

COMUNE DI INVERUNO



NUOVO PLESSO SCOLASTICO - VIA IV NOVEMBRE

PROGETTO DEFINITIVO

UFFICIO TECNICO COMUNE DI INVERUNO

R.U.P.: Geom. Pietro Tiberti

Progettista: Arch. Claudia Soldati

Progettazione definitiva relativa alle opere di invarianza idraulica ai sensi del Regolamento Regionale 7/2017 e delle opere di sistemazioni esterne e del verde delle aree di pertinenza del nuovo plesso scolastico in area Ex-Belolli

Data:
10/03/2015

PROGETTISTA:
Ing. Marco Callerio
CAP Holding SpA
Via del Mulino, 2
Assago (MI)

Aggiornamento

Scala:

Oggetto:

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI
DEL RR 7/2017

Tavola n°:

INV
REL

CITTA' DI INVERUNO
(Città Metropolitana di MILANO)

COMUNE DI INVERUNO
NUOVO PLESSO SCOLASTICO
VIA IV NOVEMBRE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

Inveruno, novembre 2019

Sommario

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA E DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO | 4 |
| 2 | CALCOLO SISTEMI DI DISPERSIONE AD ELEMENTI MODULARI | 10 |
| 3 | CALCOLO AIUOLE/VERDE DRENANTI..... | 11 |
| 4 | RISULTATI CALCOLO OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA | 11 |
| 5 | RIEPILOGO PORTATE PER T = 50 ANNI A MONTE DELLE STRUTTURE DI INVARIANZA | 14 |
| 6 | VERIFICA DEL VOLUME OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA..... | 15 |
| 7 | VERIFICA DEI TEMPI DI SVUOTAMENTO | 15 |
| 8 | VERIFICA DEI FRANCHI DI SICUREZZA A T = 100 ANNI..... | 15 |
| 9 | VERIFICA IDRAULICA DELLE TUBAZIONI..... | 15 |
| 10 | VERIFICA DELL'INCIDENZA SUPERFICIE DRENANTE | 17 |
| 11 | MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA | 17 |
| 12 | PRESCRIZIONI PER LE OPERE A VERDE | 20 |
| 13 | STIMA DELLE OPERE | 22 |
| 14 | ALLEGATI..... | 24 |

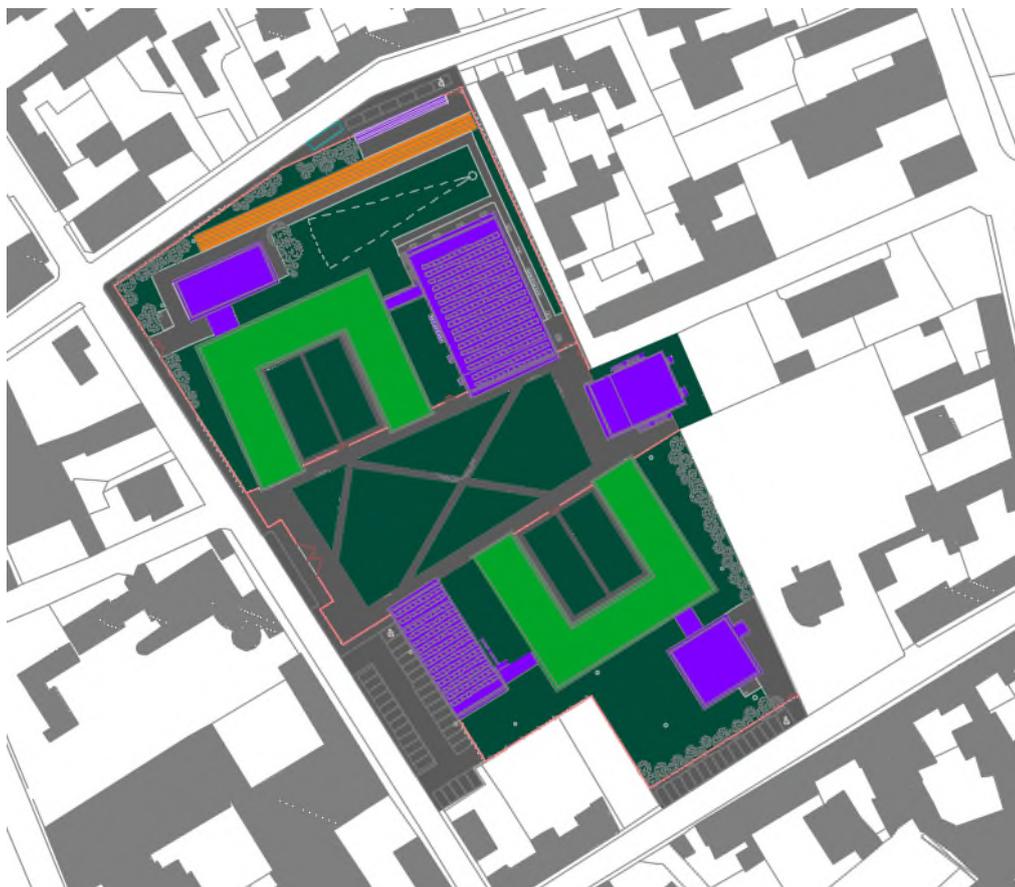
1 PREMESSA E DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione delle opere di raccolta, ritenzione ed infiltrazione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici del nuovo plesso scolastico in progettazione nell'area ex-Belolli in via IV Novembre a Inveruno (MI).

L'intervento interessa una superficie complessiva A_{tot} di 18.976 m² suddivisa come da figura e tabella seguente dove ad ogni area è stato associato un coefficiente di afflusso φ secondo quanto previsto dal RR 7/2017, ovvero

- pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

In particolare, in figura all'interno del lotto oggetto di progettazione sono identificate in grigio tutte le superfici impermeabili di strade, camminamenti, marciapiedi, in viola tutte le coperture impermeabili, in verde chiaro le coperture con tetto verde, in arancione le superfici semipermeabili e in verde scure le superfici a verde.



| | A [mq] | φ | $\varphi \cdot A$ [mq] |
|---|--------------|-------------|------------------------|
| <u>Zona A - Scuole primarie</u> | Sup [mq] | | |
| Edificio scolastico - tetto verde 20 cm | 1402 | 0,7 | 981 |
| Palestra - tetto impermeabile | 618 | 1 | 618 |
| Refettorio - tetto impermeabile | 386 | 1 | 386 |
| Parcheggio piccolo | 501 | 1 | 501 |
| Pacheggio grande | 860 | 1 | 860 |
| Auditorium - tetto impermeabile | 424 | 1 | 424 |
| Auditorium - porzione piazza laterale imp | 91 | 1 | 91 |
| Auditorium - verde | 161 | 0,3 | 48 |
| camminamenti cortile interno | 207 | 1 | 207 |
| verde cortile interno | 484 | 0,3 | 145 |
| verde cortile posteriore | 2216 | 0,3 | 665 |
| <u>Totale Zona A</u> | <u>7350</u> | | <u>4 927</u> |
| | | | |
| <u>Zona B - Piazza centrale</u> | | | |
| Zona pavimentata | 1544 | 1 | 1 544 |
| marciapiedi | 213 | 1 | 213 |
| verde | 1951 | 0,3 | 585 |
| <u>Totale zona B</u> | <u>3708</u> | | <u>2 342</u> |
| | | | |
| <u>Zona C - scuola secondaria</u> | | | |
| Edificio scolastico - tetto verde 20 cm | 1416 | 0,7 | 991 |
| Palestra - tetto impermeabile | 1143 | 1 | 1 143 |
| Refettorio - tetto impermeabile | 351 | 1 | 351 |
| camminamenti cortile posteriore | 985 | 1 | 985 |
| tribune | 67 | 1 | 67 |
| pista atletica | 384 | 0,7 | 269 |
| verde cortile posteriore | 2307 | 0,3 | 692 |
| marciapiedi | 591 | 1 | 591 |
| camminamenti cortile interno | 190 | 1 | 190 |
| verde cortile interno | 484 | 0,3 | 145 |
| <u>Totale zona C</u> | <u>7918</u> | | <u>4 433</u> |
| | | | |
| Totale | 18976 | 0,62 | 11 702 |

Il coefficiente di deflusso medio è calcolato come:

$$\varphi_{mp} = \frac{A_1 \cdot \varphi_1 + A_2 \cdot \varphi_2 + A_3 \cdot \varphi_3}{A_{tot}} = 0,62$$

La superficie impermeabile complessiva è pari a: $A_{imp} = \varphi_{mp} \cdot A_{tot} = 11.702 \text{ m}^2$

Stante la classe di criticità idraulica, la dimensione complessiva dell'intervento e il valore del coefficiente di deflusso l'intervento, l'intervento ricade nella classe di intervento di "impermeabilizzazione potenziale alta" per la quale è prevista la procedura di calcolo dettagliata per i volumi da dedicare alle opere di invarianza.

| CLASSE DI INTERVENTO | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO | COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE | MODALITÀ DI CALCOLO | | |
|----------------------|---|---|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| | | | AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) | | |
| | | | Aree A, B | Aree C | |
| 0 | Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi | ≤ 0,01 ha (≤ 100 mq) | qualsiasi | Requisiti minimi articolo 12 comma 1 | |
| 1 | Impermeabilizzazione potenziale bassa | da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq) | ≤ 0,4 | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 | |
| 2 | Impermeabilizzazione potenziale media | da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq) | > 0,4 | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
| | | da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq) | qualsiasi | | |
| | | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) | ≤ 0,4 | | |
| 3 | Impermeabilizzazione potenziale alta | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) | > 0,4 | Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d) | |
| | | > 10 ha (> 100.000 mq) | qualsiasi | | |

Essendo il comune di Inveruno in classe di criticità idraulica B il valore minimo delle opere di invarianza è pari a 500 m³/ha di superficie impermeabile, ovvero pari

$$w_0 = 500 \cdot 0,62 \cdot \frac{18.976}{10000} = 585 \text{ m}^3$$

La portata massima scaricabile in un corpo superficiale o in fognatura è pari a 20 l/s.ha di superficie impermeabile ovvero pari a:

$$Q_{u,lim} = 20 \cdot 0,62 \cdot 1,8976 = 24 \text{ l/s}$$

Nel caso non siano previsti scarichi in corpi recettori e, pertanto, le acque meteoriche vengono smaltite unicamente per infiltrazione il volume minimo di invarianza w_0 può essere ridotto del 30% e, pertanto, pari a 410 m³.

Per il sito oggetto di intervento sono stati ricavati i dati della curva di possibilità pluviometrica dal sito idro.arpalombardia.it e che si riportano nella pagina seguente.

In particolare, le opere di invarianza idraulica saranno dimensionate per tempo di ritorno T pari a 50 anni e saranno verificati i franchi di sicurezza per 100 anni.

Per durate di pioggia inferiori ad 1 ora la stima dell'altezza di pioggia dev'essere approssimata dalla formula di Bell, che fornisce il fattore di riduzione r in funzione della durata dell'evento D ,

$$r = 0.54D^{0.25} - 0.5$$



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Inveruno*
Coordinate: 188400; 5.040399

Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it> **Linea segnatrice**
Tempo di ritorno (anni) **50**

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30,76
N - Coefficiente di scala 0,3242
GEV - parametro alpha 0,29423
GEV - parametro kappa -0,0191
GEV - parametro epsilon 0,824

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

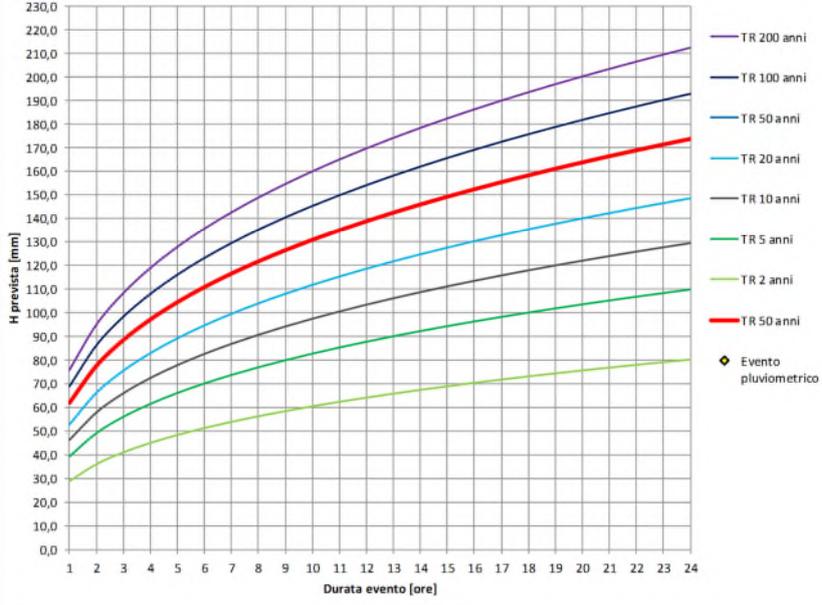
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/isp.pdf>
http://idro.arpa.lombardia.it/manual/ST9A0A_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

| Tr | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 50 |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| WT | 0,93222 | 1,27171 | 1,50056 | 1,72319 | 2,01593 | 2,23874 | 2,46372 | 2,01593131 |
| Durata (ore) | TR 2 anni | TR 5 anni | TR 10 anni | TR 20 anni | TR 50 anni | TR 100 anni | TR 200 anni | TR 50 anni |
| 1 | 28,7 | 39,1 | 46,2 | 53,0 | 62,0 | 68,9 | 75,8 | 62,0100472 |
| 2 | 35,9 | 49,0 | 57,8 | 66,4 | 77,6 | 86,2 | 94,9 | 77,6347193 |
| 3 | 40,9 | 55,9 | 65,9 | 75,7 | 88,5 | 98,3 | 108,2 | 88,5410714 |
| 4 | 44,9 | 61,3 | 72,3 | 83,1 | 97,2 | 107,9 | 118,8 | 97,19634 |
| 5 | 48,3 | 65,9 | 77,8 | 89,3 | 104,5 | 116,0 | 127,7 | 104,488414 |
| 6 | 51,3 | 69,9 | 82,5 | 94,8 | 110,9 | 123,1 | 135,5 | 110,850766 |
| 7 | 53,9 | 73,5 | 86,7 | 99,6 | 116,5 | 129,4 | 142,4 | 116,531369 |
| 8 | 56,3 | 76,8 | 90,6 | 104,0 | 121,7 | 135,1 | 148,7 | 121,686902 |
| 9 | 58,5 | 79,8 | 94,1 | 108,1 | 126,4 | 140,4 | 154,5 | 126,423405 |
| 10 | 60,5 | 82,5 | 97,4 | 111,8 | 130,8 | 145,3 | 159,9 | 130,81636 |
| 11 | 62,4 | 85,1 | 100,4 | 115,3 | 134,9 | 149,8 | 164,9 | 134,921627 |
| 12 | 64,2 | 87,5 | 103,3 | 118,6 | 138,8 | 154,1 | 169,6 | 138,781834 |
| 13 | 65,9 | 89,8 | 106,0 | 121,7 | 142,4 | 158,2 | 174,1 | 142,430335 |
| 14 | 67,5 | 92,0 | 108,6 | 124,7 | 145,9 | 162,0 | 178,3 | 145,893778 |
| 15 | 69,0 | 94,1 | 111,1 | 127,5 | 149,2 | 165,7 | 182,3 | 149,193825 |
| 16 | 70,4 | 96,1 | 113,4 | 130,2 | 152,3 | 169,2 | 186,2 | 152,348352 |
| 17 | 71,8 | 98,0 | 115,7 | 132,8 | 155,4 | 172,5 | 189,9 | 155,372303 |
| 18 | 73,2 | 99,8 | 117,8 | 135,3 | 158,3 | 175,8 | 193,4 | 158,278311 |
| 19 | 74,5 | 101,6 | 119,9 | 137,7 | 161,1 | 178,9 | 196,9 | 161,077166 |
| 20 | 75,7 | 103,3 | 121,9 | 140,0 | 163,8 | 181,9 | 200,2 | 163,77816 |
| 21 | 76,9 | 105,0 | 123,9 | 142,2 | 166,4 | 184,8 | 203,3 | 166,389362 |
| 22 | 78,1 | 106,6 | 125,7 | 144,4 | 168,9 | 187,6 | 206,4 | 168,917831 |
| 23 | 79,2 | 108,1 | 127,6 | 146,5 | 171,4 | 190,3 | 209,4 | 171,369775 |
| 24 | 80,3 | 109,6 | 129,3 | 148,5 | 173,8 | 193,0 | 212,3 | 173,750694 |

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



The graph plots cumulative precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis (0 to 230) against event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis (1 to 24). Multiple curves represent different return periods (TR): 2, 5, 10, 20, 50, 100, and 200 years. The TR 50 anni curve is highlighted in red. A legend indicates that a diamond symbol represents the pluviometric event.

