

COMMITTENTI

*Prefabbricati Moioli SpA - Immobiliare Ste.Fed. Srl -
Eredi Ghilardi Giacomo*

*“Dimensionamento dei sistemi disperdenti nel sottosuolo
delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento raccolte dalle
superfici impermeabilizzate previste dalla variante n. 3 al PL 3/1”,
di via Acqua dei Buoi, nel Comune di Nembro (Bg)*

PROGETTISTI

*DOMUS ing&arch s.r.l. - Architetto Giambattista Panza
via Pastrengo, 1c - Seriate (Bg) via Marconi, 8 - Vertova (Bg)*

RELAZIONE IDROGEOLOGICA



Studio di Geologia Applicata
e Pianificazione Territoriale

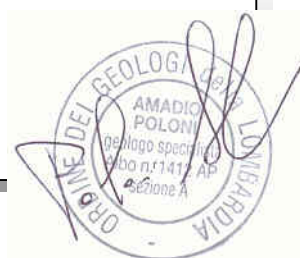
Dott. Geol. Amadio Poloni

Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale

*via Da Fin n. 26 – 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax 0346/73642
Cell. 3492574270 P.Iva: 03125040166 C.Fisc.: PLNMDA75P21Z133L
e.mail: amadio.poloni@gmail.com PEC: amadio.poloni@epap.sicurezza postale.it*

La Committenza

Fino del Monte (Bg), 15/06/2017
Dott. Geol. Amadio Poloni



Indice:

1	Premessa	3
2	Inquadramento geoambientale.....	4
3	Indagini geognostiche	6
4	Indagini idrogeologiche.....	12
5	Dimensionamento sistemi di smaltimento acque pluviali e di dilavamento superfici impermeabilizzate	16
5.1	Dati morfometrici.....	16
5.2	Coefficiente di afflusso	17
5.3	Parametri della curva di possibilità pluviometrica.....	17
5.4	Calcolo delle portate di piena affluenti.....	17
5.5	Dimensionamento dei sistemi disperdenti	17

1 Premessa

Nella presente vengono illustrati i risultati delle indagini geognostiche ed idrogeologiche di dettaglio, effettuate entro il perimetro delle aree di via Acqua dei Buoi, nel Comune di Nembro (Bg), interessate dalle opere di urbanizzazione previste dalla variante n. 3 al PL 3/1, con il fine ultimo di dimensionare i sistemi disperdenti nel sottosuolo delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento raccolte dalle relative superfici impermeabilizzate.

Nella fattispecie, le caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche dei primi strati del sottosuolo si sono determinate a mezzo di quattro assaggi geognostici (eseguiti con scavatore meccanico a braccio rovescio), entro cui si sono effettuate altrettante prove di permeabilità a carico variabile.

2 Inquadramento geoambientale

Attualmente occupata da un fabbricato artigianale / residenziale oggetto di demolizione e delimitata a nord dalla Tramvia delle Valli, a sud dalla roggia Morlana, da via Cascina Colombaia e dall'Esselunga e ad est da via Acqua dei Buoi, l'area interessata dall'insediamento produttivo / commerciale in questione si trova al margine occidentale del territorio Comunale di Nembro (Bg), a quote altimetriche circa comprese tra m 290 e m 295 s.l.m. (vedi figura n. 1 e foto n. 1).

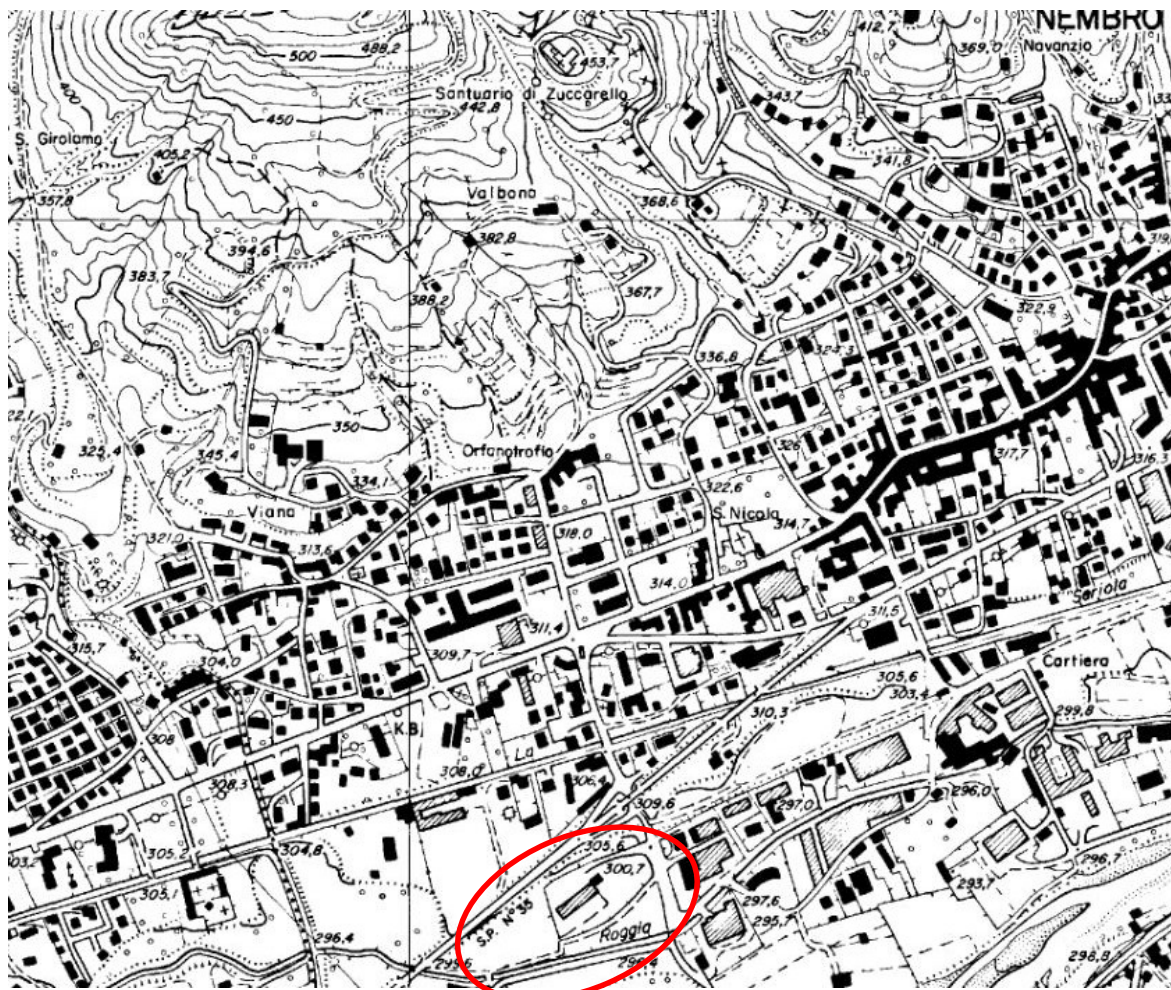


Figura n. 1: ubicazione dell'area di progetto (scala 1:10.000; da C.T.R. – foglio C5c1)

