

ACCORDO PUBBLICO PRIVATO A021 TERRENI SITI IN ZONA FORCELLINI COMUNE DI PADOVA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

All.01 - Relazione idraulica

COMMITTENTI: Furlan Abitare S.r.l.	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Michele Rampado
REDAZIONE: Ing. Michele Rampado 10 09 20	CONTROLLO INTERNO: Ing. Giuseppe Baldo 10 09 20	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo 10 09 20
PERCORSO DIGITALE: \\...P1444-Consegna	PROGETTO ARCHITETTONICO: Arch. Mario Alessandro Vanzetto Via Este, 27 35142 Padova	DATA: settembre 2020

AEQUA ENGINEERING SRL
C.F. e P.IVA 03913010272
SEDE LEGALE ED OPERATIVA
Via Veneto 1
30030 Martellago (VE)
Tel./Fax +39 041 5631962
www.aequaeng.com



Giuseppe Baldo

Sommario

1	PREMESSA	1
2	ELABORAZIONE DEI DATI IDROLOGICI	5
2.1	Analisi regionalizzata delle precipitazioni	5
2.2	Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento	5
2.3	Determinazione di pluviogrammi di progetto	7
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
4	ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO	19
4.1	Determinazione del coefficiente di deflusso.....	19
5	CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE.....	21
6	INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE	24
6.1	Spazio pubblico destinato all'ampliamento del parcheggio.....	24
6.2	Lotto edificabile	26
7	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SCARICO	31
8	SINTESI DELLA VALUTAZIONE	32

ACCORDO PUBBLICO PRIVATO A021
TERRENI SITI IN ZONA FORCELLINI
COMUNE DI PADOVA
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la Valutazione di Compatibilità idraulica afferente l'accordo pubblico privato A021 dei terreni siti in zona Forcellini nel Comune di Padova.

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto a sud-est rispetto all'abitato di Padova, ed è individuato nella figura 1 sotto riportata, tratta dal sito mapsgoogle.com.



Figura 2. Inquadramento geografico (www.maps.google.it).

L'area di intervento è individuata catastalmente, interessando più Mappali (tra i quali 553, 676, 679), alla Sezione di Padova, Foglio 141 e nel P.I. del Comune di Padova come zona residenziale 4 di completamento.

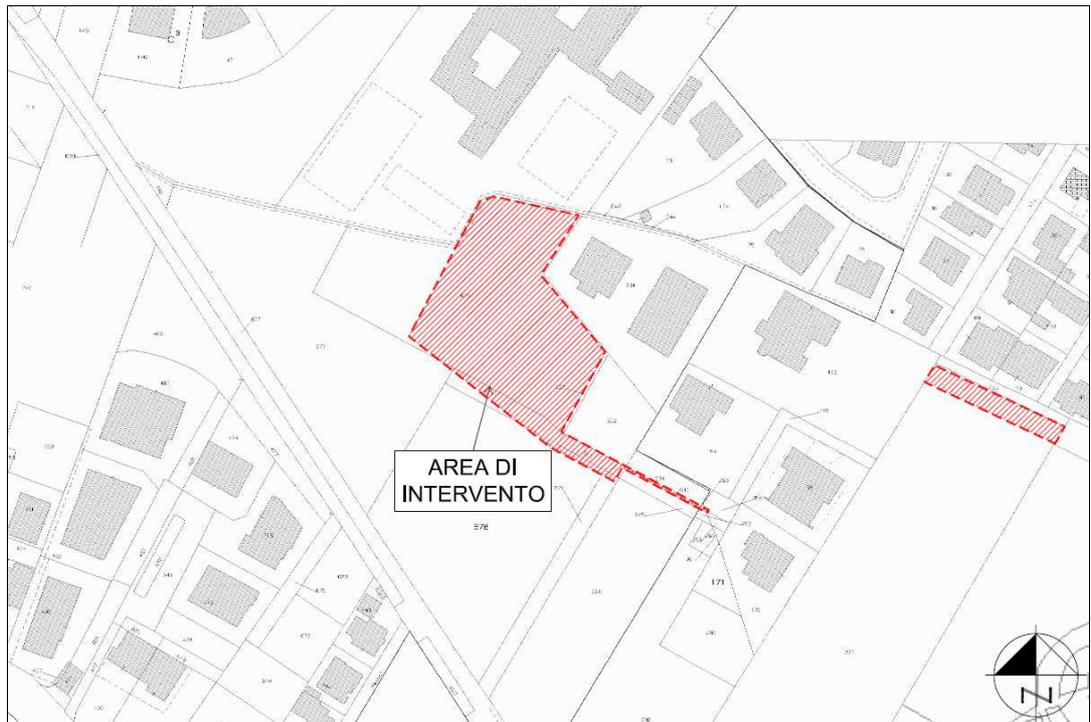


Figura 3. Estratto catastale (in rosso l'area di intervento).

