

Comune di **SUSEGANA**

Provincia di **TREVISO**

RELAZIONE di COMPATIBILITÀ IDRAULICA

(ai sensi D.G.R.V. 1841 del 19/6/2007 e D.G.R.V. 2948 del 06/10/2009)

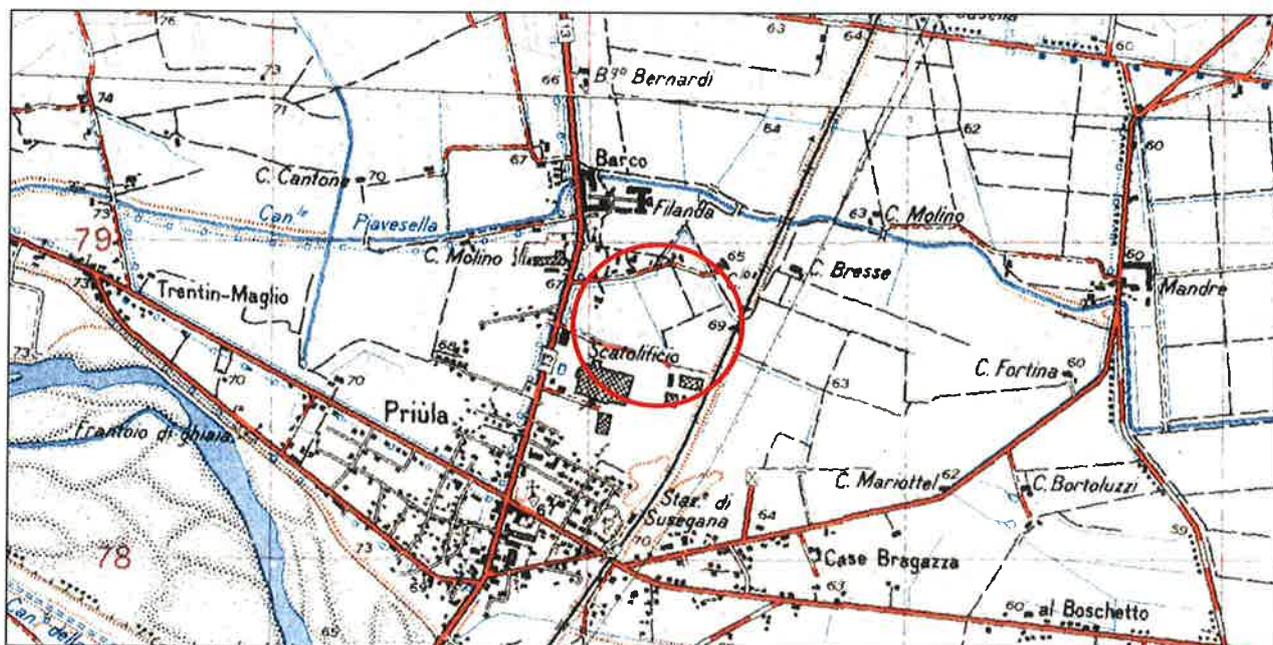
**relativa al PROGETTO DI VARIANTE AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE
INDUSTRIALE PONTE DELLA PRIULA D2.1.190 PA in via Caduti di El
Alamein a Ponte della Priula;**

Ditta: **CE.VI.V. s.r.l.**

c.f. e p.IVA: 02199340262

Via Rive, 10

31020 COLBERTALDO di VIDOR (TV)



marzo 2019
settembre 2019

il geologo

RFI - 7 OTT. 2019
Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.
Direzione Territoriale Produzione - Venezia
Struttura Organizzativa Ingegneria
PARERE FAVOREVOLE
Per quanto concerne la distanza da rotale e confine RFI
IL CAPO REPARTO



PREMESSA

Il presente studio idrogeologico è stato eseguito su incarico verbale del progettista, arch. Paola Rebellato di Montebelluna TV, per conto della ditta CE.VI.V. srl di Colbertaldo di Vidor TV.

La relazione sviluppa gli aspetti relativi all'invarianza idraulica di cui alle D.G.R.V. 1841 del 19/6/2007 e D.G.R.V. 2948 del 06/10/2009.

Il progetto di Variante prevede sostanzialmente lo spostamento della rotatoria finale della strada di lottizzazione, via Caduti di El Alamein, dei parcheggi e del verde attualmente esistenti al fine di consentire l'unificazione dei lotti 1 e 2 ed il collegamento diretto tra questi e i lotti 4 e 5. Le superfici di standard urbanistico sono comunque rispettate, anche con una riduzione di superficie impermeabilizzata.

Il presente aggiornamento è conseguente alla nota di RFI (Rete Ferroviaria Italiana) del 27/06/2019, prot. RFI-DPR-DTP_VE.ING\A0011\P\2019\0002453, che ha denegato la possibilità di recapito delle acque meteoriche nel fossato al piede del rilevato ferroviario:

- Nuova relazione di compatibilità idraulica conformata all'art. 44 del DPR 753/80 che impone il divieto di scaricare ed immettere acque di qualunque natura nei fossi laterali alla sede ferroviaria, a servizio esclusivo dell'infrastruttura.

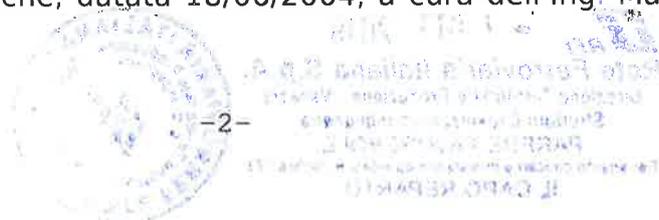
A parte il fatto che il fosso in parola non è a servizio esclusivo dell'infrastruttura in quanto, fin dalla sua origine nella seconda metà del XIX secolo, esso dava continuità ai fossi che da Ovest della ferrovia sgrondavano verso Est, interrotti proprio dalla costruzione dell'opera. Infatti il fossato che costeggia (e costeggiava) l'intera via Caduti di El Alamein ha sempre avuto continuazione nel tratto al piede del rilevato ferroviario e come tale è stato utilizzato fin dalla realizzazione della lottizzazione di cui alla presente variante.

La ditta committente, in accordo con il Comune di Susegana, ha comunque deciso di eliminare qualsiasi recapito nel fossato ferroviario creando sistemi di invaso ed infiltrazione delle acque all'interno dell'area di pertinenza della lottizzazione.

SITUAZIONE ATTUALE

Tutte le opere di urbanizzazione della lottizzazione erano già realizzate alla data del 2006 mentre il capannone del lotto 2 è di una decina di anni fa.

La lottizzazione industriale è dotata di una verifica idraulica e progetto di scarico delle acque meteoriche, datata 18/06/2004, a cura dell'ing. Mario Dall'Acqua



di Vazzola TV, la quale verifica è stata approvata, con modifiche, nella Conferenza di Servizi del 25/11/2004 presso il comune di Susegana.

Tale relazione prevedeva dei volumi di invaso costituiti dal fossato lungo il limite meridionale dell'area di lottizzazione a cui si aggiunge il volume di pozzetti e condotte, sovradimensionate, in sede stradale, collegati tra di loro con una paio di bypass. In più vi è la capacità di invaso di un canale al piede del rilevato ferroviario. A questi dispositivi si aggiunge una serie di pozzi perdenti con diametro di 1,5 m e profondità di 5 m. Infine: ogni lotto è autonomo per la raccolta e lo smaltimento delle acque sia meteoriche che reflue.

La Conferenza di Servizi ha modificato l'impostazione progettuale cassando un pozzo perdente al fondo del canale al piede della ferrovia, modificando l'immissione nel fossato lungo la strada di lottizzazione e introducendo un ulteriore disoleatore.

Dal collaudo delle opere di lottizzazione, ma anche dalla verifica eseguita sul posto, risultano presenti gli impianti di disoleazione, i tratti di condotta sovradimensionata per le acque meteoriche e i pozzi perdenti, come pure il fossato lungo il bordo meridionale della lottizzazione ed il canale al piede del rilevato ferroviario.

Va infine aggiunto che, negli oltre dieci anni trascorsi dalla realizzazione delle opere di lottizzazione non si sono mai manifestati problemi o criticità di tipo idraulico per l'area in esame.

Nello studio di compatibilità idraulica del PAT, per la zona in esame, non vi è la segnalazione di criticità idrauliche; lo stralcio seguente della carta del rischio idraulico del PAT evidenzia l'area di riconversione n. 37, senza alcuna indicazione di rischio idraulico.



D'altra parte nella relazione illustrativa della VCI del PAT già analizza l'area 37, dicendo che gran parte dell'ambito, di circa 18,2 ha, è già impermeabilizzato e quindi l'analisi viene ristretta alla sola porzione, circa 7,3 ha, che ancora non è impermeabilizzata ed edificata. Di seguito due stralci ripresi dalla relazione VCI.

