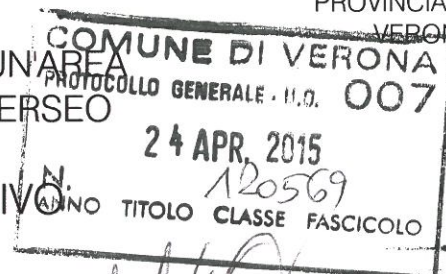


P.U.A. PER LA RIQUALIFICAZIONE DI UN'AREA
COMPRESA TRA VIA VIGASIO E VIA PERSEO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO



il Proponente

MATTEO COSTRUZIONI srl
[Handwritten signature]

il Progettista



M.P.&T. Engineering S.r.l.
37136 - Viale della Fiera 14 - Verona - Italia
Tel +39 045 509970
Fax +39 045 8231684
mpet@mpet.it
Il tecnico incaricato

i Consulenti



PROVVEDIMENTO

P.U.A.

OGGETTO

STUDIO COMPATIBILITA' IDRAULICA

TAVOLA NR.

T19

PROGETTO NR.

C/76/355

FILE

Studio compatibilità idraulica.doc

CTB

SCALA

R	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	CONT.	APPR.
00	30.01.2015	PUA			
01	20.04.2015	Integrazione PUA			

Regione Veneto - Provincia di Verona

COMUNE DI VERONA

P.U.A PER LA RIQUALIFICAZIONE DI UN'AREA COMPRESA
TRA VIA VIGASIO E VIA PERSEO

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

(ai sensi delle D.G.R. n. 1322/2006 e n. 2948/2009)



**STUDIO
NUCCI**

*Dott. Geol Enrico Nucci
Dott. Ing. Elena Nucci*

*SOCIETA' DI INGEGNERIA E
GEOLOGIA APPLICATA*

*Via Albere 132 - 37137 Verona
tel e fax 045/8622408
cell +039 335.7597710
e mail studionuccisrl@tiscali.it*

Dott. Geol. Enrico Nucci

Committente:

Marta Costruzioni s.r.l. ed eredi Ledri

Cod. Rif. SNSRL01414

Data: 19/01/2015

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	5
4	INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO	8
5	CARATTERISTICHE DEI LUOGHI	10
5.1	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE	10
5.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROGRAFICHE ED IDRAULICHE	13
6	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO	17
6.1	ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE	17
6.2	ANALISI IDROLOGICA	18
6.3	ANALISI DELLA CRITICITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO E STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO	20
7	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	22
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	27

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000
ALLEGATO 2:	TABULATO DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE
ALLEGATO 3:	TABULATO DI VERIFICA MISURE COMPENSATIVE

Codice di Rif.: SNSRL024-14

Verona, Aprile 2015

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) per la riqualificazione di un'area compresa tra Via Vigasio e Via Perseo, nel territorio comunale di Verona, viene redatto il presente studio in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale 13 dicembre 2002 n. 3637 successivamente integrata e aggiornata dalla Delibera Regionale n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di compatibilità idraulica".

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area verificando le possibili interazioni e interferenze e prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico.

In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento progettuale previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle eventuali misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche di dilavamento senza alterare il regime idraulico del territorio coinvolto.

Le valutazioni idrauliche di seguito riportate sono state ponderate, sulla base di quanto indicato dalla normativa di riferimento.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento e alle seguenti raccomandazioni:

Legge 179 31.07.2002

Disposizioni in materia ambientale.

D.G.R.V. 13.12.2002 n° 3637

Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

D.Lgs. 03.04.2006 n° 152 e s.m.i.

Norme in materia ambientale.

D.G.R.V. 10.05.2006 n° 1322

Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

Allegato A alla D.G.R.V. 10.05.2006 n° 1322

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 24.07.2007 n° 2267

Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.

D.G.R.V. 06.10.2009 n° 2948

Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

Allegato A alla D.G.R.V. 06.10.2009 n° 2948

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 05.11.2009 n° 107

Piano di tutela delle acque (P.T.A.). Norme per il governo del territorio.

D.G.R.V. 27/01/2011 n° 80

Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.

D.G.R.V. 15/05/2012 n° 842

Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.

D.G.R.V. 28/08/2012 n° 1770

Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo per la riqualificazione di un'area compresa tra Via Vigasio e Via Albere e situata a sud-est rispetto al centro storico del Comune di Verona.

L'area progettuale si estende su una superficie complessiva di 12.678 mq, delimitata nel lato nord dalla viabilità di Via Perseo, nel lato est da aree edificate, nel lato sud da aree pertinenti un'attività artigianale – industriale, nel lato ovest dalla viabilità di Via Vigasio.

Nello specifico il settore sui cui si inserisce l'intervento in progetto è attualmente occupato da un'area incolta con copertura vegetale discontinua, erbacea o arbustiva, con ghiaia e ciottoli in matrice fine terrosa.

Con riferimento alla planimetria riportata nella figura seguente, si evidenzia che l'area è stata suddivisa in n. 10 lotti a specifica destinazione (UMI 1-9 residenziali mentre UMI 10 a destinazione commerciale-residenziale), dettagliatamente descritti in termini di superfici nelle tabelle alla pagina successiva. Il PUA inoltre prevede la realizzazione di opere di urbanizzazione primaria, quali la realizzazione di una viabilità interna e di due aree parcheggio, comprensive delle eventuali opere di arredo urbano, di sottoservizi di competenza stradale, di reti impiantistiche di servizio e sistemi di gestione acque meteoriche. Tali interventi, concorrono, assieme ai lotti in precedenza specificati, a formare il totale di 12.678 mq oggetto di trasformazione urbanistica.



Estratto planimetrico del Piano Urbanistico Attuativo in progetto

SUPERFICI DI PROGETTO

AREE PRIVATE			
UMI 1		mq	1096
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	767,2
AREE VERDI		mq	328,8
		TOT	1096
UMI 2		mq	717
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	501,9
AREE VERDI		mq	215,1
		TOT	717
UMI 3		mq	615
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	430,5
AREE VERDI		mq	184,5
		TOT	615
UMI 4		mq	508
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	355,6
AREE VERDI		mq	152,4
		TOT	508
UMI 5		mq	673
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	471,1
AREE VERDI		mq	201,9
		TOT	673
UMI 6		mq	683
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	478,1
AREE VERDI		mq	204,9
		TOT	683
UMI 7		mq	681
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	476,7
AREE VERDI		mq	204,3
		TOT	681
UMI 8		mq	679
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	475,3
AREE VERDI		mq	203,7
		TOT	679
UMI 9		mq	1671
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	1169,7
AREE VERDI		mq	501,3
		TOT	1671
UMI 10 (COMMERCIALE)		mq	1710
EDIFICIO + SAGOMA VANI INTERRRATI		mq	1710
		TOT	1710
		TOT mq UMI	9033

AREE PUBBLICHE			
SUPERFICI ASFALTATE		mq	1845
MARCIAPIEDI		mq	495
PARCHEGGI GRIGLIATI		mq	1011
AIUOLE		mq	294
		TOT	3645

4 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO

L'area d'indagine è ubicata all'interno del Comune di Verona, a sud-est rispetto al centro storico dell'abitato, in Via Perseo in adiacenza a Via Vigasio, in corrispondenza del tratto di Strada Provinciale n. 54 che conduce all'abitato di Castel D'Azzano.

