

COMUNE DI VERONA

PUA - SCHEDA 34

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER URBANIZZAZIONE DI
AREA SITA IN ATO 3 - VERONA - Via San Marco**

Soggetto Attuatore :

Sig.ra Marcolini Rosa

Sig. Martinelli Tullio

Progettista :

Arch. Paolo Richelli
Lungadige Panvinio, 17 - Verona
Tel. 045 - 590050
e-mail : studio@architettorichelli.it
Iscrizione Ordine Architetti PPC di Verona : N° 499

Collaboratore :

Arch. Lucia Giavina

ANALISI GEO - IDROGEOLOGICA : 4

TAVOLE :

4.2 COMPATIBILITA' IDRAULICA

REV N. : 03

Data : OTTOBRE 2018

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI VERONA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO UBICATO IN VIA SAN MARCO NEL COMUNE DI VERONA

URBANIZZAZIONE DI AREA PREVISTA DAL PIANO DEGLI INTERVENTI
DEL COMUNE DI VERONA - ATO 3 REPERTORIO 34

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Ottobre, 2018

IL TECNICO

ING. LUCA MIGNOLLI



Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B - 37024 Negrar (VR)
Cell. 349.8463062 - email: l.mignolli@gmail.com

Data: Ott-18

Revisione: 03

FASCICOLO

4

ANALISI GEO - IDROGEOLOGICA

TAVOLA :

4.2

COMPATIBILITA' IDRAULICA

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	4
2	INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO IN ESAME NELL'AMBITO DELL'AUTORITÀ DI BACINO.....	5
3	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI	7
3.1	UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE.....	8
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	9
3.3	IDROGRAFIA, IDROGEOLOGIA	10
3.4	PROVE IN SITO.....	12
3.4.1	TRINCEE PER MEZZO DI ESCAVATORE MECCANICO	12
3.4.2	PROVE DI PERMEABILITÀ SU POZZETTO SUPERFICIALE.....	13
4	INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO IN ESAME NELL'AMBITO DEL P.A.T. DEL COMUNE DI VERONA	16
4.1	CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....	17
4.2	CARTA DELLE INVARIANTI	18
4.3	CARTA DELLE FRAGILITÀ.....	19
4.4	CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ.....	20
5	PIANO DEGLI INTERVENTI	21
6	INTERVENTO DI PROGETTO PROPOSTO	23
7	CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA E CALCOLO DELLA MASSIMA PIOVOSITÀ	25
7.1	ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI: METODO DI GUMBEL.....	26
7.2	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	26
7.3	CALCOLO DELLE PORTATE: TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI IN DEFLUSSI	29
8	CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA GENERATA DAI DEFLUSSI DI ORIGINE METEORICA	32
8.1	INQUADRAMENTO DEI DEFLUSSI IN RELAZIONE ALLE DEFINIZIONI CONTENUTE NEL PTA.	34
9	INDIVIDUAZIONE DI MISURE COMPENSATIVE E/O MITIGAZIONE.....	36
10	SISTEMA DI GESTIONE DEI DEFLUSSI PROPOSTO	38
11	OPERE E MANUFATTI PER LA GESTIONE DEI DEFLUSSI.....	42
11.1	POZZI PER LA DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE	42
11.2	SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "A"	45
11.3	SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "B"	46

12	CAPACITÀ DI INVASO DELLE ACQUE METEORICHE	47
13	CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI PER LA FASE ESECUTIVA	49

1 PREMESSA

Su incarico dei Sig.ri Martinelli Tullio e Marcolini Rosa, il sottoscritto Ing. Luca Mignolli, iscritto all'ordine degli ingegneri della Provincia di Verona al n. A3889 redige la presente *Valutazione di compatibilità idraulica* ad integrazione del progetto relativo al Piano Urbanistico Attuativo da realizzare in Via San Marco nel comune di Verona. Nel dettaglio il presente elaborato svilupperà una valutazione di compatibilità idraulica, ai sensi della normativa vigente, per quanto riguarda le opere inerenti:

- ✓ Standards di progetto, Viabilità carraia e ciclopeditone all'interno dell'ambito di intervento del PUA;
- ✓ Superfici impermeabilizzate (coperte e scoperte) funzionali agli interventi (UMI) privati nei quali risulta articolato il PUA.

Il presente documento è stato redatto facendo riferimento alla normativa vigente in merito agli aspetti trattati nel caso specifico in esame ed in particolare:

- ✓ Delibera della Giunta della Regione Veneto n. 3637 del 13 Dicembre 2002 "Legge 3 agosto 1998, n. 267 – *individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico. Indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici*" e relative modalità operative e indicazioni tecniche allegate;
- ✓ Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 1322 del 10 maggio 2006, "Legge 3 agosto 1998, n. 267 – *Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico. Indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici*" e relative modalità operative e indicazioni tecniche allegate;
- ✓ Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 1841 del 19 giugno 2007, "Legge 3 agosto 1998, n. 267 – *Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico. Indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Modifica DGR 1322 del 10 maggio 2006, in attuazione della sentenza del TAR del Veneto n. 1500/07 del 17 maggio 2007*".
- ✓ Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 2948 del 6 ottobre 2009, "Legge 3 agosto 1998, n. 267 – *Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009*."
- ✓ Decreto Legislativo 3 aprile 2006 N. 152, "Norme in materie ambientale"
- ✓ Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 842 del 15/05/2012, "Piano di Tutela delle Acque, D.G.R. n. 842 del 15/05/2012, modifica e approvazione del testo integrato delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque (Dgr n. 141/CR del 13/12/2011)"

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

- ✓ Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 1534 del 03/11/2015, "Modifiche ed adeguamenti del Piano di tutela delle Acque (PTA) art. 121 D.Lgs. 152/2006 Artt. 33, 34, 37, 38, 40, 44 e Allegati E, F

2 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO IN ESAME NELL'AMBITO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

L'area di intervento oggetto del presente studio è ubicata in Via San Marco, nel territorio comunale di Verona facente capo all'autorità di bacino nazionale del fiume Adige. Dall'analisi delle tavole di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico del "Piano di Gestione del Rischio alluvioni - Bacino del fiume Fissero, Tartaro, Canalbianco, Adige, Brenta-bacchiglione" si evince che le aree interessate dalle opere di progetto **Non Ricadono** nella perimetrazione delle zone caratterizzate da pericolosità o rischio idraulico. Si riportano di seguito gli estratti delle tavole di perimetrazione delle zone interessate da rischio e pericolosità idraulica relative al bacino di interesse con ubicazione dell'area oggetto dell'intervento di progetto.

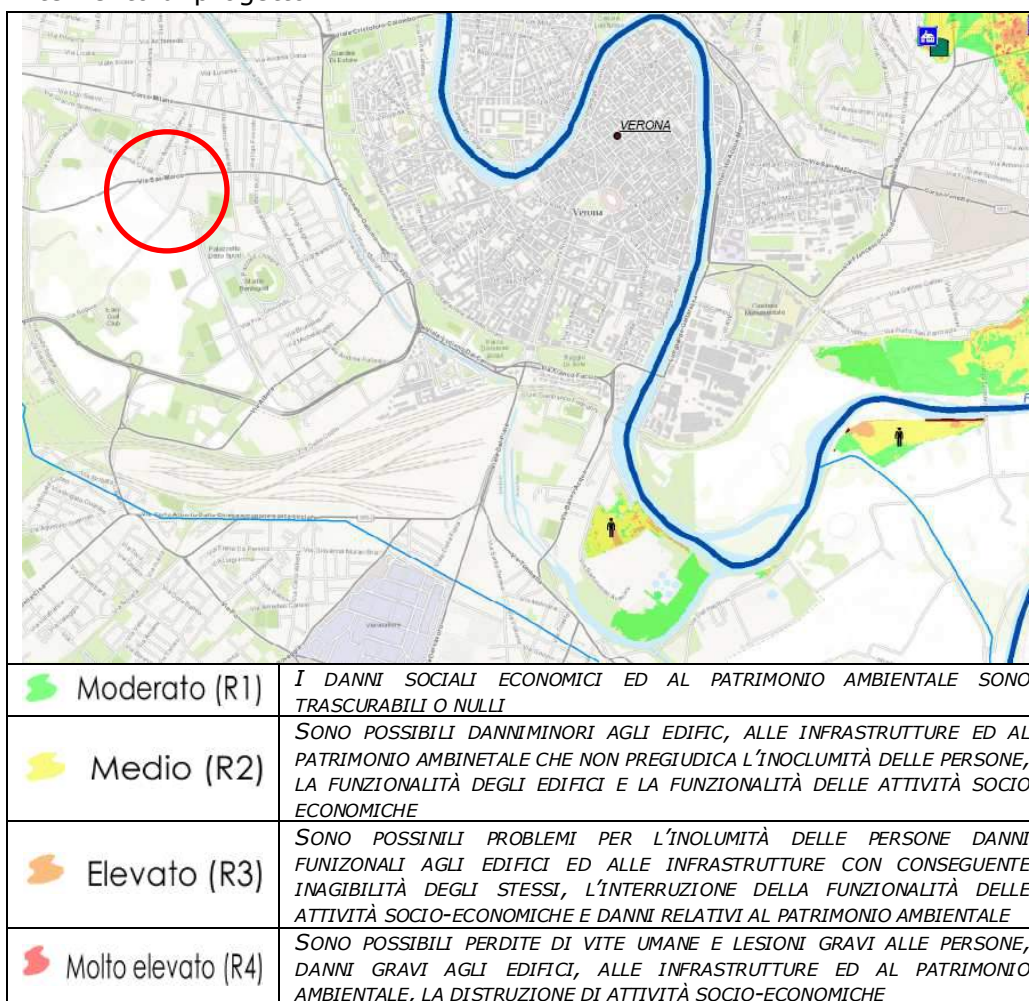


FIGURA 2.1: Estratto dalla carta delle Aree allagabili – **Classi di Rischio** – Tav. P03/HLP/R

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

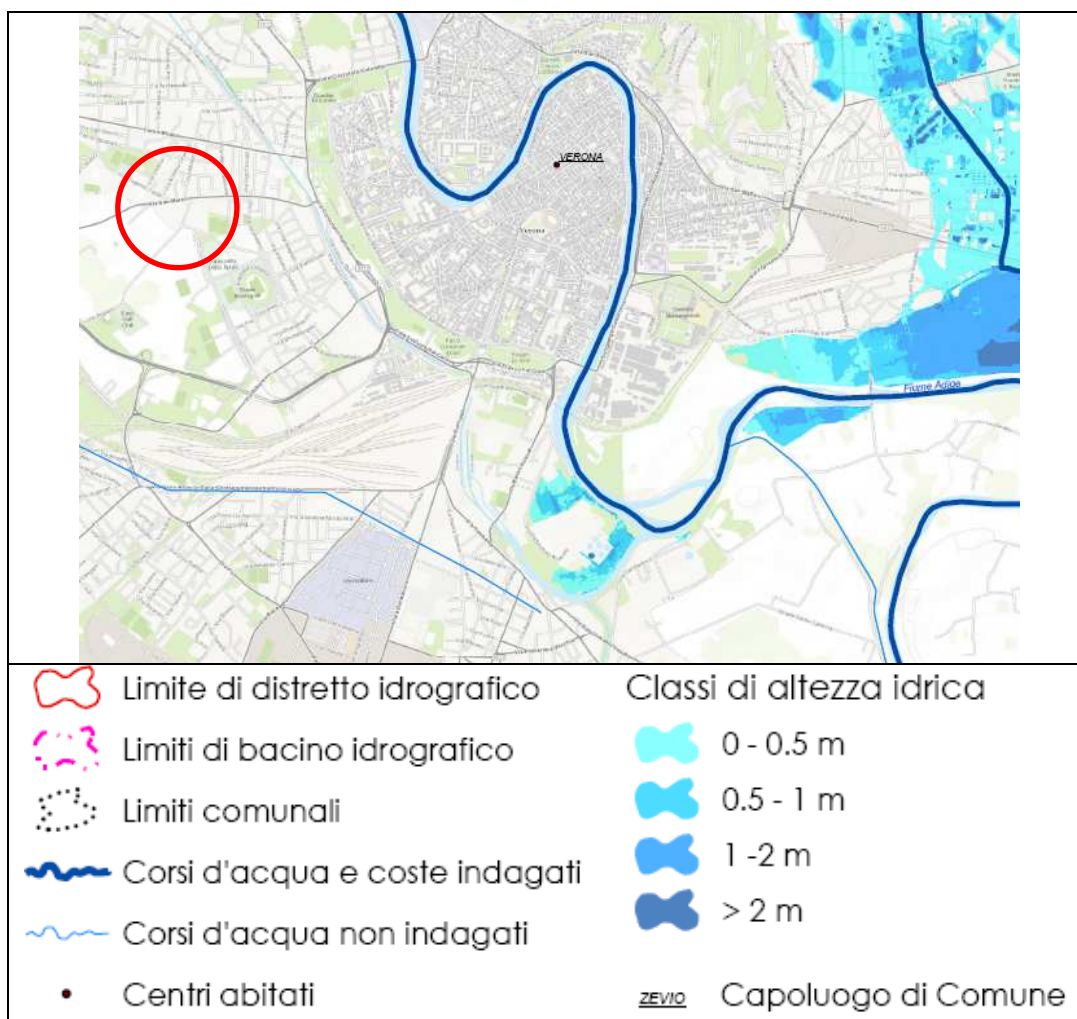


FIGURA 2.2: Estratto dalla carta delle Aree allagabili – **Altezze idriche** – Tav. P03/HLP/WH

Anche dall'analisi della Tavola di "perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica" introdotta con decreto di aggiornamento del segretario generale n.60 del 30/04/2015, si evince che le aree interessate dalle opere di progetto **Non Ricadono** nella perimetrazione delle zone caratterizzate da pericolosità o rischio idraulico. Si riporta di seguito l'estratto della tavola di perimetrazione delle zone interessate da rischio e pericolosità idraulica relative al bacino di interesse con ubicazione dell'area oggetto dell'intervento di progetto.

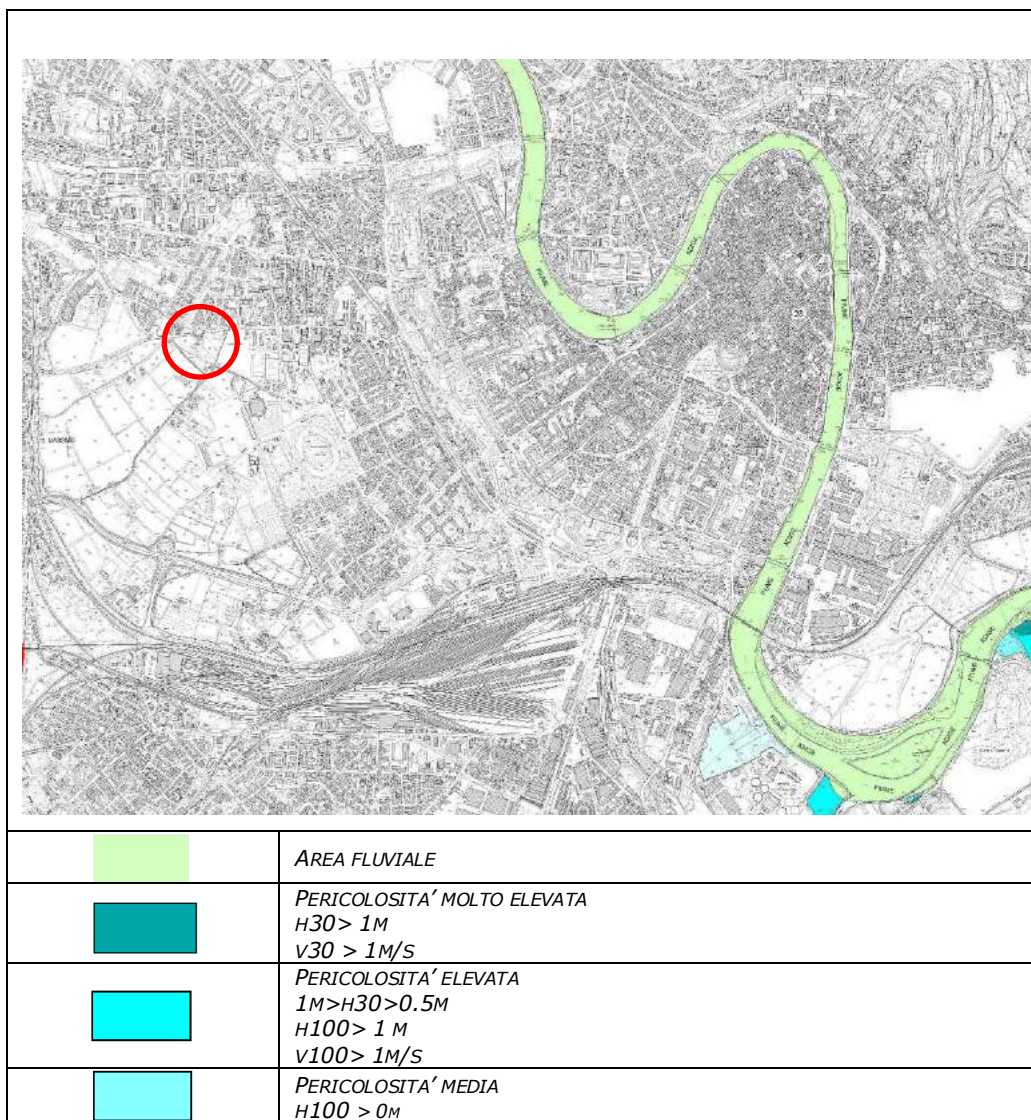


FIGURA 2.1: Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del fiume adige - Estratto dalla tavola di "Perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica" - **Tav. A.4.28/I**

3 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

I dati relativi alle caratteristiche generali dell'intervento di progetto verranno di seguito estrapolati dalle informazioni e dagli elaborati forniti allo scrivente dallo studio tecnico dell'Architetto Paolo Richelli di Verona (VR).

I dati relativi all'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di interesse verranno invece di seguito in parte ripresi dalla relazione geologico e geotecnica sviluppata dal Dott. Geol. Davide Sorze.