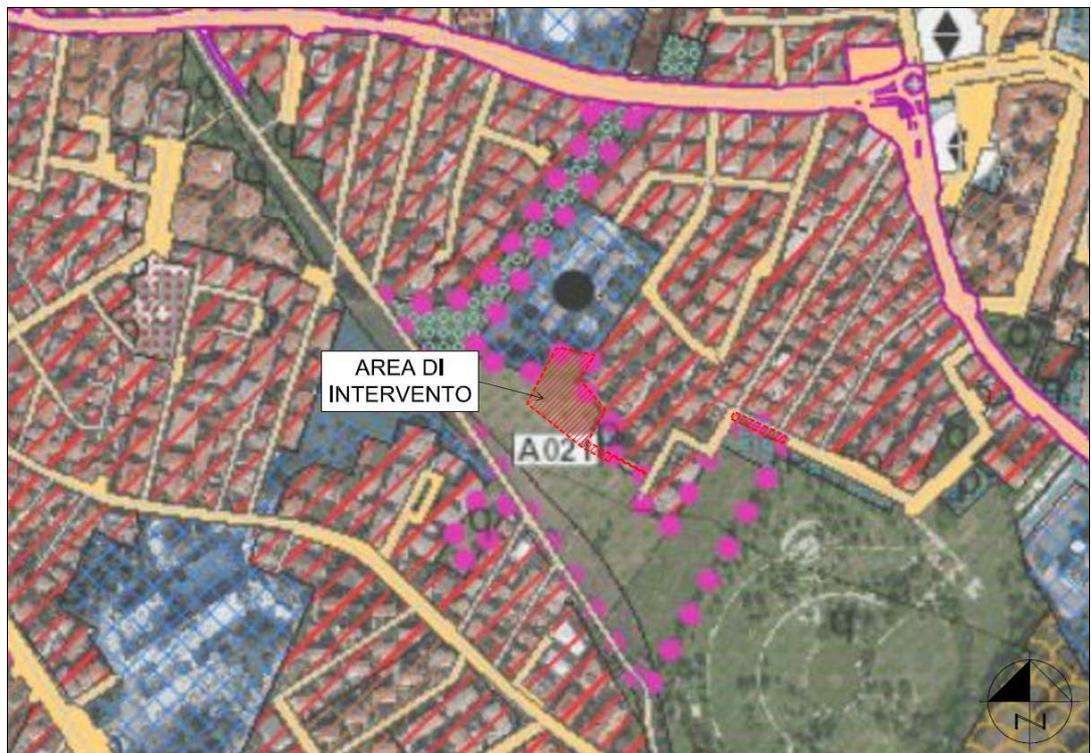


Figura 4. Estratto P.I. del Comune di Padova (in rosso l'area di intervento).

Il presente studio idrologico è volto al calcolo delle portate attualmente generate dalla configurazione esistente e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi garantendo il principio dell'invarianza idraulica.

La normativa a cui si riferisce la presente Valutazione di Compatibilità Idraulica è fornita dalla D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006. Di seguito se ne riporta un estratto:

“Con deliberazione N. 3637 del 13.12.2002 la Giunta Regionale ha fornito gli indirizzi operativi e le linee guida per la verifica della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio.

Con tale provvedimento è stato previsto che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, sia subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica. Tale studio, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche, nonché di verificare l'assenza di interferenze con i fenomeni di degrado idraulico e geologico indagati dai Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI) predisposti dalle competenti Autorità di Bacino.

In sede di applicazione della D.G.R.V. citata si è appalesata la necessità che siano fornite ulteriori indicazioni per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

(...)

L'entrata in vigore della L.R. 23.04.2004 n. 11, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha infatti modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica talché si è evidenziata la necessità che anche la valutazione di compatibilità idraulica venga adeguata alle nuove procedure.

Contestualmente, il sistema organizzativo regionale sulla rete idraulica superficiale ha mutato assetto con l'istituzione nell'ambito regionale dei Distretti Idrografici di Bacino le cui competenze sono esercitate sull'intero bacino idrografico, superando i limiti dei circondari idraulici di ciascun Genio Civile.

D'altro canto anche il cosiddetto “sistema delle competenze” è andato modificandosi con l'affidamento della gestione della “rete idraulica minore” in delegazione amministrativa ai Consorzi di Bonifica, attivata con D.G.R.V. 3260/2002 ed attualmente pienamente operativa.

Va inoltre ricordato che con deliberazione n. 4453 del 29 dicembre 2004 la Giunta Regionale ha adottato il Piano di Tutela delle Acque, di cui all'art. 44 del D.Lgs. 11.05.1999 n. 152, con il quale la procedura di “Valutazione di Compatibilità Idraulica” deve essere coerente.

E' certamente maturata in questi anni la consapevolezza che l'azione antropica ha contribuito ad accrescere il rischio idraulico, influenzando negativamente sui processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi nei corpi idrici, modificando la natura del regime idrologico ed incrementando sensibilmente i contributi specifici dei terreni.

L'esperienza acquisita in questo periodo di applicazione dai soggetti istituzionalmente preposti ha peraltro evidenziato la necessità di garantire omogeneità di approccio agli

studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'“invarianza idraulica”, laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: “Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un’area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa.”

Tali elaborazioni possono essere supportate da indagini di tipo idrogeologico qualora le caratteristiche dei terreni possano essere significative ai fini del principio sovraesposto.

Proprio per aggiornare le modalità operative al nuovo assetto nel frattempo intervenuto e per aggiornare i contenuti e le procedure anche sulla base dell’esperienza maturata si rende necessario ridefinire le “Modalità operative e indicazioni tecniche” relative alla “Valutazione di Compatibilità Idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici” riportate nell’allegato al presente provvedimento, di cui costituiscono parte integrante, che sostituiscono la precedente versione allegata alla D.G.R.V. 3637/2002.”

La D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006, è stata successivamente integrata con la D.G.R.V. N. 1841 del 19.06.2007 e N. 2948 del 6 Ottobre 2009, a modifica di quanto precedentemente stabilito, ed ha fornito un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinando quest’ultima al parere della competente autorità idraulica.

Nell’allegato A alla D.G.R.V. 1322/06 (e ripreso nell’Allegato A D.G.R.V. 1841/07 e nella D.G.R.V. 2948/2009) viene introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici; sulla base di tali soglie dimensionali si applicano considerazioni differenziate in relazione all’effetto atteso dell’intervento.

Tabella 1. Classi di intervento estratta da allegato A alla D.G.R.V. 1322/06.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 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 $Imp > 0,3$

Per ogni classe d’intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l’individuazione del volume d’invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali): metodo dell’invaso (criterio 1), metodo delle piogge critiche (criterio 2) e modello approfondito (criterio 3).

Tabella 2. Soglie dimensionali per gli interventi urbanistici indicate nella D.G.R.V 1322/06 riviste secondo le ordinanze commissariali.

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	3

2 ELABORAZIONE DEI DATI IDROLOGICI

2.1 Analisi regionalizzata delle precipitazioni

Nel presente capitolo vengono introdotti i dati pluviometrici da utilizzare per il calcolo degli eventi meteorici di progetto e della volumetria da rendere disponibile per l'invaso ai sensi della normativa di riferimento cioè la già citata D.G.R.V. 2948/09.

All'esposizione dei risultati numerici si fa una premessa essenziale: tutti i dati pluviometrici, i parametri per la regionalizzazione delle precipitazioni, nonché i dati delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (ovvero, quanto ai punti (b), (c) e (d) del precedente elenco) sono quelli ricavati dallo studio *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento"* condotto da *NORDEST INGEGNERIA S.R.L.*, per conto del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto".

