

COMUNE DI VERONA

PIANO DEGLI INTERVENTI
(Del.C.C. n°91 23.12.2011)

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO - PUA



Cartiere SACI spa

ELABORATO :

6

2

Studio di Compatibilità Idraulica

PROGETTISTA

Arch. Tullo Galletti

via Camuzzoni, 1 – 37138 VERONA
tel 045 8101044 fax 045 8102502

COLLABORATORI

Arch. Eve Gagnon-Levert

COMMITTENTE :



CARTIERE SACI S.p.A.

Strada della Ferriera, 17
37100 – Cà di David– Verona (Italy)

ing. Poli Lorenzo

**Studio di Geologia Tecnica ed
Ingegneria Ambientale**

Via Sabotino, 1B
37121 VERONA
tel / fax 045.830.1096
email studio@sgta.it

dott. geol. Romano Rizzotto

ing. Sara Pozzerle

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	febbraio 2013	Studio di Compatibilità Idraulica	sgta	sgta	sgta
A					
B					
C					

INDICE

1.	<i>PREMESSA</i>	3
2.	<i>SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI</i>	8
3.	<i>ANALISI IDROLOGICA</i>	12
3.1	GENERALITÀ	12
3.2	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	12
4.	<i>ANALISI IDRAULICA</i>	16
4.1	STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA	16
4.2	STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO	18
4.3	VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO	19
4.4	VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO	21
5.	<i>DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE</i>	23
5.1	AMPLIAMENTO MAGAZZINO, PALAZZINA UFFICI E CAPANNONE	24
5.2	DEPOSITO CARTA DA MACERO E VIABILITÀ INTERNA	26
5.3	Area a verde.....	29
5.4	Opere di urbanizzazione	32

ELENCO ALLEGATI

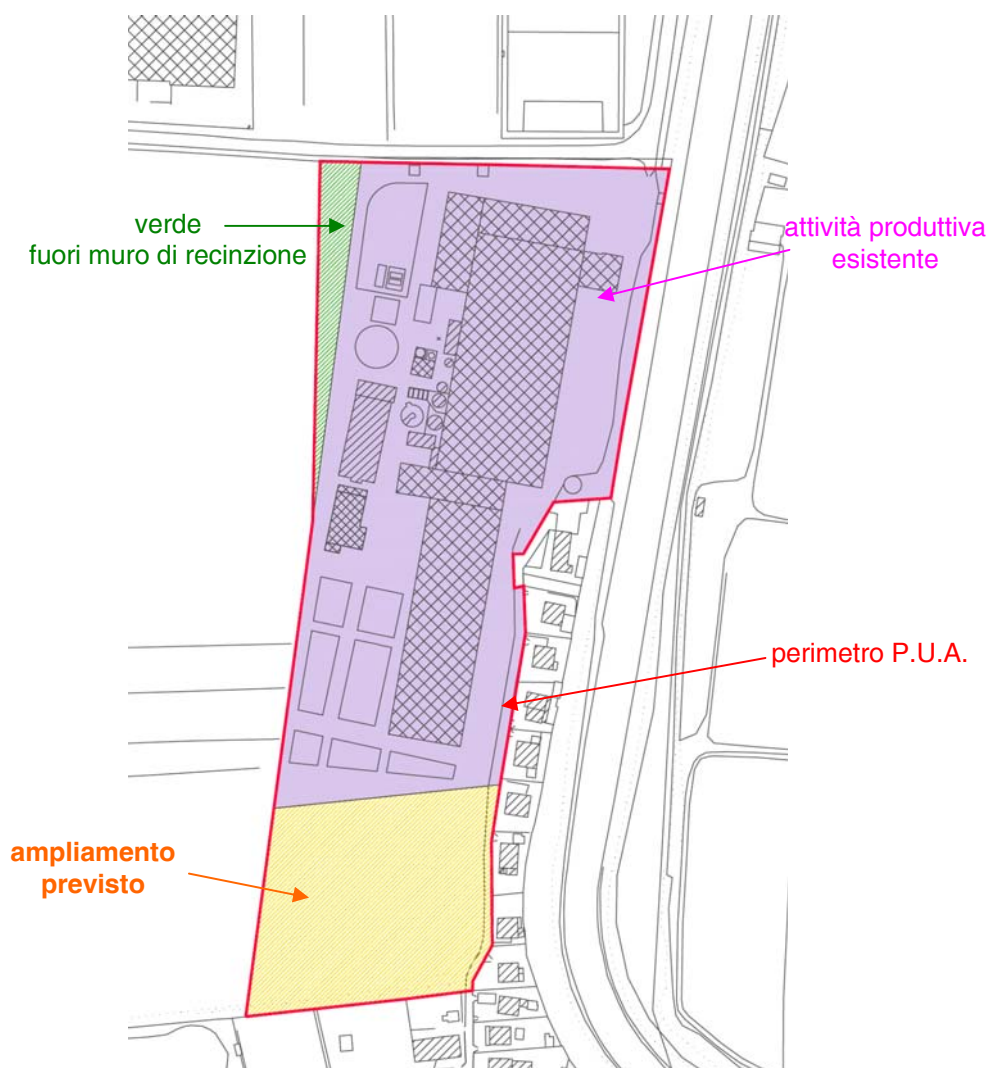
1 - TOPOGRAFIA	scala 1:25.000
2 - CARTA TECNICA REGIONALE	scala 1:5.000
3 - CARTA IDROGEOLOGICA	scala 1:30.000
4 – DATI PLUVIOMETRICI	
5 – MISURE COMPENSATIVE PER AMPLIAMENTO FABBRICATI.....	scala 1:200
6 – MISURE COMPENSATIVE PER DEPOSITO CARTA DA MACERO E VIABILITA'	scala 1:100
7 – MISURE COMPENSATIVE PER AREA A VERDE	scala 1:100
8 – MISURE COMPENSATIVE PER OPERE DI URBANIZZAZIONE.....	scala 1:100
9 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

1. PREMESSA

Per incarico della ditta cartiere SACI S.p.A. è stata redatta la presente Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano Urbanistico Attuativo per l'ampliamento ed il riordino dell'organizzazione delle attività produttive in Strada della Ferriera, 17 in comune di Verona **-si vedano allegati 1 "Topografia scala 1:25.000" e 2 "Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000"-**.

L'insediamento produttivo "Cartiere SACI S.p.A." opera da oltre cinquant'anni nel settore della produzione della carta per imballaggio, ed è stato oggetto negli anni di una serie di ampliamenti dei fabbricati e di aggiornamento ed integrazione di impianti tecnologici sia all'interno che all'esterno degli edifici.

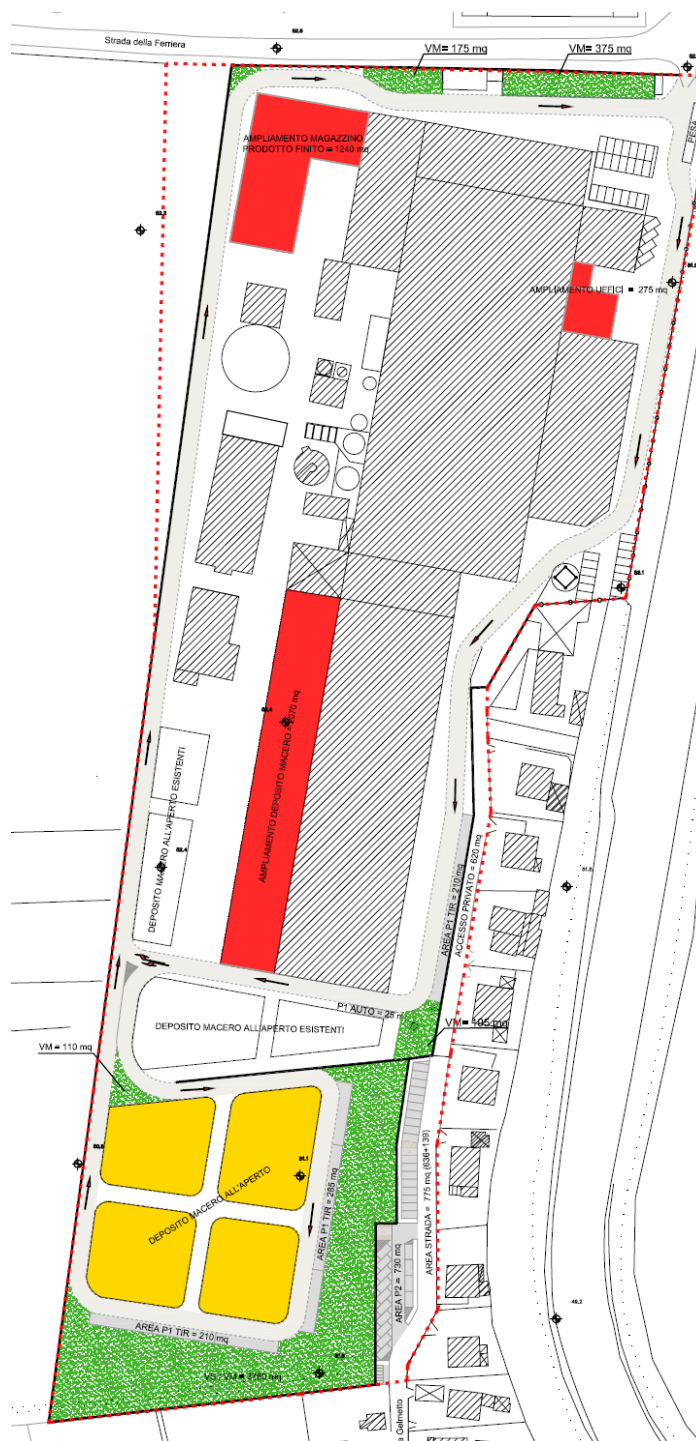
Il Piano Urbanistico Attuativo in esame ha un estensione di circa 55.550 m², di cui 41.812 m² occupati dall'attività produttiva esistente, 1.738 m² a verde, al di fuori del muro di recinzione ad Ovest, e 12.000 m² destinati all'ampliamento.



Stralcio fuori scala dell'ambito del Piano Urbanistico Attuativo

Nello specifico, gli interventi previsti dal piano in esame sono:

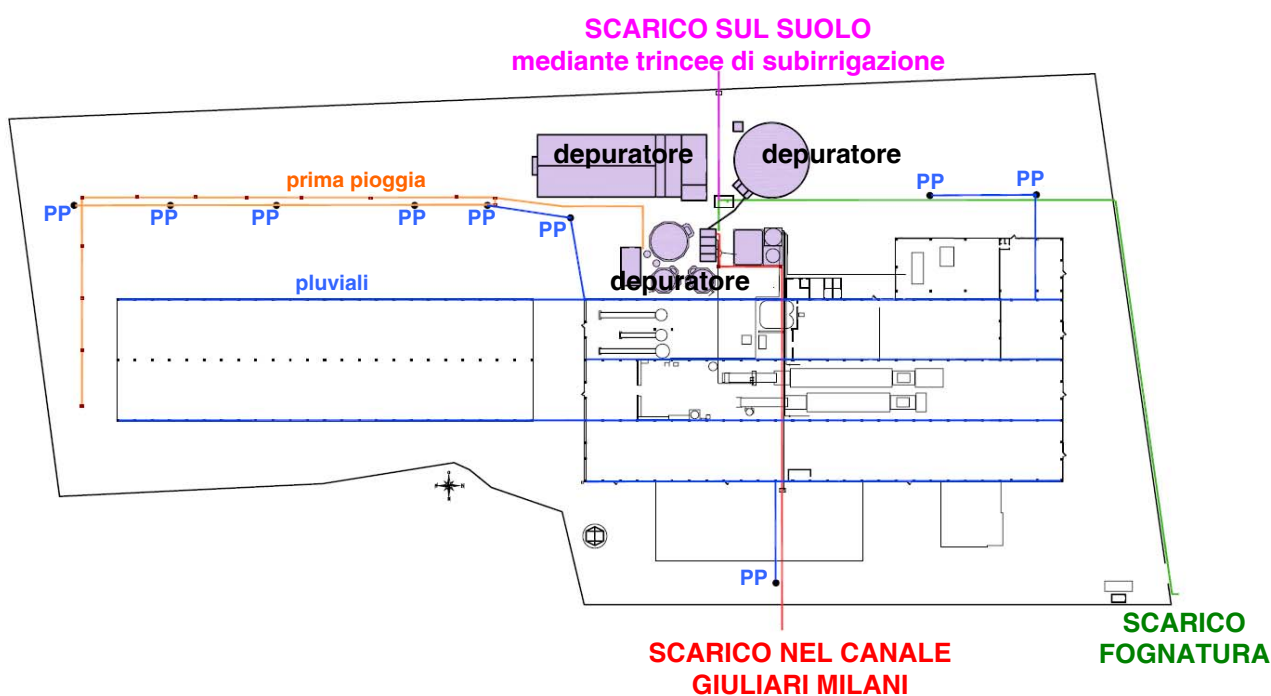
1. ampliamento capannone, magazzino e palazzina per uffici sull'attuale superficie della cartiera – già pavimentata – di complessivi 3.585 m²;
2. realizzazione di una piattaforma per il deposito di carta da macero a cielo aperto, compresa di viabilità interna – nell'area di ampliamento succitata di 6.500 m²;
3. realizzazione opere di urbanizzazione, parcheggi e verde di mitigazione, nella zona a Sud e Sud Est dell'ambito di circa 5.500 m².