Stima dei volumi di invaso da destinare alla laminazione delle piene

n° areale	Superficie S [m²]	Coeff. di deflusso ante operam Ψ_{ANTE} [-]	Coeff. udom. ante operam Ψ_{ANTE} [Vs ha]	Coeff. di deflusso post operam Ψ_{POST} [-]	Coeff. udom. post operam Ψ_{POST} [Vs ha]	Altezza di pioggia h _{PIOGGIA} [mm]	Volume di invaso totale V _{TOT} [m³]	Volume di invaso specifico V _{VS} [m³/ha]
37	73'217	0.10	10.00	0.80	323.36	29.87	3'561	486

Azioni compensative

N° areale	Strumento urbanistico di origine	Superficie S [m²]	% suolo impermeabile post operam IMP [%]	Classificazione intervento Allegato A Dgr. 1322/06	Prescrizioni idrauliche generiche
37	PAT	73'217	75	C3	Valore minimo di invaso da realizzare pari a 486 m³/ha e smaltimento portata laminata nel corpo idrico superficiale più vicino

Considerando però che, al momento della realizzazione del PAT le opere di urbanizzazione della lottizzazione erano già state completamente realizzate, si deduce che il riferimento dei 486 m³/ha, con un coefficiente di deflusso *post-operam* di 0,80, sia riferito ai singoli lotti non ancora edificati e che, per sottrazione, i presidi idraulici già creati e relativi alle opere di urbanizzazione di via Caduti di El Alamein siano considerati sufficienti.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO

Per gli aspetti geologici, geotecnici e sismici si rimanda ad altra relazione sempre a firma del sottoscritto. In questa sede vengono ripresi solo gli aspetti essenziali ai fini idraulici.

L'area in esame è situata tra la frazione Ponte della Priula e la località Barco, circa 200 m a Est della S.S. "pontebbana" e qualche decina di metri a W della linea ferroviaria VE-UD, immediatamente a Nord degli stabilimenti Cartopiave. E' individuabile nella tavoletta "Spresiano", F. 38, II° NE della Carta d'Italia alla scala 1:25.000 edita dall'IGMI (vedi frontespizio). L'area è inoltre censita al Catasto del

Comune di Susegana al Foglio 42° mm.nn. 712-714-716-517-625-627-684-685-622-623 e altri (vedi estratto di mappa).

L'area è situata sul livello principale della piana alluvionale del f. Piave; la quota è di circa 64-65 m s.l.m.. La superficie topografica nell'intorno del lotto in esame è caratterizzata da una forma complessivamente pianeggiante e degradante verso E, con una pendenza attorno all'1 % o poco meno (vedi aerofotogrammetria).

I terreni affioranti nell'area in esame sono costituiti da alluvioni ghiaiose e sabbiose con lenti limose, ricoperte in taluni punti da una coltre di limi argillosi dello spessore di 1-2 m. Tutto il complesso dei terreni ghiaiosi è stato depositato dal f. Piave durante il Quaternario ed in particolare durante l'Olocene (alluvioni antiche postglaciali) mentre i terreni più fini superficiali sono stati depositati nel corso dell'Olocene dal t. Ruio e dai suoi affluenti nonché dallo stesso f. Piave ma in posizione distale rispetto ai depositi principali.

L'idrografia superficiale è data dal canale Piavesella che corre circa 400 m a Nord del lotto in un alveo leggermente incavato rispetto al piano campagna complessivo. Abbiamo poi, nella campagna, tutta una rete di fossi, scoline ed aste di drenaggio al margine dei campi e delle strade; tali fossi hanno generalmente direzione verso E e SE ma presentano flussi idrici solo in rarissime occasioni in coincidenza con eventi meteorici particolarmente intensi. Uno di tali fossati, in piccola parte ritombato, costeggia la strada immediatamente a Nord del sito (via del Follo). Un altro fossato seguiva la linea di separazione tra i mappali 712 e 714 ma è stato completamente cancellato alcune decine di anni fa anche se il suo tracciato si percepisce molto bene nelle foto aeree. Infine è presente un ulteriore fossato molto largo, al piede del rilevato ferroviario, che dovrebbe attraversare il sottopasso di via Follo ma che appare ostruito e con ristagno d'acqua.

Per quanto riguarda la permeabilità essa risulta essere, per i livelli più superficiali, da media a scarsa a causa della significativa componente coesiva dei terreni più superficiali; entro i sottostanti livelli ghiaiosi la permeabilità è senz'altro buona ed in profondità è ospitata una falda freatica il cui livello piezometrico si rinviene mediamente, nella zona in esame, a circa 37 m s.l.m. e quindi a quasi 30 m di profondità rispetto al piano campagna. La direzione di deflusso della falda è verso NE a disegnare un marcato asse di drenaggio nella direzione tra il centro di S. Lucia e Mareno. Il livello di falda è correlato alla dispersione di subalveo del f. Piave e, per questo, il livello piezometrico può presentare escursioni anche di 7-8 m.

STRATIGRAFIA DEL SITO

La stratigrafia dell'area è ampiamente nota grazie ai molti scavi e pozzi per acqua eseguiti nell'immediato intorno dell'area in esame.

Dai dati in possesso di questo Studio, risulta la seguente stratigrafia sintetica:

- Da 0 a da 0,5-0,8 m terreno vegetale limoso-sabbioso bruno, con rari elementi ghiaiosi;
- a seguire ghiaie sabbiose con ciottoli con percentuali variabili di cementazione; permeabilità elevata ($k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s);
- Quest'ultimo terreno prosegue in profondità per diverse decine di metri prima di appoggiarsi sul substrato di età terziaria.

La falda freatica, misurata il 11/03/2019 nel piezometro recentemente realizzato a lato del sottopasso della linea ferroviaria, si colloca oltre i 30 m di profondità: il piezometro, profondo 30 m è risultato infatti asciutto.

INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto di Variante prevede sostanzialmente lo spostamento della rotatoria finale della strada di lottizzazione, dei parcheggi e del verde attualmente esistenti in al fine di consentire l'unificazione dei lotti 1 e 2 ed il collegamento diretto tra questi e i lotti 4 e 5. Le superfici di standard urbanistico sono comunque rispettate con anche una riduzione di superficie impermeabilizzata rispetto all'attuale.

I parcheggi di lottizzazione vengono spostati all'interno dell'attuale lotto 1, sul fronte meridionale della lottizzazione e la rotatoria viene posizionata al termine dell'asse viario di accesso, eliminando interamente il ramo che piega verso Nord.

Nella fascia tra i lotti 2 e 4 vengono eliminate le pavimentazioni stradali, i cordoli, i marciapiedi, i parcheggi in grigliato, ecc. e ripristinato il prato.

Nel lotto 1 viene realizzata la parte di viabilità nuova, con la rotatoria ed i parcheggi: la strada con la necessaria struttura (cassonetto stradale e pavimentazione), gli stalli di sosta in grigliato semipermeabile e le opere accessorie (marciapiede, raccolta acque meteoriche, ecc.) posizionati attorno all'ripetitore telefonico ed ai relativi impianti.

In sintesi, ai fini dell'invarianza idraulica, le superfici coinvolte dalla Variante, così come fornite dal progettista, possono essere così riassunte:

<i>Superficie</i>	<i>attuale</i>	<i>progetto</i>
impermeabile	7786 mq	6510 mq
semipermeabile	942 mq	1015 mq
verde permeabile	4372 mq	4390 mq
TOTALE	13100 mq	11915 mq

Va detto che nel conteggio delle superfici fornite dal progettista esiste una discrepanza di un migliaio di mq tra attuale e progetto dovuta a una diversa configurazione dei lotti edificabili residui, con una evidente riduzione della superficie impermeabile; si tratta comunque di una quantità dell'ordine del 10% del totale che, ai fini della presente valutazione può essere considerata trascurabile, compresa nelle normali tolleranze dei metodi di calcolo.

ASPETTI IDROLOGICI

La superficie interessata dalla Variante impegna una superficie fondiaria di circa 1,2-1,3 ettari. Pertanto, ai sensi delle D.G.R.V. 1841 del 19/06/2007 e D.G.R.V. 2948 del 06/10/2009 rientra nella categoria:

- *Significativa impermeabilizzazione potenziale: Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha.*

La normativa citata recita che, nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

Nel caso in esame lo sgrondo delle acque avviene verso il confine meridionale (via Caduti di El Alamein) e poi verso Est (canale al piede del rilevato ferroviario).

La configurazione di progetto, rispetto all'attuale, vede una riduzione della superficie impermeabile di circa 1200 mq per cui si può tranquillamente ritenere che, replicando i dispositivi di invaso e di infiltrazione delle acque meteoriche, integrandoli con quanto necessario per evitare recapiti nel fossato della linea ferroviaria, verranno certamente garantite le condizioni idrauliche attualmente esistenti.

La DGRV 1841/2007 prevede che, nel caso di adozione di sistemi di infiltrazione nel sottosuolo sia comunque previsto un volume di laminazione temporanea pari ad almeno il 50% degli aumenti di portata previsti. Quindi nel nostro caso, il 50% della portata istantanea che defluisce potrà essere infiltrata nel sottosuolo ed il rimanente

dovrà essere invasato e solo in un secondo momento infiltrato o recapitato all'esterno, comunque con un contributo non superiore a 10 l/s/ha.

Si ricorda che il D.lgs. 152/2006 e s.m.i. consente (art. 103) lo smaltimento delle acque meteoriche di coperture e piazzali direttamente nel sottosuolo secondo le modalità previste dalle norme tecniche di cui alla del. C.I. 4/2/77. Per i piazzali di manovra e parcheggio non sarebbe richiesta l'installazione di impianti di trattamento e disoleazione (art. 39 del PTA del Veneto) in quanto la superficie è inferiore ai 5000 m² ma, come già detto, la situazione attuale vede già la presenza di impianti di disoleazione previsti dal progetto originario e potenziati dalla decisione della Conferenza di Servizi.

Valutazione dell'intervento in termini di impermeabilizzazione

Le norme citate in precedenza prevedono che, per i calcoli idraulici, sia assunto un tempo di ritorno pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali asfaltati,.....).

