



COMUNE DI CITTADELLA

PROVINCIA DI PADOVA

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
ZONA D3/009 "VIA GALILEO GALILEI"**

DITTA: VIVARA S.R.L.

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
E RELAZIONE DI PROGETTO**

ALLEGATO N

Oggetto: Area sottoposta all'accordo pubblico-privato ai sensi dell'art. 6 della L.R. 22/04/2004 n°11 tra la Ditta Vivara S.r.l. e il Comune di Cittadella;

Committente: Vivara S.r.l.

RELAZIONE IDRAULICA-IDROGEOLOGICA DI PROGETTO

PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di identificare i caratteri geologici e idrogeologici dell'area prospiciente Via Galileo Galilei (S.R. 47 "Valsugana") interessata dall'accordo pubblico-privato tra la Ditta Vivara S.r.l. e il Comune di Cittadella, ai sensi dell'art. 6 della L.R. n° 11 del 22/04/2004, di quantificare i volumi delle acque meteoriche non recapitanti nella rete fognaria e successivamente definire le opere idrauliche di regolazione/controllo per ottenere riduzioni significative delle portate di piena in ossequio delle ultime normative di settore che impongono la realizzazione di opere di mitigazione idraulica al fine di ridurre l'impatto della impermeabilizzazione del territorio.

Il Piano Interventi di Cittadella identifica tale area come area trasformabile che con la variante proposta verrà classificata Zona Territoriale Omogenea "D/3" del tipo "Commerciale, Direzionale ed Artigianato di Servizio" e viene definita dall'art. 112 delle N.T.O.

In tali aree gli interventi edilizi sono subordinati alla prioritaria approvazione di un piano urbanistico attuativo (P.U.A.) di iniziativa pubblica o privata. È stata presentata una proposta di accordo pubblico-privato dalla Ditta Vivara S.r.l. al Comune di Cittadella in data 29/12/2017, con prot. 43441, e in seguito approvato prima con delibera della Giunta Comunale n° 111 del 23/05/2018 e successivamente con delibera del Consiglio Comunale n° 16 del 29/5/2018.

La presente relazione, sulla base della normativa vigente, è finalizzata alla definizione delle condizioni morfologiche e idrogeologiche dell'area e alla successiva progettazione della rete di smaltimento delle acque meteoriche sovradimensionando i collettori in modo da laminare le portate,

accettando un deflusso massimo in uscita determinato sull'evento pluviometrico più impegnativo nelle condizioni precedenti non urbanizzate (principio dell'**invarianza idraulica**).

L'area in esame prevede nuove superfici impermeabili per **4.866 mq**, come evidenziato nelle due planimetrie allegate aventi titolo "**Planimetria superfici drenanti di Fatto e Planimetria superfici drenanti Progetto, Scala 1:500**", identificanti la sistemazione attuale e finale dell'area.

Il D.G.R.V. 1841 del 19/06/2007 e il successivo D.G.R.V. 2948 del 06/10/2009, classifica le nuove superfici impermeabilizzate comprese tra 0,1 e 1,0 ettari come interventi di "**modesta impermeabilizzazione potenziale**" e prescrive il dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare le funzioni di laminazione delle piene, che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di 200 mm di diametro e che i tiranti idrici dell'invaso non eccedano il metro.

Nel caso in esame non è possibile lo scarico delle acque verso un corpo ricettore in quanto nella zona non sono presenti condotte o canali adeguati, tuttavia a seguito della verifica delle buone condizioni di permeabilità del suolo sarà possibile la dispersione direttamente sul terreno. Si fa presente che in caso di opere che prevedano la dispersione direttamente sul suolo non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica, in quanto si può presupporre che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno, così come previsto dalla D.G.R.V. n°1322 del 10/05/2006, dall'allegato A del D.G.R.V. 1841 del 19/06/2007 (*modalità operative*) e dall'allegato A del D.G.R. n° 2948 del 6 ottobre 2009 (*integrazione*),

Il Comune di Cittadella, in base del D.G.R. 96/CR del 07/08/2006, in applicazione dell'O.P.C.M. 3274/2003 e successiva Ordinanza n° 3519 del 2006, è classificato in base alla nuova zonizzazione sismica, località sismica in "Zona 3" quindi con accelerazione massima al suolo $a_g = 0.15g$.

L'indagine è organizzata secondo la normativa vigente, in particolare il D.M. 11.03.88 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce....".

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOLOGICHE DELL'AREA

L'area oggetto dell'indagine è ubicata nella Carta d'Italia I.G.M. alla tavoletta "Cittadella F.50-I-N.O." ed è situata ad ovest della S.R. 47 "Valsugana" (Via Galileo Galilei), nell'opposto lato rispetto allo svincolo di Via Brigata Granatieri di Sardegna situata ad est. È posta nel settore nord-occidentale del Comune di Cittadella, nelle immediate vicinanze della zona del centro cittadino, come risulta nell'allegato "**estratto C.T.R. Regione Veneto, 104103 – Cittadella Nord – scala 1:5000**".

L'area in esame è censita al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Cittadella al Foglio n. 29, mappali n° 868 – 1350 – 1522 – 1732 come riportato nell'allegato ***“Estratto catastale – scala 1:2.000”***.

Dal punto di vista morfologico l'area in esame è un appezzamento regolare di terreno di forma triangolare con dimensioni approssimative di 200 metri per base e 80 metri di altezza, catastalmente copre una superficie di circa 7.880 mq complessivi, e risulta avere una quota media compresa tra i 49,00 m e 49,40 m s.l.m.m.

Posto nel settore centrale della conoide alluvionale del f. Brenta sui margini meridionali dell'alta pianura; il territorio è pianeggiante con pendenza a sud-sudovest di 0.3% - 0.5% secondo l'andamento della conoide.

Dal punto di vista geologico il sottosuolo dell'area in esame è costituito dalla potente successione dei materiali alluvionali e fluvio - glaciali depositi dal Fiume Brenta; i materiali sono rappresentati essenzialmente da ghiaie, ciottoli e trovanti grossolani in matrice sabbioso limosa passante localmente a limoso sabbiosa.

Le stratigrafie della zona evidenziano un rapido aumento dello spessore dei depositi alluvionali a partire da sud di Bassano dovuti all'antico divagare nella pianura della conoide del f. Brenta che spaziava in direzione Castelfranco e Vicenza prima di attestarsi nella posizione attuale in direzione Padova. Lo spessore dei depositi alluvionali nell'area in esame è superiore a 200 mt con una successione di Ghiaie con ciottoli in matrice sabbioso limosa fino alla profondità di - 60mt , seguite da Conglomerati e Ghiaie parzialmente cementate dalle soluzioni carbonatiche.

Si allegano gli estratti della ***“Carta Geologica e Carta Geomorfologica del Veneto in scala 1:250.000”***.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

Attualmente il drenaggio naturale del terreno avviene completamente per ritenzione idrica superficiale in quanto l'area è sistemata a prato agricolo e la leggera inclinazione naturale da est verso ovest non dà luogo a fenomeni di scorrimento visibili. Sulla fascia di terreno posta sul confine est troviamo la scarpata stradale della S.R. 47 che termina con una scolina funzionante anch'essa per ritenzione superficiale. Non esiste di fatto una rete di canali per il collettamento delle acque meteoriche recapitanti nella rete pubblica, in quanto l'unica canaletta esistente in cls, posta sul confine ovest, su sedime privato, è utilizzata per la derivazione irrigua delle acque consorziali per i medesimi terreni.

Le prove ed i sondaggi geognostici eseguiti si riferiscono alle zone all'interno della proprietà posizionate centralmente e occupate attualmente a verde.

Il terreno oltre lo strato vegetale superficiale è caratterizzato da una predominanza di sedimenti sciolti prevalentemente costituiti da ghiaia sabbiosa-limosa.

La situazione stratigrafica evidenziata dai sondaggi geologici recenti risulta abbastanza omogenea:

- dopo i primi 50 cm di terreno vegetale, abbiamo nel primo metro prevalentemente terreno con argilla limosa-sabbiosa a bassa consolidazione passante ed argilla con ghiaia.
- Dopo i - 1,50 metri e fino ai - 3,50 m, abbiamo ghiaia medio fine con locali livelli di ghiaia fine sabbiosa.

Oltre al fiume Brenta che scorre a circa 4.000 m a Ovest dall'area in esame, l'idrografia del territorio è rappresentata da una fitta rete di canali irrigui e di scolo derivanti dal fiume Brenta, con gestione al Consorzio di Bonifica Brenta. In particolare l'area oggetto della presente relazione, tuttora a verde agricolo, è servita dal Canale "Veneziana" che scorre parallelo al confine ovest a circa 30 m di distanza mediante la canaletta di derivazione a confine.

L'area in esame è situata a circa 1.500 mt a nord del limite superiore della fascia delle risorgive; il sottosuolo ghiaioso è sede di una falda acquifera freatica regolata dalle dispersioni del f. Brenta e dagli afflussi meteorici.

In corrispondenza alla fascia delle risorgive l'acquifero indifferenziato ghiaioso presente nell'alta pianura passa progressivamente alla struttura a falde sovrapposte differenziate da livelli impermeabili; le falde in pressione si spingono a sud e la falda freatica viene a giorno drenata da risorgive.

Dalla correlazione con alcuni pozzi nella zona di Cittadella, a 1.000 mt a sud dell'area in esame si verifica una prima differenziazione dell'acquifero a partire dalla profondità di - 25mt dal p.c. con la comparsa di livelli argilloso sabbiosi impermeabili.

Per verificare in dettaglio la struttura idrogeologica del sottosuolo e la profondità del livello di falda nell'area in esame, si è fatto riferimento ad alcuni rilievi condotti a partire dagli anni '60 fino ad oggi in alcuni pozzi a bocca libera compresi nel raggio di 2.000 mt.

Si è fatto riferimento all'estratto della "**Carta delle isofreatiche dell'Alta Pianura Veneta alla scala 1:100.000**" (vedasi allegato) e dalle misure di alcuni pozzi a bocca libera monitorati dal Consorzio di Bonifica Brenta.

Dall'esame della carta delle isofreatiche nella zona si nota un andamento generale dei deflussi verso sud-est con gradiente idraulico medio del 0.15%.

Per definire il livello della falda e le future oscillazioni nell'area in esame si è fatto riferimento in particolare al pozzo "Cittadella" situato a circa 750 m a sud-ovest presso il Consorzio di Bonifica Brenta in osservazione periodica dal 1964.

Attualmente tale pozzo ha un livello della falda acquifera situato alla quota media di 40,60 m s.l.m.m. , mentre la bocca del pozzo è posta a un'altezza di 47,11 m , pertanto la profondità media della falda è di – 650 cm dal p.c.

Dalla correlazione con il pozzo limitrofo ed eseguite le opportune correzioni a mezzo del gradiente idraulico, il livello della falda acquifera nell'area in esame è situato ad una quota media di scorrimento di 41,70 m, pertanto rispetto alla **quota campagna media di 49,20 m**, avremmo una profondità media di – **7,50 m dal p.c.**

Le Oscillazioni del livello della falda al pozzo di Cittadella nel periodo 1964-1982 evidenziano il manifestarsi di una fase di piena da Giugno a Ottobre ed una fase di magra da Gennaio a Maggio.

Recentemente si segnala il comportamento anomalo dell'anno 2010-2011, con una marcata fase di piena nei mesi di Dicembre e Gennaio. Tali condizioni eccezionali si sono verificate anche nell'anno 2008 e successivamente durante le annate 2013-2014 con una fase di piena di minore intensità ma che è perdurata per tutto il periodo dell'anno.

Con riferimento ai rilievi degli ultimi 20 anni, al pozzo Cittadella sono state rilevate le seguenti escursioni della falda :

- Escursione media annua = 1,90 mt
- Escursione massima nell'anno = 2.86mt (anno 2008)

Con riferimento al trentennio precedente negli ultimi anni si rileva un significativo incremento delle escursioni della falda, dovuto alla maggiore irregolarità degli apporti meteorici e alla gestione delle acque in Brenta e di quelle irrigue. L'oscillazione massima assoluta al pozzo Cittadella è stata di 3.1mt. Considerato la posizione più a nord dell'area in esame rispetto al pozzo Cittadella con maggiore escursione, nell'area in esame è prevedibile un'escursione media di 2.5 mt tra la fase di piena e la fase di magra.

Per l'area in esame si possono ipotizzare le seguenti condizioni di magra e di piena del livello di falda dal p.c. :

- **Fase di piena della falda con profondità minima di -6,25 m dal p.c. (42,95 m s.l.m.m.)**
- **Fase di magra della falda con profondità massima di -8,75 m dal p.c. (40,45 m s.l.m.m.)**

Tali previsioni sono comunque indicative essendo il livello della falda condizionato dagli andamenti meteorici stagionali e dalle portate del Brenta.

L'area interessata dal piazzale e le aree limitrofe non ricadono entro una zona classificata a rischio di esondazione e/o allagamento. Fenomeni di allagamento, durante i grandi eventi di pioggia non sono segnalati. Di conseguenza l'area può considerarsi idonea alla realizzazione di opere di urbanizzazione e di nuova edificazione con esecuzione di opere idrauliche che consentano lo smaltimento delle acque in sicurezza.

LA MITIGAZIONE IDRAULICA

È necessario sviluppare le nuove aree di urbanizzazione con opere che permettano di acquisire la mitigazione in modo da pianificare la trasformazione prodotta dagli interventi, almeno senza peggiorare la situazione idraulica della zona. In generale, in ambito urbano, l'efficienza delle tecniche di contenimento dell'impatto dell'urbanizzazione sull'idraulica del territorio dipende sia dalla distribuzione temporale delle piogge di progetto e sia dalla distribuzione spaziale delle problematiche presenti. In genere gli interventi di mitigazione eseguita con tecniche di detenzione sul posto risultano efficaci per un intervallo di valori di intensità di precipitazione e di durata della pioggia maggiore ad altre tecniche. In genere le tecniche di mitigazione per detenzione hanno inoltre il pregio di comportare minori problematiche ambientali legate all'inquinamento delle acque di prima pioggia.

INTRODUZIONE TEORICA AI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI:

- CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA:

Per lo sviluppo dell'analisi idrologica sull'intervento di trasformazione urbanistica in oggetto, si è scelto di utilizzare le **misure pluviometriche fornite dal Centro Meteorologico di Teolo (C.M.T.)** piuttosto che quelle disponibili negli **Annali Idrologici**, in quanto solamente i dati del C.M.T. contengono le registrazioni degli ultimi anni, ovvero quelli che maggiormente risentono del mutamento climatico in atto. A far propendere per la scelta ha contato inoltre il fatto che i dati forniti dal C.M.T. contengono una maggiore disponibilità di dati di breve e brevissima durata (piogge con tempi inferiori all'ora), necessarie per un calcolo preciso degli scrosci. Questo tipo di precipitazione risulta molto gravoso nel caso di bacini o aree di modeste dimensioni in quanto i tempi di corrivazione si riducono drasticamente a 5-10 minuti e producono notevoli volumi d'acqua che necessita di essere invasata velocemente.

Per lo studio delle opere di smaltimento delle acque piovane è opportuno fare riferimento, oltre che alle precipitazioni di forte intensità e breve durata, per i motivi sopracitati, anche a quelle di durata oraria, significative per i recapiti finali della rete meteorica. Si considerano quindi due casistiche: gli eventi massimi della durata di 5, 10, 15, 30, 45 minuti (scrosci) e di 1, 3, 6, 12 e 24 ore (piogge).

- **TEMPO DI RITORNO PREVISTO:**

Dal punto di vista teorico la definizione di un tempo di ritorno di progetto, ovvero del periodo di tempo in cui l'evento di progetto si ripresenta o viene superato, dovrebbe derivare da un'analisi costi benefici derivante dalla valutazione dei costi di realizzazione di determinate opere di difesa e dalle conseguenti spese evitate. Sulla base delle indicazioni fornite dalla D.G.R. n° 1841 del 19/06/2007 e integrata dalla successiva D.G.R. 2948 del 6/10/2009, per le valutazioni di compatibilità idraulica relative alle trasformazioni d'uso del suolo a seguito di nuove urbanizzazioni, individua la necessità di utilizzare sistemi di accumulo e infiltrazione nel suolo per valori almeno di almeno il 50%. Tali sistemi di deflusso usuali devono fare riferimento a un tempo di ritorno di 50 anni. Tuttavia nel caso di immissione delle acque nel sottosuolo, mediante sistemi disperdenti, per valori superiori al 50% degli aumenti di portata, come in questo specifico caso, dove si dovrà prevedere la dispersione della totalità delle precipitazioni, il Progettista "dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura".