Secondo quanto prescritto dalle Ordinanze del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007, il tempo di ritorno di riferimento per la verifica di invarianza idraulica è $T_r = 50$ anni.

Le stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi pluviometrica sono state scelte in modo da circoscrivere completamente l'area interessata dagli eventi meteorici eccezionali del 26 settembre 2007 oggetto di studio, selezionando 27 siti caratterizzati da almeno 10 anni di registrazioni.

Per ogni stazione sono stati considerati i valori massimi annui misurati su intervalli temporali di 5, 10, 15, 30 e 45 minuti consecutivi e di 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. I valori sono stati forniti dal Centro Meteorologico di Teolo CMT a partire da serie validate, eliminando i valori relativi ad eventuali anni in cui il funzionamento della strumentazione fosse stato inferiore al 95% del totale teorico di oltre 105.000 letture annue ogni 5 minuti.

2.2 Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, cioè le formule che esprimono la precipitazione h in funzione della durata t , sono calcolate con riferimento a sottoaree omogenee. A tale scopo, è stata effettuata un'indagine delle medie dei massimi annuali mediante metodologie matematiche che producono dei raggruppamenti ottimi di una serie di osservazioni (dette tecniche di *cluster analysis*), in modo tale che ciascun gruppo risulti omogeneo al proprio interno e distinto dagli altri.

Una volta individuati i macrogruppi, le curve segnalatrici sono state calcolate valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a , b e c per ottimizzazione numerica. Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice:

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

i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri.

Per un'applicazione univoca dei risultati del presente studio, si ritiene utile assegnare ciascun comune a una specifica zona omogenea tra quelle precedentemente individuate. Il criterio oggettivo qui proposto prevede l'utilizzo dei cosiddetti *topoietti*, o *poligoni di Thiessen*. Considerato l'insieme delle stazioni di misura, si congiunge ciascun sito con quelli ad esso prossimi, ottenendo un reticolo di maglie triangolari.

L'applicazione del metodo dei topoietti al caso in esame prevede di intersecare i topoietti con i perimetri dei comuni e associare poi ogni comune alla zona omogenea "prevalente", i cui topoietti contengono la maggioranza relativa del territorio comunale.

Il **Comune di Padova** risulta incluso all'interno dell'area omogenea denominata "Zona SUD-OCCIDENTALE"; a tal proposito saranno, pertanto, scelti i parametri specifici di questa zona nel calcolo degli afflussi meteorici di progetto.

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

Curve segnalatrici a 3 parametri

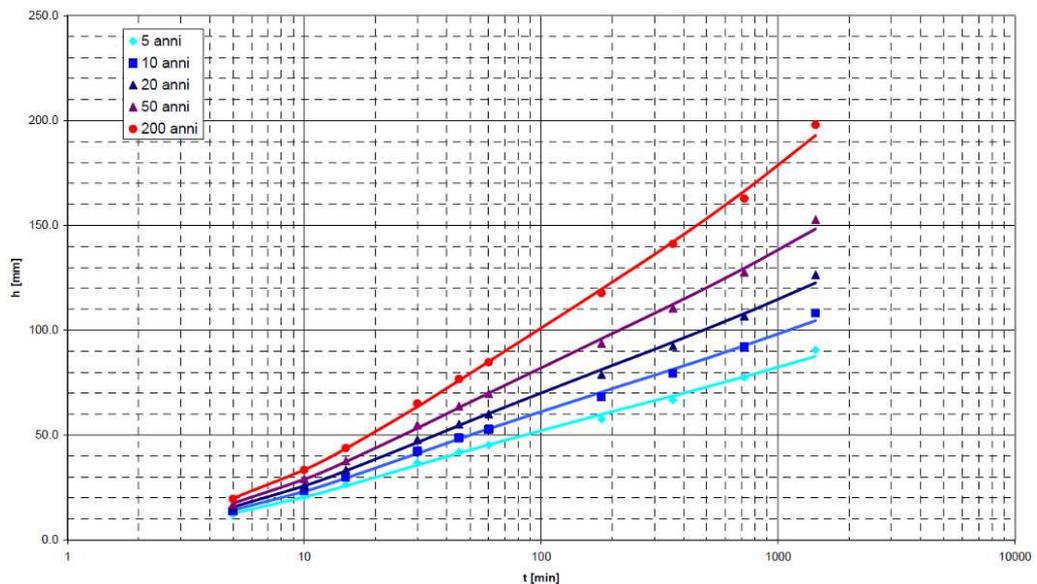


Figura 5. Curve segnalatrici a tre parametri.

2.3 Determinazione di pluviogrammi di progetto

Lo ietogramma utilizzato per la presente relazione è lo ietogramma rettangolare, generalmente il più usato nei calcoli di dimensionamento e verifica di reti di fognatura bianca. La tabella seguente riporta per varie durate di pioggia l'altezza di precipitazione totale in millimetri e l'intensità di pioggia espressa in millimetri all'ora calcolate secondo gli ietogrammi rettangolari dei quali, a titolo esemplificativo, ne vengono riportati tre nella figura seguente.

Tabella 3. Altezza di precipitazione totale e intensità di pioggia espresse rispettivamente in millimetri e millimetri all'ora per varie durate di pioggia, per la zona omogenea SW.

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
minuti	millimetri	millimetri/ora
5	17.44	209
15	37.31	149
30	53.33	107
45	63.10	84
60	70.02	70
90	79.66	53
120	86.42	43
150	91.64	37
180	95.90	32