Calcolo dei deflussi meteorici

Per il calcolo delle portate di piena la letteratura tecnica ed i metodi numerici derivati (modelli matematici) offrono molti strumenti per il calcolo delle portate a partire dalle precipitazioni efficaci.

Non ritenendo opportuno utilizzare modelli di calcolo complessi (che sarebbero condizionati dalla scelta, comunque approssimativa, di parametri e coefficienti), si è fatto ricorso al metodo semplificato elaborato da G. De Martino (diffusamente utilizzato in Italia per progetti esecutivi relativi a bacini con area scolante inferiore a 30 ha): questo metodo consente l'agevole ed attendibile valutazione dei deflussi nella sezione finale di un bacino elementare del quale si conoscano alcuni dati essenziali (estensione, permeabilità, pendenza media, ecc.).

La portata raccolta dalla rete al termine di ogni tratto preso in considerazione è stata pertanto calcolata mediante la formula che esprime Q (in l/s) in funzione dei parametri pluviometrici e delle caratteristiche geomorfologiche del bacino:

$$Q = C_R \varnothing j_0 S \quad (\text{metodo razionale})$$

dove:

C_R è il coefficiente di corrivazione o di ritardo (funzione di j , S , \varnothing , della pendenza media del bacino e dell'invaso specifico dei piccoli specchi

d'acqua e del terreno);

ϕ è il coefficiente di deflusso;

j_0 è l'intensità di pioggia $j/3.600$ in mm/h e $j = h/t$;

S è la superficie scolante in m^2 .

In realtà, se in un bacino di superficie S cade, per una durata t , una precipitazione di altezza h , solo una frazione ϕ del volume meteorico Sxh risulta efficace agli effetti del deflusso, perdendosi per varie ragioni (evaporazione, filtrazione nel terreno, ecc.) la frazione $1 - \phi$.

Il termine ϕ , detto coefficiente di deflusso, esprime, per un dato bacino idrografico e in un definito intervallo di tempo, il rapporto tra volume di precipitazione efficace agli effetti del deflusso ed il volume meteorico totale pervenuto al suolo.

La superficie del lotto S sarà pertanto suddivisa in più frazioni S_i , ognuna caratterizzata da un coefficiente ϕ_i ; il coefficiente medio ponderale ϕ_{medio} per l'intera area sarà:

$$\phi_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i \cdot S_i}{S}$$

Da tale equazione è possibile calcolare una superficie impermeabilizzata parametrica, nello stato attuale ed in quello modificato:

$$S_{imp} = 0,9 \cdot S_{tetti} + 0,6 \cdot S_{semi} + 0,2 \cdot S_{verde} + 0,1 \cdot S_{agri}$$

Da notare il fatto che, proprio perché superficie parametrica, essa risulta svincolata dalla effettiva equivalenza tra superficie totale iniziale e finale.

STATO DI FATTO: Calcolo del coefficiente medio di deflusso ϕ_{m1}

Il calcolo si riferisce alla condizione attuale, usando i valori delle superfici fornite dal progettista.

In tabella si riportano i calcoli per determinare il coefficiente medio di deflusso ϕ_{m1} dell'area nello stato di fatto.

	A	B	C
Tipo di superficie	S_i (in mq)	ϕ_i	$S_i \times \phi_i$
"impermeabile"	7786	0,90	7007
"semipermeabile"	942	0,60	965
"verde"	4372	0,20	874
Agricola	0	0,10	0
$\Sigma S_i = S =$	13100	$\Sigma S_i \times \phi_i =$	8448

$\phi_{m1} = \Sigma S_i \times \phi_i / S = \mathbf{0,64}$

PROGETTO: Calcolo del coefficiente medio di deflusso ϕ_{m2}

Per le condizioni di progetto si assumono i seguenti dati:

	A	B	C	
Tipo di superficie	S _i (in mq)	φ _i	S _i x φ _i	
"impermeabile"	6510	0,90	5859	
"semipermeabile"	1015	0,60	609	
"verde"	4390	0,20	878	
agricola	0	0,10	0	
Σ S_i = S₁ =	11915	Σ S_i x φ_i =	7346	φ_{m2} = Σ S_i x φ_i / S = 0,62

È quindi evidente che, la situazione di Variante risulta avere un coefficiente di deflusso leggermente inferiore rispetto a quello dello stato attuale.

Inoltre si osservi che tali coefficienti di deflusso sono ampiamente inferiori allo 0,80 che è stato impiegato nella VCI del PAT per definire il contributo specifico di 486 m³/ha che, rapportati agli 1,2 ettari dell'intervento, darebbero 583 m³.

Afflussi meteorici

L'ARPAV (Centro Meteorologico di Teolo) detiene un'abbondante serie di dati meteo climatici, in parte ereditati dalle reti dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia.

Da queste elaborazioni la VCI del PAT assume come curva di possibilità pluviometrica, riferita alla stazione di Nervesa della Battaglia, la seguente:

$$h = 54,068 * t^{0.375} \quad t \text{ [ore] per } Tr = 50 \text{ anni} \quad \text{scroscio}$$

$$h = 51,102 * t^{0.302} \quad t \text{ [ore] per } Tr = 50 \text{ anni} \quad \text{pioggia oraria}$$

Invarianza idraulica

Ai fini dell'invarianza idraulica, trattandosi di una Variante con una riduzione del coefficiente di deflusso, viene confermato quanto già esistente che verrà riposizionato con la nuova configurazione e con introduzione di nuovi, ulteriori, dispositivi atti a compensare l'eliminazione del recapito nel fossato della ferrovia.

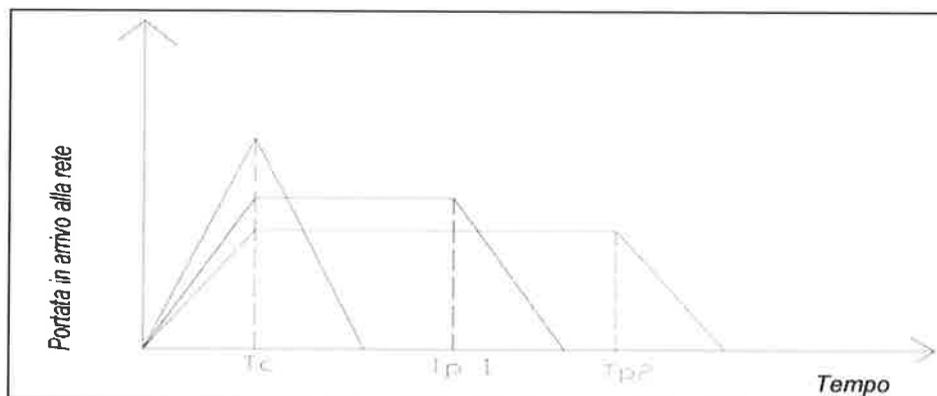
Viene quindi eseguita una verifica dei volumi da invasare, anche solo allo scopo di confronto con quanto previsto dalla scheda della VCI del PAT. Per il calcolo è stato utilizzato il software specifico INVIDRA v. 1.7 della ditta ProgramGeo di Brescia. Il calcolo è eseguito a confronto con una situazione iniziale agricola (coefficiente di deflusso pari a 0,10) e non con quella attuale: pertanto i volumi che saranno determinati sono quelli complessivi, compresi quindi quelli già esistenti. A questi andrà poi sottratta la quota del 50% che verrà infiltrata nel sottosuolo. In allegato sono inseriti i report di calcolo.

Metodo razionale.

L'applicazione di questo metodo comporta l'adozione di un processo di trasformazione afflussi-deflussi basato su un modello di tipo cinematico. Si parte dal presupposto che

la portata uscente dal bacino cresce gradualmente, dall'inizio della precipitazione meteorologica, fino a raggiungere un valore massimo al tempo t_c . Questa grandezza prende il nome di tempo di corrivazione e, fisicamente, indica l'intervallo di tempo necessario perché una particella idrica, partendo dal punto più distante del bacino, possa giungere alla sezione di chiusura. Dall'istante t_c in poi, alla portata defluente Q contribuisce tutto il bacino e quindi Q assume il suo valore massimo. La portata rimane quindi costante fino al momento in cui si esaurisce l'evento piovoso.

Graficamente: fino al momento t_c la portata assume un andamento triangolare; superato il momento t_c diventa di tipo trapezoidale.



Il tempo di corrivazione può essere stimato con la relazione proposta da Boyd per aree di limitata pendenza ed estensione:

$$t_c (\text{ore}) = t_0 + t_r$$

dove

$$t_r = \frac{\sqrt{1,5A}}{v} \quad \text{e} \quad t_0 = kA^d$$

in cui:

$A(\text{km}^2)$ = area della superficie trasformata;

$k = 2,51$ $d = 0,38$ $v = 1,00$

t_0 = tempo di ruscellamento, cioè il tempo necessario alla goccia d'acqua per arrivare dal terreno alla rete fognaria

t_r = tempo di percorrenza della rete fognaria.