Considerando il cambio di destinazione d'uso dell'area, nonché le modalità di realizzazione della rete e dei sistemi disperdenti che verranno usati si dovrà utilizzare un tempo di ritorno di 200 anni.

- **ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI:**

Una volta acquisite le misure pluviometriche, viene sviluppata un'analisi statistica al fine di definire, tramite una particolare equazione definita "di possibilità pluviometrica", quale sia l'espressione caratteristica delle precipitazioni per la zona considerata, in funzione della loro durata e al variare del "tempo di ritorno" a cui si fa riferimento.

Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi tra loro indipendenti, possono applicarsi la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

essendo:

- **X (Tr)** il valore dell'evento caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato, mediamente, ogni Tr anni;

- **Xm** il valore medio degli eventi considerati;
- **F** fattore di frequenza;
- **Sx** scarto quadratico medio della variabile in esame;

Una tra le più usate distribuzioni di probabilità dei valori estremi (serie annuale) e la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel, la quale assegna ad F l'espressione:

$$F = \frac{Y(\text{Tr}) - Y_n}{S_n}$$

essendo la grandezza **Y (Tr)**, funzione del tempo di ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, mentre **Yn** ed **Sn** rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzione del numero N di osservazioni. Operando la sostituzione di F si ha:

$$X(\text{Tr}) = X_m - \frac{S_x}{S_n} \cdot Y_n + \frac{S_x}{S_n} \cdot Y(\text{Tr})$$

La quantità $X_m - \frac{S_x}{S_n} \cdot Y_n$ è chiamata moda ed è il valore con la massima frequenza probabile.

La funzione **Y (Tr)** è legata al tempo di ritorno **Tr** dalla relazione:

$$Y(\text{Tr}) = -\ln \left[-\ln \frac{\text{Tr} - 1}{\text{Tr}} \right]$$

Per ciascun tempo di ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione di possibilità pluviometrica mediante interpolazione a due variabili, delle quali di seguito si riportano i valori di **a** , **n**.

Si procede poi alla regolarizzazione dei dati misurati con il *metodo di Gumbel*, che permette di attribuire a qualsiasi valore di precipitazione un corrispondente tempo di ritorno (**TR**), sulla base di un campione di **N** valori massimi annuali, intendendo per TR il tempo dopo il quale, mediamente, un dato evento viene uguagliato; ovviamente più alto è il tempo di ritorno e più raro (e quindi anche più intenso) risulta l'evento in considerazione.

Le precipitazioni considerate sono quelle registrate nella stazione pluviografica di Cittadella (PD). I dati pluviometrici sono quelli forniti dal Centro Meteorologico di Teolo dal 1993 al 2007 e dagli Annali Idrologici dal 1956 al 1995.

CittadellaCMTCronoMinuti.txt

Stazione di CITTADELLA
 Serie cronologica massimi di precipitazione
 Regularizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$- \text{alfa} * (x - \text{beta})$$

$$P(x) = e^{-e}$$

5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
8.0	930617	11.2	931006	14.8	931006	21.2	931006	25.2	931006
13.0	940824	23.4	940824	30.4	940824	39.6	940824	47.6	941002
13.6	950827	23.8	950827	29.2	950827	41.4	950716	48.0	950716
11.2	960828	20.0	960828	27.4	960828	41.2	960828	42.4	960828
16.8	970718	27.4	970718	31.4	970718	37.0	970718	38.4	970718
9.2	980607	16.2	981006	19.0	981006	29.6	980607	42.2	980607
11.2	990714	14.4	990615	18.2	990615	21.8	990615	23.0	990615
11.2	000812	18.0	000920	24.4	000920	33.6	000920	34.6	000920
8.8	010712	15.4	010712	20.8	010712	33.2	010712	42.6	010712
12.2	020527	24.2	020527	34.4	020527	49.0	020527	49.8	020527
7.8	030602	12.4	030626	15.6	030626	19.6	030602	20.6	030602
8.6	040602	16.8	040602	18.8	040916	26.2	040914	33.6	040914
10.8	050909	20.6	050909	24.8	050909	28.0	050909	28.4	050909
7.6	060629	14.0	060629	17.0	060629	18.2	060929	18.2	060929
8.6	070917	15.4	070917	19.0	070820	23.4	070820	25.4	070527

Tabella 1: osservazioni pluviometriche scrosci – C.M.T. Cittadella 1993-2007

TR	Durata scrosci (min. - ore)				
	5 min. 0,083 h	10 min. 0,167 h	15 min. 0,25 h	30 min. 0,5 h	45 min. 0,75 h
2	10,2	17,52	22,11	29,53	33,14
5	13,08	22,87	29,1	39,91	44,97
10	14,98	26,41	33,72	46,78	52,8
25	17,38	30,88	39,56	55,47	62,7
50	19,16	34,2	43,9	61,91	70,04
100	20,93	37,49	48,2	68,31	77,33
200	22,7	40,77	52,49	74,68	84,59
media	10,573	18,213	23,013	30,867	34,667
alfa	0,395	0,212	0,162	0,109	0,096
beta	9,274	15,794	19,853	26,169	29,314
n. osservazioni	15	15	15	15	15

Tabella 2: elaborazione degli scrosci secondo Gumbel – C.M.T. Cittadella 1993-2007

Tr	a (mm*ore)	n
2	41,9	0,528
5	57,5	0,556
10	67,8	0,567
25	80,8	0,579
50	90,5	0,585
100	100,1	0,59
200	109,7	0,594

Tabella 3: curva pluviometrica a due parametri a, n per gli scrosci – C.M.T. Cittadella 1993-2007

CittadellaCMTCronoOre.txt

Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha * (x - \beta)}}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
27.8	931006	31.6	931006	31.6	931006	40.6	931002	42.6	931105
63.6	941002	88.6	941002	90.2	941002	90.2	941002	91.6	941002
48.6	950716	49.8	950716	67.8	950828	110.8	950827	121.8	950827
53.8	960828	68.2	960828	68.2	960828	68.2	960827	68.8	960827
40.2	970718	46.8	970718	49.0	970718	54.6	971220	61.0	971219
47.2	980607	69.0	980607	73.0	980607	73.0	980607	127.6	981006
27.2	990920	40.4	990920	42.4	990920	64.2	990920	68.4	990920
38.4	000920	47.4	000920	47.8	000920	56.6	001106	70.0	001006
49.0	010712	64.0	010712	72.6	010712	73.2	010712	73.2	010711
50.0	020527	50.0	020527	60.4	020527	74.8	020527	81.4	020810
20.8	030601	29.0	031108	40.8	031108	60.0	031108	72.8	031108
38.6	040914	59.8	040914	70.2	040914	72.6	040914	73.6	040914
35.2	050629	45.8	050909	51.4	051003	77.0	051105	120.0	051106
20.6	060915	40.6	060915	68.4	060915	91.8	060914	104.2	060914
29.2	070917	41.8	070917	41.8	070917	53.0	070504	60.0	070526

Tabella 4: osservazioni pluviometriche piogge orarie – C.M.T. Cittadella 1993-2007

TR	Durata oraria (ore)				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	37,53	49,25	56,05	68,18	78,85
5	51,61	66,82	74,02	87,75	106,86
10	60,93	78,45	85,91	100,7	125,4
25	72,71	93,14	100,94	117,07	148,83
50	81,44	104,04	112,09	129,21	166,21
100	90,12	114,86	123,15	141,26	183,46
200	98,76	125,64	134,18	153,27	200,65
media	39,347	51,373	58,373	70,707	82,467
alfa	0,081	0,065	0,063	0,058	0,04
beta	32,977	50,245	50,245	61,854	69,795
n. osservazioni	15	15	15	15	15

Tabella 5: elaborazione delle piogge orarie secondo Gumbel – C.M.T. Cittadella 1993-2007

Tr	a (mm*ore)	n
2	37,6	0,234
5	51,3	0,223
10	60,4	0,218
25	71,9	0,214
50	80,3	0,211
100	88,8	0,209
200	97,2	0,208

Tabella 6: curva pluviometrica a due parametri a, n per le piogge orarie – C.M.T. Cittadella 1993-2007

CittadellaCronoMinuti.txt

Stazione di CITTADELLA									
Serie cronologica massimi di precipitazione									
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL									
-alfa * (x - beta)									
-e									
P(x) = e									
5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
560101		560101		13.4	560711		560101		560101
570101		570101			570101		570101		570101
580101		580101		11.8	580816	38.2	580807		580101
590101		590101			590101	26.0	590714		590101
600101		600101			600101	39.4	600629		600101
610101		610101		19.4	610715	29.0	610527		610101
620101		620101			620101	23.0	620625		620101
630101		630101		22.0	630614	34.0	630804	43.0	630804
640101		640101			640101	14.0	640526		640101
650101		650101		30.6	650823		650101		650101
660101		660101		19.0	660725	27.2	660725	30.8	660725
670101		670101		12.0	670516	14.0	670516		670101
680101		680101		20.4	680829	29.2	680829	31.4	680829
690101		690101		11.2	690815	14.0	690816	17.0	690816
700101		700101		16.2	700808	30.4	700916	38.2	700916
710101		710101		8.4	710615	15.6	710615		710101
720101		720101		14.6	720617	20.0	720617	21.4	720617
730101		730101		11.4	730704	14.4	730704	16.8	730704
740101		740101		11.4	740507	14.4	740507	17.4	740507
750101		750101		11.0	750725	12.6	750725	13.6	750725
760101		760101		10.0	760722	33.0	760722	38.0	760722
770101		770101		7.4	770531	10.0	770621	11.8	770621
780101		780101		18.6	780807	25.6	780530	25.6	780530
790101		790101		20.0	790921	40.0	790921	45.0	790921
800101		800101		18.0	800610	33.0	800610	54.6	800610
810101		810101		15.8	810502	35.0	810502	37.8	810502
820101		820101		29.8	820806	30.0	820806	30.2	820806
830101		830101		15.0	830902	20.0	830902	30.4	830902
850101		850101		14.0	850615	18.0	850602	25.0	850602
860101		860101		14.2	860909	17.2	860909	24.0	860909
870101		870101			870101		870101		870101
880101		880101		14.0	881012		880101		880101
890101		890101		33.0	890628	34.4	890628	34.4	890628
900101		900101			900101		900101		900101
910101		910101		16.0	910709	22.0	910709	26.6	910709
920101		920101		7.4	921005	8.6	921005	12.0	921005
930101		930101		15.0	931006	19.0	931006	28.2	931006
940101		940101		20.4	940824	21.2	940824	21.6	940825
950101		950101		21.0	950828	29.0	950716	29.6	950716

Tabella 7: osservazioni pluviometriche degli scrosci – Annali di Cittadella 1956-1995

TR	15 min.		30 min.		45 min.	
	N dati: 32		N dati: 33		N dati: 25	
	Media: 16,325		Media: 23,982		Media: 28,176	
	Alfa: 0,178		Alfa: 0,124		Alfa: 0,101	
	Beta: 13,305		Beta: 19,633		Beta: 22,926	
2	Xt =	15,36	Xt =	22,59	Xt =	26,55
5	Xt =	21,73	Xt =	31,74	Xt =	37,76
10	Xt =	25,94	Xt =	37,8	Xt =	45,18
25	Xt =	31,26	Xt =	45,45	Xt =	54,56
50	Xt =	35,21	Xt =	51,13	Xt =	61,51
100	Xt =	39,13	Xt =	56,76	Xt =	68,42
200	Xt =	43,03	Xt =	62,38	Xt =	75,3

Tabella 8: elaborazione degli scrosci secondo Gumbel – Annali di Cittadella 1956-1995

Tr	a (mm*ore)	n
2	31,2	0,504
5	44,3	0,508
10	52,8	0,509
25	63,8	0,51
50	71,9	0,511
100	80,0	0,512
200	87,9	0,512

Tabella 9: curva pluviometrica a due parametri a, n per gli scrosci – Annali di Cittadella 1956-1995

cittadellaCronoOre.txt

Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-\alpha * (x - \beta)^e}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
21.8	560926	30.0	560926	37.0	560925	62.0	560925	95.4	560925
31.2	570818	32.4	570818	35.8	571110	41.4	571110	57.0	570925
40.0	580807	44.0	580807	44.0	580807	44.2	580807	65.8	581111
29.6	590714	44.6	590714	50.0	590714	50.8	590429	70.8	591112
42.2	600629	43.4	600629	43.8	600708	51.0	600708	62.4	600628
29.6	610527	29.8	610527	34.0	611112	46.6	611112	59.2	611007
46.4	620625	62.2	620625	66.4	620625	66.8	620625	66.8	620625
47.0	630804	53.2	630804	54.2	630804	64.0	630804	72.7	630904
	640101		640101		640101		640101		640101
30.6	650823	43.4	650705	51.2	650705	71.0	650704	90.0	650704
32.2	660725	39.2	660808	49.6	660816	69.6	660816	87.0	660816
14.8	670516	24.0	670217	40.0	670217	58.0	670216	68.6	670216
31.6	680829	48.2	680829	55.2	680829	55.6	680829	65.6	680829
19.6	690816	27.2	690826	33.8	690826	41.4	690506	54.6	690826
41.8	700916	43.0	700916	43.4	700916	44.6	700916	44.6	700916
15.6	710615	15.6	710615	25.2	710216	39.6	710216	58.0	710216
21.8	720617	36.4	720702	42.0	720702	43.2	720212	55.0	720212
16.8	730704	21.4	730419	28.0	730419	37.2	730925	64.6	730925
18.4	740507	23.8	740507	33.0	740507	47.0	740507	55.8	740507
14.8	750725	31.2	750505	43.2	750505	60.0	750505	74.8	750505
40.0	760722	46.6	760722	48.6	760724	48.8	760722	49.8	760722
12.4	770621	17.8	770621	23.0	770329	37.0	770329	55.0	770104
25.6	780530	33.4	781003	40.4	781003	45.0	781003	70.0	781003
50.0	790922	58.4	791022	69.4	790922	76.0	790922	83.2	790922
62.6	800610	64.6	800610	64.8	800610	65.0	800610	78.0	800610
38.4	810502	39.2	810502	39.8	810502	68.2	811026	109.6	811026
30.2	820806	42.2	820828	50.0	820828	57.4	820828	73.2	820828
35.4	830902	41.0	830902	55.0	830902	55.4	830902	55.6	830902
30.2	850602	40.2	850602	53.2	850602	57.0	850302	78.4	850302
25.2	860909	38.4	860909	54.5	860909	74.8	860909	100.2	860131
34.0	870824	60.0	870824	89.0	870824	95.2	870824	96.4	870824
26.0	880605	46.8	880605	51.8	880605	70.6	880605	84.6	880605
34.4	890628	34.4	890628	36.0	890403	53.0	890403	53.4	890403
	900101		900101		900101		900101		900101
27.0	910617	39.0	910617	39.0	910617	52.4	911004	62.4	910503
13.0	921005	25.4	921005	33.4	921005	53.0	921004	67.6	921003
	930101		930101		930101		930101		930101
22.6	940628	30.0	940720	42.4	940720	57.8	940916	58.8	940916
30.6	950716	44.8	950828	65.4	950828	72.8	950828	93.8	950827

Tabella 10: osservazioni pluviometriche delle piogge orarie – Annali di Cittadella 1956-1995

