

TITOLO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI
VIA AEROPORTO BERARDI / VIA PUGLIE, CHIEVO
SCHEDA NORMA N° 404

FASCICOLO

ANALISI GEO-IDROGEOLOGICA

4

TAVOLE

4.2 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

GRUPPO DI LAVORO

committenti

Righetti Daria

Righetti Elisabetta

Righetti Lorella

progettista

arch. Filippo Legnaghi

ulteriori figure professionali

ing. Paolo Crescini

AGGIORNAMENTI

data

14.06.2021

num. rev.

A.c.M.e. studio

Studio associato di architettura

R. Braggio, G. Castiglioni, F. Legnaghi, M. Zurlo

37129 Verona via S. M. Rocca Maggiore, 22 tel. 045 8030323 e-mail: info@acme-studio.it



INDICE

INDICE	1
1. Premessa.....	2
2. Coefficiente di permeabilità.....	2
3. Dimensionamento rete di smaltimento	3
3.1 Modalità di esecuzione della trincea drenante	9

ALLEGATI AL TESTO:

- Corografia
- Planimetria con ubicazione dei punti di indagine
- Trincea esplorativa T3
- Prova di permeabilità PP1
- Sezione trincea drenante

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it **e-mail:** nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

Verona, 01 giugno 2021

1. Premessa

Nell'ambito delle fasi di approvazione del Piano Urbanistico Attuativo denominato "Scheda Norma n. 404" da attuarsi in Via Aeroporto Berardi / Via Puglie nell'abitato della frazione Chievo nel Comune di Verona è stato condotto, per conto del committente Ripartenze Srl, il presente studio idraulico per verificare la permeabilità dei terreni del sottosuolo e valutare le più adeguate metodologie di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla realizzazione delle opere in progetto.

Nella presente relazione di compatibilità idraulica sono trattati gli aspetti progettuali e la verifica idraulica della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

2. Coefficiente di permeabilità

In merito all'assetto geologico del sito si fa riferimento al documento "Relazione geologica" redatta nel mese di Maggio 2021 dallo scrivente e dal Dott. Geol. Andrea Sterchele; si evidenzia come le trincee geognostiche eseguite mostrano la presenza di un terreno vegetale argilloso di spessore inferiore ad 1 m e di un sottostante litotipo rappresentato da un deposito fluvio-glaciale costituito da ghiaie e sabbie.

Pertanto si ritiene di effettuare la dispersione delle acque meteoriche provenienti dall'ampliamento in progetto e dalle aree esterne, nel terreno naturale ghiaioso sotto lo strato argilloso.

E' stata effettuata una prova di permeabilità denominata PP1 all'interno della trincea T3, nel litotipo *Deposito fluvioglaciale costituito da ghiaie e sabbie* e alla quota di circa -2,90 m dal p.c.

La prova è stata eseguita con immissione di acqua e secondo lo schema di prova in pozzetto superficiale e a carico variabile sopra falda.

Tale metodologia consente, attraverso la ricostruzione e l'analisi dell'andamento della curva di abbassamento per infiltrazione dell'acqua in funzione del tempo e dei livelli misurati, di ottenere una stima del coefficiente di permeabilità del litotipo sottoposto ad indagine.

Dall'elaborazione della prova PP1 (riportata in allegato alla presente relazione) è possibile ricavare il valore del coefficiente di permeabilità (k) del litotipo pari a:

Prova di permeabilità PP1 nel *Deposito fluvioglaciale costituito da ghiaie e sabbie*

($H=-2,90$ m dal p.c.) $k_1 = 1,31 \times 10^{-2}$ cm/s = $1,31 \times 10^{-4}$ m/s

Ai fini del dimensionamento idraulico riportato nel paragrafo successivo si è considerato un valore pari a $K = 1,0 \times 10^{-4}$ m/s.

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

3. Dimensionamento rete di smaltimento

Per il calcolo della portata d'acqua che rifluisce verso lo smaltimento per infiltrazione, si applica il “metodo cinematico” trattandosi di un'area di limitata estensione. Questo metodo permette di determinare con sufficiente approssimazione la portata di afflusso applicando la seguente formula:

$$Q(t) = \Psi \times A \times j(t)$$

dove:

Ψ coefficiente di deflusso;

A superficie di afflusso interessata;

$j(t)$ intensità della precipitazione: contributo specifico derivante da un temporale di progetto caratterizzato da una determinata curva pluviometrica.