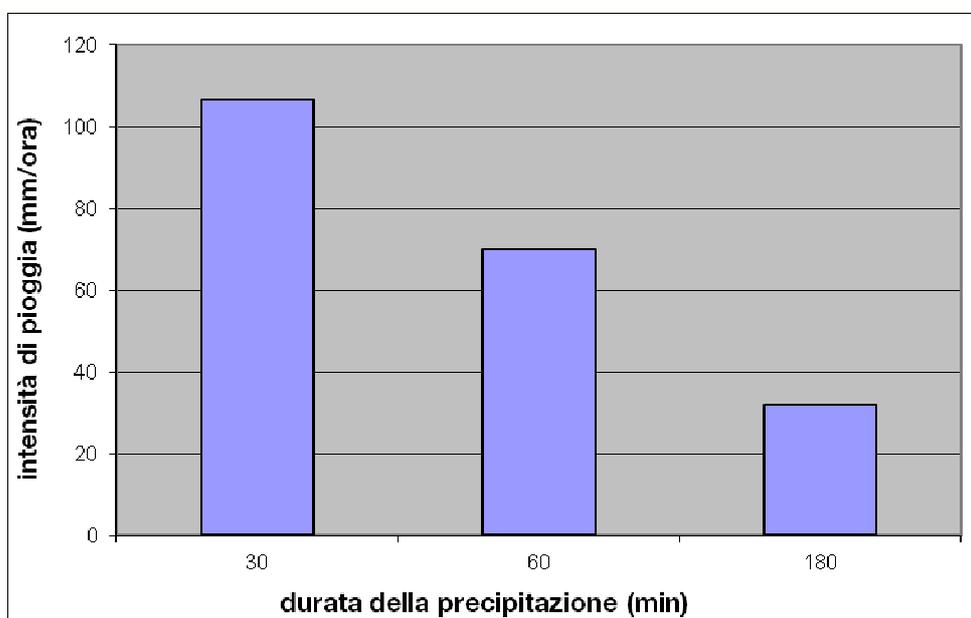


Figura 6. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SW.

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'area di intervento, facilmente raggiungibile da via Jacopo Cavacio, è situata a Padova nei terreni della zona Forcellini. Essa si estende per circa 3'097,45 mq e attualmente risulta completamente a verde.

L'ambito di intervento è sostanzialmente delimitato a sud e a ovest dall'area a verde pubblica interessata anche dal passaggio di una pista ciclopedonale, mentre a nord e a est da alcune strutture residenziali, sportive e scolastiche su cui insiste anche un parcheggio pubblico oggetto di ampliamento (433,00 mq). All'interno dell'accordo pubblico privato A021 rientrano anche gli interventi di allargamento stradale di via Jacopo Cavacio (31,21 mq) nonché di via Guglielmo Ongarello (279,24 mq).



Figura 7. Ortofoto con individuazione, in rosso, dell'area di intervento.



Figura 8. Stato attuale parcheggio pubblico oggetto di ampliamento; vista in direzione nord-ovest.

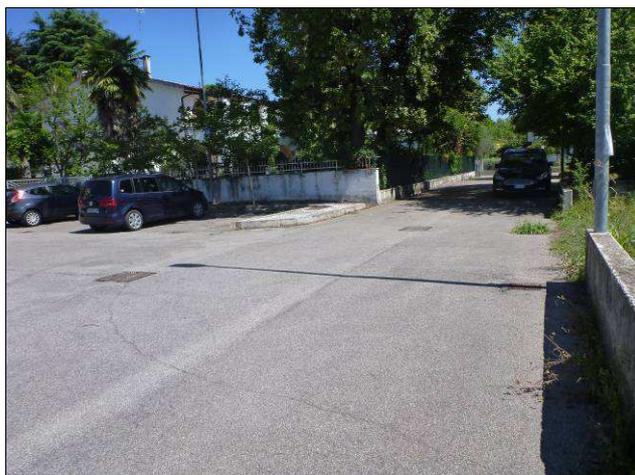


Figura 9. Stato attuale parcheggio pubblico oggetto di ampliamento; vista in direzione sud-est.



Figura 10. Stato attuale parcheggio pubblico oggetto di ampliamento; vista in direzione sud.



Figura 11. Stato attuale parcheggio pubblico oggetto di ampliamento; vista in direzione ovest.



Figura 12. Stato attuale area di intervento; vista in direzione nord.



Figura 13. Stato attuale area di intervento; vista in direzione sud.



Figura 14. Stato attuale area di intervento; vista in direzione est.



Figura 15. Stato attuale area di intervento; vista in direzione sud.



Figura 16. Stato attuale area di intervento; vista in direzione sud-ovest.

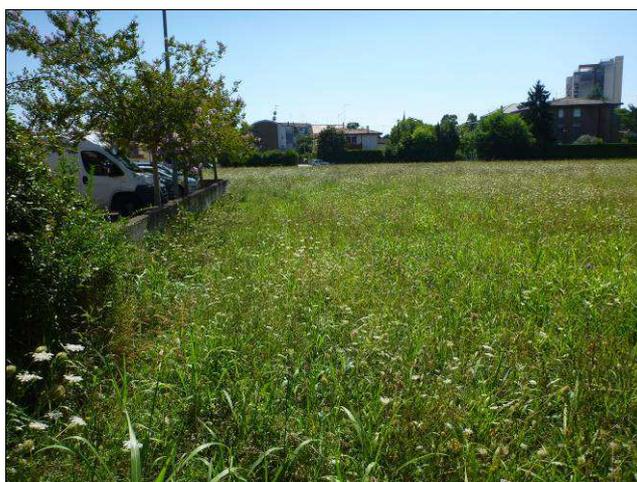


Figura 17. Stato attuale area di intervento; vista in direzione sud-ovest.



Figura 18. Stato attuale tratto stradale di via Jacopo Cavacio oggetto di allargamento; vista in direzione sud.



Figura 19. Stato attuale tratto stradale di via Guglielmo Ongarello oggetto di allargamento; vista in direzione sud-est.



Figura 20. Stato attuale tratto stradale di via Guglielmo Ongarello oggetto di allargamento; vista in direzione nord-ovest.

Il sottobacino *Maestro* scarica naturalmente in Roncajette finché i livelli idrometrici lo consentono. La chiavica di scarico a gravità è dotata di porte a vento consentendo la chiusura dello scarico naturale e lo sfioro delle acque nello scolo Inferiore di Casalserugo aggravando, peraltro, la situazione idraulica del bacino di Casalserugo. Per ovviare a tale situazione è stata costruita la nuova idrovora del Maestro, in parallelo alla chiavica, con scarico nel Roncajette. L'idrovora è in grado di sollevare una portata pari a 14'000 l/s.

Il sito in oggetto è inoltre ubicato in una zona che dall'analisi storica, confermato pure dal Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio, presenta dal punto di vista idraulico alcune criticità. A tal proposito l'area è, pertanto, considerata a **pericolosità idraulica media** come facilmente desumibile osservando la seguente figura.