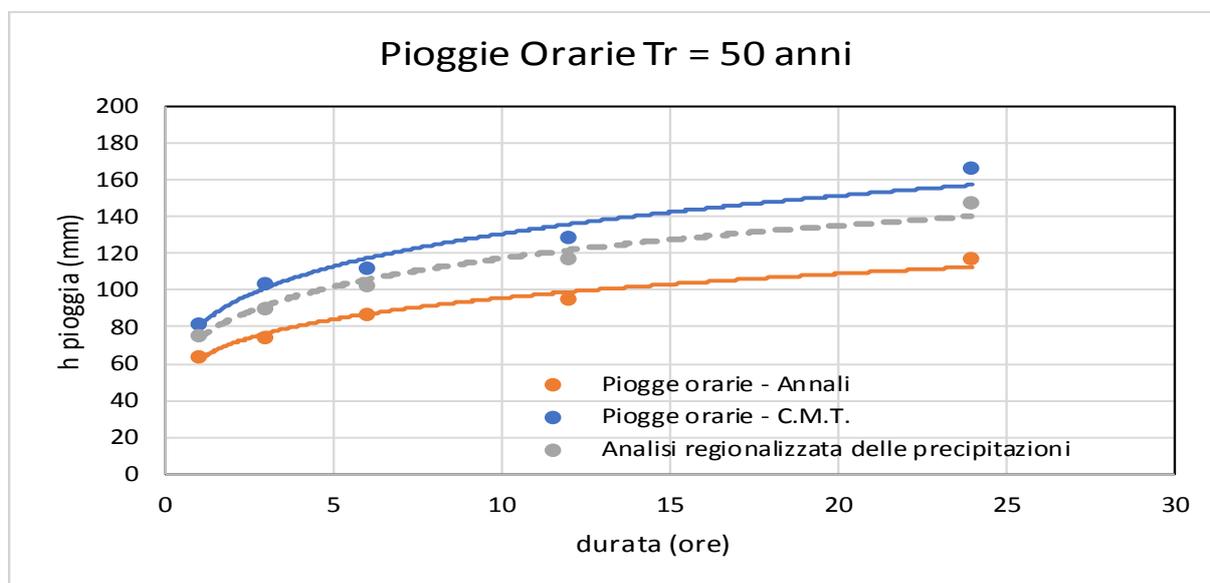
TR	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	N dati: 36		N dati: 36		N dati: 36		N dati: 36		N dati: 36	
	Media: 30,094		Media: 38,756		Media: 46,264		Media: 56,483		Media: 70,519	
	Alfa: 0,099		Alfa: 0,094		Alfa: 0,084		Alfa: 0,087		Alfa: 0,071	
	Beta: 24,614		Beta: 32,998		Beta: 39,792		Beta: 50,259		Beta: 62,931	
2	Xt =	28,33	Xt =	36,9	Xt =	44,18	Xt =	54,48	Xt =	68,07
5	Xt =	39,81	Xt =	48,96	Xt =	57,73	Xt =	67,51	Xt =	83,97
10	Xt =	47,41	Xt =	56,94	Xt =	66,71	Xt =	76,15	Xt =	94,49
25	Xt =	57,01	Xt =	67,03	Xt =	78,05	Xt =	87,06	Xt =	107,79
50	Xt =	64,14	Xt =	74,52	Xt =	86,46	Xt =	95,15	Xt =	117,66
100	Xt =	71,21	Xt =	81,95	Xt =	94,81	Xt =	103,18	Xt =	127,45
200	Xt =	78,25	Xt =	89,35	Xt =	103,13	Xt =	111,18	Xt =	137,21

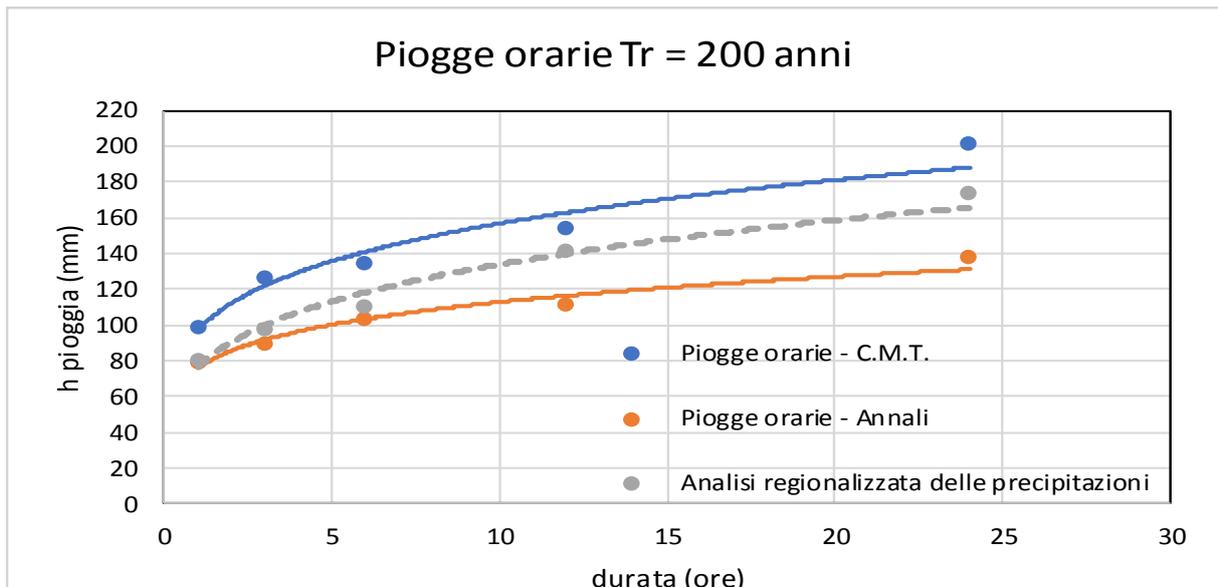
Tabella 11: elaborazione delle piogge orarie secondo Gumbel – Annali di Cittadella 1956-1995

Tr	a (mm*ore)	n
2	27,7	0,275
5	38,7	0,232
10	46,1	0,214
25	55,5	0,196
50	62,4	0,186
100	69,2	0,178
200	76,0	0,171

Tabella 12: curva pluviometrica a due parametri a, n per gli scrosci – Annali di Cittadella 1956-1995

Per meglio comprendere la decisione di utilizzare le misure pluviometriche fornite dal Centro Meteo di Teolo anziché gli Annali Meteorologici si è voluto incrociare graficamente i risultati dei dati previsionali elaborandoli nelle rispettive curve di possibilità pluviometrica. Sono stati presi in considerazione sia i tempi di ritorno di 50 anni, sia i tempi di ritorno di 200 anni. Si allegano i grafici:





Si evidenzia come la stima del fenomeno piovoso, pur mantenendo un andamento simile con il progredire del tempo, risulta notevolmente maggiore nella curva pluviometrica ricavata dai dati del C.M.T. Si è voluto inserire nei grafici sovrastanti anche la statistica delle piogge ricavata mediante l'Analisi Regionalizzata eseguita dalla Nord Est Ingegneria per conto della Regione Veneto, a seguito degli eventi meteo eccezionali del 2007, che produce un grafico dall'andamento identico ma con precipitazioni nella media rispetto alle due serie trattate nella qui presente relazione. L'analisi regionalizzata inoltre ha una minore disponibilità di dati relativi agli scrosci. **Si ritiene che la serie ricavata dai dati del C.M.T. possa offrire un maggior margine di sicurezza previsionale sul periodo dei 200 anni.**

ALTEZZE DELLE PRECIPITAZIONI:

Ai fini della presente trattazione, come già anticipato precedentemente, si adotta un tempo di ritorno di 200 anni cui corrispondono **le curve di possibilità pluviometrica** riportate nelle **tabelle 3 e 6** precedenti, definite dalla equazione di possibilità pluviometrica, pari a $h = a \cdot (t)^n$ dove:

h = altezza in mm di pioggia.

t = durata dell'evento piovoso considerato (in ore).

a = intercetta della retta di regressione ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-n}$)

n = parametri forniti in funzione del tempo di ritorno dell'evento considerato.

e si ricavano le seguenti altezze massime di precipitazione critica:

CASO A – Precipitazione normale (durata di 60 minuti) $\rightarrow h = 97,20 \cdot (1,00)^{0,208} = \mathbf{97,20 \text{ mm}}$

CASO B – Precipitazione scroscio (durata di 10 minuti) $\rightarrow h = 109,70 \cdot (0,16)^{0,594} = \mathbf{37,84 \text{ mm}}$

Da cui si ricavano le precipitazioni in funzione al tempo (**Tp**) elencate nella successiva tabella:

Tr= 200 anni	Tp		h	j
	min.	ore	mm.	mm/h
scroscio	5	0,08	25,07	300,85
	10	0,17	37,84	227,06
	15	0,25	48,15	192,59
	20	0,33	57,12	171,36
	25	0,42	65,22	156,52
	30	0,50	72,68	145,35
	35	0,58	79,65	136,54
	40	0,67	86,22	129,33
	45	0,75	92,47	123,29
	50	0,83	98,44	118,13
	55	0,92	104,17	113,64
piogge orarie	60	1,00	97,20	97,20
	65	1,08	98,83	91,23
	70	1,17	100,37	86,03
	75	1,25	101,82	81,45
	80	1,33	103,19	77,40
	85	1,42	104,50	73,77
	90	1,50	105,75	70,50
	120	2,00	112,27	56,14
	150	2,50	117,61	47,04
	180	3,00	122,15	40,72
	210	3,50	126,13	36,04
	240	4,00	129,69	32,42
	270	4,50	132,90	29,53
	300	5,00	135,85	27,17
	330	5,50	138,57	25,19
360	6,00	141,10	23,52	
390	6,50	143,47	22,07	
420	7,00	145,70	20,81	
450	7,50	147,80	19,71	
480	8,00	149,80	18,72	

Tabella 13: Altezze delle precipitazioni e intensità pioggia oraria al variare del tempo

QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI METEORICI GENERATI:

Al fine di quantificare i volumi d'acqua generati durante gli eventi piovosi, necessari a prevedere un corretto dimensionamento dei dispositivi di mitigazione e di invarianza idraulica, si è proceduto nel seguente metodo:

- determinazione delle caratteristiche e delle specifiche idrauliche per l'area in progetto;
- determinazione del volume massimo generato per le precipitazioni della durata di alcuni minuti (scrosci) più gravosi per la quantità di acqua riversata nel breve periodo;

- determinazione del volume massimo generato per le precipitazioni della durata superiori ad un'ora (piogge normali);
- determinazione del massimo volume da trattenere temporaneamente (laminazione) e il volume da infiltrare nel sottosuolo mediante la realizzazione di opportuno invaso;

Secondo il *metodo della corrivazione o cinematico* (di Alfonsi e Orsi, 1967) i volumi di deflusso relativi a una durata “t” sono dati dalla seguente equazione:

$$V_{in} = S * \varphi_m * h$$

Dove:

- V_{in} è il volume entrante generato;
- S è la superficie scolante del bacino;
- φ_m è il coefficiente di deflusso medio di progetto;
- h è l'altezza stimata della precipitazione;

La portata del deflusso (Q_{in}) originato dall'evento piovoso si ricava dalla seguente equazione:

$$Q_{in} = \frac{V_{in}}{t}$$

Si procederà ora alla determinazione del massimo volume d'acqua generabile V_{in} individuando la tipologia di superfici scolanti da realizzare tenendo presente il coefficiente di deflusso (φ), ovvero la frazione d'acqua che una determinata superficie lascia defluire e quanta è in grado di trattenere.

CARATTERISTICHE DELL'AREA IN PROGETTO:

Nell'area soggetta ad accordo pubblico-privato in esame vengono considerate impermeabili le seguenti superfici: il fabbricato in progetto, gli accessi, le strade interne, le aree di manovra nel parcheggio, le zone di carico/scarico merci e più in generale tutte le zone asfaltate e in cls interne quali i marciapiedi.

Le superfici semi-permeabili sono invece identificabili con le piazzole dei parcheggi in progetto, che sono previste con una pavimentazione in betonella del tipo drenante alla quale verrà applicato un coefficiente di deflusso minore in quanto sarà in grado di assorbire parte significativa delle precipitazioni. Le aree a verde interne saranno conteggiate come superfici permeabili.

Il verde e la strada esterna al perimetro dell'area soggetta ad accordo pubblico privato non vengono prese in considerazione in quanto vista la buona permeabilità del terreno, la sua conformazione e la presenza della scolina stradale attigua, sono posti nella condizione ottimale di assorbire la totalità delle precipitazioni.

Va precisato che ulteriori future variazioni delle superfici coperte impermeabili previste daranno luogo a variazioni degli apporti meteorologici e del relativo coefficiente udometrico dell'area.

Calcolo delle superfici presenti nello Stato di Fatto:

Calcolo superfici impermeabili attuali (piccolo magazzino prefabbricato a sud):

$$S_{\text{impermeabili}} = 171,00 \text{ mq}$$

Calcolo delle superfici semipermeabili:

$$S_{\text{semi-permeabili}} = 0,00 \text{ mq}$$

Calcolo superficie permeabile occupata a verde (interna):

$$S_{\text{permeabile}} = 7.709,00 \text{ mq}$$

Calcolo delle superfici presenti nel Progetto:

Nella soluzione progettuale adottata l'area oggetto d'intervento è stata suddivisa in tre sotto-aree con sistemi di deflusso indipendenti tra di loro e superfici di permeabilità differenti, pertanto vengono calcolate in maniera separata: zona fabbricato - zona carico-scarico - zona parcheggio e viabilità. Vedasi "planimetria delle superfici drenanti di progetto" allegata.

Superficie "Zona Fabbricato":

Calcolo superfici impermeabili in cls occupate dal fabbricato, pensilina e marciapiede di progetto:

$$S_{\text{impermeabili}} = 1.580,00 + 210,50 + 131,00 = 1.921,50 \text{ mq}$$

Calcolo superfici semi-permeabili (non presenti):

$$S_{\text{semi-permeabili}} = 0,00 \text{ mq}$$

Calcolo superfici permeabili, destinate a verde:

$$S_{\text{permeabile}} = 469,00 \text{ mq}$$

Superficie "Zona Carico-Scarico":

Calcolo superficie impermeabili asfaltate e in cls dell'area adibita a carico-scarico merci:

$$S_{\text{impermeabili}} = 204,00 \text{ mq}$$

Calcolo superfici semi-permeabili e permeabili (non sono presenti).

$$S_{\text{semi-permeabili}} = 0,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{permeabile}} = 0,00 \text{ mq}$$

Superficie "Zona parcheggio e viabilità":

Calcolo superfici impermeabili asfaltate occupate da marciapiedi, zona entrata, viabilità interna, escludendo le aree pavimentate in betonella semi-permeabili:

$$S_{\text{impermeabili}} = 58,00 + 911,00 + 1.183,00 + 1.109 + 138,00 + 244,00 + 135,50 + \\ + 182,00 - (1.468,60 \text{ di betonella}) = 2.491,90 \text{ mq}$$

Calcolo delle superfici semipermeabili occupate dagli stalli del parcheggio realizzati in betonella drenante:

$$S_{\text{semi-permeabili}} = 33,40 + 142,20 + 131,30 + 82,80 + 162,00 + 232,00 + \\ + 164,50 + 54,00 + 245,00 + 220,80 = \mathbf{1.468,60 \text{ mq}}$$

Calcolo delle superfici permeabili destinate a verde:

$$S_{\text{permeabile}} = 20,00 + 80,00 + 321,00 + 69,00 + 543,00 = \mathbf{1.033,00 \text{ mq}}$$

Rimane esclusa la porzione di rotatoria ricadente all'interno perimetro in quanto prevede un sistema di drenaggio separato, condiviso con le restanti opere da realizzarsi sulla Strada Regionale.