I dati delle diverse scansioni temporali sono stati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia c/o A.R.P.A.V. – Centro Meteorologico di Teolo (PD). Ai fini della determinazione dell'intensità di pioggia $j(t)$, si sono utilizzati i valori per la centralina di Verona (VR).

Il fine dell'elaborazione statistica è quello di stabilire un legame tra le misure degli eventi meteorici, le altezze di pioggia raccolte negli annali idrologici e il tempo di ritorno con il quale si vuole caratterizzare un evento. La conoscenza di questi parametri è di significativa importanza per l'opera ingegneristica ad essi collegata. Per tempo di ritorno, infatti, si intende il periodo che intercorre in media tra un evento di particolare rilevanza ed un altro di eguale o maggiore entità.

Matematicamente ciò si traduce nel determinare quella che viene chiamata curva di possibilità pluviometrica:

$$h(t) = a(T_r) t_p^n$$

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita facendo riferimento alla distribuzione di Gumbel.

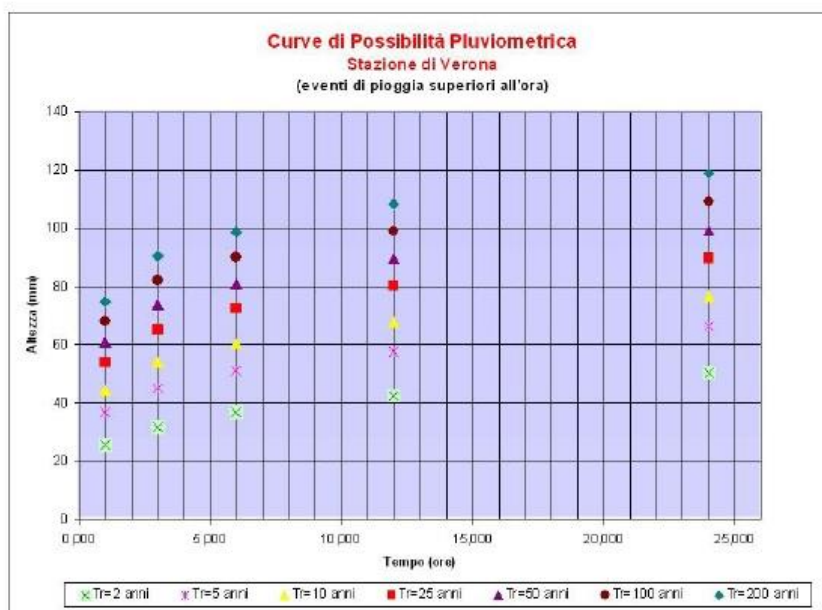
Di seguito si riportano i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione statistica secondo Gumbel relativi alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 1 a 24 ore (eventi di lunga durata) per la stazione di misura di Verona.

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

STAZIONE DI VERONA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità (h [mm], t [h])
2	$h = 25,196 \times t^{0,215}$
5	$h = 36,793 \times t^{0,183}$
10	$h = 44,496 \times t^{0,171}$
25	$h = 54,244 \times t^{0,159}$
50	$h = 61,479 \times t^{0,153}$
100	$h = 68,66 \times t^{0,1478}$
200	$h = 75,83 \times t^{0,144}$



Invece di utilizzare il parametro $a = 61,479$ e $n = 0,153$ facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni (parametro che risulta di utilizzo comune per il dimensionamento delle reti di smaltimento nel terreno delle acque meteoriche) si è deciso, a favore di sicurezza, di utilizzare un valore maggiorato del parametro “a”. Infatti si è utilizzato un valore di “a” pari a 75,83 mm/ora **utilizzando un tempo di ritorno di 200 anni** operando a favore di sicurezza per tenere conto dell’intensità di pioggia estremamente intensa caduta, per esempio, durante l’evento meteorico del 27.07.2016 nel Comune di Verona.

