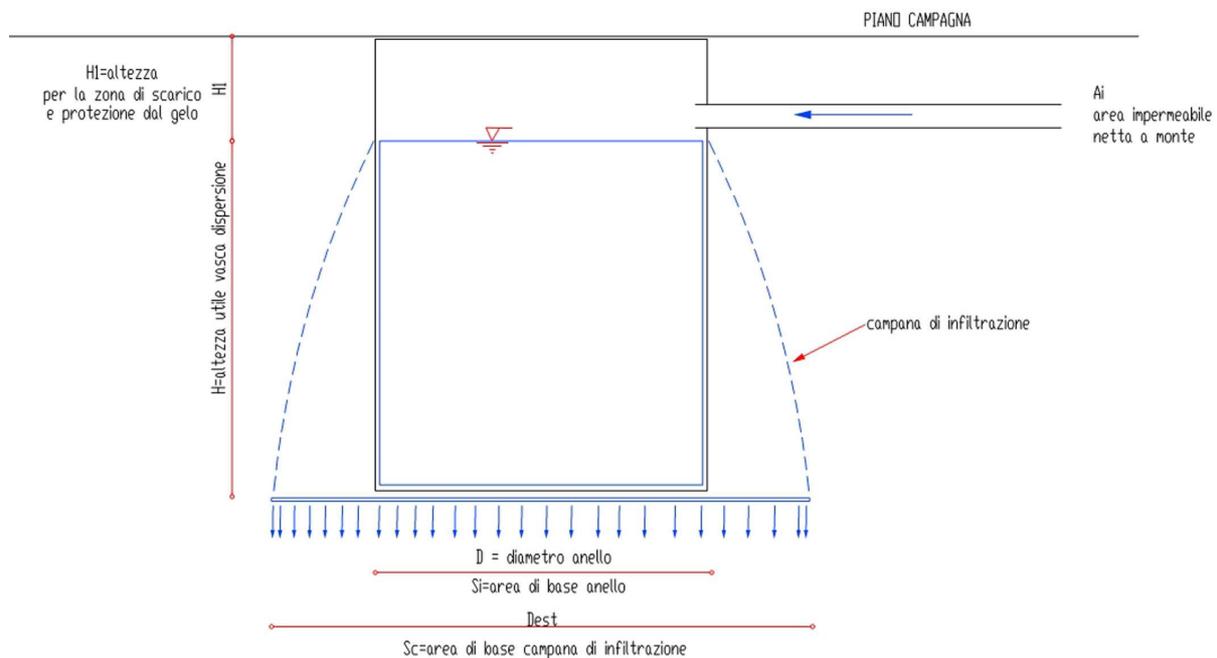


Figura 12.5 – Schema per il modello di calcolo

Assegnato il tempo di ritorno T_R della precipitazione, e quindi le curve di possibilità pluviometrica che regolano la quantità di precipitazione da trattare, uno dei metodi di calcolo più utilizzati comporta l'utilizzo ricorsivo della relazione:

$$V = J \cdot A_i \cdot t - K_s \cdot S_c \cdot t \quad (1)$$

essendo V il volume massimo immagazzinabile all'interno del pozzo di infiltrazione (m^3); J l'intensità di precipitazione (m/s); A_i l'area "efficace" del bacino di drenaggio (ovvero l'area "ridotta" del bacino con coefficiente di deflusso fittizio pari a 1); t la durata della precipitazione critica (sec); K_s la conduttività idraulica (m/s); S_c l'effettiva superficie di infiltrazione (base della campana di infiltrazione) in m^2 .

Qualora il volume V sia riempito con materiale in grado di garantire un porosità N avremo $V_e =$ volume effettivo = volume dei vuoti = $N \cdot V$. Tale relazione fra volume effettivo e volume totale risulta utile per tener conto della presenza di eventuali ammassi granulari sotto il volume di dispersione V_2 (vedi figura 12.2).

Per stimare l'effettiva area di infiltrazione si utilizza la relazione $S_c = A_1 \cdot S_i^{N1}$ essendo S_i l'area di base dell'anello di dispersione, $A_1 = 2740,5 \cdot K_s^{0,5086}$ ed $N1 = 0,0168 \cdot K_s^{-0,2893}$ (vedi Freni G., Oliveri E., Viviani G. "Infiltration facilities design: comparison between simplified approaches and detailed physically based modelling", Novatech 2004).