Stralcio fuori scala del progetto di ampliamento

In tali occasioni lo scarico in parte e per una portata non superiore a 25 l/s, pari a circa 2.200 m³/giorno avviene in fognatura comunale, in parte e per una portata di circa 1.800 m³/giorno avviene sul suolo mediante trincee di subirrigazione nei terreni di proprietà ubicati ad Ovest dell'insediamento.

Le acque di seconda pioggia dai piazzali e le acque dei pluviali sono attualmente scaricate sul suolo mediante una serie di pozzi perdenti a grande diametro con profondità variabile da 4-5 metri, distribuiti all'interno dell'area della cartiera.



l'ubicazione dei pozzi perdenti e i raccordi tra le tubazioni sono indicativi

Nella parte terminale di Via Traversa Gelmetto la rete di raccolta acque meteoriche è costituito da pozzetti con caditoia in ghisa a lato strada con recapito in pozzo perdente. Dal sopralluogo fatto sembrerebbe che ad ogni pozzo perdente siano destinate due caditoie.



Via traversa Gelmetto



Via traversa Gelmetto – caditoie e pozzi perdenti esistenti

In ottemperanza alla D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009, la presente analisi, sulla base di una attenta valutazione degli aspetti morfologici, litologici e territoriali che caratterizzano l'area indagata, esamina le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali e presenta una soluzione della gestione dello smaltimento delle acque meteoriche ricadenti:

- ❖ sui tetti dei nuovi fabbricati in ampliamento;
- ❖ sulla zona di deposito di carta da macero – tenendo conto che tali acque saranno tutte raccolte e convogliate al depuratore esistente;
- ❖ sull'area a verde;
- ❖ sulle opere di urbanizzazione – strada e parcheggi.

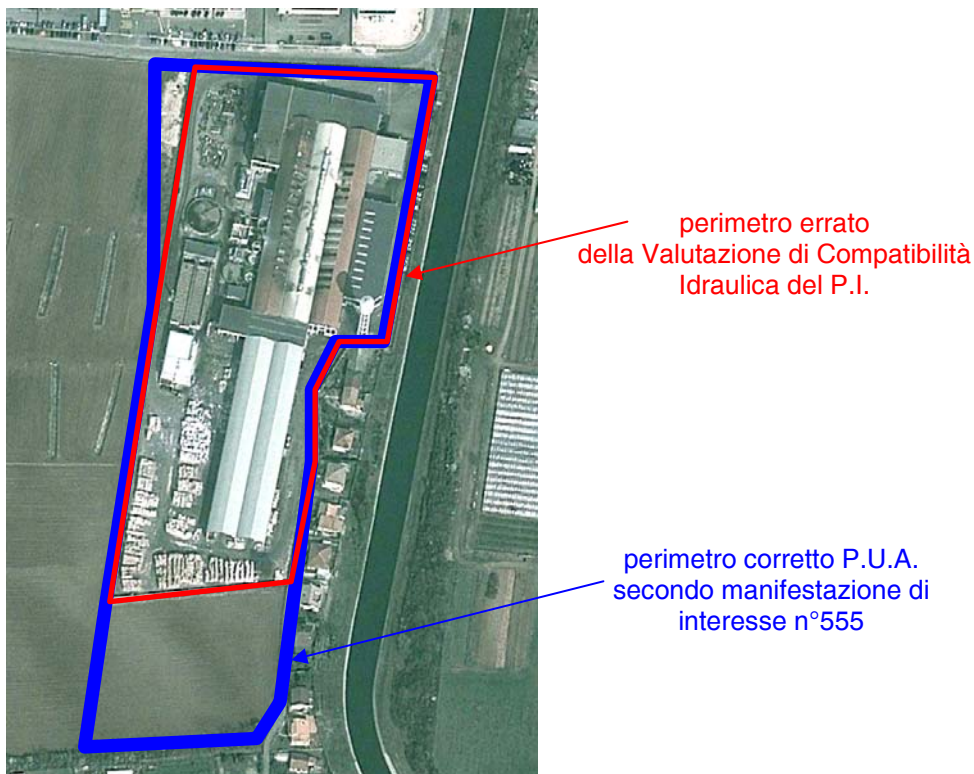
La finalità principale del presente studio di compatibilità idraulica è il conseguimento della sostanziale invarianza idraulica mediante la realizzazione di opere di mitigazione quali invasi di laminazione e sistemi disperdenti.

Essa compendia gli allegati grafici progettuali redatti dall'arch. Tullo Galletti - si vedano le tavole di progetto.

La trasformazione edilizia prevista è la manifestazione di interesse n°555 del Piano degli Interventi del Comune di Verona.

Per tale area, la Valutazione di Compatibilità Idraulica del P.I. ha erroneamente definito il perimetro d'intervento e le superfici di impermeabilizzazione ritenendo che la permeabilità complessiva dovesse diminuire.

Per tale motivo nella presente relazione verrà riportato anche il calcolo pluviometrico e quello dei volumi specifici da gestire.



*Ortofoto con perimetro corretto del PUA
e quello sbagliato della Valutazione di Compatibilità Idraulica del PI*

2. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

L'area interessata dal PUA, da un punto di vista geologico e geomorfologico appartiene all'alta pianura veronese, costituita da conoidi fluvioglaciali e fluviali sovrapposte e terrazzate, depositate dal Fiume Adige, nei periodi interglaciali e postglaciali; essa si presenta pianeggiante con lieve acclività verso Sud.

Indagini geognostiche effettuate in zona nel recente passato confermano i dati reperiti in bibliografia circa la composizione del suolo e sottosuolo con depositi alluvionali formati da un primo livello di terreno agrario sabbio-limoso con ghiaia e ciottoli, seguito in profondità da materiali a granulometria sabbio-ghiaio-ciottolosa.

Per quel che concerne le caratteristiche idrogeologiche, poiché il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana, i terreni presentano una permeabilità superficiale generalmente buona.

Per valutare direttamente la capacità d'infiltrazione dei primi metri di sottosuolo dell'area in esame, in data 04.02.2013 in due trincee sono state eseguite n°5 prove di permeabilità con metodo dell'infiltrometro posto ad una profondità di circa 2 metri dal piano campagna attuale, interessando quindi le alluvioni ghiaioso sabbiose – si veda l'**allegato 9 "Documentazione fotografica"**.

L'infiltrometro ad anello singolo, realizzato in opera, è costituito da una tubazione in pvc del diametro di 20 cm e con altezza di 2 metri.

Le prove effettuate sono di tipo a carico variabile e la permeabilità è ricavata dalla seguente formula (US Navy Bureau, 1972):

$$K = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot f}{11(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h}{H}\right)$$

dove:

K = conducibilità idraulica calcolata (cm/s);

R = raggio interno dell'infiltrometro (cm);

h e H = altezze della lama d'acqua nei tempi t_1 e t_2 (cm);

$t_2 - t_1$ = tempi (s)

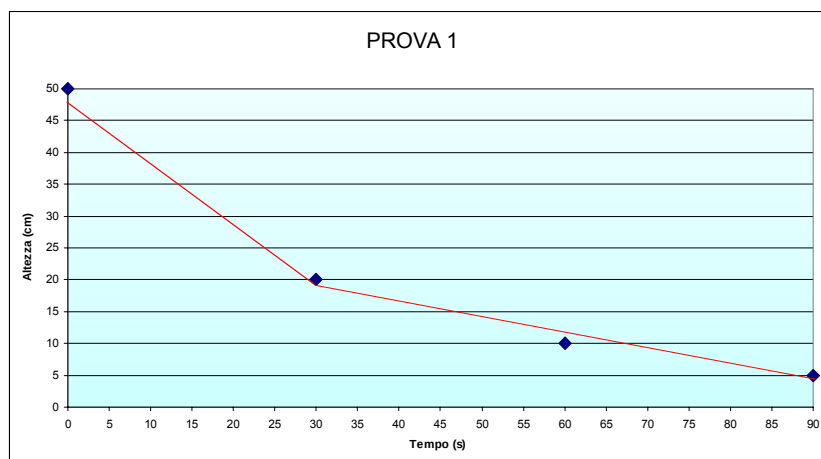
f = fattore di forma ottenuto dal rapporto $C_u/5$ dove C_u è il coefficiente di uniformità del terreno dato da (d_{60}/d_{10}) .

I valori di K per le singole prove sono di seguito riportati.

TRINCEA 1

Prova 1

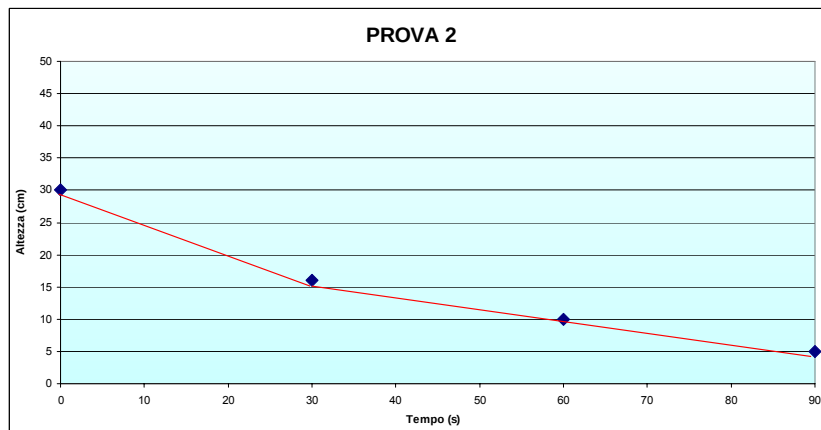
tempo	altezza
0	50
30	20
60	10
90	5



h	20	cm
H	5	cm
t ₁	30	sec
t ₂	90	sec
R	10	cm
f	1	
K	$1,32 \cdot 10^{-3}$	m/s

Prova 2

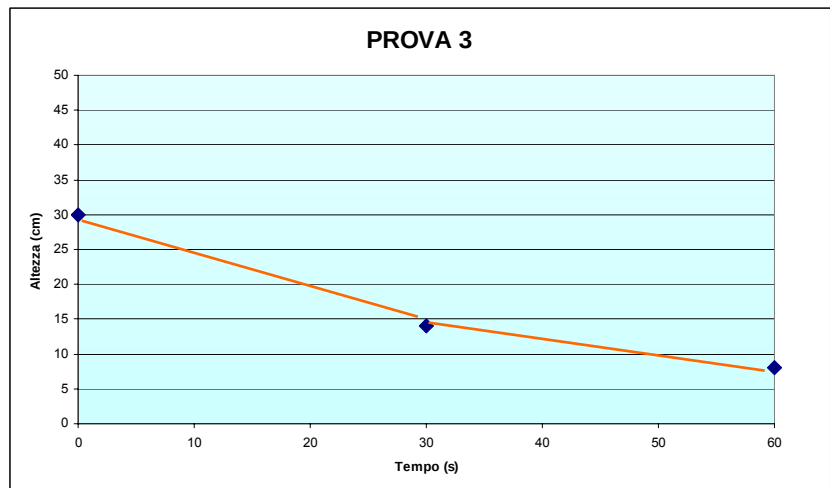
tempo	altezza
0	30
30	16
60	10
90	5



h	16	cm
H	5	cm
t ₁	30	sec
t ₂	90	sec
R	10	cm
f	1	
K	$1,1 \cdot 10^{-3}$	m/s

Prova 3

tempo	altezza
0	30
30	14
60	8

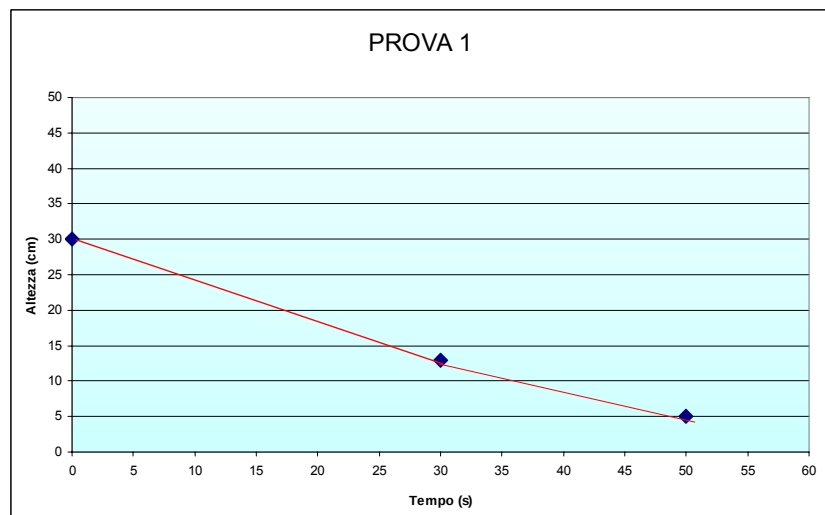


h	30	cm
H	14	cm
t ₁	8	sec
t ₂	60	sec
R	10	cm
f	1	
K	$1,1 \cdot 10^{-3}$	m/s

TRINCEA 2

Prova 1

tempo	altezza
0	30
30	13
50	5

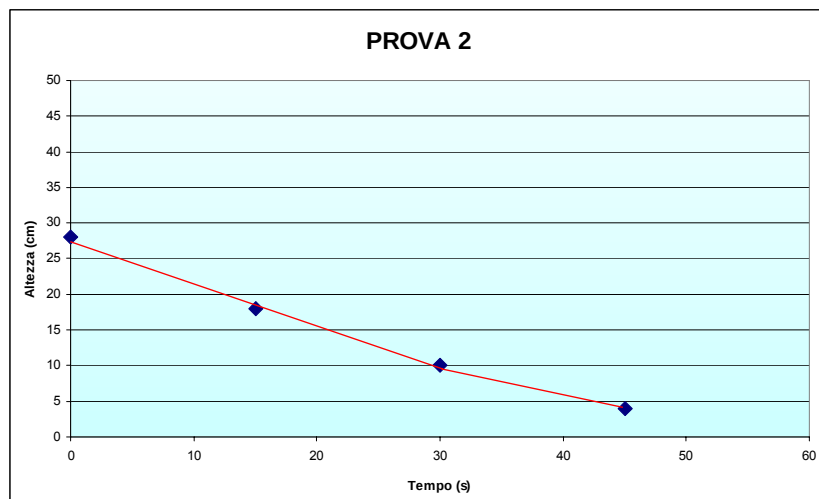


h	13	cm
H	5	cm
t ₁	30	sec
t ₂	50	sec
R	10	cm
f	1	

K	$2,73 \cdot 10^{-3}$	m/s
---	----------------------	-----

Prova 2

tempo	altezza
0	28
15	18
30	10
45	4



h	18	cm
H	4	cm
t ₁	15	sec
t ₂	45	sec
R	10	cm
f	1	
K	$2,88 \cdot 10^{-3}$	m/s

In via cautelativa il coefficiente di permeabilità adottato per i calcoli seguenti è pari a $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Nella zona indagata la rete idrografica naturale è assente; il corso d'acqua di maggiore entità è il canale derivatore "Giuliari-Milani", che scorre in fregio al lato Est dell'impianto produttivo.