Nell'applicazione del metodo razionale per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorologica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

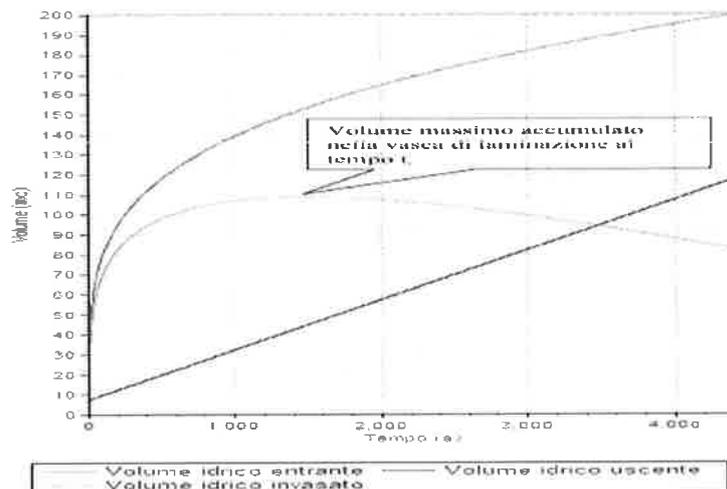
Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$W(mc) = c_a Ah + t_c Q_u^2 \frac{t}{c_a Ah} - Q_u t - Q_u t_c$$

In cui:

- ca = coefficiente di afflusso;
- A = superficie dell'area trasformata;
- a = parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
- n = parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
- h = altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso (t_r = durata critica) si ottiene derivando la funzione precedente rispetto al tempo e ponendola uguale a zero. Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella funzione si calcola il volume d'invaso massimo.



Metodo delle piogge

Il metodo delle piogge è basato su un semplice bilancio tra il volume d'acqua in ingresso alla rete e quello in uscita, individuando come quantità da invasare la differenza tra quanto affluisce alla rete e quanto può uscire dalla stessa nel rispetto del vincolo sul coefficiente udometrico imposto allo scarico. In sostanza si basa sulla sola curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie tributaria e sulla portata massima, supposta costante, che si vuole avere allo scarico del sistema.

La legge che sta alla base di questo ragionamento, sostanzialmente, è la regola di riempimento dei serbatoi:

$$V_{da_Invasare} = V_{ARRIVO} - V_{SCARICABILE}$$

in cui :

$$V_{scaricabile} = Q_{scaricabile} * T_{pioggia}$$

La portata Q scaricabile è dettata dal rispetto del vincolo generalmente dettato dai Consorzi di Bonifica e generalmente impostato su una portata di scarico max 10 l/s*ha.

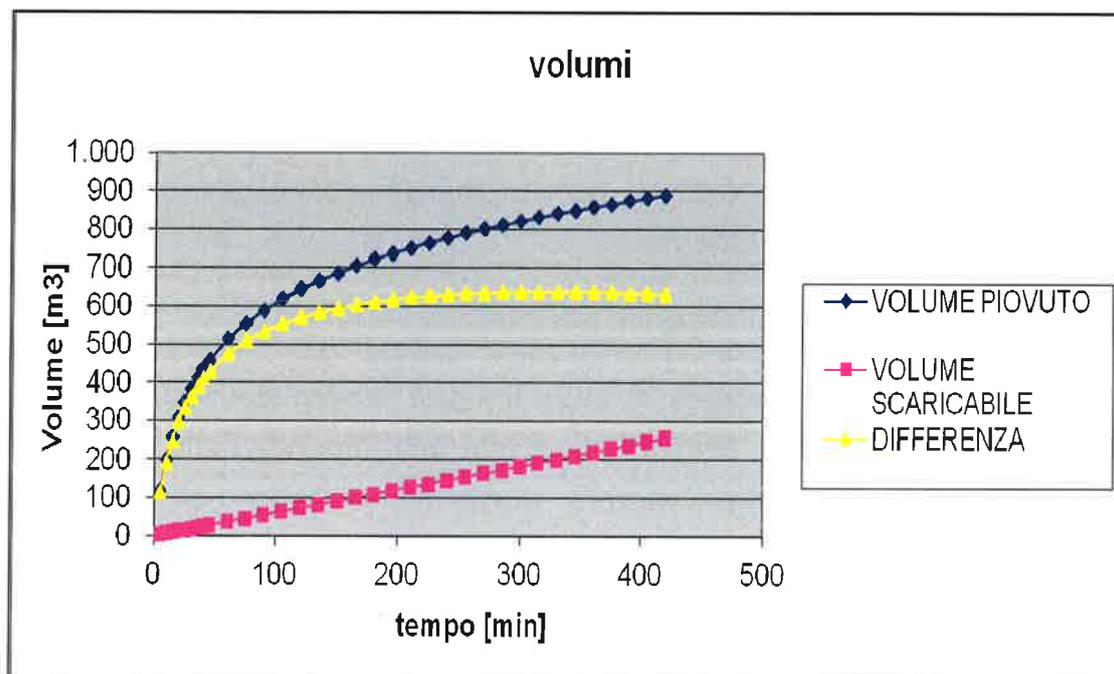
Usando la simbologia già descritta per il metodo razionale, abbiamo:

$$W(mc) = c_a Ah - Q_u t$$

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso (tr =durata critica) è quella per la quale la portata di afflusso Q uguaglia quella in uscita Qu. Inserendo quindi il valore di tr ricavato nella funzione si calcola il volume d'invaso massimo.

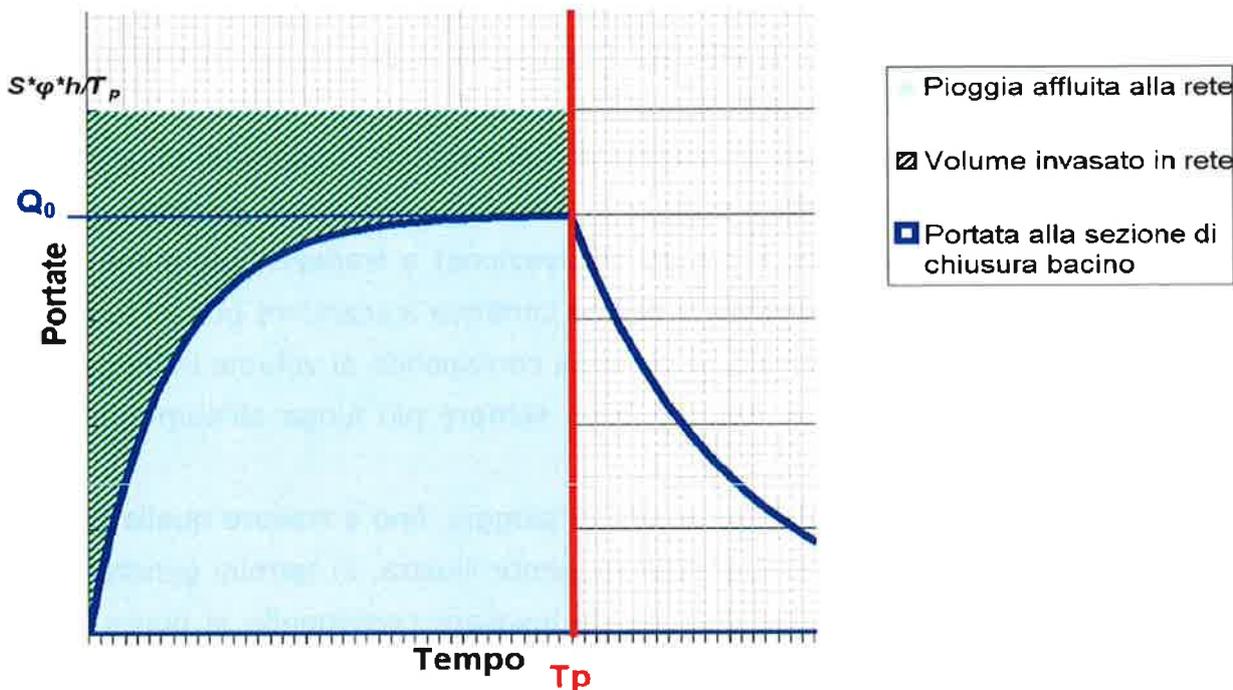
Per eventi di durata superiore al tempo di corrivazione l'intensità di pioggia va diminuendo ed il diagramma della portata in arrivo alla sezione di chiusura passa da triangolare (per tempo pioggia = tempo corrivazione) a trapezio, come già visto in precedenza. Dopo la fine dell'evento, il bacino continua a scaricare per un tempo pari al tempo di corrivazione. Il trapezio, la cui area corrisponde al volume in ingresso alla rete, diventa sempre più basso ma con base sempre più lunga all'aumentare della durata dell'evento.

Il calcolo viene eseguito per diverse durate di pioggia, fino a trovare quella per cui è massimo il volume da invasare. Il grafico seguente illustra, in termini generali qual è l'andamento dei valori: il volume d'acqua da invasare corrisponde al punto più alto della curva gialla.



metodo dell'invaso

Il metodo dell'invaso invece mette in evidenza l'effetto esercitato dalla geometria della rete e dagli invasi distribuiti nel bacino nella formazione della portata di piena, secondo il principio che nessun deflusso potrebbe verificarsi da una sezione se nella rete a monte non si immagazzinasse un adeguato volume d'acqua responsabile del carico idraulico necessario per il moto. In altre parole il metodo dell'invaso si basa sull'ipotesi di linearità tra il volume contenuto in un serbatoio e la portata in uscita da questo.