I dati di precipitazione relativi a stazioni pluviometriche della pedemontana veneta sono stati rielaborati in modo da determinare per il tempo di ritorno di 50 anni le curve di precipitazione espresse nella formula monomia $h = a \cdot t^n$; le curve sono state ricavate per determinati intervalli temporali e di conseguenza sono state determinate varie coppie di valori a ed n . I calcoli statistico-probabilistici sono stati sviluppati adottando la funzione di

probabilità **EV1** con adattamento al campione secondo i momenti pesati in probabilità. Riassumiamo di seguito i risultati delle elaborazioni (**R**=coefficiente di correlazione):

| | | |
|---------------------------|---|--|
| durata fra 15 e 45 min | → | $h=66,27t^{0,560}$ con R =1 |
| durata fra 30 e 60 min | → | $h=64,22t^{0,498}$ con R =0,999 |
| durata fra 45 e 180 min | → | $h=61,72t^{0,232}$ con R =0,983 |
| durata fra 60 e 360 min | → | $h=63,80t^{0,199}$ con R =1 |
| durata fra 180 e 720 min | → | $h=59,89t^{0,245}$ con R =0,996 |
| durata fra 360 e 1440 min | → | $h=53,44t^{0,297}$ con R =1 |

E' stato predisposto infine un piccolo modello di calcolo basato sull'uso della formula **(1)**; fissati i valori **Ai**, **Ks** e **Sc** la relazione **(1)** è stata applicata iterativamente fino a coprire tutti i tipi di pioggia compresi fra 10 min e 1440 min arrivando parallelamente a determinare il valore massimo raggiunto dal parametro **V**. I risultati delle elaborazioni sono riassunti nel grafico evidenziato nella **figura 12.6** seguente. L'uso del diagramma di **figura 12.6** è semplice. Una volta definita l'area impermeabile di monte è possibile determinare facilmente la combinazione fra diametro interno **D** degli anelli disperdenti e l'altezza **H** (parte effettivamente disperdente) del pozzo. Si rimanda il lettore all'esempio applicativo presentato a fine allegato.

DIMENSIONAMENTO DEL VANO DI SEDIMENTAZIONE

Dimostreremo ora che il dimensionamento idraulico permette indirettamente il corretto dimensionamento del volume **V1** (vedi figura **12.3**) dove avviene la sedimentazione del materiale trasportato in sospensione. In altro modo si intende dire che una volta dimensionato il comparto di infiltrazione **V2** è automaticamente dimensionato anche il comparto di sedimentazione **V1**.

Il dimensionamento del comparto di sedimentazione viene eseguito utilizzando la legge di Stokes che permette di stimare la velocità di sedimentazione **Vs**:

$$Vs = ((RO_s - RO_L) \times g \times D_p^2) / (18 \times \mu_u)$$

essendo **RO_s** la densità media della particella, **RO_L** la densità dell'acqua, **D_p** il diametro della particella, **g** l'accelerazione di gravità e **μ_u** la viscosità cinematica dell'acqua. Ponendo come obiettivo la separazione delle particelle con diametro **D_p** > 0,2 mm si ottiene una velocità teorica di sedimentazione pari a **Vs** = 1,1 cm/sec; nel nostro caso all'interno del comparto di sedimentazione (definito dall'anello più basso che compone il volume **V1**, vedi **figura 12.3**) l'altezza massima dell'acqua al momento dello sfioro verso il comparto di infiltrazione è pari¹ a circa 45 cm e quindi il tempo di sedimentazione è stimabile in 41 sec.

La superficie del comparto di sedimentazione minima tale da garantire un carico superficiale minore della velocità di sedimentazione vale 0,502 m² per l'anello di dispersione da 80 cm di diametro, 0,785 m² per l'anello con diametro 1 m, 1,767 m² per il diametro 1,5 m; 3,142 m² per il diametro 2 m ed infine 4,909 m² per il diametro 250 cm. Per tali superfici la portata media massima accettabile in entrata è pari a 0,011*(3,141592*D²/4). In definitiva abbiamo 5,5 l/s per il diametro 0,8 m; 8,6 l/s per il diametro 1 m; 19,4 l/s per 1,5 m di diametro; 34,5 l/s per il diametro 2 m ed infine 54 l/s per l'anello da 250 cm. Considerando una intensità di pioggia di 0,10 m/ora = 0,027 mm/sec ed un coefficiente di deflusso unitario, alle portate