I dati bibliografici, confermati da indagini dirette nei pressi del P.U.A., permettono di stabilire che la ricca falda contenuta nei materiali ghiaio-sabbio-ciottolosi è di tipo freatico.

Il livello statico misurato nel periodo di piena (fine agosto-inizio settembre 1986) secondo i rilievi riportati nella carta citata più oltre nell'area in studio risulta ad una quota di circa 46,5 metri s.l.m., cioè circa 6,5 metri dal piano campagna. La direzione di deflusso sotterraneo è da N.O. verso S.E. ed il gradiente locale è pari a circa il 2 ‰ - si veda l'**allegato 3 "Carta idrogeologica alla scala 1: 30.000"** tratta da A. Dal Prà e P. De Rossi "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige" (1989); l'escursione media annua è di circa 2,5 metri.

Il regime della falda è caratterizzato fondamentalmente da un'unica fase di piena (tarda estate-inizio autunno) e da un'unica fase di magra (inizio primavera).

L'insediamento produttivo esistente e di futuro ampliamento non rientra nelle aree di pericolosità individuate dal "Piano Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Adige - Regione Veneto", adottato con delibera del Comitato Istituzionale n°1 del 15 febbraio 2005 e approvato con D.P.C.M. 27/04/2006.

I punti di emungimento, posti a monte, attualmente utilizzati dall'A.G.S.M. per scopo idropotabile, si trovano ad una distanza di oltre 1,5 km dal sito in esame.

3.ANALISI IDROLOGICA

3.1 GENERALITÀ

Per caratterizzare il comportamento idrologico dell'area oggetto d'intervento, con la determinazione della portata, che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire, si utilizzano opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti "a" (mm/ore) e "n" che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

$$h = a t^n$$

dove: h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno Tr , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$Tr = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia t , il massimo valore di h nel periodo pari al tempo di ritorno Tr e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

La ricerca presso gli enti dei dati pluviometrici ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Verona, la più prossima all'area in esame e gestita da ARPAV:

Per l'elaborazione dell'indagine idrologica sono stati raccolti i dati pluviometrici delle serie storiche del valore di altezza di precipitazione di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo – si veda **allegato 4 «Dati pluviometrici»**.

3.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, fa riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right)$$

dove $\bar{x}$ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma_x = s_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot s_x}{\pi} \quad \text{misura della dispersione attorno al valore medio;}$$

$$u = m_x - \lambda \cdot \alpha \quad \text{moda;}$$

con $\lambda = 0,5772$ costante di Eulero.

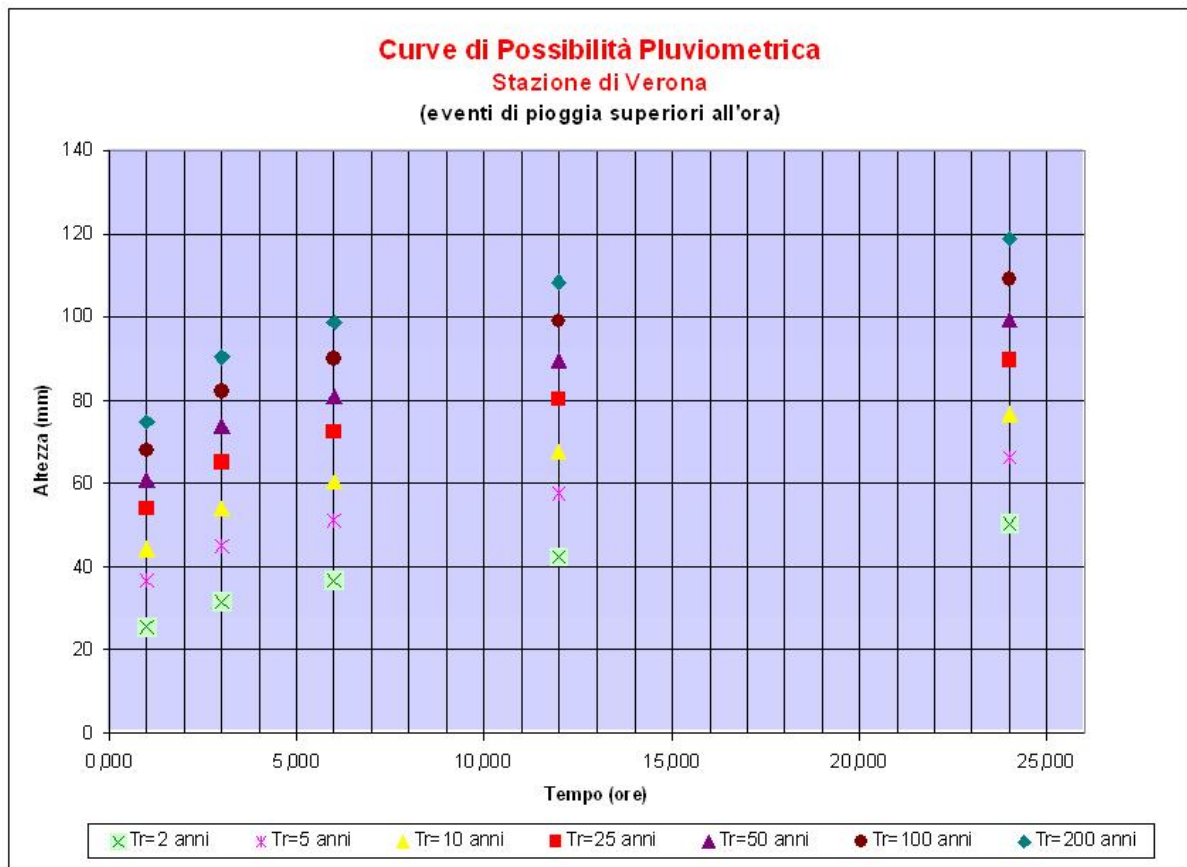
Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove Tr rappresenta quindi il numero medio di anni durante i quali il valore x viene superato una sola volta.

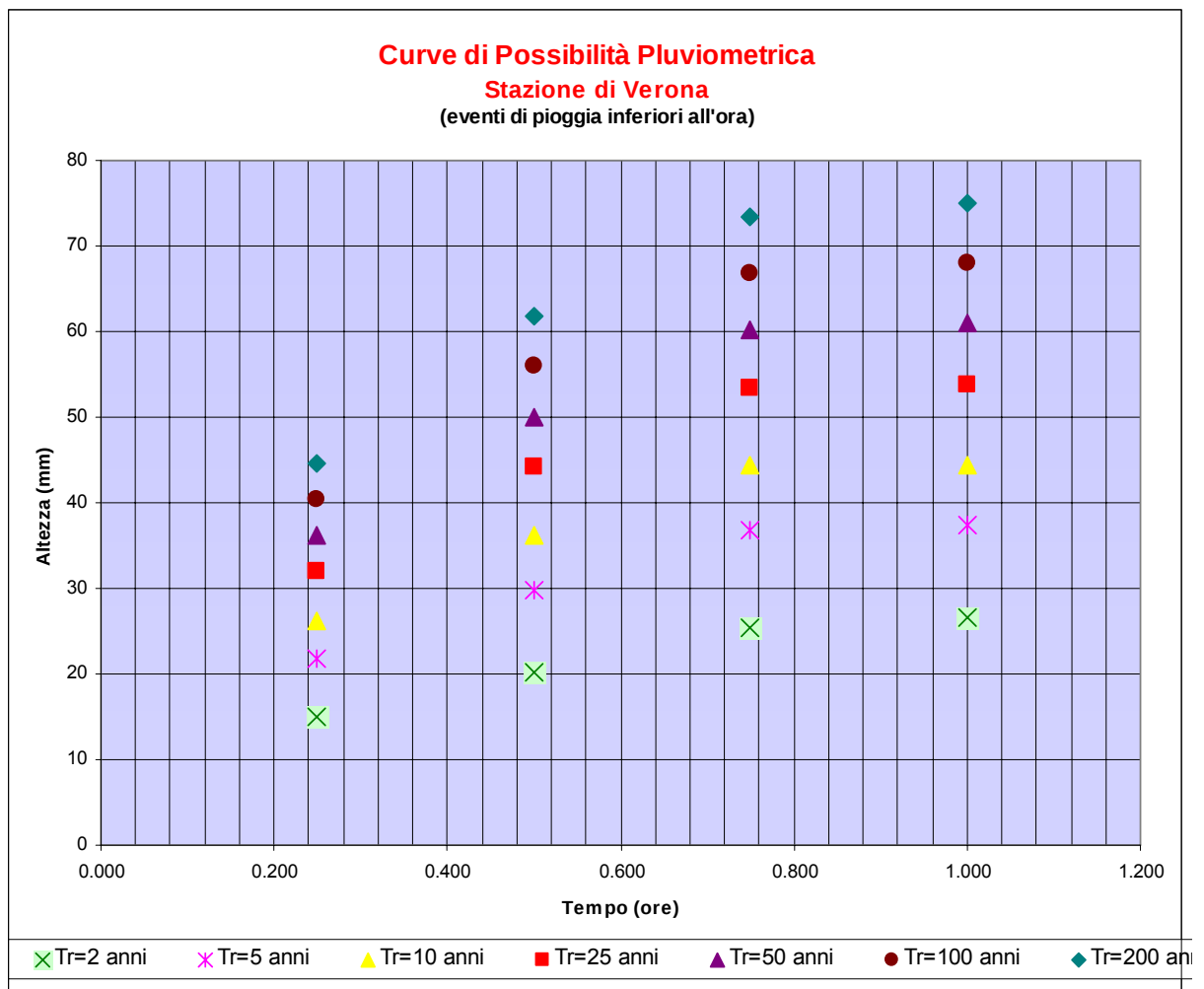
Di seguito si riportano i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione statistica secondo Gumbel relativi alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 1 a 24 ore per la stazione di misura di Verona.

VERONA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità (h [mm], t [h])
5	$h = 36.79 \cdot t^{0.183}$
10	$h = 44.49 \cdot t^{0.171}$
25	$h = 54.24 \cdot t^{0.159}$
50	$h = 61.48 \cdot t^{0.153}$
100	$h = 68.66 \cdot t^{0.148}$
200	$h = 75.83 \cdot t^{0.144}$



Si riportano infine anche i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione statistica secondo Gumbel relativi alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 15 a 60 minuti per la stazione di misura di Verona.

VERONA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità (h [mm], t [h])
5	$h = 39,24 \cdot t^{0,4125}$
10	$h = 46,98 \cdot t^{0,4037}$
25	$h = 56,83 \cdot t^{0,3977}$
50	$h = 64,15 \cdot t^{0,393}$
100	$h = 71,42 \cdot t^{0,393}$
200	$h = 78,66 \cdot t^{0,391}$



Nel campo bilogaritmico la curva ha forma lineare con coefficiente angolare pari ad “n” ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad “a”.

Considerata la modesta estensione del bacino di scolo, e prevedendo pertanto un modesto tempo di corrvazione, la curva è stata discretizzata con una monomia, che caratterizza eventi di durata superiore all'ora, periodo solitamente considerato nella pratica professionale per determinare i volumi di invaso necessari alla laminazione delle portate generate dagli eventi piovosi più gravosi.