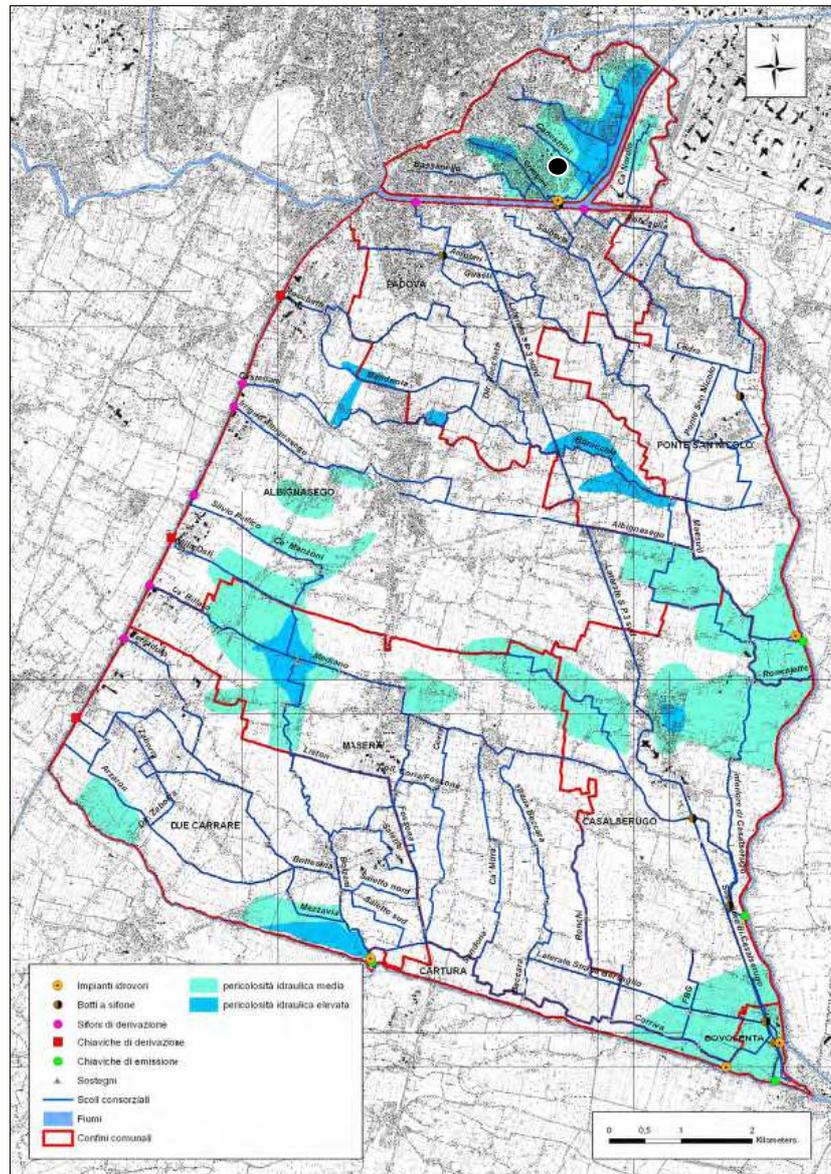


Figura 23. Estratto della "Cartografia riguardante le caratteristiche del comprensorio" del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del Consorzio Bacchiglione (con pallino nero l'individuazione dell'area di intervento).

Attualmente, le acque dell'area oggetto di analisi idraulica, defluiscono naturalmente nel sottosuolo mentre quelle insistenti sull'adiacente parcheggio pubblico, oggetto di ampliamento, sono raccolte grazie alla presenza di una fitta rete di caditoie e indirizzate verso l'esistente tombinamento Ø 350 mm in pvc presente in via Jacopo Cavacio. Lo scorrimento, nel tratto di interesse di suddetta rete, si trova a -0,57 m rispetto alla quota di riferimento altimetrico $\pm 0,00$ m individuata nel centro chiusino in ghisa afferente il pozzetto di ispezione che, in sede di progetto, rappresenterà lo scarico delle acque meteoriche derivanti dalla futura impermeabilizzazione.



Figura 24. Chiusino in ghisa afferente il pozzetto di ispezione delle acque meteoriche presente in via Jacopo Cavacio; vista in direzione nord-ovest.



Figura 25. Chiusino in ghisa afferente il pozzetto di ispezione delle acque meteoriche presente in via Jacopo Cavacio; vista in direzione sud-est.



Figura 26. Pozzetto di ispezione delle acque meteoriche presente in via Jacopo Cavacio la cui linea principale è rappresentata da una condotta in pvc Ø 350 mm; vista in direzione nord-ovest.



Figura 27. Pozzetto di ispezione delle acque meteoriche presente in via Jacopo Cavacio la cui linea principale è rappresentata da una condotta in pvc Ø 350 mm; vista in direzione sud-est.

Si riporta di seguito la distinta delle superfici con i rispettivi coefficienti di deflusso riguardanti lo stato di fatto dell'area di intervento.

Tabella 4. Tabella riassuntiva della configurazione dello stato di fatto, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI FATTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
Area a verde	3'097,45	0,20
Totale area	3'097,45	0,20

Moltiplicando l'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente all'area efficace pari a **619,49 mq**.

4 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

Il presente progetto riguarda dunque l'accordo pubblico privato A021 dei terreni siti in zona Forcellini nel Comune di Padova il cui accesso è previsto da via Jacopo Cavacio.

L'intervento riguarda un lotto edificabile di 2'354,00 mq, l'ampliamento del parcheggio pubblico per ulteriori 433,00 mq, gli allargamenti stradali rispettivamente di via Jacopo Cavacio (31,21 mq) e di via Guglielmo Ongarello (279,24 mq).

All'interno del lotto è prevista la realizzazione di un fabbricato la cui superficie e cubatura saranno rispettivamente pari a 635,00 mq e 4'708,00 mc; l'altezza massima dello stesso non supererà gli 8,50 m. Lo spazio esterno sarà organizzato in maniera tale da prevedere delle zone a verde (507,50 mq) e delle zone di manovra, marciapiedi, posti auto, cordoli e recinzioni (1'211,50 mq).

L'ampliamento del parcheggio pubblico consiste invece nell'individuazione di posti auto realizzati in masselli autobloccanti drenanti con sottofondo permeabile (112,50 m), aiuole (35,50 mq) e altri spazi impermeabili dedicati alla sosta e alla manovra (285,00 mq).

Sicuramente il piano campagna subirà un livellamento tale da prevedere, eventualmente, un innalzamento solamente in prossimità del fabbricato così come consentito dalle norme urbanistiche vigenti. Quindi lo sviluppo altimetrico di progetto sarà tale da escludere alcun riporto di terreno salvaguardando, sotto il profilo idraulico, anche le aree contermini (per maggiori dettagli e approfondimenti si rimanda all'elaborato *All.03-Tavola comparativa e della rete di invaso*).

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti all'interno del lotto edificabile e nell'area in ampliamento, come anticipato, sarà necessario prevedere un sistema che permetta di immagazzinare e convogliare le acque verso l'esistente rete di Ø 350 mm in pvc di via Jacopo Cavacio ed il cui scorrimento si trova a -0,57 m rispetto alla quota di riferimento altimetrico ±0,00 m.

4.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento alle metodologie di calcolo riportate nel paragrafo successivo mediante il coefficiente di afflusso medio ϕ .

Le sottostanti tabelle riportano la suddivisione per tipologia di copertura del suolo ed i corrispettivi coefficienti di deflusso medi di ogni singola area di intervento.

Nella suddivisione delle aree e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- All'area occupabile dal fabbricato, dalla nuova viabilità, dalle zone di manovra, dai marciapiedi, dai posti auto, dai cordoli, dalle recinzioni e comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,90;
- Ai posti auto in masselli autobloccanti drenanti con sottofondo permeabile è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,60;

- Alle zone a verde e alle aiuole è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,20 ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo queste direttamente collegate alla rete di smaltimento acque meteoriche.

Tabella 5. Tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	Φ
Fabbricato lotto edificabile	635,00	0,90
Varie impermeabilizzazioni lotto edificabile	1'211,50	0,90
Aree impermeabili ampliamento parcheggio pubblico e allargamenti stradali	595,45	0,90
Posti auto in masselli autobloccanti drenanti ampliamento parcheggio pubblico	112,50	0,60
Zone a verde lotto edificabile	507,50	0,20
Aiuole ampliamento parcheggio pubblico	35,50	0,20
Totale area	3'097,45	0,77

L'area efficace di progetto è complessivamente pari a **2'373,86 mq**.

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto e ammonta a **1'754,40 mq**.

Secondo la D.G.R.V. 1322/06, rivista secondo le ordinanze commissariali, l'intervento rientra nella categoria *modesta impermeabilizzazione potenziale*.

Riguardo alla soluzione di invaso adottata, in armonia con le indicazioni dei Consorzi di Bonifica per casistiche analoghe alla presente (scarico mediante impianto di sollevamento), il metodo di calcolo utilizzato è il metodo delle sole piogge.

5 CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE

Noto il coefficiente di deflusso medio dell'area oggetto di studio e le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica si sono calcolate per varie durate della precipitazione le altezze di pioggia efficaci e quindi i volumi di afflusso complessivi relativi alla superficie afferente.

La Figura 29 rappresenta i volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche. La linea blu rappresenta i volumi ottenuti utilizzando curve di possibilità pluviometrica caratterizzate da un tempo di ritorno di 20 anni, la linea rossa invece rappresenta i volumi affluiti per un tempo di ritorno di 50 anni.

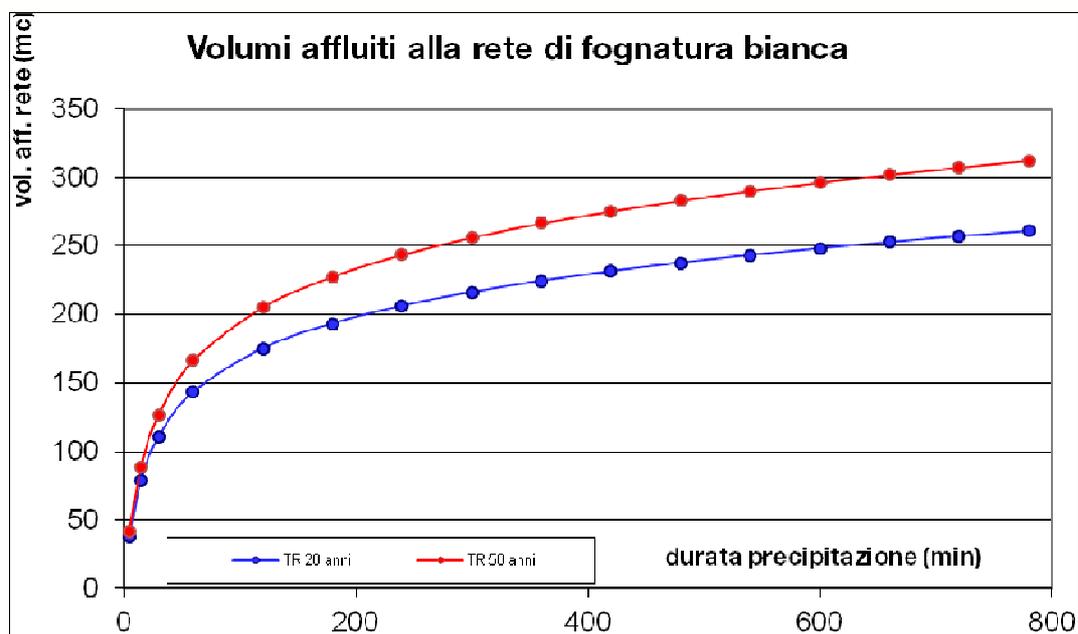


Figura 29. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

Poiché, come anticipato nei capitoli precedenti, per il Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio l'area è considerata a **pericolosità idraulica media** si ritiene accettabile, in accordo con il Consorzio di Bonifica Bacchiglione, immettere alla rete idrografica una portata specifica pari a **5,00 l/s*ha** per un totale di circa **1,55 l/s**

Come già citato in precedenza seppur ricadendo nella classe di *modesta impermeabilizzazione potenziale* sarà adottato il criterio numero 2 per la determinazione del volume da invasare ovvero il **metodo delle sole piogge**.

Ipotizzando cautelativamente di scaricare una tale portata (1,39 l/s) si possono calcolare, tramite l'equazione seguente, i massimi volumi di invaso relativi ad una determinata durata τ della precipitazione.