¹ In genere **Ha** (vedi **figura 12.2** o **figura 12.3**) è pari a 50 cm; **Hs** potrà essere dell'ordine dei 45 cm, **Ht** dell'ordine dei 55 cm e **Hp** dell'ordine dei 60 cm.

sopraesposte corrispondono secondo il metodo della corrivazione le superfici drenanti rispettivamente di 198 m², 310 m², 698 m², 1242 m² e 1944 m². Detti valori sono sempre maggiori dei corrispondenti valori di area drenante gestita dagli anelli di dispersione fino alla profondità di 6 m (vedi grafico in **figura 12.6**) e quindi il comparto di sedimentazione nei termini proposti in **figura 12.3** risulta sempre "adeguato" allo scopo.

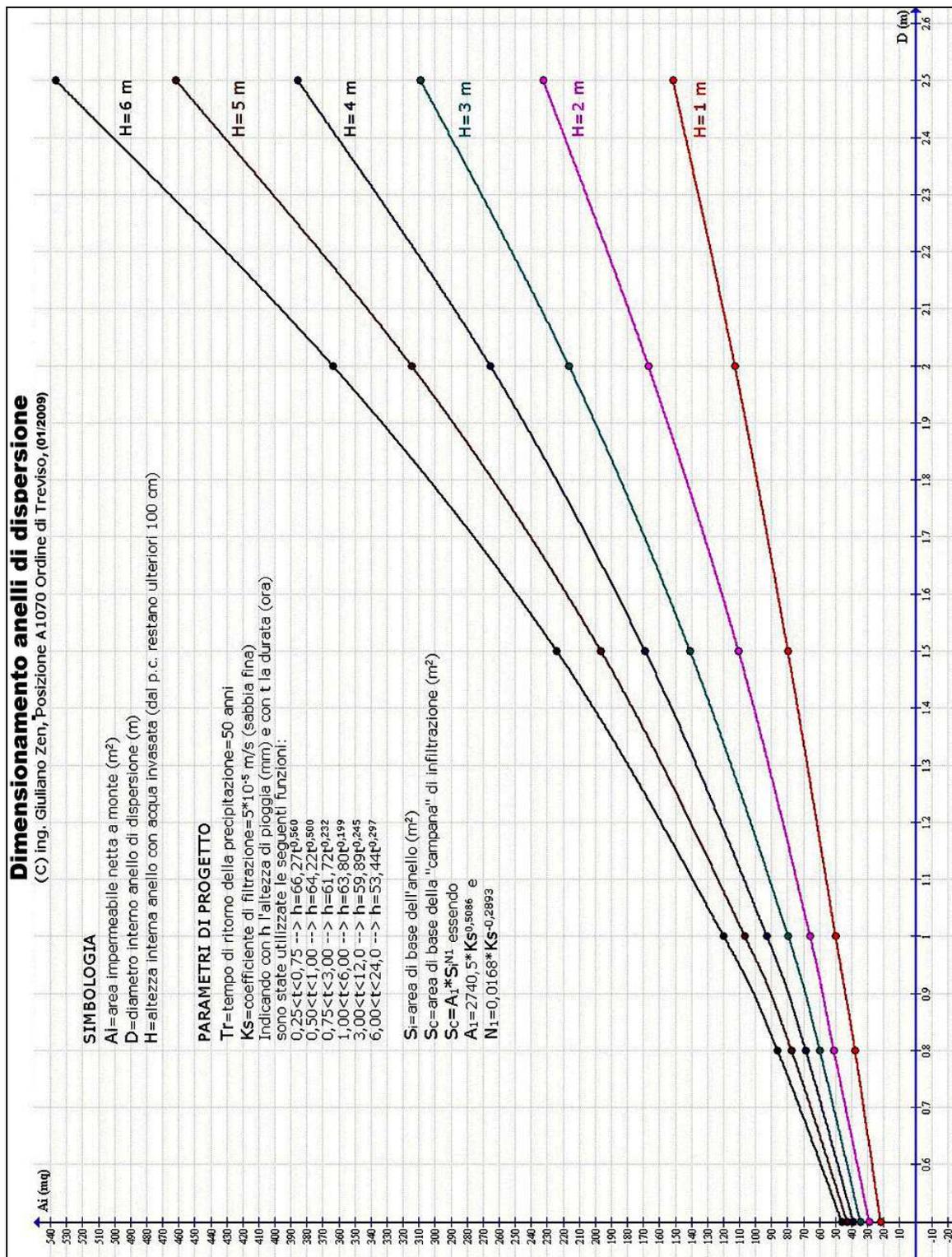


Figura 12.6 – Grafico per il dimensionamento dei pozzi disperdenti nella pedemontana