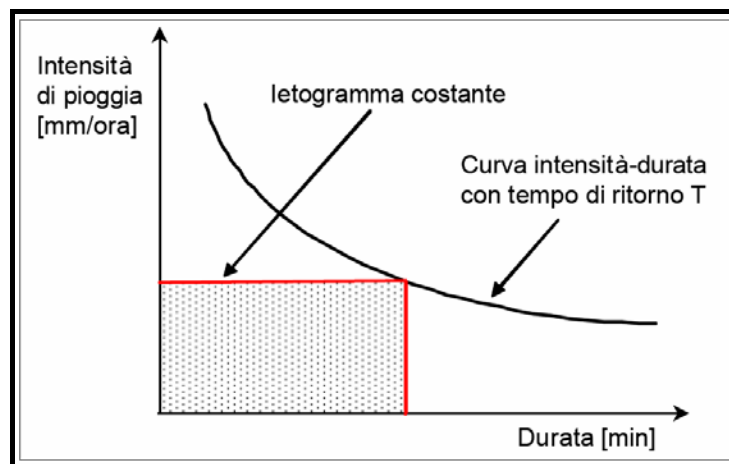
Come prescritto nella D.G.R.V. 2948 del 6 ottobre 2009 *“in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrvazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni.”*

4. ANALISI IDRAULICA

4.1 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Per la definizione dell'idrogramma di piena ci si è avvalsi di un software applicativo (UrbisPro del Centro Studi Idraulica Urbana) che tramite processi di tipo iterativo consente di stimare la portata confluyente generata da piogge reali o simulate su bacini naturali o urbani. In questo caso l'evento piovoso è stato simulato sinteticamente con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento dei volumi di invaso necessari alla laminazione delle portate di piena.

La prima fase di quest'analisi ha comportato la definizione di uno ietogramma costante. Questo ietogramma, sicuramente il più diffuso nell'ambito progettuale, è dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante in tutta la durata. Per la sua definizione è necessario quindi specificare la durata dell'evento. Quest'ultima risulterà funzione delle portate in ingresso al sistema di laminazione, prodotte dall'evento piovoso, e di quelle in uscita, proporzionali alla superficie dell'area da servire. Il metodo adottato per la stima della durata dell'evento piovoso è di tipo iterativo e conduce, caso per caso, a risultati diversi, massimizzando comunque ogni volta i volumi prodotti.



Non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alle canalizzazioni per essere convogliato verso il recapito finale. I fenomeni idrologici che avvengono sulla superficie del bacino scolante modificano sostanzialmente sia la distribuzione temporale che il volume della pioggia utile ai fini del deflusso nella rete di drenaggio. Se si prescinde dall'evapotraspirazione e dall'intercettazione - del tutto trascurabili in un bacino durante un evento di pioggia particolarmente intenso - i fenomeni idrologici che intervengono sono sostanzialmente legati all'infiltrazione e immagazzinamento di acqua nelle depressioni superficiali esistenti.

Questi processi, in realtà molto complessi, sono normalmente trattati con un approccio di tipo concettuale, basato cioè su equazioni empiriche e non derivanti dalla modellazione rigorosa del fenomeno fisico.

Il valori dei coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli indicati nell'Allegato A della D.G.R.V. n.2948 del 6 ottobre 2009 – indicazioni operative per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici – proposti nella letteratura di settore e adottati nella normale pratica progettuale, in mancanza di una descrizione dettagliata della copertura del suolo.

Tipologia area	Coefficiente di deflusso
Agricola	0,1
Permeabili (aree verdi)	0,2
Semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato)	0,6
Impermeabili (strade, tetti, marciapiedi)	0,9

L'ultima fase dell'analisi porta alla creazione dell'idrogramma di piena.

Tra i diversi metodi a disposizione, si è scelto il “metodo lineare della corrivazione–metodo razionale–”. Tale metodo schematizza il bacino come un insieme di canali lineari, tale cioè che il tempo di percorrenza del bacino sia un'invariante. È possibile quindi, almeno in via concettuale, tracciare le così dette linee isocorrive che uniscono i punti del bacino ad ugual tempo di corrivazione. Da esse, infine, è possibile costruire la curva aree-tempi che rappresenta in ordinate le aree del bacino comprese tra la sezione di chiusura e la linea isocorriva relativa al generico tempo di corrivazione, rappresentato in ascissa. Quest'ultimo, per una data superficie totale S , si definisce semplicemente tempo di corrivazione del bacino in esame t_c . Dalla curva aree-tempi è possibile dedurre l'IUH – Idrogramma Unitario Istantaneo – che assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dt}$$

dove dS/dt è la derivata dalla curva aree tempi medesima.

Il tempo di corrivazione del bacino è il tempo necessario perché la goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino stesso.

Esso è valutato indipendentemente dalla possibile interferenza nel deflusso della goccia con altre particelle d'acqua.

Per bacini artificiali il tempo di corrivazione t_c può, in prima approssimazione, essere valutato come somma di due termini

$$t_c = t_i + t_r$$

dove:

t_i = tempo di ingresso, cioè il tempo che impiega la particella d'acqua a giungere alla più vicina canalizzazione scorrendo in superficie,

t_r = è il tempo di trasferimento lungo i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

Per la determinazione dei valori di t_i si può far uso della tabella di Fair del 1966:

Descrizione del Bacino	ti [min]
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali	<5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	10 – 15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	20 – 30

Per la determinazione del tempo t_r si accetta normalmente che esso si possa calcolare sulla base della velocità di moto uniforme dell'acqua nelle canalizzazioni – pari a 1 m/s –, ipotizzate piene ma non in pressione.

A questo punto è possibile a partire dai parametri pluviometrici (a,n) di progetto, dal coefficiente di deflusso e dal tempo di corrivazione, ottenere per il tempo di ritorno di 50 anni i volumi necessari alla laminazione delle portate di pioggia.

4.2 STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO

Il dimensionamento delle misure di mitigazione può essere effettuato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica; anche in questo caso si considera un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il volume specifico affluente, V_i , è:

$$V_i = S \cdot \varphi \cdot a' \cdot t^{n'} [m^3]$$

Il volume V_u , in uscita è:

$$V_u = Q_u \cdot t [m^3]$$

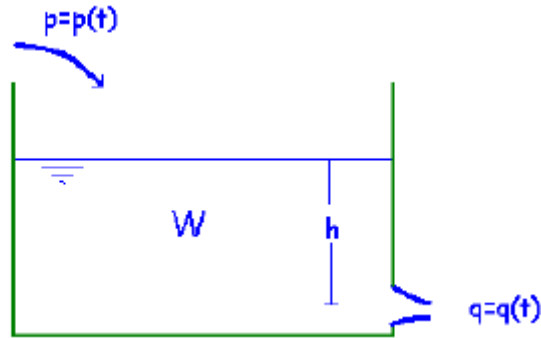
Risulta dunque che il volume specifico da invasare, $V_{invasato}$, è dato dalla differenza:

$$V_{invasato} = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

Come consigliato dalla delibera n°2948/2009, per l'area in esame, di cui sono note le distribuzioni delle superfici d'uso del suolo, si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche i metodi dell'invaso e cinematico.

4.3 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO

Il metodo dell'invaso lineare assimila il comportamento del bacino a quello di un serbatoio nel quale entra la portata p , che rappresenta la precipitazione meteorica che insiste sul bacino, e dal quale esce attraverso una luce la portata q , che rappresenta la portata uscente data dalla differenza tra la p e il volume W proprio del bacino.



Schematizzando un'area di trasformazione urbana come un invaso lineare, si può scrivere l'equazione di continuità della massa nei termini seguenti:

$$\frac{dW(t)}{dt} = P(t) - Q(t) = P(t) + kW(t)$$

essendo $p(t)$ la pioggia netta all'istante t e $q(t)$ la portata uscente, dipendente dal volume invasato $W(t)$.

La portata di picco è calcolata attraverso la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot 0.65 \cdot \varphi \cdot a \cdot k^{n-1} [l/s]$$

con: S superficie scolante in ha;
 φ coefficiente di afflusso;
 a, n parametri curva di possibilità pluviometrica;
 k costante d'invaso in ore.

La costante d'invaso k si determina con la formula URBISPRO dedotta con criteri empirici a seguito di numerosi riscontri in bacini urbani sperimentali:

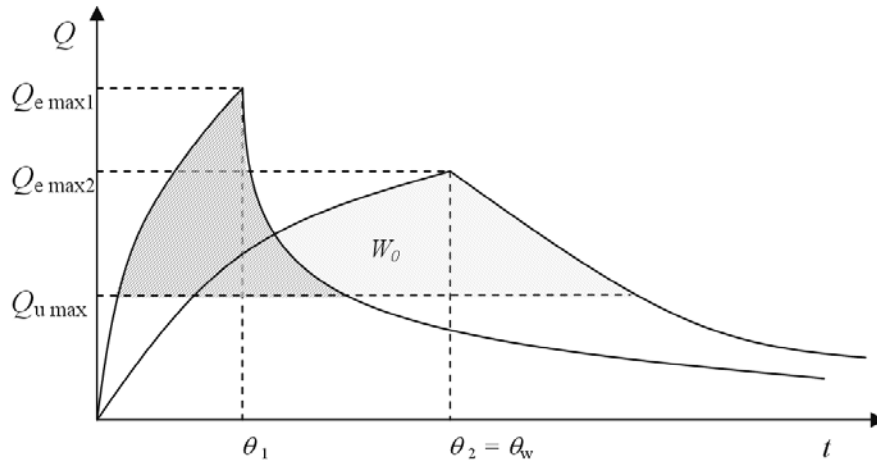
$$k = 0.7 \cdot t_c$$

dove k [ore] è il parametro del modello; t_c [ore] è il tempo di corrivazione del bacino.

Il volume da invasare si calcola in modo implicito in funzione delle grandezze adimensionali:

$$F(n, m) = \frac{\theta_w}{k} \quad G(n, m) = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

dove k è la costante d'invaso in ore del bacino, θ_w è la durata critica per i bacini (quella cioè che conduce al massimo volume d'invaso W_0), Q_c è la portata critica del bacino a monte.



Assegnato poi il rapporto $m = 1/\eta = Q_c/Q_{u \max}$, le grandezze F e G sono calcolabili con le equazioni:

$$n \cdot F + (1-n) \cdot \ln \left(\frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{\frac{D}{m} \cdot F^{2-n}}{1 - e^{-F}} = 0$$

$$G(n, m) = \frac{F^n}{D} - \frac{F^{n-1}}{D} \cdot \ln \left(\frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{F}{m} - \frac{1}{m} \cdot \ln \left[\left(\frac{m \cdot F^{n-1}}{D} - 1 \right) \cdot (1 - e^{-F}) \right] = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

In particolare, trovato con la prima il valore di F , è immediato calcolare la durata critica $\theta_w = k \cdot F(n, m)$ e il volume da invasare $W_0 = k \cdot Q_c \cdot G(n, m)$. E' da notare che tali risultati sono validi solo nel caso in cui la durata critica θ_w della vasca e la durata critica $\theta_c = C \cdot k$ del bacino rientrino nel medesimo campo di validità del parametro n della curva di possibilità pluviometrica.

4.4 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

- ❖ ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- ❖ curva aree tempi lineare;
- ❖ svuotamento della vasca a portata costante pari a Q_u , (laminazione ottimale).

La portata di picco è calcolata con la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1} [l/s]$$

con: S superficie scolante in ha;
 φ coefficiente di afflusso;
 a, n parametri curva di possibilità pluviometrica;
 t_c tempo di corrivazione in ore.

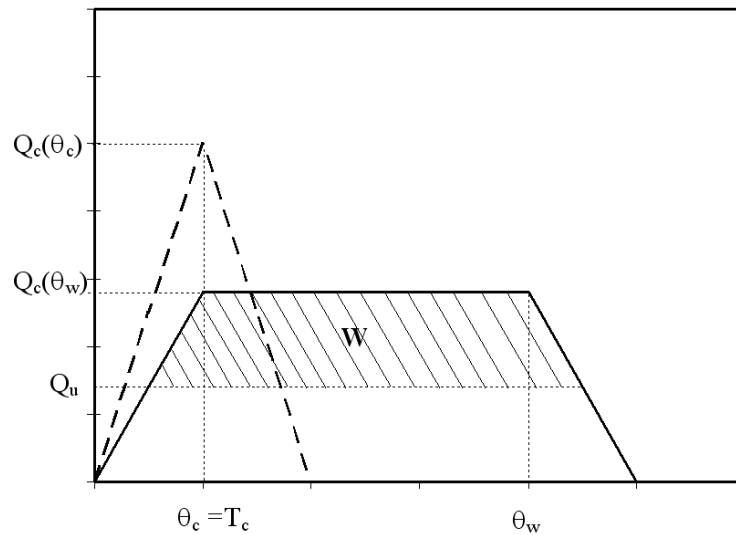
con queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W invasato nei bacini in funzione della durata della pioggia $\mathcal{G}$, del tempo di corrivazione del bacino t_c , della portata uscente drenata massima dalla vasca Q_u , del coefficiente di afflusso φ , dell'area del bacino S e dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica:

$$W = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n + t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\mathcal{G}^{1-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} - Q_u \cdot \mathcal{G} - Q_u \cdot t_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume W, cioè derivando l'espressione precedente rispetto alla durata θ ed eguagliando a zero si trova:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \mathcal{G}_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\mathcal{G}_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

dalla quale si ricava la durata critica $\mathcal{G}_w$ per i bacini di laminazione, che, inserita nella precedente consente di stimare il volume W_0 da invasare.



Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia:

W in m^3 , S in ha, a in mm/ora^{-n} , θ in ore, t_c in ore, Q_u in l/s, le equazioni diventano:

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + 1.295 \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_u \cdot T_c$$

$$2.78 \cdot n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + 0.36 \cdot (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

5.DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE

Il Piano Urbanistico Attuativo in esame ha un'estensione di circa 5,55 ha, di cui circa 4,2 ha occupati dall'attività produttiva esistente, circa 0,18 ha a verde, al di fuori del muro di recinzione ad Ovest, e circa 1,2 ha destinati all'ampliamento.

Come definito in premessa gli interventi previsti dal piano in esame sono:

INTERVENTO	SUPERFICIE	ATTUALMENTE	PROGETTO	VALUTAZIONE IDRAULICA
Ampliamento magazzino, palazzina uffici e capannone	3.585 m ²	impermeabilizzato piazzale esistente	impermeabilizzato	invarianza idraulica già rispettata – di seguito comunque si riporta il dimensionamento dei pozzi perdenti
Deposito carta da macero e viabilità interna	6.500 m ²	area agricola permeabile	impermeabilizzato	dimensionamento o misure compensative – realizzazione vasca di laminazione e scarico nel depuratore esistente
Area a verde	4.000 m ²	area agricola permeabile	area a verde	dimensionamento o misure compensative – realizzazione invaso drenante
Opere di urbanizzazione	1.500 m ²	area agricola permeabile + 435 m ² strada esistente impermeabile	area impermeabilizzata	dimensionamento o misure compensative – realizzazione pozzi perdenti

Di seguito dunque vengono illustrate le misure compensative per garantire la conservazione della portata massima defluente dalle aree in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

5.1 AMPLIAMENTO MAGAZZINO, PALAZZINA UFFICI E CAPANNONE

Per l'ampliamento del magazzino, della palazzina uffici e del capannone, considerata l'immutata impermeabilizzazione delle aree, si procederà al solo dimensionamento dei pozzi perdenti da porre in opera.

Per il dimensionamento dei pozzi perdenti è necessario conoscere la portata massima in uscita – per un evento di pioggia particolarmente intenso con tempo di ritorno di 50 anni.

Nel caso in esame dei nuovi ampliamenti le condizioni più gravose si avranno per precipitazioni molto intense di durata breve. A tempi di pioggia brevi corrispondono, infatti, statisticamente intensità più elevate (scrosci temporaleschi).

I coefficienti pluviometrici presi in esame sono dunque, per la stazione pluviometrica di Verona, considerando un tempo di ritorno $T_r=50$ anni:

a	64,15
n	0,395

Assumendo un tempo t pari a 15' (0.25 ore) e considerando il tempo di ritorno sopra citato di 50 anni, si ottiene un'altezza di pioggia:

$$h = a \cdot t^n = 64,15 \cdot 0,25^{0,395} = 37,10 \text{ mm}$$

ed una intensità di pioggia media pari a :

$$i_m = a \cdot t^{n-1} = 64,15 \cdot 0,25^{0,395-1} = 148,40 \text{ mm}$$

La determinazione della portata pluviometrica è effettuata tramite la "formula razionale". La portata massima in uscita dalle coperture sarà determinata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie interessata (espressa in ha):

$$Q = u \cdot A$$

essendo A superficie interessata (ha) e u pari a:

$$u = i_m \cdot \varphi \cdot \left(\frac{1}{0.36} \right) = 148,40 \cdot 0,9 \cdot \left(\frac{1}{0.36} \right) = 371 \text{ l/s ha}$$

con φ coefficiente di deflusso che per i tetti può essere preso pari a 0,9.

Nella seguente tabella vengono riassunte le portate in uscita dai tre ampliamenti previsti:

	MAGAZZINO	PALAZZINA UFFICI	CAPANNONE
Superficie (ha)	0,124	0,027	0,207
Coefficiente udometrico (l/s ha)	371	371	371
Portata (l/s)	46	10	77

Per poter smaltire le portate sopra calcolate si porranno in opera pozzi perdenti per la cui ubicazione si veda **allegato 5 «Misure compensative per ampliamento fabbricati alla scala 1:200»**, che avranno le seguenti caratteristiche:

	MAGAZZINO	PALAZZINA UFFICI	CAPANNONE
Raggio (m)	1	1	1
Altezza disperdente (m)	3,8	2	3,2
Superficie disperdente laterale (m ²)	23,86	12,56	20,10
Coefficiente medio di permeabilità (m/s)	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
Numero pozzi	2	1	4
Portata drenata dai pozzi (l/s)	47,73	12,56	80,38

Nel calcolo eseguito non si è tenuto conto, in via cautelativa, del volume invasato dai pozzi.

5.2 DEPOSITO CARTA DA MACERO E VIABILITÀ INTERNA

Per l'area di deposito carta da macero e viabilità interna, che passa da area agricola permeabile a area impermeabile, vengono di seguito dimensionate le misure compensative per il rispetto dell'invarianza idraulica.

In questo caso i parametri idraulici presi in esame si riferiscono agli eventi meteorici superiori all'ora, essendo quelli che massimizzano il volume da stoccare.

Per lo stato attuale il coefficiente di deflusso è:

STATO ATTUALE		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE (agricola)	6.500	0,1
TOTALE	6.500	0,1

Allo stato ante opera, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO ATTUALE	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	18 min
Coefficiente di deflusso	0,1

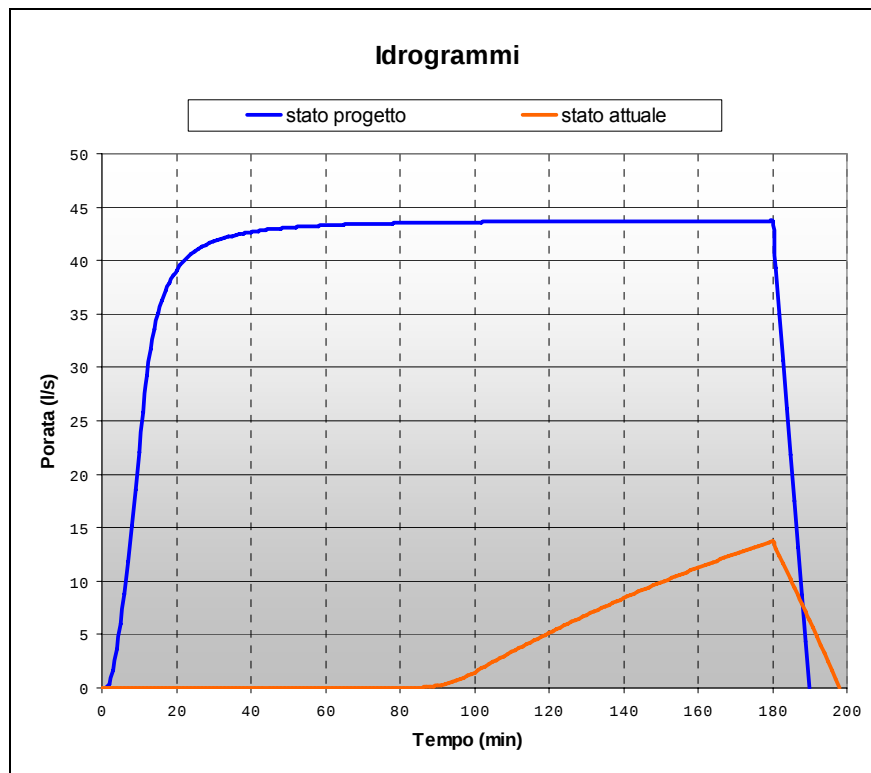
Allo stato di progetto si avrà:

STATO DI PROGETTO		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
IMPERMEABILE (parcheggi P1, viabilità e deposito macero)	6.500	0,9
TOTALE	6.500	0,9

i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO DI PROGETTO	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	10 min
Coefficiente di deflusso	0,9

Gli idrogrammi di piena per lo stato attuale e di progetto, considerando una stessa durata di pioggia pari a 180 minuti ma diversi tempi di corrivazione e coefficienti di deflusso sono:



Come si può notare allo stato attuale il tempo di corrivazione più elevato fa traslare l'idrogramma nel tempo e il coefficiente di deflusso inferiore fa abbassare il picco della portata che massimizza i volumi.

La portata massima in uscita dallo stato attuale è di 14 l/s, ovvero, se rapportata all'intera area, pari a 21,5 l/s per ettaro.

In via cautelativa nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente pari a 10 l/s per ettaro, da scaricare nel depuratore esistente.

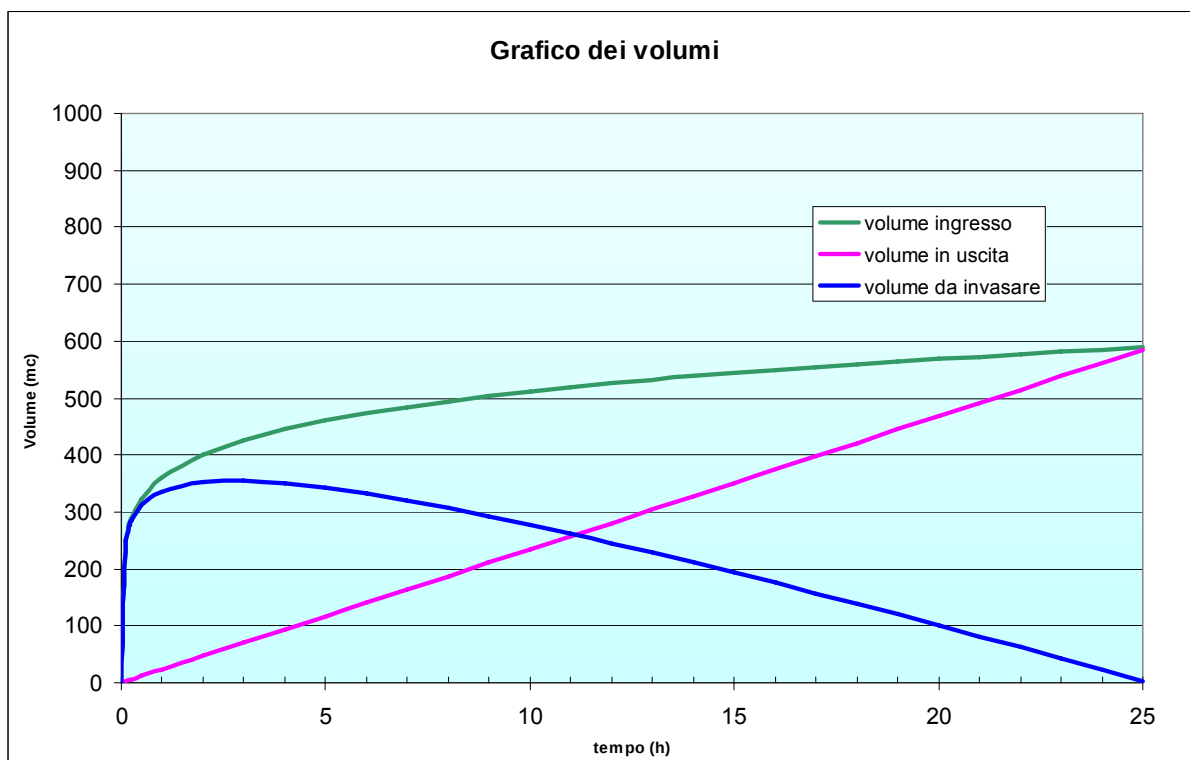
Come riportato in premessa le acque che cadranno sulla superficie del nuovo deposito di carta da macero e sulla viabilità interna, sono classificate come acque industriali e saranno quindi indirizzate al depuratore.

Per non modificare le caratteristiche quantitative e qualitative con cui è stato dimensionato il depuratore esistente, le acque derivanti dal nuovo deposito di carta da macero saranno preventivamente stoccate all'interno di una vasca di laminazione in calcestruzzo e saranno scaricate con una portata fissa di 6,5 l/s.

Risulta dunque che il volume specifico immagazzinato, $V_{\text{immagazzinato}}$, nella vasca di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{\text{immagazzinato}} = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

Il massimo valore della differenza tra V_i e V_u è pari a 355 m^3 , che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa $546 \text{ m}^3/\text{ha}$.



Come consigliato dalla delibera n°2948/2009, per l'area in esame, di cui sono note le distribuzioni delle superfici d'uso del suolo, si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche i metodi dell'invaso e cinematico, descritti in precedenza.

Per i vari metodi si ha:

	Metodo razionale	Metodo dell'invaso	Metodo cinematico
Volume immagazzinato (m^3)	355 m^3	321 m^3	306 m^3
Volume specifico di invaso (m^3/ha)	$546 \text{ m}^3/\text{ha}$	$530 \text{ m}^3/\text{ha}$	$506 \text{ m}^3/\text{ha}$

Come si può notare il metodo razionale fornisce il valore più elevato di volume da invasare.

La vasca di laminazione avrà indicativamente le seguenti dimensioni:

altezza	3 metri
larghezza	5 metri
lunghezza	24 metri

Per l'ubicazione della vasca di laminazione si veda **allegato 6 «Misure compensative per deposito carta da macero e viabilità alla scala 1:100»**.