Nei casi applicativi del principio di invarianza idraulica viene fissata a priori la portata massima (Q_0) in uscita verso valle e determinato il Volume (V_0) da realizzare a monte per sostenere l'evento pluviometrico più gravoso. Il calcolo viene condotto per unità di superficie afferente (S) e pertanto la portata massima in uscita dal sistema sarà espressa come coefficiente udometrico:

$$u [l/(s \cdot ha)] = Q_0 / S$$

La portata in transito alla sezione di chiusura può essere definita come funzione dell'area della sezione liquida, secondo una legge che dipende dalla geometria della rete e che è definita "scala delle portate". Raccogliendo in un coefficiente c tutti i termini indipendenti dal tirante d'acqua in rete e ricordando che -fissata una sezione geometrica per il collettore in esame- è univocamente definita la legge che lega l'area bagnata al perimetro bagnato, l'equazione può dunque essere semplificata come funzione dell'area bagnata:

$$Q = c \cdot A^\alpha$$

essendo α il coefficiente di forma che viene assunto pari a 1 per reti in condotta.

Anche con questo metodo si hanno le condizioni più gravose eguagliando il tempo di pioggia con il tempo di riempimento e quindi, una volta determinata la durata dell'evento più gravoso per la rete e note le condizioni del bacino in termini di coefficiente di deflusso e superficie del lotto si ricava di conseguenza il Volume di invaso da realizzare.

Di seguito si riporta la tabella con i volumi massimi di invaso determinati per ciascuna delle schede riportate in allegato.

Metodo razionale m ³	Metodo piogge m ³	Metodo Invaso m ³	VOLUME da invasare m ³
398	402	320	402

Da notare che il tempo di corrivazione risulta di circa 480 secondi quindi circa 8 minuti; il tempo critico di pioggia, con il metodo delle piogge, è di circa 4 ore.

Il volume da invasare risulta inferiore rispetto a quanto indicato dalla VCI del PAT ma questo è dovuto, principalmente, al fatto che tale VCI ipotizza un rapporto di impermeabilizzazione (e quindi un coefficiente di deflusso) pari a 0,80 mentre quello reale è di 0,62-0,64.

Più avanti si procederà alla verifica della capacità di infiltrazione dei pozzi assorbenti.

Tornando ai dispositivi di invaso esistenti, che a questo punto devono soddisfare a metà del volume indicato ovvero 201 m³ su 402, essi sono:

- Il fossato lungo il margine meridionale della lottizzazione viene completamente confermato.
- Le condotte e i relativi pozzetti, sovradimensionati, vengono confermati. Lo sviluppo delle condotte previste nel nuovo posizionamento sarà lo stesso di quello che sarà eliminato. Si noti che nel progetto del 2004 ai fini dell'invaso non era conteggiato il volume proprio dei pozzi assorbenti che invece può fornire, in tal senso, un contributo significativo.
- Gli impianti di disoleazione sono confermati.
- I pozzi assorbenti sono confermati, in geometria e numero, con la sola modifica di realizzarli distanziati tra loro, come si dirà in seguito.
- Il recapito finale al canale al piede del rilevato ferroviario NON è confermato; la relazione idraulica del 2004 attribuisce a tale canale una capacità di invaso di circa 586 m³ ritenendola ampiamente sufficiente. Verrà quindi creato un nuovo

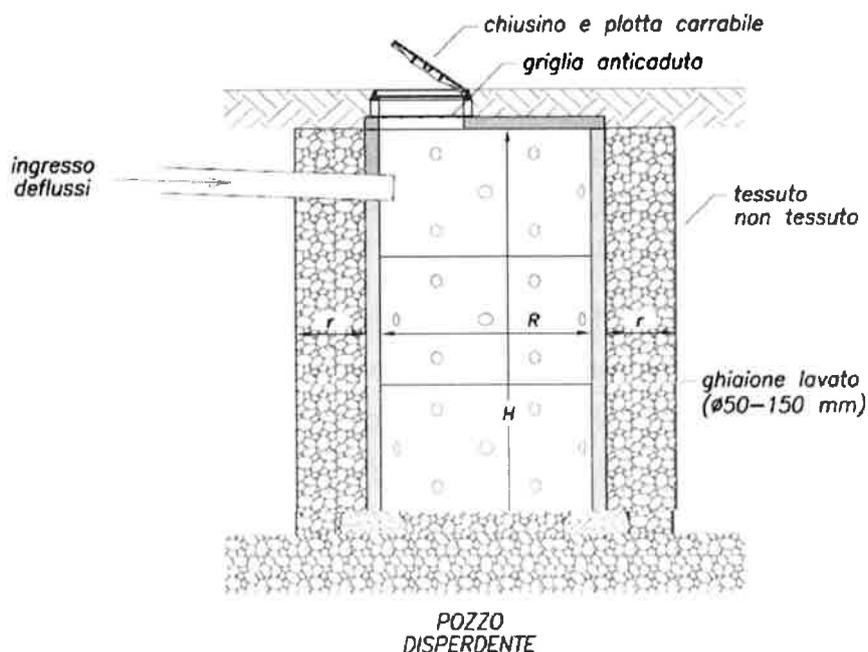
dispositivo di invaso all'interno del perimetro di lottizzazione in grado di garantire lo stoccaggio temporaneo dei volumi d'acqua in precedenza determinati.

Tra le ipotesi possibili vi è quella di ripristinare, nell'area verde al margine meridionale dell'attuale lotto 1, il fossato che esisteva prima della realizzazione delle opere di urbanizzazione, compatibilmente con la presenza dei metanodotti esistenti. Con una lunghezza di circa 200 m e una capacità di invaso di $1 \text{ m}^3/\text{m}$ risulterebbe un invaso di 200 m^3 . Oppure potrebbe essere realizzata, sempre nell'area verde, una zona ribassata di qualche decina di cm: con un abbassamento di 30 cm e una lama d'acqua di 20 cm (10 cm di franco asciutto) sono sufficienti 1005 m^2 per garantire 201 m^3 . Per lo svuotamento del bacino di invaso, fossato o area depressa, saranno inseriti due ulteriori pozzi assorbenti con le modalità costruttive che saranno descritte di seguito.

Volume infiltrabile

Per il dimensionamento degli impianti assorbenti esistono varie formulazioni i cui risultati in genere sono poco dissimili; per tutti i metodi, oltre alle dimensioni dei pozzi, sono fondamentali la permeabilità del terreno e le variabili meteorologiche.

- **POZZO ASSORBENTE:** l'ipotesi è di un pozzo assorbente con diametro di 1,5 m, formato da anelli forati sovrapposti in modo che la dispersione avvenga dal fondo a circa 5 m di profondità e dai fori laterali attraverso il materasso grossolano di riempimento attorno al pozzo; il riempimento deve infatti essere eseguito con ghiaia e ghiaione senza componenti fini in maniera da avere il massimo valore di permeabilità possibile.



Le caditoie di raccolta dei piazzali ed i pluviali dei tetti, dopo decantazione in appositi pozzetti, immettono le acque meteoriche nel pozzo a circa 40-50 cm di profondità; si assume che nel pozzo possa crearsi un battente idraulico massimo di 4 m (cioè il pozzo può riempirsi fino a 1 m dalla superficie).

- TERRENO: il valore della permeabilità per le ghiaie sabbiose, ricavato da dati bibliografici, è compreso tra 1 e 10^{-1} cm/s. Si assume il valore di $1 \cdot 10^{-1}$ cm/s corrispondenti a $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- FALDA: la superficie freatica si trova a profondità dell'ordine di 30 m dal piano di campagna; la dispersione si imposta quindi nello spessore del terreno non-saturo.

Passando quindi all'elaborazione dei dati:

Viene utilizzata la formula di Teitskate per calcolare la portata che ciascun pozzo è in grado di smaltire:

$$Q = C * K * r_0 * H$$

$$C = 2,364 * \frac{H}{r_0} / \log\left(\frac{2H}{r_0}\right) = 2,364 * (4/0,75) / \log(2*4/0,75) = 12,3$$

In cui:	$k = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s	permeabilità del terreno
	$r_0 = 0,75$ m	raggio del pozzo
	$C = 12,3$	coefficiente di forma
	$H = 4$ m	battente idraulico nel pozzo

Quindi:

$$Q = 12,3 * 0,001 * 0,75 * 4 = 0,0369 \text{ m}^3/\text{s} = 36,9 \text{ l/s}$$

Da notare che il metodo dell'invaso indica un deflusso di circa 70 l/s mentre il metodo razionale da un valore di circa 130 l/s. Quindi, anche in questa seconda ipotesi, quattro pozzi assorbenti sarebbero sufficienti a smaltire l'intero afflusso.

Per quanto riguarda invece lo svuotamento del bacino di invaso da 201 m^3 , con due pozzi è possibile infiltrare in sottoterraneo le acque in circa 2723 secondi corrispondenti a circa 45 minuti; è pertanto garantita la condizione che prevede che i bacini di invaso siano completamente svuotati entro 48 ore dall'evento meteorico critico.

Indipendentemente dalla capacità di smaltimento fornita dalle formule utilizzate, usualmente il Consorzio di Bonifica Piave considera, a favore della sicurezza dello smaltimento, un pozzo ogni 500 m^2 di superficie totale impermeabilizzata qualora il

terreno risulti sufficientemente permeabile (coefficiente di filtrazione maggiore/uguale di $1 \cdot 10^{-3}$ m/s e frazione limosa inferiore al 5%). Tale condizione è riportata anche dalla Valutazione di compatibilità idraulica del PAT.

Per il posizionamento dei pozzi assorbenti va ricordato quanto segue:

1. non è opportuno posizionare pozzi assorbenti vicino a fabbricati;
2. due pozzi assorbenti devono distare almeno 3-4 diametri o 10-12 m uno dall'altro in modo da non subire interferenze reciproche.
3. è importante il pozzetto di decantazione prima dell'immissione nel pozzo assorbente per evitare che un eventuale trasporto solido oppure materiali organici possano nel tempo intasare la porosità del terreno filtrante al fondo del pozzo.