In un quadro geologico generale, quest'area ed il suo significativo intorno risultano parte di terrazzo di chiara origine fluvioglaciale, messo in posto ed anticamente modellato dall'azione del ben più ribassato fiume Serio (costretto più a sud; vedi foto n. 1); nella fattispecie si tratta di ghiaie, ciottoli e blocchi arrotondati e poligenici in corpi stratoidi o lenticolari, a supporto di matrice sabbiosa fine o a supporto clastico, localmente intercalati a sabbie e limi in sequenze laminate e gradate, ascrivibili al **Complesso del Serio – Unità di Gazzaniga** (vedi figura n. 2).



Foto n. 1: corografia (immagine tratta da Google Earth)

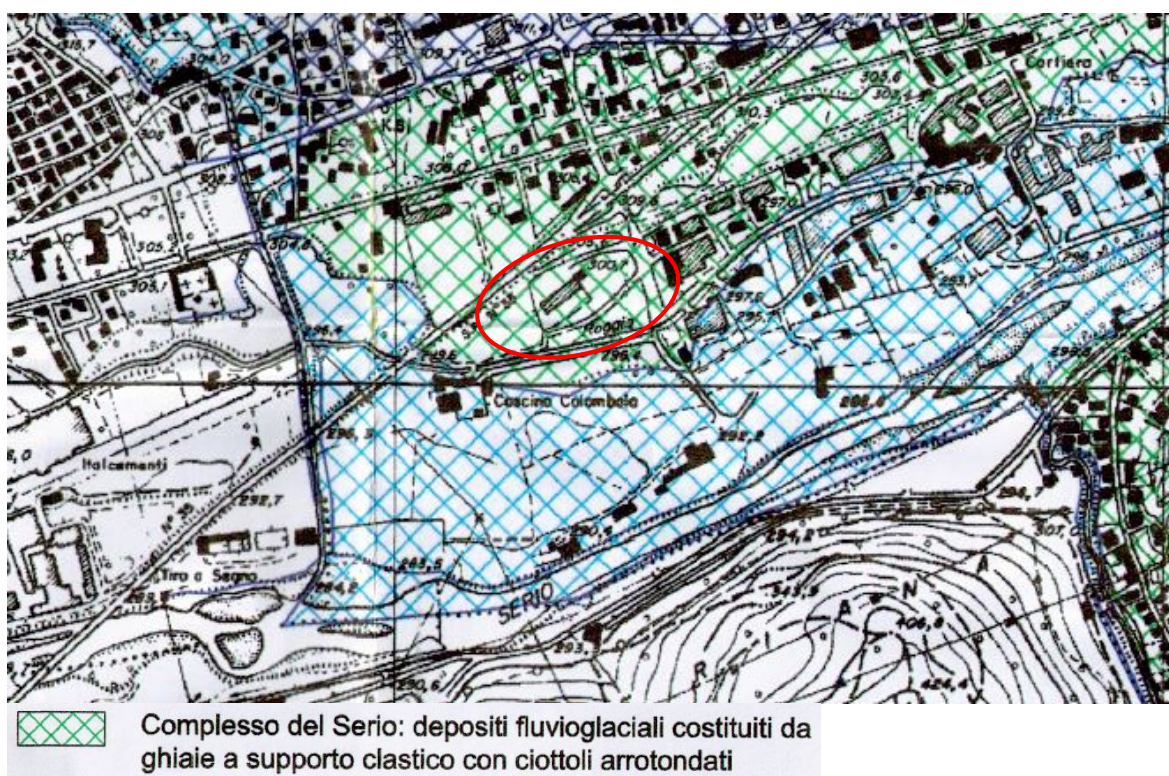


Figura n. 2: stralcio della Carta Geologica Comunale, con, evidenziata in rosso, l'area di progetto

Il profilo di alterazione superficiale varia invece da uno a due metri ed in genere risulta troncato o rimaneggiato dalle attività antropiche.

3 Indagini geognostiche

Allo scopo di determinare le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei primi strati del sottosuolo interessato dai sistemi disperdenti in questione, si sono eseguiti, per mezzo di uno scavatore meccanico a braccio rovescio, **quattro pozzetti geognostici** la cui ubicazione è rappresentata nella foto n. 2.



Foto n. 2: area in esame con ubicazione delle indagini geognostiche A1 ÷ A4

Nello specifico, l'assaggio geognostico **A1** è stato spinto sino alla profondità di m 2,80 dall'attuale quota di piano campagna ed ha permesso di osservare quanto segue (vedi foto n. 2, 3 e 4):

- dal p.c. a m 0,40 di profondità: terreno di coltivo argilloso limoso brunastro, con rari clasti alterati dispersi nella matrice;
- da m 0,40 a m 1,00 di profondità: depositi alluvionali decisamente alterati, costituiti da ghiaie e ciottoli arrotondati e rubefatti, dispersi in una matrice argilloso limosa ocracea rossastra; tessitura mista.
- da m 1,00 a m 2,80 di profondità: depositi alluvionali costituiti da ghiaie e ciottoli arrotondati e poligenici, dispersi in una matrice sabbiosa grigiastra; terreno moderatamente addensato e con tessitura a prevalente supporto di clasto.

Alla profondità investigata non è stata riscontrata la presenza della benché minima traccia d'acqua.