Per quanto riguarda la soggiacenza della falda si è fatto riferimento alla banca dati del Progetto PIA (Piano Infrastrutturale Acquedotti) di CAP, ovvero al valore di minima soggiacenza rilevata negli anni compresi dal 2001 al 2017 che identifica un valore superiore a 20 m dal piano campagna come indicato



Pertanto, stante le buone caratteristiche di permeabilità dei suoli ai sensi dell'art. 5 comma 3 del RR 7/2017 lo smaltimento dei volumi invasati avverrà mediante infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo evitando lo scarico in corpo idrico o in fognatura comunale.

Il sistema di raccolta, ritenzione e infiltrazione sarà organizzato come di seguito illustrato:

- le acque di dilavamento delle superfici delle coperture degli edifici scolastici, palestre, refettori e auditorium, dei parcheggi e delle viabilità carrabili saranno raccolte da una rete e recapitate in sistemi di dispersione costituite da celle in materiale plastico modulari; la prima aliquota delle acque di dilavamento del tetto della palestra delle scuole medie sarà raccolta per successivo riuso per scopi non potabili, ovvero per gli sciacquoni dei w.c. e per l'irrigazione
- le acque di dilavamento delle superfici dei camminamenti di accesso agli edifici e della piazza centrale saranno infiltrate direttamente nelle aiuole/aree verdi che avranno una superficie con quota inferiore rispetto ai camminamenti in modo da garantire una funzione di ritenzione per eventi di tempo di ritorno maggiore

Il volume del sistema di riuso non sarà computato come volume di invarianza in quanto non è garantito il riutilizzo delle acque nelle 48 ore in tutti i giorni dell'anno; tale volume è stato dimensionato comunque sulla base del consumo giornaliero di acqua per sciacquoni WC e irrigazione di 13.120 litri come indicato dai progettisti della parte impiantistica e considerando un massimo di 2 giorni di stoccaggio di detto volume; tale volume sarà ricavato dal diretto scarico delle acque meteoriche di dilavamento della superficie del tetto della palestra delle scuole secondarie sufficiente a garantire il riempimento con frequenza elevata (una pioggia con T = 2 anni di durata 45 min).

Il sistema di riuso comprenderà un pozzo filtrante dotato di filtro in acciaio inox da 0,6 mm e da vasca monoblocco in C.A. di dimensioni 250 x 650 x 250 (H) con capacità di 35 m³ e centralina di distribuzione da installarsi all'interno del locale nel piano interrato della palestra (dovrà essere previsto il funzionamento sotto battente della stessa).

2 Calcolo sistemi di dispersione ad elementi modulari

Per il calcolo del sistema di dispersione si è fatto riferimento allo “Standard DWA-A 138E Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water”.

In particolare, la lunghezza necessaria alla ritenzione e infiltrazione delle acque di pioggia può essere ricavata come:

$$l_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Thr}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{pIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

e il conseguente volume necessario del fosso drenante come:

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot l_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} - Q_{Thr} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

dove:

A_{imp} : area equivalente impermeabile ovvero l’area complessiva dell’intervento ridotta del coefficiente di deflusso medio.

$r_{D(n)}$: coefficiente udometrico espresso in l/s.ha

Q_{Thr} : portata in uscita in l/s, in questo caso posta pari a 0 in quanto non si prevede scarico verso recettori

b_{IT} : larghezza trincea in m

h_{IT} : altezza della trincea in m

s_{pIT} : coefficiente riempimento del volume di accumulo

D : durata dell’evento di pioggia in minuti

f_s : fattore di sovraccarico

k_f : conducibilità in m/s

Per quanto riguarda il sistema di dispersione si è considerato di utilizzare un sistema costituito da celle di elementi modulari plastici per i quali si considera un indice dei vuoti s_{pIT} pari a 0,96.

In fase progettuale è stata fissata la larghezza complessiva dell’elemento disperdente b_{IT} pari a 1,60 m pari a due moduli affiancati, l’altezza dell’elemento h_{IT} pari ad 1 modulo, ovvero 0,66 m considerando una conducibilità dei terreni adiacenti pari a $1 \cdot 10^{-4}$ m/s, valore cautelativo rispetto alle caratteristiche del terreno per tenere un conto di un graduale intasamento del materasso infiltrante.

Il fattore di sovraccarico f_s è stato posto pari a 1,2 per tenere in conto della distribuzione dell’intensità di pioggia non uniforme all’interno della durata D dell’evento.

Per il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale si sono utilizzati i valori consigliati nel “Standard DWA-A 138E Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water”, ovvero 1 per superfici impermeabili, 0,5 per tetti verdi con strato umotico di spessore inferiore a 10 cm e 0,3 per superfici verdi.

Il calcolo è proceduto per ogni sistema di dispersione nell’ipotesi di ignorare cautelativamente gli effetti di trasformazioni afflussi-deflussi e considerando uno ietogramma di progetto costante.

I sistemi di dispersione sono stati divisi in due impianti: uno a servizio degli edifici e aree della scuola elementare e dell’auditorium e uno a servizio degli edifici e aree delle scuole medie.

Per ogni sistema si è proceduto al calcolo della lunghezza della trincea e del volume dell'elemento drenante per diverse durate di pioggia identificando la durata critica D_c per cui si trova il valore di volume massimo necessario.

3 Calcolo aiuole/verde drenanti

Per il calcolo delle aiuole-verde drenante si è fatto riferimento allo "Standard DWA-A 138E Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water".

In particolare, il volume V invasato al di sopra delle aiuole può essere calcolato come:

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} r_{D(n)} - A_p \frac{k_f}{2} \right] D \cdot 60 \cdot f_s$$

dove

A_{imp} : area impermeabile drenata dall'aiuola/area verde.

A_p : area permeabile dell'aiuola/area verde

$r_{D(n)}$: coefficiente udometrico espresso in l/s.ha

k_f : conducibilità in m/s

D : durata dell'evento di pioggia in minuti

f_s : fattore di sovraccarico

Il fattore di sovraccarico f_s è stato posto pari a 1,5 per tenere in conto della distribuzione dell'intensità di pioggia non uniforme all'interno della durata D dell'evento.

Per il calcolo si è considerata una conducibilità dei terreni adiacenti pari a $5 \cdot 10^{-5}$ m/s, valore cautelativo rispetto alle caratteristiche del terreno per tenere un conto di un graduale intasamento del materasso infiltrante.

Il calcolo è stato sviluppato per tre separati sistemi di verde disperdenti: uno inerente le aree verdi dell'area delle scuole primarie, una delle aree verdi della zona piazza centrale e una delle aree verdi dell'area delle scuole secondarie.

Per ogni area si è proceduto al calcolo del volume invasato nell'area verde per diverse durate di pioggia identificando la durata critica D_c per cui si trova il valore di volume massimo necessario, ovvero dividendolo per la superficie dell'area verde il battente massimo d'acqua sulla stessa superficie.

4 Risultati calcolo opere di invarianza idraulica

Di seguito sono riportati i risultati del calcolo per le tre aree in cui è suddiviso il lotto di intervento:

- A. Area scuola elementare
- Calcolo elementi disperdenti:

Le aree considerate per il presente calcolo, ovvero quelle effettivamente drenate dai sistemi disperdenti sono le seguenti:

| <u>Zona A - Scuole primarie</u> | Sup [mq] |
|---|----------|
| Edificio scolastico - tetto verde 20 cm | 1402 |
| Palestra - tetto impermeabile | 618 |
| Refettorio - tetto impermeabile | 386 |
| Parcheggio piccolo | 501 |
| Parcheggio grande | 860 |
| Auditorium - tetto impermeabile | 424 |
| Auditorium - porzione piazza laterale imp | 91 |

Oltre a queste superfici si è considerata anche la superficie verde al di sopra dei singoli elementi filtranti in quanto direttamente drenata dal sistema disperdente procedendo per tentativi e che in questo caso risulta pari a circa 311 m².

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

$$T = 50 \text{ anni: } D_c = 60 \text{ min} \quad V_{IT} = 193,83 \text{ m}^3 \quad l_{IT} = 191,20 \text{ m}$$

$$T = 100 \text{ anni: } D_c = 60 \text{ min} \quad V_{IT} = 215,73 \text{ m}^3 \quad l_{IT} = 212,80 \text{ m}$$

I sistemi di dispersione verranno dimensionati a T = 100 anni in modo che a T = 50 anni sia garantito un funzionamento a non completa saturazione degli elementi disperdenti.

- Calcolo aiuole drenanti cortile interno scuola primaria:

Le aree considerate per il presente calcolo sono le seguenti:

| <u>Zona A - Scuole primarie</u> | Sup [mq] |
|---------------------------------|----------|
| camminamenti cortile interno | 207 |
| verde cortile interno | 484 |

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

$$T = 50 \text{ anni: } D_c = 20 \text{ min} \quad V_{IT} = 7,12 \text{ m}^3 \quad H = 0,015 \text{ m}$$

$$T = 100 \text{ anni: } D_c = 30 \text{ min} \quad V_{IT} = 10,88 \text{ m}^3 \quad H = 0,022 \text{ m}$$

Come si può notare è sufficiente che le aiuole drenanti siano ribassate rispetto ai camminamenti di pochi centimetri.

Nelle fasi successive di progettazione può essere valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato.

- Calcolo aiuola drenante aree verdi nel cortile esterno scuola elementare e auditorium

Le aree considerate per il presente calcolo sono le seguenti:

| <u>Zona A - Scuole primarie</u> | Sup [mq] |
|---------------------------------|----------|
| Auditorium - verde | 161 |
| verde cortile posteriore | 2216 |

Dal totale del verde del cortile posteriore è stata tolta la superficie delle aree verdi poste al di sopra dei sistemi disperdenti per una superficie netta di 2114 m².

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

$$T = 50 \text{ anni: } D_c = 5 \text{ min} \quad V_{IT} = 3,16 \text{ m}^3 \quad H = 0,002 \text{ m}$$

T = 100 anni: Dc = 10 min V_{IT} = 8,46 m³ H = 0,004 m

Come si può notare è sufficiente che le aiuole drenanti siano ribassate rispetto ai camminamenti di pochi millimetri; nelle fasi successive di progettazione può essere valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato.

B. Piazza centrale

- Calcolo aiuola drenante aree verdi nel cortile esterno scuola primaria e auditorium

Le aree considerate per il presente calcolo sono le seguenti:

| <u>Zona B - Piazza centrale</u> | |
|---------------------------------|------|
| Zona pavimentata | 1544 |
| marciapiedi | 213 |
| verde | 1951 |

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

T = 50 anni: Dc = 45 min V_{IT} = 84,79 m³ H = 0,043 m

T = 100 anni: Dc = 60 min V_{IT} = 119,64 m³ H = 0,061 m

Come si può notare è sufficiente che le aiuole drenanti siano ribassate rispetto ai camminamenti di pochi centimetri; nelle fasi successive di progettazione può essere valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato.

C. Area scuola media

- Calcolo elementi disperdenti:

Le aree considerate per il presente calcolo, ovvero quelle effettivamente drenate dal sistema disperdente sono le seguenti:

| <u>Zona C - scuola secondaria</u> | |
|---|------|
| Edificio scolastico - tetto verde 20 cm | 1416 |
| Palestra - tetto impermeabile | 1143 |
| Refettorio - tetto impermeabile | 351 |
| camminamenti cortile posteriore | 985 |
| tribune | 67 |

Oltre a queste superfici si è considerata anche la superficie verde al di sopra dei singoli elementi filtranti in quanto direttamente drenata dal sistema disperdente procedendo per tentativi e che in questo caso risulta pari a circa 300 m².

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

T = 50 anni: D_c = 60 min V_{IT} = 171,58 m³ I_{IT} = 169,25 m

T = 100 anni: D_c = 60 min V_{IT} = 190,54 m³ I_{IT} = 187,96 m

I sistemi di dispersione verranno dimensionati a T = 100 anni in modo che a T = 50 anni sia garantito un funzionamento a non completa saturazione degli elementi disperdenti.

- Calcolo aiuole drenanti cortile interno scuola secondaria:

Le aree considerate per il presente calcolo sono le seguenti:

| <u>Zona C - scuola secondaria</u> | |
|-----------------------------------|-----|
| camminamenti cortile interno | 190 |
| verde cortile interno | 484 |

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

T = 50 anni: $D_c = 20 \text{ min}$ $V_{IT} = 6,41 \text{ m}^3$ H = 0,013 m

T = 100 anni: $D_c = 30 \text{ min}$ $V_{IT} = 9,80 \text{ m}^3$ H = 0,020 m

Come si può notare è sufficiente che le aiuole drenanti siano ribassate rispetto ai camminamenti di pochi centimetri.

Nelle fasi successive di progettazione può essere valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato.

- Calcolo aiuola drenante aree verdi nel cortile esterno scuola elementare e auditorium

Le aree considerate per il presente calcolo sono le seguenti:

| <u>Zona C - scuola secondaria</u> | |
|-----------------------------------|------|
| pista atletica | 384 |
| verde cortile posteriore | 2307 |
| marciapiedi | 591 |

Dal totale del verde del cortile posteriore è stata tolta la superficie delle aree verdi poste al di sopra dei sistemi disperdenti per una superficie netta di 2414m².

L'esito dei calcoli riportati in allegato è il seguente:

T = 50 anni: $D_c = 20 \text{ min}$ $V_{IT} = 29,57 \text{ m}^3$ H = 0,015 m

T = 100 anni: $D_c = 30 \text{ min}$ $V_{IT} = 45,19 \text{ m}^3$ H = 0,023 m

Come si può notare è sufficiente che le aiuole drenanti siano ribassate rispetto ai camminamenti di pochi centimetri; nelle fasi successive di progettazione può essere valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato.

5 Riepilogo portate per T = 50 anni a monte delle strutture di invarianza

Di ogni elemento è stato calcolato il valore di portata per T = 50 anni a monte delle strutture di invarianza corrispondente alla durata critica individuata e che si riassume nella tabella seguente:

| Portate | $Q_{IN} \text{ [l/s]}$ |
|---|------------------------|
| Sistema disperdente scuola primaria | 63 |
| Sistema disperdente scuola secondaria | 56 |
| AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola primaria | 8 |
| AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola primaria | 18 |
| AIUOLA DRENANTE - piazza centrale | 44 |
| AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola secondaria | 8 |
| AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola secondaria | 34 |

6 Verifica del volume opere di invarianza idraulica

Il volume complessivo delle opere di invarianza è pari a 496,37 m³, come da seguente (T = 50 anni) tabella seguente, volume superiore al volume minimo calcolato secondo il RR 7/2017 pari a 422 m³ in quanto previsto lo smaltimento delle acque meteoriche solo attraverso infiltrazione.

| Area | V [mc] |
|--|---------------|
| Sistema disperdente scuola primaria | 193,74 |
| Sistema disperdente scuola secondaria | 171,58 |
| Totale sistemi disperdenti | 365,32 |
| AUOLA DRENANTE - cortile interno scuola primaria | 7,12 |
| AUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola primaria | 3,16 |
| AUOLA DRENANTE - piazza centrale | 84,79 |
| AUOLA DRENANTE - cortile interno scuola secondaria | 6,41 |
| AUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola secondaria | 29,57 |
| Totale aiuole drenanti | 131,05 |
| Totale complessivo | 496,37 |

7 Verifica dei tempi di svuotamento

I volumi di invarianza devono essere svuotati entro le 48 ore per essere disponibili per un successivo evento meteorico.

Il calcolo dei tempi di svuotamento è stato fatto per ogni singolo elemento e riassunto nella tabella seguente:

| Area | t [ore] |
|--|---------|
| Sistema disperdente scuola primaria | 2,92 |
| Sistema disperdente scuola secondaria | 2,92 |
| AUOLA DRENANTE - cortile interno scuola primaria | 0,48 |
| AUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola primaria | 0,02 |
| AUOLA DRENANTE - piazza centrale | 0,48 |
| AUOLA DRENANTE - cortile interno scuola secondaria | 0,15 |
| AUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola secondaria | 0,16 |

8 Verifica dei franchi di sicurezza a T = 100 anni

Per quanto riguarda il sistema di dispersione, come già detto, si è preferito visto la differenza limitata dimensionare il sistema disperdente per T = 100 anni.

