



COMUNE DI VERONA



SVINCOLO DI VIA VIGASIO SULLA TANGENZIALE SUD DI VERONA PROGETTO DEFINITIVO

N° ELABORATO :

RE.07

OGGETTO:

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROGETTISTA VIABILITA' :

infratec
CONSULTING ENGINEERING S.R.L.

via Camuzzoni, 1 - VERONA tel 045 8101737 fax 045 8102502

DIRETTORE TECNICO :

Ing. Maurizio Fabbiani



COMUNE DI VERONA

AREA GESTIONE DEL TERRITORIO

COORDINAMENTO MOBILITA' E TRAFFICO

Il Dirigente: Ing. Giorgio Zanoni

C					
B					
A					
0	12.06.2014	EMISSIONE FINALE	ing. CANTERI	ing. FABBIANI	COMMITTENTE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



COMUNE DI VERONA

**Realizzazione del nuovo Svincolo di via Vigasio
sulla Tangenziale Sud di Verona**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre 2009

INDICE

1.	PREMESSA, SCOPO E OBIETTIVI DELL'INTERVENTO	2
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
3.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	6
4.	CARATTERISTICHE DEI LUOGHI.....	6
	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE	6
	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROGRAFICHE ED IDRAULICHE	9
5.	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO	10
	ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE.....	11
	ANALISI IDROLOGICA.....	12
	ANALISI DELLA CRITICITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO E STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO.....	13
6.	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	14
7.	RETE DI DRENAGGIO STRADALE DELLE ACQUE METEORICHE	15

1. PREMESSA, SCOPO E OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

La presente **Relazione di Compatibilità Idraulica** è parte del **Progetto Definitivo** del nuovo **Svincolo di via Vigasio sulla Tangenziale Sud di Verona** realizzato nell'ambito degli interventi di riqualificazione e potenziamento del sistema delle tangenziali e della viabilità nel quadrante Sud di Verona. L'intervento sarà realizzato in convenzione fra il Comune di Verona, la soc. Autostrada A4 BS-PD e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti e posto a carico del soggetto attuatore della **Manifestazione di Interesse n. 36 AIDA** nell'ambito del **Piano degli Interventi Comunale P.I.** approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 91 del 23.12.2011.

Con Delibera della Giunta Regione Veneto D.G.R.V. n. 4148 del 18.12.2007 è stato approvato il **Piano di Assetto del Territorio P.A.T. del Comune di Verona** a seguito del quale predisposto il **Piano degli Interventi P.I.** che ha dato avvio al procedimento di concertazione e realizzazione degli interventi sul territorio caratterizzati da rilevanti funzioni strategiche sia per l'offerta di servizi ed attrezzature, che per la sostenibilità dal punto di vista infrastrutturale.

Per la verifica della sostenibilità infrastrutturale degli interventi previsti dal **P.I.**, il Comune di Verona di accordo con l'Ente Verona Fiere, ha predisposto il **Piano della Viabilità di Verona Sud (30.11.2012)** che costituisce lo **Studio di Traffico** ed il **Progetto Preliminare** di riferimento per tutte le iniziative previste e fornisce le indicazioni / priorità per gli interventi di sistemazione e miglioramento della rete viaria in Verona Sud. Il **Piano** è stato approvato, in linea tecnica, nella Conferenza Servizi del 10.01.2013 dagli Uffici Comunali, dall'Autostrada BS-PD e dall'ANAS Ufficio Ispettivo Territoriale di Bologna (ora SVCA-MIT-BO).

Il **Piano della Viabilità di Verona Sud** individua come opere prioritarie il miglioramento della viabilità di accesso al sistema della Tangenziale Sud di Verona Sud ed, in particolare :

1. la realizzazione del nuovo Svincolo di via Vigasio (oggetto del presente intervento)
2. il miglioramento dello **Svincolo di Forte Tomba** esistente (oggetto di separato intervento)
3. la realizzazione del nuovo **Svincolo di via Morgagni** (previsto dall'Autostrada BS-PD)
4. il miglioramento dello **Svincolo di Strada Dell'Alpo** (futuro intervento)

Le Planimetrie rappresentative dello Stato Attuale e del futuro Stato di Progetto degli Svincoli sulla Tangenziale Sud di Verona sono allegate al progetto.

Lo **Svincolo di via Vigasio**, a seguito di istruttoria dell'Autostrada BS-PD prot. 5516-13 del 31.01.2013, del MIT-BO prot. 00537-P del 05.03.2013 (e precedente UBO prot. 4674-P del 28.09.2012), ha ottenuto il parere di massima favorevole della Direzione Generale di Roma SVCA-MIT prot. 0004500-P del 20.05.2013 subordinatamente alla presentazione del Progetto Definitivo ed alla stipula di apposita Convenzione fra Comune e Concessionaria.

Nell'ambito del Piano degli Interventi - ATO4 di VR Sud, è stato approvato il testo definitivo dell'accordo pubblico-privato ai sensi dell'art.6 della L.R.11/2004 rispettivamente con Delibera della G.M. 561 del 18.12.2012 per la scheda norma **n. 36 "WTC Adige City" di AIDA SpA** ubicata nel comparto compreso fra V.le Delle Nazioni, via Copernico, V.le Commercio, via Cagnoli nell'ATO4 di VR Sud; con Delibera della G.M. 297 del 04.09.2013 per la scheda norma **n. 41 ELLE IMMOBILIARE SpA** ubicata nel comparto compreso fra V. Flavio Gioia, via dell'Esperanto e la Tangenziale.

Entrambi i privati, ognuno per il rispettivo intervento, a conclusione dell'istanza di VIA hanno ricevuto da parte della Giunta Provinciale indicazioni prescrittive in merito alla realizzazione e al collaudo delle opere infrastrutturali finalizzate al rilascio dell'agibilità degli edifici (deliberazione G.P. n. 218 del 24-09-2012 a seguito del parere della Commissione Provinciale V.I.A. n. 321 del 14-09-2012 per il soggetto **AIDA**; deliberazione G.P. n. 1530 del 02-04-2013 a seguito del parere della Commissione Provinciale V.I.A. n. 336 del 15-03-2013 per il soggetto **ELLE IMMOBILIARE**).

In data 20-04-2013 è stato stipulato con atto del notaio dott. Claudio Berlini l'Accordo pubblico – privato tra il Comune di Verona e la Soc. **AIDA** Spa relativo all'ambito della scheda n. 36/B1.

In data 19-09-2013 è stato stipulato con atto del notaio dott. Ilario Ripoli l'Accordo pubblico – privato tra il Comune di Verona e la Soc. **ELLE IMM.** relativo all'ambito della scheda n. 41/B1.

A seguito di tali procedimenti, lo **Svincolo di via Vigasio** è stato posto a carico di dette società **AIDA Spa** e **ELLE IMMOBILIARE Spa**, denominate **soggetto attuatore**, limitatamente alle seguenti opere identificate nel proseguo con la cosiddetta "prima fase":

- per la **parte Nord**, a carico della soc. **AIDA** : le piste svincolo di entrata / uscita, il collegamento stradale con via F. Gioia e la sistemazione della relativa intersezione semaforizzata, parte della rotatoria centrale, i soli sottoservizi di pertinenza stradale, la semaforizzazione dell'intersezione su via Dell'Esperanto; a carico della soc. **ELLE IMM.RE** : la restante parte della rotatoria centrale, la bretella di collegamento con via dell'Esperanto comprese le piste di ingresso e di uscita, i sottoservizi.
- per la **parte Sud**, a carico della soc. **AIDA**, le piste di svincolo entrata / uscita e il collegamento di prima fase con via Mezzacampagna e via Vigasio mediante intersezione semaforizzata.

Il data 17.05.2013 la soc. **AIDA** ha quindi presentato il **Progetto Preliminare** dello **Svincolo di via Vigasio**, a seguito del quale e delle citate istruzioni / approvazioni è stato redatto e trasmesso al Comune di Verona il **Progetto Definitivo** (08.07.2013) composto dagli elaborati in allegato ai sensi del DPR 207/2010. Il Progetto è stato esaminato nella Conferenza Servizi interna agli uffici comunali il 25.07.13 e nella Conferenza Servizi Preliminare del 26.07.2013 alla presenza di tutti i soggetti interessati.

In tali sedi sono state richieste alcune integrazioni al Progetto Definitivo originale del 08.07.13 che sono state quindi inserite nella **Revisione A del 09.08.2013** esaminata nella successiva CdS interna del 27.09.2013 per la quale è stata emessa la **Revisione B**.

Tutte le opere di prima fase verranno eseguite ed appaltate dal soggetto attuatore nel rispetto della vigente disciplina sugli appalti pubblici e secondo la convenzione sottoscritta con il Comune di Verona e con quella che verrà allo scopo sottoscritta dal Comune con la Concessionaria BS-PD.

Le seguenti figure mostrano l'area di intervento e lo stato di progetto su estratto di foto aerea.



Figura 1- Tangenziale Sud di VR - Ubicazione nuovo Svincolo di via Vigasio

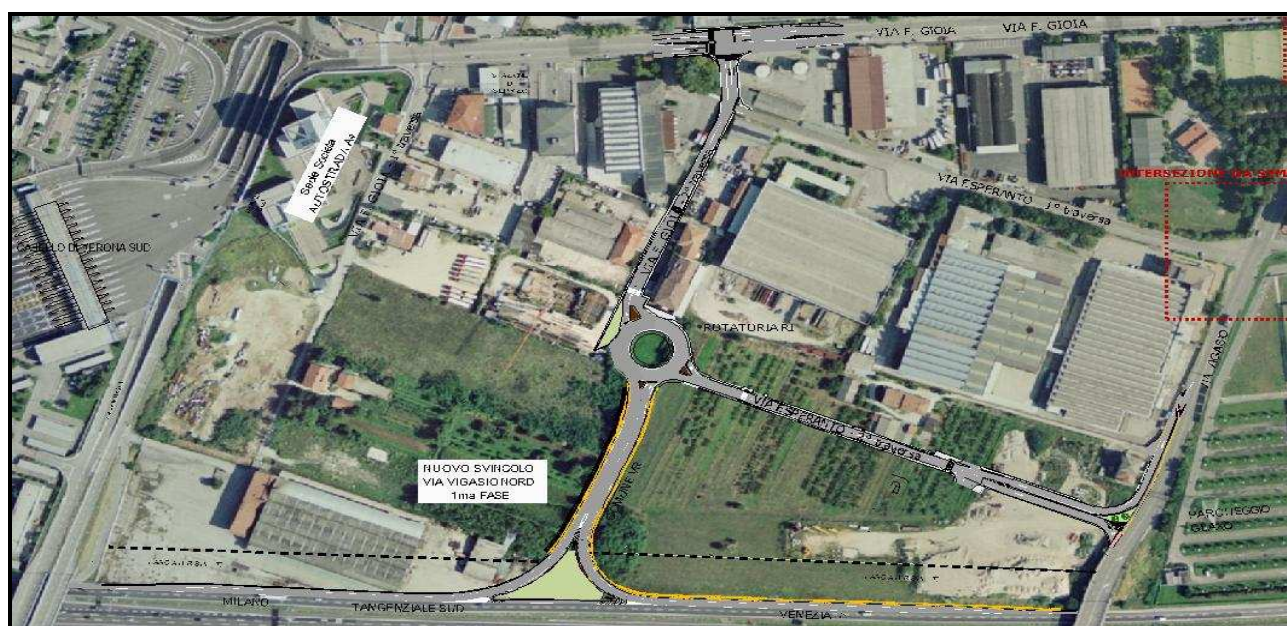


Figura 2- Svincolo di via Vigasio – Planimetria dell'intervento lato NORD



Figura 3- Svincolo di via Vigasio – Planimetria dell'intervento lato SUD

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La presente Relazione è redatta ai sensi della

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 DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Con riferimento agli elaborati allegati, l'intervento in progetto prevede la realizzazione completa dello **Svincolo di via Vigasio Nord e Sud per le opere di prima fase**, in sintesi :

Svincolo Nord

- realizzazione delle corsie di decelerazione / accelerazione a norma, in allargamento alla Tangenziale esistente incluso il raccordo con la rotatoria centrale e con l'esistente a 2° Traversa di via Gioia,
- riqualificazione della 2° Traversa e di via Gioia inclusa la sistemazione e la semaforizzazione dell'intersezione esistente,
- semaforizzazione dell'intersezione fra via Esperanto e la 1° Traversa della stessa,
- realizzazione dei sottoservizi di competenza stradale (rete di drenaggio acque meteoriche pubblica illuminazione), mentre i rimanenti impianti a servizio del comparto interessato saranno a carico della M.I. 41 e degli altri soggetti attuatori designati dal Comune di VR,
- risoluzione delle interferenze e lavori accessori di completamento e finitura.

Nella Conferenza Servizi del 26.07.2013 è stato prescritto che lo Svincolo di via Vigasio Nord comprenda anche :

- la realizzazione della rotatoria centrale R1 e della 2° Traversa di via Esperanto; tali interventi verranno realizzati in compartecipazione / coordinamento con la M.I. 41 di ELLE Immobiliare come indicato in progetto.

Svincolo Sud

- realizzazione delle corsie di decelerazione / accelerazione a norma, in allargamento alla Tangenziale esistente, fino al raccordo con via Mezzacampagna,
- riqualificazione del tratto di via Mezzacampagna e via Vigasio inclusa la sistemazione e la semaforizzazione dell'intersezione esistente,
- realizzazione dei sottoservizi di competenza stradale (rete di drenaggio acque meteoriche pubblica illuminazione),
- risoluzione delle interferenze e lavori accessori di completamento e finitura.

4. CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE

Con specifico riferimento alla porzione di territorio in esame e all'estratto cartografico della seguente figura (ricavato dalla *"Carta Geologica del territorio del Comune di Verona"* in scala 1:20.000), si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all'evoluzione dell'idrografia attuale e pregressa (terrazzi, orli di scarpata, etc.), i cui segni risultano tuttavia celati dalla sempre crescente urbanizzazione del territorio. L'agente morfogenetico principale è rappresentato dal fiume Adige con il suo grande conoide ed il suo piano di divagazione, scavato e terrazzato, all'interno del conoide stesso.

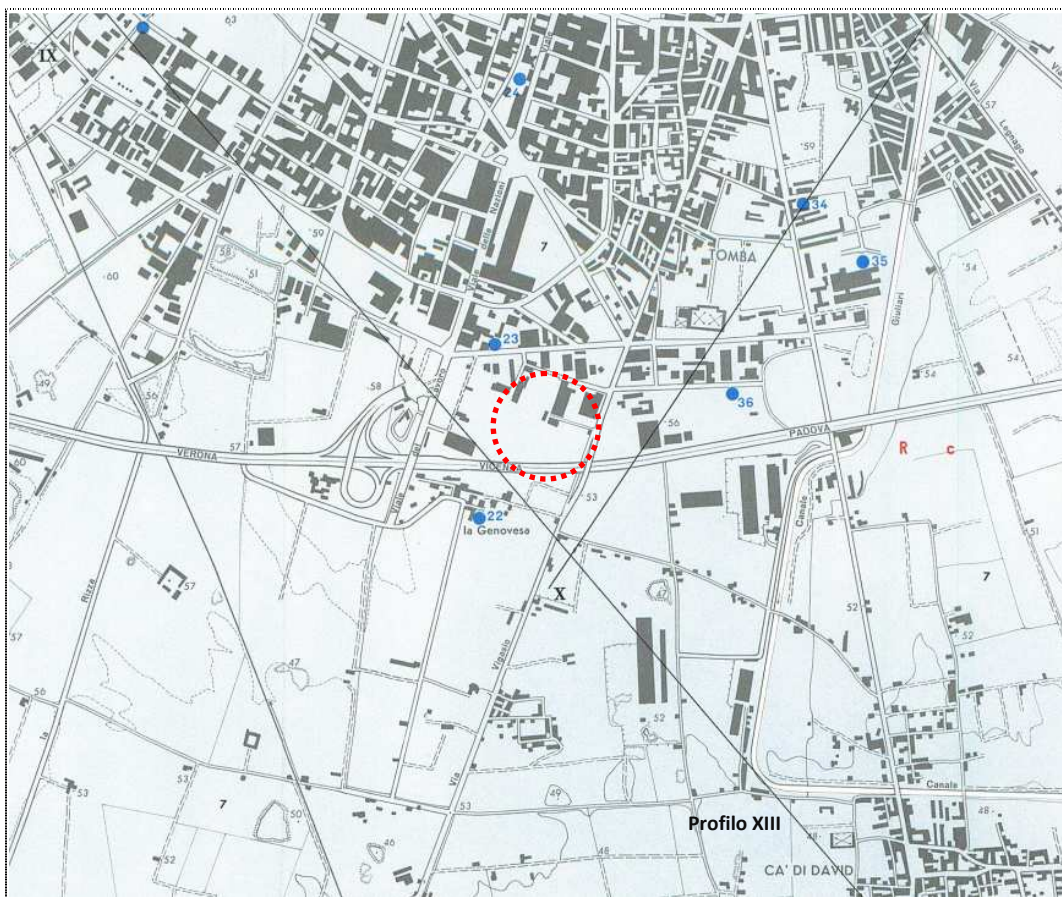


Fig. 4. Estratto della “Carta Geologica del territorio del Comune di Verona”, in scala 1:20.000.

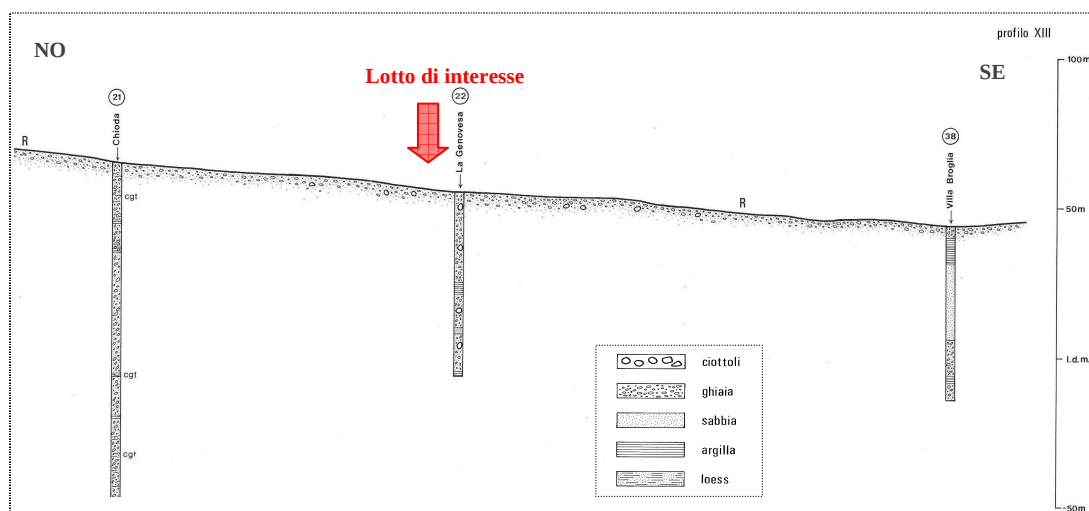
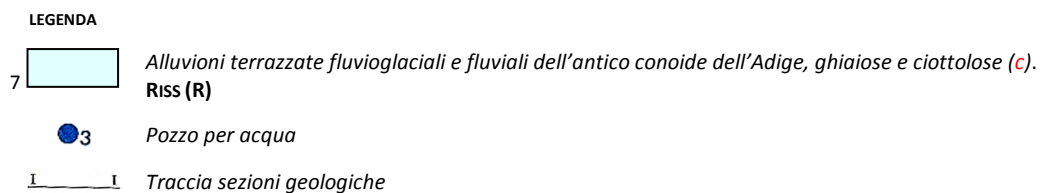


Fig. 5. Estratto del profilo geologico XIII con direzione NO – SE (dalla “Carta Geologica del territorio del Comune di Verona”: per la traccia del profilo si veda fig. 3).

Con riferimento alle figure precedenti, l'area oggetto di studio risulta caratterizzata dai depositi grossolani delle *alluvioni terrazzate fluvio-glaciali e fluviali rissiane dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose*, rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità da piano campagna, con occasionali e discontinue lenti argillose (v. sezione geologica di fig. 4).

L'analisi della sezione ha messo in evidenza la presenza nel sottosuolo di un materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa) e di spessore considerevole. Il modello litostratigrafico di dettaglio del sito di interesse progettuale è stato ricostruito attraverso la realizzazione di due diverse campagne indagini eseguite nell'ambito del PUA adiacente, con esecuzione di un adeguato numero di trincee esplorative che hanno raggiunto la profondità massima di 4,00 m dal p.c. ed hanno permesso di ricostruire puntualmente la successione stratigrafica del primo sottosuolo. Coerentemente con quanto riportato in bibliografia, le indagini hanno confermato la presenza di un sottosuolo caratterizzato nei primi metri da sedimenti prevalentemente grossolani con ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e debolmente limosa, presenti in giacitura naturale al di sotto di uno strato più superficiale costituito da terreno vegetale (v. fig. 5). Localmente è stata riscontrata la presenza di materiale di riporto costituito da ghiaia in matrice limosa e sabbiosa, con sparsi elementi antropici.

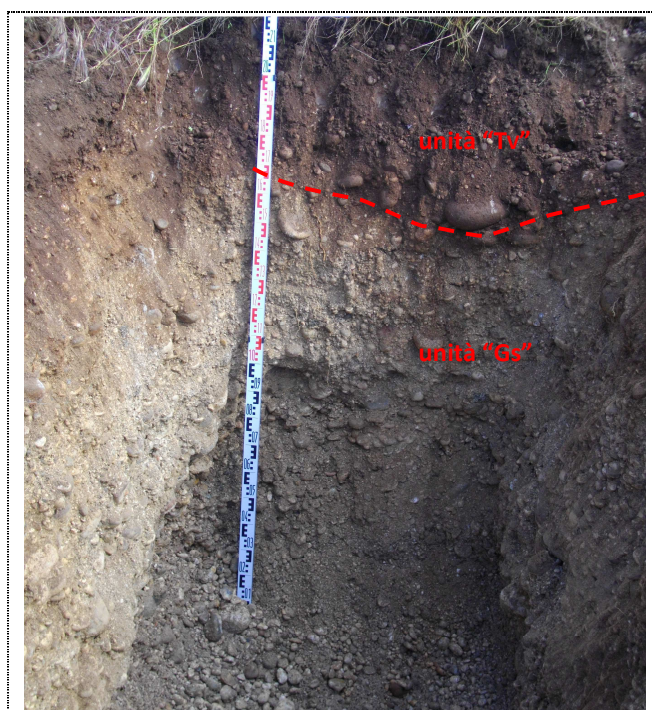


Fig. 6. Particolare di una delle trincee esplorative eseguite.

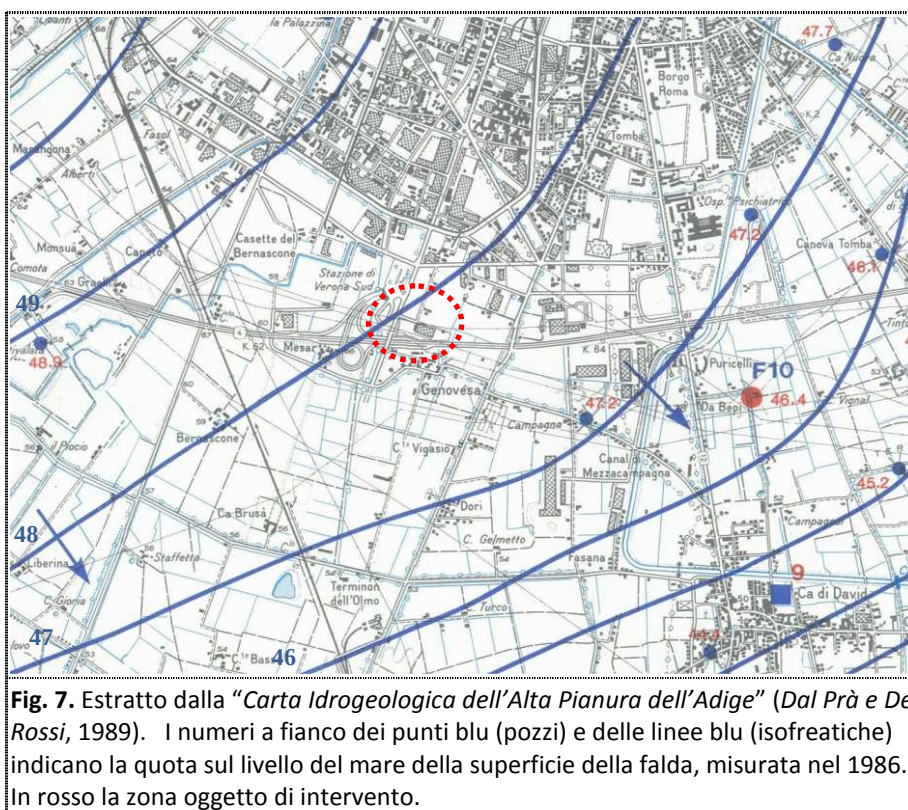
Alla luce delle evidenze litologiche emerse in fase di indagine, è possibile schematizzare il primo sottosuolo locale attraverso il seguente modello litostratigrafico:

UNITÀ	LITOLOGIA
Tv	TERRENO VEGETALE: terreno agrario di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.
Gs	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROGRAFICHE ED IDRAULICHE

I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura e quindi del sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico, che ospita una falda di elevata potenzialità 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 direzione di deflusso delle acque sotterranee avviene in direzione Nord Ovest – Sud Est, con una profondità della falda in diminuzione da Nord verso la porzione sud - orientale della città.

In riferimento alla *“Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige”*, di cui si riporta un estratto in fig. 6, si evince come la falda in periodo di morbida si attesti ad una quota compresa fra 47,5 e 48,0 m s.l.m.; considerando che il sito in oggetto si trova alla quota altimetrica minima di 55,0 m s.l.m., la falda freatica in periodo di morbida risulta essere ad una profondità minima superiore ai 7 m da piano campagna.



Nello specifico del sito di interesse progettuale, all'apertura delle trincee esplorative non è stata rilevata alcuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla profondità di 4,00 m da piano campagna (profondità massima raggiunta dagli scavi). Per caratterizzare dal punto di vista della permeabilità i depositi superficiali dell'area di intervento sono state condotte nr. 2 prove in pozzetto a carico variabile all'interno dell'unità litologica “Gs” (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa). I terreni costituenti il primo sottosuolo risultano dotati di una permeabilità da discreta a buona $k \approx 10^{-3} \div 10^{-4} \text{ m/s}$.

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 3 km dall'area di intervento. Ad una distanza di circa 1 km ad Est dall'area si segnala il Canale Giuliari, corso d'acqua artificiale disposto con orien-

tamento Nord – Sud quasi completamente regimato fra argini artificiali. Sul territorio è inoltre presente una rete idrografica minore gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese adibita prevalentemente all'irrigazione dei terreni dell'Alta Pianura. Lungo il confine Ovest del raccordo stradale lato nord si segnala la presenza di un canale irriguo del Consorzio di Bonifica Veronese, completamente intubato che scorre in direzione Nord – Sud.

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 più a Nord rispetto al sito di interesse progettuale (v. fig. 7).

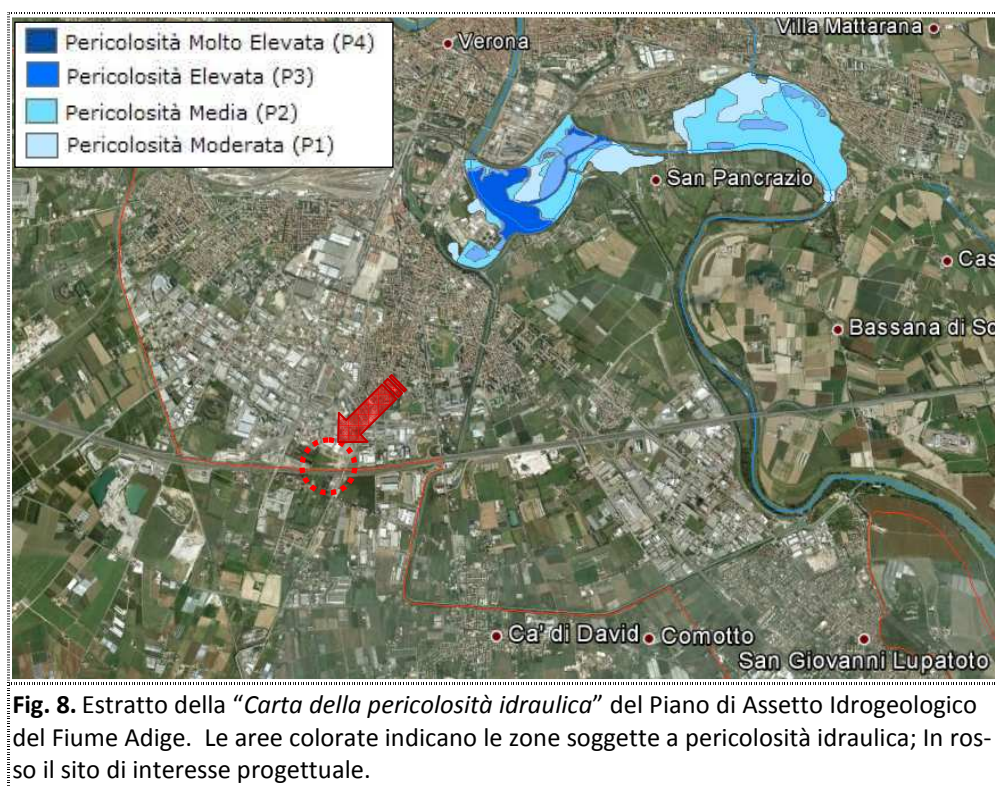


Fig. 8. Estratto della “Carta della pericolosità idraulica” del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Adige. Le aree colorate indicano le zone soggette a pericolosità idraulica; In rosso il sito di interesse progettuale.

In corrispondenza della viabilità esistente è presente la rete di raccolta delle acque meteoriche che gestisce però solo gli afflussi provenienti dalla sede stradale e non è quindi in grado di accogliere gli incrementi di deflusso generati dalle modifiche urbanistiche in progetto.

5. 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**.

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 schematicamente riassunto nella seguente tabella:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
<i>Aree agricole</i>	-	-
<i>Aree verdi</i>	19.700 m ²	3.700 m ²
<i>Percorsi semipermeabili</i>	-	-
<i>Parcheggi grigliati</i>	-	-
<i>Pavimentazioni impermeabili</i>	2.200 m ²	18.200 m ²
<i>Coperture edifici</i>	-	-
Superficie totale	21.900 m²	21.900 m²

A livello generale trattandosi della realizzazione di uno Svincolo della Tangenziale in nuova sede, allo stato di progetto si evidenzia quindi una diminuzione del livello di drenaggio con un sostanziale aumento delle superfici impermeabili.

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

Le superfici (attuali e di progetto) sono state caratterizzate come segue:

- SUPERFICI AGRICOLE ($\phi = 0,1$): allo stato attuale e di progetto non risultano superfici agricole;
- SUPERFICI PERMEABILI ($\phi = 0,2$): sono state considerate come permeabili le aree verdi, sia private che pubbliche, sia allo stato attuale che di progetto;
- SUPERFICI SEMIPERMEABILI ($\phi = 0,6$): non presenti nello stato di fatto e di progetto
- SUPERFICI IMPERMEABILI ($\phi = 0,9$): sia per lo stato di progetto che per lo stato attuale sono state considerate come impermeabili le strade 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 :

$$\phi = \sum_i \phi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella precedente tabella si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato pari a 0,27 per quanto riguarda lo stato attuale e 0,78 per lo stato di progetto. L'intervento in progetto è classificabile come intervento a significativa impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 1 e 10 ha.

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.

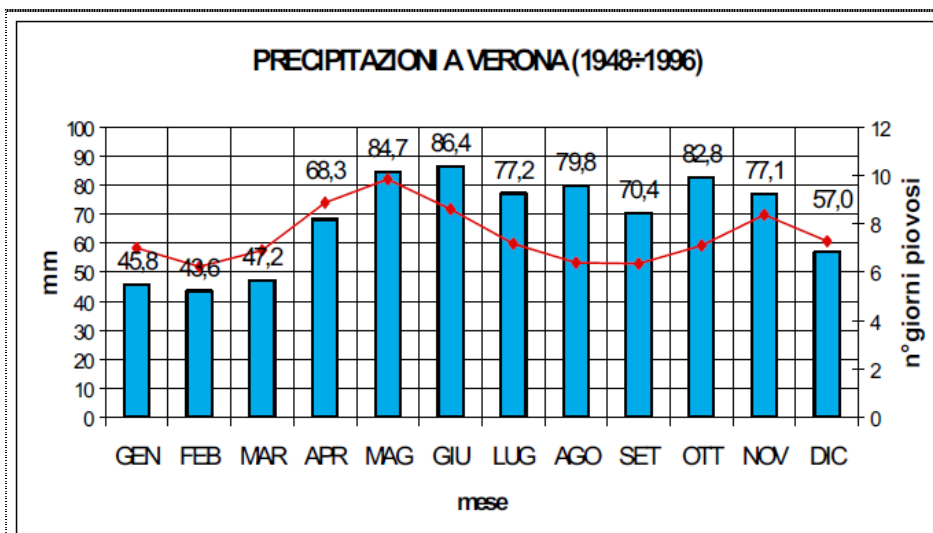


Fig. 9. Andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno a Verona per il periodo 1948 ÷ 1996. Gli istogrammi rappresentano i millimetri di pioggia cumulativi mensili mentre in rosso è rappresentato l'andamento del numero medio dei giorni piovosi.

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 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 ai dati registrati dalla stazione pluviometrica di Verona, relativi ad eventi piovosi intensi di durata oraria (1, 3, 6, 12 e 24 ore) registrati nel periodo 1928 ÷ 1980 (dati desunti dagli Annali Idrologici degli uffici Idrografici del Magistrato alle Acque di Venezia). I dati sono stati elaborati con il metodo di Gumbel, al fine di definire il legame tra l'altezza di pioggia h e la durata di precipitazione t attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a \cdot t^n$$

Il progetto idraulico è stato riferito cautelativamente ad eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno pari a **Tr = 50 anni**. L'elaborazione statistica della Compatibilità Idraulica del PAT di Verona ha fornito la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = 51,3 \cdot t^{0,240} \quad (\text{con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

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 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 curva di possibilità pluviometrica (CPP) riferita ad una stazione pluviometrica di riferimento, avviene assumendo una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione calcolato.

La curva di possibilità pluviometrica scelta è stata indicata nel precedente paragrafo mentre, per quanto riguarda il tempo di corrivazione delle superfici naturali attuali, per piccoli bacini può essere calcolato attraverso la formula di Ventura:

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

A_b è l'area del bacino in km²

i_m è la pendenza media del bacino (considerata pari a 0,0075).

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area di studio, considerando (in via speditivi / cautelativa) lo stesso tempo di corrivazione (stato di fatto e di progetto) secondo la formula considerata risulta di circa 15 minuti. L'evento critico considerato con Tr di 50 anni fornisce per tale durata un'altezza di pioggia di circa 40 mm ed un'intensità di pioggia i di circa 120 mm/ora.

Il calcolo della massima portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

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 circa 200 l/s mentre a seguito degli interventi di progetto la portata di deflusso massima è di circa 570 l/s. L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 370 l/s e rende necessarie delle misure compensative per non alterare l'attuale equilibrio idraulico.

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.

6. 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 e del livello di falda nell'area oggetto di studio, è possibile, secondo normativa, affiancare la predisposizione di volumi d'invaso ad un'altra misura compensativa mediante la realizzazione di sistemi di infiltrazione facilitata quali pozzi o trincee disperdenti. Si sottolinea comunque che gli interventi di mitigazione dovranno obbligatoriamente garantire un volume di invaso pari ad almeno il 50% del volume di accumulo totale.

L'analisi effettuata ha permesso di definire che l'intervento in progetto produrrà un incremento di impermeabilizzazione di oltre 70% rispetto alle condizioni attuali. Per fare in modo che tale incremento non vada ad alterare significativamente l'assetto idraulico della zona, è prevista la realizzazione di un sistema di accumulo formato da pozzetti e collettori con sistemi di dispersione a pozzo perdente.

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete di scolo 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 $T_r = 50$ considerato.

Nel caso specifico, assumendo costante una portata di scarico pari a 10 l/s ha, corrispondente ad una portata complessiva di 21.9 l/s, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione si evince che il volume di invaso minimo necessario risulta pari a 910 m³ circa. Tale valore corrisponde infatti al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico di 220 minuti di durata (3,7 ore). Se si rapporta il valore del volume d'invaso calcolato alle superfici oggetto di trasformazione (intendendo come tali le superfici impermeabili e quelle semipermeabili), si ottiene un volume specifico pari a 500 m³ per ettaro di superficie impermeabile e pari a 416 m³ per ettaro di superficie totale di intervento.

Alla luce dell'assetto stratigrafico locale e della buona permeabilità dei depositi ghiaiosi naturali presenti immediatamente al di sotto dello strato superficiale vegetale, permeabilità che si può assumere nell'ordine di 10-3 m/s, è possibile considerare fra le misure compensative, oltre alla predisposizione di volumi d'invaso, anche la realizzazione di sistemi disperdenti purché venga garantito un volume di invaso pari ad almeno il 50% del volume di accumulo totale, che nel caso specifico risulta pari ad almeno il 50% di 910 m³ = pari a 405 m³.

Le scelte progettuali si sono quindi orientate verso un sistema di gestione delle acque meteoriche che integri la predisposizione di volumi d'invaso per favorirne il riutilizzo con la realizzazione di una serie di pozzi perdenti, distribuiti in più batterie, in modo da rendere più funzionale la gestione del sistema di raccolta delle acque meteoriche in rapporto alle diverse aree tipologiche previste dal progetto.

Per quanto riguarda la geometria dei pozzi, alla luce del livello di massima escursione della falda, stimato alla profondità di 7 m dal piano campagna, si ritiene che la profondità massima dei pozzi non debba superare i 4 m, in modo tale da garantire un franco adeguato rispetto al livello di morbida della falda. In riferimento inoltre alla vulnerabilità dell'acquifero, è opportuno che al fondo dei pozzi perdenti venga creato un filtro di terreno granulare dello spessore di almeno 0,5 m ad ulteriore salvaguardia e tutela dell'acquifero stesso, come proposto anche nella figura di seguito riportata dall'Allegato n.2 – Componente idraulica del Prontuario per la Mitigazione Ambientale del P.I., che indica un franco di almeno 1,5 m tra la superficie disperdente ed il massimo livello di falda.

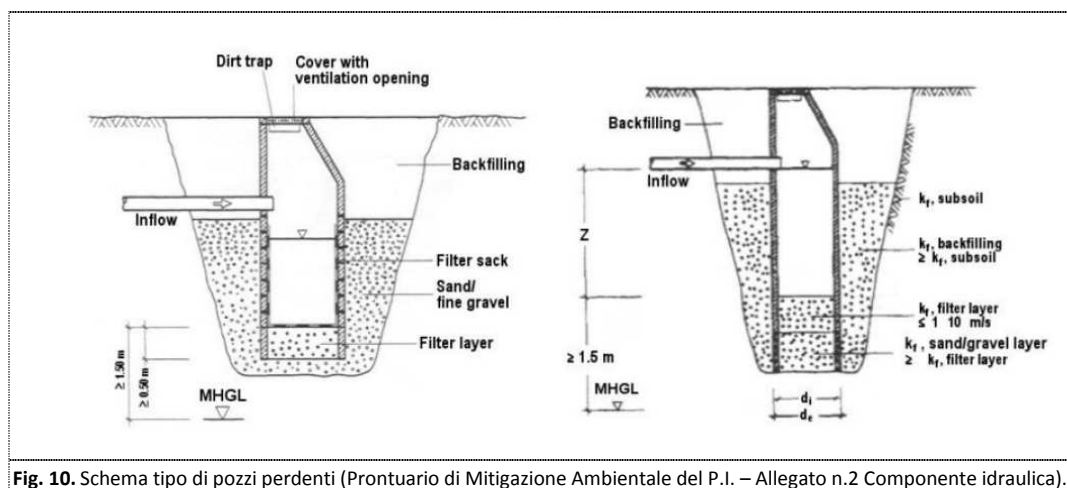


Fig. 10. Schema tipo di pozzi perdenti (Prontuario di Mitigazione Ambientale del P.I. – Allegato n.2 Componente idraulica).

Le tubazioni di collettamento in PVC DN 200 e 315 sono più che sufficienti per convogliare le portate richieste con le pendenze previste. I pozzi per perdenti hanno un diametro dell'anello in cls forato DN 150 o 200 cm profondità min 3.0 m - max 4.0 m delimitato esternamente da materiale drenante selezionato di circa 0.5-1.0 m. Tutti i materiali drenanti sono protetti con geotessuto per evitare il trasferimento e la contaminazione di materiali fini dal terreno naturale che possano nel tempo diminuire l'efficienza del sistema. Inoltre, i pozzi sono dotati di avanpozzo di sedimentazione / disoleazione che consente una parziale depurazione dei sedimenti e degli oli ed una più agevole manutenzione e durata del pozzo stesso.

Per quanto detto quindi gli interventi risultano conformi a quanto previsto dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto.

7. RETE DI DRENAGGIO STRADALE DELLE ACQUE METEORICHE

Nell'ambito dei lavori sopra descritti, che comportano un riassetto delle parti di margine della Tangenziale ed i nuovi assi di collegamento e quindi degli scarichi esistenti, sono previsti la modifica ed il potenziamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche. La rete di drenaggio stradale è uno degli elementi essenziali per la sicurezza e la manutenzione dell'infrastruttura al fine di prevenire ristagni d'acqua che possono ammalorare la pavimentazione e costituire pericolo per il fenomeno di acqua planning.

Per i tratti in nuova sede, è prevista la realizzazione di scarichi ad embrice e recapito nei fossi di guardia realizzati lato strada in continuità con gli esistenti ove le acque sono smaltite a dispersione vista la buona permeabilità del suolo. Per le corsie dello Svincolo Nord, confinate in destra dal cordolo o muretto in c.a., il drenaggio della Tangenziale è realizzato con sistema composto da caditoie e collettore. Per lo Svincolo Sud, vista la presenza dei pozzi dell'acquedotto nella sottostante area AGSM (a sud di via Mezzacampagna), i fossi di guardia sono rivestiti in cls e le acque meteoriche raccolte, convogliate e smaltite a pozzi perdenti ubicati fuori sede ed fuori dalla fascia di rispetto dei 200 m come indicato in progetto.

Le caditoie sono ubicate ad interasse tale da contenere la lama d'acqua entro la banchina senza invadere la corsia. Per gli interventi su sede esistente, la rete di drenaggio è collegata alle linee di acque bianche presenti in zona o scaricate a pozzo perdente; in tali tratti gli interventi di progetto non modificano e/o aumentano le superfici impermeabili già presenti.

Per le tubazioni di raccolta sono utilizzati condotti in PVC pesante per fognatura bianca DN 200 o 315 mm con innesto a bicchiere e guarnizione secondo lunghezze e portate; i tubi sono protetti con sabbia o cls sulle parti carrabili con scarso ricoprimento. I collettori principali sono in cls o in c.a. sotto aree carrabili. I pozzetti d'ispezione e le caditoie sono disposti in linea a bordo banchina e sono di tipo prefabbricato in cls con griglia a caduta classe D400 KN. La rete acque bianche ad integrazione, modifica o potenziamento di quella esistente è riportata sulle planimetrie dei sottoservizi allegate al progetto.

La Rete di Drenaggio Stradale è dettagliatamente riportata negli elaborati e nella Relazione Generale di Progetto.

Verona, 12.06.2014

Progettista **Infratec Srl**
Direttore Tecnico