CARATTERISTICHE DEL MANUFATTO

Tube di immissione F. Il tubo **F** dovrà essere sufficientemente grande da facilitare la manutenzione periodica (almeno 150-250 mm di diametro) e dovrà avere un pendenza sufficiente a impedire il deposito di sedimenti (almeno 1 cm per m). Nella vasca di decantazione **V1** il tubo **F** dovrà sporgere di qualche decina di centimetri in modo che lo scarico sia più vicino possibile al centro della vasca.

Vano di decantazione. E' rappresentato dal volume **V1** formato dagli anelli a tenuta **C** visualizzati in **figura 12.2** e in **figura 12.3**; gli anelli a tenuta **C** si appoggiano sulla piastra **B** che copre il vano di infiltrazione e a loro volta sono coperti da una piastra **B** di copertura a piano campagna. L'accesso al vano di decantazione **V1** dovrà essere non impegnativo in modo da poter celermente provvedere all'asporto del materiale sedimentato (deposito **G**); per tale motivo si prevede un accesso **D** avente diametro minimo 600 mm (se circolare) o lato minimo 600 mm (se quadrato). Il volume di decantazione entro il vano **V1** è limitato dall'altezza **Hs** oltre il cui valore l'acqua comincia a tracimare attraverso il tubo **H** al vano inferiore di infiltrazione **V2**. Il volume offerto da **Hs** nella gran parte dei casi è sufficiente a garantire il deposito del materiale grossolano. La frequenza degli interventi per la rimozione del materiale sedimentato **G** dipenderà dalle caratteristiche dell'area di drenaggio, dipenderà cioè dalla capacità dell'area di monte di rilasciare materiale durante gli eventi di pioggia.

Vano di filtrazione. E' rappresentato dal volume **V2** racchiuso dagli anelli di dispersione **L** visualizzati in **figura 12.4**; al vano di infiltrazione si potrà accedere attraverso il passo d'uomo **D** attraverso un sigillo in c.a.p. **I**.

E' consigliabile che il pozzo di infiltrazione sia sempre posizionato con molta attenzione rispetto ad edifici, corsi d'acqua o altri pozzi vicini; in via del tutto cautelativa sarà bene che il manufatto sia posizionato almeno a 4-6 m da edifici, almeno a 20-30 m da corsi d'acqua ed almeno 15-20 m da pozzi. Vediamo altri elementi caratteristici:

Il geotessuto. Una stuoia di geotessuto **P** deve separare il limite di scavo **O** dal manufatto di infiltrazione; il geotessuto deve inoltre rivestire gli anelli di dispersione e separare gli ammassi granulari realizzati con ghiaietto 20/30 dal terreno arido di riporto e sottofondo **S**.

Il sottofondo in materiale granulare. La realizzazione dell'ammasso granulare di altezza **Hg** non è un particolare obbligatorio; se ne può quindi fare a meno. Va considerato però che se il riempimento viene eseguito con ghiaietto 20/30 mm per l'ammasso si può stimare una porosità pari a 0,4 (rapporto fra il volume dei vuoti entro l'ammasso e il volume totale). Quindi il volume identificato da **Hg** e dal diametro **Da** corrisponde ad un ulteriore anello di dispersione avente altezza pari a $Hg * 0,4$.

Tube di troppo pieno I. Il tubo **T** dovrà essere sufficientemente grande da facilitare la manutenzione periodica (come per il tubo **F** almeno 150-250 mm di diametro) e dovrà avere un pendenza sufficiente a impedire il deposito di sedimenti (almeno 1 cm per m). La soglia di presa (definita dall'altezza **Hp**) dovrà collocarsi sopra **Hs** ma sotto la quota di scorrimento del tubo **F**.