COEFFICIENTI DI DEFLUSSO:

Per quanto concerne i coefficienti di deflusso (ϕ), ovvero il rapporto tra la quantità di acqua che defluisce e quella che riesce a infiltrarsi attraverso il suolo per assorbimento superficiale, si assumono i valori riportati nell'allegato A del D.G.R. 1841 del 19 giugno 2007 e nel successivo D.G.R.V. 2948 del 06/10/2009:

- per aree impermeabili: strade, tetti, ecc... → $\phi = 0,90$;
- per sterrato compatto o betonella drenante → $\phi = 0,60$;
- per superfici inghiaiate → $\phi = 0,40$;
- per verde, incolti o sterrati non compatti → $\phi = 0,20$;
- per aree permeabili: aree agricole, ecc. → $\phi = 0,10$;

Nel caso in cui superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate da diversi valori del coefficiente di deflusso " ϕ "), siano afferenti al medesimo tratto di tubazione, così come per determinare il coefficiente di deflusso medio dell'area in esame, è necessario calcolare la media ponderale di ϕ ; detto " ϕ_m " è il coefficiente di deflusso relativo alla superficie sotto esame.

$$\phi_m = \frac{\sum S * \phi * h}{\sum S}$$

Calcolo del Coefficiente medio di Deflusso nello stato di Fatto:

Area	S (mq)	ϕ	S* ϕ
Agricola	7.709,00	0,10	770,90
Permeabile	0,00	0,00	0,00
Semi-permeabile	0,00	0,60	0,00
Impermeabile	171,00	0,90	153,90
Totale	7.880,00	(ϕ_m) 11,74 %	924,80

Calcolo del Coefficiente medio di Deflusso nello stato di Progetto – Area Fabbricato:

Area	S (mq)	ϕ	S* ϕ
Agricola	0,00	0,10	0,00
Permeabile	469,00	0,20	93,80
Semi-permeabile	0,00	0,60	0,00
Impermeabile	1.921,50	0,90	1.729,35
Totale	2.390,50	(ϕ_m) 76,27 %	1.823,15

Calcolo del Coefficiente medio di Deflusso nello stato di Progetto – Area Carico e Scarico:

Area	S (mq)	ϕ	S* ϕ
Agricola	0,00	0,10	0,00
Permeabile	0,00	0,00	0,00
Semi-permeabile	0,00	0,60	0,00
Impermeabile	204,00	0,90	183,00
Totale	204,00	(ϕ_m) 90,00 %	183,00

Calcolo del Coefficiente medio di Deflusso nello stato di Progetto – Area Parcheggio e Viabilità:

Area	S (mq)	ϕ	S* ϕ
Agricola	0,00	0,10	0,00
Permeabile	1.033,00	0,20	206,60
Semi-permeabile	1.468,60	0,60	881,16
Impermeabile	2.491,90	0,90	2.242,71
Totale (*)	4.993,50	(ϕ_m) 66,70 %	3.330,47

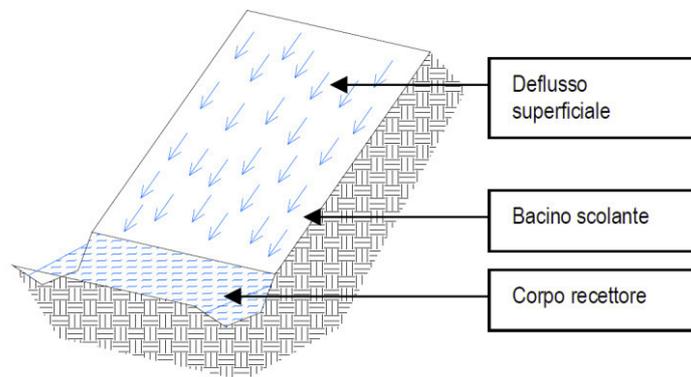
(*) Viene esclusa la porzione di rotatoria ricadente all'interno perimetro da realizzarsi sulla Strada Regionale.

Tabella 14: Coefficiente deflusso medio per le aree di progetto;

PORTATE GENERATE DALLA PREVISIONE:

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) e detto “**coefficiente udometrico**” o “contributo specifico di piena” e si esprime usualmente in l/s ha (litri al secondo per ettaro). L'ordine di grandezza del coefficiente udometrico (nel seguito indicato con “**u**”) dipende dall'estensione del bacino o comprensorio in esame: i valori ricorrenti in letteratura per terreni adibiti ad uso agricolo si attestano intorno a $u=1-2$ l/s ha per le aree di maggior estensione (bonifiche della Valpadana), mentre sono generalmente maggiori di un ordine di grandezza $u=10-20$ l/s ha per aree relativamente piccole come quella in esame. La stima di **u** può essere eseguita anch'essa con il metodo cinematico in precedenza descritto. La portata defluente attraverso una

sezione di un corso d'acqua, naturale o artificiale, dipende dalle caratteristiche del bacino tributario sotteso alla sezione stessa (lunghezze, estensione, natura del terreno, pendenze, ecc.) e da quelle d'evento pluviometrico, poiché la portata generata è legata alla durata delle precipitazioni. Ipotizzando che nella sezione terminale vi sia un incremento lineare della portata con il tempo, che la superficie scolante sia piana e di forma rettangolare, investita da una pioggia uniforme e di intensità costante, il valore massimo (Q_{max}) si ottiene quando alla sezione considerata giungono insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino stesso. Il tempo necessario affinché ciò avvenga è definito "ritardo" o "**tempo di corrivazione**" (t_c) ed è assunto come elemento caratteristico del bacino.



Se consideriamo un bacino scolante di superficie S e coefficiente di deflusso ϕ_m , sul quale cade una pioggia di durata t , di altezza h , e se t_c è il tempo di corrivazione, la portata massima generata sarà:

$$Q_{max} = \frac{S * \phi_m * h}{t_c}$$

pertanto:

$$u = \frac{Q_{max}}{S} = \frac{\phi_m * h}{t_c}$$

Come evidenziato nelle formule, la stima dei tempi di corrivazione del bacino si rivela essenziale per la determinazione della portata generata. Varie formule empiriche sono state proposte per il calcolo di t_c :

- un'espressione consigliata per cunette e fossi di guardia, al servizio quindi di superfici scolanti di modesta estensione, e quella suggerita dal *Civil Engineering Department* dell'Università del Maryland (nel 1971):

$$t_c = \frac{26,30 * (L / K_s)^{0,6}}{J^{0,6} * i^{0,3}}$$

- dove:
- L (m) è la lunghezza della superficie scolante;
 - K_s ($m^{1/3} s^{-1}$) è il coefficiente di Gauckler-Strickler;
 - J (m/ora) è intensità della precipitazione;
 - i è la pendenza media della superficie scolante;

Per calcolare il tempo di corrivazione della configurazione di progetto si è fatto riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui si tiene in considerazione sia il tempo di accesso alla rete sia il tempo di rete a t_a , sia il tempo di ritenzione in rete t_r ; purtroppo t_a risulta sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché all'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. **Come tempo di corrivazione per le aree si è scelto di adottare un valore minimo di 10 minuti** a scopo cautelativo, in quanto per la modalità di smaltimento prevista si producono quantitativi di picco che mettono sotto stress maggiormente la rete idrica.

Si procede quindi al calcolo del massimo volume d'acqua che l'evento meteorologico può generare.

parametro a (mm*s-n)	109,70
parametro n	0,594
h (mm)	37,84
ϕ	0,10
superficie (mq)	7880,00
$\phi*S$ (mq)	788,00
tempo pioggia (min)	10
Qmax (l/s)	49,70
Coef. udometrico u (l/s ha)	63,07

Tabella 15: *Portata massima e coefficiente udometrico attuale dell'area;*

CALCOLO DEL VOLUME D' INVASO NECESSARIO:

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata, trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso V_{inv} , per una data durata t , viene calcolato come differenza fra il volume defluente in entrata nella vasca V_{in} ed il volume uscito V_{de} dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{invaso} = V_{in} - V_{de}$$

Il volume generato per effetto di una precipitazione di durata t è dato dalla già citata in precedenza equazione:

$$V_{in} = S * \varphi_m * h$$

Il volume che nello stesso tempo esce dalla rete è dato dalla portata in uscita Q_{out} per il tempo t :

$$V_{de} = Q_{de} * t$$

Utilizzando la Curva di Possibilità Pluviometrica a due parametri e fissata la durata della precipitazione, il massimo volume necessario per l'invaso di progetto nel serbatoio è dato da:

$$V_{inv} = S * \varphi_m * h - Q_{de} * t$$

La verifica della progressione dei volumi di pioggia defluenti (in entrata) in un tempo compreso **tra i 5 minuti e le 8 ore** sono intervallo solitamente sufficiente per la verifica della mitigazione.

In fase progettuale per ottenere la **mitigazione idraulica** si dovranno realizzare delle opere con un vaso e una capacità d'infiltrazione che permettano di ragguagliare nel tempo i volumi di pioggia progressivamente generati. Si dovrà prevedere inoltre un volume d'invaso minimo per la **laminazione del volume di pioggia critico** generato dall'evento con durata corrispondente al tempo di corrivazione del bacino drenante interessato.

PRESCRIZIONI SULL' INTERVENTO IN ESAME:

Gli interventi compensativi necessari alla mitigazione idraulica dell'area possono essere di diverso tipo. Si può intervenire realizzando sistemi di infiltrazione nel terreno, nuove canalizzazioni, superfici da destinare all'invaso di volumi equivalenti a quelli via via soppressi, oppure, per quanto riguarda lo scarico delle reti bianche, vasche di laminazione delle portate immesse in rete.

Nell'area in esame va considerato che per lo scarico delle acque meteoriche non sono presenti canali e/o condotte utilizzabili per lo smaltimento delle acque meteoriche.

Il Canale "Veneziana" presente sul lato ovest della proprietà non permette di ricevere portate ulteriori in quanto **il Consorzio di Bonifica Brenta ha fatto espressamente divieto di scarico** in tale corso d'acqua in quanto durante i fenomeni meteorologici intensi il canale raggiunge già il limite di portata massima e ulteriori volumi apportati lo manderebbero in crisi con notevoli ripercussioni nelle zone più a valle.

La situazione dell'area rende necessario pertanto una gestione delle acque meteoriche che preveda la loro completa dispersione dei quantitativi generati nel terreno stesso.

PERMEABILITA' DEL TERRENO:

A seguito delle indagini geologiche e geotecniche eseguite dal Geologo Dott. Gabriele Soppelsa contenute nella relazione datata 24/01/2019 ed eseguita per i lavori da realizzarsi all' interno dell'area in esame si è confermato la presenza di sedimenti alluvionali con elevata permeabilità, in particolare ha evidenziato le caratteristiche del terreno posto alla profondità interessata dall'utilizzo di sistemi di infiltrazione facilitata: materiali di matrice ghiaiosa con granulometria grossolana, misti a sabbie e con una frazione limosa inferiore al 5%.

A seguito di una prova di dispersione effettuata su una trincea esplorativa nel settore nord-occidentale dell'abitato di Cittadella, eseguita con carico variabile, mediante la saturazione dei materiali ghiaiosi e registrando l'assorbimento nel tempo di un volume d'acqua di 2 mc. fino allo svuotamento è stato possibile individuare la capacità di assorbimento medio del sottosuolo.

La porzione di sottosuolo interessata dalle opere di dispersione facilitata risulta avere **un coefficiente di permeabilità “ K_{medio} ” con valore pari a $1,1 \times 10^{-3} \text{ m/s} > 10^{-3} \text{ m/s}$.**

In tale modo risultano rispettate le prescrizioni di cui al Dgr.2948/2009 **per i terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge e quindi trattandosi di piccole superfici impermeabilizzate è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dalla impermeabilizzazione.** Con riferimento al Dgr. 2948 “Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo ricettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente nel terreno”.

INTERVENTO DI MITIGAZIONE PROPOSTO:

Verificato che:

- nel P.A.T.I. Alta Padovana l'area in oggetto non risulta tra quelle identificate da pericolosità idraulica né per la tipologia del terreno, né per la vicinanza a corsi d'acqua oggetto di criticità, e non si ravvisano fenomeni di stagnazione idrica nelle vicinanze (*vedasi estratto P.A.T.I. allegato*).
- la profondità della falda freatica nella fase di piena è posta a una profondità maggiore di 6 m dal piano di campagna, e pertanto permette con opportune accorgimenti progettuali che si possa

mantenere un sufficiente battente di terreno idoneo all'impiego di sistemi ad infiltrazione facilitata con opportune verifiche.

Si individua pertanto, per le aree oggetto di impermeabilizzazione all'interno dell'area in esame, la possibilità di utilizzare dispositivi di accumulo e di re-immissione in falda superficiale facilitata, ovvero sistemi di infiltrazione ottemperati a realizzare un sistema di mitigazione basato sulla adozione di volumi di ritenzione idrica sotto forma di vasche o condotte disperdenti da posizionarsi negli strati superficiali del terreno, ponendo particolare attenzione a garantire un opportuno battente idraulico minimo tra le opere da realizzarsi e quota massima della falda freatica.

Si evidenzia come il rischio idraulico nel caso in oggetto è trascurabile, in quanto le acque della proprietà scaricheranno in pozzi perdenti all'interno della stessa. E' necessario sviluppare l'urbanizzazione con opere che permettano di acquisire la mitigazione in modo da pianificare la trasformazione prodotta dagli interventi, almeno senza peggiorare la situazione idraulica della zona. In generale, in ambito urbano, l'efficienza delle tecniche di contenimento dell'impatto dell'urbanizzazione sull'idraulica del territorio dipende sia dalla distribuzione temporale delle piogge di progetto e sia dalla distribuzione spaziale delle problematiche presenti, ma in genere gli interventi di mitigazione eseguita con tecniche di detenzione sul posto risultano efficaci per un intervallo di valori di intensità di precipitazione e di durata della pioggia maggiore ad altre tecniche. Inoltre le tecniche di mitigazione per detenzione hanno il pregio di comportare minori problematiche ambientali legate all'inquinamento delle acque di prima pioggia.

Le opere idrauliche di canalizzazione, i sistemi di accumulo e i pozzi perdenti da realizzarsi sono calcolate eseguendo una valutazione analitico-teorica basata sull'analisi degli afflussi-reflussi della rete in progetto e del massimo invaso necessario mediante il metodo "della corrivazione o cinematico". Si assicura una mitigazione idraulica dell'area che tiene conto del principio d'invarianza per i volumi di pioggia precedentemente individuati nella presente relazione.

Sono previsti tre sistemi di smaltimento distinti in base alle aree asservite:

- 1) **"Area Edificio"** commerciale di progetto con relative pertinenze;
- 2) **"Area Carico-Scarico"** situata a lato del fabbricato commerciale;
- 3) **"Area Parcheggio e Viabilità"**, comprese le aree scoperte dell'accesso e le zone pedonali;

I sistemi saranno realizzati con caratteristiche costruttive simili: recapito finale su batteria di fondi perdenti. Tuttavia la diversa permeabilità e tipologia delle superfici che andranno a servire impongono calcoli e verifiche distinte in funzione della diversa risposta delle reti all'evento meteorologico e della sua evoluzione nel tempo. Si propongono di seguito.

1) SISTEMA DI SMALTIMENTO “AREA FABBRICATO”:

Per le aree individuate in precedenza e tramite il coefficiente medio di deflusso ottenuto (*Tabella 14*) si procede al calcolo del massimo volume d’acqua che l’evento meteorologico può generare per il tempo di corrivazione di 10 minuti:

parametro a (mm*s-n)	109,70
parametro n	0,594
h (mm)	37,84
φ med.	0,763
superficie (mq)	2.390,50
φ*S (mq)	1.823,15
tempo pioggia (min)	10
Qmax (l/s)	114,99
Coef. udometrico u (l/s*ha)	481,02

Tabella 16: *Portata massima e coefficiente udometrico - area fabbricato;*

Caratteristiche del sistema “area fabbricato”:

A seguito delle considerazioni riportate nei capitoli precedenti, dell’assenza di corpi idrici superficiali atti a recepire le acque meteoriche e della buona permeabilità del terreno si prevede di utilizzare come recapito finale del sistema drenante n° 2 pozzi perdenti Ø 1,50 m, altezza 4,00 m collegati tramite un collettore principale in PVC Ø 250 e raccordato con pozzetti in CLS 40x40 cm.

Sviluppo puntuale delle caratteristiche del sistema drenante:

- N° 2 Pozzi perdenti aventi Ø 1,50 m, altezza 4,00 m:
Volume invaso generato (V) = $0,75 * 0,75 * 3,14 * 2 = 7,065 * 2 =$ **14,13 mc**
- N° 1 Vasca di accumulo in CLS da 15 mc, (il volume d’invaso non si considera in quanto rimane piena per irrigazione delle aree verdi)
- Condotta principale in PVC Ø 250 mm, lunghezza complessiva 55,20 m
Volume invaso generato (V) = $0,125 * 0,125 * 3,14 * 55,20 =$ 2,70 mc
- N° 7 Pozzetti in CLS dimensioni 40 x 40 cm:
Volume invaso generato (V) = $0,40 * 0,40 * 0,40 * 7 =$ 0,45 mc
- Condotta secondaria in PVC Ø 160 mm, lunghezza complessiva 13,50 m
Volume invaso generato (V) = $0,08 * 0,08 * 3,14 * 13,50 =$ 1,73 mc

Totale invaso generato da pozzetti e rete principale (V) = $2,70 + 0,45 =$ **3,15 mc**

Totale invaso generato da tutto il sistema (V) = $3,15 + 14,13 =$ **17,28 mc**

Il volume d’invaso generato dal sistema sarà utile a laminare eventuali picchi di piena.