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Q_u \cdot t$$

dove:

W_i è il volume di invaso;

W_e è il volume in ingresso;

W_u è il volume in uscita;

S è la superficie scolante;

φ è il coefficiente di deflusso medio dell'area;

t è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata.

Si ottiene dunque:

$$t = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t}{t+b} + 1 \right]}} - b$$

che, a convergenza, porta a determinare:

$$t_{critico} = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]}} - b$$

e conseguentemente:

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t_{critico} + b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Q_u \cdot t_{critico}$$

L'applicazione di tale metodo, trascurando il processo di trasformazione afflussi deflussi che avviene nel bacino scolante, comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

L'applicazione delle equazioni sopra riportate ha portato ad individuare:

<i>portata consentita allo scarico</i>	$Q=1,55$ l/s
<i>durata critica</i>	$t=10,86$ ore
<i>volume di invaso</i>	$V=240,89$ mc
<i>volume di invaso specifico</i>	$v=777,71$ mc/ha

La tabella seguente riporta il calcolo dei volumi di invaso per diverse durate di precipitazione ed evidenzia che il volume massimo si ha proprio in corrispondenza della durata pari a **10,86 ore**.

Tabella 6: Tabella riassuntiva dei volumi di invaso in funzione della durata della precipitazione.

<i>tp</i>	<i>tp</i>	<i>h</i>	<i>Vol in</i>	<i>Vol out</i>	<i>Vol inv</i>	<i>Vol spec</i>
(min)	(h)	(mm)	(mc)	(mc)	(mc)	(mc/ha)
15	0.25	37.31	88.57	1.39	87.18	281.45
30	0.50	53.33	126.61	2.79	123.82	399.75
36	0.60	57.72	137.01	3.35	133.67	431.54
54	0.90	67.49	160.21	5.02	155.19	501.03
60	1.00	70.02	166.21	5.58	160.63	518.59
120	2.00	86.42	205.15	11.15	194.00	626.31
180	3.00	95.90	227.65	16.73	210.93	680.97
360	6.00	112.30	266.59	33.45	233.14	752.68
540	9.00	122.24	290.19	50.18	240.01	774.86
651.60	10.86	126.98	301.44	60.55	240.89	777.71
720	12.00	129.54	307.52	66.90	240.61	776.81

6 INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Il volume necessario alla laminazione, pari ad un minimo di **240,89 mc**, sarà garantito mediante la realizzazione di un sistema di invaso previsto sia all'interno del lotto edificabile che nello spazio pubblico destinato all'ampliamento del parcheggio.

La captazione delle acque meteoriche ricadenti sull'area complessiva di intervento sarà assicurata, inoltre, da una rete secondaria, non computata a favore di sicurezza ai fini dei volumi di invaso da ricavare, costituita da delle condotte in pvc di diametro variabile e compreso tra Ø 160 mm e Ø 250 mm e da una serie di pozzetti 60x60 cm in c.a. e caditoie 40x40 cm, che consentirà la connessione con il sistema di invaso. Anche sul nuovo tratto stradale di via Guglielmo Ongarello è prevista la posa di una serie di caditoie 40x40 cm connesse tra loro mediante delle condotte in cls turbo-vibrocompresso resinato internamente Ø 300 mm.

6.1 Spazio pubblico destinato all'ampliamento del parcheggio

Si riporta di seguito la distinta delle superfici con i rispettivi coefficienti di deflusso riguardanti lo stato di fatto e di progetto dell'area pubblica comprensiva non solo dell'ampliamento del parcheggio (433,00 mq) ma anche degli allargamenti stradali previsti sulle vie Jacopo Cavacio (31,21 mq) e Guglielmo Ongarello (279,24 mq).

Tabella 7. Tabella riassuntiva della configurazione dello stato di fatto area pubblica, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI FATTO AMPLIAMENTO PARCHEGGIO E ALLARGAMENTI STRADALI		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
Area a verde	743,45	0,20
Totale area	743,45	0,20

Moltiplicando l'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente all'area efficace pari a **148,69 mq**.

Tabella 8. Tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area pubblica, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO AMPLIAMENTO PARCHEGGIO E ALLARGAMENTI STRADALI		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
Aree impermeabili ampliamento parcheggio pubblico e allargamenti stradali	595,45	0,90
Posti auto in masselli autobloccanti drenanti ampliamento parcheggio pubblico	112,50	0,60
Aiuole ampliamento parcheggio pubblico	35,50	0,20
Totale area	743,45	0,82

L'area efficace di progetto è complessivamente pari a **610,51 mq**.

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto e ammonta a **461,80 mq**.

Riprendendo le modalità di calcolo sopra illustrate è possibile definire il volume di invaso destinato alla mitigazione idraulica dello spazio pubblico che dovrà essere pari a **63,03 mc**.

Pertanto lungo la nuova zona destinata alla manovra e sosta dei veicoli è prevista la disposizione di una rete di raccolta delle acque meteoriche, costituita da tre tronchi di tubazioni circolari in c.a. \varnothing 100 cm posate con una pendenza pari allo 0,5‰.

Tale rete di collettamento si svilupperà per una lunghezza complessiva di 83 m e permetterà pertanto di invasare, con un grado di riempimento massimo pari al 95% (livello di massimo invaso pari a -0,99 m), un volume pari a **63,29 mc**.

Tabella 9. Tabella riassuntiva del volume di invaso nelle tubazioni circolari Ø 100 cm.

Verifica disponibilità di invaso		Volume nelle tubazioni			
		Tronco1	Tronco2	Tronco3	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	22	31	30	83
pendenza fondo	‰	0,5	0,5	0,5	volume totale
quota scorrimento fondo	m	-1,94	-1,93	-1,93	
altezza iniziale	m	0,95	0,94	0,94	
grado di riempimento medio	%	94	93	93	
area liquida media	mq	0,77	0,76	0,76	
volume in condotta	mc	16,86	23,60	22,84	63,29

Le tubazioni circolari, inoltre, saranno opportunamente interrotte da due pozzetti di ispezione in c.a. 150x150 cm anch'essi non computati a favore di sicurezza ai fini dei volumi di invaso da ricavare (nel caso la testa delle tubazioni dovrà presentare sigillatura impermeabile).