Foto n. 3: ubicazione del pozzetto geognostico A1 (settore sud occidentale del comparto)

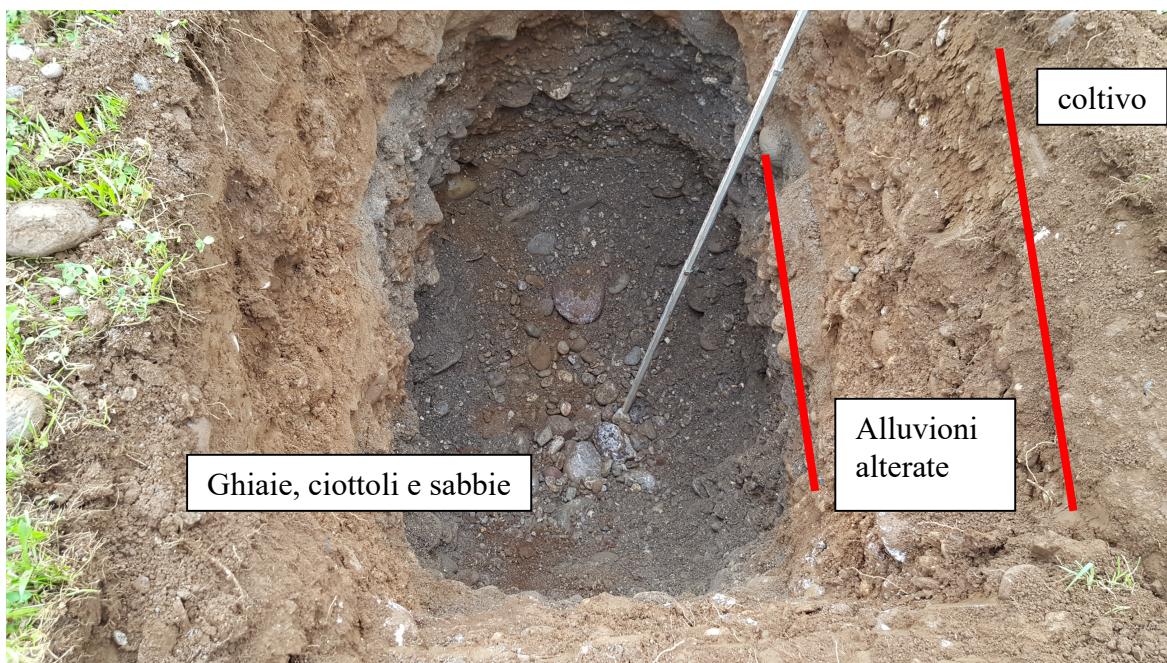


Foto n. 4: pozzetto geognostico A1

L'assaggio geognostico A2 è stato invece spinto sino alla profondità di m 3 dall'attuale quota di piano campagna ed ha permesso di osservare quanto segue (vedi foto n. 2, 5 e 6):

- dal p.c. a m 0,30 di profondità: terreno di coltivo argilloso limoso brunastro;
- da m 0,30 a m 2,00 di profondità: depositi alluvionali decisamente alterati, costituiti da ghiaie e ciottoli rubefatti, dispersi in una matrice argilloso limosa ocraceo rossastra; tessitura a prevalente supporto di clasto.
- da m 2,00 a m 3,00 di profondità: depositi alluvionali costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi arrotondati e poligenici, dispersi in una matrice sabbiosa debolmente limosa grigio giallastra; tessitura a prevalente supporto di clasto.

Anche in questo, alla profondità investigata non è stata riscontrata la presenza della falda acquifera.



Foto n. 5: realizzazione del pozzetto geognostico A2

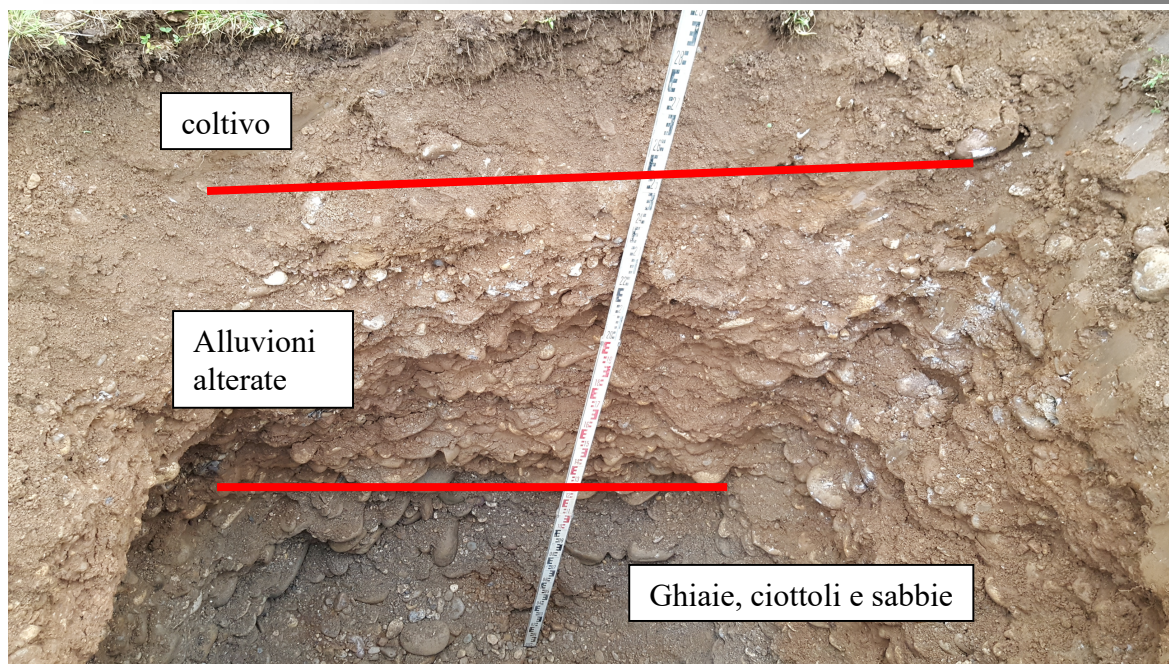


Foto n. 6: pozzetto geognostico A2

L'assaggio geognostico A3, eseguito una quarantina di metri più ad est del precedente, è stato spinto sino alla profondità di m 3,10 dall'attuale quota di piano campagna ed ha permesso di osservare quanto segue (vedi foto n. 2, 7 e 8):

- dal p.c. a m 0,60 di profondità: terreno di coltivo argilloso limoso bruno rossastro, con rarissimi clasti alterati dispersi nella matrice evidentemente rimaneggiata dalle attività agricole;
- da m 0,60 a m 1,60 di profondità: depositi alluvionali decisamente alterati, costituiti da ghiaie e ciottoli rubefatti, dispersi in una matrice argilloso limosa ocraceo rossastra; tessitura mista.
- da m 1,60 a m 1,90 di profondità: lente limoso argillosa giallastra;
- da m 1,90 a m 3,10 di profondità: depositi alluvionali costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi arrotondati e poligenici, dispersi in una matrice sabbioso limosa grigio giallastra; tessitura a prevalente supporto di clasto.