Le coordinate geografiche centrali all'area di progetto sono: 45,38705N 10,97467E (sistema di riferimento WGS84 in gradi decimali).



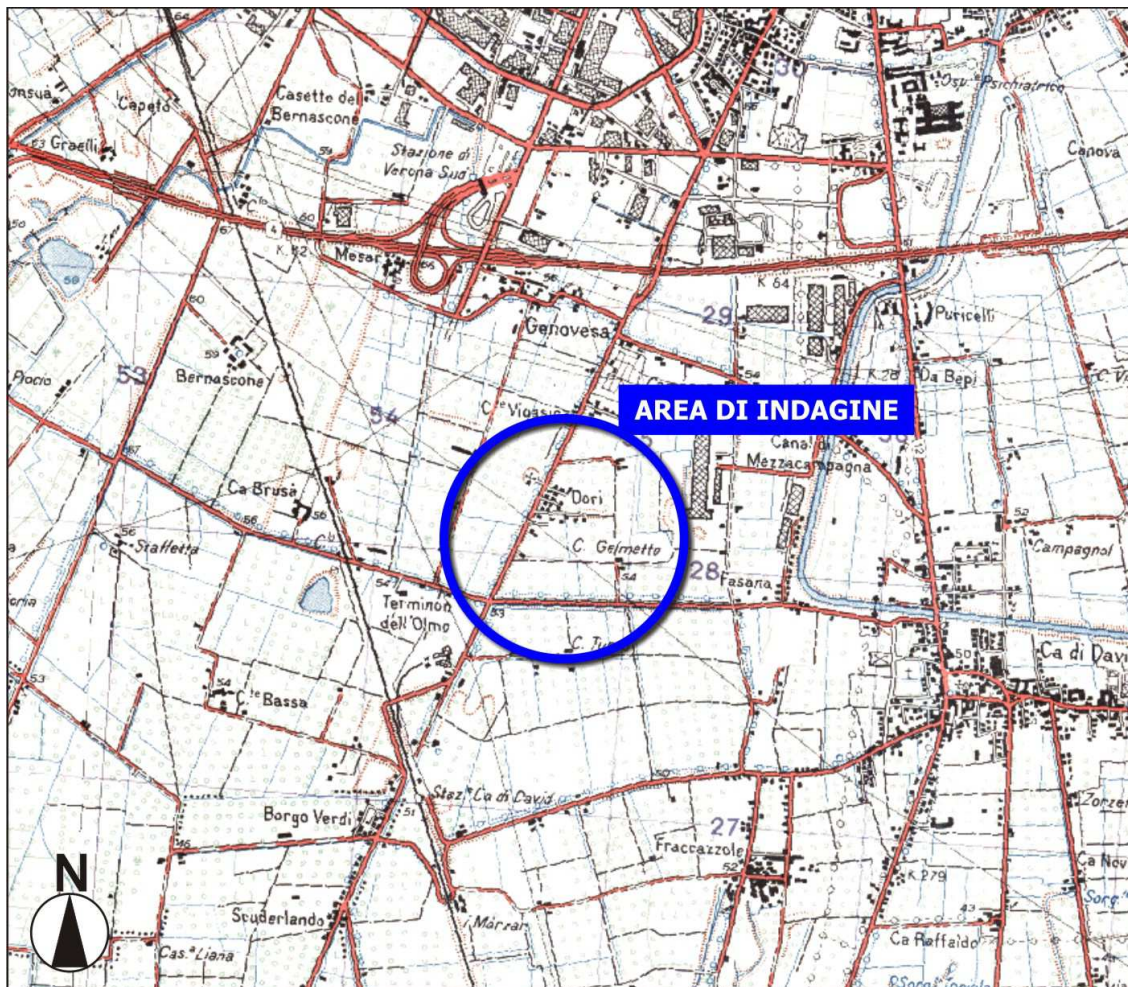
Ubicazione della zona d'indagine (estratto foto aerea da Google Maps)

Si tratta di un'area di forma irregolare ma allungata in direzione est - ovest che occupa una superficie, così come dedotto dalle informazioni fornite dalla progettazione, pari a 12.678 mq, delimitata nel lato nord dalla viabilità di Via Perseo, nel lato est da aree edificate, nel lato sud da aree pertinenti un'attività artigianale – industriale, nel lato ovest dalla viabilità di Via Vigasio.

L'area in esame si colloca all'interno di un contesto ambientale in parte urbanizzato con edifici residenziali, commerciali, produttivi, e in parte rurale con terreni coltivati. Nello specifico il settore sui cui si inserisce l'intervento in progetto è attualmente occupato da un'area incolta con copertura vegetale discontinua, erbacea o arbustiva, con ghiaia e ciottoli in matrice fine terrosa, ad eccezione di un piccolo settore, nei

pressi del confine orientale dell'area, su cui sorgono degli edifici, destinati alla demolizione.

Secondo il rilievo piano altimetrico fornito dalla progettazione, in riferimento specifico al settore di intervento, la superficie topografica risulta sub-pianeggiante con una debole immersione da est verso ovest e da nord verso sud e con quote altimetriche che si attestano su valori di circa 50.00m/51.00m s.l.m..



Corografia Area di indagine Scala 1:25.000

Per una precisa ubicazione dell'area oggetto di intervento si fa riferimento alla Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000, Elemento n°144041 ("Ca di David").

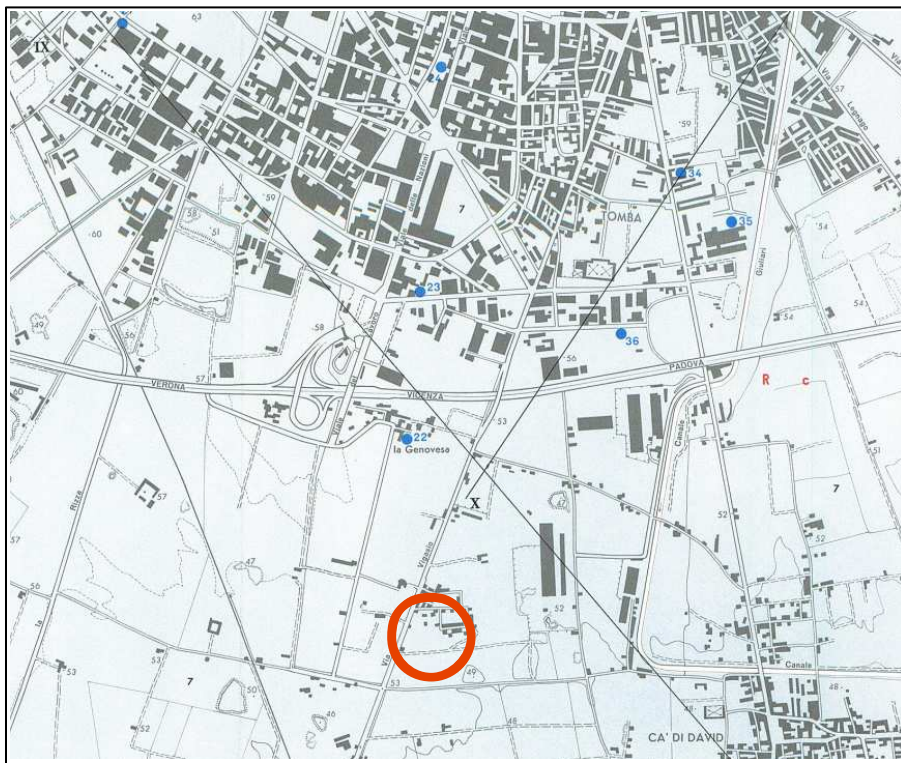
5 CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

Pur rimandando alla *Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica* per un maggiore approfondimento, vengono di seguito riassunti i tratti caratteristici dell'area oggetto d'intervento.