5.3 Area a verde

Per l'area a Sud, che passerà da area agricola a area a verde, con una piccola variazione del coefficiente di deflusso, di seguito si dimensioneranno misure compensative per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Per lo stato attuale il coefficiente di deflusso è:

STATO ATTUALE		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE (agricola)	4.000	0,1
TOTALE	4.000	0,1

Allo stato ante opera, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO ATTUALE	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	18 min
Coefficiente di deflusso	0,1

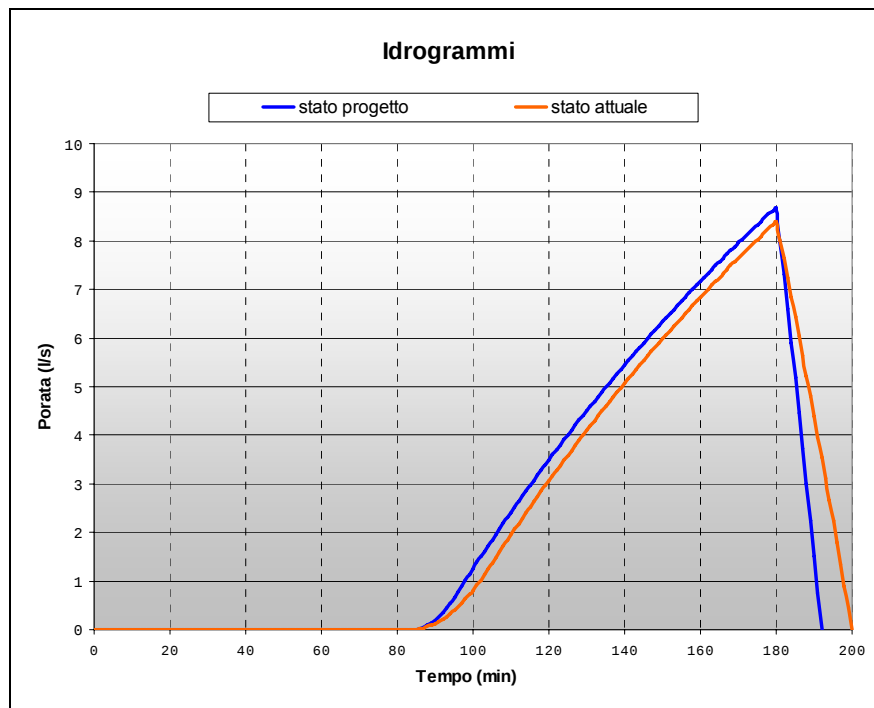
Allo stato di progetto si avrà:

STATO DI PROGETTO		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE (area verde)	4.000	0,2
TOTALE	4.000	0,2

i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO DI PROGETTO	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	12 min
Coefficiente di deflusso	0,2

Gli idrogrammi di piena per lo stato attuale e di progetto, considerando una stessa durata di pioggia pari a 180 minuti, ma diversi tempi di corrivazione e coefficienti di deflusso sono:

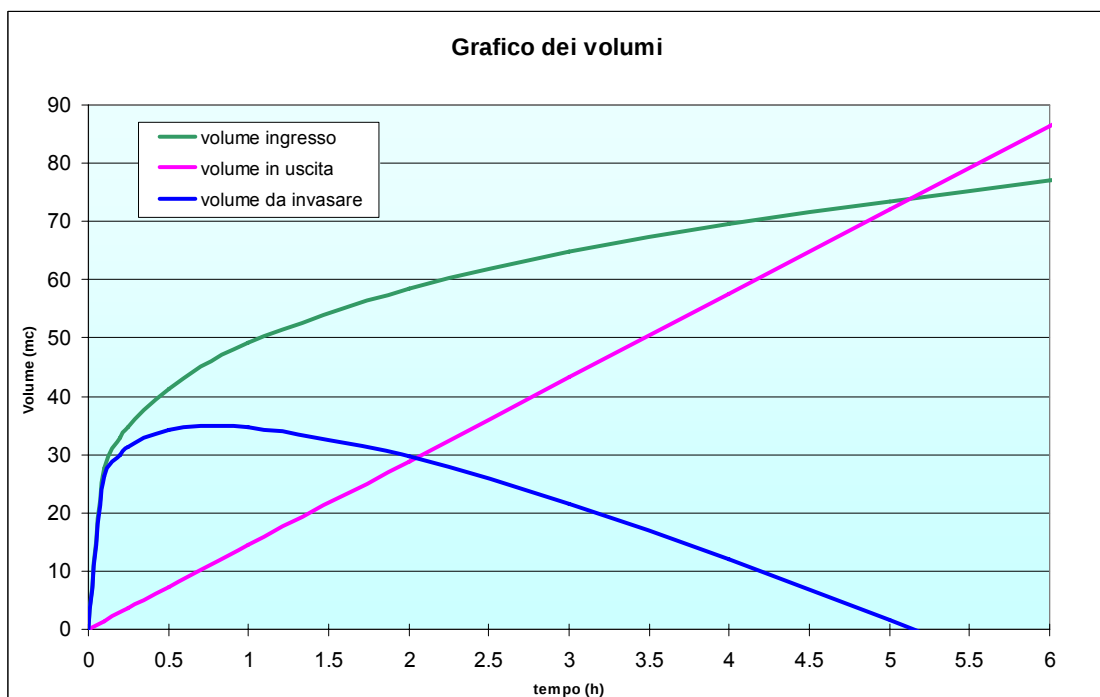


Come si può notare la variazione dell'idrogramma di piena è minima.

La portata massima in uscita dallo stato attuale è di 8,4 l/s, ovvero, se rapportata all'intera area, pari a 21 l/s per ettaro.

In via cautelativa nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente pari a 10 l/s per ettaro.

Le acque in uscita dall'area a verde saranno gestite attraverso un invaso depresso a Sud – Ovest.



Come riportato nell'Allegato A della D.G.R.V. n°2948/2009 *“in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge – coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata... [...] Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata”*.

Risulta dunque che il volume specifico da invasare, $V_{\text{immagazzinato}}$, dovrà essere:

$$V_{\text{immagazzinato}} = \frac{V_i(t) - V_u(t)}{2} [m^3]$$

ovvero pari a $17,5 m^3$.

Per garantire l'invarianza idraulica si procederà alla realizzazione di un'area depressa a Sud- Ovest con le seguenti dimensioni:

AREA DEPRESSA	
Area (m^2)	40
Profondità (m)	0,5
Volume stoccato nell'area depressa (m^3)	20

Il volume stoccato nell'area depressa e nei pozzi perdenti è pari a $20 m^3$, maggiore di quello calcolato da invasare.

Per l'ubicazione delle misure compensative si veda **allegato 7 «Misure compensative per area a verde alla scala 1:100»**.

5.4 Opere di urbanizzazione

Per l'area destinata alle opere di urbanizzazione, in cui si prevede l'aumento di impermeabilizzazione attuale, vengono di seguito dimensionate le misure compensative per il rispetto dell'invarianza idraulica.

In questo caso i parametri idraulici presi in esame si riferiscono agli eventi meteorici superiori all'ora, essendo quelli che massimizzano il volume da stoccare.

Per lo stato attuale il coefficiente di deflusso è:

STATO ATTUALE		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE (agricola)	1.065	0,1
IMPERMEABILE (strada esistente)	435	0,9
TOTALE	1.500	0,33

Allo stato ante opera, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO ATTUALE	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	13 min
Coefficiente di deflusso	0,33

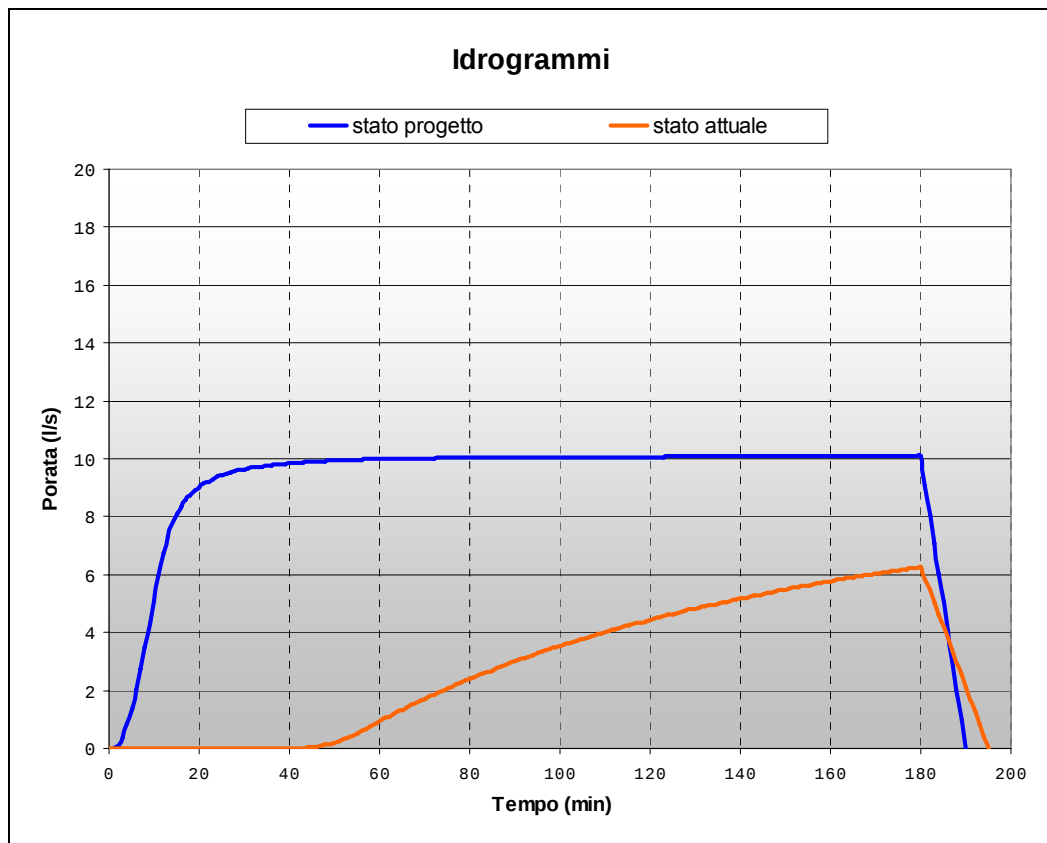
Allo stato di progetto si avrà:

STATO DI PROGETTO		
TIPOLOGIA	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso
IMPERMEABILE (strade e parcheggi)	1.500	0,9
TOTALE	1.500	0,9

i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

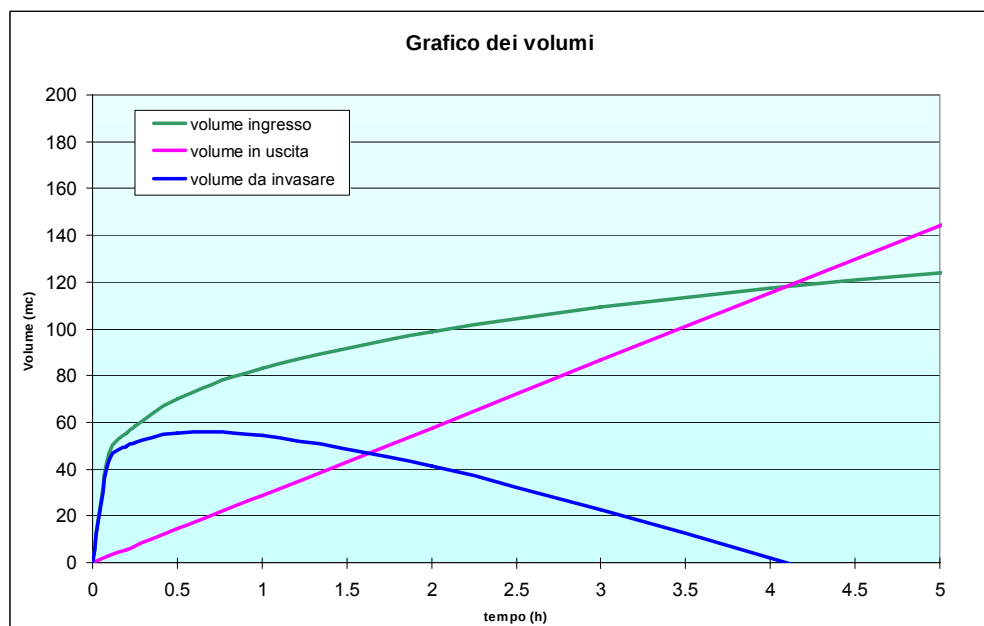
STATO DI PROGETTO	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 61,48 \cdot t^{0.153}$
Tempo di corrivazione	10 min
Coefficiente di deflusso	0,9

Gli idrogrammi di piena per lo stato attuale e di progetto, considerando una stessa durata di pioggia pari a 180 minuti, ma diversi tempi di corrivazione e coefficienti di deflusso sono:



Come si può notare allo stato attuale il tempo di corrivazione più elevato fa traslare l'idrogramma nel tempo e il coefficiente di deflusso inferiore fa abbassare il picco della portata che massimizza i volumi.

La portata massima in uscita dallo stato attuale è di 6,2 l/s, ovvero, se rapportata all'intera area, pari a 41 l/s per ettaro.



Come riportato nell'Allegato A della D.G.R.V. n°2948/2009 *“in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge – coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata... [...] Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata”*.