Anche in questo, alla profondità investigata non è stata riscontrata la presenza della falda acquifera.



Foto n. 7: realizzazione del pozzetto geognostico A3

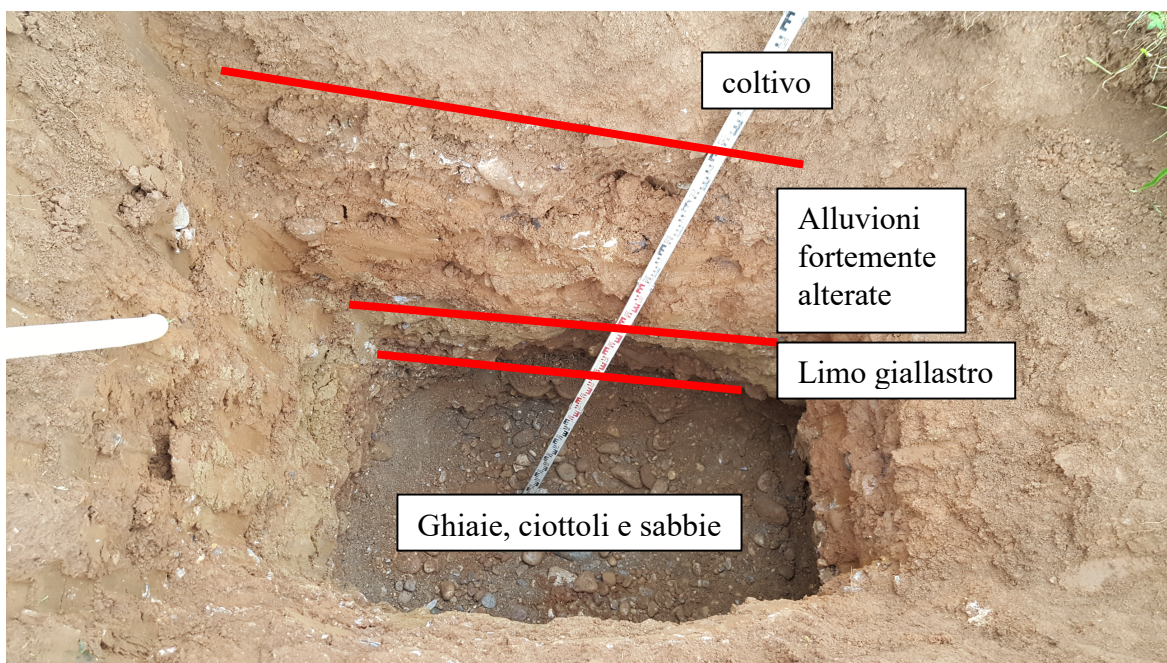


Foto n. 8: pozzetto geognostico A3

L'assaggio geognostico A4, eseguito al margine sud orientale del comparto, è stato spinto sino alla profondità di m 3 dall'attuale quota di piano campagna ed ha permesso di osservare quanto segue (vedi foto n. 2, 9 e 10):

- dal p.c. a m 0,80 di profondità: terreno di coltivo argilloso limoso brunastro;
- da m 0,80 a m 2,00 di profondità: depositi alluvionali decisamente alterati, costituiti da ghiaie e ciottoli rubefatti, dispersi in una matrice argilloso limosa ocraceo giallastra; tessitura mista.
- da m 2,00 a m 3,00 di profondità: depositi alluvionali costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi arrotondati e poligenici, dispersi in una matrice sabbioso limosa grigio giallastra; tessitura a prevalente supporto di clasto.

Anche in quest'ultimo caso, alla profondità investigata non è stata riscontrata la presenza della falda acquifera.



Foto n. 9: realizzazione del pozzetto geognostico A4

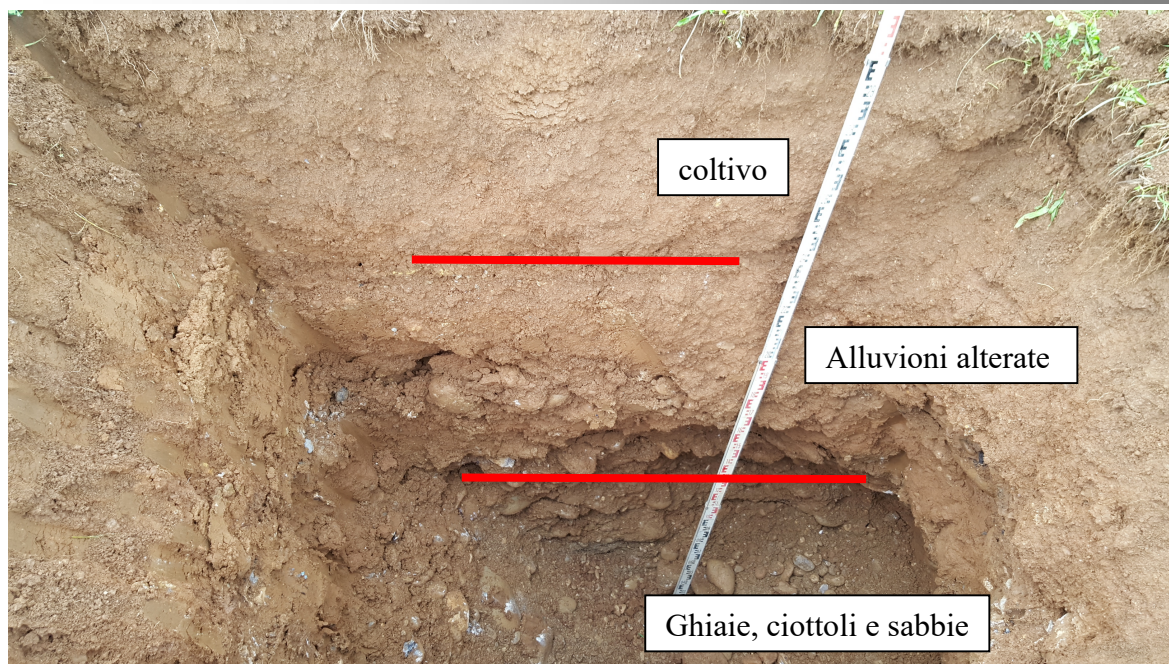


Foto n. 10: pozzetto geognostico A4

Le indagini geognostiche hanno dunque evidenziato un assetto litostratigrafico decisamente omogeneo e privo della benché minima traccia d'acqua, così schematizzabile:

- dal p.c. a m 0,40 ÷ 0,80 di profondità: terreno di coltivo argilloso limoso brunastro;
- da m 0,40 ÷ 0,80 a m 1,00 ÷ 2,00 di profondità: depositi alluvionali decisamente alterati, costituiti da ghiaie e ciottoli rubefatti, dispersi in una matrice argilloso limosa ocraceo giallastra;
- oltre m 1,00 ÷ 2,00 di profondità: depositi alluvionali costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi arrotondati e poligenici, dispersi in una matrice sabbioso limosa grigio giallastra; tessitura a prevalente supporto di clasto.