CONCLUSIONI

Il progetto di Variante prevede sostanzialmente lo spostamento della rotatoria finale della strada di lottizzazione, via Caduti di El Alamein, dei parcheggi e del verde attualmente esistenti al fine di consentire l'unificazione dei lotti 1 e 2 ed il collegamento diretto tra questi e i lotti 4 e 5. Le superfici di standard urbanistico sono comunque rispettate, anche con una riduzione di superficie impermeabilizzata di circa 1200 m² per cui il coefficiente di deflusso passa dall'attuale 0,64 a 0,62.

Per questo si può tranquillamente ritenere che, replicando i dispositivi di invaso e di infiltrazione delle acque meteoriche attualmente esistenti verranno certamente garantite le condizioni idrauliche previste dalla normativa:

- Il fossato lungo il margine meridionale della lottizzazione viene completamente confermato.
- Le condotte e i relativi pozzetti, sovradimensionati, vengono confermati. Lo sviluppo delle condotte previste nel nuovo posizionamento sarà lo stesso di quello che sarà eliminato.
- Gli impianti di disoleazione sono confermati.
- I pozzi assorbenti sono confermati, in geometria e numero, con la sola modifica di realizzarli distanziati tra loro.
- È stata ricalcolata la capacità di infiltrazione dei pozzi assorbenti da 1,5 m di diametro e profondi 5 m arrivando a una potenzialità di circa 36,9 l/s per ciascun pozzo.

- Il recapito finale al canale al piede del rilevato ferroviario NON è confermato a seguito della nota di RFI citata in premessa.
- Per garantire il principio di invarianza idraulica andrà quindi creato, nell'area verde di pertinenza della lottizzazione, o un nuovo fossato oppure un'area ribassata in grado di contenere il previsto volume di 201 m³, pari al 50% dei 402 m³ ricavati dal calcolo, come previsto dalle norme vigenti.

Pertanto, i 4 pozzi già previsti e che da soli sarebbero sufficienti per assolvere completamente le necessità del lotto considerato qual è la portata in uscita dall'ambito, determinata con vari metodi, saranno ulteriormente integrati con altri 2 pozzi destinati allo svuotamento del bacino/fosso di invaso necessario per evitare ogni recapito delle acque meteoriche al fossato della ferrovia.

L'area viene giudicata idonea all'intervento in progetto.