Si andrà a ora a calcolare il potere disperdente dei pozzi perdenti in falda superficiale:

Permeabilità del terreno (mc*mq/s)	K =	0,0011
Altezza dell'acqua dal fondo del pozzo (m)	H =	4
Raggio del pozzo perdente (m)	r0 =	0,75
log Cu = 0,658 log (H/r0) - 0,398 log H + 1,105 =		1,343745
Cu =		22,0671
PORTATA DEFLUENTE SINGOLO POZZO PERDENTE:		
Q = Cu * K * r0 * H	Q (mc/s) =	0,072821
	Q (l/s) =	72,82143
pari a	Q (mc/h) =	262,1572
Si ipotizza una perdita di efficienza nel corso degli anni del 20%:		
pertanto la portata sarà:		Q (l/s) = 58,25715
PORTATA DEFLUENTE COMPLESSIVA DEI 2 POZZI PERDENTI PREVISTI:		
(x2)	Q (l/s) =	116,5143
	pari a Q (mc/h) =	419,4515

Verifica del sistema drenante “area fabbricato”:

Utilizzando la Curva di Possibilità Pluviometrica a due parametri, fissando la durata della precipitazione, si calcola il massimo volume necessario per l’invaso di progetto:

$$V_{inv} = V_{in} - V_{de} = S * \varphi_m * h - Q_{de} * t$$

Si andrà a verificare il sistema in precedenza progettato confrontando la progressione dei volumi di pioggia in entrata con la sua capacità drenante e il suo accumulo in funzione del progredire del tempo. La verifica è effettuata sia per le piogge inferiori ai sessanta minuti (scrosci), sia per le piogge “normali” con durate superiori all’ora per un tempo di ritorno di 200 anni.

Nella seguente tabella si riportano i risultati così ottenuti garantiti dalla soluzione in progetto:

Tr= 200 anni	Tp		h mm.	intensità pioggia J (mm/h)	Q pioggia entrante	V pioggia entrante	Invaso tubi e pozzetti mc.	Invaso Pozzi mc.	Q pioggia defluita	V pioggia defluita	V Invaso necessario V inv (mc.)	Δ Inv. progetto mc.
	min.	ore			Q in (l/s)	V in (mc)			Q de (l/s)	V de (mc)		
scroscio	5	0,08	25,07	300,85	152,36	45,71	3,15	14,13	116,51	34,95	10,75	-6,53
	10	0,17	37,84	227,06	114,99	68,99	3,15	14,13	116,51	69,91	-0,91	-18,19
	15	0,25	48,15	192,59	97,54	87,78	3,15	14,13	116,51	104,86	-17,08	-34,36
	20	0,33	57,12	171,36	86,78	104,14	3,15	14,13	116,51	139,81	-35,67	-52,95
	25	0,42	65,22	156,52	79,27	118,90	3,15	14,13	116,51	174,77	-55,86	-73,14
	30	0,50	72,68	145,35	73,61	132,50	3,15	14,13	116,51	209,72	-77,22	-94,50
	35	0,58	79,65	136,54	69,15	145,21	3,15	14,13	116,51	244,67	-99,47	-116,75
	40	0,67	86,22	129,33	65,50	157,19	3,15	14,13	116,51	279,62	-122,43	-139,71
	45	0,75	92,47	123,29	62,44	168,58	3,15	14,13	116,51	314,58	-145,99	-163,27
	50	0,83	98,44	118,13	59,82	179,47	3,15	14,13	116,51	349,53	-170,06	-187,34
	55	0,92	104,17	113,64	57,55	189,93	3,15	14,13	116,51	384,48	-194,56	-211,84
piogge orarie	60	1,00	97,20	97,20	49,23	177,21	3,15	14,13	116,51	419,44	-242,23	-259,51
	65	1,08	98,83	91,23	46,20	180,19	3,15	14,13	116,51	454,39	-274,20	-291,48
	70	1,17	100,37	86,03	43,57	182,98	3,15	14,13	116,51	489,34	-306,36	-323,64
	75	1,25	101,82	81,45	41,25	185,63	3,15	14,13	116,51	524,30	-338,67	-355,95
	80	1,33	103,19	77,40	39,20	188,14	3,15	14,13	116,51	559,25	-371,11	-388,39
	85	1,42	104,50	73,77	37,36	190,53	3,15	14,13	116,51	594,20	-403,68	-420,96
	90	1,50	105,75	70,50	35,70	192,80	3,15	14,13	116,51	629,15	-436,35	-453,63
	120	2,00	112,27	56,14	28,43	204,69	3,15	14,13	116,51	838,87	-634,18	-651,46
	150	2,50	117,61	47,04	23,82	214,42	3,15	14,13	116,51	1048,59	-834,17	-851,45
	180	3,00	122,15	40,72	20,62	222,70	3,15	14,13	116,51	1258,31	-1035,60	-1052,88
	210	3,50	126,13	36,04	18,25	229,96	3,15	14,13	116,51	1468,03	-1238,06	-1255,34
	240	4,00	129,69	32,42	16,42	236,44	3,15	14,13	116,51	1677,74	-1441,31	-1458,59
	270	4,50	132,90	29,53	14,96	242,30	3,15	14,13	116,51	1887,46	-1645,16	-1662,44
	300	5,00	135,85	27,17	13,76	247,67	3,15	14,13	116,51	2097,18	-1849,51	-1866,79
330	5,50	138,57	25,19	12,76	252,63	3,15	14,13	116,51	2306,90	-2054,27	-2071,55	
360	6,00	141,10	23,52	11,91	257,24	3,15	14,13	116,51	2516,62	-2259,37	-2276,65	
390	6,50	143,47	22,07	11,18	261,56	3,15	14,13	116,51	2726,33	-2464,77	-2482,05	
420	7,00	145,70	20,81	10,54	265,63	3,15	14,13	116,51	2936,05	-2670,43	-2687,71	
450	7,50	147,80	19,71	9,98	269,46	3,15	14,13	116,51	3145,77	-2876,31	-2893,59	
480	8,00	149,80	18,72	9,48	273,11	3,15	14,13	116,51	3355,49	3082,38	-3099,66	

Tabella 17: Volume invaso necessario - Area fabbricato;

Andando ad analizzare la tabella si nota come durante il tempo di corrivazione di 10 minuti, pari al tempo critico del sistema, il bilancio tra il volume di acqua in entrata (**68,99 mc**) e il volume di acqua defluito dal sistema di pozzi perdenti (**69,91 mc**) risulta a favore di quest'ultimo pertanto il volume d'invaso necessario al sistema è già negativo (**-0,91 mc**). Il volume d'invaso complessivo del sistema calcolato in precedenza di **17,28 mc** (3,15+14,13) risulterebbe già superfluo grazie alle

prestazioni dei pozzi perdenti ma permette di garantire margine di sicurezza anche con un eventuale tempo di corrivazione inferiore di 5 minuti (10,75 mc), e pertanto risulta verificato. Nel sistema è stato aggiunta anche una vasca di accumulo di 15 mc, che rappresenta un ulteriore invaso, ma non è conteggiata in quanto rimarrà temporaneamente piena come accumulo per il sistema d'irrigazione delle aree verdi.

Ai fini della verifica del dimensionamento delle condotte principali si valuta la portata massima riversabile nelle singole condotte e la si confronta con la massima portata defluibile attraverso i tubi previsti nel tratto finale.

La portata massima defluibile nel collettore principale in PVC Ø 25 cm, con pendenza 1,00 % , può essere calcolata applicando la formula di Gauckler-Strickler $V = K_s * R_h^{2/3} * i^{1/2}$, da cui risulta:

SEZIONE	Scabrezza (Ks)	Diametro (m)	Pendenza (i)	Area (m ²)	Perimetro (m)	R _h	Velocità (m/s)	Portata (l/s)	Portata (m ³ /h)
PVC 250	150	0,25	0,01	0,0491	0,7854	0,0625	2,3623	115,96	417,46

Ne risulta quindi che anche le condotte previste sono ampiamente sufficienti allo smaltimento delle portate generate sia da eventi piovosi del tipo B “scrocio” più gravosi da 114,99 l/s e di tipo A “piogge orarie” di 49,22 l/s.

2) SISTEMA DI SMALTIMENTO “AREA CARICO-SCARICO”:

Per le aree individuate in precedenza tramite il coefficiente medio di deflusso ottenuto (*Tabella 14*) si procede al calcolo del massimo volume d'acqua che l'evento meteorologico può generare per il tempo di corrivazione, **in questo caso di soli 5 minuti in quanto le superfici asservite hanno una notevole inclinazione** e scaricano direttamente nel sistema:

parametro a (mm*s-n)	109,70
parametro n	0,594
h (mm)	25,07
φ med.	0,90
superficie (mq)	204,00
φ*S (mq)	183,60
tempo pioggia (min)	5
Qmax (l/s)	15,34
Coef. udometrico u (l/s*ha)	752,13

Tabella 18: Portata massima e coefficiente udometrico - area carico-scarico;

Caratteristiche del sistema “area carico-scarico”:

Il recapito finale del sistema drenante per la zona carico-scarico merci è un pozzo perdente con le caratteristiche Ø 1,50 m, altezza 4,00 m a cui sono collegati due tubazioni in PVC Ø 160 mm che confluiscono le piogge ricevute da due canalette grigliate poste alla fine della rampa ingresso merci.

Sviluppo puntuale delle caratteristiche del sistema drenante:

- N° 1 Pozzi perdenti aventi Ø 1,50 m, altezza 4,00 m:
Volume invaso generato (V) = $0,75 * 0,75 * 3,14 =$ **7,065 mc**
- Condotta principale in PVC Ø 160 mm e griglie con pendenza maggiore del 1%: visto la lunghezza minima del tratto di tubazione non si produce volume utile per il sistema d’invaso.

Totale invaso generato da tutto il sistema (V) = **7,065 mc**

Il volume d’invaso generato dal sistema sarà utile a laminare i picchi di piena iniziali.

Si andrà a ora a calcolare il potere disperdente del pozzo perdente in falda superficiale:

Permeabilità del terreno (mc*mq/s)	K =	0,0011
Altezza dell'acqua dal fondo del pozzo (m)	H =	4
Raggio del pozzo perdente (m)	r0 =	0,75
$\log Cu = 0,658 \log (H/r0) - 0,398 \log H + 1,105 =$		1,343745
Cu =		22,0671
PORTATA DEFLUENTE SINGOLO POZZO PERDENTE:		
$Q = Cu * K * r0 * H$	Q (mc/s) =	0,072821
	Q (l/s) =	72,82143
pari a	Q (mc/h) =	262,1572
Si ipotizza una perdita di efficienza nel corso degli anni del 20%:		
pertanto la portata sarà:	Q (l/s) =	58,25715
	pari a Q (mc/h) =	262,1572

Verifica del sistema drenante “area carico-scarico”:

Come per il sistema drenante precedente utilizzando la Curva di Possibilità Pluviometrica a due parametri, fissando la durata della precipitazione, si calcola il massimo volume necessario per l’invaso di progetto confrontando la progressione dei volumi di pioggia in entrata con la capacità drenante del sistema e il suo accumulo in funzione del progredire del tempo.

La verifica è effettuata sia per le piogge inferiori ai sessanta minuti (scrosci), sia per le piogge normali con durate superiori all'ora per un tempo di ritorno di 200 anni.

Nella seguente tabella si riportano i risultati così ottenuti garantiti dalla soluzione in progetto:

Tr= 200 anni	Tp		h	intensità pioggia	Q pioggia entrante	V pioggia entrante	Invaso tubi e pozzetti	Invaso Pozzi	Q pioggia defluita	V pioggia defluita	V Invaso necessario	Δ Vol. progetto
	min.	ore	mm.	J (mm/h)	Q in (l/s)	V in (mc)	mc.	mc.	Q de (l/s)	V de (mc)	V inv (mc.)	mc.
scroscio	5	0,08	25,07	300,85	15,34	4,60	0,00	7,07	58,25	17,48	-12,87	-19,94
	10	0,17	37,84	227,06	11,58	6,95	0,00	7,07	58,25	34,95	-28,00	-35,07
	15	0,25	48,15	192,59	9,82	8,84	0,00	7,07	58,25	52,43	-43,58	-50,65
	20	0,33	57,12	171,36	8,74	10,49	0,00	7,07	58,25	69,90	-59,41	-66,48
	25	0,42	65,22	156,52	7,98	11,97	0,00	7,07	58,25	87,38	-75,40	-82,47
	30	0,50	72,68	145,35	7,41	13,34	0,00	7,07	58,25	104,85	-91,51	-98,57
	35	0,58	79,65	136,54	6,96	14,62	0,00	7,07	58,25	122,33	-107,70	-114,77
	40	0,67	86,22	129,33	6,60	15,83	0,00	7,07	58,25	139,80	-123,97	-131,03
	45	0,75	92,47	123,29	6,29	16,98	0,00	7,07	58,25	157,28	-140,30	-147,36
	50	0,83	98,44	118,13	6,02	18,07	0,00	7,07	58,25	174,75	-156,68	-163,74
	55	0,92	104,17	113,64	5,80	19,13	0,00	7,07	58,25	192,23	-173,10	-180,16
piogge orarie	60	1,00	97,20	97,20	4,96	17,85	0,00	7,07	58,25	209,70	-191,85	-198,92
	65	1,08	98,83	91,23	4,65	18,15	0,00	7,07	58,25	227,18	-209,03	-216,09
	70	1,17	100,37	86,03	4,39	18,43	0,00	7,07	58,25	244,65	-226,22	-233,29
	75	1,25	101,82	81,45	4,15	18,69	0,00	7,07	58,25	262,13	-243,43	-250,50
	80	1,33	103,19	77,40	3,95	18,95	0,00	7,07	58,25	279,60	-260,65	-267,72
	85	1,42	104,50	73,77	3,76	19,19	0,00	7,07	58,25	297,08	-277,89	-284,95
	90	1,50	105,75	70,50	3,60	19,42	0,00	7,07	58,25	314,55	-295,13	-302,20
	120	2,00	112,27	56,14	2,86	20,61	0,00	7,07	58,25	419,40	-398,79	-405,85
	150	2,50	117,61	47,04	2,40	21,59	0,00	7,07	58,25	524,25	-502,66	-509,72
	180	3,00	122,15	40,72	2,08	22,43	0,00	7,07	58,25	629,10	-606,67	-613,74
	210	3,50	126,13	36,04	1,84	23,16	0,00	7,07	58,25	733,95	-710,79	-717,86
	240	4,00	129,69	32,42	1,65	23,81	0,00	7,07	58,25	838,80	-814,99	-822,05
	270	4,50	132,90	29,53	1,51	24,40	0,00	7,07	58,25	943,65	-919,25	-926,31
	300	5,00	135,85	27,17	1,39	24,94	0,00	7,07	58,25	1048,50	-1023,56	-1030,62
	330	5,50	138,57	25,19	1,28	25,44	0,00	7,07	58,25	1153,35	-1127,91	-1134,97
360	6,00	141,10	23,52	1,20	25,91	0,00	7,07	58,25	1258,20	-1232,29	-1239,36	
390	6,50	143,47	22,07	1,13	26,34	0,00	7,07	58,25	1363,05	-1336,71	-1343,77	
420	7,00	145,70	20,81	1,06	26,75	0,00	7,07	58,25	1467,90	-1441,15	-1448,22	
450	7,50	147,80	19,71	1,01	27,14	0,00	7,07	58,25	1572,75	-1545,61	-1552,68	
480	8,00	149,80	18,72	0,95	27,50	0,00	7,07	58,25	1677,60	-1650,10	-1657,16	

Tabella 19: Volume invaso necessario - Area carico e scarico;

Andando ad analizzare la tabella si nota come durante il tempo di corrvazione di 5 minuti, pari al tempo critico del sistema, il bilancio tra il volume di acqua in entrata (**4,60 mc**) e il volume d'acqua

defluire dal pozzo perdente (**17,48 mc**) risulta notevolmente a favore di quest'ultimo pertanto il volume d'invaso necessario al sistema risulta da subito negativo (**-12,87 mc**). Il volume complessivo dell'invaso del sistema è il volume dello stesso pozzo perdente pari a **7,07 mc** e risulta già ampiamente sufficiente ad assorbire i volumi d'acqua nel brevissimo tempo. Il pozzo risulta sovradimensionato per le portate generate dalla rampa di carico-scarico merci, quindi nel sistema l'invarianza idraulica risulta verificata.

Ai fini della verifica del dimensionamento delle condotte principali si valuta la portata massima riversabile nelle singole condotte e la si confronta con la massima portata defluibile attraverso i tubi previsti nel tratto finale.