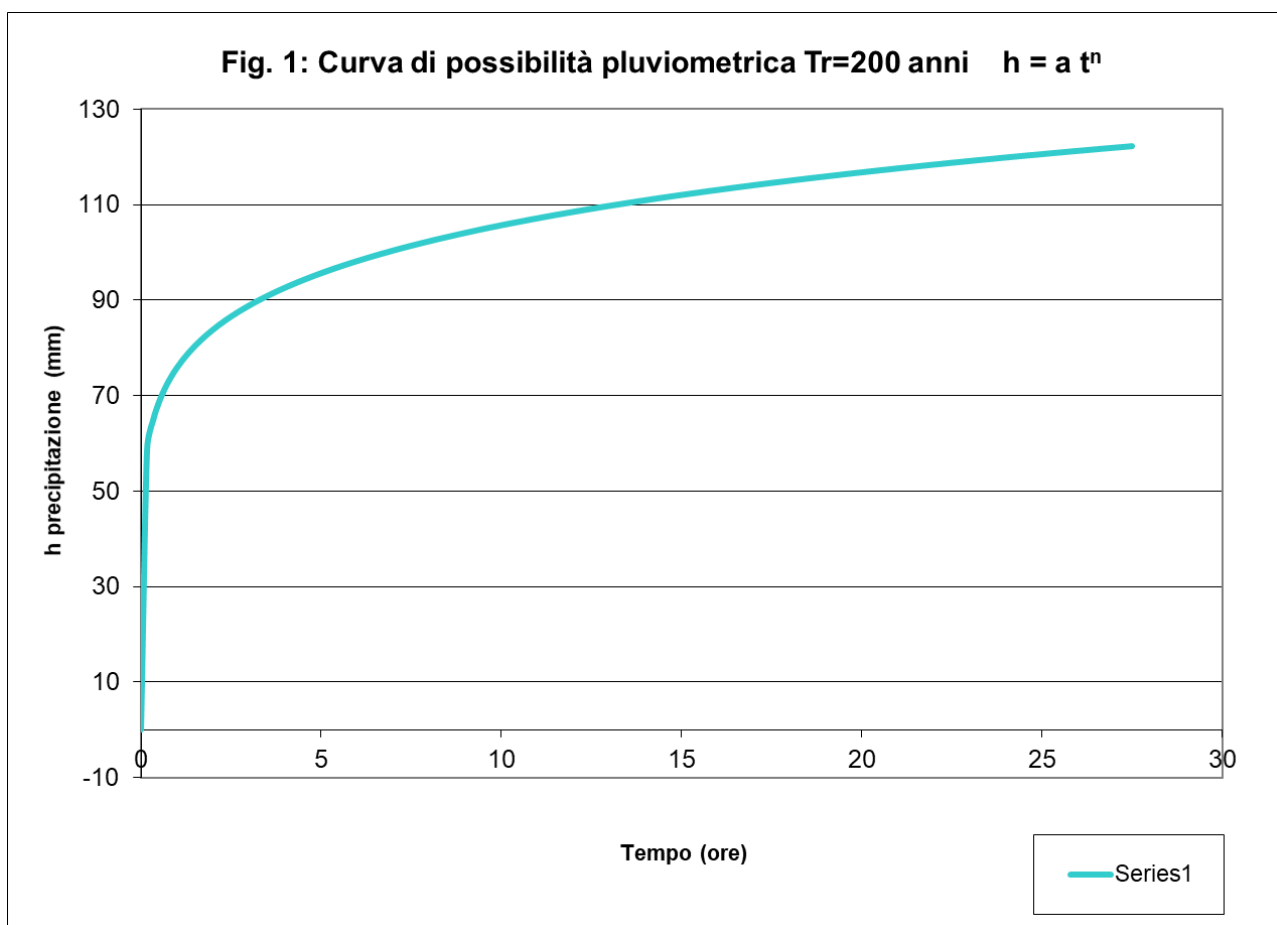
Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

I parametri utilizzati per il dimensionamento sono quindi pari a:

$$a = 75,83 \quad n = 0,144$$



Sulla base degli elaborati grafici forniti dal Progettista si sono considerate le varie tipologie di pavimentazione previste per le sistemazioni esterne con i relativi coefficienti di deflusso.

Il coefficiente di deflusso Ψ utilizzato nel dimensionamento, per le varie tipologie di pavimentazione delle sistemazioni esterne, è stato quindi fissato pari a:

- 0,9 per le aree totalmente impermeabili (strada, parcheggi);
- 0,5 per le aree destinate a pista ciclabile e marciapiedi realizzate con cemento drenante;
- 0,2 per le aree verdi (giardino della pioggia).

Il funzionamento della trincea drenante è rappresentato nel grafico successivo nel quale viene riportato l'andamento nel tempo del volume d'acqua V_A immesso nella trincea e contemporaneamente il volume d'acqua che si infila nel terreno V_I .