5.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE

La zona d'indagine da un punto di vista geologico - geomorfologico generale si inserisce nell'ambito deposizionale dell'Alta Pianura veronese posta tra le ultime propaggini lessinee, a nord, e la linea delle risorgive, a sud.

Le litologie dell'Alta Pianura veronese derivano dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e capacità di trasporto della rete idrografica. Nel periodo quaternario lo scioglimento delle coltri glaciali atesine, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo d'ingenti quantità di sedimenti prevalentemente grossolani. L'eterogeneità granulometrica dei depositi è da porre in relazione con le variazioni del regime idrico: deposizione di ciottoli e ghiaie è espressione di alta energia idrodinamica, mentre sabbie e limi sono espressione di bassa energia idrodinamica.



Estratto dalla Carta Geologica del territorio comunale di Verona

In riferimento alla cartografia geologica della zona l'area di studio è inserita in un contesto geolitologico definito delle "ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIOGLACIALI E FLUVIALI DELL'ANTICO CONOIDE DELL'ADIGE, GHIAIOSE E CIOTTOLOSE DI ETÀ RISSIANA"; tali accumuli sedimentari sono rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità dal piano campagna con occasionali e discontinue lenti argillose.

Il modello litostratigrafico specifico del settore di intervento è stato ricostruito attraverso l'esecuzione di nr. 12 trincee esplorative distribuite in modo da caratterizzare tutta l'area coinvolta dal Piano Urbanistico Attuativo. Spinte ad una profondità massima di 3,20 m dal piano campagna hanno permesso di ricostruire puntualmente la successione stratigrafica del primo sottosuolo.

Dall'analisi degli scavi esplorativi, a conferma di quanto dedotto dalla documentazione bibliografica e cartografica in possesso, è emerso che i terreni investigati sono costituiti, da uno strato superficiale di terreno vegetale ghiaioso, in parte rimaneggiato, di colore rossastro, cui seguono, in senso stratigrafico, depositi ghiaiosi in matrice sabbiosa con ciottoli eterometrici di varia forma con spigoli arrotondati o smussati. a conferma di quanto indicato dalla documentazione in possesso

Alla luce delle evidenze litologiche emerse in fase di indagine, è possibile schematizzare il primo sottosuolo locale attraverso il seguente modello litostratigrafico:

UNITÀ	SPESSORE (m)	LITOLOGIA
Tv	0.20 ÷ 0.70	TERRENO VEGETALE: terreno ghiaioso parzialmente rimaneggiato di colore rossastro. Presenta radici e resti vegetali.
Gs	-	GHIAIA SABBIOSA: terreno in giacitura naturale costituito da ghiaia da fine a grossa in matrice sabbiosa con ciottoli di forma per lo più arrotondata. Le ghiaie sono suddivise in sottili livelli di variabile spessore e dimensione

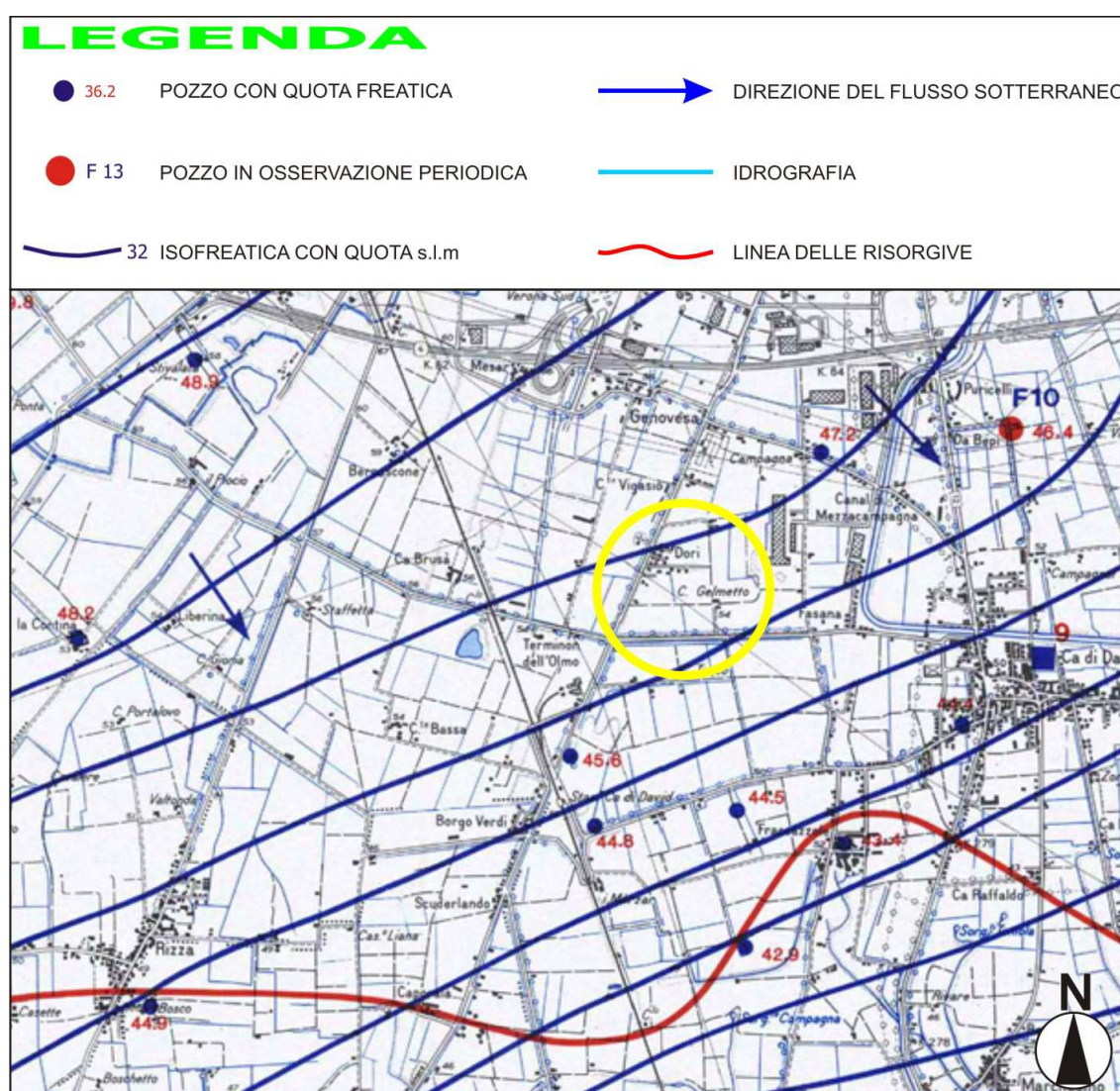


Modello stratigrafico "tipo" evidenziato sul fronte di una delle trincee eseguite

Per un approfondimento sull'intera campagna di indagini in sito e per una descrizione dettagliata e completa delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni investigati, si rimanda alla Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

5.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROGRAFICHE ED IDRAULICHE

I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura e nello specifico il sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso da NW a SE, che ospita una falda di elevata potenzialità e la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa. In linea generale la profondità della falda diminuisce da nord verso la porzione sud - orientale della città di Verona.