Pieve di Soligo, ~~30/03/2019~~

10/09/2019

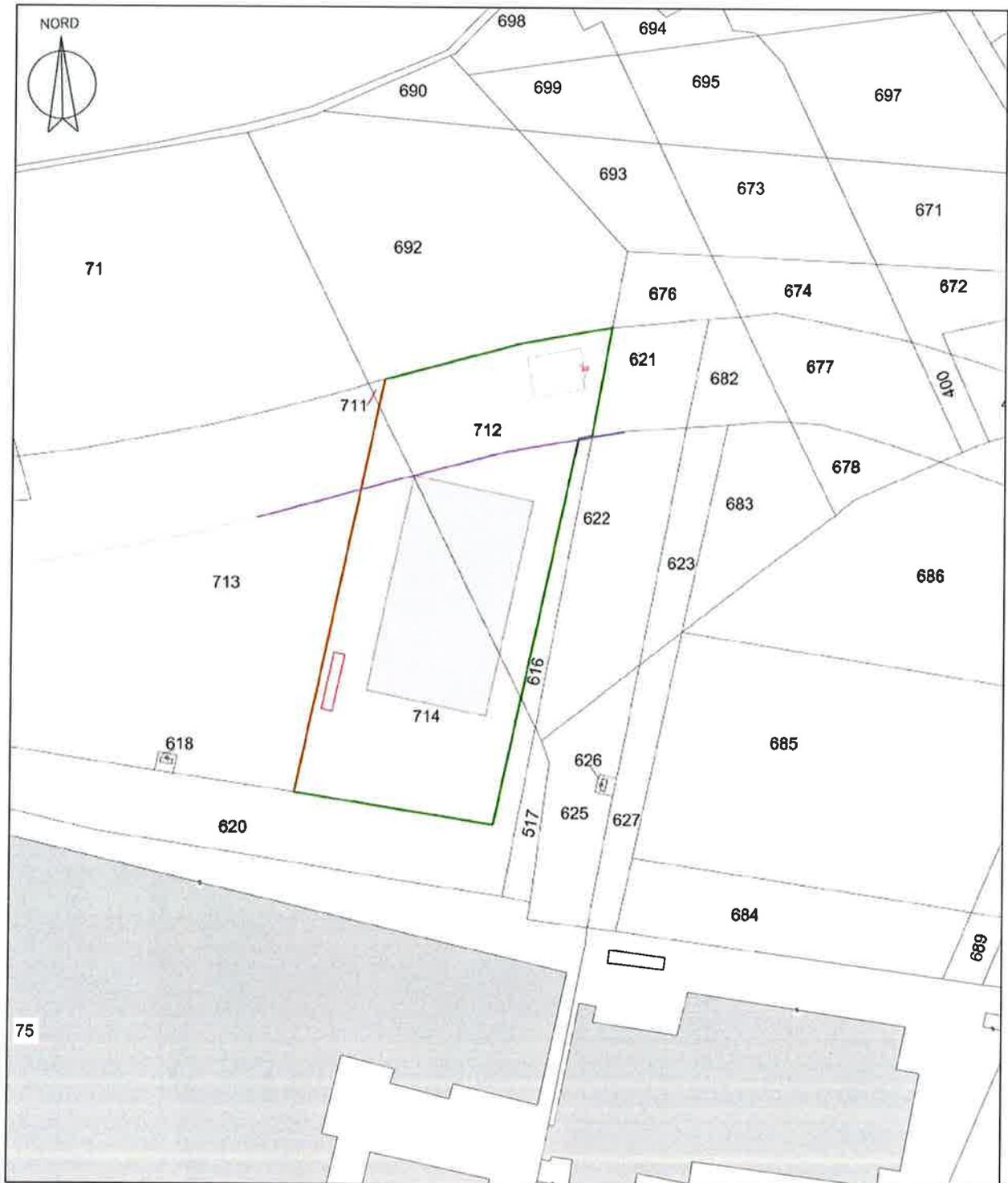
il geologo

dott. Gino Lucchetta



ESTRATTO DI MAPPA

scala 1:2000

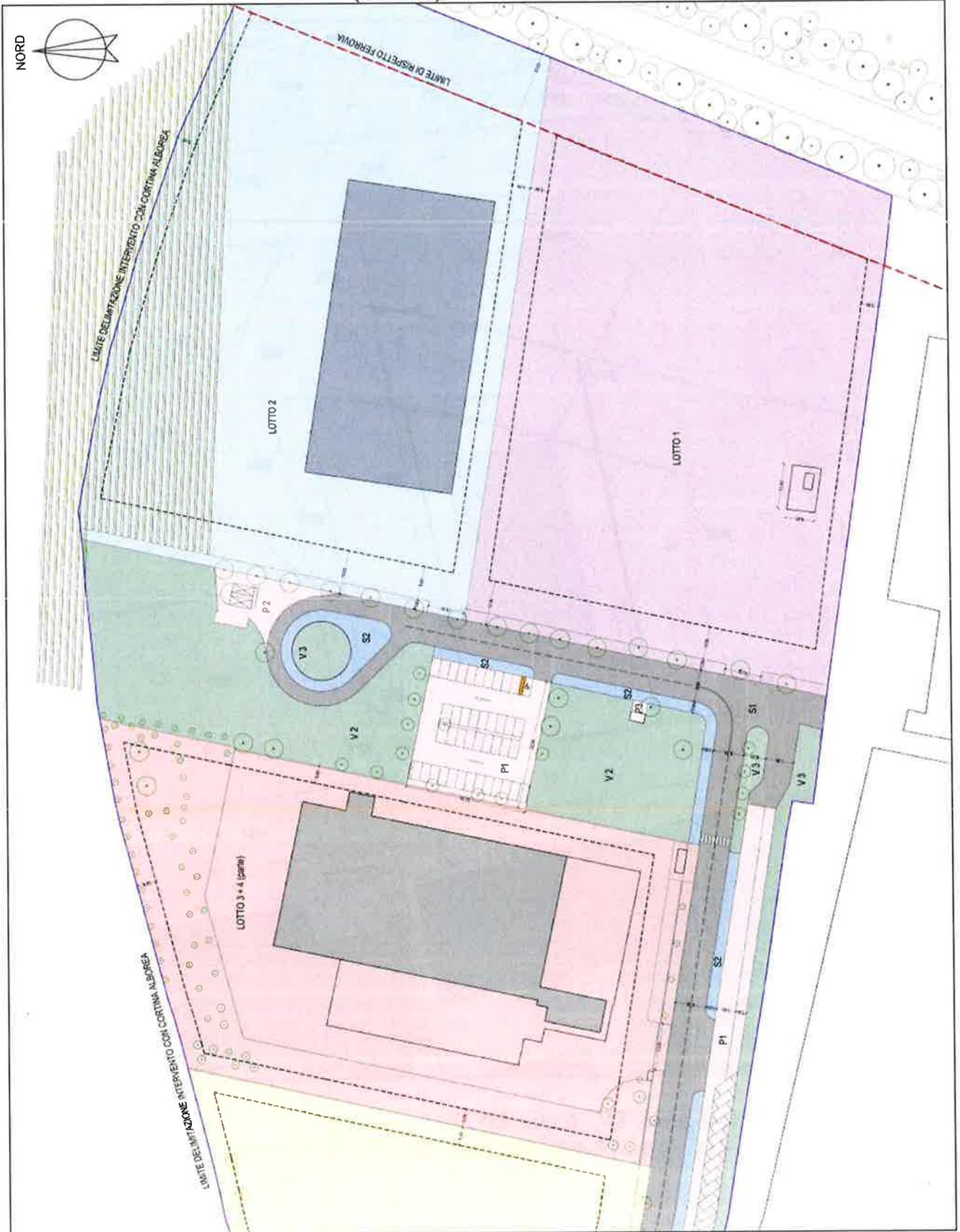


Comune di Susegana, TV, foglio 42°

mm.nn. 712-714-716-517-625-627-684-685-622-623 e altri

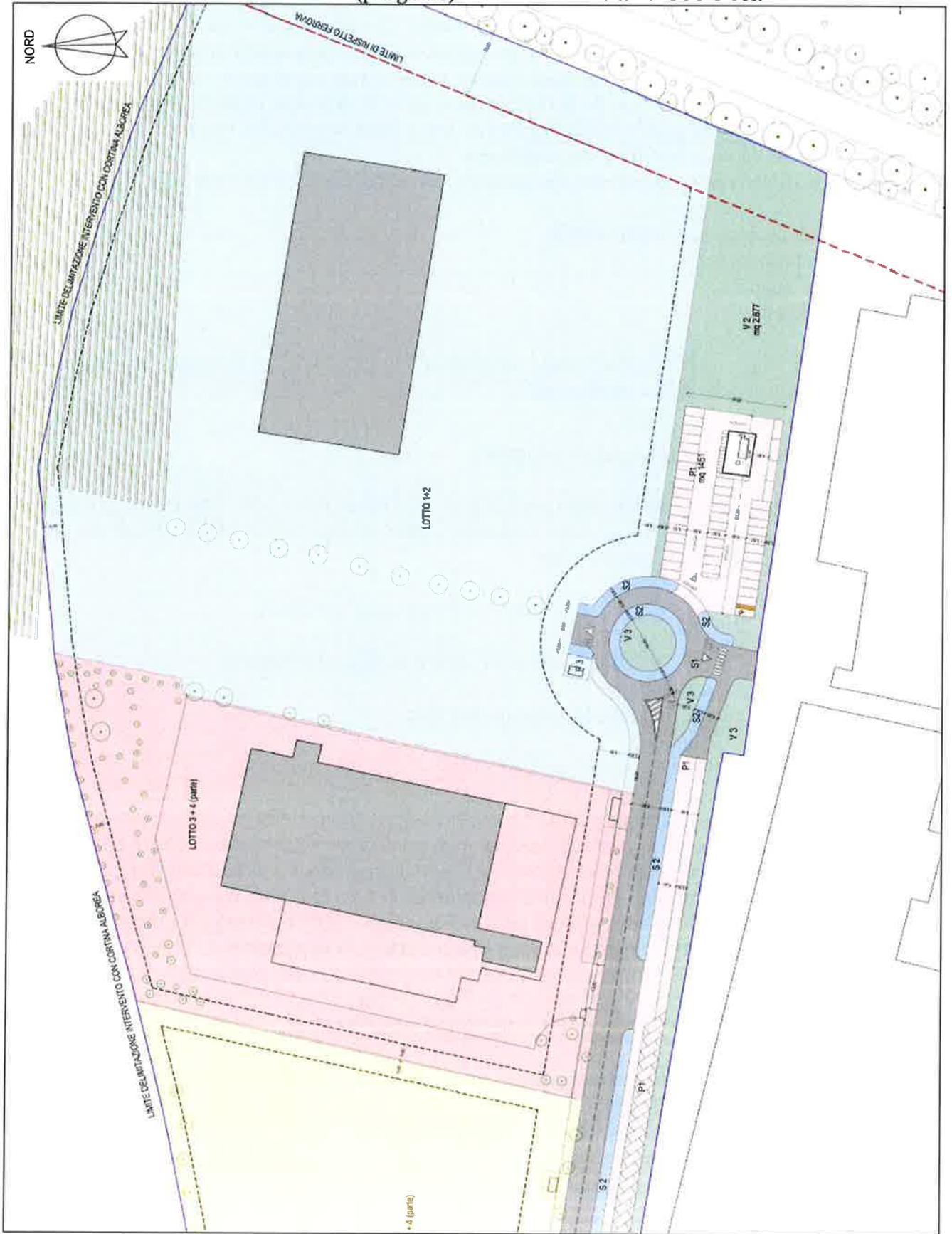
PLANIMETRIA (attuale)

scala 1:1500 circa



PLANIMETRIA (progetto)

scala 1:1500 circa



Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

In alcuni casi, in presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si può operare in alternativa con un sovradimensionamento della rete fognaria.

Determinazione della pioggia di progetto.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (CPP)*. L'equazione che collega queste due variabili può avere le seguenti forme:

$$a) h \text{ (mm)} = a t^n \text{ (curva a 2 variabili)}$$

$$b) h \text{ (mm)} = a t / (t+b)^c \text{ (curva a 3 variabili)}$$

dove a (mm/h) = altezza di precipitazione per $t=1$ ora;

b (h) = fattore temporale;

n, c = fattori di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Con $c=1-n$ e $b=0$ la b) si converte nella a).

Per il dimensionamento delle vasche di laminazione e delle aree verdi ribassate, dove il volume d'infiltrazione non superi il 50% del volume idrico totale, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni. Per il dimensionamento di pozzi filtranti, trincee drenanti e aree verdi ribassate, in questo caso quando i volumi infiltrati superano il 50% del totale, si utilizzano tempi di ritorno più elevati, solitamente 100 anni nelle aree collinari e 200 anni in pianura.

Dimensionamento di vasche di laminazione impermeabili.

Si tratta di vasche, generalmente in calcestruzzo, dotate di un tubo di scarico sul fondo. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella vasca e rilasciata gradualmente attraverso il condotto di scarico in un corpo idrico superficiale. Il dimensionamento della vasca viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

Metodo razionale.

Il calcolo dell'afflusso superficiale può essere condotto il metodo razionale, che consente di descrivere l'andamento dei volumi idrici di superficie con il tempo.

L'applicazione di questo metodo comporta l'adozione di un processo di trasformazione afflussi-deflussi basato su un modello di tipo cinematico. Si parte dal presupposto che la portata uscente dal bacino cresca gradualmente, dall'inizio della precipitazione meteorica, fino a raggiungere un valore massimo al tempo t_c . Questa grandezza prende il nome di tempo di corrivazione e, fisicamente, indica l'intervallo di tempo necessario perché una particella idrica, partendo dal punto più distante del bacino, possa giungere alla sezione di chiusura. Da l'istante t_c in poi alla portata defluente Q contribuisce tutto il bacino e quindi Q assume il suo valore massimo. La portata rimane quindi costante fino al momento in cui si esaurisce l'evento piovoso.

Il tempo di corrivazione può essere stimato con la relazione proposta da Boyd per aree sub-pianeggianti di limitata estensione:

$$t_c(\text{ore}) = t_0 + t_r$$

dove:

$$t_r = (1,5 A)^{0,5} / v \text{ e } t_0 = k A^d$$

in cui:

A(kmq)	= area della superficie trasformata;
k	= 2,51
d	= 0,38
v	= 1,00

Nell'applicazione del metodo razionale per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$(1) W(\text{mc}) = c_a A h + t_c Q_u^2 t / (c_a A h) - Q_u t - Q_u t_c$$

in cui:

c_a	= coefficiente di afflusso;
A	= superficie dell'area trasformata;
a	= parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
n	= parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
h	= altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

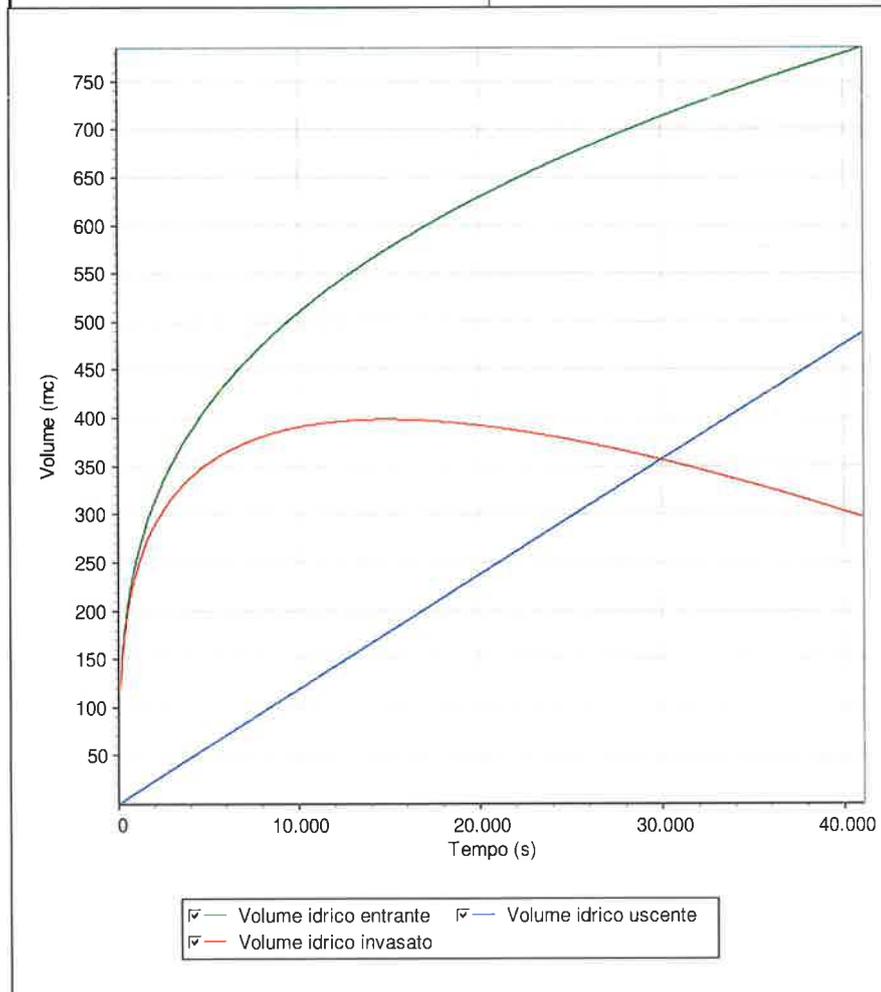
La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso ($t_r = \text{durata critica}$) si ottiene derivando le (1) rispetto al tempo e ponendola uguale a zero. Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella (3) si calcola il volume d'invaso massimo.