Si riportano di seguito gli stralci di interesse tratti dai succitati elaborati e si rimanda ad essi per eventuali chiarimenti ed approfondimenti in merito agli aspetti di seguito trattati

3.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE

L'area in oggetto, interessata dal PUA – Scheda Norma n. 34 – ATO 3, è localizzata nel quartiere di Verona - Borgo Milano facente parte della III circoscrizione, collocato nella parte ovest della città, in direzione Milano.

Nel dettaglio il lotto in esame è situato in Via San Marco. I Terreni di proprietà, entro cui verrà realizzata l'opera di progetto, si sviluppano secondo una morfologia sub pianeggiante, ad un intervallo altimetrico medio di 61 m.s.l.m.

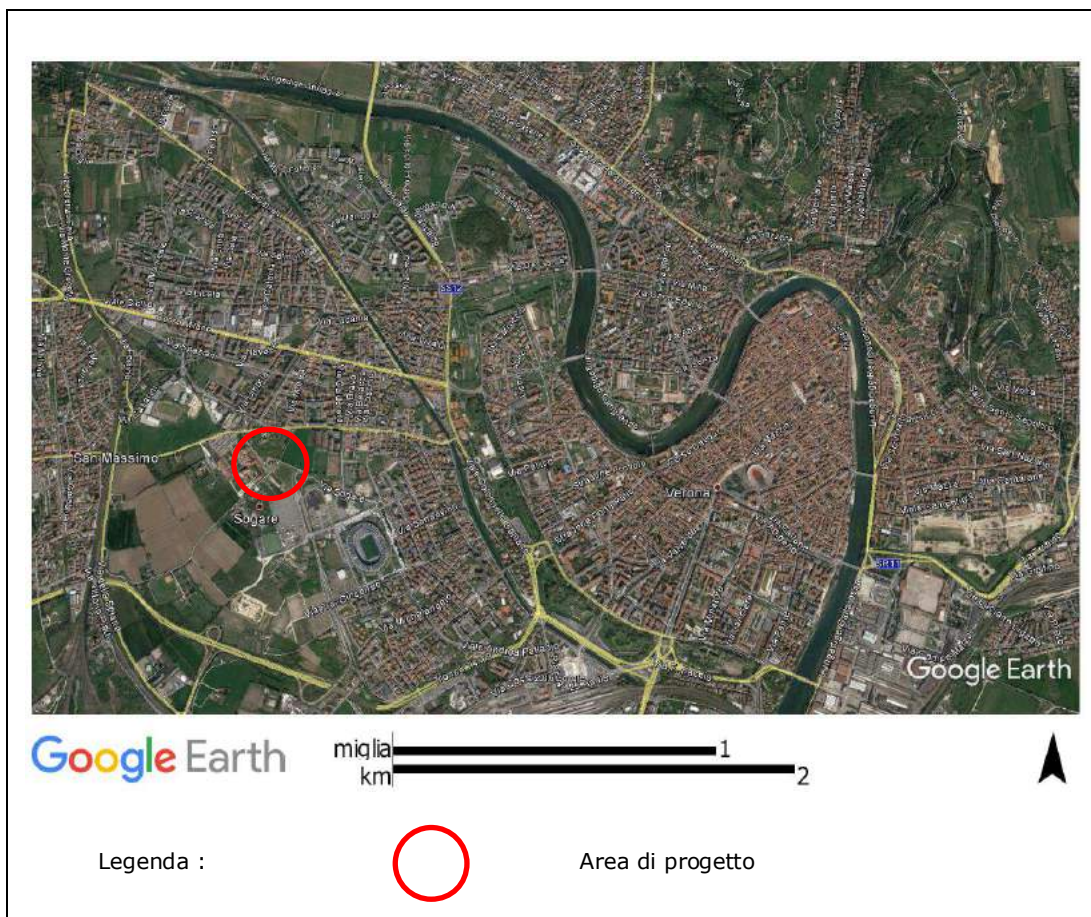


FIGURA 3.1.1: Immagine da satellite con inquadramento del lotto di progetto

L'area di intervento è delimitata verso Nord dall'asse viabilistico di via San Marco, verso Est si susseguono edifici residenziali e due/tre piani con giardini privati lungo l'asse di via San Marco che conduce al centro città; a Sud-Est si trova la rotonda di raccordo alla bretella A22, si evidenziano in questa zona le strutture sportive dello stadio e del palazzetto dello sport. A Sud-Ovest l'area è delimitata da mappali di proprietà del Consorzio di Bonifica sede di Canale Tombato evidenziato in cartografia AGSM. Verso est, appena oltre il tracciato di Via Sogare, si trova l'Istituto Don Calabria e a Nord-Ovest l'Istituto Salesiano.

Ad oggi in tale porzione di territorio risulta presente un insediamento residenziale come visibile anche nella foto aerea di cui la Figura 3.1.1 rappresenta un estratto, la cui data di acquisizione sul portale Google Earth risulta datata novembre 2015.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio del Comune di Verona, situato tra la Pianura Padana e le Prealpi Venete, è costituito da una parte collinare e da una parte di pianura. L'area collinare è caratterizzata da una serie di dorsali a direzione meridiana che si protendono verso la pianura. Su di esse spiccano dei dossi di forma allungata e rotondeggiante. Quasi al limite tra le aree collinari e la pianura scorre il fiume Adige caratterizzato da un corso meandriforme. L'area di pianura del territorio comunale è formata dall'ampia e piatta conoide dell'Adige diretta verso Sud – Sud Est. La conoide, costituita dall'accumulo di materiali detritici trasportati dall'Adige, è incisa da una serie degradante di imponenti terrazzi. Le alluvioni superficiali affioranti nel territorio di pianura del Comune di Verona sono costituite, come le alluvioni profonde, principalmente da materiali atesini (ciottoli, ghiaie e sabbie). Nella carta geologica la suddivisione è la seguente: alluvioni Rissiane, Wurmiane, attuali e recenti dell'Adige ed alluvioni locali delle valli. Secondo quanto riportato dalla carta geologica del Comune di Verona (Sorbini – De Zanche – Spagna – 1977) nell'area in esame affiorano alluvioni Wurmiane. Queste alluvioni si trovano all'interno di un grande solco scavato entro la conoide Rissiana. Le alluvioni Wurmiane si trovano pertanto in posizione depressa rispetto alle alluvioni del terrazzo rissiano basso e sono per lunghi tratti separate da queste da una netta scarpata che in alcuni punti raggiunge i 20 metri di altezza. Di seguito si riporta uno stralcio della Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto, dove sono indicate le unità geomorfologiche principali.

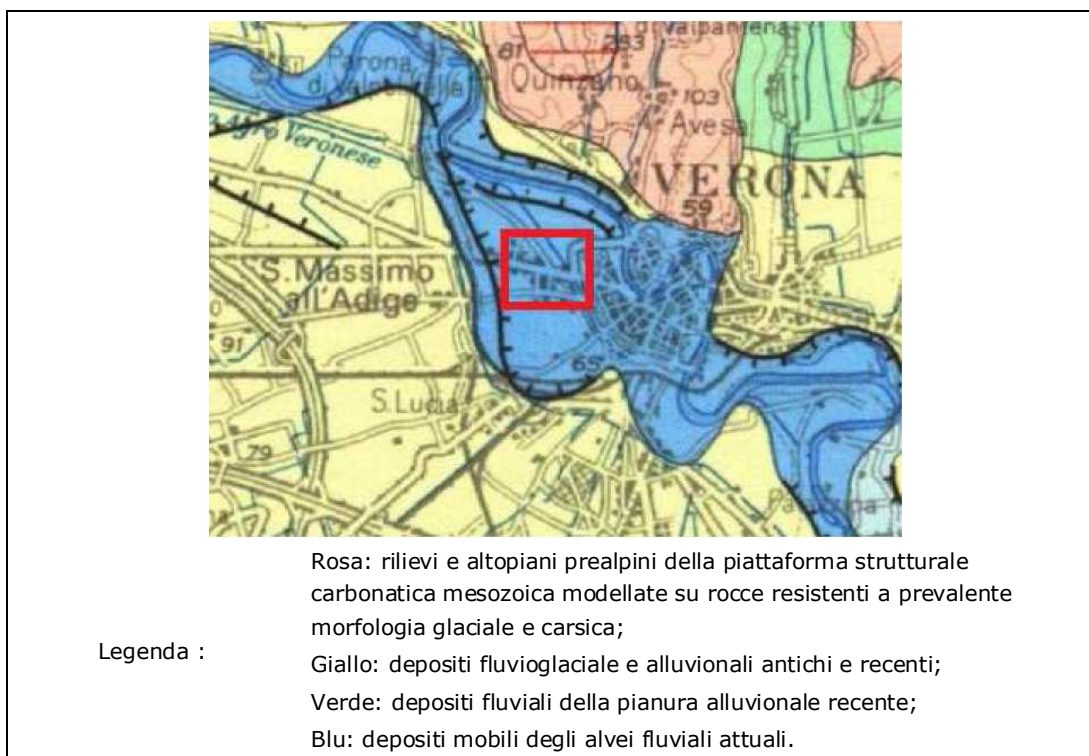


FIGURA 3.2.1: Stralcio Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

In alcuni sondaggi effettuati circa 500 m a nord dell'area in esame (viale Cristoforo Colombo) la stratigrafia è la seguente:

nei primi 2 – 3 metri sono stati rinvenuti terreni di riporto;

da 2 metri fino a 18 metri di profondità sono stati rinvenuti principalmente ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa di colore marrone chiaro, grigio – beige o grigio chiaro alternati a strati sabbiosi con ciottoli o addirittura a sabbie limose di colore marrone.

Alcune stratigrafie più profonde, ubicate circa 400 metri più a Sud in linea d'aria, evidenziano come almeno sino a circa 150 metri di profondità siano state rinvenute alternanze di ghiaie e sabbie con qualche livello di argilla intercalato (il primo rinvenuto a circa 16 – 17 metri di profondità)

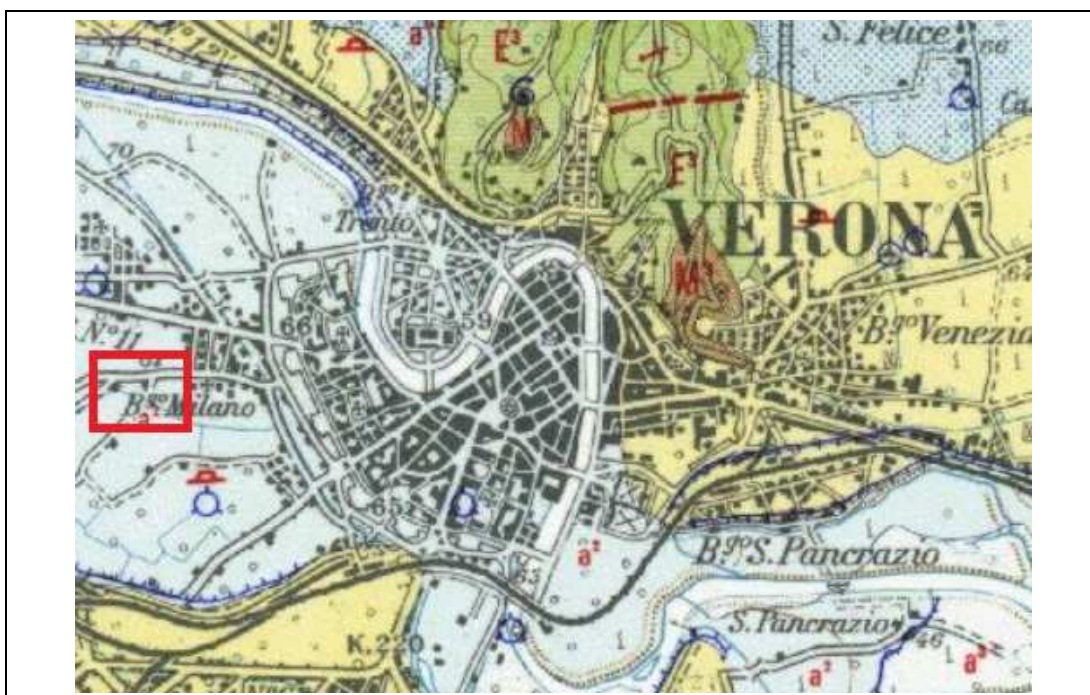


FIGURA 3.2.2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia (foglio 49 scala 1:100.000). Formazione in cui ricade l'area d'indagine (rettangolo rosso) costituita da alluvioni sabbioso-ghiaiose oloceniche

3.3 IDROGRAFIA, IDROGEOLOGIA

Il sistema idrogeologico è alimentato dalla falda di subalveo della grande vallata montana dell'Adige che si riversa entro le alluvioni ghiaiose della pianura nella zona di Bussolengo – Pescantina, dall'infiltrazione degli afflussi meteorici diretti, dalle falde di subalveo provenienti dalle valli dei Lessini, dalle infiltrazioni delle acque di irrigazione. Di questi fattori alimentanti certamente quello principale e che determina l'effetto maggiore di ricarica è il deflusso sotterraneo proveniente dalla valle montana dell'Adige.

La ricarica continua operata dalla falda di subalveo dell'Adige non solo provvede all'alimentazione del sistema idrogeologico dell'alta pianura veronese ma condiziona pure la direzione di deflusso delle acque sotterranee e il regime della falda.

Il regime della falda è caratterizzato da un'unica fase di piena tardo estiva e da un'unica fase di magra all'inizio della primavera ed è praticamente identico (con uno sfasamento di 2 – 3 mesi) a quello dell'Adige.

Le oscillazioni freatiche variano da valori massimi di oltre 10 m al limite settentrionale dell'alta pianura veronese a valori minimi inferiori a 1 m lungo la fascia dei fontanili.

La direzione di deflusso della falda si sviluppa complessivamente da NNW verso SSE.

Dalla carta idrogeologica allegata al PAT del Comune di Verona (vedi figura seguente) si rileva che la falda freatica nella fase di piena si trova a circa 10 metri dal piano campagna.

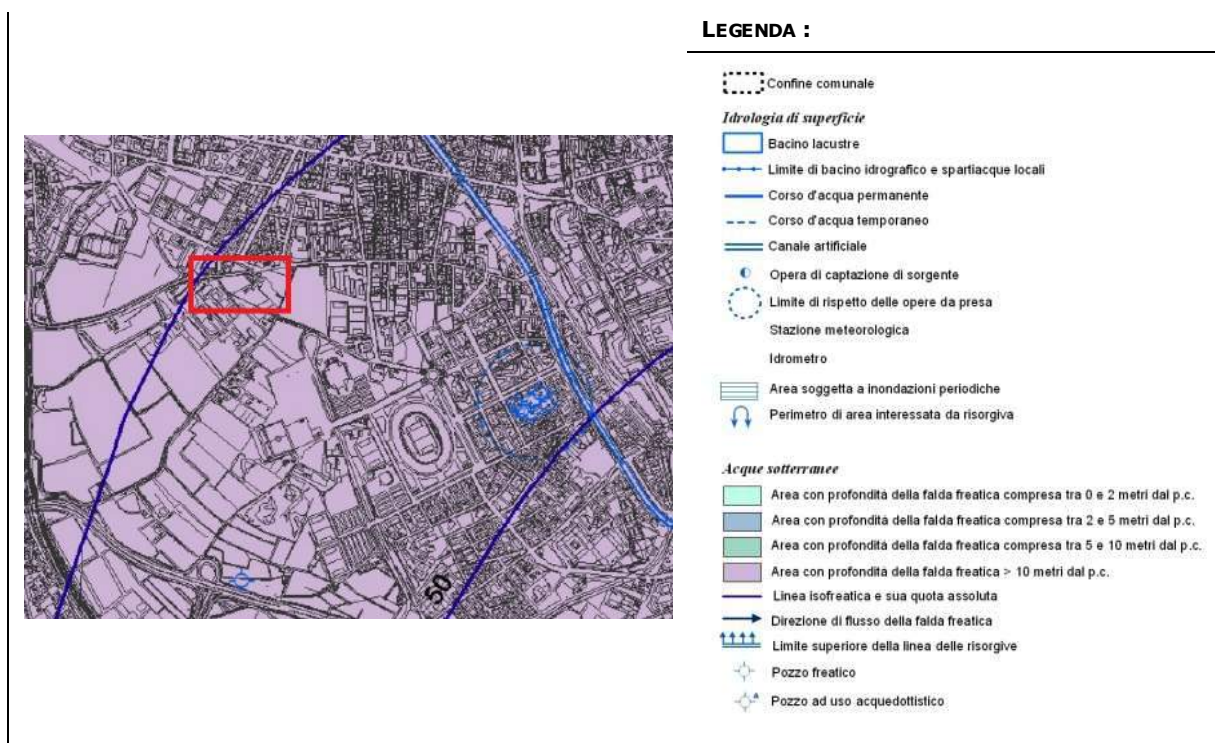


FIGURA 3.3.1: Stralcio Carta idrogeologica allegata al PAT del Comune di Verona

3.4 PROVE IN SITO

Considerato il tipo di intervento, e tenuto conto delle specifiche peculiarità dell'opera di progetto sono state eseguite indagini in sito, finalizzate alla determinazione delle principali proprietà meccaniche e idrauliche del primo sottosuolo. Sono pertanto state eseguite 2 Trincee Esplorative, per mezzo di escavatore meccanico e 2 Prove di Permeabilità in sito.



FIGURA 3.4.1: Ubicazione delle prove eseguite (fonte Immagine satellitare mappe.istella.it)

I risultati ottenuti hanno dato modo di ricavare dei dati di tipo qualitativo per le successive verifiche. Le indagini sono state estese sul lotto interessato dagli interventi di progetto.

3.4.1 TRINCEE PER MEZZO DI ESCAVATORE MECCANICO

Le trincee esplorative sono state eseguite per mezzo di un escavatore meccanico a cucchiaio rovescio spinte fino ad una profondità di circa 3,00 m e realizzate all'interno del lotto di progetto. Nell'escavazione delle trincee esplorative non è stata rilevata la presenza della falda.