4 Indagini idrogeologiche

Per definire il coefficiente di permeabilità medio (**K**) dei depositi alluvionali rinvenuti a partire da m 1,00 ÷ 2,00 di profondità da p.c., si sono eseguite quattro prove di permeabilità a carico variabile, secondo le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – Misure di permeabilità in sito a scopi idrogeologici e geotecnici; AGI, 1977".

Eseguite entro i perfori geognostici precedentemente descritti, dette prove di permeabilità a carico variabile sono consistite nell'immettere un certo quantitativo d'acqua nelle buche (vedi foto n. 11, 12, 13 e 14), misurando poi le velocità di abbassamento dei livelli dinamici, in funzione del tempo.



Foto n. 11: immissione dell'acqua necessaria alla conseguente prova di permeabilità a carico variabile, eseguita nel pozzetto A1



Foto n. 12: fase terminale della prova di permeabilità a carico variabile, eseguita nel pozzetto A2



Foto n. 13: immissione dell'acqua necessaria alla conseguente prova di permeabilità a carico variabile, eseguita nel pozzetto A3



Foto n. 14: immissione dell'acqua necessaria alla conseguente prova di permeabilità a carico variabile, eseguita nel pozzetto A4

La permeabilità, è in questo caso data da:

$$K = (h_f - h_1) / (t_f - t_1) \times [1 + (2h_m/b)] / [27 h_m/b + 3]$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità (m/s)

b = lato della base del pozzetto a base quadrata (m), scavato all'interno del perforo

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (s)

$h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$ (m)

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto (m)

I dati in ingresso ed i risultati ottenuti, sono illustrati nella tabella n. 1.

assaggio geognostico	lato B pozzetto di base quadrata (m)	livello dinamico iniziale h1 (al tempo t1) (m)	livello dinamico finale h2 (al tempo t2) (m)	livello dinamico medio hm (m)	variazione di livello h1 - h2 (m)	intervallo di tempo t1 - t2 (s)	PERMEABILITA' MISURATA (m/s)	PERMEABILITA' MISURATA (cm/s)
A1	0,8	0,05	0	0,025	0,05	90	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
A2	0,8	0,25	0	0,125	0,25	1200	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$
A3	0,8	0,11	0	0,055	0,11	180	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
A4	0,8	0,15	0	0,075	0,15	90	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$

Tabella n. 1: prove di permeabilità a carico variabile eseguite nei pozzetti geognostici precedentemente descritti

Nel comparto investigato, la permeabilità del sottosuolo è risultata moderatamente elevata, generalmente compresa tra (vedi tabella n. 1):

$$3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \leq K \leq 3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s (terreni con permeabilità buona).}$$

In considerazione di quanto su esposto, i sistemi disperdenti nel sottosuolo delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento raccolte dalle costruende superfici impermeabilizzate, potranno essere ubicati al margine meridionale del comparto e per il loro dimensionamento il coefficiente di permeabilità medio K dovrà essere cautelativamente assunto pari a:

$$K = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s (terreni con permeabilità buona).}$$

5 Dimensionamento sistemi di smaltimento acque pluviali e di dilavamento superfici impermeabilizzate

Per quanto precedentemente esposto, sia le acque meteoriche pluviali raccolte dalle coperture dei quattro capannoni previsti a progetto, che quelle meteoriche di dilavamento raccolte dalle aree di urbanizzazione impermeabilizzate (cfr. strade e parcheggi), potranno essere smaltite nel sottosuolo per mezzo di tre o quattro batterie di pozzi perdenti ad anelli di grosso diametro, da collegarsi in serie preferibilmente ai margini meridionali del comparto.

Al fine di determinare le portate di piena che potrebbero confluire sino ai pozzi perdenti in questione, così da dimensionarli in numero e volumetria d'invaso, si sono dunque effettuate le verifiche idrologiche ed idrogeologiche di seguito illustrate.

5.1 Dati morfometrici

In sintesi, i dati morfometrici utilizzati nei calcoli (forniti dal Progettista), sono i seguenti:

Superficie territoriale complessiva PL: 20.027,75 m²

di cui:

coperture edifici: 5.965,00 m²

superfici impermeabilizzate esterne: 10.466,75 m²

superfici drenanti (aree a verde + pavimentazioni in cls drenante): 3.596,00 m².

Essendo previste non meno di tre batterie di pozzi perdenti ad anelli di grosso diametro (una per il settore orientale interessato dall'edificio n. 1, una per quello centrale interessato dagli edifici n. 2 e 3 ed una per quello occidentale occupato dall'edificio 4), il comparto in esame è stato suddiviso in tre settori principali, ciascuno dei quali farà confluire le rispettive aliquote d'acqua ai relativi sistemi disperdenti, secondo lo schema e le superfici sintetizzate in seguito.

SETTORE 1 (orientale)

Copertura edificio 1: 1965 m²

Parcheggio di via Acqua dei Buoi: 1196 m²

Altre strade e piazzali impermeabilizzati: 2100 m²

SETTORE 2 (centrale)

Coperture edifici 2 e 3: 2800 m²

Strada di PL: 2440 m²

Altre strade e piazzali: 3100 m²

SETTORE 3 (occidentale)

Copertura edificio 4: 1200 m²

Altre strade e piazzali: 1750 m².

5.2 Coefficiente di afflusso

Per coperture sostanzialmente piane in materiali impermeabili e/o isolanti e pavimentazioni in asfalto o calcestruzzo come quelle in progetto, il **coefficiente di afflusso** è comunemente assunto pari a **0,95**.