Estratto "Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige" (Dal Prà e De Rossi, 1989) Scala 1:30.000

Con specifico riferimento alla "Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige", di cui si riporta un estratto nella figura seguente, si può osservare come il sito di progetto, in periodo di morbida, sia collocato tra le isofreatiche di quota 46.00 m e 47.00 m s.l.m..

Considerando l'altezza topografica media del sito d'indagine, a circa 50 / 51 m s.l.m., si evince che la profondità della falda da piano campagna in periodo di morbida è di circa 4 metri dal piano campagna attuale, con un'oscillazione freatica stagionale quantificabile in un valore variabile tra 3 e 4 metri circa.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area d'indagine sono state definite analizzando le caratteristiche idrauliche delle litologie presenti nel sottosuolo e descritte nella relazione geologica relativa all'opera di urbanizzazione in progetto, analizzando le informazioni relative al contesto idrogeologico generale in cui l'area si inserisce, rilevando direttamente in sito la permeabilità primaria per porosità "K" dei materiali sub-superficiali.

Le valutazioni idrauliche dei litotipi hanno fatto riferimento a delle tabelle note in letteratura geologica, in cui si associa la permeabilità primaria per porosità "K" alla granulometria del deposito.

Le tabelle utilizzate sono le seguenti:

G. Castany, 1982

K (cm/s)		10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	
Granulometria	omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla				
	varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla - Limi									
Gradi di permeabilità		ELEVATA					BASSA						NULLA	
Tipi di formazione		PERMEABILI					SEMI - PERMEABILI						IMPER.	

P. Colombo, 1974

Grado di permeabilità	Valori di K (cm/sec)
Alto	> 10 ⁻¹
Medio	10 ⁻¹ - 10 ⁻³
Basso	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵
Molto basso	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷
Impermeabile	< 10 ⁻⁷

CLASSI DI PERMEABILITA' (D.G.R.V. 615/96)

> 1 cm/s	1 - 10 ⁻⁰⁴ cm/s	10 ⁻⁰⁴ - 10 ⁻⁰⁶ cm/s	< 10 ⁻⁰⁶ cm/s
Terreni molto permeabili	Terreni mediamente permeabili	Terreni poco permeabili	Terreni praticamente impermeabili

Inoltre in corrispondenza di due delle dodici trincee eseguite in sito per il riconoscimento litostratigrafico superficiale, sono state eseguite delle prove di permeabilità a carico variabile (prova in abbassamento, A.G.I. 1977), le quali avrebbero dovuto consentire la determinazione sperimentalmente della permeabilità “K”. Ciò non è stato possibile poiché nonostante siano stati versati in trincea (sezione in pianta 0.8 x 0.8 m) oltre 1000 litri d’acqua con una portata di uscita dalla bocca di scarico di 1 l/s, l’assorbimento dell’acqua è stato quasi immediato impedendo di portare a completamento le prove. Tale situazione è certamente indice di una permeabilità di grado ELEVATO alla quale si possono associare valori di permeabilità $>10^{-01} \div 1 \text{ cm/s}$.



Approntamento della prova di carico



Tentato riempimento della sezione di scavo

In riferimento alle caratteristiche geologiche della zona e da quanto rilevato in sito, l’area in esame da un punto di vista idrogeologico è caratterizzata da un acquifero freatico indifferenziato, il cui spessore è maggiore di dieci di metri, costituito da litologie ghiaiose – ciottolose in matrice sabbiosa o limoso sabbiosa con permeabilità primaria per porosità qualitativamente di grado ALTO (“K” $>10^{-01} \text{ cm/s}$). Localmente la continuità verticale dell’acquifero potrebbe risultare interrotta dalla presenza di lenti di terre fini argillose / limose con grado di permeabilità “K” BASSO o MOLTO BASSO.

Dal punto di vista idrografico, l’unico corso d’acqua naturale che scorre nelle vicinanze è il Fiume Adige, la cui sponda destra dista circa 4.5 km dall’area di intervento in direzione Nord-Est.

In generale la circolazione idrica superficiale dell’area di indagine è caratterizzata per lo più da forme idrografiche di tipo artificiale, quali fossi o canalette, utilizzati per l’irrigazione a scorrimento. Tra questi, il principale, nell’intorno dell’area di indagine, è il

“Canale di Mezzacampagna”, che scorre ad una distanza media di circa 1.00 km, ad est del settore di progetto.

Da un punto di vista “idrografico – amministrativo”, il sito oggetto di studio rientra nell’ambito territoriale dell’Autorità di Bacino del Fiume Adige e dall’analisi della cartografia del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), non ricade fra le aree a pericolosità idraulica individuate, le quali risultano invece limitate alle porzioni limitrofe alla sponda del Fiume Adige poste in direzione Nord- Est rispetto al sito di interesse progettuale (v. fig. seguente).



Estratto della “Carta della pericolosità idraulica” del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Adige

6 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la trasformazione dell'uso del suolo da essa attuata. Nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio. Il modello di calcolo utilizzato per l'analisi afflussi-deflussi idraulici nell'area, ai fini della stima delle portate di piena, è il *metodo razionale*.

6.1 ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Considerando l'intera area interessata dagli interventi di ampliamento e/o trasformazione, le superfici coinvolte subiranno una variazione d'uso secondo quanto descritto in precedenza e schematicamente riassunto nella seguente tabella:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
Aree verdi	12.6784 m ²	2.491 m ²
Aree semipermeabili (grigliati)	-	1.011 m ²
Superfici impermeabili	-	9.176 m ²
Superficie totale	12.678 m²	12.678 m²

Sull'area, attualmente quasi completamente verde, verranno realizzati gli interventi in precedenza descritti, con fabbricati commerciali e residenziali, viabilità e parcheggi con stalli in grigliato e relativo arredo urbano.

In generale si evidenzia quindi una diminuzione del livello di drenaggio con una riduzione delle superfici permeabili, che passano da una percentuale del 100% (stato di fatto) ad un valore del 20% ca. (stato di progetto).

In tal senso, il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il coefficiente di deflusso ϕ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso. I valori di ϕ vengono convenzionalmente assunti come indicato dall'allegato alla D.G.R. 2948 e come di seguito esposto:

SUPERFICIE	ϕ
Aree agricole	0,10
Superfici permeabili (aree verdi)	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta, ecc.)	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ecc.)	0,90

Nel presente studio, le superfici (attuali e di progetto) sono state caratterizzate come di seguito esposto:

- SUPERFICI AGRICOLE ($\varphi = 0,1$): allo stato attuale e di progetto non risultano superfici agricole;
- SUPERFICI PERMEABILI ($\varphi = 0,2$): sono state considerate come permeabili le aree verdi, sia private che pubbliche, sia allo stato attuale che di progetto;
- SUPERFICI SEMIPERMEABILI ($\varphi = 0,6$): sono state considerate come superfici semipermeabili i parcheggi in grigliato nello stato di progetto;
- SUPERFICI IMPERMEABILI ($\varphi = 0,9$): per lo stato di progetto sono state considerate come impermeabili le coperture degli edifici comprensive delle sagome relative ai vani interrati, le superficie asfaltate, i marciapiedi e le aree pedonali.