L'analisi visiva delle pareti di scavo e dei terreni prelevati hanno consentito di rilevare direttamente la successione litologica del primo sottosuolo di seguito descritta.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

TABELLA 3.4.1.1: Successione litologica del primo sottosuolo T 1 - Falda non rilevata

Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 ÷ 0,30	Terreno vegetale
0,30 ÷ 2,00	Strato limoso
2,00 ÷ 3,00	Ghiaia-sabbioso-limosa

TABELLA 3.4.1.2: Successione litologica del primo sottosuolo T 2 - Falda non rilevata

Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 ÷ 0,20	Terreno vegetale
0,20 ÷ 1,70	Strato limoso
1,70 ÷ 2,80	Ghiaia-sabbioso-limosa

3.4.2 PROVE DI PERMEABILITÀ SU POZZETTO SUPERFICIALE

Per determinare la trasmissività idraulica in sito dei terreni entro cui poter smaltire le acque meteoriche, sono state effettuate 2 prove di permeabilità in pozzetto superficiale, seguendo le *"Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche - punto 6.2: Prove su Pozzetto Superficiale (1977)"*, consigliate dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana).

Si tratta di prove economiche e relativamente rapide da realizzare. Si basano su formule empiriche, e quindi soggette ad un certo grado di approssimazione. Data l'estrema semplicità di lettura dei dati ed i costi contenuti, sono risultate particolarmente adatte allo scopo.

Per l'interpretazione dei risultati esistono varie relazioni, in funzione delle modalità di prova.

Nel caso in esame i test sono stati eseguiti in Pozzetto a base Quadrata, e con Carico Variabile (vedi Figura 3.4.2.1).

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

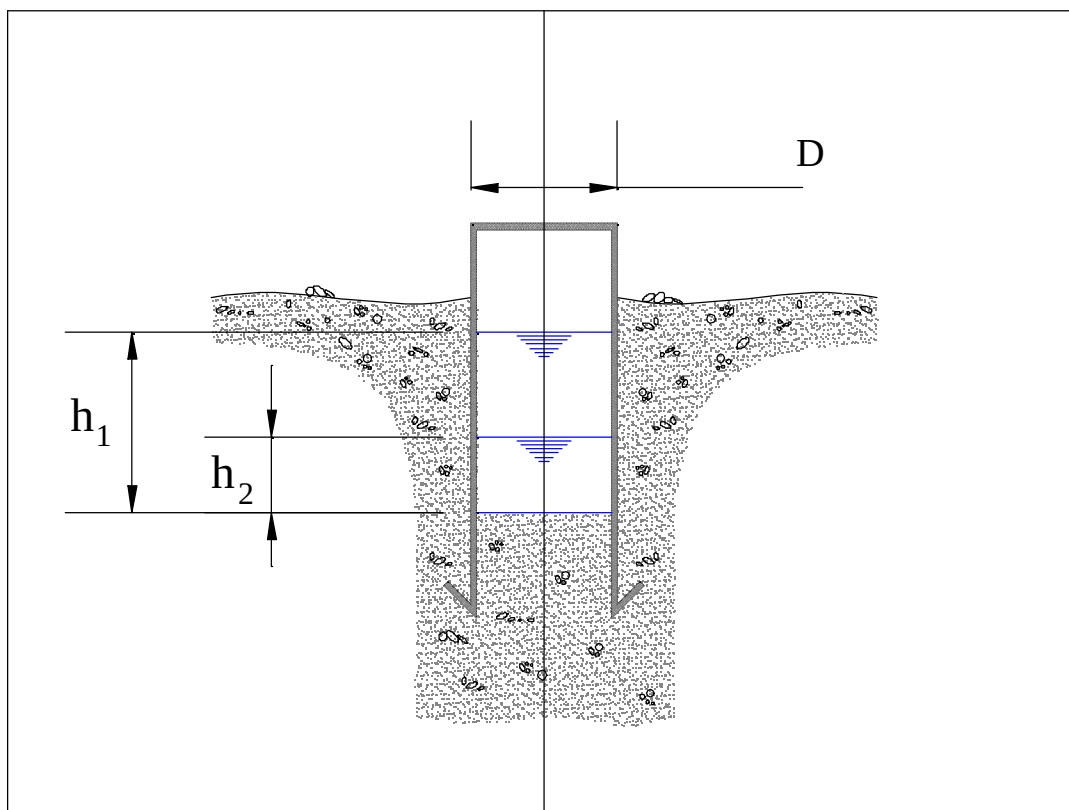


FIGURA 3.4.2.1: Schema grafico degli elementi di misura della Prova di Permeabilità in sito a carico variabile.

Per la determinazione del Coefficiente di Permeabilità è stata applicata la formula seguente:

$$k = (h_2 - h_1) / (\Delta t) * [1 + (2h_m/D)] / [(27h_m/D) + 3]$$

dove:

- ✓ k = Coefficiente di Permeabilità [m/s];
- ✓ Δt = tempo intercorso tra la misura di h_2 ed h_1 [s];
- ✓ $h_2 - h_1$ = altezza dei livelli di acqua nel foro rispetto al fondo del foro stesso all'inizio e alla fine della prova [m];
- ✓ D = lato della base del pozzetto a sezione quadrata [m];
- ✓ h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto [m].

I fori sono stati eseguiti a diverse profondità, all'interno delle trincee geognostiche, al fine di valutare il comportamento idraulico dei diversi litotipi rinvenuti. Ogni test è stato preceduto da una fase di saturazione. Vengono qui di seguito riportati i risultati.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

TABELLA 3.4.2.1: Risultati delle Prove di Permeabilità.

Pozzetto	Prof. (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h _m (m)	D (m)	Δt (s)	k (m/s)
P 01 A	2,50	0,92	0,64	0,78	1,47	1670	2,00 E-05
P 01 B	2,50	1,00	0,60	0,80	1,47	3150	1,50 E-05
P 02 A	0,50	0,16	0,08	0,12	0,31	750	1,40 E-05
P 02 B	0,50	0,16	0,10	0,13	0,31	650	1,20 E-05

Sono state effettuate 2 prove di permeabilità in corrispondenza dell'area più depressa, a Nord-Ovest, e 1 prova nel settore ad Est. I risultati convergono tutti verso valori di permeabilità compresi tra **1,20 x 10⁻⁵ m/s e 2,00 x 10⁻⁵ m/s**. I risultati sopra esposti indicano che il primo sottosuolo dell'area indagata è caratterizzato da un **Drenaggio Povero e Grado di Permeabilità Basso**, valori caratteristici dei terreni limo - argillosi (vedi Tabelle seguenti).

TABELLA 3.4.2.2: Coefficiente di permeabilità k per vari terreni.

K (m/s)	1	10 ⁻²	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰
Drenaggio	Buono		Povero	Praticamente Impermeabile	
Terreno	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita	Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati	Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici	
			Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo		

TABELLA 3.4.2.3: Classificazione dei Terreni, in base ai valori di Permeabilità.

Grado di Permeabilità	Permeabilità (m/s)
Alto	Superiore a 10 ⁻³
Medio	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁵
Basso	10 ⁻⁵ ÷ 10 ⁻⁷
Molto Basso	10 ⁻⁷ ÷ 10 ⁻⁹
Impermeabile	Inferiore a 10 ⁻⁹

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

4 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO IN ESAME NELL'AMBITO DEL P.A.T. DEL COMUNE DI VERONA

Si riporta di seguito l'individuazione dell'area interessata dal progetto sulla cartografia del **Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.)** del Comune di Verona, approvato con **Deliberazione della Giunta Regionale n. 4148 del 18/12/07**, che ha così concluso l'iter amministrativo previsto dalla legge urbanistica regionale n. 11/2004.

Con specifico riferimento al progetto in esame, l'analisi delle tavole e delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.T. del Comune di Verona ha evidenziato quanto segue:

- dalla **"CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE"** emerge che il sito di interesse progettuale ricade in area di ricarica degli acquiferi (art. 32 delle N.T.A.). Dall'analisi dell'articolo 32 delle Norme Tecniche del PAT non si rilevano elementi ostativi al progetto e alla sua realizzazione. L'area di progetto risulta esterna alle fasce di tutela assoluta delle opere di presa a scopo idropotabile, pari a 200 metri. Non si prevede pertanto alcun tipo di interferenza tra le opere di progetto e la qualità delle acque prelevate a scopo idropotabile in corrispondenza di questi pozzi;
- dalla **"CARTA DELLE INVARIANTI"** si rileva che il sito in esame non contiene elementi che per il loro elevato valore paesaggistico, ambientale, storico monumentale o testimoniale, impediscano o limitino la trasformabilità del sito stesso;
- dalla **"CARTA DELLE FRAGILITÀ"** l'area di progetto è classificata ai fini edificatori come TERRENO OTTIMO: non c'è alcun limite all'edificabilità e per la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è classificata come unità A, cioè appartenente alle aree con elevata permeabilità primaria e vulnerabilità intrinseca alta;
- dalla **"CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ"** emerge che l'area di progetto appartiene all'ATO 3 (Città consolidata Ovest) che costituisce un sistema insediativo policentrico, sviluppato attorno ai quartieri di Borgo Milano, San Massimo, Chievo, Croce Bianca, Saval e Stadio. L'area interessata dal progetto è identificata come area residenziale periurbana e area urbanizzazione consolidata.

Con specifico riferimento al progetto in esame, **e limitatamente agli aspetti natura idraulica** oggetto del presente elaborato, l'analisi delle tavole e delle Norme Tecniche di Attuazione del PAT sopraccitato non ha evidenziato particolari evidenze o criticità irrimediabilmente ostative agli interventi previsti attraverso Piano Urbanistico Attuativo.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

4.1 CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

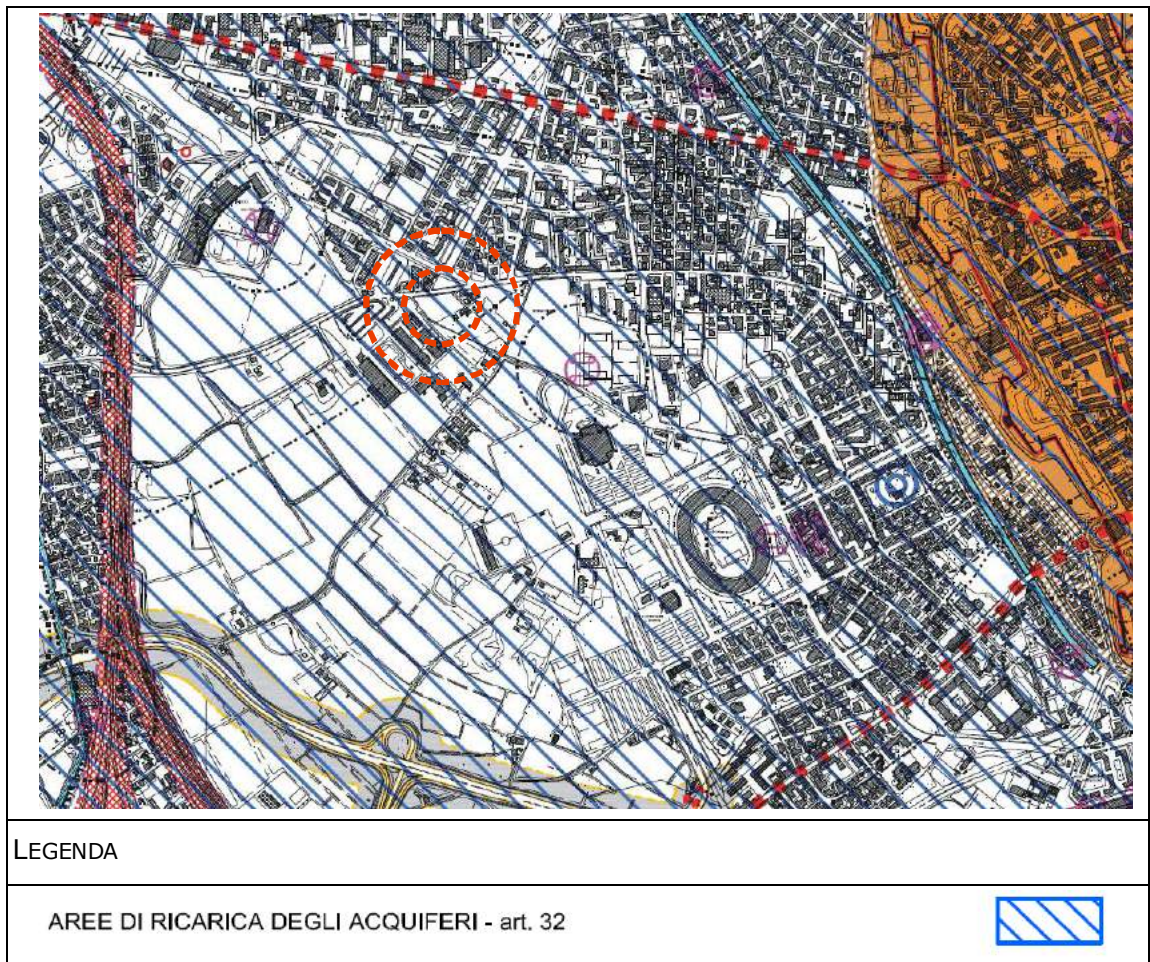


FIGURA 4.1.1: Estratto da Tavola 1 - **Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale** del P.A.T. del Comune di Verona con individuazione dell'area di interesse progettuale cerchiata in rosso.

4.2 CARTA DELLE INVARIANTI

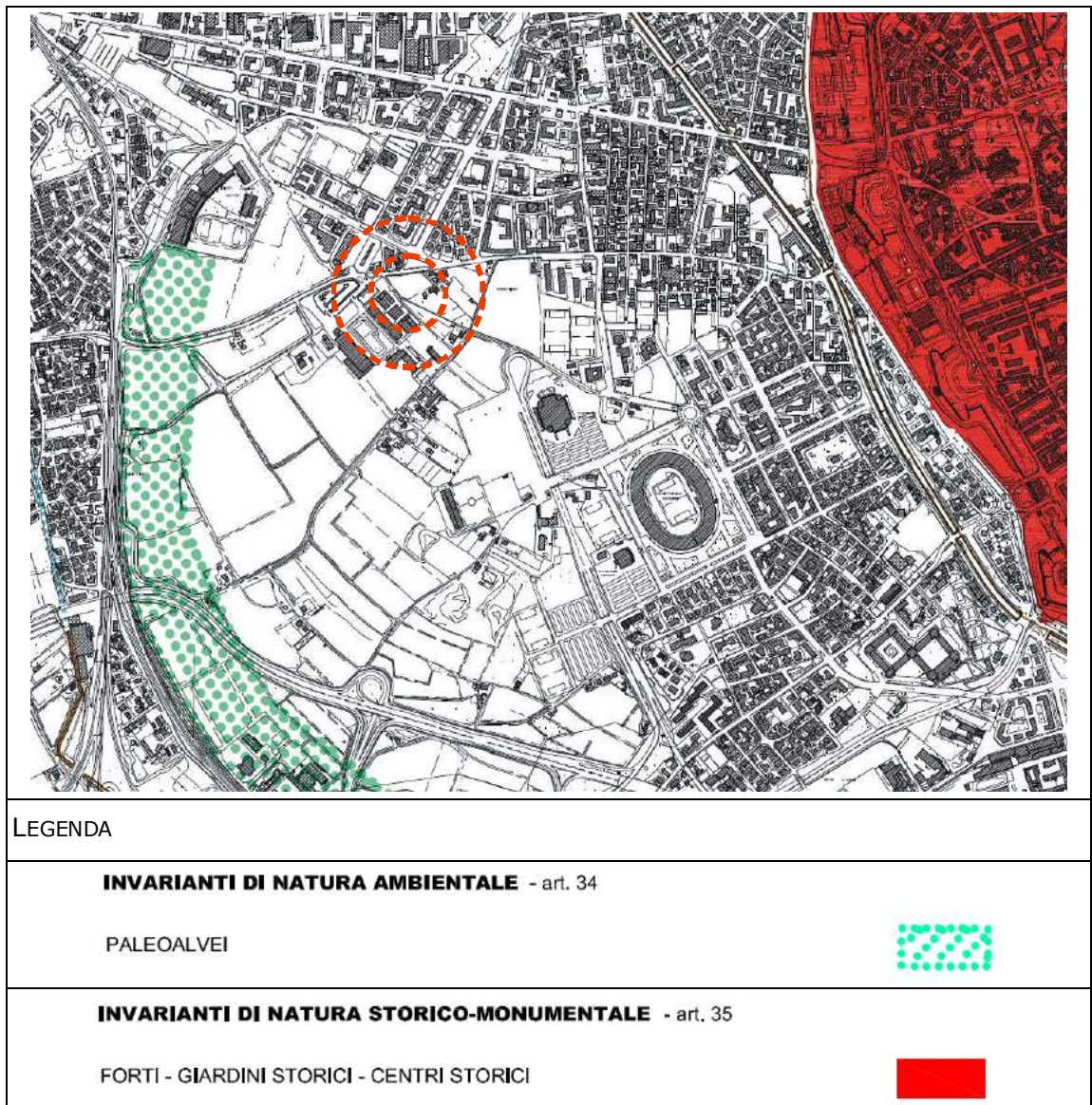


FIGURA 4.2.1: Estratto da Tavola 2 - **Carta delle invarianti** del P.A.T. del Comune di Verona con individuazione dell'area di interesse progettuale cerchiata in rosso.