Per quanto riguarda le aree verdi, si prevede che le aree verdi siano ribassate rispetto alle superfici dei camminamenti e della piazza centrale di almeno l'altezza derivante dal calcolo per T = 100 anni; nelle fasi progettuali successive nel caso sia valutato di realizzare il ribassamento del verde in modo graduale in modo da garantire il volume di invaso progettato, dovrà essere verificato che con T = 100 anni il massimo livello di invaso non sia superiore al livello delle aree impermeabili drenate.

9 Verifica idraulica delle tubazioni

Si è proceduto alla verifica idraulica delle tombinature di raccolta dei pluviali dell'edificio palestra,

dell'auditorium e dei parcheggi.

Trattandosi di sistemi di drenaggio di acque meteoriche per il calcolo del deflusso afferente a ciascun singolo tratto di fognatura, verrà considerato il solo contributo dovuto alle acque derivanti dalle precipitazioni meteoriche (acque bianche).

Sono descritti nel seguito i criteri base utilizzati per il calcolo specifico del sopraddetto contributo facendo riferimento allo schema di rete di progetto e riportato nel corrispondente elaborato planimetrico.

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA

La valutazione degli apporti meteorici è differente per la verifica della rete di drenaggio e per i sistemi disperdenti.

Le reti drenaggio, infatti, devono essere verificate per possibili valori di portata elevati, generati da eventi brevi e intensi, mentre i sistemi disperdenti sono dimensionati considerando eventi meteorici medio lunghi in cui il volume di invaso è massimizzato – si veda nei paragrafi successivi per il dettaglio.

Il tempo di pioggia, durata critica, considerato per la verifica delle condotte è stato assunto come,

$$\theta_c = T_e + T_r$$

Con,

T_e , tempo di ingresso in rete che convenzionalmente per i casi di idrologia urbana è pari a 5 minuti;

T_r , tempo di corrivazione della rete in condizioni di massimo riempimento (dato dal rapporto tra lunghezza tubatura e velocità a massimo riempimento – considerando la formula di Chézy)

$$T_r = \frac{L_{cond}}{V_r} = \frac{L_{cond}}{\chi \cdot (R \cdot i)^{0.5}}$$

Dove,

L_{cond} , lunghezza della tratta – pari a 110m;

χ , coefficiente di resistenza - $\chi = k_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$;

k_s , coefficiente di Strickler – assunto pari a 90 m^{1/3}s⁻¹

R , raggio idraulico – considerando il massimo riempimento è pari a D/4;

i , pendenza del fondo – pari a 0.2%

Il tempo di rete stimato sono risultati inferiori a 10 minuti, pertanto la durata critica può essere assunta pari a 10 minuti.

Le portate al colmo di piena, utilizzate per verificare le condotte, son state determinate utilizzando il metodo razionale,

$$Q_c = 2.78 \cdot \phi \cdot A \cdot i$$

Con,

2.78, coefficiente di conversione per ottenere il valore di portata in l/s;

ϕ , coefficiente di afflusso – assunto pari a 1, considerata l'impermeabilità delle superfici

A , l'area del bacino drenato in ettari.

CALCOLO IDRAULICO DELLE CONDOTTE

Per il calcolo idraulico delle condotte si è utilizzata la formula di moto uniforme di Chézy con la stima

del coefficiente di conduttanza tramite la formula empirica di Gauckler-Strickler, ovvero:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

A = sezione bagnata (m²);

R = raggio idraulico (m);

i = pendenza della condotta.

Data la portata al colmo Qc per tentativi si è calcolata l'altezza di moto uniforme h₀ e il grado di riempimento della tubazione h₀/D verificando che sia inferiore al massimo ammissibile che per tubazioni di diametro ridotto (fino a 400 mm) è del 50%.

Di seguito la tabella di riepilogo dei risultati ottenuti:

| Ks | T | a | n | Tubazioni: PVC SN8 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|----------------------|-------|--------------------|------|------|------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|----------------|-------|----------------|-------------------|--|
| [m ^{1/3} /s] | [anni] | [mm/h ³] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 50 | 62,01 | 0,32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A | φ | Te | L cond | De | sp | Di | Sez | R | i | Tr | tc | r | h | i _p | Qc | h ₀ | h ₀ /D | |
| | [mq] | [mm] | [min] | [m] | [mm] | [mm] | [mm] | [mq] | [m] | | [min] | [min] | | [mm] | [mm/h] | [l/s] | [m] | | |
| tronco | 1290 | 1 | 5 | 116 | 400 | 11,7 | 377 | 0,1113 | 0,09 | 0,20% | 2,32 | 10,00 | 0,46 | 15,97 | 95,80 | 34,35 | 0,16 | 42% | |
| Edificio palestra | 424 | 1 | 5 | 55 | 250 | 6,2 | 238 | 0,0443 | 0,06 | 0,20% | 1,50 | 10,00 | 0,46 | 15,97 | 95,80 | 11,29 | 0,10 | 41% | |
| Edificio auditorium | 860 | 1 | 5 | 36 | 315 | 9,2 | 297 | 0,0691 | 0,07 | 0,20% | 0,84 | 10,00 | 0,46 | 15,97 | 95,80 | 22,90 | 0,13 | 45% | |
| Park1 | 501 | 1 | 5 | 23 | 250 | 6,2 | 238 | 0,0443 | 0,06 | 0,20% | 0,63 | 10,00 | 0,46 | 15,97 | 95,80 | 13,34 | 0,11 | 47% | |
| Park2 e area refettorio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

10 Verifica dell'incidenza superficie drenante

Con riferimento alla tabella di suddivisione delle superfici si calcola:

- Superficie complessiva drenante: 7.603 m²
- Superficie complessiva: 18.976 m²
- Incidenza superficie drenante: 40%

11 Manutenzione delle opere di invarianza

Nella redazione del Progetto Esecutivo ed in particolare del Piano di Manutenzione dovranno essere ben esplicitate le corrette attività di manutenzione delle opere di Invarianza Idraulica tali da garantire il mantenimento dell'efficienza dei sistemi di dispersione delle acque meteoriche.

Moduli disperdenti

In fase di costruzione deve essere sempre garantito che nessun corpo ed oggetto estraneo entri nei tubi o nei moduli disperdenti. Si richiede particolare attenzione perché, immediatamente dopo la fase di costruzione, è previsto un elevato carico inquinante delle aree collegate.

I primi controlli (e l'eventuale pulizia) dovrebbero avvenire prima della consegna del materiale e subito dopo il completamento del montaggio dell'impianto.

Un'ispezione visiva dell'impianto e dei pozzetti d'immissione, nonché un'ispezione con videocamera, sono raccomandati. Queste ispezioni dovrebbero essere registrate su un libro di manutenzione. Ulteriori controlli, se necessario, dovrebbero avvenire ogni sei mesi per il primo anno di utilizzo. Questi

daranno informazioni utili per gli interventi di pulizia ed ispezione che dovranno essere eseguiti in futuro.

La pulizia della trincea è necessaria soltanto nel caso in cui si rilevino degli accumuli di fango con spessore di almeno 5 cm. Secondo la DWA-A 138 è consigliabile l'ispezione della trincea almeno due volte l'anno, da fare preferibilmente in primavera e in autunno.

Naturalmente in caso di eventi meteorici eccezionali è consigliato un controllo/pulizia della trincea.

Tutti gli interventi precedentemente elencati servono per prevenire che la trincea si sporchi e per garantire che il telo venga periodicamente "rigenerato" al fine di preservare, nel tempo, il suo potere disperdente.

Di norma può essere effettuata una pulizia del sistema di drenaggio attraverso il lavaggio e l'aspirazione dello sporco dal pozzetto di ispezione (per piogge normali difatti lo sporco si ferma nei primi metri di trincea). In caso di forte inquinamento (elevata quantità di sedimenti) dell'area in esame deve essere prevista una pulizia della trincea con un lavaggio ad alta pressione dei canali interni alla trincea.



Per la pulizia con sonda spray si consiglia l'utilizzo di un ugello rotante a 90° con getto d'acqua a 45°.

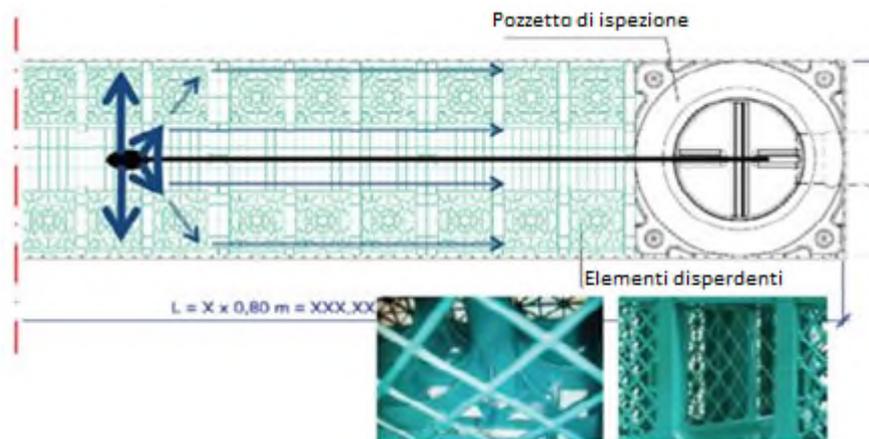
Gli ugelli utilizzati dovranno avere una pressione compresa tra 80 e 120 bar; valori di pressione superiori potrebbero danneggiare il geotessuto.

Esiste inoltre una normativa tedesca (DIN 19523) che definisce la densità di potenza del getto d'acqua con un valore pari a 300 W/mm².



Gli step da seguire sono quindi i seguenti:

- riempire di acqua la trincea;
- lasciare che il flusso d'acqua smuova le particelle bloccate;
- aspirare l'acqua dal sistema;
- in caso di elevato inquinamento della trincea utilizzare un ugello per pulire le griglie interne al sistema ed il geotessile, in modo da eliminare anche particelle più ostinate e poi aspirare l'acqua dal sistema.



Sistemi di drenaggio superficiale

In fase di costruzione deve essere sempre garantito che nessun corpo ed oggetto estraneo entri nelle caditoie, nei disoleatori e nelle tubazioni. Si richiede particolare attenzione perché, immediatamente dopo la fase di costruzione, è previsto un elevato carico inquinante delle aree collegate.

I primi controlli (e l'eventuale pulizia) dovrebbero avvenire prima della consegna del materiale e subito dopo il completamento del montaggio delle reti.

Successivamente si dovrà provvedere ad un'ispezione almeno ogni sei mesi delle caditoie, dei disoleatori e dei pozzetti di ispezione per verificare la presenza di sedimenti che portino ad un progressivo intasamento della rete di drenaggio; per quanto riguarda le caditoie pluviali è importante verificare l'assenza di asfalto colato all'interno nel corso di esecuzione dell'asfaltatura delle superfici o nel periodo autunnale di foglie che comporti una completa occlusione delle griglie superficiali.

Nel caso si rilevi la presenza eccessiva di materiale all'interno di condotte si dovrà intervenire mediante spurgo e successiva videospezione delle condotte operando dai pozzetti di ispezione previsti.

Aiuole drenanti

Per questa tipologia di opere non si richiedono particolari operazioni di verifica se non un monitoraggio degli strati superficiali del terreno per controllare che non si riduca la capacità filtrante dello stesso; in particolare il mantenimento del prato erboso concorre a preservare le caratteristiche di permeabilità del suolo e sarà pertanto necessario intervenire con irrigazione dello stesso nei periodi di maggiore siccità.

Nel caso si verifichi un intasamento degli strati superficiali si dovrà intervenire con operazioni di areazione e scarnificazione in caso di deperimento più gravi; in casi estremi si deve prevedere un rifacimento delle aiuole asportando il terreno di coltivo con successivo rifacimento del manto erboso.

Nel caso di eventi particolarmente intensi si dovrà provvedere ad un'ispezione visiva delle aiuole onde verificare la necessità di intervento.

12 Prescrizioni per le opere a verde

In corrispondenza della sezione di scavo degli elementi disperdenti il terreno di coltivo dovrà essere per composizione e granulometria classificato come "terra fine", con rapporto argilla/limo/sabbia definito di "medio impasto" ed avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto di scheletro (particelle con diametro superiore a 2 mm) inferiore al 20 % del volume totale;
- pH compreso tra 6 e 7,8;
- sostanza organica non inferiore al 2% (in peso secco)
- ridotta presenza di sementi di erbe infestanti, di radici o rami che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche.

Il terreno dovrà, inoltre, contenere gli elementi minerali (macro e micro-elementi), essenziali per la vita delle piante, in giusta proporzione.

Dovrà essere evitato l'impianto di specie a portamento arboreo per una distanza di 3 m dal tracciato della rete di drenaggio. Le specie, sia erbacee che a portamento arbustivo, dovranno essere resistenti a periodi di siccità ovvero è consigliabile prevedere un impianto di irrigazione.

Nelle aiuole drenanti nella piazza centrale, dal momento che lo spessore di terreno utile alla coltivazione è ridotto a pochi centimetri (10) e poggia su uno strato di suolo fortemente alterato e compattato e sul quale non è possibile intervenire con lavorazioni meccaniche, occorre prevedere soluzioni specifiche per il corretto sviluppo della copertura verde.

In particolare, si prevede di:

- scegliere soluzioni che prevedono l'impianto di specie rustiche, con portamento erbaceo e arbustivo, con apparati radicali robusti in grado di approfondirsi in substrati compatti e resistere a condizioni di saturazione del suolo;
- prevedere un opportuno impianto di irrigazione e sistemi di pacciamatura.

In alternativa, si dovrà prevedere l'installazione di aiuole rialzate, mantenendo comunque il volume dei vuoti necessari ai requisiti di laminazione e un opportuno strato di materiale inerte con funzione protettiva e drenante.

L'area oggetto di intervento ricade nella zona infestata dall'*Anoplophora chinensis* (Tarlo asiatico) così come riportato nell'Allegato 1 al D.d.u.o. 1 ottobre 2019 n. 13905 "*Misure fitosanitarie e delimitazione del territorio della Regione Lombardia in applicazione del decreto ministeriale 12 ottobre 2012. Misure d'emergenza per impedire l'introduzione e la diffusione di Anoplophora chinensis (forster) nel territorio della Repubblica italiana*".

In particolare, "è fatto divieto di messa a dimora all'interno delle zone infestate di piante appartenenti alle seguenti specie: *Acer spp.*, *Aesculus hippocastanum*, *Alnus spp.*, *Betula spp.*, *Carpinus spp.*, *Citrus spp.*, *Cornus spp.*, *Corylus spp.*, *Cotoneaster spp.*, *Crataegus spp.*, *Fagus spp.*, *Lagerstroemia spp.*, *Malus spp.*, *Platanus spp.*, *Populus spp.*, *Prunus laurocerasus*, *Pyrus spp.*, *Rosa spp.*, *Salix spp.* e *Ulmus spp.*".

Di seguito si riporta l'elenco delle piante consigliate dalla Regione Lombardia e da ERSAF, secondo il piano di controllo *Anoplophora chinensis* (tarlo asiatico):

ALBERI: *Castanea sativa* (castagno), *Cedrus* spp. (cedri), *Cercis siliquastrum* (albero di Giuda), *Celtis australis* (bagolaro, spaccasassi), *Cupressus* spp. (cipressi), *Fraxinus* spp. (frassini), *Ginkgo biloba* (ginkgo), *Gleditsia triacanthos* (gleditsia), *Juglans regia* (noce), *Liquidambar styraciflua* (liquidambar), *Liriodendron tulipifera* (liriodendron), *Magnolia* spp. (magnolie), *Olea europaea* (ulivo), *Paulownia tomentosa* (paulonia), *Pinus* spp. (pini), *Prunus avium* (ciliegio), *Prunus padus* (pruno pado), *Quercus palustris* (quercia di palude), *Quercus rubra* (quercia rossa), *Robinia pseudoacacia* (robinia), *Sophora japonica* (sofora), *Taxus baccata* (tasso), *Tilia cordata* (tiglio).