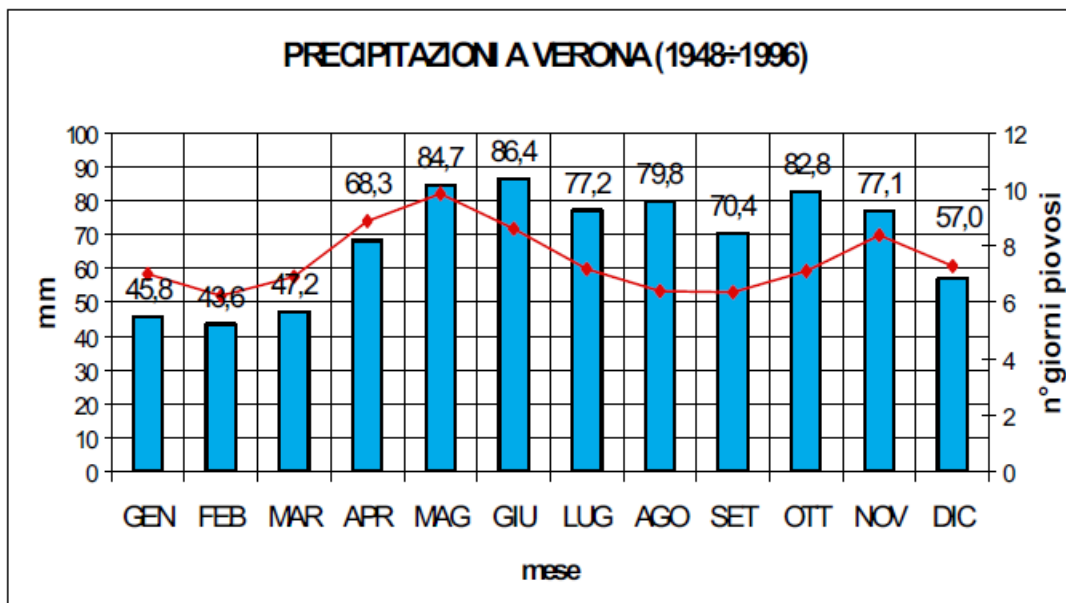
L'influenza delle singole superfici in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso φ_i :

$$\varphi = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella precedente tabella si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato pari a 0,20 per quanto riguarda lo stato attuale e 0,74 per lo stato di progetto. Considerando le superfici nel loro insieme, rispetto allo stato attuale l'intervento comporterà una modifica nell'impermeabilizzazione dell'intera area pari a 12.678 m². L'intervento in progetto è classificabile come *intervento a significativa impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 1 e 10 ha*.

6.2 ANALISI IDROLOGICA

A livello d'inquadramento, analizzando i dati pluviometrici del periodo 1948 ÷ 1996 relativi alla Stazione «Meteo 4» di Verona, posta a quota 85 m s.l.m., come riportati nel PAT comunale (vedi figura seguente), si rileva nella zona una piovosità media annua pari a circa 820 mm con un numero medio di 100 giorni piovosi all'anno. I fenomeni sono più accentuati nel periodo tardo primaverile ed autunnale, con picchi nei mesi di maggio e giugno e in quelli di ottobre e novembre, mentre si rileva la minima piovosità nei mesi di gennaio, febbraio e marzo. I mesi estivi invece sono caratterizzati da andamenti altalenanti e soprattutto negli ultimi anni si può notare una certa continuità di precipitazioni concentrate nel mese di agosto.



Andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno a Verona per il periodo 1948 ÷ 1996.
Gli istogrammi rappresentano i millimetri di pioggia cumulativi mensili mentre in rosso è rappresentato l'andamento del numero medio dei giorni piovosi.

Negli ultimi anni, a partire dal 2009, si sono verificati nella provincia di Verona alcuni eventi meteorici di portata eccezionale che hanno determinato, per una serie di motivazioni contingenti, anche pesanti conseguenze sul territorio. Tali eventi, caratterizzati da tempi di ritorno anche superiori ai 50 anni (dati ARPAV), si sono contraddistinti per intensità particolarmente elevate nell'arco delle 24 ore. Tale circostanza andrà considerata nello sviluppo del progetto di eventuali sistemi d'invaso ed in particolare nella valutazione dei tempi di vuotamento, in modo da garantire un adeguato volume di accumulo in rapporto agli eventi critici considerati.

Per la caratterizzazione idrologica di dettaglio dell'area in esame si è fatto riferimento al Piano di Emergenza Provinciale che nella Relazione Metodologica riporta l'elaborazione dei dati relativi alla stazione pluviometrica di Verona e riferiti ad eventi piovosi intensi di durata oraria (1, 3, 6, 12 e 24 ore) registrati dal 1927 (dati desunti dal rapporto "Valutazione delle piene nel Triveneto" V. Villi - B. Bacchi, 2000 - C.N.R.- Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche).

Per il calcolo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP) è stata utilizzata la legge generalizzata del valore estremo GEV e il metodo scala invariante (Burlando & Rosso, 1996; e Rosso et al., 1997), al fine di definire il legame tra l'altezza di pioggia e la durata di precipitazione per un evento con data probabilità di superamento.

Nel caso specifico, riferendosi ad eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 50 anni ($T_r = 50$ anni), l'elaborazione statistica ha fornito la seguente espressione:

$$h = 55,01 \cdot t^{0,235} \text{ (con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore)}$$

6.3 ANALISI DELLA CRITICITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO E STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO

La valutazione del livello di incremento di criticità idraulica del territorio determinato dagli interventi in progetto viene solitamente fatta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto. Il valore della portata massima e l'avvio del processo di esaurimento della piena sono legati al rapporto esistente tra la durata τ della precipitazione ed il tempo di corrivazione τ_c (tempo impiegato dalla particella idraulicamente più lontana a raggiungere la sezione di chiusura del bacino). Assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata. Il calcolo quindi della massima portata, partendo da un'analisi della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) riferita ad una stazione pluviometrica di riferimento, avviene assumendo una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione calcolato.

Il tempo di corrivazione, nel caso di piccoli bacini, può essere calcolato attraverso la formula di *Ventura*:

$$\tau_c (\text{ore}) = 0,1272 \sqrt{A_b / i_m}$$

dove

A_b è l'area del bacino in km^2

i_m è la pendenza media del bacino (considerata nello specifico pari a 0,006).

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area di studio, il tempo di corrivazione secondo la formula considerata risulta di circa 11 minuti. L'evento critico considerato con T_r di 50 anni fornisce per tale durata un'altezza di pioggia di circa 37 mm ed un'intensità di pioggia i di circa 201 mm/ora.