4.3 CARTA DELLE FRAGILITÀ

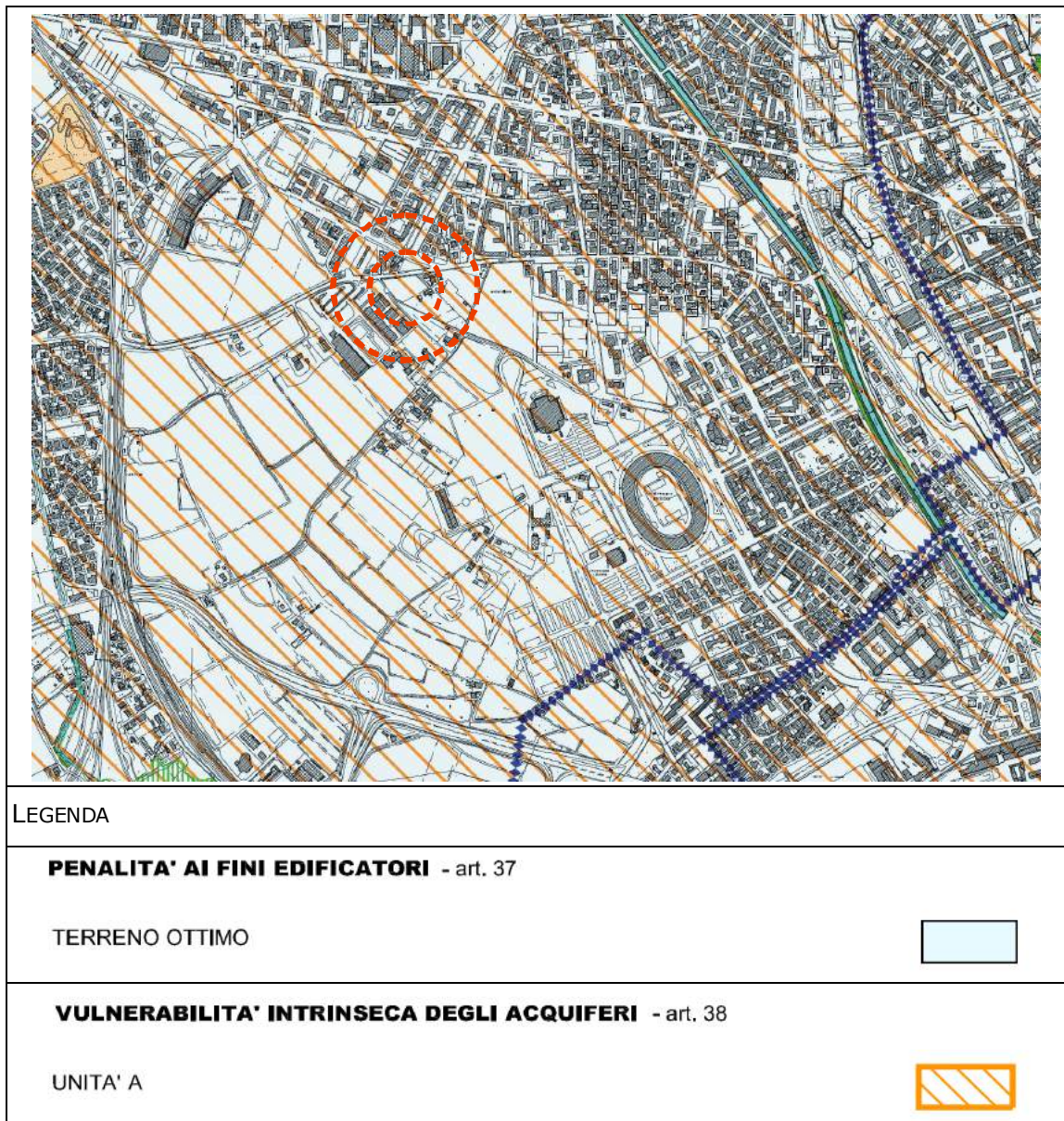


FIGURA 4.3.1: Estratto da Tavola 3 - **Carta delle fragilità** del P.A.T. del Comune di Verona con individuazione dell'area di interesse progettuale cerchiata in rosso.

4.4 CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ

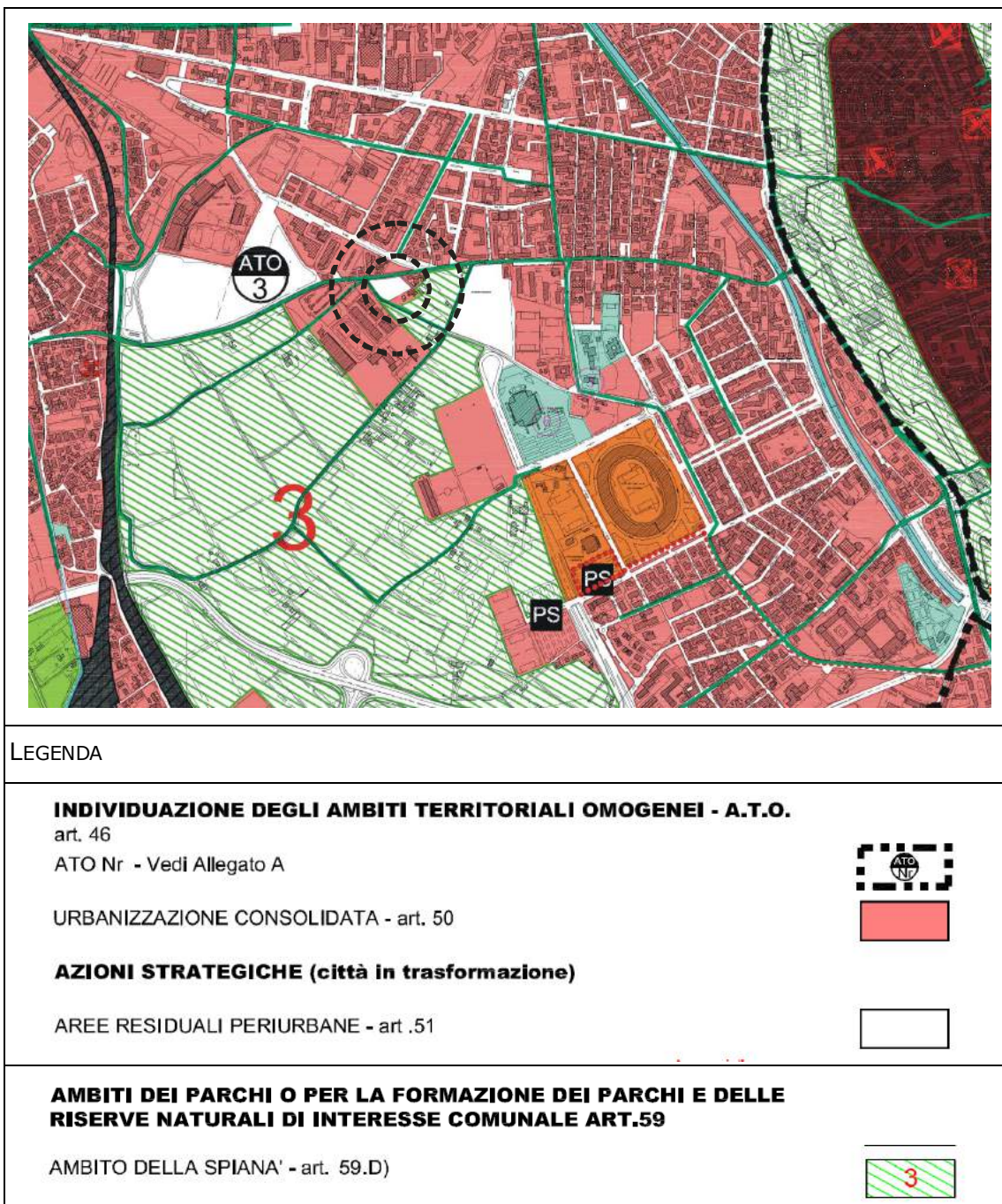


FIGURA 4.4.1: Estratto da Tavola 4 - **Carta delle trasformabilità** del P.A.T. del Comune di Verona con individuazione dell'area di interesse progettuale cerchiata in azzurro.

5 PIANO DEGLI INTERVENTI

Il Consiglio Comunale con deliberazione n. 91 del 23 dicembre 2011 ha approvato il Piano degli Interventi ai sensi dell'art. 18 della L.R. n. 11/04. La delibera di approvazione del Piano degli Interventi è stata pubblicata all'albo Pretorio del Comune il 14 febbraio 2012. In seguito alla sostituzione di alcuni elaborati il Piano degli Interventi è stato ripubblicato in data 27 febbraio 2012 e pertanto è divenuto efficace il 13 marzo 2012.

L'area di progetto è, come detto, ricompresa nell'ATO 3 ed individuata nel Piano degli Interventi attraverso la Scheda Norma 34 approvata con D.C.C. n. 91 del 23/12/2011 e contenuta nella Variante 22 del piano stesso adottata con delibera n.43 del 28 luglio 2016 ed approvata con delibera di Consiglio Comunale n.8 del 16 febbraio 2017 (emendata ed immediatamente eseguibile).

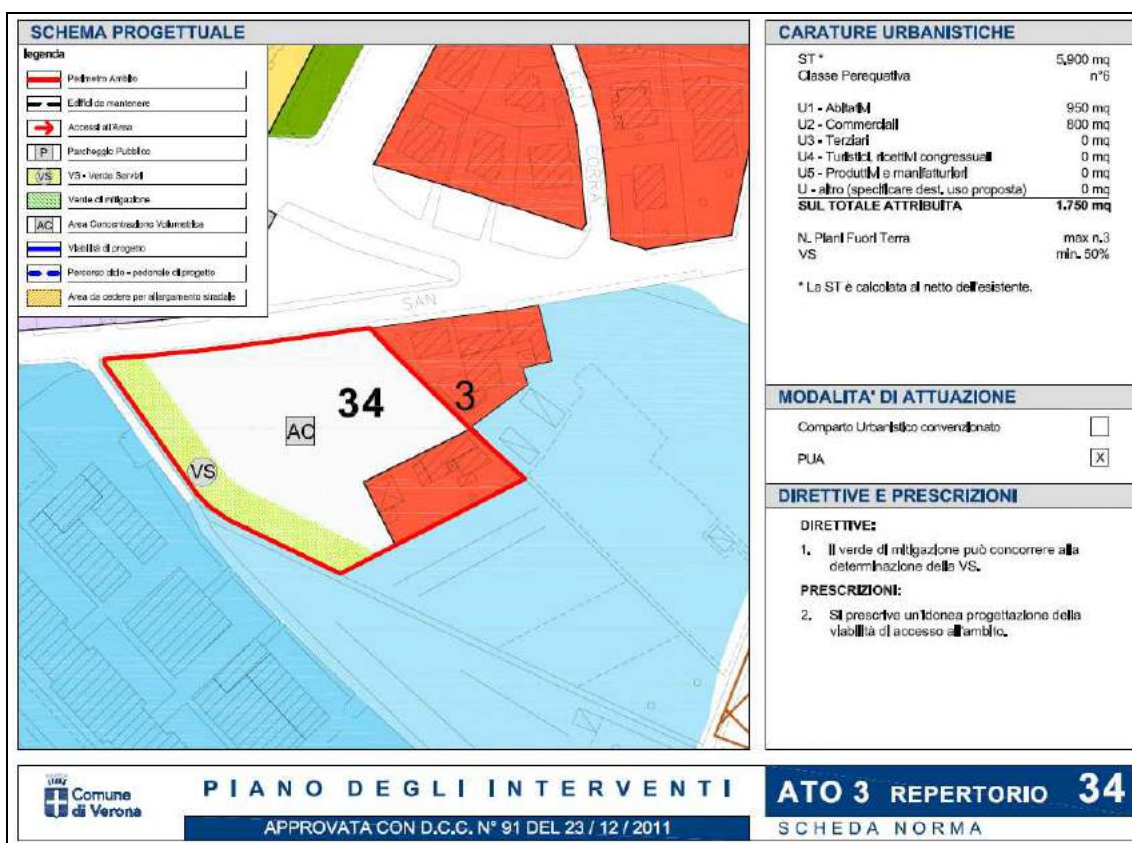


FIGURA 5.1: Estratto scheda Norma 34 relativa al progetto presentato.

Il Repertorio Normativo (Allegato alle N.T.O. art. 17 comma 5 lett. C) allegato al Piano degli interventi riporta nell'elenco delle "Manifestazioni di Interesse ritenute prioritarie II bando - ATO. 3" la Tabella di cui alla seguente figura 5.2

ELENCO MANIFESTAZIONI D'INTERESSE PRIORITARIE 2° bando - ATO 3

Nr. Rep.	Superficie intervento (mq)	Volume invaso (metodo invaso) (mc)	Volume invaso da PAT (mc)	INVASO PREVALENTE				ASSEVERAZIONE
				vasca laminazione	sovradimensionamento delle condotte	bacino di ritenzione	bacino e fosso d'infiltrazione (2)	
34	5900,00	90,92	287,57	si	si	si	si	

Nr. Rep.	BUONE PRATICHE COSTRUTTIVE				
	vasca prima pioggia	recupero acque piovane	smaltimento con caditoie drenanti (4)	tetti verdi	parcheeggi grigliati
34	si	si	si	si	si

Nr. Rep.	Superficie intervento	SMALTIMENTO PREVALENTE			
		accumulo	immissione	accumulo	immissione
34	5900,00	si	no	si	no

FIGURA 5.2: Estratto da Repertorio Normativo (Allegato alle N.T.O. art. 17 comma 5 lett. C)

I calcoli idraulici di dettaglio sviluppati nel presente elaborato dovranno pertanto interfacciarsi con quanto previsto in sede di programmazione su scala comunale per la scheda norma 34.

6 INTERVENTO DI PROGETTO PROPOSTO

L'intervento in oggetto riguarda un'area sita in Via S.Marco nel Comune di Verona per la realizzazione di un insediamento misto a carattere commerciale e residenziale attraverso Piano Urbanistico Attuativo.

La superficie territoriale del PUA, di proprietà dei Sig.ri Martinelli Tullio e Marcolini Rosa, si estende su un'area di circa 6.020 m² ed è suddiviso in 2 unità di intervento denominate UMI 1 e UMI 2.

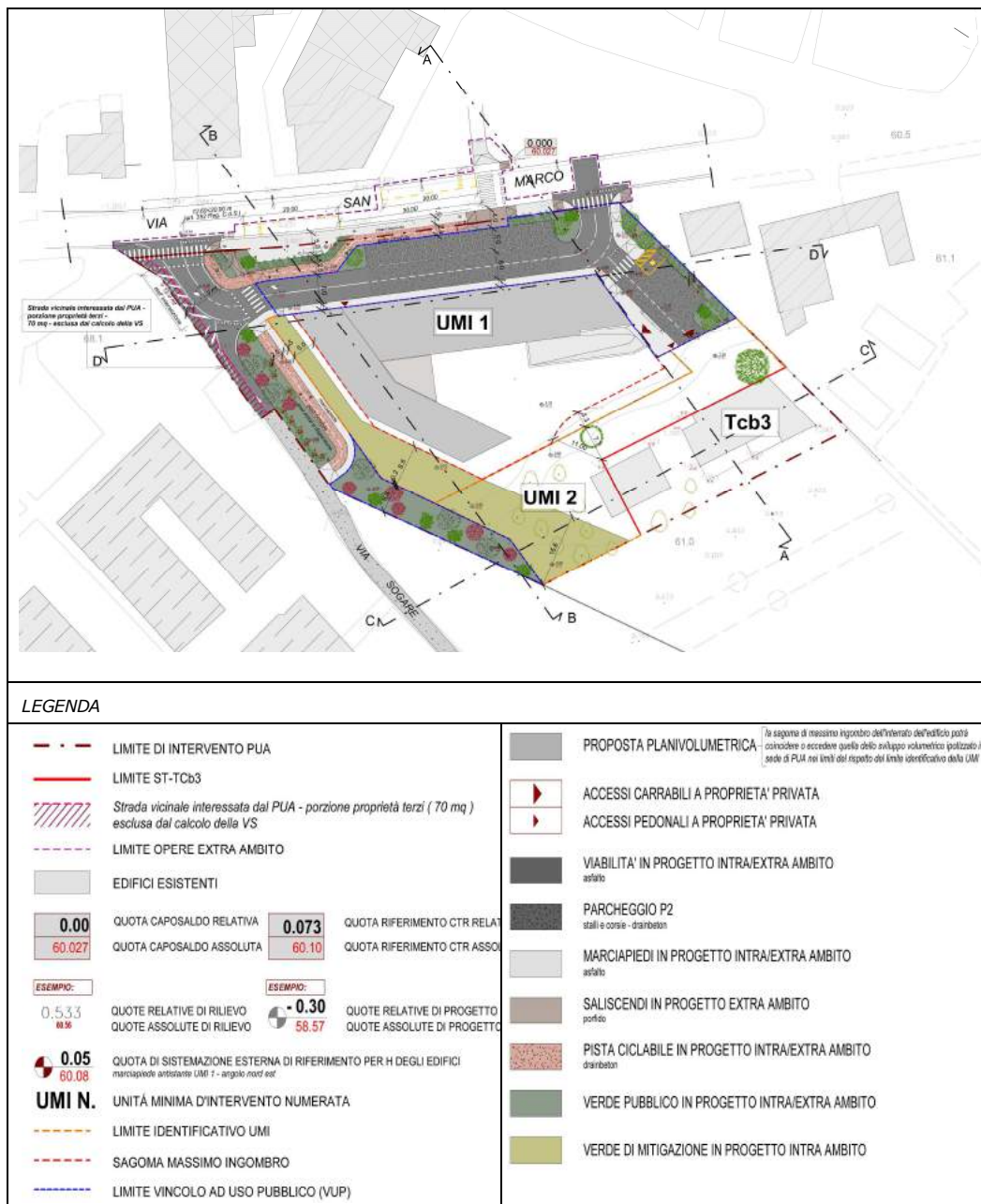


FIGURA 6.1: Estratto Stato di Progetto da Tavola del PUA con perimetrazione dell'ambito di intervento

Il PUA è, come riportato al Paragrafo 5, ricompreso nell'ATO 3 ed individuata nel Piano degli Interventi attraverso la Scheda Norma (SN) 34 approvata con D.C.C. n. 91 del 23/12/2011. Nell'ambito come definito dalla SN è ricompresa un'area identificata come TCb3 – Art. 104 dell'NTO – sulla quale insistono due edifici adibiti a civile abitazione che, nella loro volumetria esistente, esauriscono il potere edificatorio espresso dall'applicazione dell'indice del Tessuto. Il perimetro dell'ambito di intervento del PUA non coincide con il perimetro fissato dal PI e dalla Scheda Norma 34, come meglio illustrato nel capitolo 2.1 FLESSIBILITA' ART.4 COMMA 1 LETTERA b della relazione tecnica di progetto redatta dall'Architetto Paolo Richelli.