La **figura 12.7** visualizza le fasi realizzative del manufatto di immissione in falda delle acque di pioggia in arrivo da aree residenziali o anche di altro tipo ma, tassativamente, sempre a ridotto o nullo rischio inquinamento:

Fase 1. Si prepara lo scavo avente caratteristiche di profondità e larghezza dipendenti dai valori di dimensionamento determinati (valori **Hf**, **Hg** e numero di anelli di dispersione tipo **L**).

Fase 2. Si riveste pareti e fondo scavo con geotessuto di adeguata resistenza, durata e capacità filtrante.

Fase 3. Fino a raggiungere l'altezza **Hg** si posa e si costipa il ghiaietto 20/30 mm sul fondo dello scavo. Il ghiaietto deve essere tassativamente lavato, scevro da particelle fini e di fiume (quindi arrotondato).

Fase 4. Si esegue un cordolo di fondazione in corrispondenza dell'appoggio degli anelli di infiltrazione (sezione di almeno 20 cm di altezza e 40 cm di larghezza, in calcestruzzo almeno R'bk 250 kg/cm² armato con tondini in acciaio ex FeB44K a costituire staffe Fi8 a due bracci ogni 15 cm e 4 ferri correnti longitudinali sempre del tipo Fi8); la parte interna del cordolo viene riempita con ghiaietto simile a quello utilizzato nella fase 3.

Fase 5. Posa degli anelli di dispersione per realizzare il vano **V2**, aventi diametro **Da** ed altezza **Ha**. Sopra gli anelli viene posata una piastra con passo d'uomo per consentire la manutenzione straordinaria dello stesso vano **V2**; viene infine rivestita con geotessuto la parete esterna degli anelli di dispersione. Gli elementi in c.a.p. devono essere reciprocamente ammorsati con malta di cemento espansiva.

Fase 6. Riempimento dello spazio fra gli anelli del vano **V2** e le pareti dello scavo con ghiaietto delle medesime caratteristiche presenti alla fase 3. Formazione di un foro sulla piastra **B** di copertura del vano **V2** ed ammorsamento di un tubo **H** di diametro pari ad almeno 1,5 volte il diametro **F** del tubo di scarico dell'acqua di pioggia. Lo spezzone del tubo deve sporgere sopra la piastra **B** di copertura del vano **V2** per almeno l'80% dell'altezza **Ha** degli anelli di dispersione. Prima di passare alla fase successiva viene collocato sulla verticale del tubo **H** una piastra **M** in calcestruzzo armato prefabbricato a presidio antierosione del fondo del volume **V2**.

Fase 7. Posa di due anelli a tenuta per realizzare la prima parte del vano **V1**, anelli aventi diametro **Da** ed altezza **Ha**; gli anelli devono essere reciprocamente collegati con malta di cemento espansiva. Posa di stuoia di geotessuto sopra lo strato di ghiaietto 20/30 mm posato alla fase 4 e stesa di terreno arido, costipato per strati non superiori a 25 cm fino ad arrivare alla quota di scorrimento del tubo **F** e del tubo **T** (se previsto).

Fase 8. Posa dell'ultimo anello del vano **V1**, formazione dei fori sulle pareti e posizionamento dei tronconi di tubo **F** e **T** (quest'ultimo se previsto); i tubi vanno ammorsati utilizzando malta espansiva. I giunti che collegano gli spezzoni di tubo posati ed i rimanenti collettori di scarico o di troppo pieno devono essere collocati più vicino possibile alle pareti esterne degli anelli tipo **C**.

Fase 9. Posa della piastra **B** di copertura del vano **V1** e del chiusino di accesso/manutenzione **A**. Il chiusino **A** deve avere caratteristiche tali da non permettere il passaggio dei raggi di luce solare entro il volume **V1**.

Fase 10. Rinterro con materiale arido sopra i tubi di scarico e/o di troppo pieno e lavorazioni finali.