ARBUSTI: *Arbutus unedo* (corbezzolo), *Buxus sempervirens* (bosso), *Cornus* spp. (corniolo, sanguinello), *Cytisus scoparius* (ginestra), *Euonymus europaeus* (evonimo), *Forsythia* spp. (forsizie), *Frangula alnus* (frangola), *Ilex aquifolium* (agrifoglio), *Laurus nobilis* (alloro), *Ligustrum vulgare* (ligustro), *Nerium oleander* (oleandro), *Prunus spinosa* (prugnolo), *Pyracantha coccinea* (piracanta), *Punica granatum* (melograno), *Rhamnus catharticus* (spincervino), *Sambucus nigra* (sambuco), *Spirea* spp. (spiree), *Viburnum* spp. (viburni), *Wistaria sinensis* (glicine).

Allegato 1

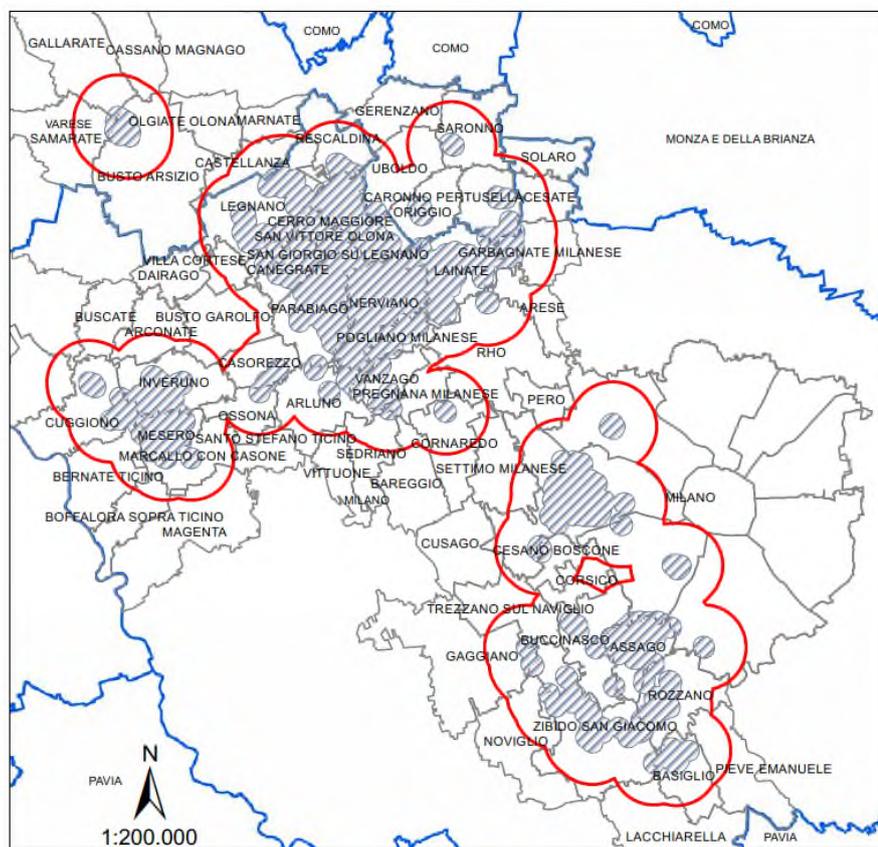


Regione Lombardia

Servizio Fitosanitario
Focolaio *Anoplophora chinensis*
Provincia Varese Milano

Legenda

-  Zona infestata
-  Zona cuscinetto
-  Municipi
-  limiti comunali
-  limiti provinciali



Con riferimento alla “TAV 3 – Opere a Verde” si prevede la messa a dimora delle essenze elencate nella tabella seguente suddivise tra alberi, arbusti e rampicanti.

Gli arbusti andranno messi a dimora in gruppi di tre mentre i rampicanti ogni 5 m circa; nell'area occupata dai cespugli nell'attesa che coprano l'intera superficie e non ne abbiano più bisogno, è prevista la copertura con tessuto-non tessuto permeabile e sopra del cippato come pacciamatura.

Gli alberi dovranno avere altezza non inferiore a due metri e mezzo, non cimati e di buona conformazione; il materiale di scavo per la messa a dimora delle piante è previsto conferito a pubblica discarica.

Gli arbusti devono essere di almeno tre anni ed essere stati trapiantati almeno una volta.

Le rampicanti dovranno essere in vaso da ¾ anni ed avere 4/5 fusti.

Per la formazione del prato si dovrà utilizzare un miscuglio molto resistente al calpestio.

Elenco delle essenze:

| rif | ALBERI | Quantità |
|-----|--|----------|
| 1 | Pterocarya fraxinifolia (noce del Caucaso) | 1 |
| 2 | Tilia cordata (tiglio selvatico) | 1 |
| 3 | Quercus cerris (cerro) | 1 |
| 4 | Gleditsia triacanthos (spino di Giuda) | 2 |
| 5 | Cercis siliquastrum (albero di Giuda) | 2 |
| 6 | Fraxinus Ornus (orniello) | 3 |
| 7 | Liquidambar styraciflua (liquidambar) | 3 |
| 8 | Magnolia denudata | 2 |
| 9 | Magnolia stellata | 2 |
| 10 | Magnolia soulangeana | 2 |
| 11 | Quercus pubescens | 2 |
| 12 | Sophora japonica (sofora) | 1 |
| 13 | Ilex aquifolium (agrifoglio) | 1 |
| | ARBUSTI (siepi miste perimetrali) | |
| 14 | Calicanto | 6 |
| 15 | Ligustrum japonicum (ligustro) | 6 |
| 16 | Osmanthus fragrans | 6 |
| 17 | Spiraea spp. (spiree varietà) | 36 |
| 18 | Viburnum lantana | 6 |
| 19 | Viburnum carlesii | 6 |
| 20 | Viburnum bodnantense | 6 |
| 21 | Viburnum opulus | 6 |
| 22 | Buddleja dalternifolia | 6 |
| 23 | Frangula alnus (frangola) | 6 |
| 24 | Philadelphus coronarius | 6 |
| | RAMPICANTI (100 metri lineari) | |
| 26 | Wistaria sinensis | 3 |
| 27 | Lonicera caprifolium | 3 |
| 28 | Clematis armandii | 3 |
| 29 | Akebia quinata | 3 |
| 30 | Gelsomino di san Giuseppe | 3 |
| 31 | Rhyncospermum jasminoides | 3 |
| 32 | Passiflora edulis | 3 |

Si allegano schede delle essenze previste.

13 Stima delle opere

Nella redazione del computo metrico estimativo delle opere di invarianza si sono assunti i prezzi unitari del Prezziario Regionale delle Opere Pubbliche della Regione Lombardia edizione 2019 e del Prezziario CAP 2019 Allegato C alla Delib. 3 della Conferenza dei Comuni del 30/10/2018 dell'ATO Città Metropolitana di Milano.

Per le opere particolari, a titolo d'ulteriore riscontro, si sono assunte informazioni presso qualificate ditte del ramo e visionato specifici preventivi, effettuando delle analisi specifiche sui prezzi.

Dicembre 2019

IL PROGETTISTA

(Ing. Marco Callerio)

14 ALLEGATI

- Fogli di calcolo Elementi disperdenti e aiuole/verde drenanti
- Fogli di calcolo Verifiche idrauliche tubazioni
- Tavole Grafiche:
 - o TAV. 01 – Planimetria opere di Invarianza Idraulica Scuola Primaria
 - o TAV. 02 – Particolari costruttivi opere di Invarianza Idraulica
 - o TAV. 03 – Planimetria opere a verde

Elemento: SISTEMA DISPONENTE zona A - Scuole primarie

Tempo di ritorno T = 50 anni

| | | | | |
|-------------------------------|---------|---|---|--------------|
| Parametro a pioggia | > 1 ora | a | = | 62,01005 |
| Parametro n pioggia | > 1 ora | n | = | 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | | k | = | 0,0001 m/sec |
| Superficie | | S | = | 3 674 mq |
| Impermeabile | 1 | | = | 2 880 mq |
| tetti verdi | 0,5 | | = | 1 402 mq |
| Permeabile | 0,3 | | = | 311 mq |

coefficiente volume di accumulo $s_{IT} = 0,96$

| | |
|------------------------|--------------------|
| Larghezza trincea | $b_{IT} = 1,6$ m |
| Numero di strati | $N = 1$ |
| Altezza singolo modulo | $h'_{IT} = 0,66$ m |
| Altezza trincea | $h_{IT} = 0,66$ m |

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = -$ l/sec |
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = 0$ l/sec*ha |
| Fattore di sovraccarico | $f_s = 1,2$ |

Volume di accumulo richiesto $V_{Sw} = 193,74$ mc

Volume ottenuto $V = 193,83$ mc

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo) $S_{disp} = 369,02$ mq

Tempo di svuotamento $t = 2,92$ ore

Velocità di infiltrazione $Q_s = 18,45$ l/sec

Portata in ingresso opera invarianza $Q_{IN} = 63$ l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

| Durata pioggia D | r | $r_{D(n)}$ l/(s*ha) | V_{IT} mc | L m |
|------------------|------------|---------------------|-------------|--------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 36,32 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 65,88 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 89,01 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 108,11 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 138,35 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 171,06 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | 193,74 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | 192,86 |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | 187,83 |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | 174,78 |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | 162,03 |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | 140,96 |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | 118,58 |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | 103,11 |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | 83,06 |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | 70,48 |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | 46,25 |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | 35,25 |

Lunghezza richiesta L = 191,11 m

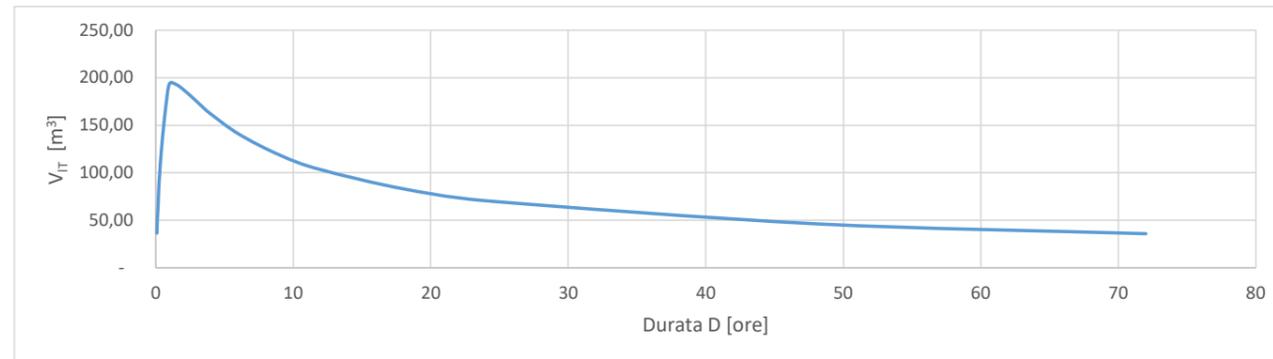
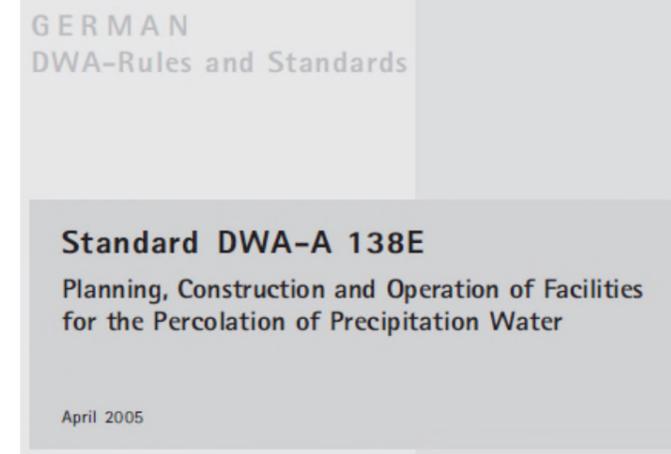
arrotondato a L = 191,20 m

STEP 1

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot S_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

STEP 2

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: SISTEMA DISPONENTE zona A - Scuole primarie

Tempo di ritorno T = 100 anni

| | | | | |
|-------------------------------|---------|---|---|--------------|
| Parametro a pioggia | > 1 ora | a | = | 68,86375 |
| Parametro n pioggia | > 1 ora | n | = | 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | | k | = | 0,0001 m/sec |
| Superficie | | S | = | 3 674 mq |
| Impermeabile | 1 | | = | 2 880 mq |
| tetti verdi | 0,5 | | = | 1 402 mq |
| Permeabile | 0,3 | | = | 311 mq |

coefficiente volume di accumulo $s_{IT} = 0,96$

| | |
|------------------------|--------------------|
| Larghezza trincea | $b_{IT} = 1,6$ m |
| Numero di strati | $N = 1$ |
| Altezza singolo modulo | $h'_{IT} = 0,66$ m |
| Altezza trincea | $h_{IT} = 0,66$ m |

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = -$ l/sec |
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = 0$ l/sec*ha |
| Fattore di sovraccarico | $f_s = 1,2$ |

Volume di accumulo richiesto $V_{Sw} = 215,15$ mc

Volume ottenuto $V = 215,73$ mc 66 229 €

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo) $S_{disp} = 410,70$ mq

Tempo di svuotamento $t = 2,92$ ore

Velocità di infiltrazione $Q_s = 20,54$ l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

| Durata pioggia D | r | $r_{D(n)}$ l/(s*ha) | V_{IT} mc | L m |
|------------------|------------|---------------------|-------------|--------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 40,33 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 73,16 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 98,84 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 120,06 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 153,64 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 189,96 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 215,15 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | 214,18 |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | 208,59 |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | 194,09 |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | 179,94 |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | 156,54 |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | 131,68 |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | 114,50 |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | 92,24 |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | 78,27 |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | 51,36 |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | 39,15 |

Lunghezza richiesta L = 212,23 m

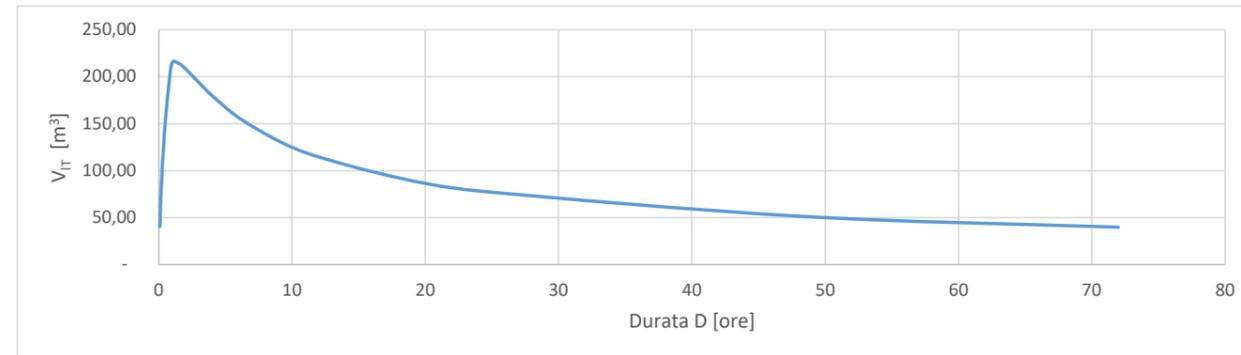
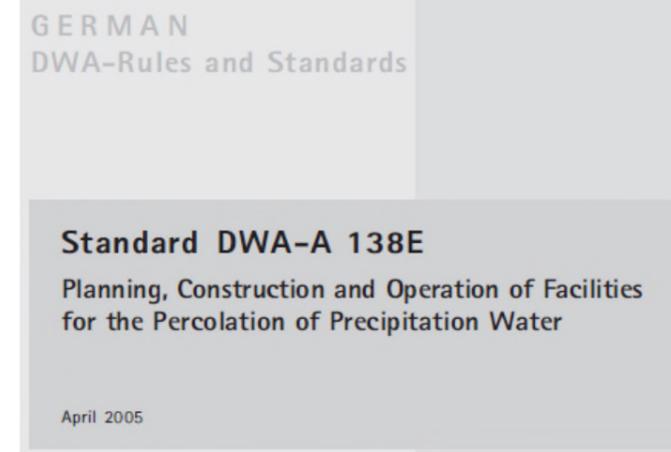
arrotondato a L = 212,80 m