5.3 Parametri della curva di possibilità pluviometrica

Per il territorio Comunale di Nembro (Bg), considerato un evento di pioggia avente tempo di ritorno **Tr = 20 anni**, l'intensità oraria critica risulta pari ad **h = 52,71 mm / ora** (dato ricavato dalle elaborazioni statistiche illustrate nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po di Parma, per la cella di calcolo DZ68 avente coordinate UTM 559000 E, 5055000 N, distante meno di 1 Km dall'area in progetto), con un deflusso di circa **146,5 l/s per ettaro**.

5.4 Calcolo delle portate di piena affluenti

Per quanto su esposto, le **portate affluenti (Q_A)** ai sistemi disperdenti in questione, risultano pari a:

SETTORE 1

$$Q_{A(\text{copertura edificio 1})} = 1965 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{27,35 \text{ l/s}}$$

$$Q_{A(\text{strade e piazzali})} = 3296 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{45,87 \text{ l/s}}$$

SETTORE 2

$$Q_{A(\text{copertura edifici 2 e 3})} = 2800 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{39,00 \text{ l/s}}$$

$$Q_{A(\text{strade e piazzali})} = 5540 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{77,10 \text{ l/s}}$$

SETTORE 3

$$Q_{A(\text{copertura edificio 4})} = 1200 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{16,70 \text{ l/s}}$$

$$Q_{A(\text{strade e piazzali})} = 1750 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 \times 146,5 \text{ l/s} \times 0,95 = \mathbf{24,36 \text{ l/s}}$$

5.5 Dimensionamento dei sistemi disperdenti

Il dimensionamento dei tre sistemi disperdenti le aliquote d'acqua precedentemente quantificate, è avvenuto per mezzo dei fogli di calcolo di seguito illustrati (vedi tabelle n. 2 ÷ 7) ed assumendo una **permeabilità media K del sottosuolo**, pari ad **1x10⁻⁵ m/s** (tipica di

terreni costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso limosa moderatamente addensata e mediamente permeabile).

Per semplicità / uniformità di calcolo, si è qui previsto di adottare batterie di pozzi perdenti ad anelli fessurati del diametro interno pari a m 2, profondità d'imposta da p.c. pari a m 4, profondità della tubatura in ingresso non inferiore a m 1 ed altezza efficace di ogni singolo sistema perdente pari a m 3, corrispondente a n. 6 anelli disperdenti di altezza pari a m 0,5 c.u. (vedi figura n. 3).

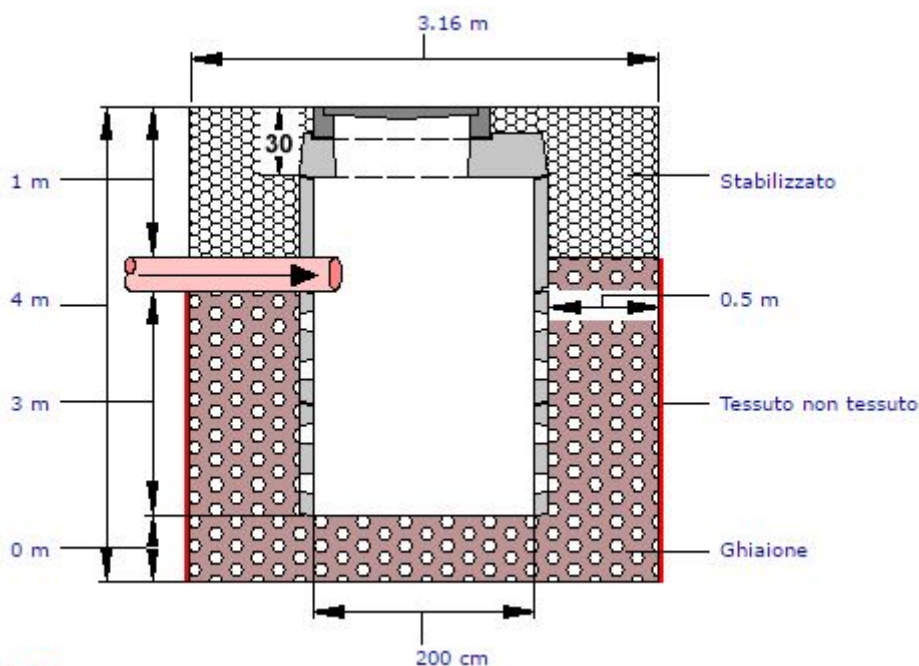


Figura n. 3: geometria del singolo pozzo perdente che in diverso numero costituirà le tre batterie disperdenti in progetto

SETTORE 1 (comparto orientale)

Dalle verifiche illustrate nella tabella n. 2 riportata in seguito, emerge che per strade, piazzali e parcheggi ricadenti nel SETTORE N. 1 precedentemente quantificato (pari a circa 3296 m²), il sistema disperdente costituito da una batteria di pozzi perdenti ad anelli fessurati del diametro efficace pari a m 2, dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 15,5, dunque pari ad almeno 31 anelli disperdenti dell'altezza uguale a m 0,5 c.u..

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 2), il sistema disperdente di strade, parcheggi e piazzali del SETTORE N. 1, dovrà essere costituito da non meno di 6 pozzi debitamente collegati in serie (6 x 3 = 18 m > 15,5 m).

Prefabbricati Moioli SpA – Immobiliare Ste.Fed. Srl – Eredi Ghilardi Giacomo
“Dimensionamento dei sistemi disperdenti nel sottosuolo delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento raccolte dalle superfici impermeabilizzate previste dalla variante n. 3 al PL 3/1” di via Acqua dei Buoi, nel Comune di Nembro (Bg)

Relazione Idrogeologica

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**
 $z = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \pi^2 d_u^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi^2 d_i^2 / (4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_2) + d_u \cdot \pi \cdot k_f / 4]$

Parametri:		
Superficie raccolta acqua	(A _E)	3296 m ²
Tipo di Superficie	(ψ _m)	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	3131,2 m ²
Tipo di terreno drenante	(k _f)	- Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)
Numero punti pozzo nel terreno		6
Profondità tubo d'entrata	(h _{Roba})	1 m
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	- cm 200
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _e)	216 cm
Numero fori drenaggio		16
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{filtra})	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{Sand})	0 m
Fattore di sicurezza	(f ₂)	1,15
Dati precipitazioni massime:		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r _{D(n)})	146,5 (Precipitazioni Alto Adige qui) (ALTRE PREC)
<input type="button" value="Calcola"/>		
Risultati:		
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	15,02 m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200 cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo	Nr.	6 Pz.
Numero punti pozzo	Nr.	6 Pz.
Totale anelli perdenti	Nr.	36 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo	H	4 m
Diametro scavo per pozzo	ø	3,16 m

Tabella n. 2: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque di dilavamento di strade, piazzali e parcheggi del SETTORE N. 1

Per quanto riguarda invece le acque pluviali raccolte dalla copertura dell'edificio n. 1 ricadente nel SETTORE N. 1 (precedentemente quantificata in circa 1965 m²), il relativo sistema disperdente dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 9 e dunque dovrà essere costituito da almeno 18 anelli disperdenti dell'altezza pari a m 0,5 c.u..