Si riportano di seguito i dati dimensionali di interesse per lo stato di progetto forniti dallo studio di progettazione dell'architetto Paolo Richelli.

TABELLA 6.2: Riepilogo dati urbanistici relativi allo STATO DI PROGETTO		
Tipologia		Dato Dimensionale
Superficie territoriale ambito reale (riperimetrato come previsto in relazione tecnica)		6.020 m ²
UMI 1*	Superficie coperta edifici di nuova realizzazione	1.135 m ²
	Superficie verde permeabile	720 m ²
	Superficie scoperta pavimentata impermeabile	545 m ²
UMI 2	Superficie coperta	37 m ²
	Superficie verde permeabile	658 m ²
	Superficie scoperta pavimentata impermeabile	445 m ²
Superficie impermeabile sedime di riferimento Via Sogare		140 m ²
Superficie scoperta pavimentata impermeabile destinata a viabilità e marciapiedi area pubblica in cessione o vincolo ad uso pubblico		825 m ²
Superficie scoperta semipermeabile area pubblica in cessione o vincolo ad uso pubblico destinata a viabilità e parcheggi		855 m ²
Superficie a verde area pubblica in cessione o vincolo ad uso pubblico		660 m ²
*	Dato indicativo relativo allo sviluppo progettuale ipotizzato per la UMI 1	

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

7 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA E CALCOLO DELLA MASSIMA PIOVOSITÀ

Lo studio delle caratteristiche meteo climatiche dell'area in esame, ai fini della valutazione di compatibilità idraulica si traduce nell'acquisizione ed elaborazione dei dati relativi alle precipitazioni massime annuali di forte intensità e breve durata (1, 3, 6, 12 e 24 ore). La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni in esame è legata a fenomeni di tipo temporalesco spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto deve essere messo in evidenza come l'interpolazione dei dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

Si è scelto in questa sede di fare riferimento alla stazione meteo Arpav di Villafranca di Verona (ubicata a circa 12,5 Km dall'area di progetto), solitamente assunta a riferimento per gli studi di carattere ambientale in tutto il territorio veronese.

Relativamente a tale stazione di riferimento sono stati acquisiti dal Centro Dati Meteo ARPAV di Teolo (PD) i valori relativi all'intervallo temporale 1991 – 2014.

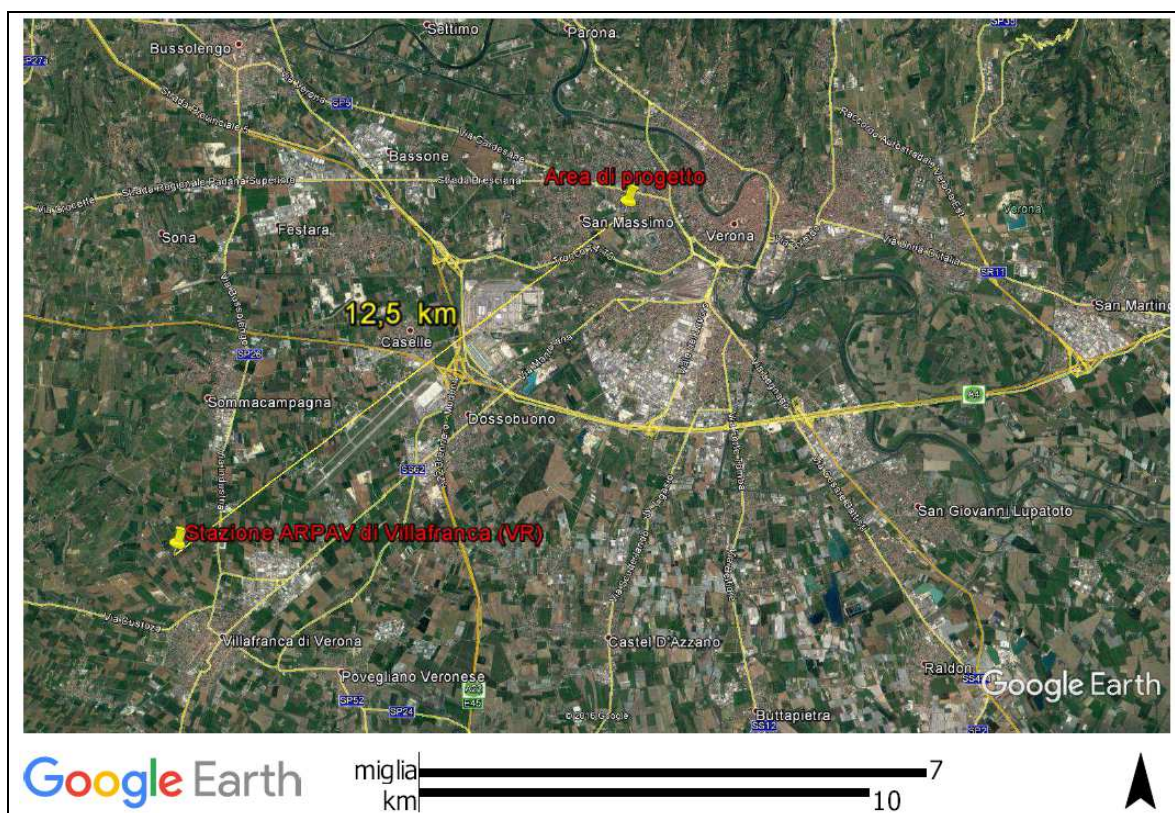


FIGURA 7.1: Ubicazione stazione di rilevamento ARPAV in relazione all'area di progetto.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

Raccolti i dati relativi alle precipitazioni massime annuali registrate a Buttapietra (VR) per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, si è proceduto all'analisi statistica del campione.

Lo scopo è quello di stimare i parametri caratteristici (α e n) della *popolazione* di cui il campione fa parte e di conseguenza i coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica relative a diversi Tempi di ritorno assegnati.

Il fine dell'elaborazione statistica è infatti quello di stabilire un legame fra le altezze di pioggia misurate e raccolte negli annali idrologici e le grandezze riferite al tempo di ritorno con il quale si vuole caratterizzare un evento

7.1 ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI: METODO DI GUMBEL

Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi fra loro indipendenti, può applicarsi la distribuzione doppio-esponenziale (di Gumbel), usata frequentemente per descrivere la popolazione dei valori estremi di molte grandezze idrologiche.

La funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$

Introducendo la variabile ridotta y :

$$y = \alpha(x - u)$$

si ha la forma canonica

$$F(y) = e^{-e^{-y}}$$

I parametri α e u sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Utilizzando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Ovviamente si ricavano parametri diversi per ogni durata di precipitazione

7.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Introducendo ora il concetto di tempo di ritorno, T_r , cioè l'intervallo tra il verificarsi di un certo evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che descrive le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B - 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

$$T_r(h) = \frac{1}{1 - F(h)} \Rightarrow F(h) = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

$$e^{-e^{-\alpha(h-u)}} = \frac{T_r - 1}{T_r} \Rightarrow h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[-\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right]$$

Si ricava un'espressione analitica della funzione $h(T_r, \tau)$ che fornisce il valore di h in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione. Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata. A questo scopo, si assegna alla funzione $h(T_r, \tau)$ la seguente forma:

$$h(T_r, \tau) = a(T_r) \tau^n$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica).

Passando ai logaritmi, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica diventa lineare, e si può ottenere una stima dei coefficienti per regressione lineare ai minimi quadrati.

$$\log h = \log a + n \log \tau$$

Si riportano di seguito i risultati ottenuti utilizzando la distribuzione calibrata con il metodo di Gumbel e le curve di possibilità pluviometrica ottenute, associate ai diversi tempi di ritorno.

TABELLA 7.2.1: Risultati elaborazione dati con Gumbel

τ (ore)	$h(\tau, T_r)$				
	5	10	50	100	200
1	48,9	58,7	80,2	89,3	98,4
3	57,1	67,8	91,5	101,5	111,5
6	63,7	75	99,9	110,4	120,9
12	69,8	79,8	101,8	111,1	120,4
24	77,1	86,8	108,2	117,2	126,2
n	0,14	0,12	0,09	0,08	0,08
a	48,88	59,12	81,78	91,40	100,99

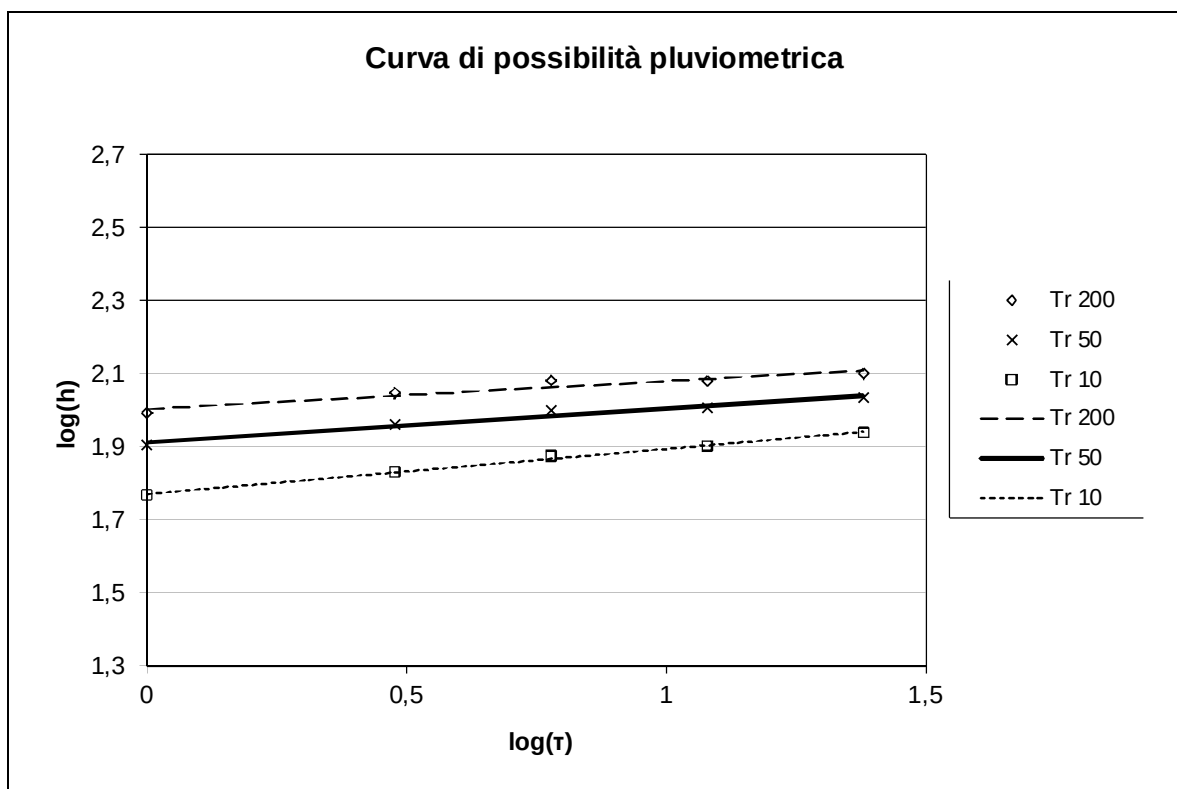


FIGURA 7.2.1: Curva di possibilità climatica/pluviometrica – Scala logaritmica.

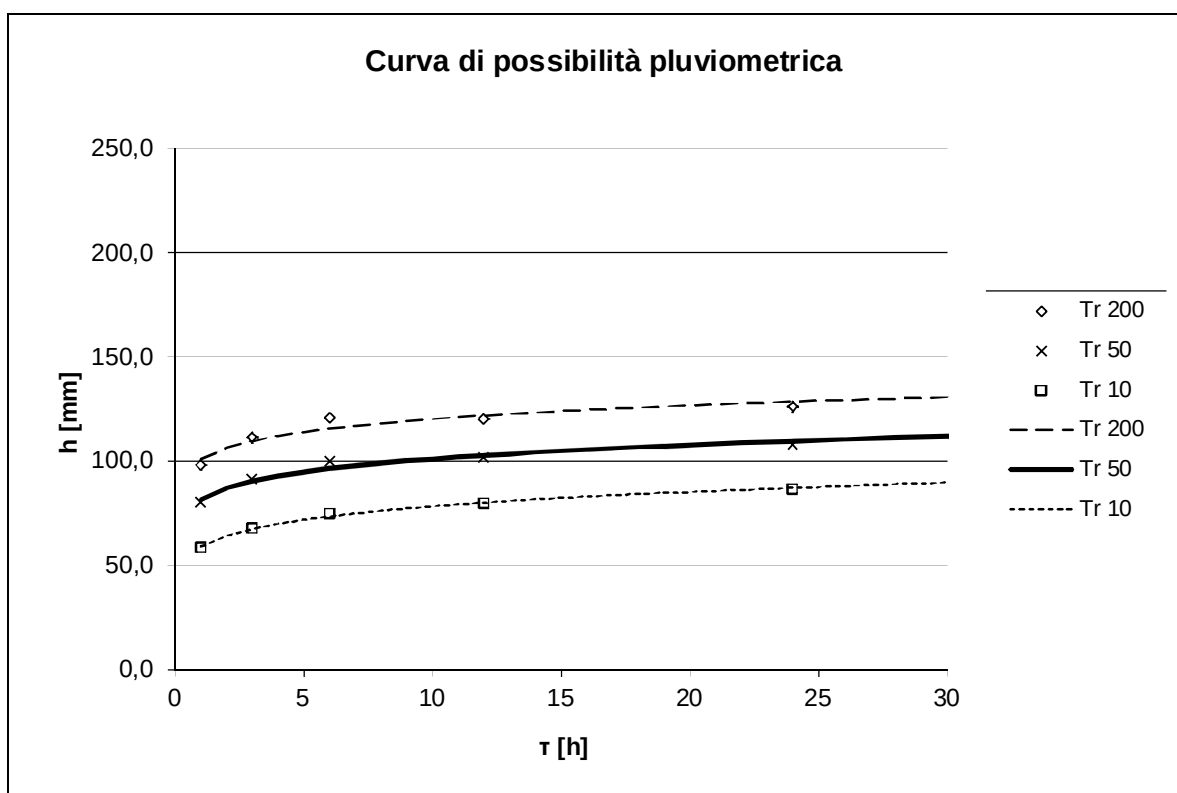


FIGURA 7.2.2: Curva di possibilità climatica/pluviometrica – Scala lineare.

Per le successive considerazioni tecniche si è deciso di far riferimento alla curva di possibilità pluviometrica associata ad un Tempo di ritorno di 50 anni, così come previsto nelle norme tecniche di attuazione allegate al **DGRV N. 2948 del 06/10/2009**.

7.3 CALCOLO DELLE PORTATE: TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI IN DEFLUSSI

Secondo il metodo cinematico per il calcolo della portata, il deflusso che riguarda un bacino in seguito ad una data precipitazione dipende dalle caratteristiche della porzione di territorio e da quelle dell'evento pluviometrico. In particolare, prevede che la portata massima si raggiunga quando alla sezione di chiusura del bacino giungano insieme i contributi di tutte le parti che costituiscono il comprensorio. Appare necessario introdurre dunque il concetto di tempo di corrivazione dell'area in esame.

Il concetto di tempo di corrivazione deriva dal metodo cinematico (o razionale) per il calcolo della portata di piena, a partire da una precipitazione uniforme, e risulta per definizione pari al tempo necessario alla particella caduta nel punto più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura, il tempo di corrivazione è quello necessario affinché tutta l'area del bacino contribuisca alla portata che transita nella sezione di chiusura al tempo T_c .

Per la determinazione del tempo di corrivazione del lotto in esame, si utilizza la formula di Ventura, la formula ed il valore ottenuto vengono di seguito riportati:

$$T_c = 0,0053 \times 24 \times \sqrt{\frac{A}{i \times 10^2}}$$

Con:

- ✓ A = Area del lotto in ettari;
- ✓ i = Pendenza media del lotto (m/m).

Si può quindi dimostrare che la portata massima ricavata con il metodo razionale si ha quando la durata della precipitazione corrisponde al tempo di corrivazione. La portata d'acqua di origine meteorica in uscita da una determinata area, viene calcolata con la seguente formula:

$$Q = u \times A$$

Il coefficiente udometrico u, con la formula di De Martino, valida fino a superfici non superiori a 30 ettari:

$$u = \frac{\phi \times \psi \times I}{0,36}$$

In cui si ha:

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

TABELLA 7.3.1 : Coefficienti considerati nella formula di De Martino

ϕ	Coefficiente di deflusso - Fattore riduttivo
ψ	Coefficiente di ritardo funzione della superficie scolante e della pendenza della rete
I	Intensità di pioggia per $T_p = T_c$
A	Superficie

La DGRV 2948/2009 fissa, nel paragrafo relativo alle indicazioni operative per la redazione delle valutazioni di compatibilità idraulica, i seguenti valori di riferimento convenzionali per i coefficienti di deflusso in funzione della natura della superficie di scorrimento

TABELLA 7.3.2 : Coefficienti di Deflusso, in funzione delle diverse Tipologie di Substrato.

Substrato del Bacino	Coefficiente di Deflusso
Area agricola	0,1
Superfici permeabili: aree verdi	0,2
Superfici semipermeabili: grigliati, drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...)	0,6
Superfici impermeabili: tetti, strade terrazze, piazzali,...)	0,9

Si riportano inoltre alcuni valori del coefficiente di deflusso reperiti in letteratura (Fognature – L. Da Deppo e C. Datei) e che individuano in maniera più compiuta le caratteristiche dei diversi substrati di interesse.

TABELLA 7.3.3: Coefficienti di Deflusso, in funzione delle diverse Tipologie di Substrato.

Substrato del Bacino	Coefficiente di Deflusso
Superfici pavimentate	0.7÷0.9
Strade in terra	0.4÷0.6
Superfici erbose	0.1÷0.7
Aree residenziali	0.3÷0.7
Boschi	0.1÷0.3
Terreni coltivati	0.2÷0.6

Nel caso in cui la superficie complessiva risultasse suddivisa in più superfici S_i , ognuna caratterizzata da ϕ_i , il coefficiente medio ponderale Φ per l'intera area può essere così calcolato:

$$\phi = \frac{\sum_i \phi_i S_i}{S_{TOT}}$$

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

In Figura 7.3.1 si riporta uno schema grafico del bacino e degli ideogrammi di piena che si hanno per differenti durate della precipitazione con il metodo cinematico; si può osservare che la portata massima si ha per un tempo di pioggia coincidente con il tempo di corrivazione, poiché per periodi di pioggia maggiori la portata decresce in maniera proporzionale a h/t .

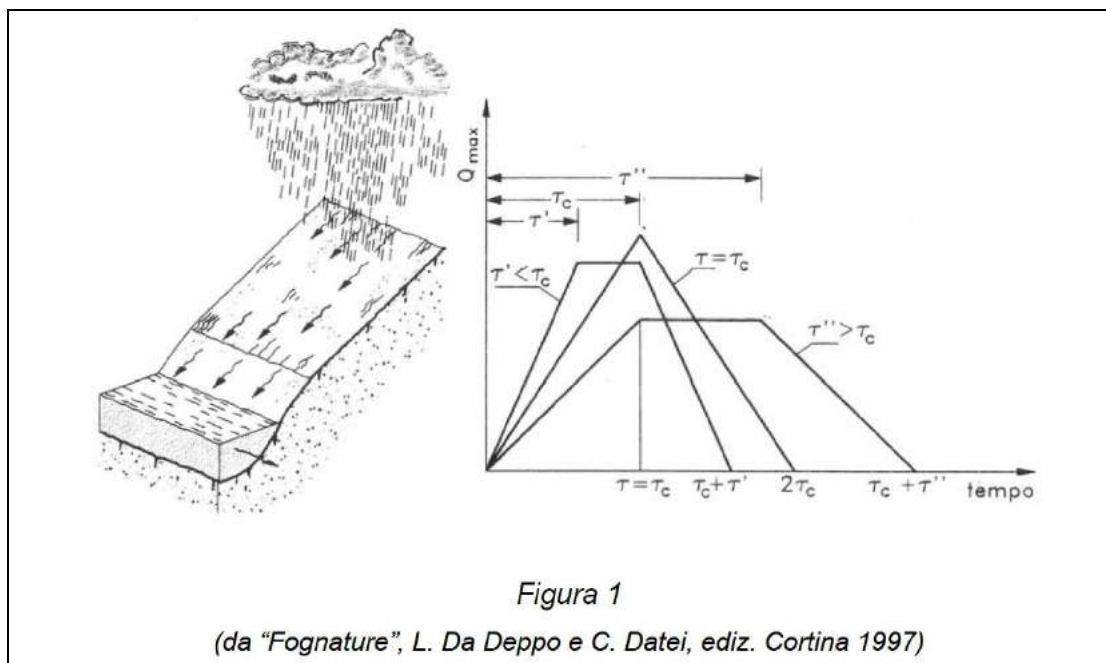


FIGURA 7.3.1: Metodo cinematica: ideogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

8 CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA GENERATA DAI DEFLUSSI DI ORIGINE METEORICA

Come riportato in premessa, obiettivo del presente elaborato ai fini della Valutazione di compatibilità idraulica risultano essere le superfici del P.U.A. costituite da:

- A. Deflussi dalle **SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE SCOPERTE** costituite dagli Standards di progetto, Viabilità carraia e ciclopedonale all'interno dell'ambito di intervento del PUA;
- B. Deflussi dalle **SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE (COPERTE E SCOPERTE)** funzionali agli interventi (UMI) privati nei quali risulta articolato il PUA;

Appare di rilievo evidenziare come per l'area verde percolante, idraulicamente separate dalle rimanenti superfici del PUA si preveda l'instaurarsi di fenomeni alternativi di trasformazione degli afflussi quali l'evaporazione direttamente dal terreno e la traspirazione attraverso il manto erboso e l'apparato fogliare delle essenze arboree piantumate oltre, chiaramente, all'infiltrazione direttamente nel suolo. In linea con quanto previsto dalla *DGRV 2948/2009* tali aree verranno pertanto escluse dal calcolo complessivo delle superfici scolanti al fine della definizione dei deflussi superficiali da assoggettare a regimazione.

Risulta inoltre importante evidenziare come, ai fini meramente idraulici, alle superfici pavimentate in materiale drenante (es. Drainbeton) sia stato cautelativamente attribuito coefficiente di deflusso pari a 0,6 in luogo dello 0,2 attribuibile ai sensi di quanto dichiarato dal produttore.

Appare infine importante precisare in questa fase come le superfici esistenti non siano state computate nei calcoli idraulici di seguito sviluppati poiché la regimazione idraulica delle stesse rimarrà invariata rispetto allo stato di fatto e non risentirà dell'intervento di progetto.

Il coefficiente di deflusso medio ponderale per le **SUPERFICI DI PROGETTO DI CUI AL PUNTO "A"** in relazione a quanto riportato in Tabella 6.2 e nella Tabelle 7.3.2 e 7.3.3 del presente elaborato può essere calcolato come segue:

TABELLA 8.1: Coefficiente di deflusso medio per l'area considerata - STATO DI PROGETTO - SUPERFICI DI CUI AL PUNTO "A"			
	Sup. (m ²)	Φ	Φ_{MEDIO}
SUP. IMPERMEABILE	965	0,9	-
SUP. SEMIPERMEABILE	855	0,6	-
SUP. TOTALE	1.820	-	0,75

Alla luce dei risultati sopra ottenuti, per i calcoli di seguito riportati si assumerà pertanto un valore del coefficiente di deflusso medio pari a **0,75**.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle variabili di interesse e dei risultati ottenuti per le portate alla "sezione di chiusura" delle superfici di cui al punto "A" ($T_r = 50$ anni; $T_p = 1$ ora).

TABELLA 8.2: Parametri di interesse per il calcolo della portata indotta dai deflussi di origine meteorica – **SUPERFICI DI CUI AL PUNTO "A"**.

T_r	Tempo di ritorno	50	anni
$h = axt^n$	curva di possibilità pluviometrica		
a	altezza di pioggia per la durata $t=1$ ora	81,78	mm
n	esponente della curva di poss. pluviom.	0,09	1/h
T_p	Tempo di pioggia considerato	1	ora
A	Superficie scolante	1.820	m ²
Φ	Coefficiente di deflusso medio ponderale	0,75	
Q	Portata massima alla sezione di chiusura	35	l/sec

In relazione alle indicazioni contenute nella normativa di riferimento (DGRV 2948/2009) si attribuirà invece alle superfici impermeabili coperte e scoperte funzionali al lotto privato previsto nel PUA **coefficiente di deflusso pari a 0,9**.

TABELLA 8.3: Parametri di interesse per il calcolo della portata indotta dai deflussi di origine meteorica – **SUPERFICI DI CUI AL PUNTO "B" – UMI 1**.

T_r	Tempo di ritorno	50	anni
$h = axt^n$	curva di possibilità pluviometrica		
a	altezza di pioggia per la durata $t=1$ ora	81,78	mm
n	esponente della curva di poss. pluviom.	0,09	1/h
T_p	Tempo di pioggia considerato	1	ora
A	Superficie scolante	1.680	m ²
Φ	Coefficiente di deflusso medio ponderale	0,9	
Q	Portata massima alla sezione di chiusura	32	l/sec

TABELLA 8.4: Parametri di interesse per il calcolo della portata indotta dai deflussi di origine meteorica – **SUPERFICI DI CUI AL PUNTO "B" – UMI 2.**

Tr	Tempo di ritorno	50	anni
$h = ax^n$	curva di possibilità pluviometrica		
a	altezza di pioggia per la durata $t=1$ ora	81,78	mm
n	esponente della curva di poss. pluviom.	0,09	1/h
Tp	Tempo di pioggia considerato	1	ora
A	Superficie scolante	482	m ²
Φ	Coefficiente di deflusso medio ponderale	0,9	
Q	Portata massima alla sezione di chiusura	11	l/sec

8.1 INQUADRAMENTO DEI DEFLUSSI IN RELAZIONE ALLE DEFINIZIONI CONTENUTE NEL PTA

Per quanto concerne l'analisi dei deflussi di origine meteorica delle **SUPERFICI COPERTE** di progetto (tetti dei fabbricati) in esame appare di assoluto rilievo evidenziare quanto citato dalle Linee Guida applicative del Piano di Tutela delle acque allegato alla **DGRV n. 80 del 27 gennaio 2011, all'Articolo 39 commi 1, 2, 3, e 5:**

"...i tetti rientrano tra le superfici potenzialmente dilavabili da considerare, al fine del trattamento e autorizzazione delle acque meteoriche, solo se si ritiene che possano esservi presenti sostanze pericolose provenienti da camini o punti di emissione appartenenti al medesimo insediamento o del materiale di cui è costituito il tetto stesso, quindi occorre valutare caso per caso. In linea generale si ritiene che i tetti di edifici residenziali e commerciali non rientrino tra le superfici sulle quali possano essere presenti sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente..."

In riferimento a quanto sopraccitato e alla tipologia insediativa (residenziale) prevista dal progetto, gli apporti di origine meteorica defluenti dalle coperture del fabbricato si configurano a tutti gli effetti come **acque "bianche"**, esse verranno pertanto captate mediante canali di gronda e trasferiti a terra mediante pluviali ove saranno convogliate al sistema di accumulo e dispersione (Cfr Paragrafo 10) seguendo dinamiche di trasformazione degli afflussi in deflussi del tutto analoghe a quelle che attualmente caratterizzano lo stato di fatto dei luoghi (smaltimento sul suolo) e che negli anni, secondo quanto rilevato dalla proprietà, non hanno mai dato origine a fenomeni di criticità idraulica.

Per quanto concerne le **SUPERFICI SCOPERTE** occorre operare in questa sede una netta separazione tra

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

- ✓ La porzione adibita a viabilità ciclopeditonale, che non risulta ragionevolmente soggetta al potenziale dilavamento di sostanze pregiudizievoli per l'ambiente;
- ✓ La porzione adibita a parcheggio e sede carrabile a servizio dell'insediamento residenziale.

Per quest'ultima porzione della superficie scoperta, si può ragionevolmente affermare che, alla luce delle superfici considerate e della destinazione d'uso delle sedi carrabili oggetto del presente elaborato, esse possano essere inquadrare nel contesto del Piano di Tutela delle Acque (DGRV 842 del 15/05/2012) attraverso la definizione riportata al **comma 5 dell'articolo 39 lettera "a", "d" o lettera "e"**

- ✓ **Articolo 39 comma 5/a:** Strade pubbliche e private;
- ✓ **Articolo 39 comma 5/d:** Parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali o analoghe, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, di estensione inferiore a 5000 m²;
- ✓ **Articolo 39 comma 5/e:** tutte le altre superfici non previste dai commi 1 e 3.

Per tali tipologie di superfici:

"...le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio convogliate in condotte ad esse riservate possono essere considerate non soggette al potenziale trasporto di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente e pertanto non prevede per esse alcun trattamento di depurazione prima dello scarico in corpo idrico superficiale o sul suolo..."

Gli apporti di origine meteorica defluenti dalle superfici scoperte di progetto verranno pertanto regimati attraverso la corretta modellazione morfologica dei piani di scorrimento e captati mediante caditoie collettate da una tubazione interrata in PVC che addurrà le portate ad un sistema di accumulo e smaltimento sul suolo che verrà di seguito illustrato al Paragrafo 10 della presente relazione.

Come accennato in precedenza, le dinamiche di regimazione dei deflussi previste dal progetto **rispecchieranno integralmente le medesime dinamiche di regimazione delle acque meteoriche in essere allo stato di fatto. Il recettore finale dei deflussi di origine meteoriche dalle superfici in esame risulta infatti essere già ad oggi il suolo cui le acque meteoriche attualmente affluiscono in maniera naturale.**

La capacità di accumulo prevista dalla presente Valutazione di Compatibilità idraulica ha il preciso scopo di invasare il surplus di portata scaricata allo stato di progetto rispetto allo stato di fatto, nel quale i terreni risultano abbandonati a campo incolto, a seguito dell'impermeabilizzazione di una quota parte delle superfici a disposizione

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

9 INDIVIDUAZIONE DI MISURE COMPENSATIVE E/O MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Le superfici di nuova impermeabilizzazione relative al PUA di progetto si estendono su una superficie pari a circa **1.778 m²**.

Sulla base della classificazione individuata nelle indicazioni operative della **DGRV 2948/2009** l'intervento proposto viene pertanto definito a **MODESTA IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE**, si riporta di seguito la tabella di riferimento per la valutazione della classe di intervento.

TABELLA 9.1: Definizione della classe di intervento in funzione della superficie interessata dall'opera .

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0,1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

il progetto ha riservato particolare attenzione alla limitazione delle superfici pavimentate impermeabili a all'utilizzo, ove si è rivelato indispensabile predisporre un substrato carrabile pavimentato, di sistemi semi - permeabili e/o completamente drenanti.

Queste scelte tecniche appaiono sensibilmente efficaci al fine di contenere l'aumento del **coefficiente udometrico "u"** inteso come portata specifica defluente per unità di superficie (l/s ha). La riduzione del coefficiente di deflusso da **0,90 a 0,60 o addirittura a 0,2** per l'area di competenza inducono infatti la logica riduzione del coefficiente medio delle aree scolanti in esame così come della relativa valutazione delle portate defluenti alla sezione di chiusura considerata.

L'ipotesi progettuale proposta riserva infine ampio spazio alle zone verdi all'interno del PUA cui verranno riservati circa **2.500 m² (oltre il 40% della superficie d'ambito del PUA)** anche al fine di fornire ulteriore valore aggiunto alla destinazione d'uso residenziale cui l'area di progetto risulta destinata.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

La **DGRV 2948/2009** riporta inoltre nel paragrafo relativo alle “**Indicazioni operative**”:

“Per quanto riguarda il principio dell’invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene. Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l’effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall’area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione”

Nel caso specifico in esame tuttavia, il riassetto generale dell’area interessata dagli interventi di progetto e l’impossibilità tecnica di separare la porzione dei deflussi caratterizzante lo stato di fatto ed il surplus indotto dagli interventi di nuova realizzazione, ha fatto propendere per un’interpretazione cautelativa del dettato normativo al fine di fornire ragionevoli garanzie sulla regimazione idraulica delle portate di origine meteorica.

La finalità degli interventi compensativi che verranno proposti risulta infatti quella di assicurare l’invarianza del regime idraulico dei luoghi allo scopo di mantenere costante la portata di efflusso dall’area tra stato di fatto e stato di progetto. L’intervento in esame prevede tuttavia il totale riassetto dell’area che potrebbe rendere inefficace l’attuale sistema di smaltimenti degli afflussi di origine meteorica. Per tale motivo, a scopo del tutto cautelativo, i sistemi di gestione delle precipitazioni di seguito proposti saranno tarati sulla portata complessiva defluente dalle superfici impermeabilizzate secondo il nuovo assetto di progetto e non sulla sola porzione dovuta alle aree di nuova impermeabilizzazione rispetto allo stato di fatto.

La corretta progettazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche che investono le superfici impermeabili di progetto e che defluiscono mediante apposite reti scolanti, rappresenta uno degli aspetti di basilare importanza del progetto da realizzare. L’esame di dette problematiche deriva dalla necessità di produrre un impatto ambientale positivo, al fine di impedire il verificarsi di locali allagamenti nelle aree circostanti, nonché di preservare il territorio dal rischio di inquinamento dei suoli e delle acque sotterranee.

Le portate generate dai deflussi di origine meteorica da gestire al fine del dimensionamento di progetto, per l’evento assunto come riferimento ($T_r = 50$ anni e $T_p = 1$ ora) sono quelle calcolate al Paragrafo 6 e ad esse si farà quindi riferimento per il dimensionamento delle reti di captazione a servizio dell’area oggetto del presente studio.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

10 SISTEMA DI GESTIONE DEI DEFLUSSI PROPOSTO

Come precisato in precedenza nel Paragrafo 8.1, i deflussi di origine meteorica indotti dalle superfici di progetto possono essere considerati a tutti gli effetti, in relazione alle indicazioni contenute nel PTA, come acque "bianche" (definizione attribuibile alle portate allo scarico che *"possono essere considerate non soggette al potenziale trasporto di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente"*) in considerazione:

- ✓ Della destinazione d'uso prevista per le singole porzioni superficiali indagate;
- ✓ Dell'estensione superficiale dei singoli bacini scolanti considerati.

Per la tipologia di deflussi superficiali in esame, il PTA prevede pertanto la possibilità di:

"...recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo senza preventivo trattamento...laddove il recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo non possa essere autorizzato dai competenti enti per la scarsa capacità dei recettori o non si renda convenientemente praticabile, il recapito potrà avvenire anche negli strati superficiali del sottosuolo, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e se del caso, di disoleazione delle acque ivi convogliate...".

Le portate di riferimento per garantire **l'invarianza del regime idraulico** dei luoghi sono stati pertanto calcolati assumendo:

TABELLA 10.1: Parametri di riferimento per il dimensionamento degli interventi compensativi

Tempo di ritorno - Tr	50 anni
Tempo di pioggia - Tp	1 ora
h per Tp = 1 ora e Tr = 50 anni	80,2 mm

parametri ritenuti sufficientemente cautelativi considerando la natura dell'opera, le condizioni al contorno in cui si inserisce lo stato di fatto dei luoghi.

Il sistema di gestione dei deflussi previsto dal progetto si articola nelle seguenti sezioni:

- A. Deflussi dalle **SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE SCOPERTE** costituite dagli Standards di progetto, Viabilità carraia e ciclopeditone all'interno dell'ambito di intervento del PUA;
- B. Deflussi dalle **SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE (COPERTE E SCOPERTE)** funzionali agli interventi (UMI) privati nei quali risulta articolato il PUA.

I deflussi di origine meteorica defluenti dalle **superfici di cui ai punti "A"** (Tabella 8.2) verranno captati mediante appositi pozzetti dotati di caditoia, cui le acque verranno fatte afferire mediante opportuna sagomatura morfologica impartita alle

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

superfici di calpestio in sede di progettazione. Tali pozzetti verranno pertanto collegati tra loro da un collettore interrato in PVC per l'adduzione dei deflussi al sistema disperdente costituito da pozzi perdenti adeguatamente dimensionati come riportato al Paragrafo 11. La posizione di tali pozzi perdenti è stata individuata dai progettisti delle opere all'interno delle aree in cessione al pubblico così come individuato in Tavola 8.4 C di progetto di cui si riporta estratto in Figura 10.1. Il collegamento tra i pozzetti ed il collettore potrà avere luogo con modalità "in parallelo" e potrà essere realizzato a mezzo di un sifone che osservi un franco di qualche centimetro dal fondo del pozzetto stesso al fine di conseguire una sedimentazione primaria del refluo avviato allo smaltimento.

Il succitato collettore interrato in PVC potrà essere realizzato mediante una condotta macrofessurata al fine di incrementare la capacità drenante del sistema.

Alcuni dei pozzi perdenti verranno realizzati lungo il tracciato del collettore interrato in corrispondenza di alcuni pozzetti. Il collegamento tra i pozzetti ed il pozzo perdente inserito in serie sulla linea del collettore principale, potrà essere realizzato a mezzo di un sifone che osservi un franco di qualche centimetro dal fondo del pozzetto stesso al fine di conseguire una sedimentazione primaria del refluo avviato allo smaltimento. I pozzi perdenti inseriti in serie sul collettore principale di adduzione dei deflussi meteorici consentono di smaltire parzialmente le portate gestite dalla rete, scaricando il sistema disperdente "in coda alla linea" di una quota parte delle stesse e rendendo il sistema maggiormente collaborante nella propria totalità.

I deflussi di origine meteorica defluenti dalle **superfici di cui al punto B)** (Lotti privati di cui alla Tabella 8.3 e 8.4) verranno invece gestite attraverso un sistema di accumulo e smaltimento che dovrà essere interamente realizzato sulla superficie fondiaria di pertinenza in posizione idonea che dovrà essere individuata dai progettisti delle opere.

I pozzi perdenti a servizio dei sistemi di accumulo e dispersione delle portate indotte dalle superfici di cui ai punti A e B dovranno essere posati alla regola dell'arte secondo criteri in parte ripresi e ribaditi ai successivi Paragrafi 11 e 12 al fine di garantirne il regolare funzionamento. I pozzi dovranno inoltre essere posati con interasse minimo pari a 2 volte il diametro. I pozzi potranno essere collegati tra loro da una tubazione macrofessurata al fine di implementare la capacità disperdente del sistema. Quanto più la quota di posa della tubazione si avvicinerà alla quota di fondo dei pozzi perdenti, tanto più verrà agevolato il funzionamento "solidale" del sistema drenante

Appare di fondamentale importanza sottolineare in questa sede come il collettamento delle superfici dei singoli lotti al sistema disperdente risulti onere a carico dei singoli proprietari che avranno la piena responsabilità di realizzare tale collegamento senza apportare danneggiamenti e manomissioni al sistema drenante. Sarà parimenti onere dei singoli

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

proprietari provvedere ad ispezioni ed eventuali manutenzioni del sistema drenante al fine di consentirne il corretto funzionamento negli anni.

Le caratteristiche dimensionali di quanto sopra descritto per le superfici di cui ai punti A e B saranno di seguito individuate, nel successivo Paragrafo 11.

Sia l'ubicazione delle opere deputate alla gestione dei deflussi che le caratteristiche dimensionali delle stesse potranno subire modifiche nelle successive sedi di progettazione ed esecuzione. Sarà a carico dei progettisti l'eventuale modifica del sistema di smaltimento in relazione alle esigenze che via via si dovessero manifestare.

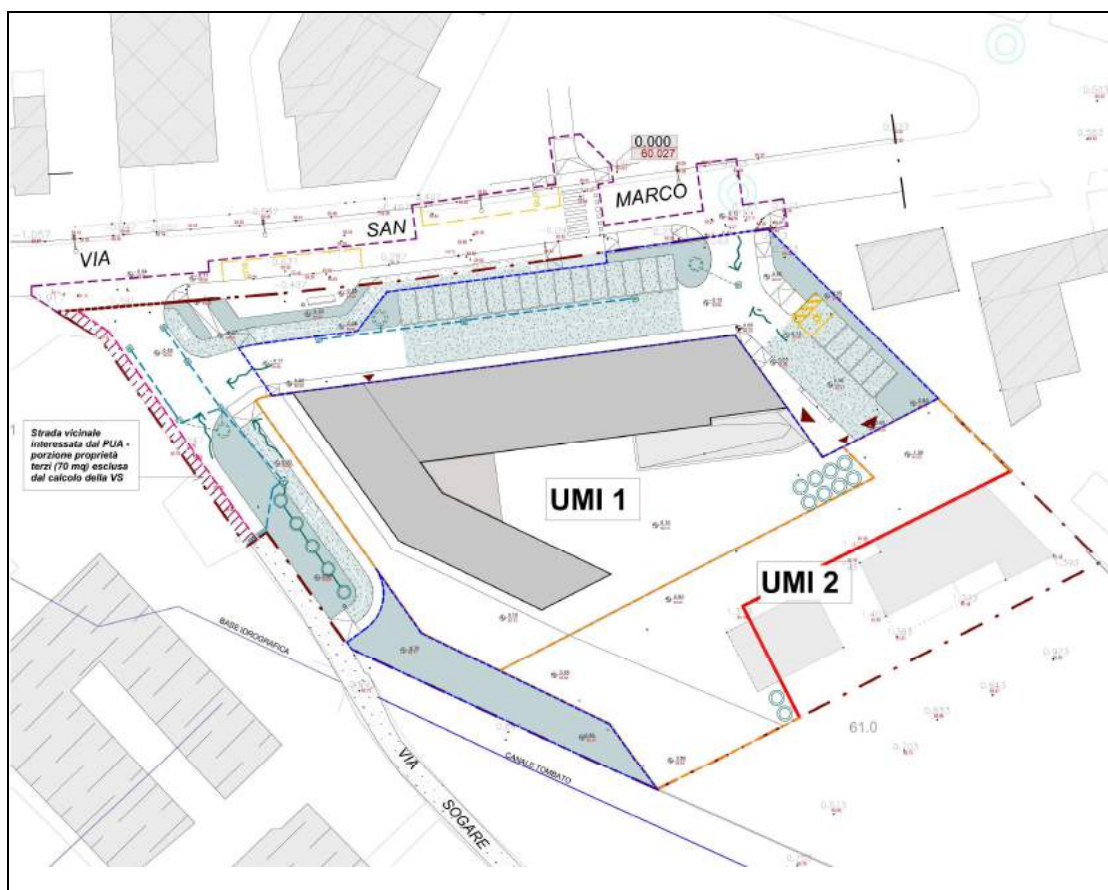
La tipologia di smaltimento adottata è prevista e consentita dalle vigenti disposizioni di legge, con riferimento:

- ✓ **All'Articolo 103 del D. Lgs. n. 152/06 Comma 1, Lettera e**, dove si stabilisce che: è vietato lo scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo fatta eccezione per gli scarichi di acque meteoriche convogliate in reti fognarie separate. Nel caso specifico in esame, i deflussi superficiali captati dai collettori perimetrali sono da considerarsi a tutti gli effetti come acque bianche e sono pertanto assimilabili alle acque di scarico di una rete fognaria separata per la parte dedicata, appunto, alle acque bianche;
- ✓ **All'Articolo 39, Comma 5 del Piano di Tutela delle Acque** approvato nel maggio 2012 come riportato al *Paragrafo 6.1*.

Nel rispetto delle disposizioni **dell'Articolo 101, Comma 3 del D. Lgs. n. 152/06**, l'acqua avviata al sistema disperdente potrà essere sottoposta a controlli chimici da parte dei competenti Enti di controllo, per cui è necessario predisporre un pozzetto di ispezione appositamente dedicato a monte del recapito nell'area depressa.

Si riporta di seguito la distribuzione delle opere per la gestione dei deflussi di origine meteorica così come prevista dai progettisti nella fase progettuale in corso (Estratto di Tavola 8.4 C di Progetto).

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03



LEGENDA RETE ACQUE BIANCHE – FONTE CARTOGRAFIA AGSM

- CANALE TOMBATO
- BASE IDROGRAFICA - PROVINCIA
- POZZO PERDENTE ESISTENTE

LEGENDA RETE ACQUE BIANCHE IN PROGETTO

- CADITOIA A POZZETTO 60x60 cm
- CADITOIA A POZZETTO 60x60 cm COLLEGATA A POZZO A PERDERE ø100 cm - 3 ANELLI posizionato su area verde
- INCLINAZIONE NATURALE DEL TERRENO
- TUBAZIONE DI PROGETTO IN CONTROPENDENZA PVC ø160
- TUBAZIONE DI PROGETTO IN CONTROPENDENZA PVC ø200
- POZZI PER LA DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO PRIVATO/PUBBLICO vedi elaborato 4.2
- GRIGLIA DI RACCOLTA
- GRIGLIA DI RACCOLTA
- VERDE PROFONDO
- PAVIMENTAZIONE DRENANTE - TIPO DRAINBETON O V8/V10 FERRARI BK

FIGURA 10.1: Estratto Stato di Progetto da Tavola del PUA con perimetrazione dell'ambito di intervento

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR)
Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com

Data: Ott-18

Revisione: 03

11 OPERE E MANUFATTI PER LA GESTIONE DEI DEFLUSSI

Nel presente capitolo si riporta una breve descrizione dei manufatti e delle opere ipotizzate nel contesto del sistema di gestione e smaltimento dei deflussi meteorici dalle superfici di progetto.

Come ampiamente argomentato nei Paragrafi precedenti sono previsti tre diversi sistemi di gestione dei deflussi di origine meteorica (tutti comunque classificabili come acque bianche ai sensi del PTA vigente Cfr. Paragrafo 8.1),. distinti per le seguenti tipologie di superfici:

- A. Deflussi dalle Superfici scoperte costituite dagli Standards di progetto, Viabilità carraia e ciclopedonale all'interno dell'ambito di intervento del PUA;
- B. Deflussi dalle Superfici impermeabilizzate (coperte e scoperte) funzionali agli interventi (UMI) privati nei quali risulta articolato il PUA.

Verranno pertanto, nei seguenti paragrafi, trattati separatamente i manufatti dedicati alle diverse sezioni nelle quali risulta articolato il sistema di gestione dei deflussi di origine meteorica

Appare comunque di assoluto rilievo evidenziare come non competa al presente elaborato la definizione compiuta della tipologia di manufatto da adottare, aspetto ritenuto di scarsa rilevanza anche al fine di conseguire le necessarie concessioni da parte degli enti competenti in materia. Appare invece di fondamentale importanza la definizione di alcuni aspetti costruttivi e dimensionali del sistema di gestione delle acque meteoriche al fine di giustificare le scelte progettuali adottate.

11.1 POZZI PER LA DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE

I manufatti deputati alla dispersione in suolo delle acque di origine meteorica saranno costituiti da **pozzi perdenti** realizzati attraverso la predisposizione di uno scavo di profondità variabile in funzione dello sviluppo verticale dell'unità da realizzare. All'interno di detto scavo verrà posizionato un cilindro composto da singoli moduli prefabbricati in cls forato di idoneo diametro. Il riempimento al contorno fino a 50 cm sotto il piano campagna verrà realizzato mediante la posa di uno strato drenante di ciottoli lavati ed è inoltre possibile interporre uno strato di tessuto non tessuto tra il terreno in sito (fronte di scavo) ed il materiale sciolto di riempimento al fine di evitare l'intrusione dei materiali più fini nella camera disperdente. Si riporta in Figura 9.1.1 lo schema grafico di un pozzo perdente tipo:

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

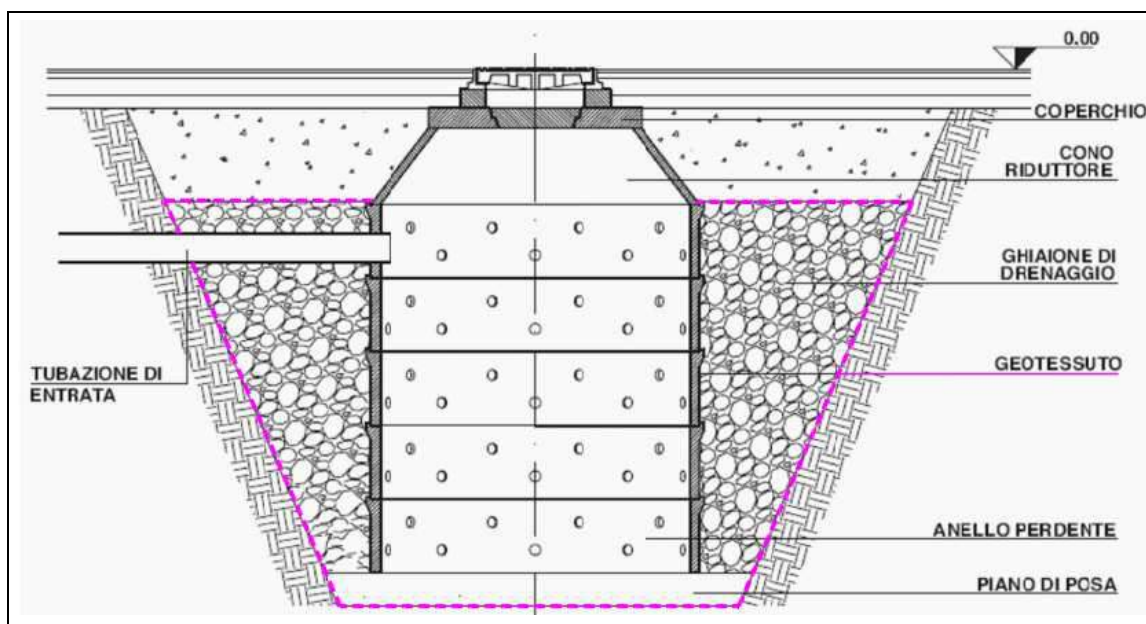


FIGURA 9.1.1: Schema grafico tipo dei Pozzi Perdenti da realizzare.

Si individua in Tabella 11.1 la capacità di smaltimento delle singole unità disperdenti, a servizio delle diverse sezioni nelle quali risulta articolato il sistema di gestione dei deflussi di origine meteorica, previste per lo smaltimento delle portate calcolate al Paragrafo 8

TABELLA 11.1.1: Dimensionamento Unità Disperdente acque meteoriche – **POZZO PERDENTE**

Parametro	U.d.M.	Valore
Permeabilità dello strato ghiaioso (K)	m/s	$1,5 \times 10^{-5}$
Diametro del pozzo disperdente	m	2,00
Profondità del pozzo disperdente (H)	m	4,00
Carico idraulico massimo nel pozzo disperdente ($H \times 0,95$)	m	3,80
Velocità media di deflusso attraverso lo strato ($K \times i_{MEDIO}/n$)	m/s	$2,85 \times 10^{-5}$
a) Portata di smaltimento media del pozzo	l/s	0,77
	m ³ /h	2,77
b) Volume invaso nella camera del pozzo	m ³	13 c.ca
c) Volume totale gestibile dal pozzo per Tp di 1 ora (a + b)	m ³	15 c.ca

I pozzi costituenti le unità disperdenti dovranno essere disposti con **INTERASSE NON INFERIORE A 2 VOLTE IL DIAMETRO**. Essi saranno inoltre essere collegati in serie da

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

una tubazione da installarsi alla quota più profonda possibile (da valutarsi dai progettisti anche in ordine a considerazioni di carattere tecnico-economico) al fine di ottimizzarne il funzionamento. Tale condizione risulta inoltre cautelativa al fine di poter disporre di tutto il volume di invaso reso dalla sommatoria delle camere di accumulo delle singole unità e dal volume di accumulo delle tubazioni stesse, nel caso del verificarsi di un evento eccezionale eccedente quello assunto come riferimento per i calcoli progettuali.

Le tubazioni di collegamento tra i pozzi potranno essere realizzate per mezzo di moduli macrofessurati al fine di aumentare ulteriormente la potenzialità disperdente del sistema in virtù della capacità drenante anche delle tubazioni di collegamento.

La capacità drenante non verrà tuttavia di seguito computata a scopo del tutto cautelativo

In relazione al dimensionamento riportato nella Tabella 11.1.1 appare di assoluto rilievo sottolineare come, a scopo del tutto cautelativo, sia stato assunto un valore del coefficiente di permeabilità del terreno pari a $K = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (la Tabella 3.4.2.1 ripresa dalla relazione geologica ed Idrogeologica di progetto, attribuisce alla permeabilità media del primo sottosuolo valori che raggiungono $2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

Tale scelta progettuale deriva da una previsione del tutto ipotetica e cautelativa sull'eventuale possibilità di insufficienza della rete a seguito di dinamiche collaterali e fortuite allo smaltimento dei deflussi meteorici quali:

- ✓ La riduzione della porosità dei terreni caratterizzanti il primo sottosuolo nell'immediato intorno del pozzo a seguito del deposito negli stessi di materiale fine in sospensione potenzialmente trascinati dalle portate avviate allo smaltimento;
- ✓ La compattazione degli strati caratterizzanti il primo sottosuolo nell'immediato intorno dell'unità disperdente in seguito al consolidamento dei terreni indotto dall'infiltrazione, attraverso i vuoti (porosità), delle acque meteoriche smaltite puntualmente dall'unità disperdente;
- ✓ L'accidentale compattazione dei terreni del primo sottosuolo nell'immediato intorno del pozzo perdente, in seguito alle operazioni di sbancamento e riprofilatura eseguita con mezzi meccanici necessarie alla loro realizzazione;
- ✓ L'accidentale franamento di materiale, caratterizzato da scarsa permeabilità, all'interno della camera del pozzo con conseguente parziale riduzione della capacità di assorbimento del sistema

Quanto sopra esposto configura le scelte progettuali come del tutto cautelative in relazione alle problematiche oggetto del presente elaborato. I progettisti potranno tuttavia valutare in sede esecutiva la possibilità di potenziare le unità del sistema di accumulo e dispersione dimensionate in Tabella 11.1.1 al fine di acquisire ulteriori garanzie nei confronti di eventuali insufficienze del sistema di drenaggio dovuti ad eventi eccezionali eccedenti i parametri assunti alla base del progetto.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

Qualsiasi scelta progettuale basata sulla modellazione numerica di eventi naturali e pertanto nel del tutto prevedibili, infatti, pur prendendo atto di una insita instabilità, attraverso l'assunzione di valori cautelativi attribuiti ad alcuni parametri, presenta comunque condizioni di labilità del sistema proposto nei confronti dei quali è sempre auspicabile aumentare il franco di sicurezza qualora le condizioni al contorno dell'intervento da realizzare lo consentano.

La validità delle ipotesi di progetto (valore effettivo del coefficiente di permeabilità del primo sottosuolo) dovrà comunque essere verificata in cantiere, durante la realizzazione dell'opera.

Si consiglia a tal fine l'osservazione della successione stratigrafica lungo i fronti di scavo (anche durante lo scavo per le fondazioni dei fabbricati) e l'esecuzione di una prova di permeabilità sul fondo della vasca in fase di realizzazione. Sarà così possibile aggiornare i dati raccolti ed eventualmente adeguare il dimensionamento del sistema di smaltimento in base all'effettiva capacità assorbente specifica dei terreni in sito.

11.2 SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "A"

Si riporta di seguito in Tabella 11.2.1 il dimensionamento del sistema di accumulo e dispersione a servizio delle superfici scoperte costituite dagli Standards di progetto, Viabilità carraia e ciclopedonale all'interno dell'ambito di intervento del PUA (**superfici di cui al punto "A"**).

*TABELLA 11.2.1: Dimensionamento Unità di accumulo e disperdente acque meteoriche –
SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "A"*

Parametro	U.d.M.	Valore
Altezza pioggia critica	mm	80,2
Superficie considerata	m ²	1.820
b) Volume totale gestibile dal pozzo per Tp di 1 ora	m ³	15 c.ca
Volume totale da gestire per Tp di 1 ora	m ³	120 c.ca
Numero minimo di pozzi da realizzare	n	8

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

11.3 SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "B"

Si riporta di seguito in Tabella 11.3.1 il dimensionamento del sistema di accumulo e dispersione a servizio delle superfici scoperte costituite dalle superfici coperte (superfici di cui al punto "B").

*TABELLA 11.3.1: Dimensionamento Unità di accumulo e disperdente acque meteoriche –
SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "B" – UMI 1*

Parametro	U.d.M.	Valore
Altezza pioggia critica	mm	80,2
Superficie considerata	m ²	1.680
Volume totale gestibile dal pozzo per Tp di 1 ora	m ³	15 c.ca
Volume totale da gestire per Tp di 1 ora	m ³	115 c.ca
Numero minimo di pozzi da realizzare	n	8

*TABELLA 11.3.2: Dimensionamento Unità di accumulo e disperdente acque meteoriche –
SUPERFICI SCOPERTE DI CUI AL PUNTO "B" – UMI 2*

Parametro	U.d.M.	Valore
Altezza pioggia critica	mm	80,2
Superficie considerata	m ²	482
Volume totale gestibile dal pozzo per Tp di 1 ora	m ³	15 c.ca
Volume totale da gestire per Tp di 1 ora	m ³	30 c.ca
Numero minimo di pozzi da realizzare	n	2

Appare di fondamentale importanza sottolineare in questa sede come il collettamento delle superfici dei singoli lotti al sistema disperdente risulti onere a carico dei singoli proprietari che avranno la piena responsabilità di realizzare tale collegamento senza apportare danneggiamenti e manomissioni al sistema drenante. Sarà parimenti onere dei singoli proprietari provvedere ad ispezioni ed eventuali manutenzioni del sistema drenante al fine di consentirne il corretto funzionamento negli anni.

Sarà inoltre cura e onere dei singoli proprietari verificare la bontà delle ipotesi progettuali riportate nel presente elaborato in relazione alla situazione as-built al fine di accertare l'effettiva congruenza del dimensionamento sviluppato.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

12 CAPACITÀ DI INVASO DELLE ACQUE METEORICHE

Le indicazioni operative contenute nella **DGRV 2948 del 6 ottobre 2009** riportano testualmente quanto segue:

"In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge ... in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di reimmissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata."

Appare pertanto di rilievo sviluppare alcune considerazioni specifiche in merito a tali aspetti della normativa per dare compiutamente riscontro dell'ottemperanza del sistema proposto alla normativa vigente.

Il Valore parametrico fissato nell'area in esame dal Consorzio di Bonifica Veronese al fine di garantire l'invarianza idraulica tra lo stato di fatto (area a verde) e lo stato di progetto tipo (area urbanizzata) risulta pari a 250 m³/ha impermeabilizzato, corrispondenti nel caso specifico in esame, considerando cautelativamente anche le superfici pavimentate permeabili (es. Drainbeton), a circa **85 m³** (250 m³/ha x 0,3398 ha).

Il Repertorio Normativo (Allegato alle N.T.O. art. 17 comma 5 lett. C) allegato al Piano degli interventi riporta nell'elenco delle "Manifestazioni di Interesse ritenute prioritarie II bando – ATO. 3" la Tabella di cui alla Figura 5.2 della presente relazione. Per l'intervento in esame (Scheda Norma 34) è previsto un volume di invaso pari a **90 m³**, valore evidentemente inferiore alla capacità complessiva di invaso prevista nel presente elaborato.

Tali valori parametrici applicati alle superfici di nuova impermeabilizzazione previste dal progetto in esame restituiscono le evidenze numeriche riportate in Tabella 12.1.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

TABELLA 12.1: Dati dimensionali di interesse e confronto con il volume di invaso parametrico

Parametro	U.d.M.	Valore
Superficie scoperta pavimentata impermeabile destinata a viabilità e marciapiedi area pubblica in cessione o vincolo ad uso pubblico	m ²	965
Superficie scoperta permeabile area pubblica in cessione o vincolo ad uso pubblico destinata a viabilità	m ²	855
Superfici impermeabilizzate (coperte e scoperte) funzionali agli interventi (UMI) privati nei quali risulta articolato il PUA	m ²	2.162
Volume di invaso da garantire ai sensi del valore parametrico di riferimento (250 m ³ /ha)	m ³	100
Volume di invaso da garantire ai sensi del Repertorio Normativo (Allegato alle N.T.O. art. 17 comma 5 lett. C) calcolato su superficie territoriale 5.900 m ²	m ³	90
Volume totale di invaso previsto nel presente studio idraulico 13m ³ x (8+8+2) = 234 m ³	m ³	234 > 100 195 > 90

Tale evidente discrepanza risulta correlabile al fatto che, come anticipato in precedenza, gli interventi compensativi previsti in questa sede sono stati dimensionati sull'intera portata defluente dalle superfici impermeabilizzate e non sul solo surplus indotto dalla situazione post – operam rispetto all'ante- operam.

A tale capacità di invaso andrebbe sommata la capacità di invaso distribuita in maniera diffusa nelle tubazioni di collegamento (collettori) in PVC o calcestruzzo e nei pozzi perdenti distribuiti lungo il percorso del collettore principale che in via del tutto cautelativa, non viene in questa sede considerata.

In ogni caso i dati sopra riportati consentono ragionevolmente di dedurre, dal di vista strettamente matematico, come le opere previste risultino idonee alla laminazione del volume dei deflussi meteorici assunti dal progetto al fine di garantire l'invarianza del regime idraulico dei luoghi ai sensi di quanto previsto dalla **DGRV 2948 del 6 ottobre 2009**.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

13 CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI PER LA FASE ESECUTIVA

Come riportato in precedenza al Paragrafo 10 si suggerisce di realizzare il collegamento tra i pozzi perdenti con una tubazione macrofessurata al fine di incrementare tanto la capacità drenante quanto la capacità di accumulo complessiva del sistema.

Si invita inoltre i progettisti a prestare particolare attenzione alla posa dei pozzi perdenti, poiché potrebbero indurre nel tempo cedimenti nell'immediato intorno dei pozzi perdenti a causa della scarsa compattazione del materiale di riempimento.

Il collegamento tra il collettore ed i pozzi perdenti potrebbe essere realizzato mediante "scolmatori" realizzati in alcuni pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

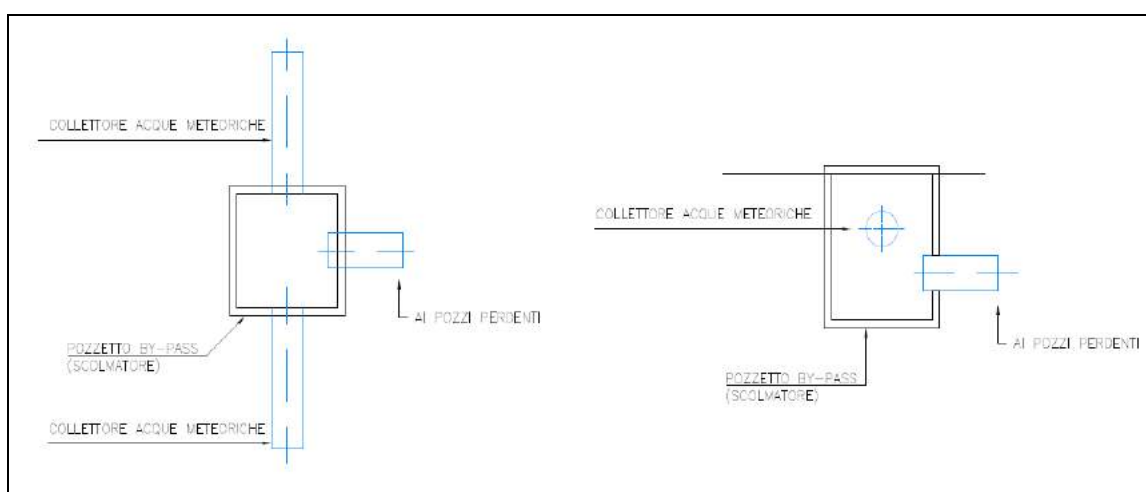


FIGURA 13.1: Schema grafico tipo dei pozzetti con scolmatore eventualmente da realizzare

Qualora nel corso degli scavi per l'alloggiamento dei pozzi, dovessero essere intercettate lenti di materiali fini (limi ed argille), si dovrà provvedere ad approfondire gli scavi stessi (rispettando comunque un idoneo franco di falda pari ad almeno 2 m) fino all'attraversamento di tali barriere idrauliche così da consentire ai pozzi stessi la capacità disperdente prevista dal presente elaborato. Il riempimento al di sotto del piano di imposta del pozzo perdente dovrà in tal caso essere effettuata per mezzo di materiale drenante.

La capacità di invaso complessiva del sistema potrebbe essere implementata attraverso l'alloggiamento dei pozzi perdenti in aree leggermente depresse o realizzando aree depresse esterne alle porzioni di alloggiamento dei pozzi, in aree destinate a verde, ma in grado di collaborare con gli stessi mediante collegamenti di troppo pieno o simili.

Tale accorgimento rappresenta, a parere dello scrivente, accorgimento tecnico dalla valenza sensibilmente positiva se si considerano in un'ottica costo-beneficio:

- ✓ La possibilità di conseguire garanzie aggiuntive nei confronti di portate eccedenti il valore critico considerato per le ipotesi progettuali oggetto del presente

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

elaborato ($T_r = 50$ anni; $T_p = 1$ ora) o di malfunzionamento non preventivabile del sistema disperdente;

- ✓ La probabile frequenza di funzionamento dello stesso in virtù di dati dimensionali delle portate di origine meteorica e del grado di affidabilità del sistema di smaltimento che appaiono decisamente cautelativi;
- ✓ Il confronto tra le possibili problematiche indotte dal suo funzionamento in caso di emergenza e le conseguenze legate all'eventualità di un allagamento diffuso di porzioni dell'area residenziale. Occorre infatti rammentare come le acque eventualmente invase dall'opera in caso di malfunzionamento del sistema disperdente si configurino a tutti gli effetti come acque bianche, non soggette al trascinamento di sostanze "potenzialmente pregiudizievoli per l'ambiente" e pertanto un eventuale scarico di emergenza in un corpo idrico recettore non avrebbe modo di indurre negatività tangibili per l'ambiente circostante.

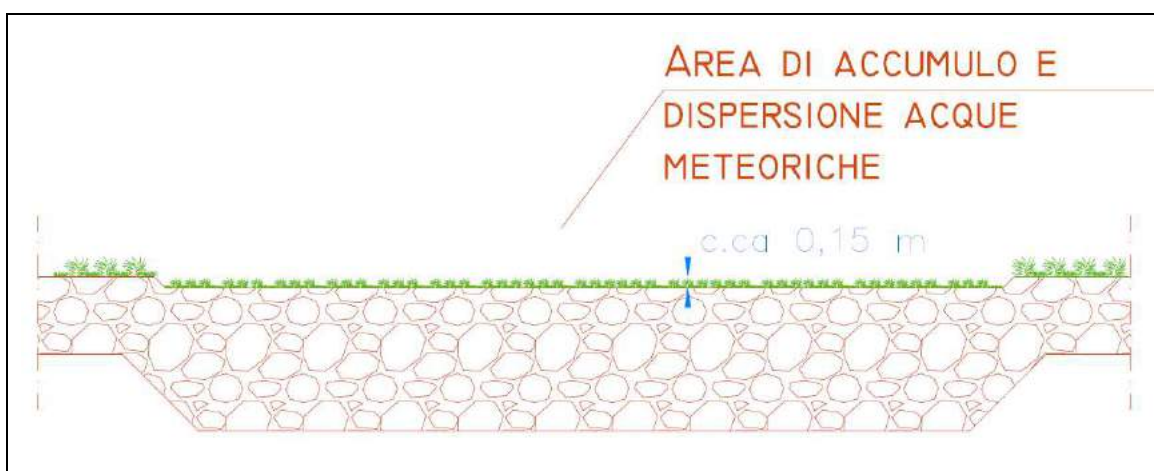


FIGURA 13.2: Area depressa di accumulo e dispersione delle acque meteoriche – Schema grafico della sezione tipo

La realizzazione delle succitate aree depresse di accumulo e dispersione potrebbe inoltre consentire di ridurre il numero di pozzi perdenti da realizzare nelle porzioni asservite.

Qualora nella UMI 1 o nella UMI 2 gli interventi di progetto riportati nel PUA in esame venissero realizzati per stralci, o solo parzialmente, il sistema di gestione delle acque meteoriche potrà essere realizzato proporzionalmente a quanto realizzato ferme restando le condizioni al contorno assunto per i dimensionamenti contenuti nel presente elaborato.

L'ubicazione dei sistemi di accumulo e smaltimento dimensionati nel presente elaborato e a servizio delle portate defluenti dalle superfici di cui ai punti "A" e "B" sopraccitati, dovrà essere individuata in aree idonee (fermo restando il rispetto delle prescrizioni riportate in precedenza) che dovranno essere adeguatamente individuate dai progettisti del PUA (Tavola di riferimento consegnata in sede di redazione del presente elaborato Tavola 8.4 C).

In sede di progettazione si è valutata anche la possibilità collettare la linea di scarico delle acque di origine meteorica indotte dalle superfici di progetto al canale tombato presente ad Ovest dell'intervento in esame così come riportato sulle tavole di progetto. Si è tuttavia optato per non procedere in tale direzione per i seguenti principali motivi:

- ✓ Da una ricerca effettuata sul Geoportale del Consorzio di Bonifica Veronese trattasi del Canale 84/SP del Bacino CONAGRO. Tale canale risulta appartenere alla rete irrigua come riportato in Figura 13.3. In tale tipologia di canale solitamente il Consorzio di Bonifica Veronese non consente immissione di acque "parassite" di origine meteorica.



FIGURA 13.3: Estratto della mappa della rete idrografica scaricata dall'area Webgis del sito del Consorzio di Bonifica Veronese

- ✓ L'eventuale recapito delle acque meteoriche al succitato canale non avrebbe comunque comportato alcun vantaggio alla proprietà in termini di capacità di accumulo/laminazione che il sistema avrebbe dovuto assicurare al fine di garantire l'invarianza idraulica dei luoghi nella configurazione pre e post intervento.

Tuttavia, qualora nelle successive fasi progettuali emergesse la possibilità di dotare il sistema di gestione dei deflussi meteorici oggetto del presente elaborato di un troppo pieno di emergenza al succitato canale appare evidente come tale elemento costituirebbe ulteriore garanzia sull'affidabilità del sistema ed andrebbe ulteriormente ad incrementare il coefficiente di sicurezza garantito dalle opere di regimazione delle acque meteoriche oltre a quanto già previsto nel presente elaborato.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03

Le considerazioni ed i calcoli idraulici sviluppati nel presente elaborato si basano sui dati progettuali forniti dalla committenza/progettisti e presentano, pertanto, un grado di dettaglio e precisione commisurato allo stadio progettuale in essere.

Nel corso delle successive fasi progettuali saranno pertanto possibili modifiche ed approfondimenti di dettaglio che potrebbero richiedere aggiornamenti e precisazioni del presente elaborato.

La validità delle ipotesi di progetto dovrà inoltre essere verificata in fase esecutiva, durante la realizzazione delle opere (con particolare riferimento al valore effettivo del coefficiente di permeabilità del primo sottosuolo e all'osservazione della successione stratigrafica lungo i fronti di scavo, anche durante lo scavo per le fondazioni dei fabbricati). Sarà così possibile aggiornare i dati raccolti con misure ed osservazioni effettuate nel corso dei lavori, per eventualmente adeguare lo studio idraulico alle evidenze puntuali riscontrate.

Ing. Luca Mignolli - Via Rionda, 7/B – 37024 Negrar (VR) Cell. 349.8463062 – email: l.mignolli@gmail.com	Data: Ott-18
	Revisione: 03