La portata massima defluibile nel collettore principale in PVC Ø 16 cm, con pendenza 1,00 % , può essere calcolata applicando la formula di Gauckler-Strickler $V = K_s * R_h^{2/3} * i^{1/2}$, da cui risulta:

SEZIONE	Scabrezza (Ks)	Diametro (m)	Pendenza (i)	Area (m ²)	Perimetro (m)	R _h	Velocità (m/s)	Portata (l/s)	Portata (m ³ /h)
PVC 160	150	0,16	0,01	0,0201	0,5026	0,040	1,754	35,27	126,98

Ne risulta quindi che anche le condotte previste sono ampiamente sufficienti allo smaltimento delle portate generate sia da eventi piovosi del tipo B “scroccio” più gravosi da 15,34 l/s e di tipo A “piogge orarie” di 4,96 l/s.

3) SISTEMA DI SMALTIMENTO “AREA PARCHEGGIO E VIABILITÀ”:

Per le aree a parcheggi, accessi e viabilità, tramite il coefficiente medio di deflusso ottenuto (Tabella 14) si procede al calcolo del massimo volume d'acqua che l'evento meteorologico può generare per il tempo di corrivazione critico di 10 minuti:

parametro a (mm*s-n)	109,70
parametro n	0,594
h (mm)	37,84
φ med.	0,763
superficie (mq)	4.993,50
φ*S (mq)	3.330,47
tempo pioggia (min)	10
Qmax (l/s)	210,06
Coef. udometrico u (l/s*ha)	420,66

Tabella 20: Portata massima e coefficiente udometrico - area parcheggio e viabilità;

Caratteristiche del sistema “parcheggio e viabilità”:

Valgono anche in questo caso le considerazioni riportate nei capitoli precedenti: vista l'assenza di corpi idrici superficiali atti a recepire le acque meteoriche e grazie alla buona permeabilità del terreno si prevede di utilizzare come recapito finale del sistema drenante n° 4 pozzi perdenti Ø 1,50 m, altezza 4,00 m collegati tra di loro e serviti da un collettore principale in CLS Ø 60 posato con pendenza del 0,2% dove andranno a scaricare le caditoie tramite l'innesto diretto di tubi in PVC da 160 mm. I pozzetti di raccordo tra le varie sezioni sono in CLS da 100 x 100 cm e fungono assieme alla tubazione principale da invaso per le portate di picco. A garantire la sicurezza della rete di raccolta da eventuali sversamenti accidentali di oli da parte dei mezzi situati nel parcheggio sarà posta sul collettore finale, subito prima dei pozzi perdenti, una “vasca spanti” con dimensioni 120x120x300 che mediante un sistema a sifone permette l'eventuale recupero delle sostanze oleose per gravità. Le caditoie sono previste regolarmente distribuite per tutta la lunghezza della condotta e poste centralmente lungo l'asse dei percorsi viari asfaltati a intervalli di circa 15 m mentre gli stalli a parcheggio saranno realizzati con betonella drenante e saranno in grado di assorbire parte delle precipitazioni.

Sviluppo puntuale delle caratteristiche del sistema drenante:

- N° 4 Pozzi perdenti aventi Ø 1,50 m, altezza 4,00 m:
Volume invaso generato (V) = $0,75 * 0,75 * 3,14 * 4 = 7,065 * 4 =$ **28,26 mc**
- N° 1 Vasca “Spanti” dim. 120x120x300 (il volume d'invaso non si considera in quanto parzialmente piena per recupero oli accidentali)
- Condotta principale in CLS Ø 60 cm, lunghezza complessiva 238 ml:
Volume invaso generato (V) = $0,30 * 0,30 * 3,14 * 238,00 =$ **67,25 mc**
- Condotta fronte accesso in CLS Ø 40 cm, lunghezza complessiva 30 ml:
Volume invaso generato (V) = $0,20 * 0,20 * 3,14 * 30,00 =$ **3,77 mc**
- N° 1 Pozzetto in CLS dimensioni 80 x 80 cm:
Volume invaso generato (V) = $0,80 * 0,80 * 0,80 =$ **0,51 mc**
- N° 7 Pozzetti in CLS dimensioni 100 x 100 cm:
Volume invaso generato (V) = $1,00 * 1,00 * 1,00 * 7 =$ **7,00 mc**

Totale invaso generato da pozzetti e rete principale:

$$V = 67,25 + 3,77 + 0,51 + 7,00 = \mathbf{78,53 \text{ mc}}$$

$$\text{Totale invaso generato da tutto il sistema (V)} = 78,53 + 28,26 = \mathbf{106,79 \text{ mc}}$$

Il volume d'invaso generato dal sistema sarà utilizzato per laminare eventuali picchi di piena.

L'ingresso nel sistema delle acque meteoriche è garantito durante i fenomeni più intensi in quanto le cadute sono regolarmente distribuite per tutta la lunghezza della condotta e poste lungo l'asse dei percorsi viari.

Si andrà a ora a calcolare il potere disperdente dei pozzi perdenti in falda superficiale:

Permeabilità del terreno (mc*mq/s)	K =	0,0011
Altezza dell'acqua dal fondo del pozzo (m)	H =	4
Raggio del pozzo perdente (m)	r0 =	0,75
$\log Cu = 0,658 \log (H/r0) - 0,398 \log H + 1,105 =$		1,343745
Cu =		22,0671
PORTATA DEFLUENTE SINGOLO POZZO PERDENTE:		
$Q = Cu * K * r0 * H$	Q (mc/s) =	0,072821
	Q (l/s) =	72,82143
pari a	Q (mc/h) =	262,1572
Si ipotizza una perdita di efficienza nel corso degli anni del 20%:		
pertanto la portata sarà:	Q (l/s) =	58,25715
PORTATA DEFLUENTE COMPLESSIVA DEI 4 POZZI PERDENTI PREVISTI:		
(58,257 x 4)	Q (l/s) =	233,0286
	pari a Q (mc/h) =	838,9029

Verifica del sistema drenante “parcheggio e viabilità”:

Utilizzando la Curva di Possibilità Pluviometrica a due parametri, fissando la durata della precipitazione, si calcola il massimo volume necessario per l'invaso di progetto confrontando la progressione dei volumi di pioggia in entrata con la capacità drenante del sistema e il suo accumulo in funzione del progredire del tempo. Si andrà a verificare il sistema in precedenza progettato confrontando la progressione dei volumi di pioggia in entrata con la sua capacità drenante e il suo accumulo in funzione del progredire del tempo. La verifica è effettuata sia per le piogge inferiori ai sessanta minuti (scrosci), sia per le piogge “normali” con durate superiori all'ora per un tempo di ritorno di 200 anni.

Nella seguente tabella si riportano i risultati così ottenuti garantiti dalla soluzione in progetto:

Tr= 200 anni	Tp		h mm.	intensità pioggia J (mm/h)	Q pioggia entrante	V pioggia entrante	Invaso tubi e pozzetti mc.	Invaso Pozzi mc.	Q pioggia defluita	V pioggia defluita	V Invaso necessario V inv (mc.)	Δ Inv. progetto mc.
	min.	ore			Q in (l/s)	V in (mc)			Q de (l/s)	V de (mc)		
scroscio	5	0,08	25,07	300,85	278,33	83,50	78,53	28,26	233,03	69,91	13,59	-93,20
	10	0,17	37,84	227,06	210,06	126,03	78,53	28,26	233,03	139,82	-13,78	-120,57
	15	0,25	48,15	192,59	178,17	160,36	78,53	28,26	233,03	209,73	-49,37	-156,16
	20	0,33	57,12	171,36	158,53	190,24	78,53	28,26	233,03	279,63	-89,39	-196,18
	25	0,42	65,22	156,52	144,80	217,20	78,53	28,26	233,03	349,54	-132,34	-239,13
	30	0,50	72,68	145,35	134,47	242,05	78,53	28,26	233,03	419,45	-177,40	-284,19
	35	0,58	79,65	136,54	126,31	265,26	78,53	28,26	233,03	489,36	-224,10	-330,89
	40	0,67	86,22	129,33	119,65	287,15	78,53	28,26	233,03	559,27	-272,11	-378,90
	45	0,75	92,47	123,29	114,06	307,96	78,53	28,26	233,03	629,18	-321,21	-428,00
	50	0,83	98,44	118,13	109,28	327,85	78,53	28,26	233,03	699,08	-371,23	-478,02
	55	0,92	104,17	113,64	105,14	346,95	78,53	28,26	233,03	768,99	-422,04	-528,83
piogge orarie	60	1,00	97,20	97,20	89,92	323,72	78,53	28,26	233,03	838,90	-515,18	-621,97
	65	1,08	98,83	91,23	84,40	329,16	78,53	28,26	233,03	908,81	-579,65	-686,44
	70	1,17	100,37	86,03	79,59	334,27	78,53	28,26	233,03	978,72	-644,45	-751,24
	75	1,25	101,82	81,45	75,36	339,10	78,53	28,26	233,03	1048,63	-709,52	-816,31
	80	1,33	103,19	77,40	71,60	343,68	78,53	28,26	233,03	1118,53	-774,85	-881,64
	85	1,42	104,50	73,77	68,24	348,05	78,53	28,26	233,03	1188,44	-840,40	-947,19
	90	1,50	105,75	70,50	65,22	352,21	78,53	28,26	233,03	1258,35	-906,14	-1012,93
	120	2,00	112,27	56,14	51,93	373,93	78,53	28,26	233,03	1677,80	-1303,88	-1410,66
	150	2,50	117,61	47,04	43,52	391,69	78,53	28,26	233,03	2097,25	-1705,56	-1812,35
	180	3,00	122,15	40,72	37,67	406,83	78,53	28,26	233,03	2516,70	-2109,87	-2216,66
	210	3,50	126,13	36,04	33,34	420,09	78,53	28,26	233,03	2936,15	-2516,07	-2622,86
	240	4,00	129,69	32,42	29,99	431,92	78,53	28,26	233,03	3355,60	-2923,69	-3030,48
	270	4,50	132,90	29,53	27,32	442,63	78,53	28,26	233,03	3775,05	-3332,42	-3439,21
	300	5,00	135,85	27,17	25,14	452,44	78,53	28,26	233,03	4194,50	-3742,07	-3848,86
	330	5,50	138,57	25,19	23,31	461,50	78,53	28,26	233,03	4613,95	-4152,46	-4259,25
360	6,00	141,10	23,52	21,76	469,92	78,53	28,26	233,03	5033,40	-4563,48	-4670,27	
390	6,50	143,47	22,07	20,42	477,81	78,53	28,26	233,03	5452,86	-4975,04	-5081,83	
420	7,00	145,70	20,81	19,26	485,24	78,53	28,26	233,03	5872,31	-5387,07	-5493,86	
450	7,50	147,80	19,71	18,23	492,25	78,53	28,26	233,03	6291,76	-5799,51	-5906,30	
480	8,00	149,80	18,72	17,32	498,90	78,53	28,26	233,03	6711,21	-6212,31	-6319,09	

Tabella 21: Volume invaso necessario - Area parcheggio e viabilità:

Andando ad analizzare la tabella si nota come durante il tempo di corrivazione di 10 minuti, pari al tempo critico del sistema drenante, il bilancio tra il volume di acqua in entrata ($V_{in} = 126,03$ mc) e il volume di acqua che riesce a defluire dalla batteria di pozzi perdenti ($V_{de} = 139,82$ mc) risulta a favore di quest'ultimo, pertanto il volume d'invaso necessario al sistema è negativo ($V_{inv} = -13,78$ mc) poiché più che sufficiente allo scopo. Il volume d'invaso complessivo di 28,26 mc dei soli

pozzi perdenti unito alla loro capacità drenante risulta sufficiente a ottenere l'invarianza idraulica e garantisce margine di sicurezza anche su tempi di corrivazione di 5 minuti. Con l'aggiunta dei 78,53 mc di invaso generati dalle tubazioni-pozzetti, il sistema drenante permette di avere un invaso complessivo di **106,79 mc** (78,53+28,26) che risulta utile nella prospettiva di limitare la velocità di scorrimento e laminare il volume generato nelle fasi iniziali di piena. Nel condotto finale, prima dei pozzi perdenti, è stata prevista una "vasca spanti" che mediante un sistema a sifone permette l'eventuale recupero di olio e idrocarburi dovuti a sversamenti accidentali, ma che non limita la capacità drenante finale. L'invarianza idraulica risulta pertanto verificata.

Ai fini della verifica del dimensionamento delle condotte principali si valuta la portata massima riversabile nelle singole condotte e la si confronta con la massima portata defluibile attraverso i tubi previsti nel tratto finale.

La portata massima defluibile nel collettore principale in CLS Ø 60 cm, con pendenza 0,2 ‰, può essere calcolata applicando la formula di Gauckler-Strickler $V = K_s * R_h^{2/3} * i^{1/2}$, da cui risulta:

SEZIONE	Scabrezza (Ks)	Diametro (m)	Pendenza (i)	Area (m ²)	Perimetro (m)	R _h	Velocità (m/s)	Portata (l/s)	Portata (m ³ /h)
CLS 600	75	0,60	0,02	0,2827	1,8849	0,150	0,9469	267,73	963,82

Per sicurezza nel calcolo è stato previsto anche l'eventuale degrado di portata delle tubazioni dovuto a depositi e incrostazioni nel corso degli anni.

Ne risulta quindi che anche le condotte previste sono ampiamente sufficienti allo smaltimento delle portate generate sia da eventi piovosi del tipo B "scroccio" più gravosi, da 210,06 l/s, e di tipo A "piogge orarie" di 89,92 l/s.

CONSIDERAZIONI FINALI:

Il numero e le dimensioni dei sistemi disperdenti e la dimensione scelta per le condotte delle reti permettono di infiltrare nella falda superficiale e nel sottosuolo le portate generate dagli eventi meteorologici, con tempi di ritorno di 200 anni, invasando nelle condotte opportunamente sovradimensionate eventuali picchi di piena: il sistema così come progettato è in grado di rispondere alle esigenze della mitigazione idraulica. Il principio d'invarianza idraulica è garantito così come richiesto dalla normativa regionale e nazionale.

Cittadella, lì 15/04/2019

Il Tecnico
Ing. Zanetti Claudio



Si allega:

- *Estratto C.T.R. Regione Veneto in scala 1:5.000;*
- *Estratto Catastale dell'area in esame in scala 1:2.000;*
- *Estratto Carta Geologica del Veneto in scala 1:250.000;*
- *Estratto Carta Geomorfologica del Veneto in scala 1:250.000;*
- *Estratto Carta Isofreatiche dell'Alta Pianura Veneta in scala 1:100.000;*
- *Estratto del P.A.T.I. dell'Alta Padovana, Carta delle Fragilità in scala 1:10.000;*
- *Andamento medio della falda freatica del pozzo "Cittadella" degli ultimi 20 anni;*
- *Tabella riassuntiva delle superfici di nuova impermeabilizzazione con verifica dell'invaso attuale e di progetto per un quantitativo di pioggia orario stimato con tempo di ritorno di 200 anni;*
- *Planimetrie per la verifica delle superfici impermeabili stato di fatto e progetto;*
- *Planimetria con schema di massima degli impianti di smaltimento meteorico.*

ESTRATTO C.T.R. REGIONE VENETO "104103 - CITTADELLA NORD" - SCALA 1:5.000



LEGENDA:



AMBITO INTERVENTO

ESTRATTO CATASTALE - SCALA 1:2.000



N.C.T. COMUNE DI CITTADELLA,
Foglio n° 29,

- Mappale n° 868	S= 135 mq
- Mappale n° 1350	S= 4.000 mq
- Mappale n° 1522	S= 3.330 mq
- Mappale n° 1732	S= 415 mq
<hr/>	
Totale	7.880 mq