STEP 1

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

STEP 2

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola primaria

STEP 1

| | | |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Tempo di ritorno | T = 50 | anni |
| Parametro a pioggia | > 1 ora | a = 62,01005 |
| Parametro n pioggia | > 1 ora | n = 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | | k = 0,00005 m/sec |
| Superficie impermeabile | A _{imp} = | 207 mq |
| Impermeabile | 1 | = 207 mq |
| semipermeabile | 0,7 | = - mq |
| Permeabile | 0,3 | A _p = 484 mq |
| Fattore di sovraccarico | f _s = | 1,5 |
| Volume di accumulo richiesto | V _{sw} = | 7,12 mc |
| Volume ottenuto | V = | 7,12 mc |
| Superficie disperdente utile | S _{disp} = | 484,00 mq |
| Tempo di svuotamento | t = | 0,16 ore |
| Velocità di infiltrazione | Q _s = | 12,10 l/sec |
| Portata in ingresso opera invarianza | Q _{IN} = | 8 |

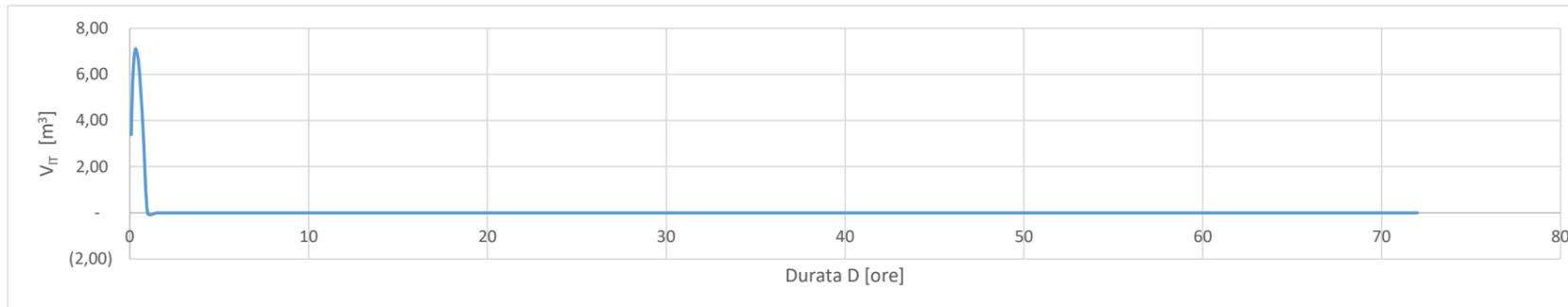
| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} l/(s*ha) | V _{IT} mc | L m |
|---------------------|------------|-------------------------------|-----------------------|--------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 3,39 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 5,66 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 6,74 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 7,12 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 6,54 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 3,61 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | - |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | - |

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Alteza richiesta H = 0,015 m



GERMAN
DWA-Rules and Standards

Standard DWA-A 138E
Planning, Construction and Operation of Facilities
for the Percolation of Precipitation Water

April 2005

Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola primaria

STEP 1

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Tempo di ritorno | T = 100 | anni |
| Parametro a pioggia > 1 ora | a = | 68,86375 |
| Parametro n pioggia > 1 ora | n = | 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | k = | 0,00005 m/sec |
| Superficie impermeabile | A _{imp} = | 207 mq |
| Impermeabile | 1 = | 207 mq |
| semipermeabile | 0,7 = | - mq |
| Permeabile | 0,3 A _p = | 484 mq |
| Fattore di sovraccarico | f _s = | 1,5 |
| Volume di accumulo richiesto | V_{sw} = | 10,88 mc |
| Volume ottenuto | V = | 10,88 mc |
| Superficie disperdente utile | S _{disp} = | 484,00 mq |
| Tempo di svuotamento | t = | 0,25 ore |
| Velocità di infiltrazione | Q _s = | 12,10 l/sec |

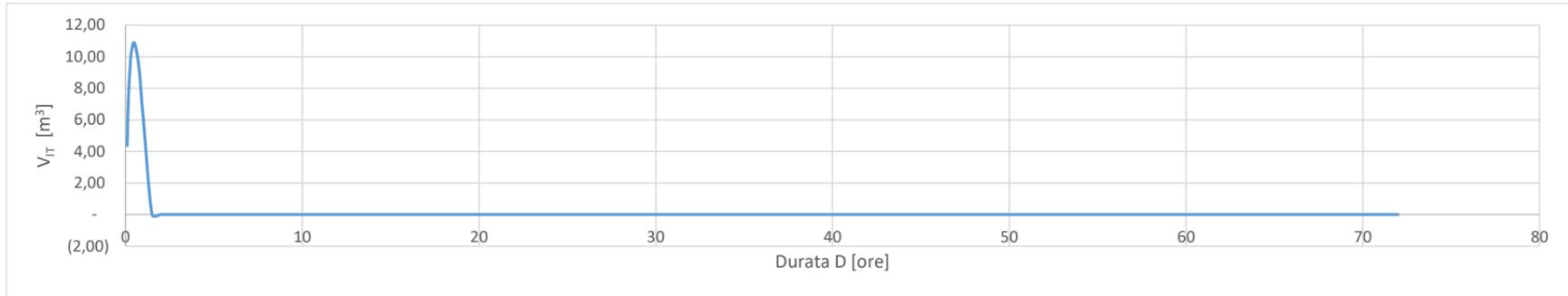
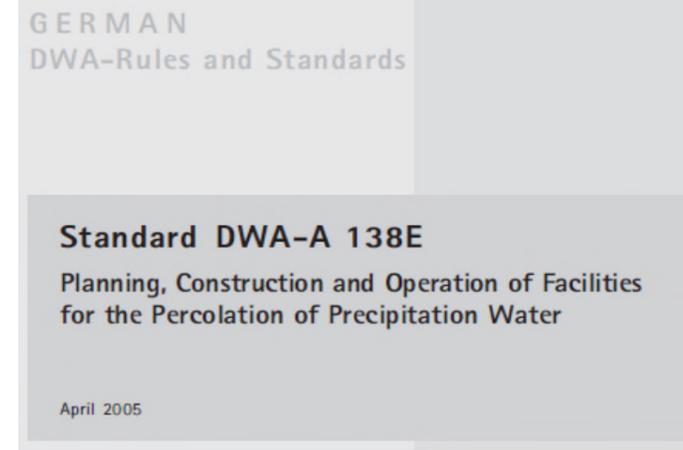
| Durata pioggia | | r | r _{D(n)} | V _{IT} | L |
|----------------|------------|------|-------------------|-----------------|-------|
| D | D | | I/(s*ha) | mc | m |
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 4,36 | 0,009 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 7,49 | 0,015 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 9,29 | 0,019 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 10,31 | 0,021 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 10,88 | 0,022 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 9,42 | 0,019 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 6,04 | 0,012 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | - | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | - | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | - | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | - | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | - | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | - | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | - | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | - | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | - | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | - | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | - | - |

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Alteza richiesta H = 0,022 m



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola primaria

STEP 1

Tempo di ritorno T = 50 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 62,01005
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = - mq
 Impermeabile 1 = - mq
 semipermeabile 0,7 = - mq
 Permeabile 0,3 Ap = 2 066 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 3,16 mc

Volume ottenuto V = 3,16 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 2 066,00 mq

Tempo di svuotamento t = 0,02 ore

Velocità di infiltrazione Qs = 51,65 l/sec

Portata in ingresso opera invarianza Qin = 18 l/sec

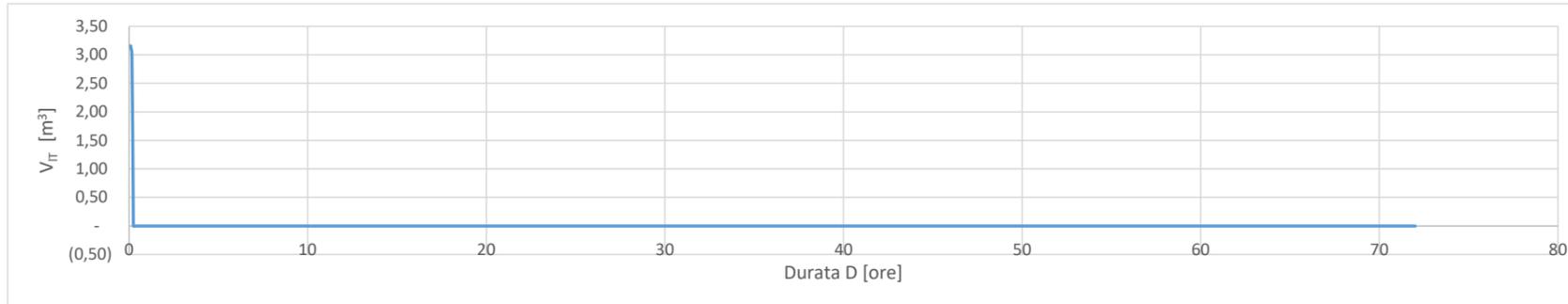
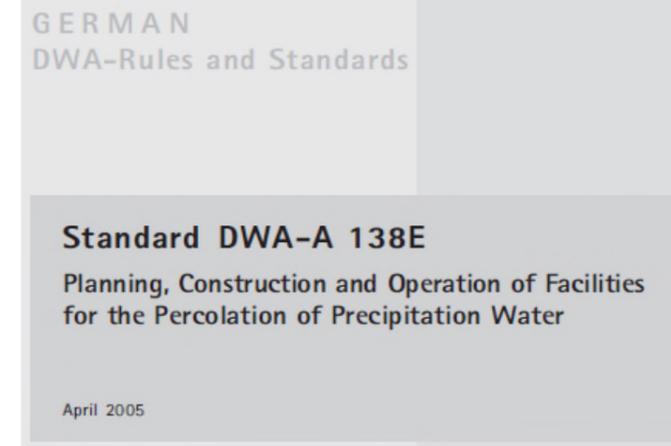
| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{IT} mc | L m |
|------------------|------------|----------------------------|--------------------|------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 3,16 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 2,99 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | - |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | - |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | - |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | - |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | - |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | - |

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf / 2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Altezza richiesta H = 0,002 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola primaria

STEP 1

Tempo di ritorno T = 100 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 68,86375
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = - mq
 Impermeabile 1 = - mq
 semipermeabile 0,7 = - mq
 Permeabile 0,3 Ap = 2 066 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 8,46 mc

Volume ottenuto V = 8,46 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 2 066,00 mq

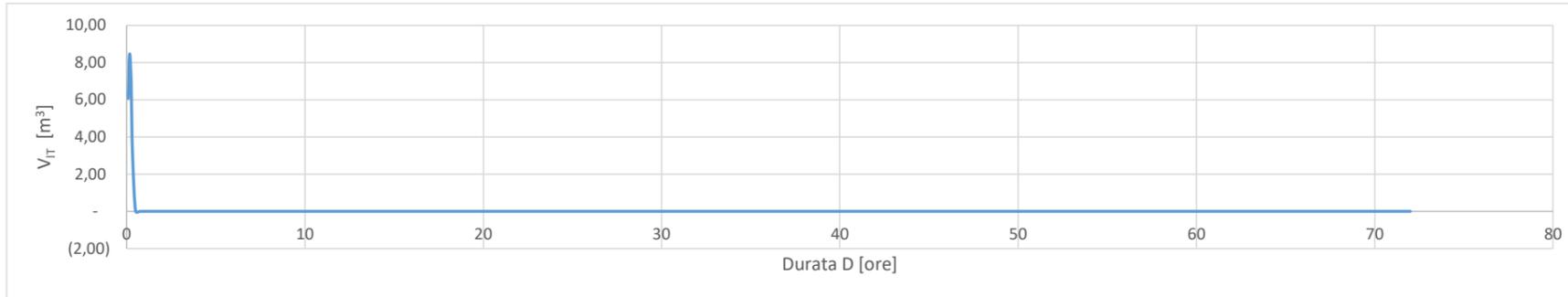
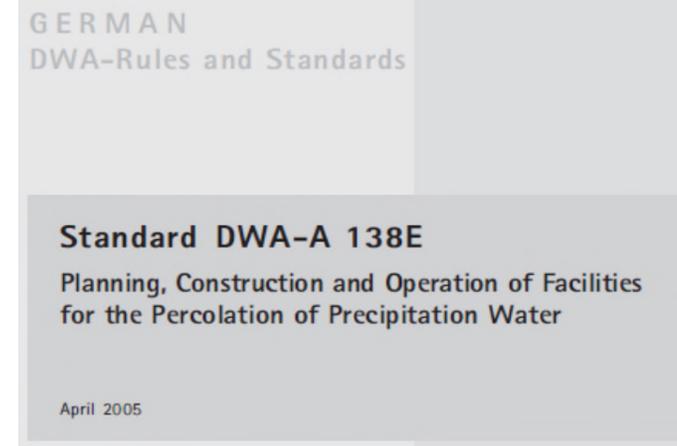
Tempo di svuotamento t = 0,05 ore $te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$

Velocità di infiltrazione Qs = 51,65 l/sec $\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$

| Durata pioggia | | r | r _{D(n)} | V _{IT} | L |
|----------------|------------|------|-------------------|-----------------|-------|
| D | D | | I/(s*ha) | mc | m |
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 6,08 | 0,003 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 8,46 | 0,004 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 6,89 | 0,003 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 2,98 | 0,001 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | - | - |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | - | - |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | - | - |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | - | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | - | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | - | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | - | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | - | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | - | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | - | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | - | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | - | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | - | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | - | - |

Alteza richiesta H = 0,004 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - piazza centrale

STEP 1

Tempo di ritorno T = 50 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 62,01005
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = 1757 mq
 Impermeabile 1 = 1757 mq
 semipermeabile 0,7 = - mq
 Permeabile 0,3 Ap = 1951 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 84,79 mc

Volume ottenuto V = 84,79 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 1951,00 mq

Tempo di svuotamento t = 0,48 ore

Velocità di infiltrazione Qs = 48,78 l/sec

Portata in ingresso opera invarianza Qin = 44 l/sec

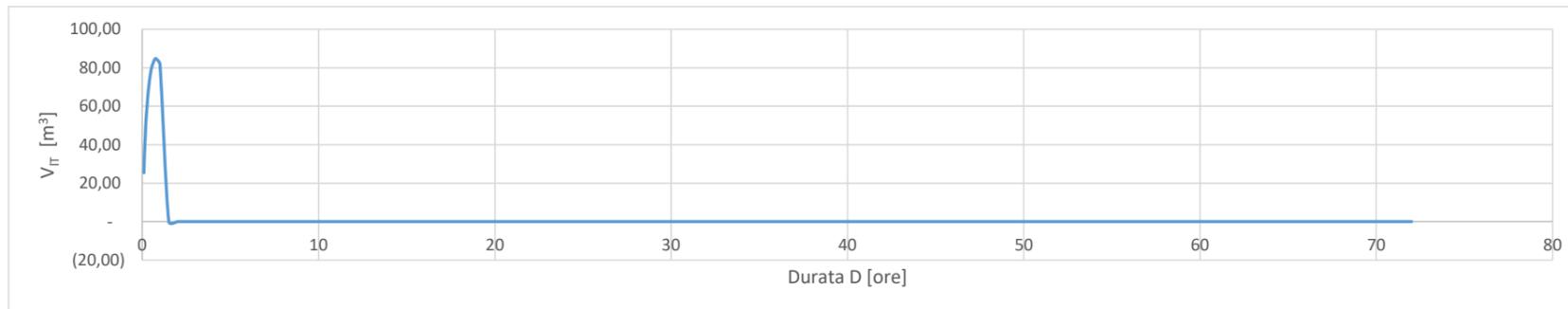
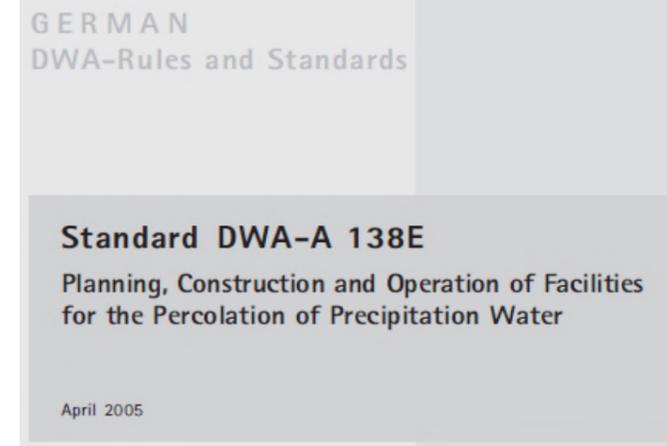
| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{IT} mc | L m |
|------------------|------------|----------------------------|--------------------|-------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 0,013 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 0,023 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 0,030 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 0,034 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 0,040 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 0,043 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | 0,042 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | - |

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf / 2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Altezza richiesta H = 0,043 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - piazza centrale

STEP 1

Tempo di ritorno T = 100 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 68,86375
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = 1757 mq
 Impermeabile 1 = 1757 mq
 semipermeabile 0,7 = - mq
 Permeabile 0,3 Ap = 1951 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 119,64 mc

Volume ottenuto V = 119,64 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 1951,00 mq

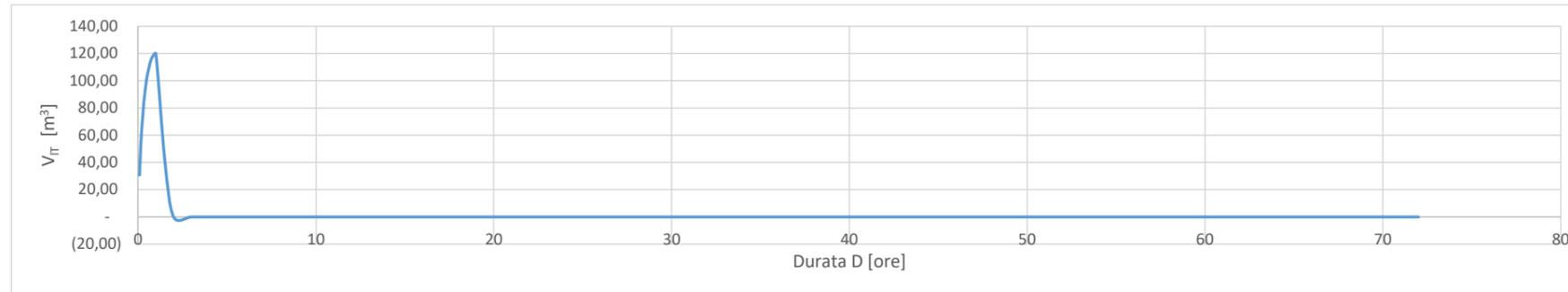
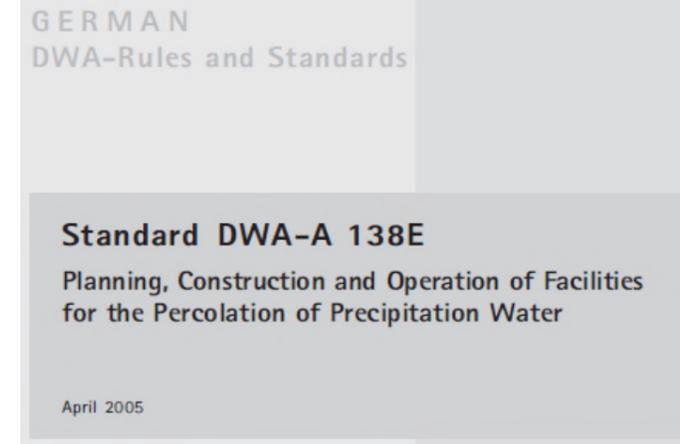
Tempo di svuotamento t = 0,68 ore $te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$

Velocità di infiltrazione Qs = 48,78 l/sec $\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$

| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{ir} mc | L m |
|---------------------|------|----------------------------|--------------------|-------|
| 5 min 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 30,67 | 0,016 |
| 10 min 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 54,72 | 0,028 |
| 15 min 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 71,66 | 0,037 |
| 20 min 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 84,41 | 0,043 |
| 30 min 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 101,98 | 0,052 |
| 45 min 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 116,00 | 0,059 |
| 60 min 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 119,64 | 0,061 |
| 90 min 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | 41,75 | 0,021 |
| 120 min 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | - | - |
| 180 min 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | - | - |
| 240 min 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | - | - |
| 360 min 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | - | - |
| 540 min 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | - | - |
| 720 min 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | - | - |
| 1080 min 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | - | - |
| 1440 min 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | - | - |
| 2880 min 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | - | - |
| 4320 min 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | - | - |

Alteza richiesta H = 0,061 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: SISTEMA DISPONENTE zona C - Scuole secondarie

Tempo di ritorno T = 50 anni

| | | | | |
|-------------------------------|---------|---|---|--------------|
| Parametro a pioggia | > 1 ora | a | = | 62,01005 |
| Parametro n pioggia | > 1 ora | n | = | 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | | k | = | 0,0001 m/sec |
| Superficie | | S | = | 3 254 mq |
| Impermeabile | 1 | | = | 2 287 mq |
| tetti verdi | 0,5 | | = | 1 754 mq |
| Permeabile | 0,3 | | = | 300 mq |

coefficiente volume di accumulo $s_{IT} = 0,96$

| | |
|------------------------|--------------------|
| Larghezza trincea | $b_{IT} = 1,6$ m |
| Numero di strati | $N = 1$ |
| Altezza singolo modulo | $h'_{IT} = 0,66$ m |
| Altezza trincea | $h_{IT} = 0,66$ m |

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = -$ l/sec |
| Accelerazione del deflusso | $Q_{Thr} = 0$ l/sec*ha |
| Fattore di sovraccarico | $f_s = 1,2$ |

Volume di accumulo richiesto $V_{Sw} = 171,58$ mc

Volume ottenuto $V = 171,93$ mc

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo) $S_{disp} = 327,33$ mq

Tempo di svuotamento $t = 2,92$ ore

Velocità di infiltrazione $Q_s = 16,37$ l/sec

Portata in ingresso opera invarianza $Q_{IN} = 56$ l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right] * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]}$$

| Durata pioggia D | r | $r_{D(n)}$ I/(s*ha) | V_{IT} mc | L m |
|---------------------|------|---------------------|-------------|--------|
| 5 min 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 32,17 | 31,73 |
| 10 min 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 58,35 | 57,55 |
| 15 min 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 78,82 | 77,75 |
| 20 min 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 95,74 | 94,44 |
| 30 min 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 122,53 | 120,86 |
| 45 min 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 151,49 | 149,43 |
| 60 min 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | 171,58 | 169,25 |
| 90 min 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | 170,80 | 168,48 |
| 120 min 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | 166,34 | 164,08 |
| 180 min 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | 154,78 | 152,68 |
| 240 min 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | 143,50 | 141,55 |
| 360 min 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | 124,84 | 123,14 |
| 540 min 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | 105,01 | 103,59 |
| 720 min 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | 91,31 | 90,07 |
| 1080 min 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | 73,56 | 72,56 |
| 1440 min 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | 62,42 | 61,57 |
| 2880 min 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | 40,96 | 40,40 |
| 4320 min 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | 31,65 | 31,22 |

Lunghezza richiesta L = 169,25 m

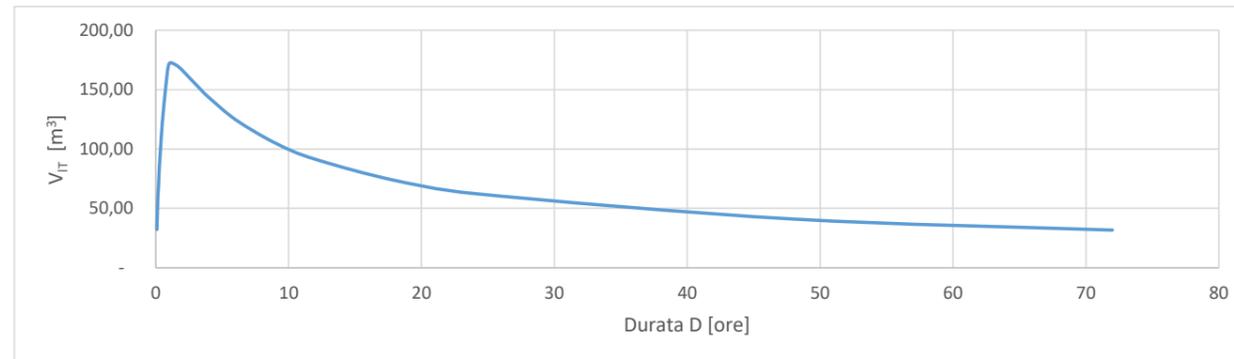
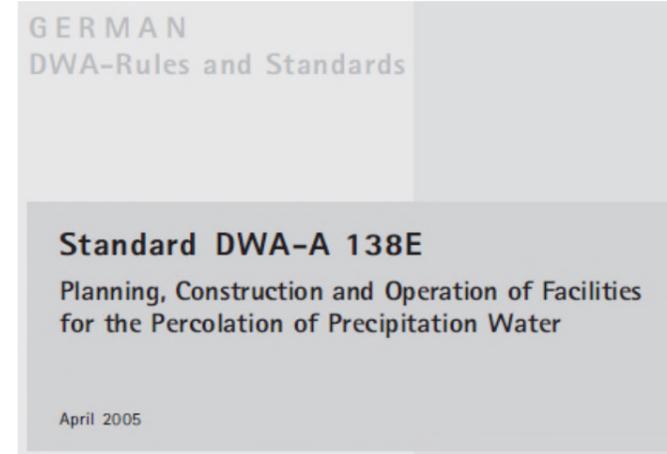
arrotondato a L = 169,60 m

STEP 1

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot S_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

STEP 2

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: SISTEMA DISPONENTE

Tempo di ritorno T = 100 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 68,86375
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,0001 m/sec
 Superficie S = 3 254 mq
 Impermeabile 1 = 2 287 mq
 tetti verdi 0,5 = 1 754 mq
 Permeabile 0,3 = 300 mq

coefficiente volume di accumulo s_{IT} = 0,96

Larghezza trincea b_{IT} = 1,6 m
 Numero di strati N = 1
 Altezza singolo modulo h'_{IT} = 0,66 m
 Altezza trincea h_{IT} = 0,66 m

Accelerazione del deflusso Q_{Thr} = - l/sec
 Accelerazione del deflusso Q_{Thr} = 0 l/sec*ha
 Fattore di sovraccarico f_s = 1,2

Volume di accumulo richiesto V_{Sw} = 190,54 mc

Volume ottenuto V = 190,59 mc 58 510 € 124 739 €

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo) S_{disp} = 362,84 mq

Tempo di svuotamento t = 2,92 ore

Velocità di infiltrazione Q_s = 18,14 l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{IT} mc | L m |
|------------------|------------|----------------------------|--------------------|--------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 35,24 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 63,91 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 86,35 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 104,88 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 134,22 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 165,95 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 187,96 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | 187,10 |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | 182,22 |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | 171,89 |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | 157,19 |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | 136,63 |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | 116,62 |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | 101,41 |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | 81,69 |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | 69,32 |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | 45,48 |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | 34,67 |

Lunghezza richiesta L = 187,96 m

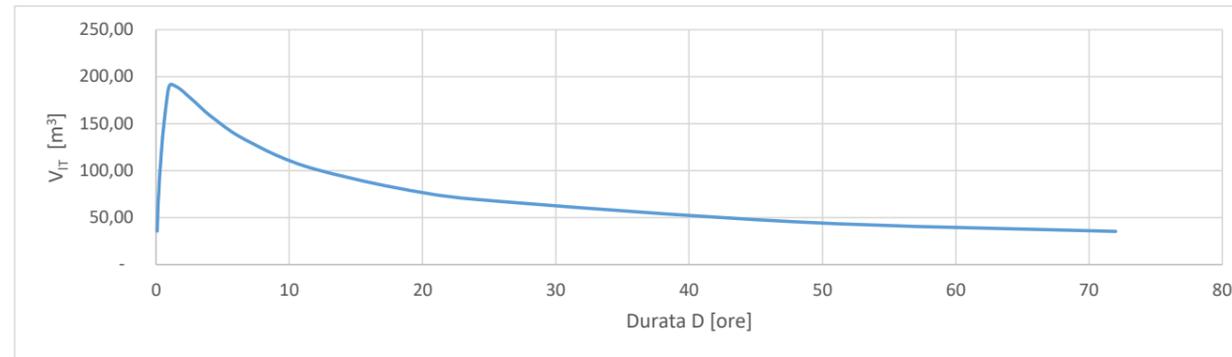
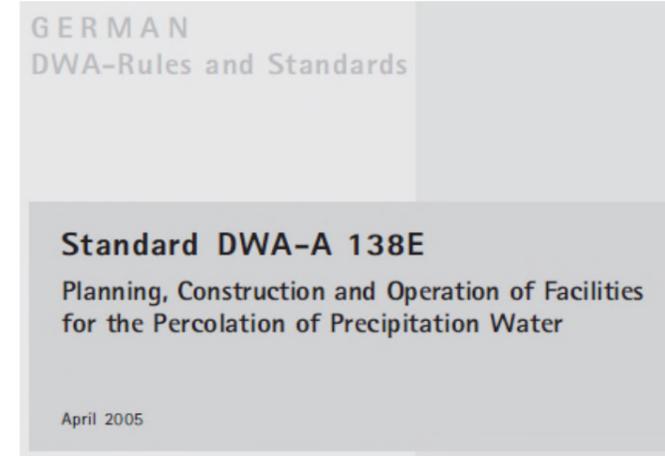
arrotondato a L = 188,00 m

STEP 1

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

STEP 2

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola secondaria

STEP 1

Tempo di ritorno T = 50 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 62,01005
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = 190 mq
 Impermeabile 1 = 190 mq
 semipermeabile 0,7 = - mq
 Permeabile 0,3 Ap = 484 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 6,41 mc

Volume ottenuto V = 6,41 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 484,00 mq

Tempo di svuotamento t = 0,15 ore

Velocità di infiltrazione Qs = 12,10 l/sec

Portata in ingresso opera invarianza Qin = 8 l/sec

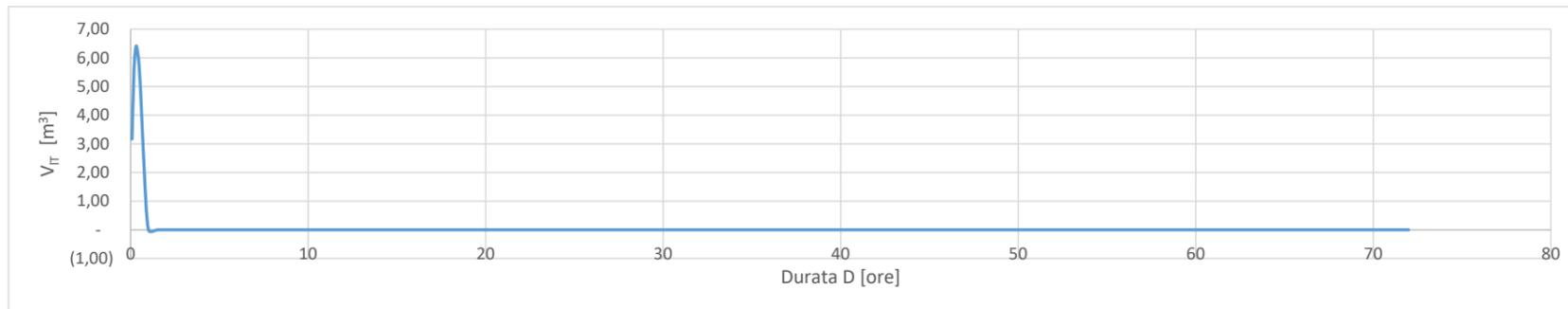
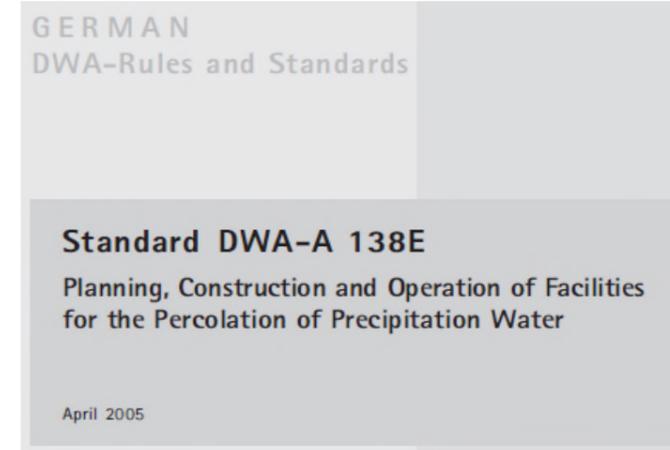
| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{IT} mc | L m |
|------------------|------------|----------------------------|--------------------|------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 3,17 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 5,25 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 6,17 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 6,41 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 5,58 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 2,31 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | - |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | - |

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Alteza richiesta H = 0,013 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile interno scuola secondaria

STEP 1

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------|
| Tempo di ritorno | T = 100 | anni |
| Parametro a pioggia | > 1 ora | a = 68,86375 |
| Parametro n pioggia | > 1 ora | n = 0,324200 |
| Coefficiente di infiltrazione | k = | 0,00005 m/sec |
| Superficie impermeabile | Aimp = | 190 mq |
| Impermeabile | 1 = | 190 mq |
| semipermeabile | 0,7 = | - mq |
| Permeabile | 0,3 Ap = | 484 mq |
| Fattore di sovraccarico | f _s = | 1,5 |
| Volume di accumulo richiesto | V_{sw} = | 9,80 mc |
| Volume ottenuto | V = | 9,80 mc |
| Superficie disperdente utile | Sdisp = | 484,00 mq |
| Tempo di svuotamento | t = | 0,23 ore |
| Velocità di infiltrazione | Qs = | 12,10 l/sec |

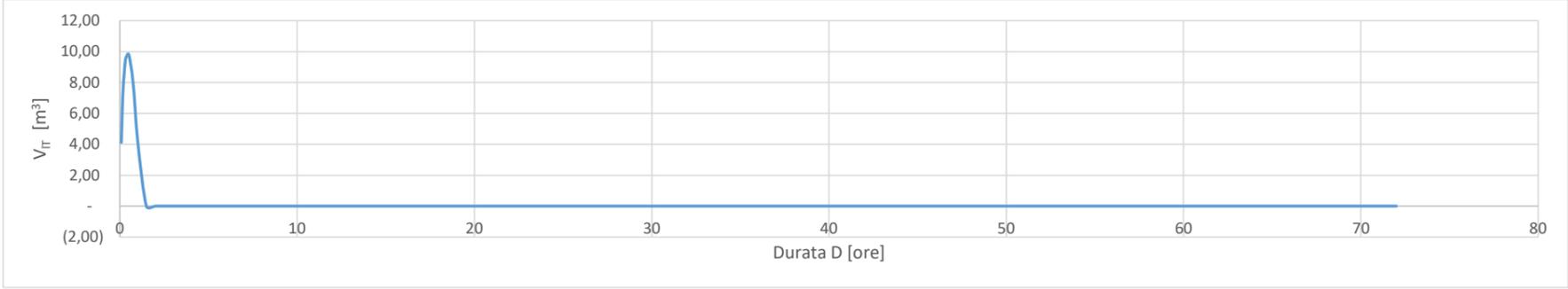
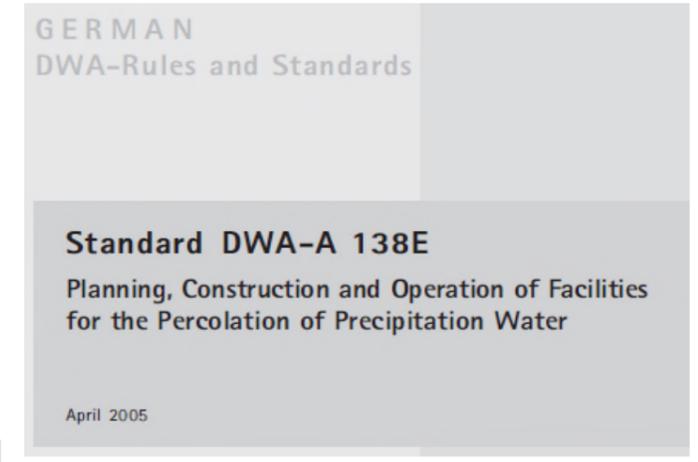
| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} l/(s*ha) | V _{rr} mc | L m |
|---------------------|------|-------------------------------|-----------------------|--------|
| 5 min 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 4,12 | 0,009 |
| 10 min 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 7,04 | 0,015 |
| 15 min 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 8,66 | 0,018 |
| 20 min 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 9,52 | 0,020 |
| 30 min 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 9,80 | 0,020 |
| 45 min 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 7,99 | 0,017 |
| 60 min 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 4,28 | 0,009 |
| 90 min 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | - | - |
| 120 min 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | - | - |
| 180 min 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | - | - |
| 240 min 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | - | - |
| 360 min 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | - | - |
| 540 min 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | - | - |
| 720 min 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | - | - |
| 1080 min 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | - | - |
| 1440 min 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | - | - |
| 2880 min 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | - | - |
| 4320 min 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | - | - |

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

Alteza richiesta H = 0,02 m
arrotondato a L = 0,80 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola secondaria

STEP 1

Tempo di ritorno T = 50 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 62,01005
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = 860 mq
 Impermeabile 1 = 591 mq
 semipermeabile 0,7 = 384 mq
 Permeabile 0,3 Ap = 2 007 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 29,57 mc

Volume ottenuto V = 29,57 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 2 007,00 mq

Tempo di svuotamento t = 0,16 ore

Velocità di infiltrazione Qs = 50,18 l/sec

Portata in ingresso opera invarianza Qin = 34 l/sec

| Durata pioggia D | r | r _{D(n)} I/(s*ha) | V _{ir} mc | L m |
|------------------|------------|----------------------------|--------------------|-------|
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 283,99 | 14,06 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 266,10 | 23,50 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 247,35 | 27,99 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 232,33 | 29,57 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 210,17 | 27,21 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 188,00 | 15,07 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 172,25 | - |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 130,97 | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 107,83 | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 81,98 | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 67,50 | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 51,32 | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 39,02 | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 32,13 | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 24,43 | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 20,11 | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 12,59 | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 9,57 | - |

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf / 2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$

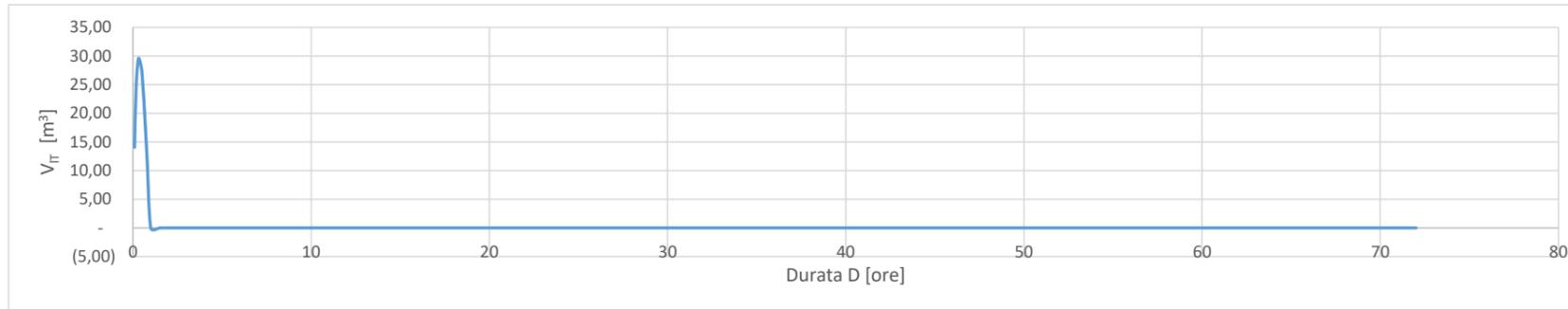
Altezza richiesta H = 0,015 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

GERMAN
DWA-Rules and Standards

Standard DWA-A 138E
 Planning, Construction and Operation of Facilities
 for the Percolation of Precipitation Water

April 2005



Elemento: AIUOLA DRENANTE - cortile esterno scuola secondaria

STEP 1

Tempo di ritorno T = 100 anni

Parametro a pioggia > 1 ora a = 68,86375
 Parametro n pioggia > 1 ora n = 0,324200
 Coefficiente di infiltrazione k = 0,00005 m/sec
 Superficie impermeabile Aimp = 860 mq
 Impermeabile 1 = 591 mq
 semipermeabile 0,7 = 384 mq
 Permeabile 0,3 Ap = 2 007 mq

Fattore di sovraccarico fs = 1,5

Volume di accumulo richiesto Vsw = 45,19 mc

Volume ottenuto V = 45,19 mc

Superficie disperdente utile Sdisp = 2 007,00 mq

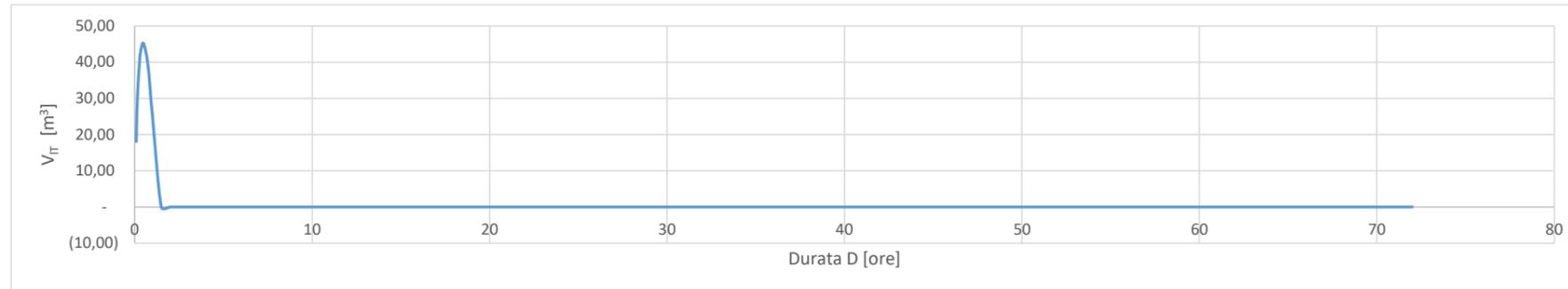
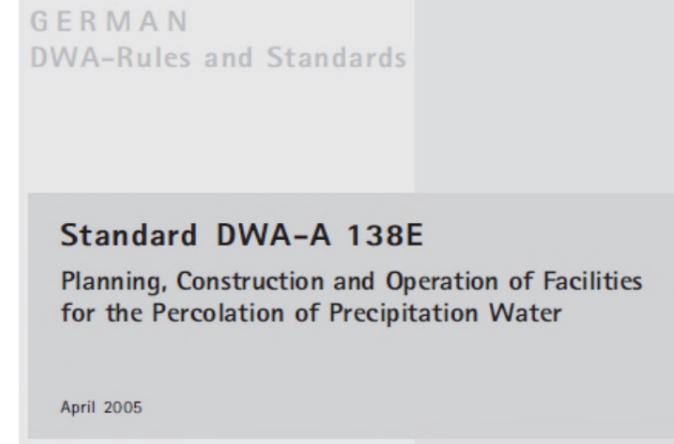
Tempo di svuotamento t = 0,25 ore $te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$

Velocità di infiltrazione Qs = 50,18 l/sec $\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$

| Durata pioggia | | r | r _{D(n)} | V _{rr} | L |
|----------------|------------|------|-------------------|-----------------|-------|
| D | D | | I/(s*ha) | mc | m |
| 5 min | 0,083 ore | 0,31 | 315,38 | 18,11 | 0,009 |
| 10 min | 0,167 ore | 0,46 | 295,51 | 31,09 | 0,015 |
| 15 min | 0,250 ore | 0,56 | 274,69 | 38,58 | 0,019 |
| 20 min | 0,333 ore | 0,64 | 258,01 | 42,82 | 0,021 |
| 30 min | 0,500 ore | 0,76 | 233,40 | 45,19 | 0,023 |
| 45 min | 0,750 ore | 0,90 | 208,78 | 39,20 | 0,020 |
| 60 min | 1,000 ore | 1,00 | 191,29 | 25,18 | 0,013 |
| 90 min | 1,500 ore | 1,00 | 145,44 | - | - |
| 120 min | 2,000 ore | 1,00 | 119,74 | - | - |
| 180 min | 3,000 ore | 1,00 | 91,04 | - | - |
| 240 min | 4,000 ore | 1,00 | 74,96 | - | - |
| 360 min | 6,000 ore | 1,00 | 56,99 | - | - |
| 540 min | 9,000 ore | 1,00 | 43,33 | - | - |
| 720 min | 12,000 ore | 1,00 | 35,68 | - | - |
| 1080 min | 18,000 ore | 1,00 | 27,13 | - | - |
| 1440 min | 24,000 ore | 1,00 | 22,33 | - | - |
| 2880 min | 48,000 ore | 1,00 | 13,98 | - | - |
| 4320 min | 72,000 ore | 1,00 | 10,63 | - | - |

Alteza richiesta H = 0,023 m

$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



SEZIONE CIRCOLARE

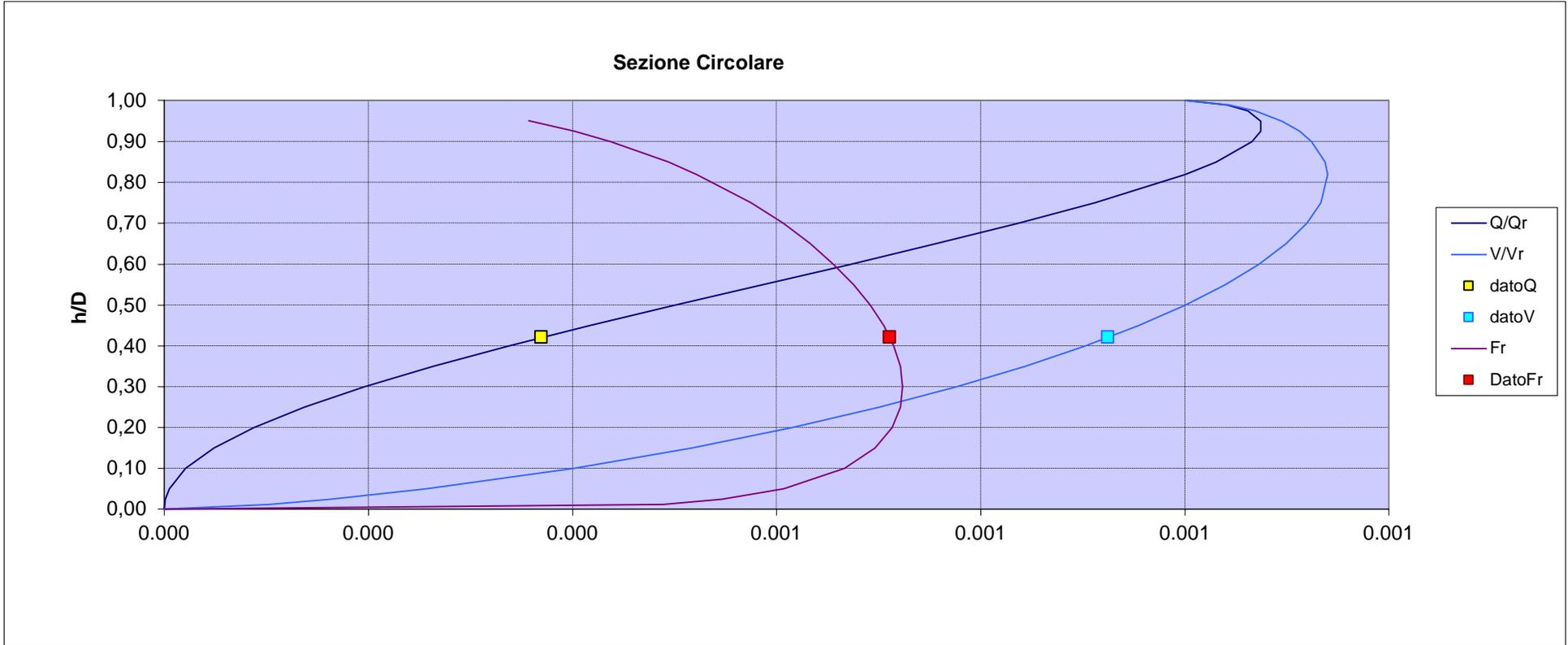
0.7D = 0,2639

Q (l/s) = **34,35**

Calcolo

= 124 mc/h

| D | K | i | h | α | A | P | B | R | h_m | Fr | Q | V | h/D | Q/Qr | V/Vr | Q | E |
|-------|----|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|
| [m] | | | [m] | [rad] | [mq] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [l/s] | [m/s] | | | | | |
| 0,377 | 90 | 0,20% | 0,1586 | 2,823 | 0,045 | 0,532 | 0,372 | 0,084 | 0,120 | 0,71 | 34,35 | 0,77 | 42% | 0,37 | 0,92 | 0,034 | 0,189 |