Risulta dunque che il volume specifico da invasare, $V_{\text{immagazzinato}}$, dovrà essere:

$$V_{\text{immagazzinato}} = \frac{V_i(t) - V_u(t)}{2} [m^3]$$

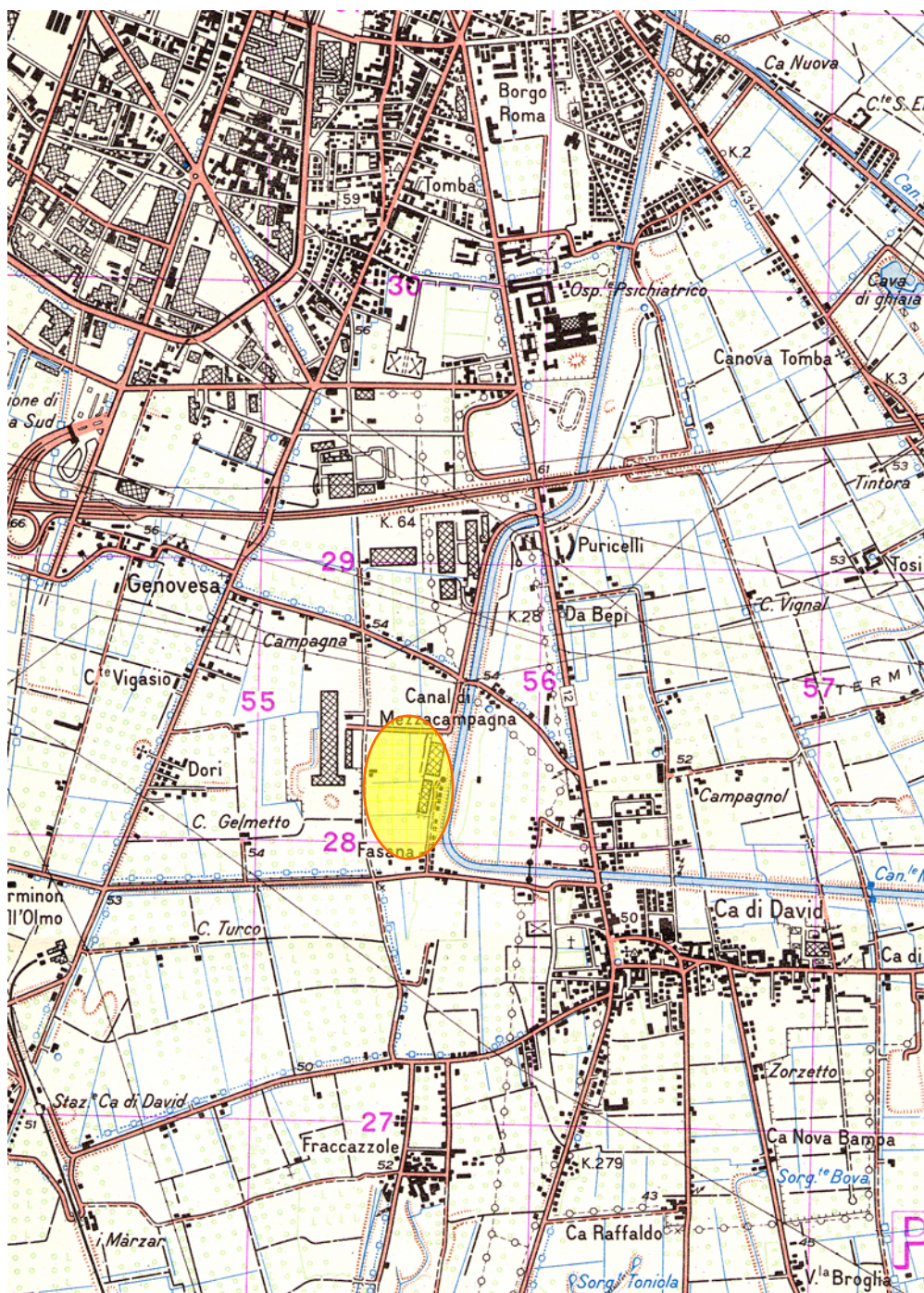
ovvero pari a $27,5 \text{ m}^3$ che sarà gestito attraverso pozzi perdenti:

POZZI PERDENTI	
Raggio (m)	1
Altezza invaso (m)	3
Altezza disperdente (m)	0,35
Superficie disperdente laterale (m^2)	2,19
Coefficiente medio di permeabilità (m/s)	10^{-3}
Numero pozzi	3
Portata drenata dai pozzi (l/s)	6,60
Volume stoccato dai pozzi (m^3)	28,26

Il volume stoccato nei pozzi perdenti è pari a $28,26 \text{ m}^3$, maggiore di quello calcolato da invasare.

Per l'ubicazione delle misure compensative per le opere di urbanizzazione si veda **allegato 8 «Misure compensative per opere di urbanizzazione alla scala 1:100»**.

Considerate le ridotte dimensioni della viabilità e dei parcheggi delle opere di urbanizzazione come previsto dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto, non si prevede la realizzazione di vasche di prima pioggia.



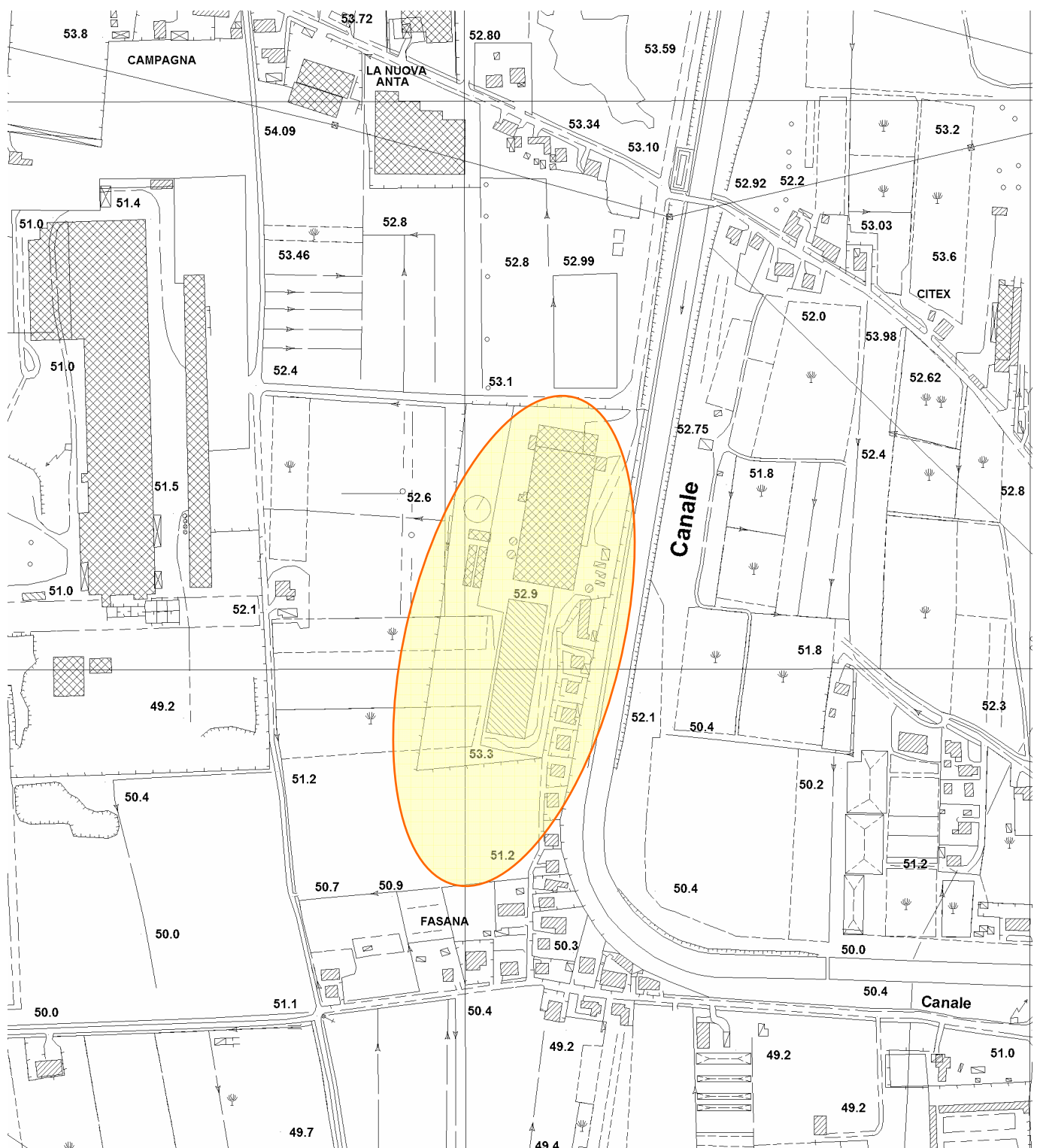
(stralcio dalla tavoletta IGM F°49 III N.O. «Verona»)