ESEMPIO APPLICATIVO

Il sistema di drenaggio avrà un'area di influenza A_{TOT} composta da tipi diversi di uso del suolo e di trattamento della superficie. Per determinare A_i (vedi paragrafo **12.2**), cioè la quantità di superficie impermeabile ovvero la superficie teorica netta di raccolta acqua, al netto cioè delle infiltrazioni ed evaporazioni, occorrerà di volta in volta fare una media pesata per tipologie di superficie attraverso opportuni coefficienti di deflusso Ψ_M . In presenza di m superfici A_j ognuna dotata di coefficiente di deflusso Ψ_{Mi} il valore A_i può quindi determinarsi con la seguente sommatoria estesa fra 1 ed m : $A_i = \sum A_j \cdot \Psi_{Mi}$. Valori tipici di Ψ_M sono di seguito elencati:

- 01) strade e piazze in asfalto o cls senza fughe, 0,90;
- 02) strade e piazze in massello con fughe strette, 0,75;
- 03) piazze e strade in ghiaia pressata, 0,60;
- 04) piazze e strade in massello con fughe larghe, 0,50;
- 05) piazze e strade in ghiaia non pressata, 0,30;
- 06) piazze e strade in masselli autobloccanti e masselli drenanti, 0,25;
- 07) piazze e strade in acciottolato erboso, 0,15;
- 08) coperture pendenti in acciaio, cls impermeabile o vetro, 0,95;
- 09) coperture pendenti in ardesia o materiale isolante, 0,90;
- 10) coperture pendenti meno di 3° in acciaio, cls o vetro, 0,93;
- 11) coperture pendenti meno di 3° in ardesia o materiale isolante, 0,90;
- 12) coperture pendenti meno di 3° in ghiaia, 0,70;
- 13) tetti verdi fino a 15° con spessore humus minore di 10 cm, 0,50;
- 14) tetti verdi fino a 15° con spessore humus maggiore di 10 cm, 0,30.

Ovviamente vale la relazione (con la sommatoria estesa fra 1 ed m) $A_{TOT} = \sum A_j$.

Il diametro interno degli anelli di dispersione che si trovano in commercio (valore **Da** evidenziato nella **figura 12.2**) sono usualmente di 50-80-100-150-200-250 cm; ogni anello è normalmente alto 50 cm, indipendentemente dal diametro, e presenta un certo spessore minimo legato al sistema produttivo. Ogni anello perdente presenta un certo numero di fori di drenaggio (indicativamente di diametro variabile fra 8 e 15 cm); se questi fori sono ben distribuiti ed in numero sufficiente l'esatta determinazione o previsione degli stessi non influenza in modo significativo il calcolo idraulico.

Illustriamo ora un esempio di dimensionamento di un sistema di dispersione nel sottosuolo delle acque di pioggia a mezzo pozzi perdenti realizzati con anelli di filtrazione. Siamo in presenza di un sottosuolo dotato di permeabilità non trascurabile, assimilabile a sabbia fina. In un lotto di terreno di complessivi 1.445 m² l'uso futuro del suolo prevede 4 tipi idrologici di uso della superficie e quindi 4 valori dei coefficienti Ψ_{Mi} :

| | |
|--|-------------------|
| A_1 = strada in asfalto senza fughe per 250 m ² , | Ψ_{M1} =0,90 |
| A_2 = slargo stradale in ghiaia non pressata per 650 m ² , | Ψ_{M2} =0,30 |
| A_3 = park e pedonale in masselli drenanti per 255 m ² , | Ψ_{M3} =0,25 |
| A_4 = edifici con copertura pendente in cotto per 290 m ² , | Ψ_{M4} =0,90 |

Applicando la relazione $A_i = \sum A_j \cdot \Psi_{Mi}$ si ottiene

$$A_i = 0,9 \times 250 + 0,3 \times 650 + 0,25 \times 255 + 0,90 \times 290 = 745 \text{ m}^2.$$

Utilizzando il grafico di **figura 12.6** la superficie di 745 m² può essere coperta con tre perdenti realizzati con anelli di dispersione da 2 m di diametro e 3 metri di altezza netta

interna, in grado di coprire quindi $216,7^2 \cdot 3 = 650,1 \text{ m}^2$; i rimanenti $745 - 650,1 = 94,5 \text{ m}^2$ verranno serviti da ammassi granulari sotto le fondazioni dei tre pendenti per i quali si ipotizza un valore di porosità pari a 0,4, quindi ognuno di spessore $(9/650,1) \cdot 94,5 / 0,4 / 3 = 1,09 \text{ m}$. Se lo scorrimento dei tubi di scarico si posiziona, per ogni pendente, a 100 cm di profondità dal piano campagna, lo scavo di ognuno dei tre pozzi sarà profondo $100 + 55 + 25 + 300 + 25 + 109 = 614 \text{ cm}$. Nel calcolo si è ipotizzato che le piastre di copertura siano spesse 25 cm e che l'area afferente di ogni pendente corrisponda ad $1/3$ dell'intero lotto in termini di capacità di formare il flusso di pioggia.