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**
 $z = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \pi^2 d_u^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi^2 d_i^2 / (4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_2) + d_u \cdot \pi \cdot k_f / 4]$

Parametri:		
Superficie raccolta acqua	(A _E)	1965 m ²
Tipo di Superficie	(ψ _m)	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	1866,75 m ²
Tipo di terreno drenante	(k _f)	- Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)
Numero punti pozzo nel terreno		3
Profondità tubo d'entrata	(h _{Roba})	1 m
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	- cm 200
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _e)	216 cm
Numero fori drenaggio		16
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{filtra})	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{Sand})	0 m
Fattore di sicurezza	(f ₂)	1,15
Dati precipitazioni massime:		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r _{D(n)})	146,5 (Precipitazioni Alto Adige qui) (ALTRE PREC)
<input type="button" value="Calcola"/>		
Risultati:		
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	8,95 m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200 cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo	Nr.	6 Pz.
Numero punti pozzo	Nr.	3 Pz.
Totale anelli perdenti	Nr.	18 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo	H	4 m
Diametro scavo per pozzo	ø	3,16 m

Tabella n. 3: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque pluviali raccolte dall'edificio n. 1 del SETTORE N. 1

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 3), il sistema

disperdente delle acque pluviali raccolte dall'edificio n. 1 dovrà essere costituito da non meno di 3 pozzi collegati in serie (3 x 3 = 9 m = 9 m).

Nel complesso, per il SETTORE N. 1 la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà dunque essere costituita da non meno di 9 pozzi di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie.

Considerando invece un evento di pioggia avente tempo di ritorno **Tr = 50 anni**, nel complesso per lo stesso settore la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà essere costituita da non meno di **10 pozzi** (sempre di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie).

SETTORE 2 (comparto centrale)

Dalle verifiche illustrate nella tabella n. 4 riportata in seguito, emerge che per strade, piazzali e parcheggi ricadenti nel SETTORE N. 2 precedentemente quantificato (pari a circa 5540 m²), il sistema disperdente costituito da una batteria di pozzi perdenti ad anelli fessurati del diametro efficace pari a m 2, dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 25,5, dunque pari ad almeno 51 anelli disperdenti dell'altezza uguale a m 0,5 c.u..

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**

$$z = [A_u \cdot 10^{-7} + r_{D(n)} - \pi^2 d_a^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi^2 d_i^2 / (4 \cdot D^2 \cdot 60 \cdot f_z) + d_a \cdot \pi \cdot k_f / 4]$$

Parametri:		
Superficie raccolta acqua	(A _g)	5540 m ²
Tipo di Superficie	(ψ _m)	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	5263 m ²
Tipo di terreno drenante	(k _f)	- Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)
Numero punti pozzo nel terreno		9
Profondità tubo d'entrata	(h _{Robr})	1 m
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	- cm 200
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _a)	216 cm
Numero fori drenaggio		16
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{Filter})	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{Sand})	0 m
Fattore di sicurezza	(f _z)	1,15
Dati precipitazioni massime:		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r _{D(n)})	146,5 - (Precipitazioni Alto Adige qui)

Calcola

Risultati:		
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	25,25 m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200 cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo		Nr. 6 Pz.
Numero punti pozzo		Nr. 9 Pz.
Totale anelli perdenti		Nr. 54 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo	H	4 m
Diametro scavo per pozzo	o	3,16 m

Tabella n. 4: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque di dilavamento di strade, piazzali e parcheggi del SETTORE N. 2

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 4), il sistema

disperdente di strade, parcheggi e piazzali del SETTORE N. 2, dovrà essere costituito da non meno di 9 pozzi debitamente collegati in serie (9 x 3 = 27 m > 25,5 m).

Per quanto riguarda invece le acque pluviali raccolte dalle coperture degli edifici n. 2 e 3 ricadenti nel SETTORE N. 2 (precedentemente quantificate in complessivi 2800 m²; vedi tabella n. 5), il relativo sistema disperdente dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 13 e dunque dovrà essere costituito da almeno 26 anelli disperdenti dell'altezza pari a m 0,5 c.u..

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro ATV-DVWK-A 138
 $z = [A_u \cdot 10^{-7} + r_{D(n)} - \pi^2 d_a^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi^2 d_i^2 / (4 \cdot D^2 \cdot 60 \cdot f_z) + d_a \cdot \pi \cdot k_f / 4]$

Parametri:		
Superficie raccolta acqua	(A _E)	2800 m ²
Tipo di Superficie	(Ψ _m)	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	2660 m ²
Tipo di terreno drenante	(k _f)	Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)
Numero punti pozzo nel terreno		5
Profondità tubo d'entrata	(h _{Robr})	1 m
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	- cm 200
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _a)	216 cm
Numero fori drenaggio		16
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{Filter})	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{Sand})	0 m
Fattore di sicurezza	(f _z)	1,15
Dati precipitazioni massime:		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(f _{D(n)})	146,5 - (Precipitazioni Alto Adige qui)
<input type="button" value="Calcola"/>		
Risultati:		
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	12,76 m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200 cm
Numero anelli perdenti h cm 90 per ogni punto pozzo	Nr.	6 Pz.
Numero punti pozzo	Nr.	5 Pz.
Totale anelli perdenti	Nr.	30 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo	H	4 m
Diametro scavo per pozzo	o	3,16 m

Tabella n. 5: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque pluviali raccolte dagli edifici n. 2 e 3 del SETTORE N. 2

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 5), il sistema disperdente delle acque pluviali raccolte dagli edifici n. 2 e 3 dovrà essere costituito da non meno di 5 pozzi collegati in serie (5 x 3 = 15 m > 12,76 m).

Nel complesso, per il SETTORE N. 2 la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà dunque essere costituita da non meno di 14 pozzi di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie.