SEZIONE CIRCOLARE

0.7D = 0,1666

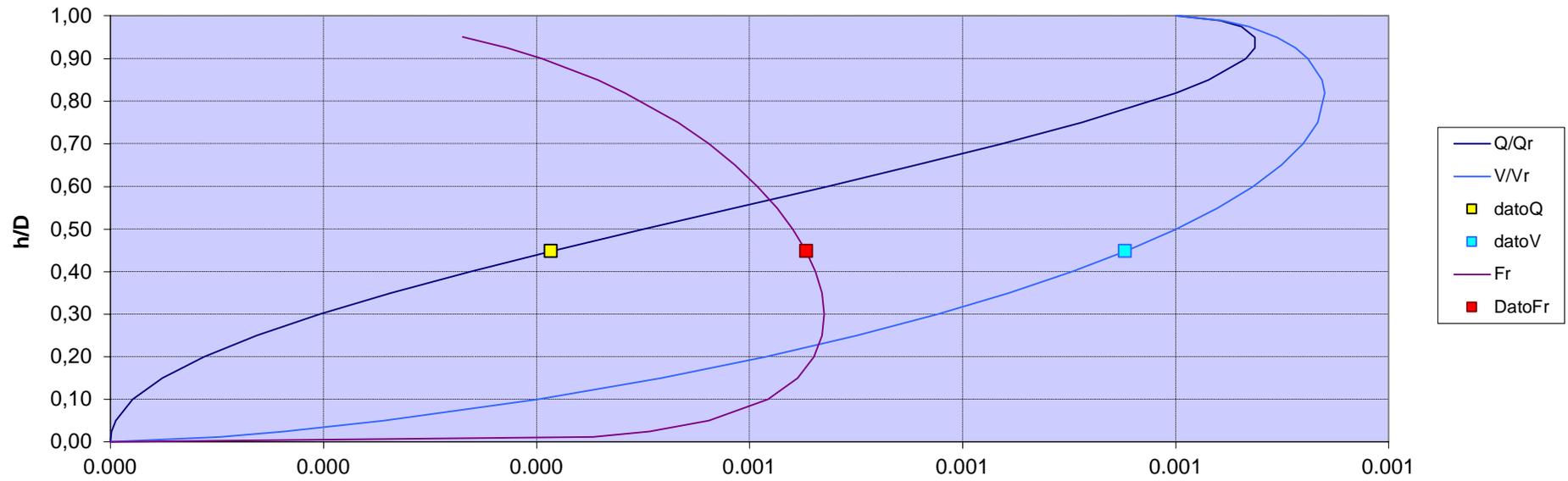
Q (l/s) = 11,29

Calcolo

= 41 mc/h

| D | K | i | h | α | A | P | B | R | h_m | Fr | Q | V | h/D | Q/Qr | V/Vr | Q | E |
|-------|----|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|
| [m] | | | [m] | [rad] | [mq] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [l/s] | [m/s] | | | | | |
| 0,238 | 90 | 0,20% | 0,1067 | 2,934 | 0,019 | 0,349 | 0,237 | 0,055 | 0,082 | 0,65 | 11,29 | 0,58 | 45% | 0,41 | 0,95 | 0,011 | 0,124 |

Sezione Circolare



SEZIONE CIRCOLARE

0.7D = 0,1666

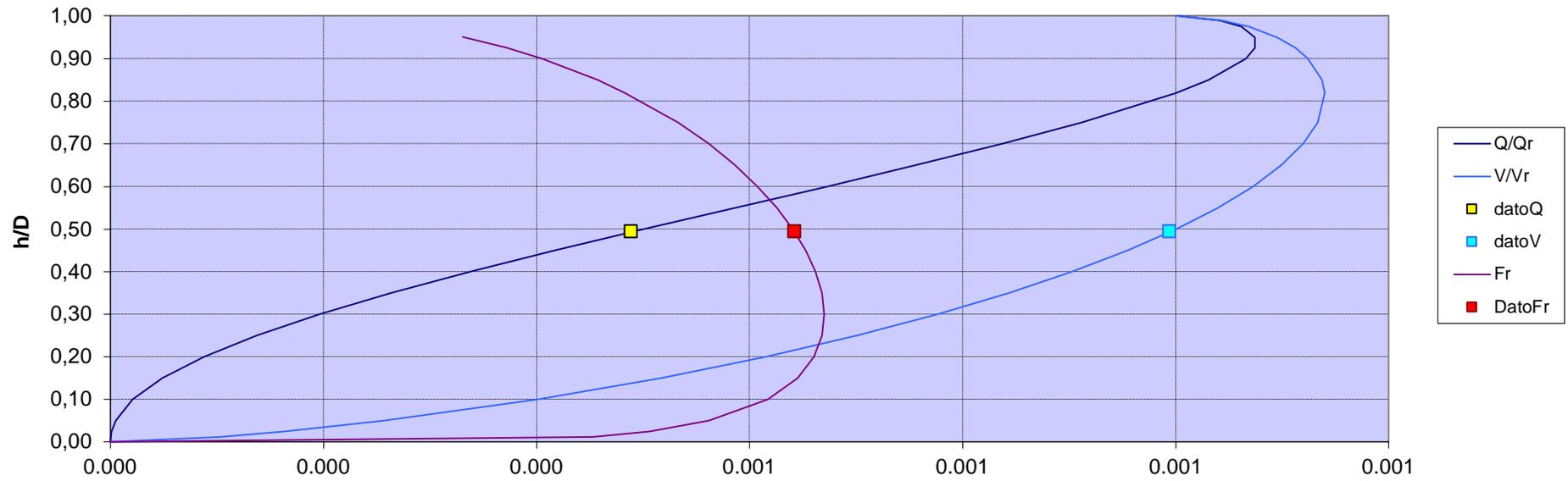
Q (l/s) = 13,34

Calcolo

= 48 mc/h

| D | K | i | h | α | A | P | B | R | h_m | Fr | Q | V | h/D | Q/Qr | V/Vr | Q | E |
|-------|----|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|
| [m] | | | [m] | [rad] | [mq] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [l/s] | [m/s] | | | | | |
| 0,238 | 90 | 0,20% | 0,1174 | 3,115 | 0,022 | 0,371 | 0,238 | 0,059 | 0,092 | 0,64 | 13,34 | 0,61 | 49% | 0,49 | 0,99 | 0,013 | 0,136 |

Sezione Circolare



SEZIONE CIRCOLARE

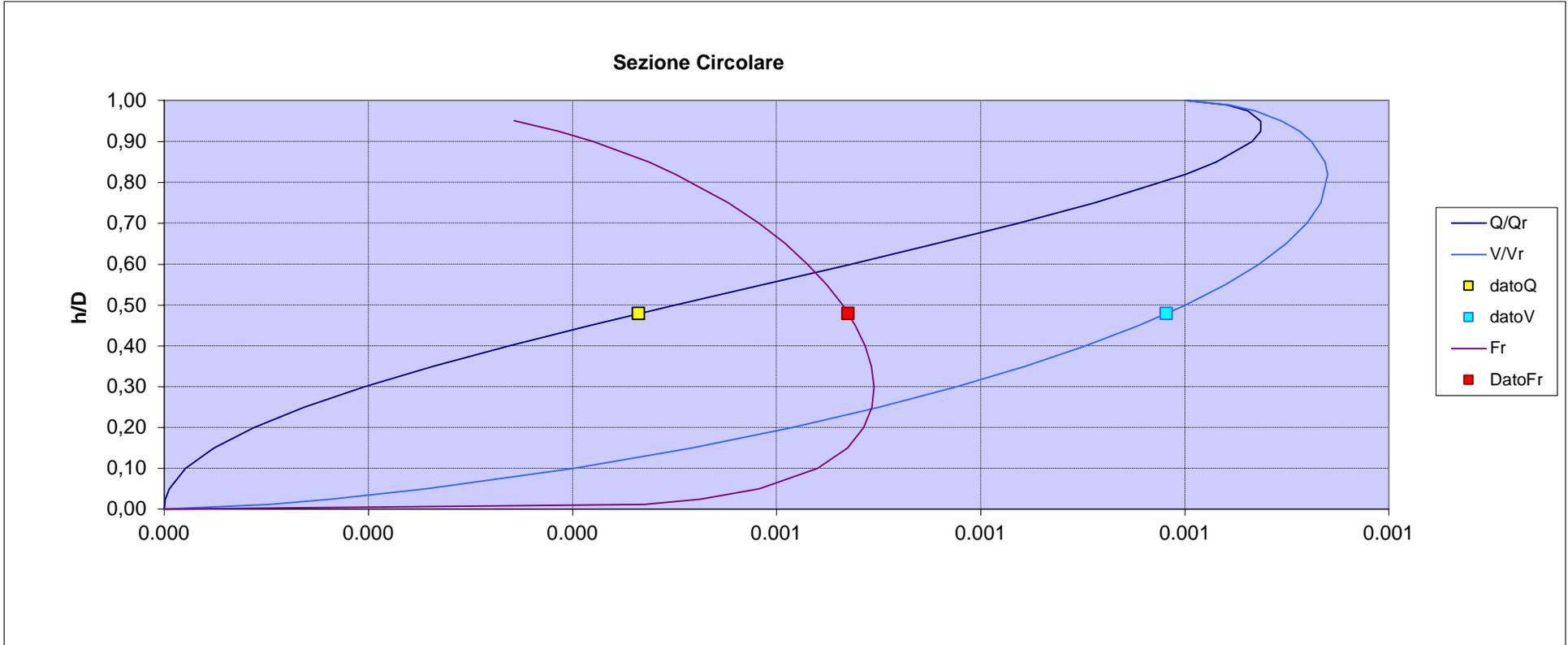
0.7D = 0,2079

Q (l/s) = **22,90**

Calcolo

= 82 mc/h

| D | K | i | h | α | A | P | B | R | h_m | Fr | Q | V | h/D | Q/Qr | V/Vr | Q | E |
|-------|----|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|
| [m] | | | [m] | [rad] | [mq] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [l/s] | [m/s] | | | | | |
| 0,297 | 90 | 0,20% | 0,1423 | 3,058 | 0,033 | 0,454 | 0,297 | 0,072 | 0,111 | 0,67 | 22,90 | 0,70 | 48% | 0,46 | 0,98 | 0,023 | 0,167 |



Alberí

Pterocarya fraxinifolia

(Noce del Caucaso)



Altezza fino a 30 metri, diametro fino a 20 metri.

Tilia cordata

(Tiglio selvatico)



Altezza fino a 20-30 metri, diametro fino a 8-12 metri.

Quercus cerris (Cerro)



Altezza fino a 30 metri, diametro fino a 15 metri.

Gleditsia triacanthos

(Spino di Giuda)



Altezza fino a 8-12 metri, diametro fino a 4-7 metri.

Cercis siliquastrum



Altezza fino a 10 metri, diametro fino a 6 metri. Fiorisce da marzo.

Fraxinus ornus



Altezza fino a 10 metri, diametro fino a 6 metri. Fiorisce da marzo.

Liquidambar styraciflua



Altezza fino a 20-30 metri, diametro fino a 5-10 metri.

Magnolia denudata



Altezza fino a 5 metri, diametro fino a 5 metri.
Fioritura primaverile

Magnolia stellata



Altezza fino a 4/5 metri, diametro fino a 4/5 metri.
Fioritura primaverile

Magnolia soulangeana



Altezza fino a 5 metri, diametro fino a 5 metri.
Fioritura primaverile

Quercus pubescens

Roverella



Altezza fino a 10 metri, diametro fino a 10 metri.

Sophora japonica



Altezza fino a 7-8 metri, diametro fino a 4-5 metri.

Ilex aquifolium

Altezza 6 metri,
diametro 2,5 metri



Arbusti
per siepi informali miste

Chimonanthus praecox

Calicanto invernale



4 metri, fioritura invernale, profumatissima

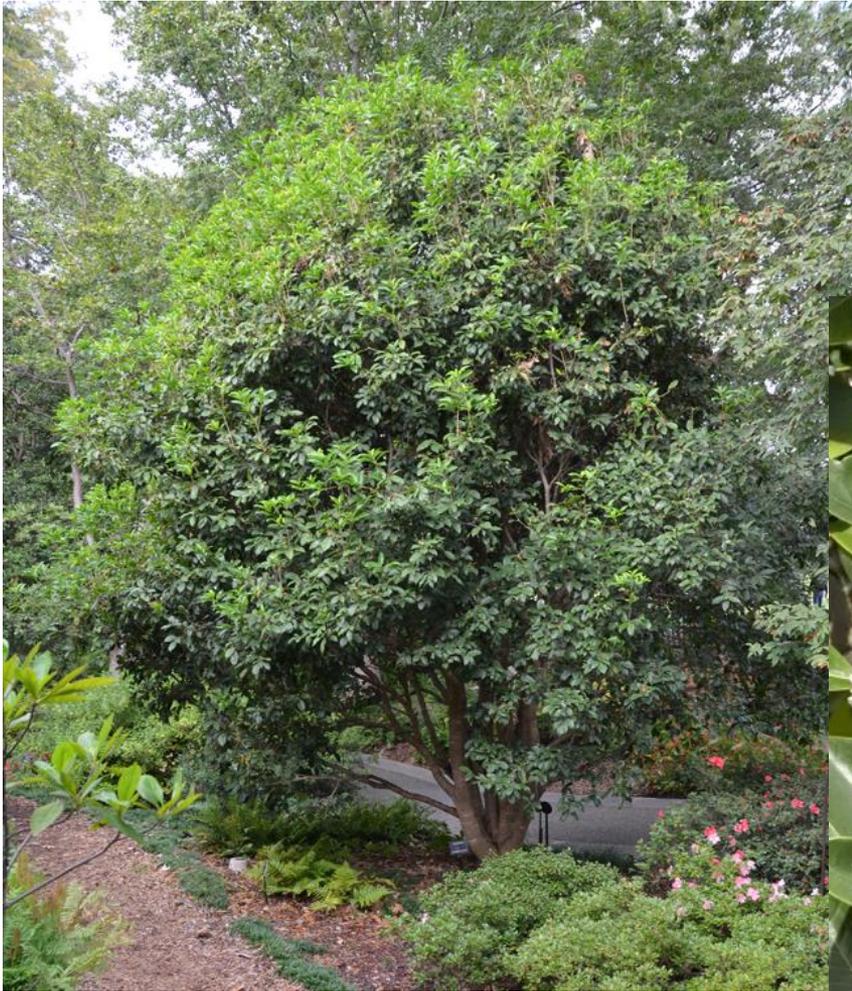
Ligustrum japonicum



3 metri, fiori profumati a
giugno/ottobre, sempreverde



Osmanthus fragrans



4/5 metri, fiori insignificanti ma profumati a giugno/ottobre



Spiraea japonica



1-3 metri, fioriture in
primavera/estate



Viburnum lantana



Altezza 3-5 metri,
diametro 3-5 metri,
fioriture in tarda primavera



Viburnum carlesii



Altezza 2 metri,
diametro 2 metri,
fioriture profumate
in tarda primavera



Viburnum bodnantense



Altezza 2 metri,
diametro 1,80 metri,
fioriture profumate
in tarda primavera



Viburnum opulus

Altezza 4 metri, diametro 4 metri,
fioriture in tarda primavera



Buddleja alternifolia



Altezza massima 2metri,
diametro 2metri,
Fioritura giugno-luglio



Frangula alnus



Altezza 3 metri,
diametro 3 metri

Philadelphus coronarius

Altezza 2 metri,
diametro 2 metri.

Fioritura primaverile, profumata.



Genista

Ginestra

Altezza 2 metri,
diametro 2 metri.

Fioritura primaverile/estiva.



Rampicanti

Wisteria sinensis

4/5 metri, fioritura in primavera.



Lonicera (caprifoglio)

Sempreverde, 4/5 metri, fioritura
da primavera ad autunno.



Clematis armandii (apple blossom)



4/5 metri, sempreverde, fioritura in primavera.



Akebia quinata



4/5 metri, fioritura in primavera,
frutti in estate.



Jasminum nudiflorum

Gelsomino di San Giuseppe



Fioritura invernale, 2/3 metri.



Rhyncospermum jasminoïdes

Fioritura da maggio a luglio,
fino a 10 metri.



Passiflora edulis



h 150/160 cm, fioritura in primavera, frutti in estate.