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{3600} [m^3 / s]$$

con:

i = intensità di pioggia in mm/ora

A = superficie scolante in ha

φ = coefficiente di deflusso

A parità di intensità, il contributo idrico dell'area allo stato attuale è pari a 142 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso massima è di 524 l/s. *L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 382 l/s e rende necessarie delle misure compensative per non alterare l'attuale equilibrio idraulico.*

Il coefficiente udometrico attuale risulta pari a circa 112 l/s per ettaro mentre nella configurazione di progetto sale a 413 l/s per ettaro. Poiché le misure compensative andranno a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e conseguentemente di portata prodotti dall'intervento, la valutazione di tali misure nelle condizioni di progetto è stata svolta ipotizzando in maniera cautelativa che la portata di scarico dell'area nelle condizioni attuali sia inferiore a quanto sopra calcolato e pari a 10 l/s per ettaro (valore confrontabile con la portata di scarico di un terreno agricolo).

Secondo il principio dell'invarianza idraulica, le misure compensative andranno quindi valutate considerando un valore costante del coefficiente udometrico pari a 10 l/s ha.

7 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Per rispettare il principio dell'invarianza idraulica, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso che garantiscano che la portata di deflusso rimanga costante.

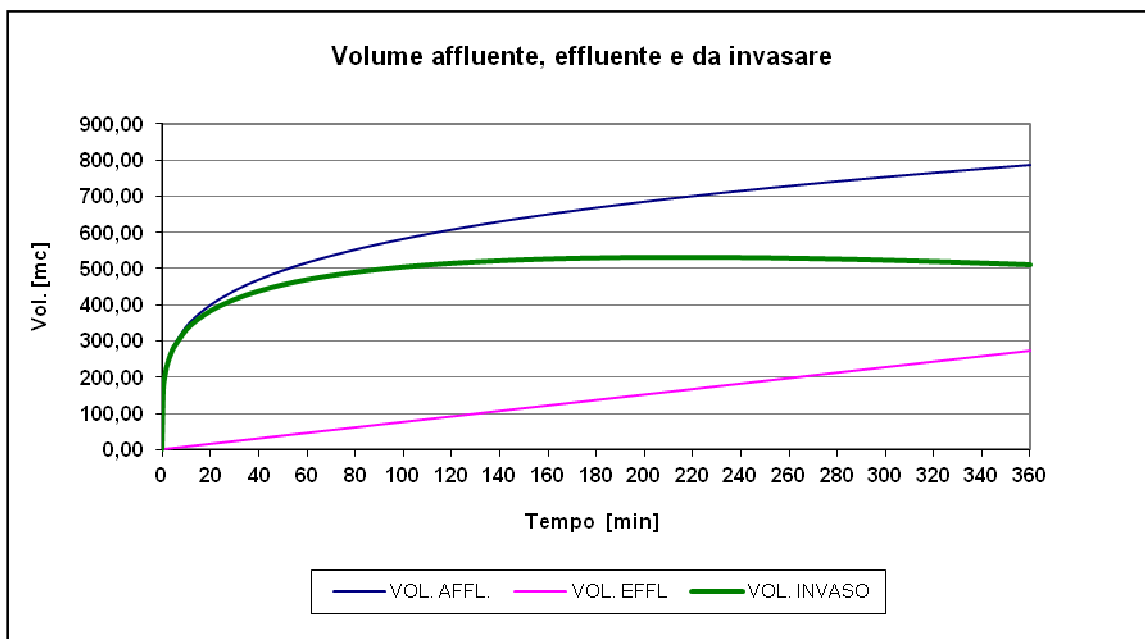
In considerazione delle caratteristiche geotecniche e di permeabilità del sottosuolo nell'area oggetto di studio, è possibile, secondo la normativa vigente, prevedere la realizzazione di sistemi di infiltrazione facilitata quali pozzi o trincee disperdenti come misura compensativa da adottare al fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica. Si sottolinea comunque che gli interventi di mitigazione dovranno obbligatoriamente garantire la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.

Per completare l'analisi delle misure compensative da adottare, si ritiene utile eseguire una valutazione del volume d'invaso, considerando le trasformazioni urbanistiche previste per l'area di progetto, calcolato sulle base delle caratteristiche idrologiche, di impermeabilizzazione e di geometria del sito oggetto di studio.

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore dell'invaso così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno considerato.

Nel caso specifico, assumendo costante una portata di scarico pari a 10 l/s ha, corrispondente ad una portata complessiva per l'area di progetto di 12,678 l/s, e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione si evince che il **volume di invaso minimo necessario risulta pari a circa 532 mc.**

Tale valore corrisponde infatti al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico massimo di 215 minuti di durata (3 ore e 35 minuti), come risulta dal grafico di seguito illustrato e dal tabulato di calcolo in allegato al testo (v. allegato 3), al quale si rimanda per un maggiore dettaglio.



Sviluppo del volume complessivo in ingresso e in uscita dal sistema e del volume di invaso necessario (differenza tra le due precedenti grandezze) in funzione della durata di precipitazione

Alla luce dell'analisi esposta, del risultato del calcolo, delle semplificazioni imposte nella valutazione e della considerazione che le capacità di filtrazione del suolo indagato sono certamente superiori a quanto considerato nel calcolo, si ritiene che un volume d'invaso minimo pari a circa 532 mc sia adeguato a garantire l'invarianza idraulica dell'area, con un contributo specifico pari a circa 420 mc/ha di superficie complessiva del lotto d'intervento.

Per la definizione delle misure compensative vengono distinte le aree private da quelle pubbliche. Per le prime si intende infatti proporre una soluzione finalizzata ad una razionale gestione delle acque raccolte che favorisca le buone pratiche costruttive attraverso il riutilizzo dell'acqua meteorica ad uso irriguo o per servizi igienici.

Per le aree pubbliche è invece ipotizzabile la realizzazione di un sistema di smaltimento costituito da pozzi disperdenti, ubicati ad opportuna distanza da vani interrati.

Le aree private, la cui superficie complessiva è di circa 9.033 mq, in ragione del contributo specifico sopra indicato, dovranno garantire un volume di compensazione totale pari ad almeno:

$$420 \text{ mc/ha} \times 0,9033 = 380 \text{ mc}$$

da distribuire in rapporto alle superfici impermeabilizzate nelle singole unità

AREA	SUPERFICIE	VOLUME
UMI 1	1096	46 mc
UMI 2	717	30 mc
UMI 3	615	26 mc
UMI 4	508	21 mc
UMI 5	673	28 mc
UMI 6	683	29 mc
UMI 7	681	29 mc
UMI 8	679	29 mc
UMI 9	1671	70 mc
UMI 10	1710	72 mc
Totale	9033	380 mc

Per le aree pubbliche, come precedentemente anticipato lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà attraverso la realizzazione pozzi disperdenti.