² Nel grafico di **figura 12.6** in corrispondenza a **D=2 m** ed **H=3 m** si ottiene **Ai=216,7 m²**.

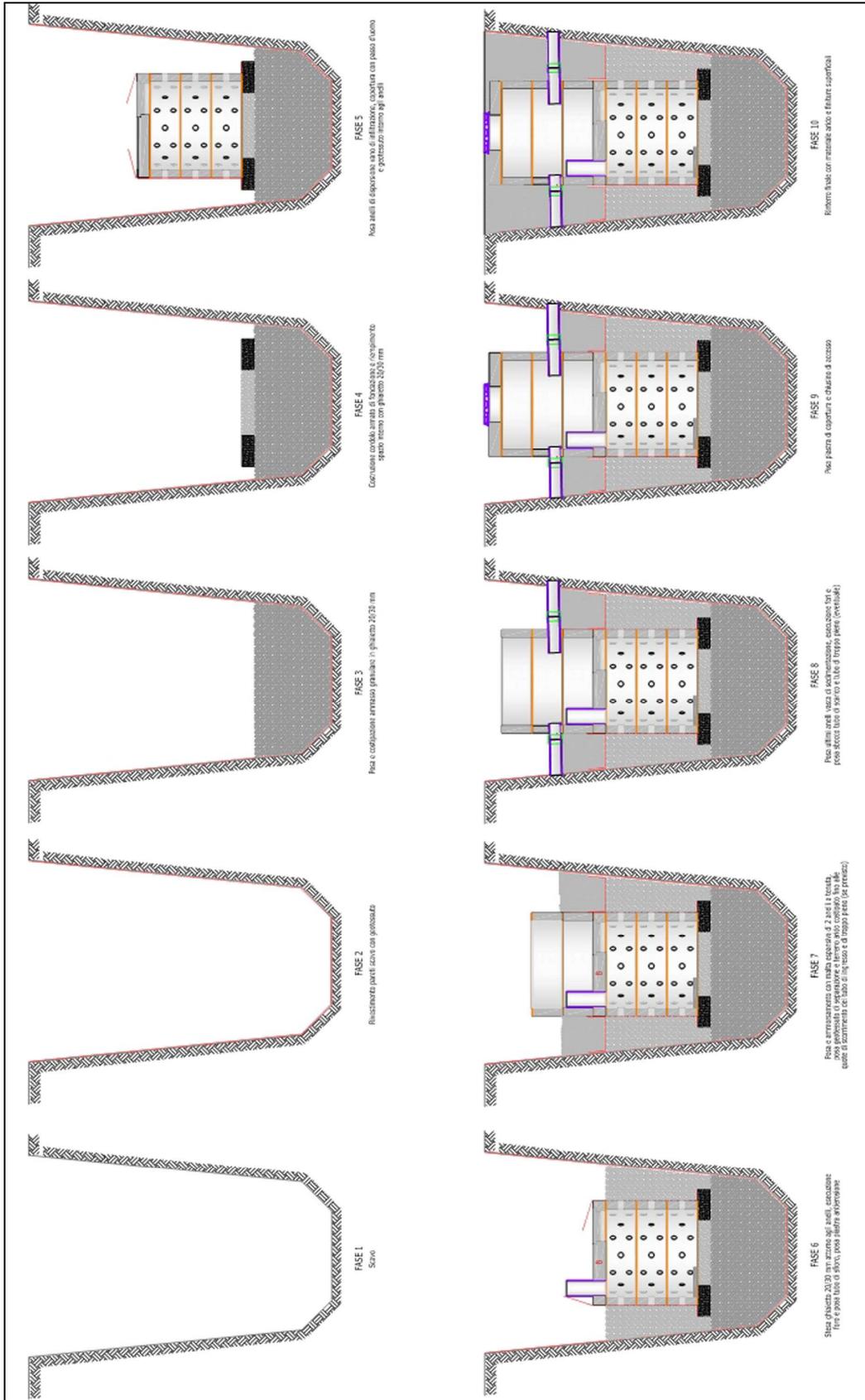


Figura 12.7 – Fasi lavorative per la costruzione del dispersore