Considerando invece un evento di pioggia avente tempo di ritorno **Tr = 50 anni**, nel complesso per lo stesso settore la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà essere costituita da non meno di **15 pozzi** (sempre di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie).

SETTORE 3 (comparto occidentale)

Dalle verifiche illustrate nella tabella n. 6 riportata in seguito, emerge che per strade, piazzali e parcheggi ricadenti nel SETTORE N. 3 precedentemente quantificato (pari a circa 1750 m²; vedi tabella n. 6), il sistema disperdente costituito da una batteria di pozzi perdenti ad anelli fessurati del diametro efficace pari a m 2, dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 8, dunque pari ad almeno 16 anelli disperdenti dell'altezza uguale a m 0,5 c.u..

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**
 $z = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \pi^2 d_a^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi^2 d_i^2 / (4 \cdot D^4 \cdot 60 \cdot f_2) + d_a^4 \cdot \pi^2 \cdot k_f / 4]$

Parametri:			
Superficie raccolta acqua	(A _E)	1750 m ²	
Tipo di Superficie	(ψ _m)	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)	
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	1662,5 m ²	
Tipo di terreno drenante	(k _f)	- Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)	
Numero punti pozzo nel terreno		3	
Profondità tubo d'entrata	(h _{Rate})	1 m	
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	o - cm 200	cm
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _a)	o 216	cm
Numero fori drenaggio		16	
Diametro fori drenaggio		o 10	cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{filter})	0,5	m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{sand})	0	m
Fattore di sicurezza	(f _z)	1,15	
Dati precipitazioni massime:			
Durata delle precipitazioni	(D)	15	min.
Ltri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r _{D(n)})	146,5	(Precipitazioni Alto Adige qui) (ALTRE
Calcola			
Risultati:			
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	7,97	m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200	cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo		Nr. 6	Pz.
Numero punti pozzo		Nr. 3	Pz.
Totale anelli perdenti		Nr. 18	Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo		H 4	m
Diametro scavo per pozzo		o 3,16	m

Tabella n. 6: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque di dilavamento di strade, piazzali e parcheggi del SETTORE N. 3

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 6), il sistema disperdente di strade, parcheggi e piazzali del SETTORE N. 3, dovrà essere costituito da non meno di 3 pozzi debitamente collegati in serie (3 x 3 = 9 m > 8 m).

Per quanto riguarda invece le acque pluviali raccolte dalla copertura dell'edificio n. 4 ricadente nel SETTORE N. 3 (precedentemente quantificata in circa 1200 m²; vedi tabella n. 7), il relativo sistema disperdente dovrà avere un'altezza utile complessiva non inferiore a m 5,5 e dunque dovrà essere costituito da almeno 11 anelli disperdenti dell'altezza pari a m 0,5 c.u..

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**
 $z = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \Pi^2 \cdot d_a^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\Pi^2 \cdot d_i^2 / (4 \cdot D^* \cdot 60 \cdot f_2) + d_a \cdot \Pi \cdot k_f / 4]$

Parametri:		
Superficie raccolta acqua	(A _E)	1200 m ²
Tipo di Superficie	(Ψ _{in})	- in Metallo, Vetro, Calcestruzzo Impermeabile (Val. 0,95)
Superficie Impermeabile calcolata	(A _u)	1140 m ²
Tipo di terreno drenante	(k _f)	- Sabbia fine - (Val. 1,0E-05)
Numero punti pozzo nel terreno		2
Profondità tubo d'entrata	(h _{RUTE})	1 m
Diametro interno dell'anello perdente	(d _i)	- cm 200
Diametro esterno dell'anello perdente	(d _a)	216 cm
Numero fori drenaggio		16
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h _{Filter})	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h _{Sand})	0 m
Fattore di sicurezza	(f _z)	1,15
Dati precipitazioni massime:		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r _{D(n)})	146,5 (Precipitazioni Alto Adige qui) (ALTRE)
<input type="button" value="Calcola"/>		
Risultati:		
Altezza utile Pozzo perdente	(z)	5,47 m
Diametro interno selezionato	(d _i)	200 cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo		Nr. 6 Pz.
Numero punti pozzo		Nr. 2 Pz.
Totale anelli perdenti		Nr. 12 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo		H 4 m
Diametro scavo per pozzo		o 3,16 m

Tabella n. 7: Foglio di calcolo relativo al dimensionamento ed alla quantificazione dei pozzi perdenti ad anelli del diametro interno pari a m 2, relativi al solo sistema disperdente delle acque pluviali raccolte dall'edificio n. 4 del SETTORE N. 3

Di conseguenza, adottando batterie di pozzi perdenti dell'altezza efficace pari a m 3 c.u. e profondità d'imposta non inferiore a m 4 da p.c. (vedi figura n. 3 e tabella n. 7), il sistema disperdente delle acque pluviali raccolte dall'edificio n. 4 dovrà essere costituito da non meno di 2 pozzi collegati in serie (2 x 3 = 6 m > 5,5 m).

Nel complesso, per il SETTORE N. 3 la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà dunque essere costituita da non meno di 5 pozzi di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie.

Considerando invece un evento di pioggia avente tempo di ritorno **Tr = 50 anni**, nel complesso per lo stesso settore la batteria di pozzi perdenti ad anelli presi a riferimento (vedi figura n. 3), dovrà essere costituita da non meno di **6 pozzi** (sempre di altezza efficace pari a m 3 e profondità d'imposta non inferiore a m 4, debitamente collegati in serie).

-----00000-----

Chiaramente, il terreno posto tutt'attorno a ciascun sistema disperdente dovrà essere costituito da ghiaie grossolane per uno spessore non inferiore a m 0,5 e tra queste ed il terreno naturale dovrà inoltre essere posato un tessuto non tessuto in grado di trattenere le frazioni granulometriche maggiormente fini ed evitare così che il sistema disperdente possa ostruirsi.

Prefabbricati Moioli SpA - Immobiliare Ste.Fed. Srl - Eredi Ghilardi Giacomo
"Dimensionamento dei sistemi disperdenti nel sottosuolo delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento raccolte dalle superfici impermeabilizzate previste dalla variante n. 3 al PL 3/1" di via Acqua dei Buoi, nel Comune di Nembro (Bg)

Relazione Idrogeologica

Per evitare interferenze, la distanza da interporre tra gli assi dei singoli pozzi non dovrà invece essere inferiore a $3 \div 4$ m.

Fino del Monte (Bg), 15 giugno 2017

Dott. Geol. Amadio Poloni