Le aree pubbliche, la cui superficie complessiva è di circa 3645 mq, in ragione del contributo specifico sopra indicato, dovranno garantire un volume di compensazione totale pari ad almeno:

$$420 \text{ mc/ha} \times 0,3645 = 153 \text{ mc}$$

da distribuire attraverso la realizzazione di due sistemi ciascuno costituito da pozzi disperdenti in serie e collegati tra loro per troppo pieno, di cui il sistema 1, dovrà smaltire le acque provenienti da una parte della viabilità interna e dalle aree circostanti il lotto denominato UMI10, mentre l'altro denominato sistema 2, dovrà smaltire le acque provenienti da parte della viabilità interna e dall'area parcheggio per i lotti residenziali, ubicato nel settore nord orientale del lotto di intervento:

AREA	SUPERFICIE	VOLUME
SISTEMA 1	1384	58 mc
SISTEMA 2	2261	95 mc
Totale	3645	160 mc

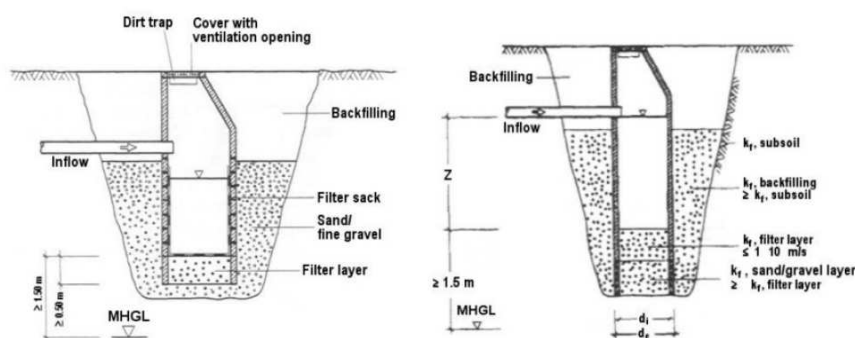
Considerando per entrambi i sistemi pozzi di diametro pari a 2.00m ed altezza filtrante H pari a 3.00m, con dreno in ghiaia dello spessore minimo di 0.50m ed indice dei vuoti pari al 35%, nelle condizioni stratigrafiche e di permeabilità rinvenute ($k=10^{-3}$ m/s) si calcola la seguente portata di filtrazione e volume di invaso:

$$Q_p = 2 \pi k H / \ln(R/r) = 22 \text{ l/s}$$

$$V_p = 35\% \pi (r_d^2 - r_p^2) H + \pi r_p^2 H = 21 \text{ mc.}$$

Pertanto per quanto riguarda il SISTEMA 1 sarà necessaria la realizzazione di n.3 pozzi disperdenti, mentre per il SISTEMA 2, occorreranno n.5 pozzi disperdenti, per garantire l'invarianza idraulica dell'area pubblica.

Sarà comunque opportuno che i pozzi vengano realizzati con un filtro di fondo, come proposto anche nella figura di seguito riportata ed estratta dall'Allegato n.2 – Componente idraulica del Prontuario per la Mitigazione Ambientale del P.I..



Schema tipo di pozzi perdenti (Prontuario di Mitigazione Ambientale del P.I. Allegato n.2 Componente idraulica).

Le misure compensative proposte vanno considerate come indicative e modificabili in funzione dello sviluppo del progetto. L'invarianza idraulica risulta soddisfatta purchè venga garantito sull'intero comparto un volume d'invaso minimo di 532 mc

In riferimento alle Norme Tecniche del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto, secondo l'art.39 comma 5 *per aree e parcheggi e piazzali o parcheggi di zone residenziali....di estensione inferiore a 5.000 mq*, le acque di dilavamento verranno sottoposte ad un *idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e se del caso di disoleazione*, prima del loro smaltimento.

Nel caso invece delle aree private, trattandosi prevalentemente di acque di dilavamento di tetti di edifici residenziali, come definiti nell'Allegato A alla DGR n.80 del 27/01/2011, l'eventuale recapito negli stati superficiali del sottosuolo attraverso i pozzi disperdenti, potrà avvenire senza necessità di trattamento.

Lì, Aprile 2015

Dott. Geol. Enrico Nucci



BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

AA.VV.

Compatibilità idraulica – corso di aggiornamento - Atti – Ordine dei Geologi del Veneto (30/03/2012)

Autorità di Bacino del Fiume Adige

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico. Bacino dell'Adige. Regione Veneto (2005)

G. Becciu – A. Paoletti

Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)

G. Castany

Idrogeologia. Principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)

Comune di Verona

Piano di Assetto del Territorio (P.A.T. 2006)

Comune di Verona

Piano degli Interventi (P.I. 2011)

Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrologica della Regione Veneto

Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)

C. Cestelli Guidi

Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni 2 – Hoepli (1991)

P. Colombo – F. Coleselli

Elementi di Geotecnica – Zanichelli (1996)

L. Da Deppo – C. Datei – P. Salandin

Sistemazione dei corsi d'acqua – Libreria Cortina Padova (2000)

R. Lancellotta

Geotecnica – Zanichelli (1987)

Provincia di Verona

Piano Territoriale Provinciale (2003)

Regione Veneto – Progetto Tecnam

Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico-Studio di compatibilità idraulica (2003)

ALLEGATI

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000
ALLEGATO 2:	TABULATO DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE
ALLEGATO 3:	TABULATO DI VERIFICA MISURE COMPENSATIVE

ALLEGATO 1

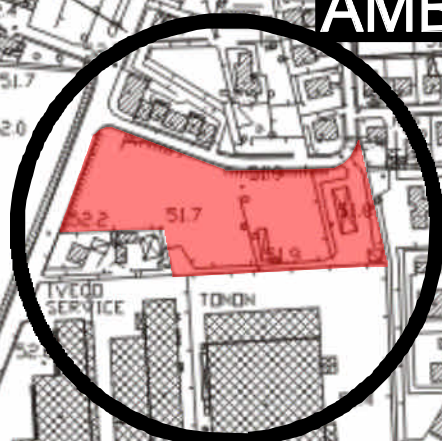
COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



SOCIETÀ DI INGEGNERIA E GEOLOGIA APPLICATA
Via Albere, 132 - 37137 Verona
tel / fax 045.8622408
email studionuccisrl@tiscali.it



AMBITO PUA



ALLEGATO 2

TABULATO DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE



SOCIETÀ DI INGEGNERIA E GEOLOGIA APPLICATA
Via Albere, 132 - 37137 Verona
tel / fax 045.8622408
email studionuccisrl@tiscali.it

CALCOLO VOLUME DI INVASO

Definizione curva pluviometrica

a = 55,01
n = 0,235

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	ϕ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	2491,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	1011,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	9176,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	ϕ =	0,74			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	12678,00	[mq]		