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

La differenza tra i due volumi riportati fornisce, istante per istante, il volume di acqua V_S stoccato nella trincea secondo le seguenti relazioni:

$$V_S(t) = V_A(t) - V_I(t)$$

$$V_A(t) = \Psi \times A \times h(t)$$

$$V_I(t) = V_{Ib}(t) + 2V_{Il}(t)$$

dove:

$V_{Ib}(t) = A_{trincea} \times k$ è il volume d'acqua che si infila nel terreno dalla superficie di base della trincea drenante;

$V_{Il}(t) = L_{trincea} \times k/(2L) \times (H_1^2 - H_2^2)$ è il volume d'acqua che si infila nel terreno dalla superficie laterale della trincea drenante;

k coefficiente di permeabilità caratteristico del terreno in sito;

$A_{trincea}$ superficie disperdente di base della trincea;

$L_{trincea}$ lunghezza della trincea;

H_1, H_2 altezze piezometriche rispettivamente all'interno e all'esterno della trincea drenante;

L distanza in m tra le altezze piezometriche H_1 e H_2 .

La verifica idraulica prevede che $V_S(t)$ sia inferiore al volume massimo V_{acqua} stoccabile nella trincea drenante.

La trincea drenante verrà realizzata sotto il "giardino della pioggia o rain garden" e dovrà essere di lunghezza pari a circa 70m e dimensioni 1,70m*1,30(H) m, in grado di accumulare e successivamente smaltire gli eventi meteorici particolarmente intensi, soprattutto nei primi minuti ove l'intensità di pioggia è maggiore (vedi Fig. 1 – Curva di possibilità pluviometrica).

Vista la natura del materiale si valuterà durante la realizzazione della trincea drenante se procedere con la sostituzione del materiale naturale altamente permeabile.

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

La superficie complessiva è pari a 1753 mq, così ripartiti:

N°	Terreno	Superficie [mq]	Coefficiente di deflusso ϕ
1	Pista ciclabile (Cemento drenante)	306	0,5
2	Rain Garden	124	0,2
3	Marciapiede (Cemento drenante)	95	0,5
4	Strada + banchina	381	0,9
5	Parcheggi	160	0,9
6	Marciapiede (Cemento drenante)	462	0,5
7	Parcheggi sotto	225	0,9
Totale =		1753	

Trincea drenante:

Dati di progetto:

Superficie trincea drenante = $70 \times 1,70 = 119$ mq

Volume trincea = $119 \text{ mq} \times 1,30 \text{ m (h)} = 154,70$ mc

Volume tubo collettore = trascurato a favore di sicurezza

Porosità materiale drenante $n = 0,40$

Permeabilità di progetto del terreno $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s

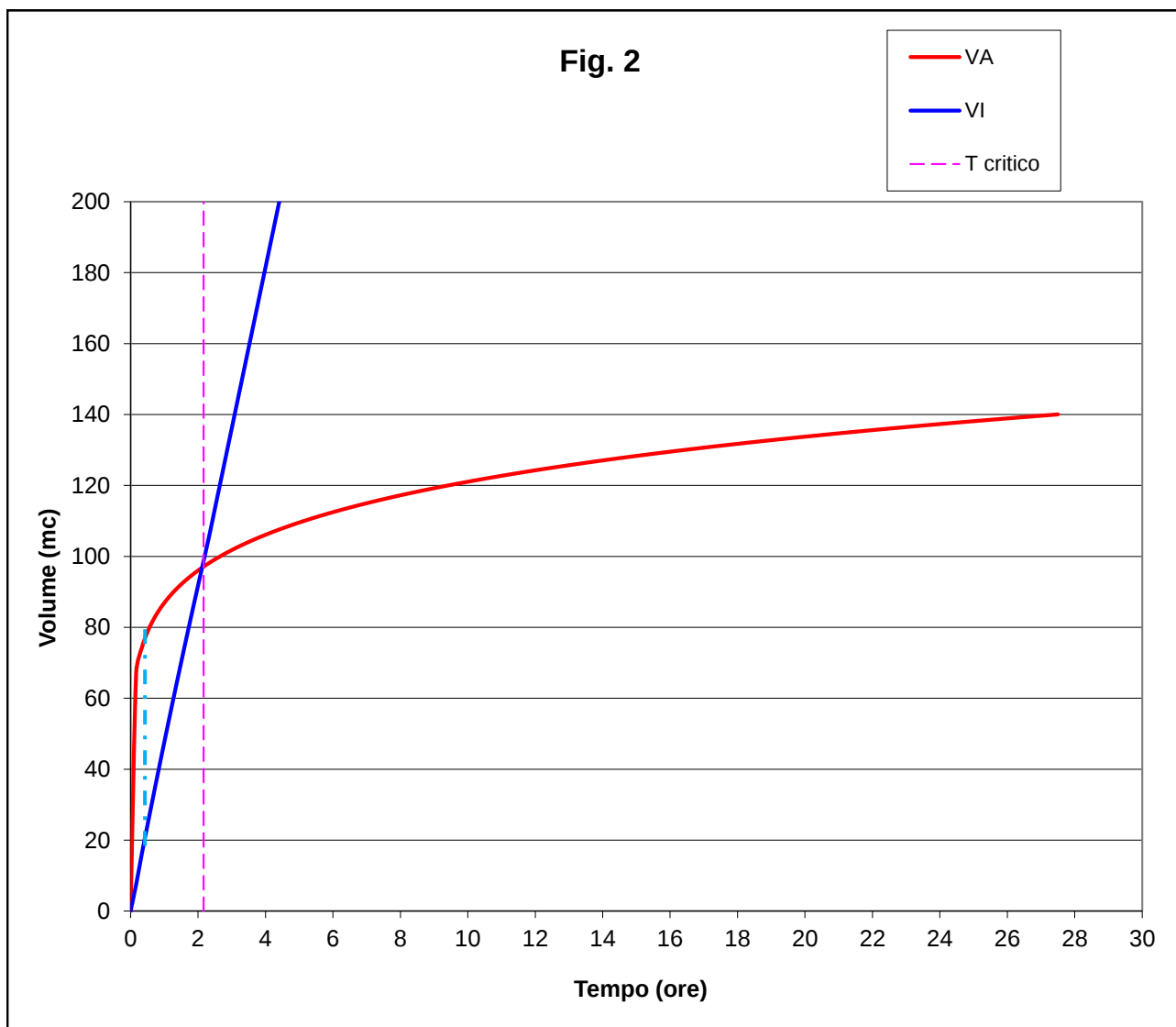
Pertanto il volume massimo di acqua stoccabile all'interno della trincea è pari a:

$V_{\text{acqua}} = 154,70 \times 0,40 = 62$ mc

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it



Dall'analisi del grafico risulta che dopo 10 minuti di pioggia si ottiene il volume $V'_s(t)$ massimo di acqua da stoccare pari a 60 mc (linea azzurra tratteggiata) inferiore rispetto al volume a disposizione nella trincea drenante che risulta pari a $V_{\text{acqua}} = 62$ mc e il tempo critico necessario per smaltire tale volume all'interno della trincea drenante è di poco superiore alle 2 ore (linea rosa tratteggiata).

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it

3.1 Modalità di esecuzione della trincea drenante

Considerata la discreta permeabilità del materiale *Deposito fluvioglaciale costituito da ghiaie e sabbie* presente in sito al di sotto della trincea drenante e la conseguente rapidità di vuotamento della trincea drenante stessa evidenziata nei grafici sopra riportati, si ritiene che tale materiale sia idoneo per un adeguato smaltimento nel sottosuolo senza intervenire con ulteriori opere compensative.

Tuttavia si consiglia la stesura di un geotessile a ricoprimento delle aree individuate come “Trincea drenante” nello schema allegato alla presente; trattasi di un intervento migliorativo in quanto consente di mantenere efficiente la dispersione dell’acqua all’interno del materiale naturale drenante che non viene quindi contaminato dalla frazione fine.

Nell’elaborato grafico è riportata un’ipotesi per il convogliamento delle acque meteoriche e della trincea drenante.

In particolare sono elencate di seguito le fasi di realizzazione e le caratteristiche dei materiali utilizzati per la trincea drenante:

- Scavo a sezione obbligata fino alla quota prestabilita, secondo le dimensioni di progetto adottate in fase costruttiva, con sagomatura provvisoria delle pareti laterali di scavo con pendenze non superiori a 60° circa, previo accertamento in sito durante i lavori della natura e consistenza del terreno;
- Stesura di geotessile drenante con funzione di ripartire i carichi verticali (peso proprio del terreno di riempimento) e impedire al sottostante terreno naturale di intasare nel tempo i vuoti del materiale granulare utilizzato per la trincea;
- Realizzazione di un filtro naturale sul fondo della trincea mediante stesura di uno strato di circa 15 cm di sabbia uniforme;
- Formazione della trincea drenante mediante stesura e costipamento, se necessario per strati successivi, di materiale naturale permeabile reperito in sito, in grado di garantire una porosità pari a $n = 40\%$;
- Stesura di geotessile drenante a chiusura della trincea, con le dovute sovrapposizioni, e successivo riempimento con materiale idoneo, proveniente dallo scavo o secondo le indicazioni impartite dal D.L.

Dott. Ing. Paolo Crescini



Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona
Tel. 045-8104077

web: www.ingegnosrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnosrl.it