Dimensionamento vasca di laminazione impermeabile: metodo razionale

N.	A(mq)	ca1	ca2	Qu(mc/s)	tc(s)	h(mm)	Q1(mc/s)	Q2(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	Vsp(mc/ha)
1	11915	0,64	0,62	0,0119	481,3	27,83	0,133165	0,129003	0,10827	13672,27	398,09	334,1053
Tot.	11915,0										398,09	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	51,102
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0,302
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0,0
Fattore correttivo di n o c:	1,0
Numero aree trasformate:	1

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; tc=tempo di corrivazione; h=altezza di precipitazione per t = tc; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente udometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot=volume da invasare; Vsp=volume specifico.



Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

In alcuni casi, in presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si può operare in alternativa con un sovradimensionamento della rete fognaria.

Determinazione della pioggia di progetto.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (CPP)*. L'equazione che collega queste due variabili può avere le seguenti forme:

$$a) h \text{ (mm)} = a t^n \text{ (curva a 2 variabili)}$$

$$b) h \text{ (mm)} = a t / (t+b)^c \text{ (curva a 3 variabili)}$$

dove a (mm/h) = altezza di precipitazione per $t=1$ ora;

b (h) = fattore temporale;

n, c = fattori di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Con $c=1-n$ e $b=0$ la b) si converte nella a).

Per il dimensionamento delle vasche di laminazione e delle aree verdi ribassate, dove il volume d'infiltrazione non superi il 50% del volume idrico totale, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni. Per il dimensionamento di pozzi filtranti, trincee drenanti e aree verdi ribassate, in questo caso quando i volumi infiltrati superano il 50% del totale, si utilizzano tempi di ritorno più elevati, solitamente 100 anni nelle aree collinari e 200 anni in pianura.

Dimensionamento di vasche di laminazione impermeabili.

Si tratta di vasche, generalmente in calcestruzzo, dotate di un tubo di scarico sul fondo. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella vasca e rilasciata gradualmente attraverso il condotto di scarico in un corpo idrico superficiale. Il dimensionamento della vasca viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

Metodo delle sole piogge.

Nell'applicare questo metodo si considerano trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi. Si parte quindi dal presupposto che contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si abbia la massima portata di afflusso.

Nell'applicazione del metodo delle sole piogge per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$(1) W(mc) = c_a A h - Q_u t$$

in cui:

c_a	= coefficiente di afflusso;
A	= superficie dell'area trasformata;
a	= parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
n	= parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
h	= altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

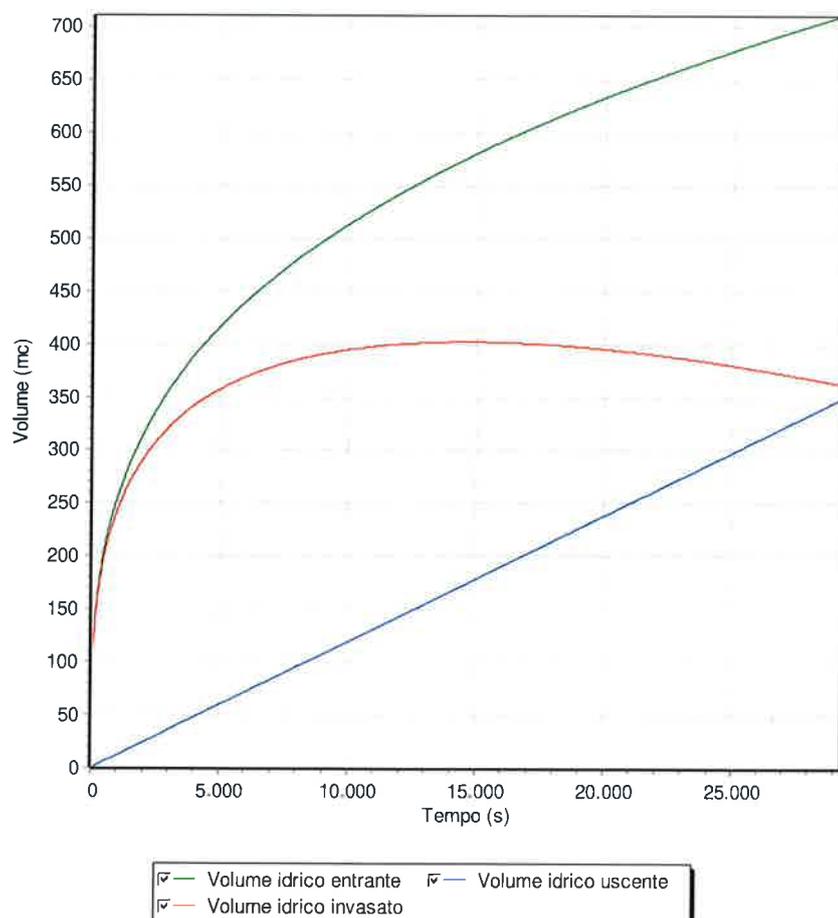
La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso (t_r =durata critica) è quella per la quale la portata di afflusso Q uguaglia quella in uscita Q_u . Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella (1) si calcola il volume d'invaso massimo.

Dimensionamento vasca di laminazione impermeabile: metodo delle solo piogge

N.	A(mq)	ca1	ca2	Qu(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	Vsp(mc/ha)
1	11915	0,64	0,62	0,0119	0,01	14631,96	402,44	337,7557
Tot.	11915,0						402,44	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	51,102
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0,302
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0,0
Fattore correttivo di n o c:	1,0
Numero aree trasformate:	1

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente udometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot = volume da invasare; Vsp=volume specifico.



Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

In alcuni casi, in presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si può operare in alternativa con un sovradimensionamento della rete fognaria.

Determinazione della pioggia di progetto.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (CPP)*. L'equazione che collega queste due variabili può avere le seguenti forme:

$$a) h \text{ (mm)} = a t^n \text{ (curva a 2 variabili)}$$

$$b) h \text{ (mm)} = a t / (t+b)^c \text{ (curva a 3 variabili)}$$

dove a (mm/h) = altezza di precipitazione per $t=1$ ora;

b (h) = fattore temporale;

n, c = fattori di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Con $c=1-n$ e $b=0$ la b) si converte nella a).

Per il dimensionamento delle vasche di laminazione e delle aree verdi ribassate, dove il volume d'infiltrazione non superi il 50% del volume idrico totale, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni. Per il dimensionamento di pozzi filtranti, trincee drenanti e aree verdi ribassate, in questo caso quando i volumi infiltrati superano il 50% del totale, si utilizzano tempi di ritorno più elevati, solitamente 100 anni nelle aree collinari e 200 anni in pianura.

Dimensionamento di vasche di laminazione impermeabili.

Si tratta di vasche, generalmente in calcestruzzo, dotate di un tubo di scarico sul fondo. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella vasca e rilasciata gradualmente attraverso il condotto di scarico in un corpo idrico superficiale. Il dimensionamento della vasca viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

Metodo dell'invaso.

Nell'applicare questo metodo si considerano trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi. Si parte quindi dal presupposto che contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si abbia la massima portata di afflusso.

Nell'applicazione del metodo delle sole piogge per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$(1) W(mc) = c_a Ah - Q_u t$$

in cui:

c_a	= coefficiente di afflusso;
A	= superficie dell'area trasformata;
a	= parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
n	= parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
h	= altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso ($t_r = \text{durata critica}$) è quella per la quale la portata di afflusso Q uguaglia quella in uscita Q_u . Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella (1) si calcola il volume d'invaso massimo.

Dimensionamento vasca di laminazione impermeabile: metodo dell'invaso

N.	A(mq)	ca1	ca2	tc(s)	Qu(mc/s)	Q1(mc/s)	Q2(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	Vsp(mc/ha)
1	11915	0,64	0,62	481,3	0,0119	0,069904	0,067719	0,056835	18791,64	320,61	269,0811
Tot.	11915,0									320,61	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	51,102
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0,302
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0,0
Fattore correttivo di n o c:	1,0
Costante di invaso del bacino k(ore):	1,0
Numero aree trasformate:	1

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente udometrico; tr=durata di pioggia critica; Vsp=volume specifico; Vtot=volume da invasare.