Calcolo volume di invaso

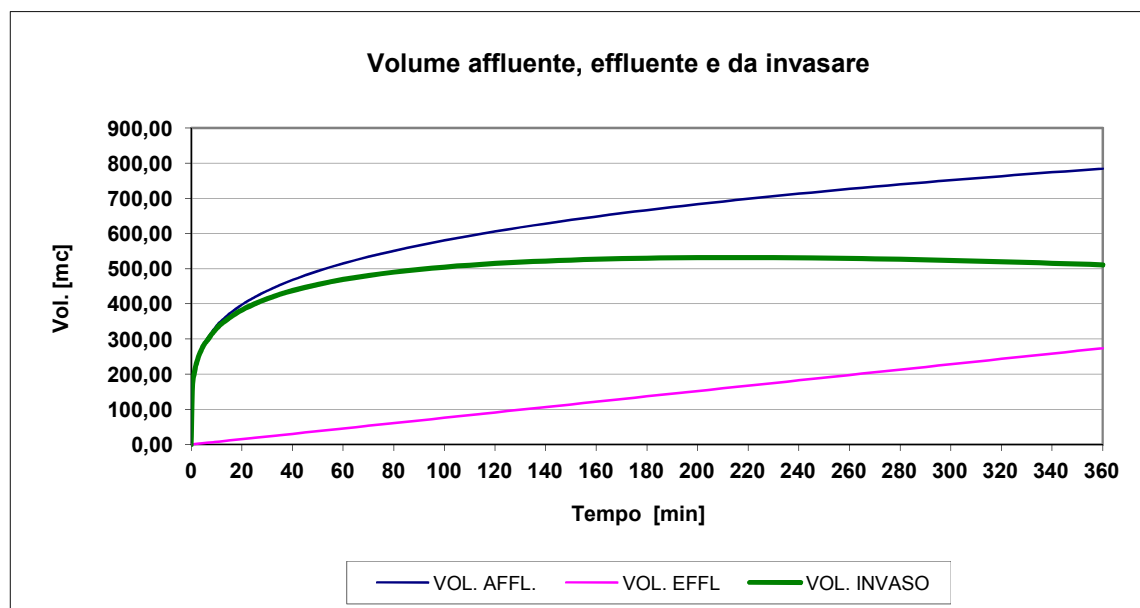
Portata scarico vasca Q out = 12,68 [l/sec]
u = 10,00 [l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	17,86	229,50	167,21	0,38	166,83
1	21,02	270,10	196,79	0,76	196,03
2	23,12	297,10	216,46	1,14	215,32
2	24,74	317,88	231,60	1,52	230,08
3	27,21	349,66	254,76	2,28	252,47
4	29,11	374,11	272,57	3,04	269,53
5	30,68	394,25	287,25	3,80	283,45
10	36,11	464,00	338,07	7,61	330,46
15	39,72	413,51	371,86	11,41	360,45
20	42,49	331,82	397,87	15,21	382,66
25	44,78	279,75	419,29	19,02	400,27
30	46,74	243,33	437,65	22,82	414,83
35	48,47	216,26	453,79	26,62	427,17
40	50,01	195,26	468,26	30,43	437,83
45	51,41	178,44	481,40	34,23	447,17
50	52,70	164,62	493,47	38,03	455,43
55	53,90	153,04	504,64	41,84	462,81
60	55,01	143,19	515,07	45,64	469,43
65	56,05	134,68	524,85	49,44	475,41
70	57,04	127,26	534,07	53,25	480,82
75	57,97	120,72	542,80	57,05	485,75
80	58,86	114,90	551,10	60,85	490,24
85	59,70	109,70	559,00	64,66	494,34
90	60,51	105,00	566,56	68,46	498,10
95	61,28	100,75	573,81	72,26	501,54
100	62,03	96,87	580,76	76,07	504,70
105	62,74	93,32	587,46	79,87	507,59
110	63,43	90,06	593,92	83,67	510,24
115	64,10	87,05	600,16	87,48	512,68
120	64,74	84,26	606,19	91,28	514,91
125	65,37	81,67	612,03	95,09	516,95
130	65,97	79,26	617,70	98,89	518,81
135	66,56	77,00	623,20	102,69	520,51
140	67,13	74,89	628,55	106,50	522,06
145	67,69	72,90	633,76	110,30	523,46
150	68,23	71,04	638,82	114,10	524,72
155	68,75	69,28	643,77	117,91	525,86
160	69,27	67,62	648,59	121,71	526,88
165	69,77	66,04	653,29	125,51	527,78
170	70,26	64,55	657,89	129,32	528,58
175	70,74	63,14	662,39	133,12	529,27
180	71,21	61,79	666,79	136,92	529,87

185	71,67	60,51	671,10	140,73	530,37
190	72,12	59,29	675,32	144,53	530,79
195	72,57	58,12	679,45	148,33	531,12
200	73,00	57,00	683,51	152,14	531,37
205	73,42	55,94	687,48	155,94	531,54
210	73,84	54,92	691,39	159,74	531,65
215	74,25	53,94	695,22	163,55	531,68
220	74,65	53,00	698,99	167,35	531,64
225	75,05	52,09	702,69	171,15	531,54
230	75,44	51,22	706,33	174,96	531,37
235	75,82	50,39	709,91	178,76	531,15
240	76,19	49,58	713,43	182,56	530,86
245	76,56	48,81	716,89	186,37	530,53
250	76,93	48,06	720,30	190,17	530,13
255	77,29	47,34	723,66	193,97	529,69
260	77,64	46,64	726,97	197,78	529,20
265	77,99	45,96	730,24	201,58	528,66
270	78,33	45,31	733,45	205,38	528,07
275	78,67	44,68	736,62	209,19	527,43
280	79,01	44,07	739,75	212,99	526,76
285	79,33	43,48	742,83	216,79	526,04
290	79,66	42,90	745,87	220,60	525,27
295	79,98	42,34	748,87	224,40	524,47
300	80,30	41,80	751,84	228,20	523,63
305	80,61	41,28	754,76	232,01	522,76
310	80,92	40,77	757,65	235,81	521,84
315	81,22	40,27	760,51	239,61	520,89
320	81,52	39,79	763,33	243,42	519,91
325	81,82	39,32	766,11	247,22	518,89
330	82,12	38,86	768,87	251,02	517,84
335	82,41	38,42	771,59	254,83	516,76
340	82,69	37,99	774,28	258,63	515,65
345	82,98	37,56	776,94	262,43	514,51
350	83,26	37,15	779,57	266,24	513,33
355	83,54	36,75	782,18	270,04	512,13
360	83,81	36,36	784,75	273,84	510,91

Volume da invasare =

531,68



ALLEGATO 3

TABULATO DI VERIFICA MISURE COMPENSATIVE



SOCIETÀ DI INGEGNERIA E GEOLOGIA APPLICATA
Via Albere, 132 - 37137 Verona
tel / fax 045.8622408
email studionuccisrl@tiscali.it

CALCOLO VOLUME DI INVASO

Definizione curva pluviometrica

a = 55,01
n = 0,235

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a = 0,00	[mq]	ϕ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p = 2491,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp = 1011,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im = 9176,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	ϕ = 0,74			
TOT. Superficie di calcolo	Sup = 12678,00	[mq]		

Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca Q out = 626,00 [l/sec]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	17,86	229,50	167,21	18,78	148,43
1	21,02	270,10	196,79	37,56	159,23
2	23,12	297,10	216,46	56,34	160,12
2	24,74	317,88	231,60	75,12	156,48
3	27,21	349,66	254,76	112,68	142,08
4	29,11	374,11	272,57	150,24	122,33
5	30,68	394,25	287,25	187,80	99,45
10	36,11	464,00	338,07	375,60	VUOTO
15	39,72	413,51	371,86	563,40	VUOTO
20	42,49	331,82	397,87	751,20	VUOTO
25	44,78	279,75	419,29	939,00	VUOTO
30	46,74	243,33	437,65	1126,80	VUOTO
35	48,47	216,26	453,79	1314,60	VUOTO
40	50,01	195,26	468,26	1502,40	VUOTO
45	51,41	178,44	481,40	1690,20	VUOTO
50	52,70	164,62	493,47	1878,00	VUOTO
55	53,90	153,04	504,64	2065,80	VUOTO
60	55,01	143,19	515,07	2253,60	VUOTO
65	56,05	134,68	524,85	2441,40	VUOTO
70	57,04	127,26	534,07	2629,20	VUOTO
75	57,97	120,72	542,80	2817,00	VUOTO
80	58,86	114,90	551,10	3004,80	VUOTO

Volume da invasare = 160,12

Volume affluente, effluente e da invasare