TOPOGRAFIA

scala 1:25.000



ubicazione dell'area in esame

ALLEGATO 2

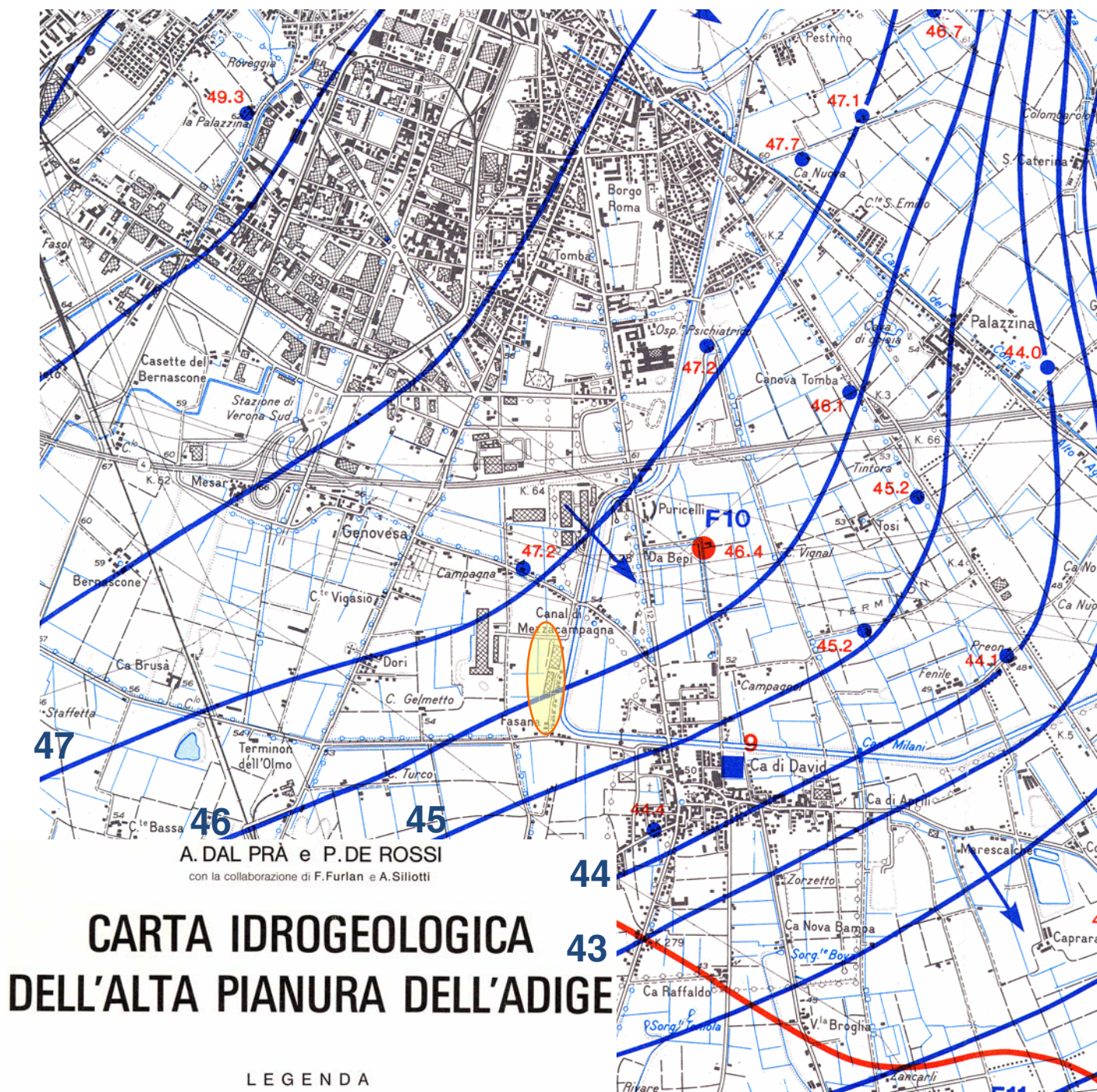
CARTA TECNICA REGIONALE

scala 1:5.000

Legenda



ubicazione dell'area in esame



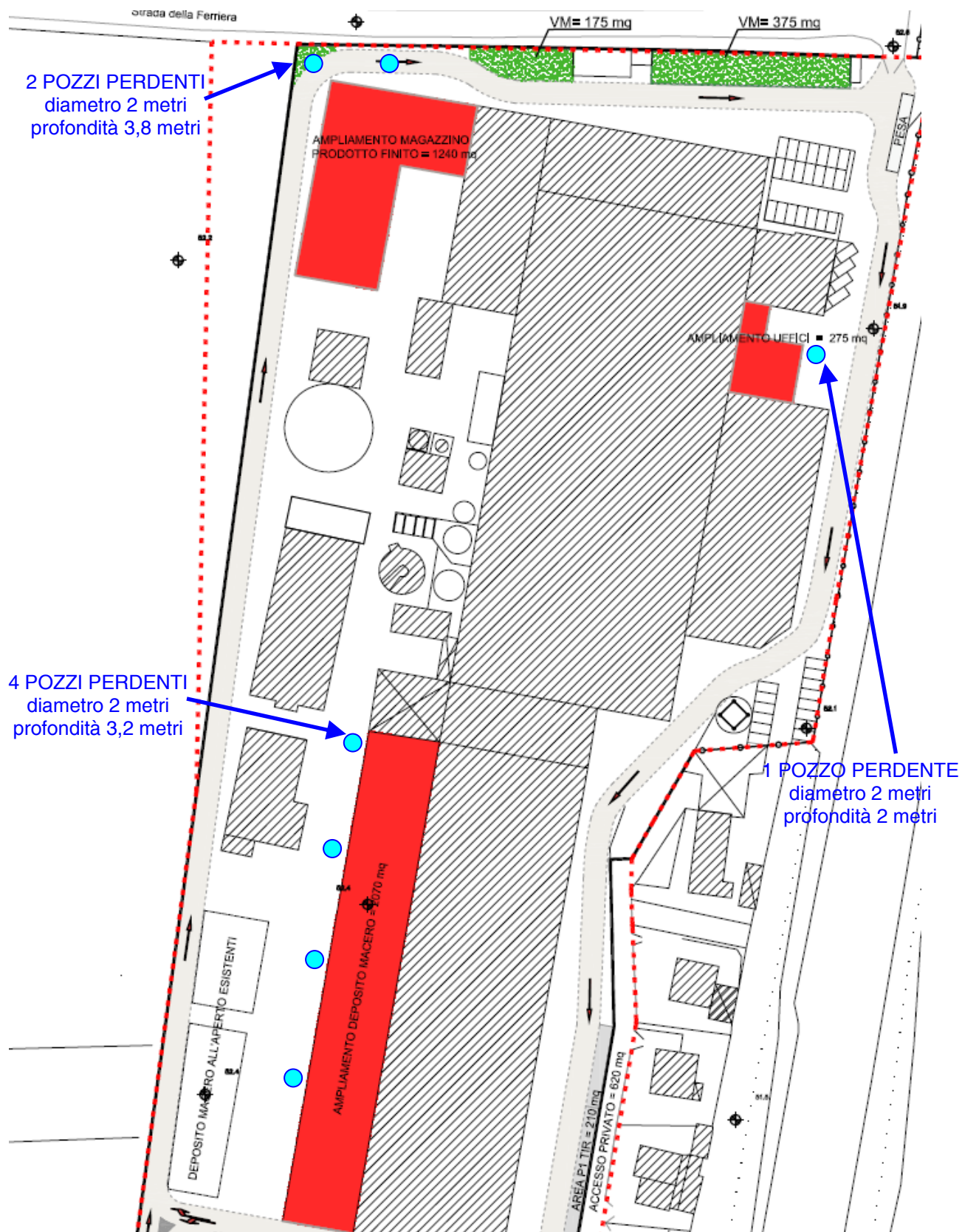
CARTA IDROGEOLOGICA

scala 1:30.000

ubicazione dell'area in esame

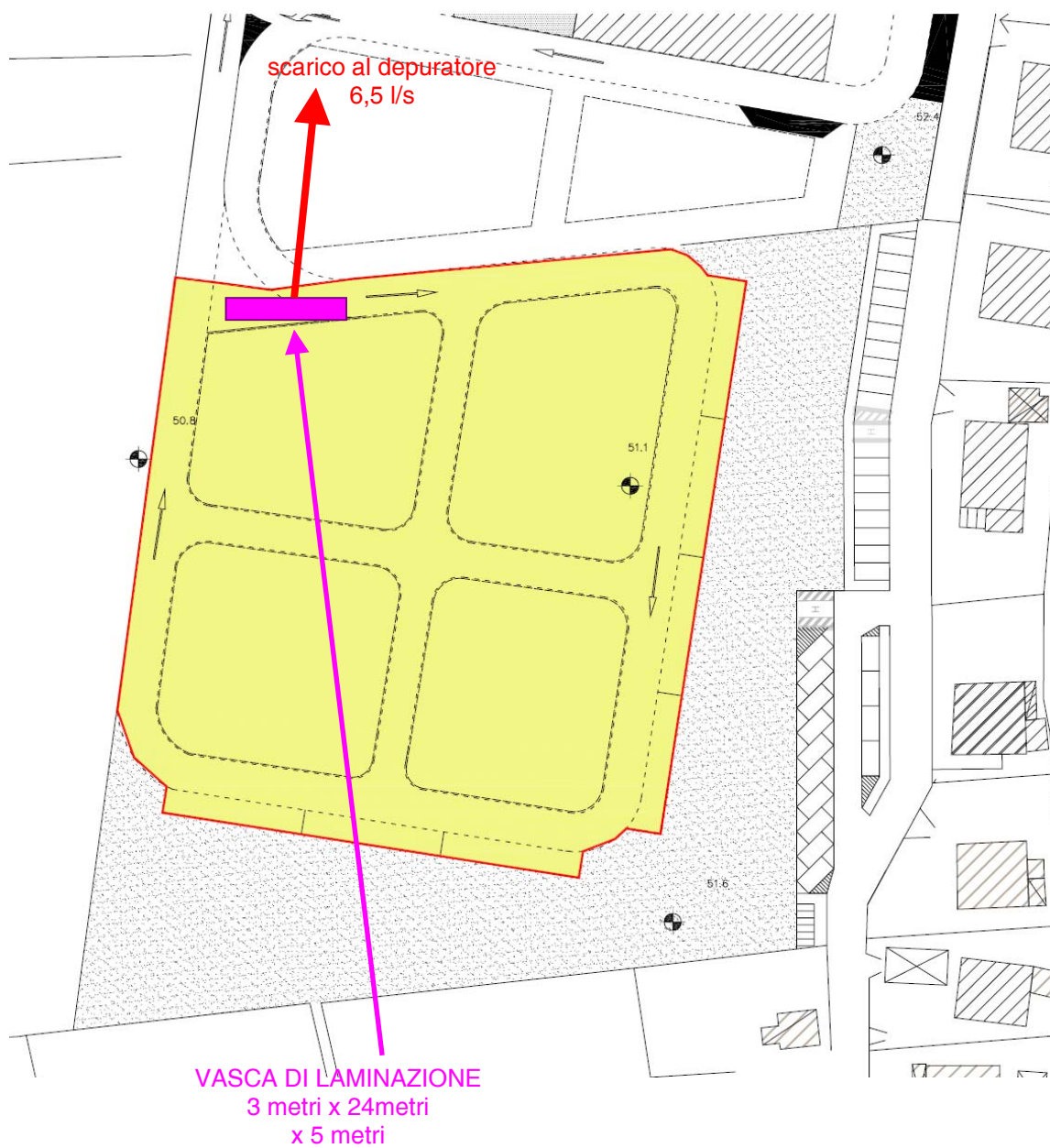
Stazione di VERONA				
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione			legge di GUMBEL	
$P(x) = e^{-e^{-\alpha * (x - \beta)}}$				
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 31	N: 31	N: 31	N: 31	N: 31
Media: 27.110	Media: 33.742	Media: 38.987	Media: 44.781	Media: 52.858
alfa: .100	alfa: .084	alfa: .080	alfa: .075	alfa: .072
beta: 21.713	beta: 27.374	beta: 32.261	beta: 37.611	beta: 45.419
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 25.40	Xt = 31.72	Xt = 36.85	Xt = 42.50	Xt = 50.50
Parametri curva H = a*T**n : a = 9.086 n = .238 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 36.78	Xt = 45.16	Xt = 51.04	Xt = 57.63	Xt = 66.19
Parametri curva H = a*T**n : a = 14.696 n = .208 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 44.32	Xt = 54.05	Xt = 60.44	Xt = 67.65	Xt = 76.58
Parametri curva H = a*T**n : a = 18.560 n = .196 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 53.85	Xt = 65.29	Xt = 72.31	Xt = 80.30	Xt = 89.72
Parametri curva H = a*T**n : a = 23.545 n = .184 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 60.92	Xt = 73.63	Xt = 81.12	Xt = 89.69	Xt = 99.46
Parametri curva H = a*T**n : a = 27.296 n = .177 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 67.93	Xt = 81.91	Xt = 89.86	Xt = 99.01	Xt = 109.13
Parametri curva H = a*T**n : a = 31.051 n = .172 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 74.92	Xt = 90.16	Xt = 98.57	Xt = 108.30	Xt = 118.76
Parametri curva H = a*T**n : a = 34.817 n = .168 (T = minuti)				

DATI PLUVIOMETRICI



MISURE COMPENSATIVE PER AMPLIAMENTO FABBRICATI

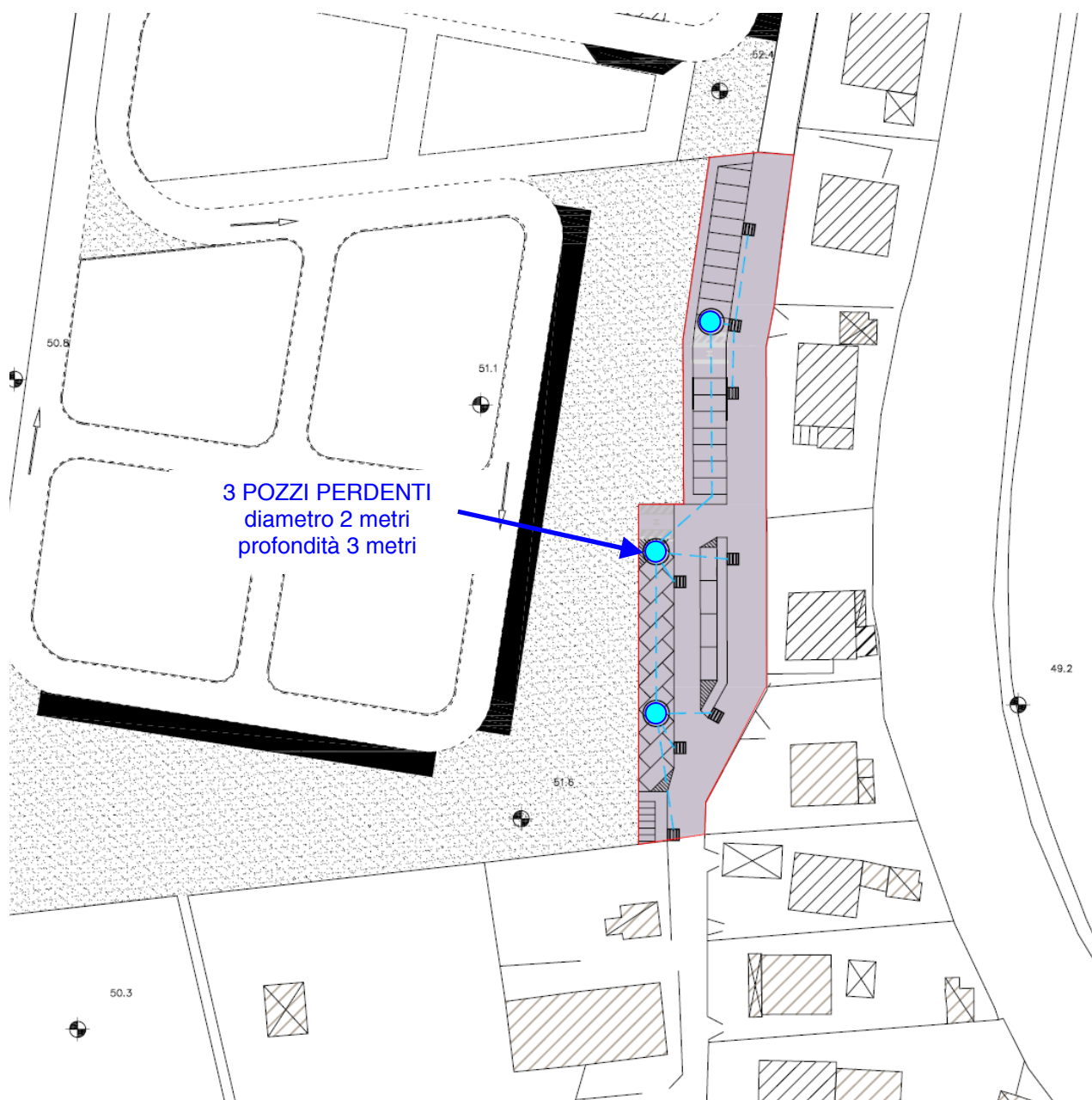
scala 1:200



**MISURE COMPENSATIVE PER
DEPOSITO CARTA DA MACERO E VIABILITA'**
scala 1:100



**MISURE COMPENSATIVE
PER AREA VERDE scala 1:100**



**MISURE COMPENSATIVE PER OPERE DI
URBANIZZAZIONE scala 1:100**



trincea n°1



trincea n°2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA