



SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. DOMENICO MENNA

IL PROGETTISTA
ING. TIZIANO PANATO

VALIDATO
ING. ALESSANDRO ZAGO

APPROVATO
ING. DOMENICO MENNA

ACCORDO QUADRO REALIZZAZIONE DI PARCHEGGI SCAMBIATORI DENOMINATI PARK EST E OVEST A SERVIZIO DELLA FILOVIA DI VERONA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA-ECONOMICA PARCHEGGIO EST - LOTTO 2

ELABORATO
01.GEN.RE.03.0

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

DATA EMISSIONE
31 Luglio 2023

SCALA
—

NOME FILE
PARK EST.PFTE.01.GEN.RE.03.0

REV. DATA

0

31 Luglio 2023

Prima stesura

DESCRIZIONE DELLA MODIFICA

CONSULENZE SPECIALISTICHE - SERVICE DI PROGETTO :

Progettazione stradale


CONSULTING ENGINEERING S.R.L.

Ing. Maurizio Fabbiani

via Camuzzoni, 1 - VERONA
e-mail: info@infratecsrl.it
tel. 045 8101737

DATA VALIDAZIONE

DATA APPROVAZIONE

1 Sommario

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO	4
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	4
6	PLUVIOMETRIA	5
5.1	<i>Analisi idrologiche</i>	5
5.2	<i>Curve di possibilità pluviometrica</i>	6
7	VOLUMI DI PIOGGIA	8
7.1	<i>Suddivisione dei bacini e ambiti di intervento</i>	8
7.2	<i>Superfici efficaci e determinazione dei deflussi</i>	9
7.3	<i>Calcolo delle portate di pioggia</i>	10
7.4	<i>Descrizione della rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche</i>	10
8	VERIFICA VASCA DI PRIMA PIOGGIA	11
9	DIMENSIONAMENTO DEI POZZI PERDENTI	12

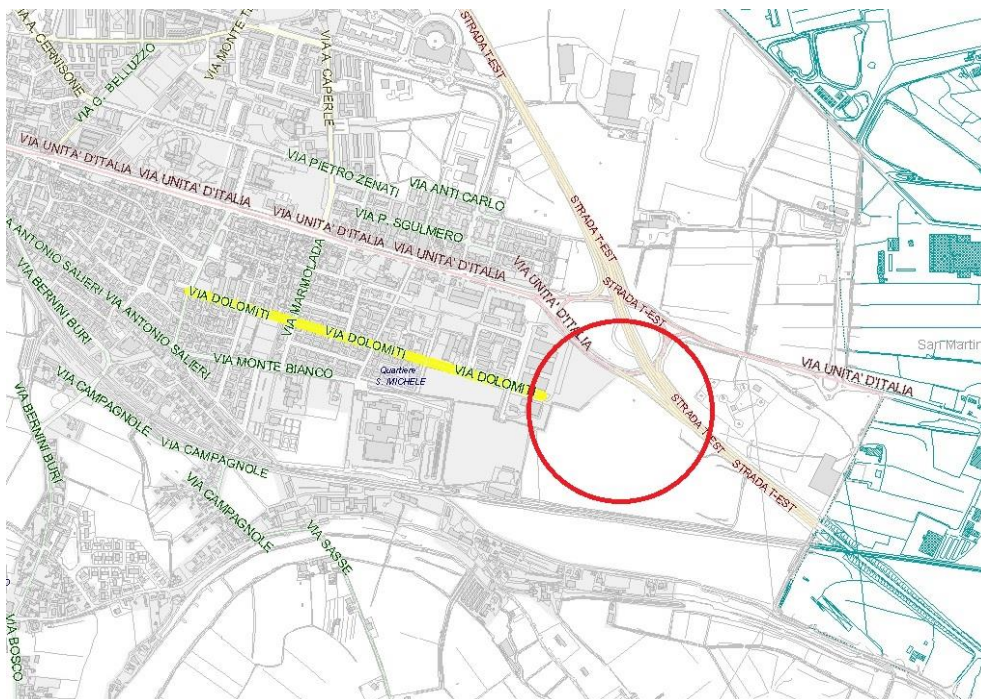
1 PREMESSA

La presente **Relazione Idrologica Idraulica** è parte del **Progetto di Fattibilità Tecnico Economica PFTE dei Parcheggio Scambiatore Est del Filobus di Verona** redatto da **Veneto Strade SpA** per conto del Committente **AMT3 SpA** in base alla convenzione sottoscritta con il Comune di Verona. Il Progetto del Parcheggio Est è denominato come Lotto 2 in base all'Accordo Quadro sottoscritto da Veneto Strade con l'Impresa esecutrice nel 2022.

Le nuove opere in progetto richiedono la progettazione e la realizzazione di una nuova rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche oltre alla progettazione e realizzazione di sistemi di invaso e dispersione in falda previa disoleazione, di-sabbiatura delle acque che ricadono sulla superficie stradale e sugli elementi di margine. Questo metodo di smaltimento è consentito dalla normativa regionale DGR 2948 del 06.10.2009 che si esprime in merito alla "Valutazione di compatibilità idraulica" dei nuovi interventi urbani. In particolare, recita che *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), 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"*.

La presente **Relazione Idrologica Idraulica** descrive gli elementi principali della rete di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche AM e delle acque reflue AR del **Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Parcheggio Est**, ai sensi dell'art. 41 e Allegato I.7 del D.Lgs 36/2023 che, oltre a recepire le osservazioni e prescrizioni della Conferenza Servizi del 2020, apporta alcune integrazioni, modifiche e miglioramenti di seguito illustrati rispetto al Progetto Preliminare 2019.

La seguente figura mostra l'area di intervento



2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Come riportato nello **Studio di Traffico** del PFTE, nel **Parcheggio Est** sono previsti **11 stalli BUS da 18m** e **300 stalli auto** per una superficie territoriale interessata di complessivi 16.780mq circa e una superficie a parcheggio di circa 13.560mq. Il **Parcheggio Est** comprende le seguenti opere:

- Realizzazione dell'asse stradale principale in uscita dalla rotatoria esistente di via Unità d'Italia, lungo il perimetro del parcheggio fino all'uscita sulla stessa rotatoria per uno sviluppo di 590ml tutta a senso unico di marcia. A lato DX dell'asse principale sono disposti 11 stalli BUS.
- Realizzazione dell'area parcheggio per 300 stalli auto composta da: corsie pavimentate di manovra di 6.0m a senso unico e di 7.0m a doppio senso di marcia, stalli auto 2.50x5.00m in grigliato in cls semipermeabile con riempimento in ghiaino e percorsi pedonali separati
- Realizzazione dell'area destinata a moto e bici
- Rete di drenaggio acque meteoriche, vasca di trattamento prima pioggia e scarico al laghetto esistente come indicato negli elaborati
- Impianto di pubblica illuminazione come indicato negli elaborati
- Predisposizione dell'area e degli allacciamenti (E.E. acquedotto, fognatura AR) del futuro Fabbricato Servizi (quest'ultimo oggetto di successivo intervento diretto del Comune di VR)
- Predisposizione linea allacciamento colonnine di ricarica auto elettriche (numero da definire)
- Opere in verde e impianti di irrigazione delle aree a verde, aiuole e piantumazioni composta da tubazione ad ala gocciolante e paciamatura che sarà definita nel PE come da prescrizioni della Direzione Strade e Giardini del Comune di Verona
- Segnaletica orizzontale e verticale di CdS e di indicazione
- Opere complementari e di arredo e finitura: cestini, portabici, dissuasori.



3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il **Parcheggio Est** si colloca nel territorio della 7° Circoscrizione di San Michele ed ha una superficie complessiva di circa 16.780mq pressoché pianeggiante ed attualmente incolta. E' delimitato a nord da Via Unità d'Italia, a nord-est con il raccordo Autostradale VR Est - Tangenziale Est, ad ovest con il quartiere di San Michele e a sud con il futuro percorso del Filobus proveniente da via Dolomiti verso il capolinea 1A. L'area nel complesso si presenta come terreno (attualmente incolto) libero da vincoli fisici interni (eccetto la linea aerea) interamente di proprietà privata per cui sarà necessario attivare le procedure espropriative oltre ad ottenere le prescritte autorizzazioni da parte degli Enti competenti, in parte già acquisite con il Preliminare 2019. Dai rilievi piano altimetrici effettuati risulta una distribuzione del terreno a una quota 51 - 52 m.s.l.m. ribassata rispetto alla quota della Rotatoria 54-55 m.s.l.m. All'interno dell'area non si registrano differenze di livello rilevanti. Anche le indagini / valutazioni geologiche non hanno rilevato particolari emergenze nell'area di insediamento né particolari vincoli fatta salva la presenza di una tubazione di scolo acque in disuso e il Traliccio di AGSM della linea aerea 132KV che rimane comunque al di fuori dell'area del parcheggio. Lo stato dei luoghi consente quindi la realizzazione sia del parcheggio che delle piste di collegamento alla Rotatoria della Tangenziale Est - via Unità d'Italia e quindi una viabilità autonoma e agevolata rispetto alla viabilità del quartiere e quindi indipendente anche dal percorso della Filovia proveniente da via Dolomiti.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame ricade nell'Alta Pianura Veronese compresa fra i rilievi morenici gardesani ad Ovest, l'altopiano carbonatico Lessini a Nord e la fascia risorgiva a Sud. L'elemento fondamentale della sua genesi è rappresentato dalla grande conoide dell'Adige e dall'apporto detritico proveniente da Nord ad opera del dilavamento dei ghiacciai pleistocenici. L'area in esame è ubicata nell'ambito delle alluvioni prevalentemente ghiaiose e ciottolose rissiane appartenenti al Conoide dell'Adige caratterizzate dalla presenza di svariati terrazzamenti di lieve entità <3m spesso poco evidenti a causa dell'elevata antropizzazione che ha mascherato i caratteri naturali del territorio. La topografia dell'area appare unitaria ed uniformemente pianeggiante, con quote compresa tra 51 e 52 metri sul livello del mare che nel complesso danno luogo ad un paesaggio aperto, debolmente degradante verso Sud-Est. L'area si presenta stabile e priva di processi geomorfologici attivi o potenziali ed è prevalentemente caratterizzata dalla presenza di aree verdi prevalentemente incolte. Per quanto riguarda la stratigrafia dell'area, questa deriva dalle indagini effettuate con le Relazioni Geologiche – Geotecniche sopra citate e da una serie di osservazioni e informazioni raccolte negli anni. In dettaglio, dalle indagini effettuate nell'area è possibile ricostruire la seguente sequenza stratigrafica caratterizzata da buona permeabilità:

1. 0 - 0,5m terreno agrario bruno rossastro costituito da sabbia limo-argillosa con ghiaia e ciottoli
2. 0,5 – 12,5m sabbia e ghiaia con ciottoli
3. > 12,5m argilla e alternanze sabbia-ghiaia

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Non si evidenzia una circolazione idrica importante; in corrispondenza della pianura sud – est di Verona, le alluvioni impermeabili sono generalmente presenti a grande profondità mentre le

alluvioni ghiaiose e sabbiose più superficiali evidenziano una elevata permeabilità formando una falda freatica alimentata sia dagli apporti superficiali che dal fiume Adige.

Dato che il sottosuolo è caratterizzato da un potente materasso fluvioglaciale e fluviale, prevalentemente costituito da ghiaie con sabbie e ciottoli, i terreni nell'area d'intervento presentano buona permeabilità con valori di K da 10^{-3} a 10^{-4} m/sec. La zona di progetto si trova all'interno dell'area di ricarica degli acquiferi e, pertanto dovranno essere rispettate le prescrizioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque. La falda è posta a circa 9-10 metri dal piano campagna, come si evince dalla carta idrogeologica del PAT del Comune di Verona e dalle Relazioni geologiche sopra citate. L'escursione media annua della falda è di 1-2 metri, non si prevedono quindi interferenze con la falda. Sulla base delle informazioni sulle caratteristiche litologiche della bibliografia esistente e degli altri interventi effettuati nell'area in oggetto, per le verifiche idrauliche di seguito riportate si assume in $K = 10^{-3}$ m/s.

6 PLUVIOMETRIA

5.1 Analisi idrologiche

I dati a disposizione per lo studio provengono dalle registrazioni delle stazioni pluviometriche della rete di monitoraggio al suolo del Centro Meteorologico di Teolo dell'Agenzia Regionale per la prevenzione e la protezione ambientale del Veneto. Per ciascuna stazione, salvo diversamente indicato, le registrazioni sono eseguite con scansione di 5 minuti primi. La fonte dei dati pluviometrici utilizzati è la serie storica dei dati pluviometrici raccolti e validati da A.R.P.A.V. per la stazione di Villafranca Veronese. La serie disponibile comincia nel 1991 e termina nel 2014 compreso. Ogni 24 ore, per ciascuna stazione, viene costituito un blocco dati giornaliero con tutte le rilevazioni effettuate ogni 5 minuti con la precipitazione totale caduta nelle 24 ore. In tabella sono riportati i valori massimi delle altezze di pioggia per le durate da 5 minuti fino a 24 ore rilevati alla stazione di misura più vicina di Villafranca di Verona dal 1991 al 2014.

Tabella 1: Stazione di Villafranca Veronese: valori massimi annui di precipitazione effettiva per durate da 5 minuti a 5 giorni consecutivi (elaborazioni dati ARPAV)

Anno	5 m	10 m	15 m	30 m	45 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	48h	72h	96h	120h
1991	9.0	12.8	15.0	20.2	24.4	28.0	29.0	31.6	54.2	81.2	89.4	90.2	93.8	113.0
1992	10.4	18.2	24.6	26.6	26.8	27.0	28.6	28.8	39.4	50.0	92.6	103.4	108.0	108.0
1993	8.0	10.8	12.8	19.2	23.2	29.0	39.2	43.0	50.0	51.6	62.4	71.8	80.2	86.0
1994	10.0	15.0	17.8	20.4	21.4	28.6	35.6	40.2	44.6	52.6	52.8	82.2	82.2	82.2
1995	7.8	12.2	18.0	26.4	28.6	28.6	28.6	29.0	36.4	53.8	61.2	63.6	63.8	66.6
1996	15.8	28.4	42.0	66.4	69.8	70.6	77.6	78.0	78.6	78.6	78.6	82.8	82.8	88.2
1997	8.2	15.0	19.0	25.0	27.4	28.0	34.0	40.8	47.0	53.0	89.0	96.4	97.6	97.6
1998	14.2	26.0	31.4	35.4	37.4	39.0	40.2	40.4	40.4	49.0	49.0	49.0	59.4	61.2
1999	6.0	9.6	12.0	13.6	14.6	17.6	31.2	44.0	69.8	73.4	77.6	81.8	104.6	113.0
2000	16.4	31.8	37.4	62.0	68.4	68.6	73.2	74.4	74.6	77.6	85.4	92.0	94.4	97.8
2001	9.2	14.2	20.4	27.6	29.2	29.4	29.4	33.2	40.6	50.0	61.2	63.4	63.4	78.4
2002	9.8	16.8	24.0	30.4	36.0	37.0	53.0	58.2	58.6	59.6	79.8	109.8	116.4	117.4
2003	9.0	14.6	18.8	26.6	30.2	33.2	43.2	44.8	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	46.0
2004	12.8	17.0	20.2	22.4	22.4	27.0	38.6	46.6	59.6	63.4	89.0	89.0	91.8	91.8
2005	11.2	22.4	30.8	49.6	51.4	51.8	52.0	55.0	58.4	80.6	102.8	106.6	128.8	138.4
2006	5.2	9.0	12.6	17.2	18.4	19.2	23.6	39.6	60.4	67.4	84.6	98.2	98.6	98.6
2007	7.0	12.0	15.0	19.6	28.0	34.4	34.6	34.6	60.8	72.0	85.8	94.2	94.6	96.8
2008	13.4	21.2	25.0	40.0	54.0	65.4	82.8	98.4	103.0	107.4	137.4	140.0	140.2	140.2
2009	9.6	13.6	19.2	30.2	34.6	36.8	37.0	57.8	57.8	57.8	63.6	95.2	110.0	110.0
2010	11.8	20.4	25.0	37.4	40.8	41.4	45.0	57.0	65.6	72.6	106.8	109.6	144.0	166.8
2011	7.4	12.8	14.8	15.8	24.4	25.4	32.8	40.4	50.8	61.6	73.6	83.0	88.2	90.2
2012	8.8	14.4	15.4	17.2	21.6	27.4	41.2	43.4	49.2	60.2	71.2	72.6	77.8	82.8
2013	8.6	14.2	18.4	20.6	26.8	31.4	46.6	58.8	62.2	72.2	77.6	126.0	126.6	128.4
2014	12.0	22.4	27.8	30.6	31.2	44.6	58.4	58.8	59.0	59.2	76.2	93.2	102.8	121.2

5.2 Curve di possibilità pluviometrica

I valori massimi annui di precipitazione per una specifica durata vengono generalmente analizzati con metodi statistici per ottenere una stima della loro frequenza. L'eccezionalità di una precipitazione viene indicata mediante il tempo di ritorno, cioè il numero di anni in cui mediamente si osserva un evento meteorico uguale o superiore al valore dato. L'elaborazione statistica dei valori massimi di precipitazione consente di individuare una relazione che per ciascuna stazione e per ciascuna durata associ ad un'altezza di precipitazione il tempo di ritorno proprio e, viceversa, a ciascun tempo di ritorno la misura di pioggia con quella data frequenza.

Il metodo statistico più diffuso fa uso della distribuzione probabilistica di Gumbel altrimenti nota come distribuzione dei valori estremi di tipo 1 (EV1) o legge doppio-esponenziale, che ha la seguente espressione di probabilità cumulata di non superamento:

$$P(X \leq x) = e^{-e^{-\frac{1}{\alpha}(x-\varepsilon)}}$$

La distribuzione EV1 ha due parametri, α ed ε . Per la loro stima è stato utilizzato il metodo di Gumbel, mediante il quale viene effettuata la ricerca di una retta di regressione dei punti sperimentali con il metodo dei minimi quadrati. Tale retta interpola i valori disponibili di ogni serie che si possono disporre sul diagramma probabilistico nel quale in ascissa si trova la variabile ridotta y , definita come:

$$y = \frac{1}{\alpha}(x - \varepsilon) \text{ e in ordinata la variabile studiata } x.$$

Le curve di possibilità pluviometrica sono equazioni matematiche che permettono di calcolare l'altezza della precipitazione una volta assegnato un tempo di pioggia. Per una stazione, o per un gruppo di stazioni, va calcolata una curva di possibilità pluviometrica per ogni tempo di ritorno.

Si definisce tempo di ritorno **Tr** il periodo nel quale, statisticamente, un valore di pioggia sarà eguagliato o superato. In Tabella 2 si riportano i valori dei parametri α ed ϵ determinati mediante regressione lineare.

Tabella 2: Parametri α ed ϵ della distribuzioni di Gumbel

durata	α	ϵ
5 min	8.68	2.61
10 min	14.04	5.34
15 min	17.83	7.05
30 min	22.64	12.36
45 min	26.04	13.06
1 h	29.32	13.04
3 h	35.54	14.35
6 h	41.05	15.08
12 h	49.87	13.32
24 h	57.74	12.92
48 h	69.25	18.16
72 h	78.63	19.82
96 h	83.77	22.39
120 h	87.99	24.30

La forma più usata di curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è la seguente:

$$h = at^n$$

I coefficienti a e n vengono tradizionalmente individuati per interpolazione delle altezze di pioggia stimate con il metodo di Gumbel, analizzando separatamente le precipitazioni sub-orarie, quelle da 1 a 24 ore e quelle da 1 a 5 giorni. Si ottengono così tre coppie di coefficienti, ciascuna delle quali è strettamente valida per durate comprese nell'intervallo di taratura: ai coefficienti a e n fanno riferimento i principali metodi di calcolo idrologico delle reti, specificatamente il metodo cinematico e il metodo dell'invaso.

In alcune circostanze, quale ad esempio lo studio idrologico dei dispositivi di invarianza idraulica, risulta tuttavia necessario disporre di una curva segnalatrice unica che sia in grado di interpolare adeguatamente tutti i valori di precipitazione da durate di pochi minuti a periodi di quasi 24 ore. In tal caso, l'interpolazione di un'unica relazione con la struttura sopra indicata non porge risultati soddisfacenti. Per tali circostanze risulta opportuno l'uso di curve segnalatrici che meglio si adattino ai valori misurati, adottando formule di struttura leggermente più complessa e con tre parametri. Tra questi, la relazione attualmente più utilizzata è la seguente:

$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

I parametri a , b e c vengono stimati anche in questo caso per ottimizzazione della curva rispetto alle altezze ottenute con il metodo di Gumbel, a parità di tempo di ritorno. In Tabella 3 si riportano i valori dei tre parametri determinati per vari tempi di ritorno, per h espresso in millimetri e t in ore.

Tabella 3: Parametri a , b e c della curva di possibilità pluviometrica relativa

TR	a	b	c
2	31.331	0.053	0.764
5	45.349	0.077	0.796
20	63.730	0.096	0.820
50	75.414	0.104	0.830
100	84.216	0.109	0.836
200	92.968	0.113	0.841

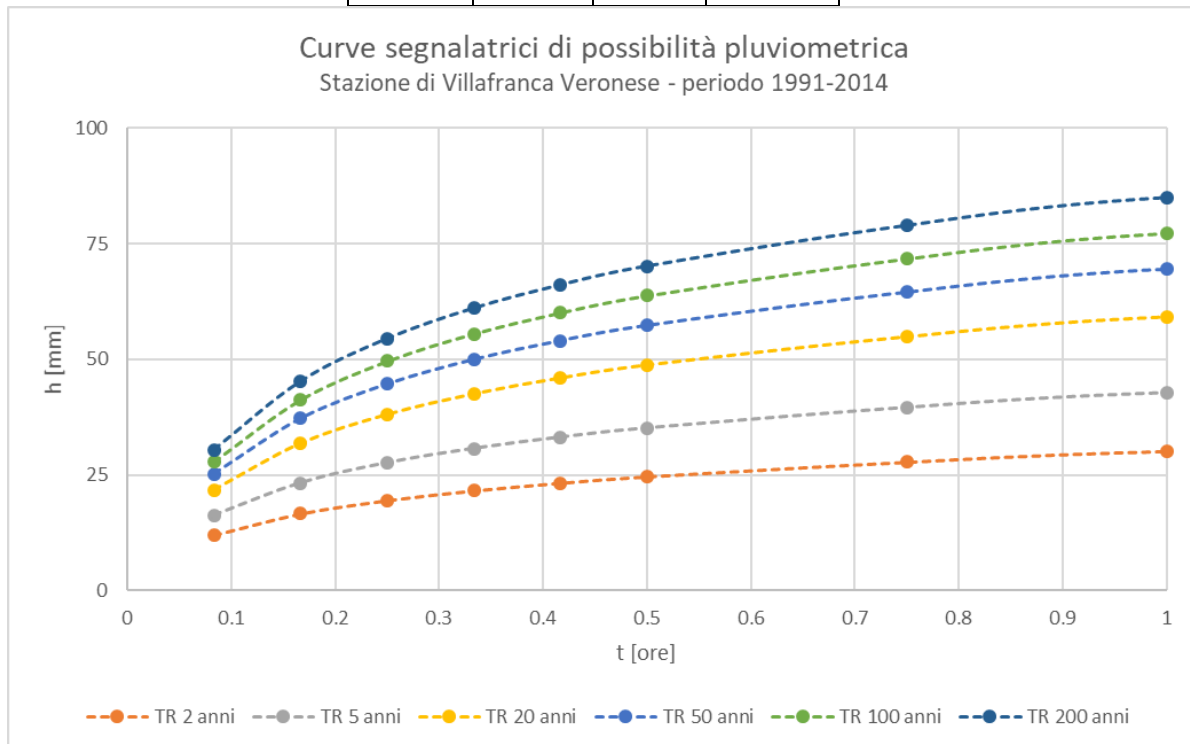


Figura 4: curve segnalatrici di possibilità pluviometrica massime effettive per durate sub-orarie e diversi tempi di ritorno

In base all'Allegato A del DGRV n.2948 del 06.10.2009, il tempo di ritorno a cui far riferimento per il dimensionamento delle opere stradali in oggetto è di norma pari a **Tr= 50 anni** sia per la rete di raccolta che per quella di drenaggio/laminazione/filtrazione delle acque di piattaforma, seguendo la con la regola che tali opere devono smaltire la portata dello scroscio del 15' e devono invasare almeno il 50% della portata oraria dei 60'. Di seguito si riporta la curve di possibilità pluviometrica di riferimento per la progettazione e le rispettive altezze (**h**) e intensità di pioggia (**I**) per gli **eventi di 60' e di 15' per Tr=50 anni**.

Tr = 50 anni:

$$h = \frac{75,414 \cdot t}{(t+0,104)^{0,83}}$$

- h 1 ora = 60 minuti = 69,5 mm I 60' = 69,5 mm/h
- h 0,25 ore = 15' minuti = 44,6 mm I 15' = 178,4 mm/h

7 VOLUMI DI PIOGGIA

7.1 Suddivisione dei bacini e ambiti di intervento

La progettazione delle opere di raccolta, drenaggio, laminazione e dispersione prevede la suddivisione dell'intera area di intervento in **7 sottobacini** di dimensioni definite che fanno riferimento ai collettori e ai recapiti delle relative opere di laminazione e dispersione.

Rappresentazione sottobacini del parcheggio est

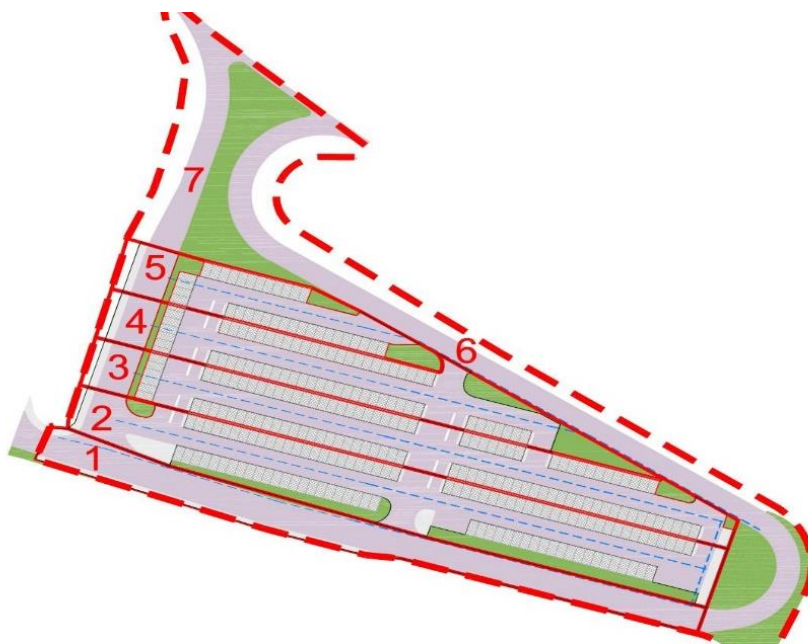


Tabella delle aree di pertinenza dei sottobacini

BACINO	1	2	3	4	5	PARZIALI	6	7	TOTALE
Area pavimentata	1.953	1.784	1.459	1.096	588	6.880	1.622	577	9.079
Area grigliato	0	1.191	1.263	795	429	3.678	0	0	3.678
Area verde	22	466	128	312	260	1.188	2.019	816	4.023
TOTALE mq	1.975	3.441	2.850	2.203	1.277	11.746	3.641	1.393	16.780

7.2 Superfici efficaci e determinazione dei deflussi

I volumi di pioggia che raggiungono la rete di smaltimento sono funzione della permeabilità delle superfici. Il coefficiente di deflusso indica la frazione del volume di pioggia che raggiunge lo scarico. L'area efficace (area x coefficiente di deflusso) è la porzione di superficie che effettivamente contribuisce agli afflussi in rete. La D.G.R.1841/2007 definisce i valori guida da utilizzare riportati alla successiva Tabella della particolare rete in progetto non sono computate le superfici a verde essendo confinate fra cordunate e auto drenanti.

Tabella 5: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R.V.

SUPERFICIE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ϕ
Aree agricole	0,10
Aree verdi (giardini)	0,20
Aree semi permeabili (grigliati drenanti)	0,60
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0,90

$\varphi = \frac{\sum \varphi_i A_i}{\sum A_i}$ Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo:

7.3 Calcolo delle portate di pioggia

Il dimensionamento dei collettori e dei volumi di invaso e dispersione, compensativi degli effetti di impermeabilizzazione connessi alle nuove opere in progetto, è di seguito sviluppato utilizzando:

- Tr pari a 50 anni
- Tempo di pioggia pari a 15 e 60 minuti

Il calcolo della portata che defluisce dalle varie superfici di progetto è effettuato con il **Metodo Razionale** assumendo i seguenti valori di coefficiente di deflusso ϕ indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso :

- 0,2 per superfici permeabili (aree a verde ecc.)
- 0.6 per superfici semi permeabili (grigliati drenanti, strade sterrate ecc.)
- 0,9 per superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali ecc.)

Metodo Razionale

$$Q = A * \phi * I : 3.6$$

A = superficie scolante (km²)

ϕ = coefficiente di deflusso

I = intensità di pioggia corrispondente al tempo di corrivazione t (mm/s)

t = tempo di corrivazione per 15' e 60' per superfici pavimentate

Gli elementi della rete vengono verificati in rapporto alla loro funzione e quindi si considera l'evento critico che massimizza la portata corrispondente ad un tempo di ritorno **Tr=50 anni** per il dimensionamento degli elementi principali collettori, pozzi perdenti e sistema di dispersione in generale. Le verifiche dei Collettori sono effettuate con la formula di Manning o Gauckler-Strickler che definiscono le condizioni di deflusso nella condotta a pelo libero.

$$V_c = (1/n) S_o^{1/2} R^{2/3}$$

$$Q_c = V_c * A_c$$

Le **Tabelle** riportate in appendice alla relazione riassumono le **Portate mc/s** corrispondenti alle diverse aree e relativi bacini e il dimensionamento dei corrispondenti **Collettori AM** sui vari tratti oltre al dimensionamento della Vasca di Prima Pioggia VPP.

7.4 Descrizione della rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

La rete di drenaggio stradale è uno degli elementi essenziali per la sicurezza e la manutenzione delle infrastrutture al fine di prevenire ristagni d'acqua che possono ammalorare la pavimentazione e costituire pericolo per il fenomeno di acqua planning. Nell'ambito dei lavori sopra descritti, che comportano la costruzione di strade e parcheggi pubblici in nuova sede, è prevista a rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche.

In base alle direttive del Piano Tutela delle Acque Regione Veneto, le acque che ricadono sulle strade pubbliche possono essere recapitate nel suolo e/o nel sottosuolo non essendovi in zona corsi d'acqua ricettori; la dispersione nel sottosuolo avviene a valle di un trattamento di sedimentazione/disoleazione ottenuto mediante la posa di idonei pozzetti separatori/ disoleatori. Tuttavia, essendo la superficie carrabile del parcheggio di circa 10.560mq > 5.000mq previsto dal PTA, le acque che ricadono sul parcheggio e sull'asse principale sud (sotto bacini 1-2-3-4-5) sono portate e trattate in continuo nella Vasca di Prima Pioggia ubicata sul lato est del parcheggio.

Le acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi 5mm dell'evento opportunamente trattate, sono recapitate, assieme alle acque di seconda pioggia nella batteria di pozzi perdenti posta a est del parcheggio come descritto al paragrafo 9 della presente relazione.

La rete A.M. è composta da caditoie a caduta collegate da tubazioni in PVC DN 200-315mm che recapitano nei pozzetti intermedi in cls 100x100xH150cm, le caditoie sono di tipo prefabbricato a caduta 50x50xH75cm interasse 15m. I chiusini e le griglie sono del tipo C250 KN se poste in banchina o su marciapiede e tipo D400 KN su aree carrabili. I collettori principali 1-2-3-4-5-6 recapitano nella VPP come indicato in progetto.

8 VERIFICA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

In conformità al Piano Tutela Acque R.V. la vasca di prima pioggia VPP è prevista per il parcheggio in quanto supera i 5.000 mq; ai fini del calcolo delle portate è considerata l'area di parcheggio di 11.746mq, dei quali 10.560mq effettivamente contribuenti, riportata nella Tabella del paragrafo 7.1 e nelle **Tabelle "Calcolo Portate dei Bacini"** sotto allegate con le relative superfici e coefficienti.

La vasca di prima pioggia sarà in allestimento prefabbricato di dimensioni tali da soddisfare la capacità di raccolta delle singole zone. La gestione delle acque di prima pioggia è lo strumento di tutela dei corpi idrici ricettori; tali acque infatti costituiscono il veicolo attraverso cui le sostanze inquinanti disciolte e sospese inclusi metalli e composti organici e inorganici vengono scaricati nei corpi idrici ricettori durante eventi con caratteristica di rapida transitorietà. Le acque di prima pioggia necessitano di un opportuno trattamento al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquiferi conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalla direttiva europea 2000/60/CEE "direttiva quadro nel settore delle risorse idriche" e 91/271CEE (concernente il trattamento delle acque reflue urbane).

L'art. n. 113 del D.Lgs 03 Aprile n. 2006 n. 152 parte III "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" conferma che le acque vanno disciplinate secondo le direttive comunitarie 91/271/ CEE (trattamento acque reflue urbane) e n. 91/676/CEE (acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia), entrambe recepite dalla legislazione italiana e regionale.

L'art. 39 delle **Norme Tecniche del Piano Tutela Acque Regione Veneto** disciplina le modalità di trattamento e i criteri di dimensionamento. I volumi da destinare al trattamento di prima pioggia vanno dimensionati in modo da trattenerne almeno i primi **5 mm** di pioggia distribuiti sul bacino di riferimento al massimo fino al successivo evento meteorico (si considerano eventi separati quelli fra i quali intercorrono almeno 48 ore). Il trattamento delle acque di prima pioggia prevede sezioni di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura. Le acque di prima pioggia vengono convogliate tramite un pozzetto di by-pass avente ruolo di ripartitore delle acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia in appositi moduli dove il sistema di trattamento si realizza in tre fasi distinte:

- la separazione delle acque di prima e seconda pioggia
- l'accumulo temporaneo delle acque inquinate con la sedimentazione delle sostanze solide
- le tracce di idrocarburi residui vengono convogliate in un pozzetto di raccolta

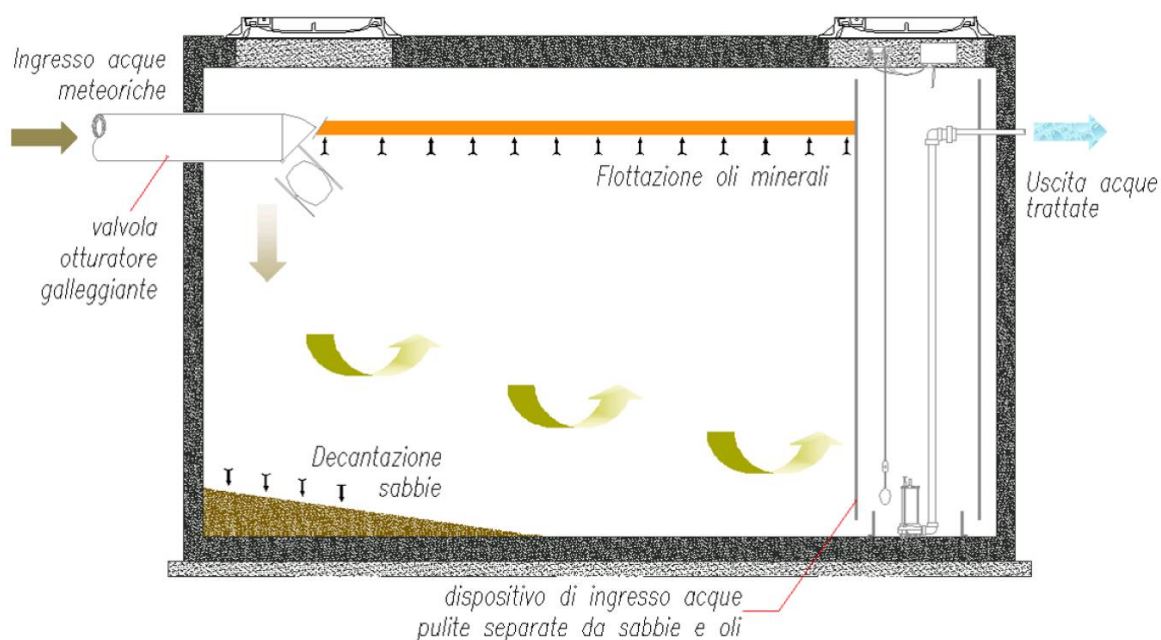
Nella riunione del 18.07.2023 Acque Veronesi ha confermato che tutte le acque opportunamente trattate possono essere portate a recapito e le prime piogge non vanno portate in fognatura nera.

Ogni singola unità di raccolta opera in modo indipendente per modalità di carico e svuotamento attraverso il comando di una sonda rilevatrice di pioggia in grado di operare anche in presenza di ripetute precipitazioni con periodi ravvicinati. La figura alla pagina seguente mostra lo schema del trattamento previsto mentre di seguito viene riportato il calcolo dei volumi da trattare in relazione alle aree indicate nella **Tabella "Calcolo delle Portate dei Bacini"** allegata che indica:

VPP N.	AREA	SUP. [m ²]	φ MEDIO	VOL. 1^ PIOGGIA [m ³]
1	Parcheggio Est	10.560	0.79	32.2

Per sicurezza è prevista una vasca VPP in grado di invasare e trattare 35mc.

Schema della VPP trattamento acque di prima pioggia



9 DIMENSIONAMENTO DEI POZZI PERDENTI

Con riferimento alla **Planimetrie Acque Meteoriche** di progetto, i pozzi per perdenti hanno un diametro dell'anello in CLS forato DN200cm altezza totale 6.0m e altezza filtrante 4.0m delimitati esternamente da una corona di materiale drenante selezionato spessore 0.50÷1.00m come da schema allegato. Tutti i materiali drenanti sono protetti con geo-tessuto per evitare il trasferimento e la contaminazione di materiali fini che possano nel tempo ridurre l'efficienza del sistema. I pozzi perdenti sono a valle della vasca di prima pioggia VPP e sono quindi preceduti dal trattamento di sedimentazione e disoleazione che consente la depurazione dei sedimenti e degli oli ed una più agevole manutenzione e durata del sistema di drenaggio.

Con riferimento alle Relazioni Geologica del PP, rimosso il primo strato superficiale di terreno vegetale di 50-70cm, il sottostante strato è prevalentemente ghiaioso – sabbioso con elevato coefficiente di permeabilità nell'ordine di $K = 10^{-3} \text{ m/s}$. La portata smaltibile da un pozzo

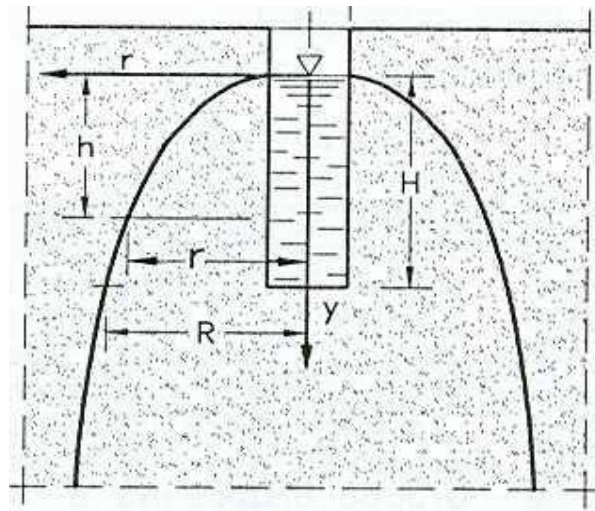


TABELLA A - PARCHEGGIO ES T - CALCOLO DELLE PORTATE AM

Descrizione	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Corr.	Portata	Portata	NOTE
Bacino n.	Pavim.	Pavim.	grigliati	grigliati	verde	verde	Totale	Medio	Q50 Tc	Q50 Tc	Recapito
	mq	Cp	mq	Cv	mq	Cv	mq	Cm	15'	60'	
									mc/s	mc/s	
BACINO 1	1953	0,9	0	0,6	0	0,2	1.953	0,90	0,087	0,034	Collettore 1
BACINO 2	1784	0,9	1191	0,6	0	0,2	2.975	0,78	0,115	0,045	Collettore 2
BACINO 3	1459	0,9	1263	0,6	0	0,2	2.722	0,76	0,103	0,040	Collettore 3
BACINO 4	1096	0,9	795	0,6	0	0,2	1.891	0,77	0,073	0,028	Collettore 4
BACINO 5	590	0,9	429	0,6	0	0,2	1.019	0,77	0,039	0,015	Collettore 5
							10.560	0,79	0,416	0,162	Recapito alla VPP
BACINO 6	1622	0,9	0	0,6	0	0,2	1.622	0,90	0,072	0,028	Al fosso di guardia
BACINO 7	577	0,9	0	0,6	0	0,2	577	0,90	0,026	0,010	Al fosso di guardia
PORTATA PRIMA PIOGGIA ALLA VPP									32,919		Volume VPP 35mc
PORTATA PRIMA + SECONDA PIOGGIA									0,416	0,162	Scarico nr. 8 PP

TABELLA B - PARCHEGGIO EST CALCOLO COLLETTORI AM

Collettore N°.	Collettore Nr.	Tipo	Lungh. ml	Pendenza %	Diametro mm	Riemp. %	Capacità Qc mc/s	Portata Q50 mc/s	Verifica Qc > Q50	Recapito
COLLETTORE 1	1	PVC	200	0,6%	200-315	75%	0,888	0,087	OK	Alla VPP
COLLETTORE 2	2	PVC	180	0,75%	200-315	90%	0,116	0,115	OK	Alla VPP
COLLETTORE 3	3	PVC	170	0,6%	200-315	90%	0,104	0,103	OK	Alla VPP
COLLETTORE 4	4	PVC	125	0,6%	200-315	70%	0,815	0,073	OK	Al collettore 6 VPP 6
COLLETTORE 5	5	PVC	70	0,6%	200-315	50%	0,487	0,039	OK	Al collettore 6 e VPP
COLLETTORE 6	6	PVC	105	1,0%	315	80%	0,123	0,112	OK	Alla VPP
COLLETTORE 8	8	PVC	150	1,0%	500	75%	0,448	0,416	OK	Scarico a nr.8 PP DN200 x H5.50m