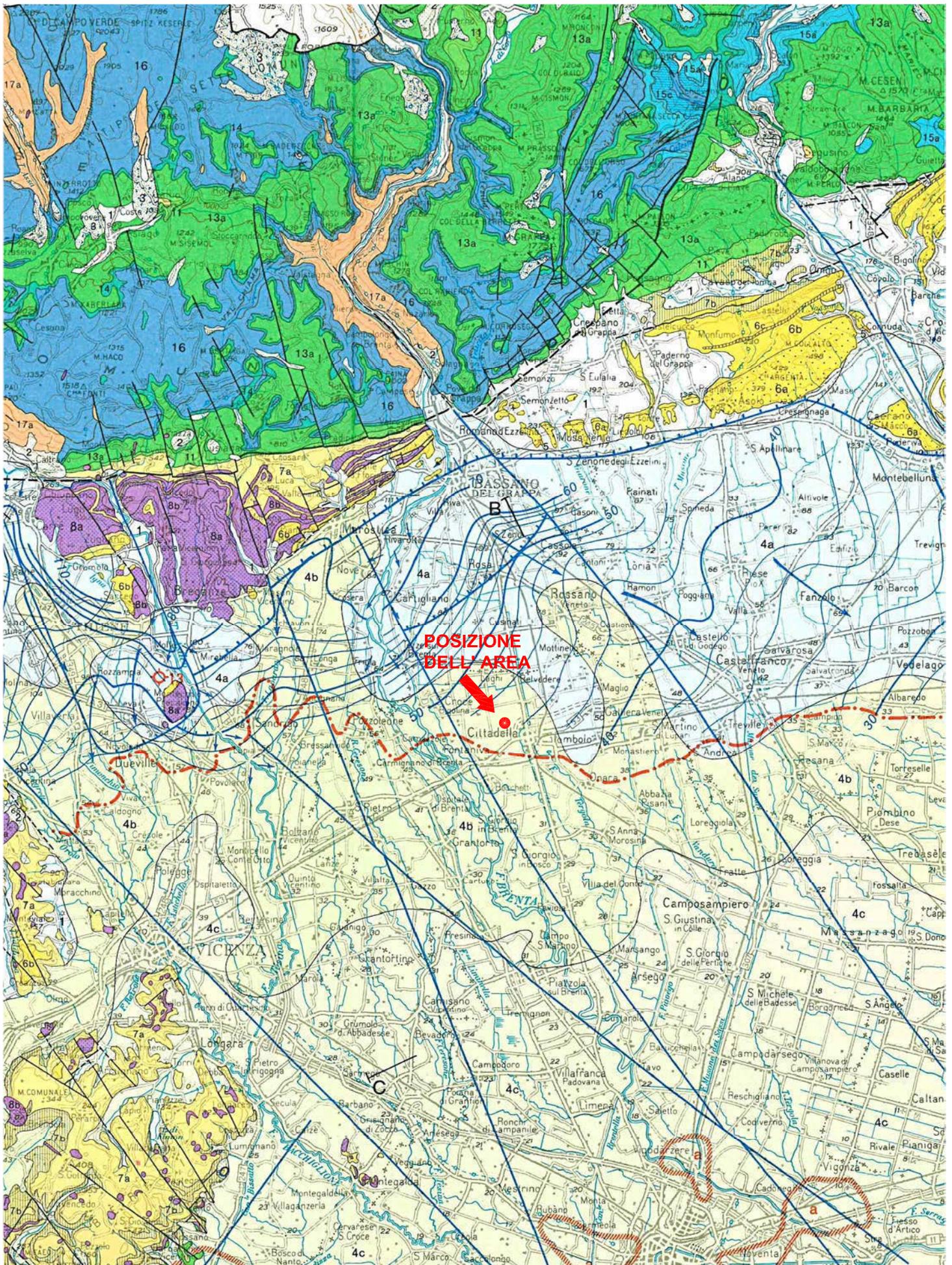


LEGENDA:



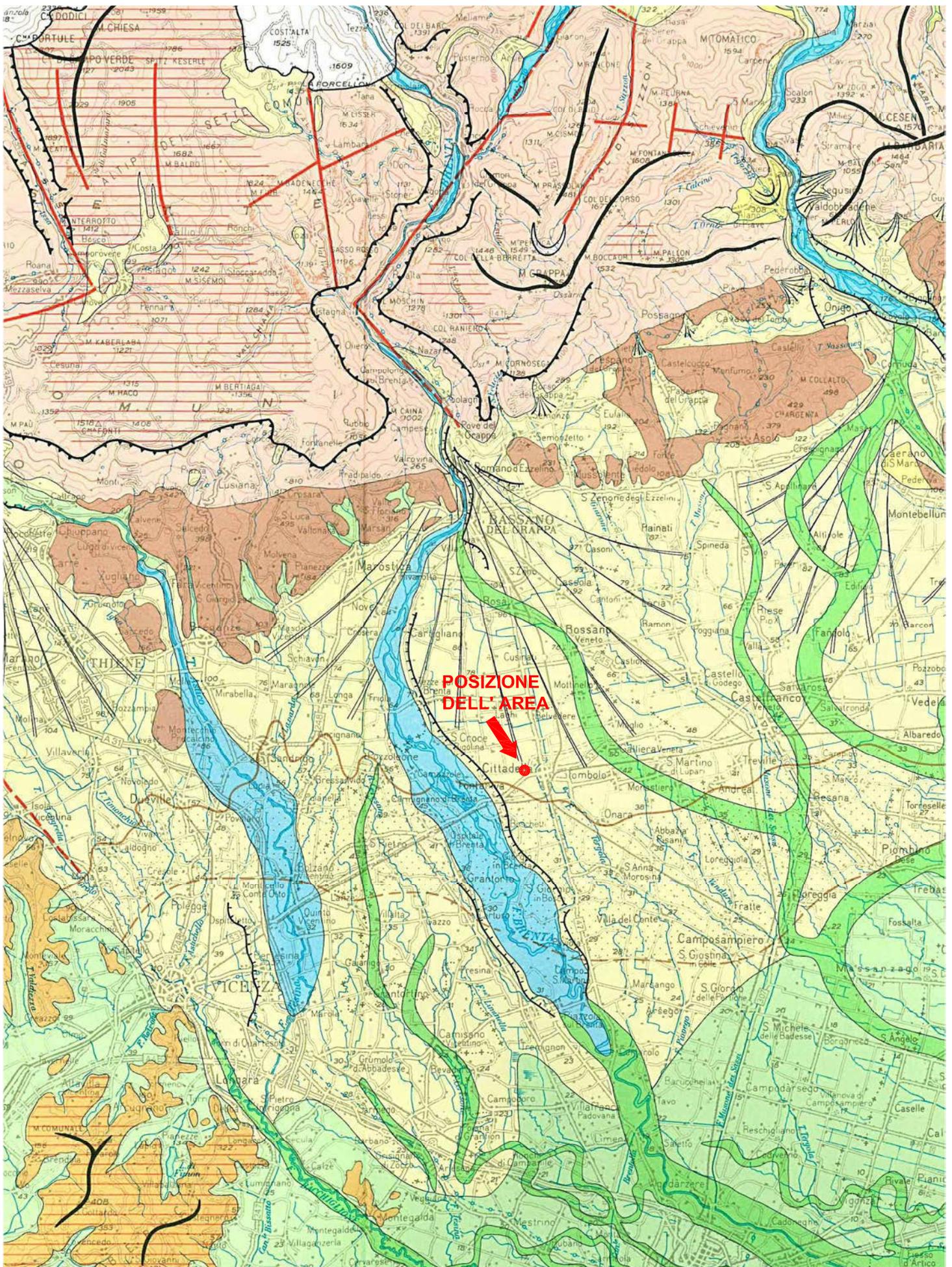
AMBITO INTERVENTO

CARTA GEOLOGICA DEL VENETO



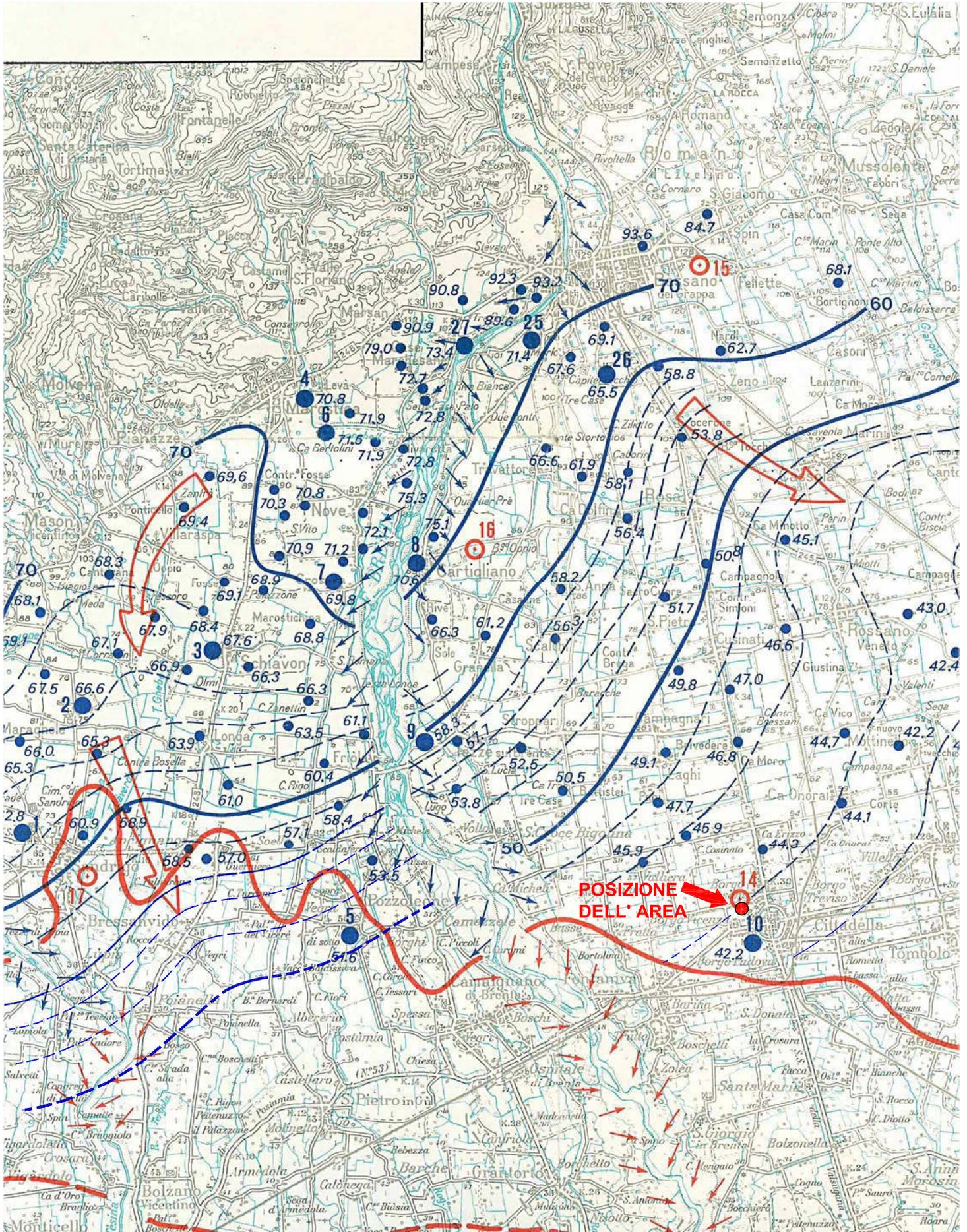
SCALA 1:250.000

CARTA GEOMORFOLOGICA DEL VENETO



SCALA 1:250.000

CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA VENETA



SCALA 1:100.000

ESTRATTO P.A.T.I. "ALTA PADOVANA"

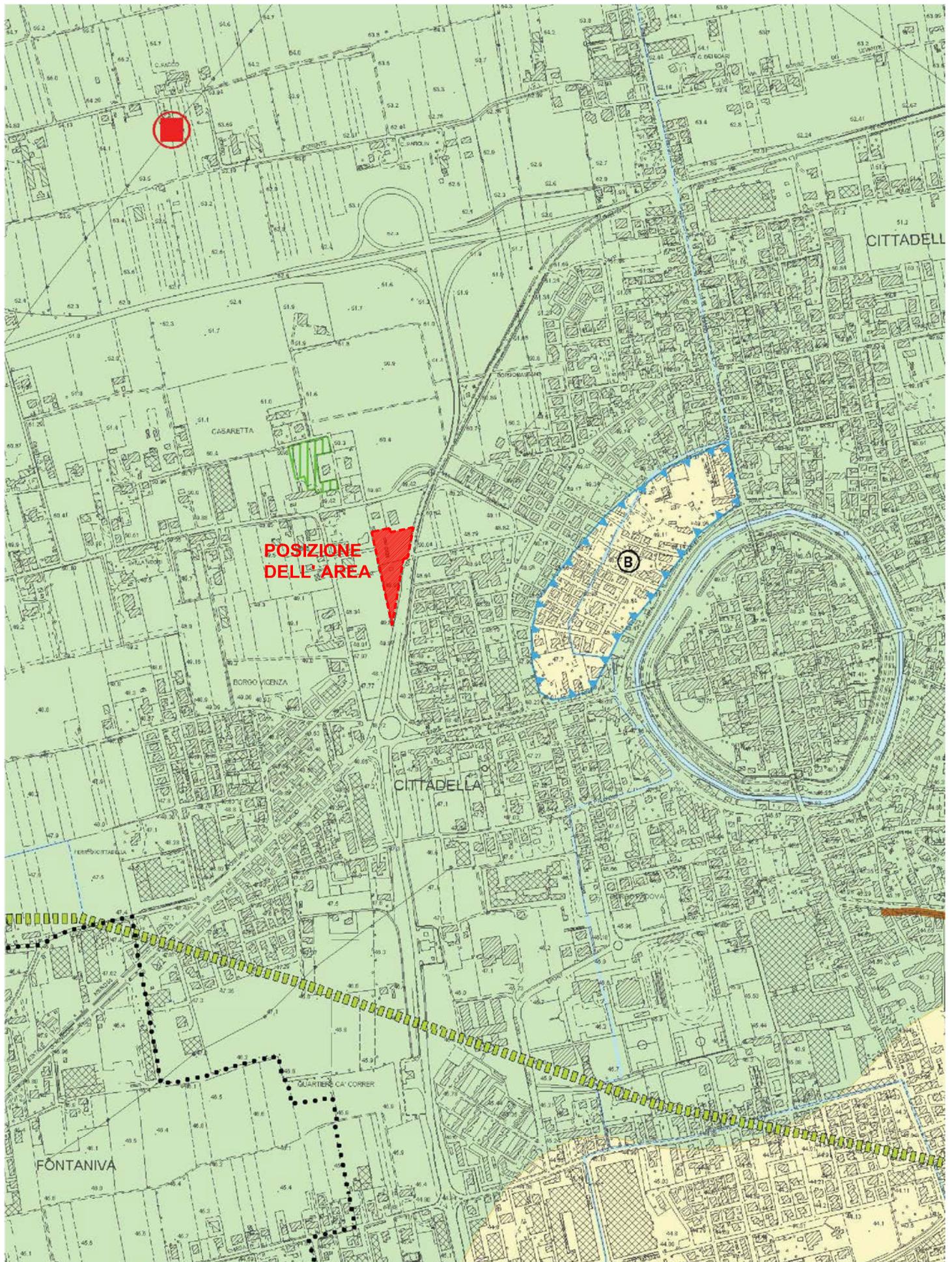


TAVOLA FRAGILITA' - SCALA 1:10.000

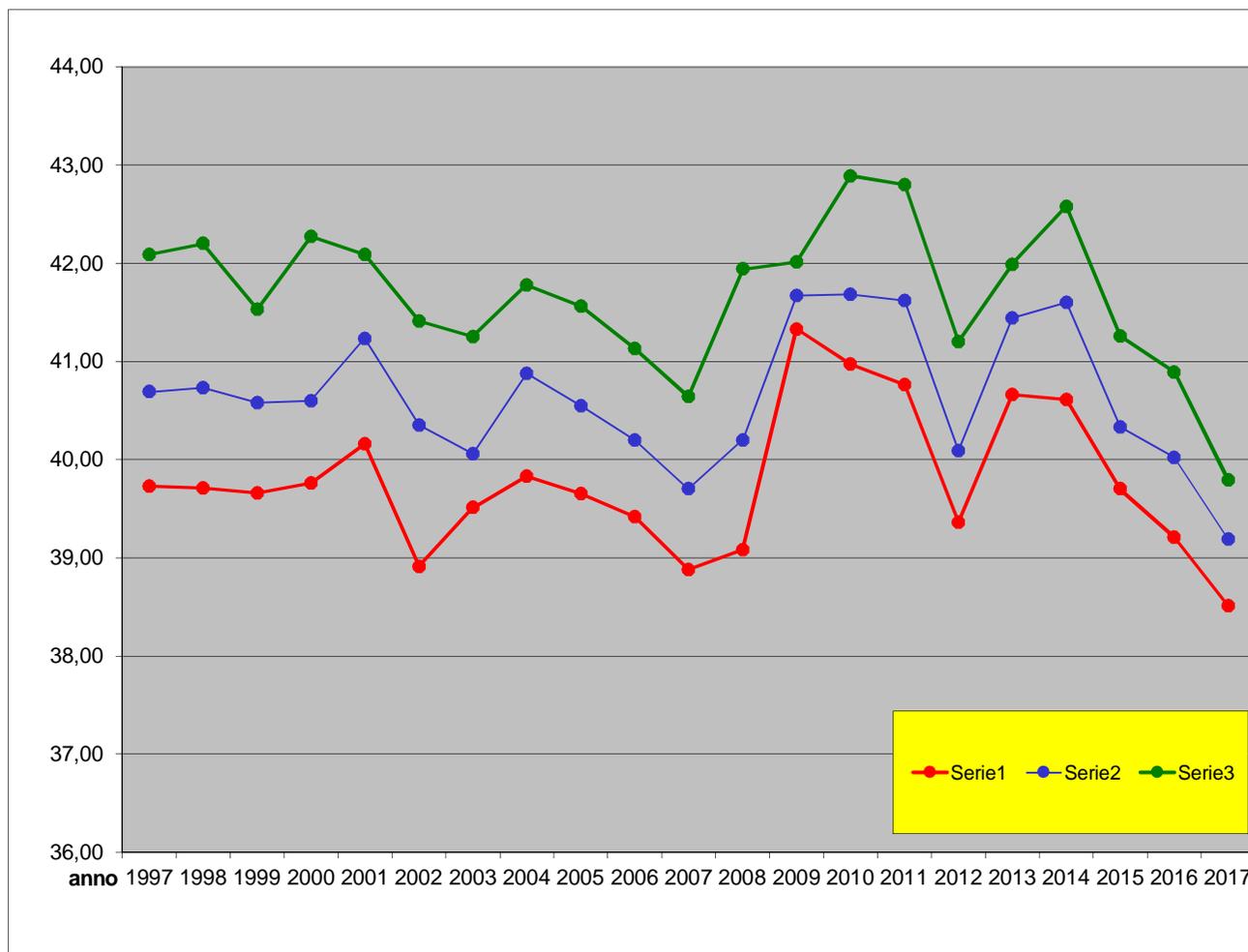
(dati non ufficiali pubblicati a solo titolo informativo)

Cittadella - Livello medio annuo della falda Freatica negli ultimi anni (m s.m.) -

anno	livello falda		
	minimo	medio	massimo
1997	39,73	40,69	42,09
1998	39,71	40,73	42,20
1999	39,66	40,58	41,53
2000	39,76	40,60	42,27
2001	40,16	41,23	42,09
2002	38,91	40,35	41,41
2003	39,51	40,06	41,25
2004	39,83	40,88	41,78
2005	39,65	40,55	41,56
2006	39,42	40,20	41,13
2007	38,88	39,70	40,64
2008	39,08	40,20	41,94
2009	41,33	41,67	42,01
2010	40,97	41,68	42,89
2011	40,76	41,62	42,80
2012	39,36	40,09	41,20
2013	40,66	41,44	41,99
2014	40,61	41,60	42,58
2015	39,70	40,33	41,26
2016	39,21	40,02	40,89
2017	38,51	39,19	39,79

escursione
annua

2,36
2,49
1,87
2,51
1,93
2,50
1,74
1,95
1,91
1,71
1,76
2,86
0,68
1,92
2,04
1,84
1,33
1,97
1,56
1,68
1,28



quote medie 39,7814 **40,6386** 41,681

escursione media del periodo **1,8995238**

QUADRO RIEPILOGATIVO DI MASSIMA DEI NUOVI VOLUMI METEORICI DA INVASARE:

(Parametri riferiti alla DGRV 1841 DEL 19/06/2007 e ss.)

DATA: 15/04/2019 **DITTA:** VIVARA S.R.L.

COMUNE: Cittadella (PD)

TITOLO VARIANTE: ACCORDO PUBBLICO PRIVATO AI SENSI DELL'ART. 6 L.R. 11/2004
TRA VIVARA S.R.L. E IL COMUNE DI CITTADELLA

BREVE DESCRIZIONE DELLA VARIANTE: Vedasi relazione tecnica allegata.

Superficie totale dell'area oggetto di P.U.A. (m²) 7.880,00 **Modesta Impermeabilizzazione potenziale di** **4.738,40 mq**
 Altezza di pioggia critica (mm) 97,2 **con Tr = 200 Anni** (durata di 1h)
 Volume di pioggia (m³) 765,94

Tipi di Superfici	Φ	1- Φ	Altezza pioggia permeante (mm)	P.R.G. VIGENTE		P.R.G. DI PROGETTO		DIFFERENZE	
	frazione che defluisce	frazione trattenuta		Area (m ²)	Invaso (m ³)	Area (m ²)	Invaso (m ³)	Area (m ²)	Invaso (m ³)
Superfici impermeabili	0,90	0,10	9,72	171,00	1,66	4.909,40	47,72	4.738,40	46,06
Superfici semi-impermeabili	0,60	0,40	38,88	0,00	0,00	1.468,60	57,10	1.468,60	57,10
Superfici permeabili	0,20	0,80	77,76	0,00	0,00	1.502,00	116,80	1.502,00	116,80
Terreni Agricoli	0,10	0,90	87,48	7.709,00	674,38	0,00	0,00	-7.709,00	-674,38
Altri volumi invasati					0,00		0,00		0,00
TOTALE VOLUMI D' INVASO (m³)					676,05		221,61		-454,43

Conclusioni: da questa analisi si evince che il volume dell'apporto meteorico sulla superficie interessata dal progetto di ampliamento è 765,94 m³; attualmente, non defluiscono in superficie, quindi sono trattenuti nel terreno 676,05 m³ di questo apporto meteorico, mentre si prevede con la variante poterne trattenere 221,61 m³; con l'attuazione dell'ampliamento si andranno a perdere complessivamente 454,43 m³ di invaso utile a laminare il deflusso superficiale; ai fini dell'invarianza idraulica questo volume dovrà essere compensato con opportuni interventi di mitigazione idraulica.

Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata e motivazioni:

Situazione attuale di deflusso: Direttamente sul suolo sistemato a verde agricolo, e per ritenzione nel fossato stradale lungo il lato est esterno all'area.

Situazione deflusso di progetto:

Volumi d'invaso superficiale: Non previsti.

Volumi d' invaso interrati: Volume di tubazioni, pozzetti in in CLS e pozzi perdenti

Aree coperte con sottofondi di tipo vespaio: Non previste.

Superfici drenanti e pozzi perdenti:

Per le nuove aree impermeabilizzate sono previsti sistemi di smaltimento recapitanti su batterie di pozzi perdenti opportunamente dimensionati e asserviti da reti sovra-dimensionate per garantire l'invaso richiesto. Nell'area a parcheggio è prevista pavimentazione in betonella drenante all'interno degli stalli di sosta.

Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica:

Bacini idraulici ed aree esondabili: Non previsti.

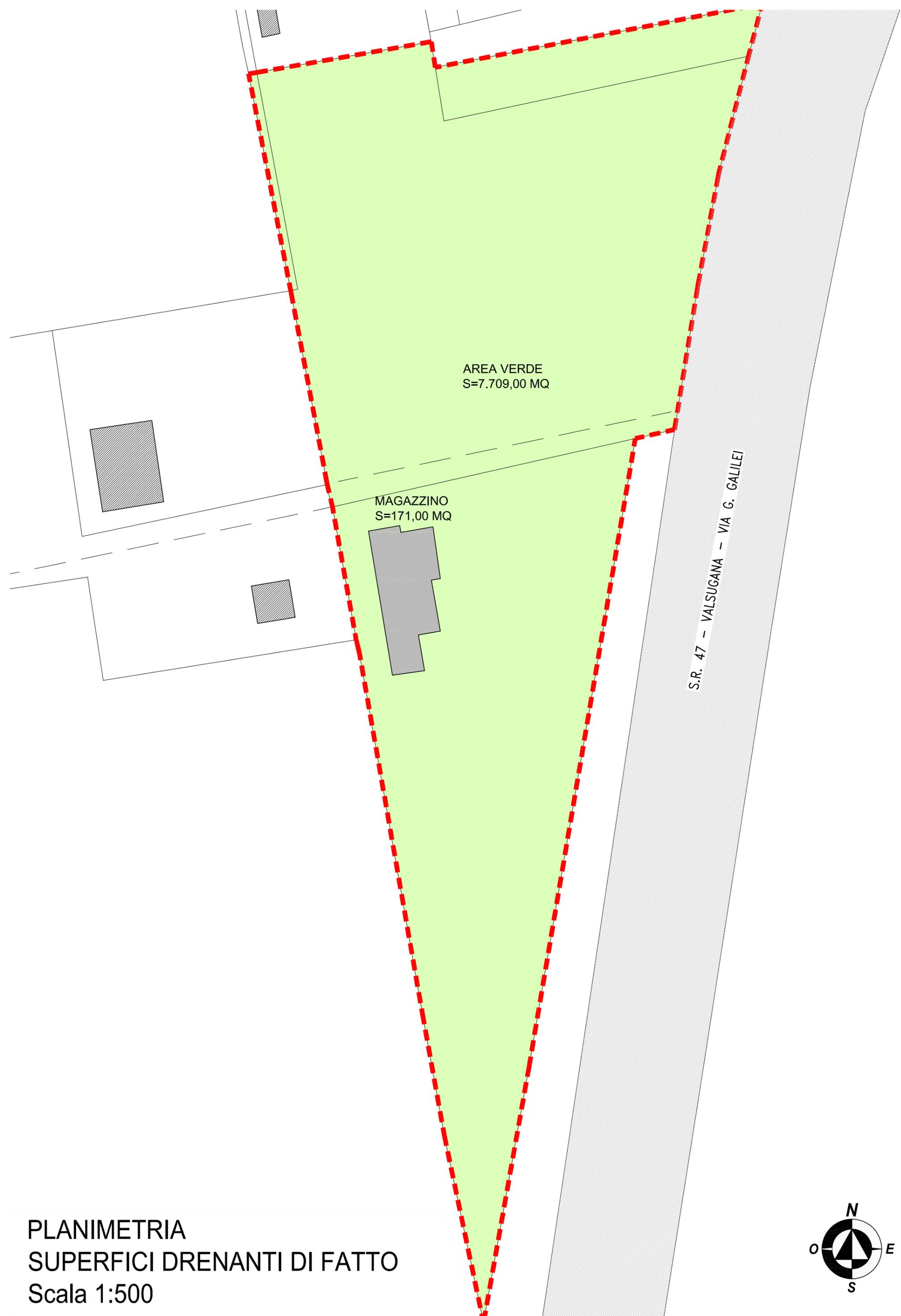
Sezionamenti corsi d'acqua: Non sono presenti nell'area corsi d'acqua in grado di invasare i nuovi volumi idrici.

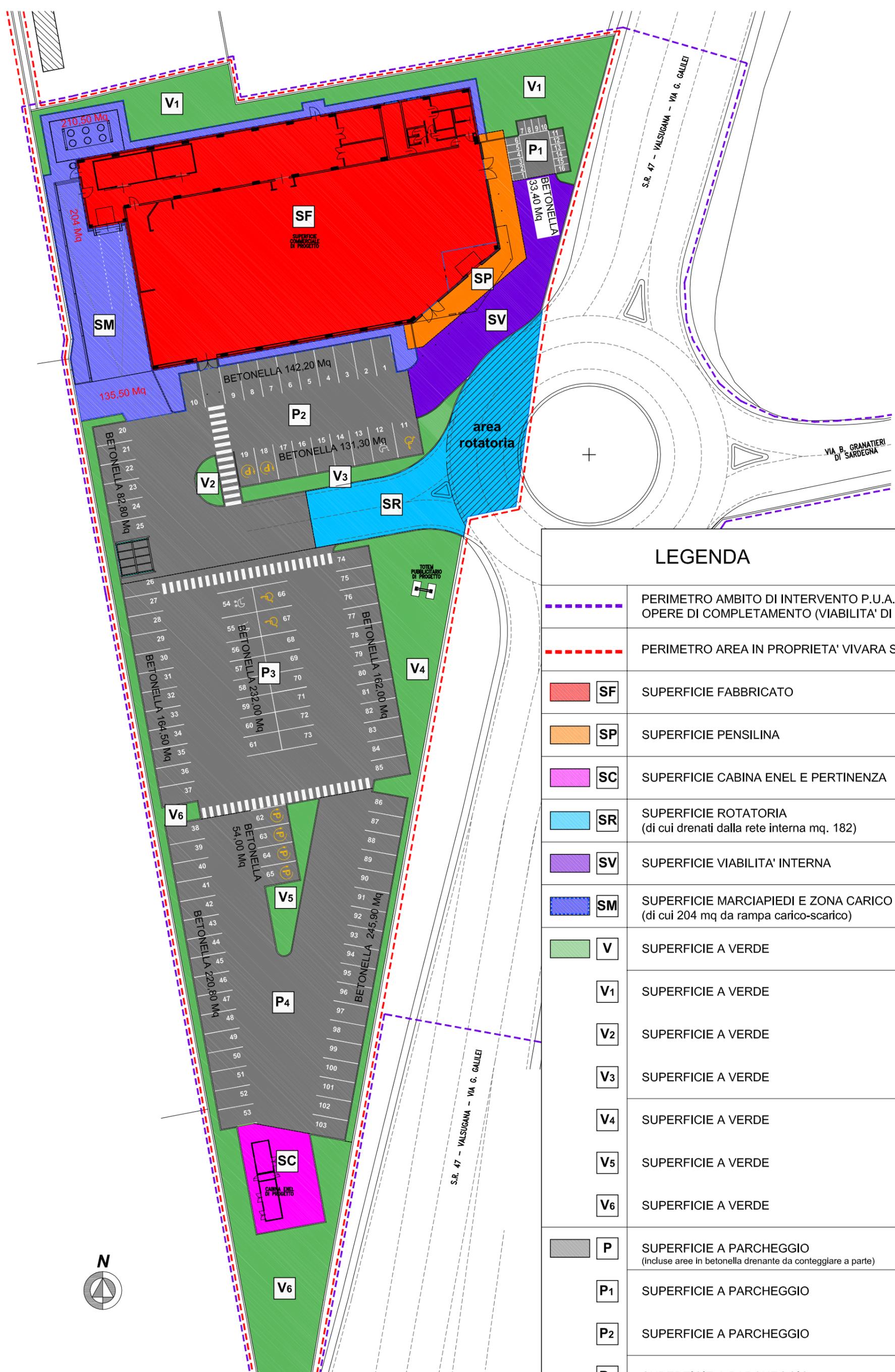
Modifiche ai sistemi fognari: Attualmente non sono presenti nell'area sistemi fognari specifici per la acque meteorologiche.

Trasformazioni Territoriali e Colturali: Le modifiche interesseranno la sola area interna, le modifche previste alla viabilità esterna sono trattate separatamente.

Norme Regolamentari Edilizie:

Tabella_Sup_Impermeabilizzate.xls





LEGENDA		
	PERIMETRO AMBITO DI INTERVENTO P.U.A. E OPERE DI COMPLETAMENTO (VIABILITA' DI P.I.)	
	PERIMETRO AREA IN PROPRIETA' VIVARA S.R.L.	
	SF SUPERFICIE FABBRICATO	MQ. 1.580
	SP SUPERFICIE PENSILINA	MQ. 131
	SC SUPERFICIE CABINA ENEL E PERTINENZA	MQ. 138
	SR SUPERFICIE ROTATORIA (di cui drenati dalla rete interna mq. 182)	MQ. 480
	SV SUPERFICIE VIABILITA' INTERNA	MQ. 244
	SM SUPERFICIE MARCIAPIEDI E ZONA CARICO (di cui 204 mq da rampa carico-scarico)	MQ. 550
	V SUPERFICIE A VERDE	
	V1 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 469
	V2 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 20
	V3 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 80
	V4 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 321
	V5 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 69
	V6 SUPERFICIE A VERDE	MQ. 543
	P SUPERFICIE A PARCHEGGIO (incluse aree in betonella drenante da conteggiare a parte)	
	P1 SUPERFICIE A PARCHEGGIO	MQ. 58
	P2 SUPERFICIE A PARCHEGGIO	MQ. 911
	P3 SUPERFICIE A PARCHEGGIO	MQ. 1.183
	P4 SUPERFICIE A PARCHEGGIO	MQ. 1.109

PLANIMETRIA
 SUPERFICI DRENANTI DI PROGETTO
 Scala 1:500