6.2 Lotto edificabile

Si riporta di seguito la distinta delle superfici con i rispettivi coefficienti di deflusso riguardanti lo stato di fatto del lotto edificabile.

Tabella 10. Tabella riassuntiva della configurazione dello stato di fatto del lotto edificabile, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI FATTO LOTTO EDIFICABILE		
Tipologia del suolo	superficie mq	Φ
Area a verde	2'354,00	0,20
Totale area	2'354,00	0,20

Moltiplicando l'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente all'area efficace pari a **470,80 mq**.

Tabella 11. Tabella riassuntiva della configurazione di progetto del lotto edificabile, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO LOTTO EDIFICABILE		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
Fabbricato lotto edificabile	635,00	0,90
Varie impermeabilizzazioni lotto edificabile	1'211,50	0,90
Zone a verde lotto edificabile	507,50	0,20
Totale area	2'354,00	0,75

L'area efficace di progetto è complessivamente pari a **1'763,35 mq**.

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto e ammonta a **1'292,60 mq**.

Per la seguente area invece il volume di invaso richiesto dovrà essere almeno pari a **177,91 mc**.

Tale volumetria sarà garantita grazie alla posa, in un unico strato, di alcuni moduli di invaso in materiale plastico tipo Rigofill di dimensioni 800x800x660 mm.

La connessione tra i due sistemi di invaso sarà assicurata grazie alla presenza, in corrispondenza delle rispettive ispezioni (pozzetto e quadro-control I) di una condotta in pvc Ø 315 mm che si svilupperà per una lunghezza di circa 24 m.

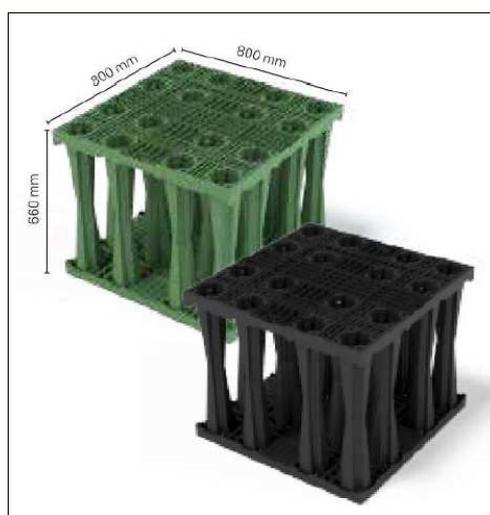


Figura 30. Moduli di invaso tipo Rigofill.

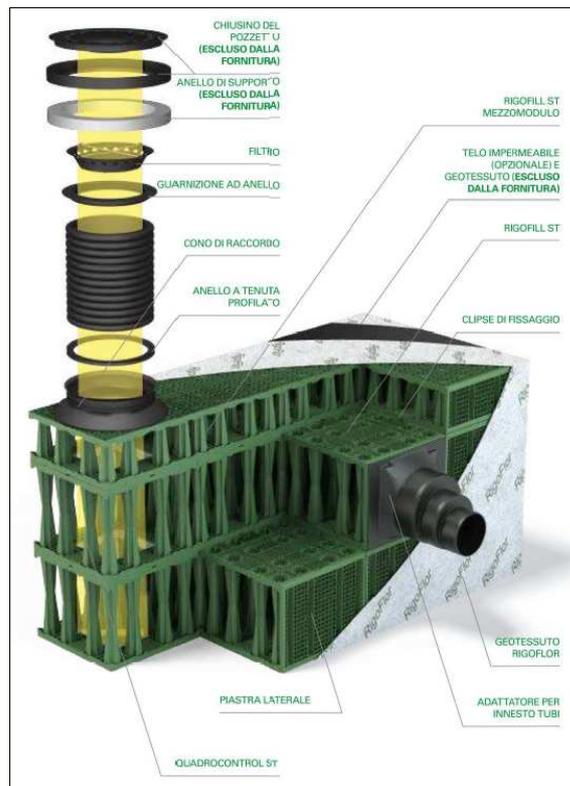


Figura 31. Moduli di invaso tipo Rigofill (componenti e accessori).

Il modulo di invaso tipo Rigofill, oltre a consentire una facile e veloce posa in aree a verde e carrabili, garantisce una capacità di invaso pari a 0,41 mc circa per ciascun elemento. Affinché tali moduli svolgano correttamente la loro funzione di invaso risulta indispensabile realizzare una trincea impermeabilizzata avvolta, oltre che dal tessuto non tessuto, anche da un telo impermeabile tale da non permettere alcuna dispersione.

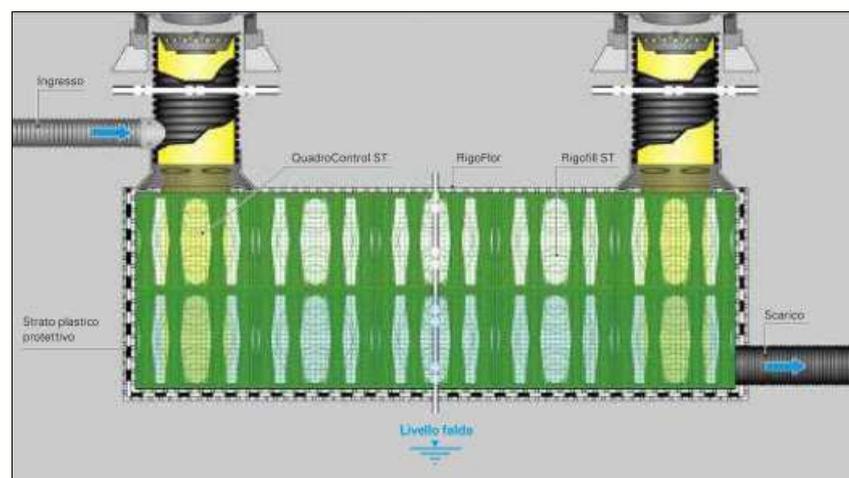


Figura 32. Schema ambito di utilizzo dei moduli di invaso tipo Rigofill nella laminazione.

Il ricoprimento minimo di tali moduli nelle zone a verde è di almeno 30 cm mentre per l'installazione in zone soggette a traffico si consiglia di mantenere una copertura minima di 80 cm.

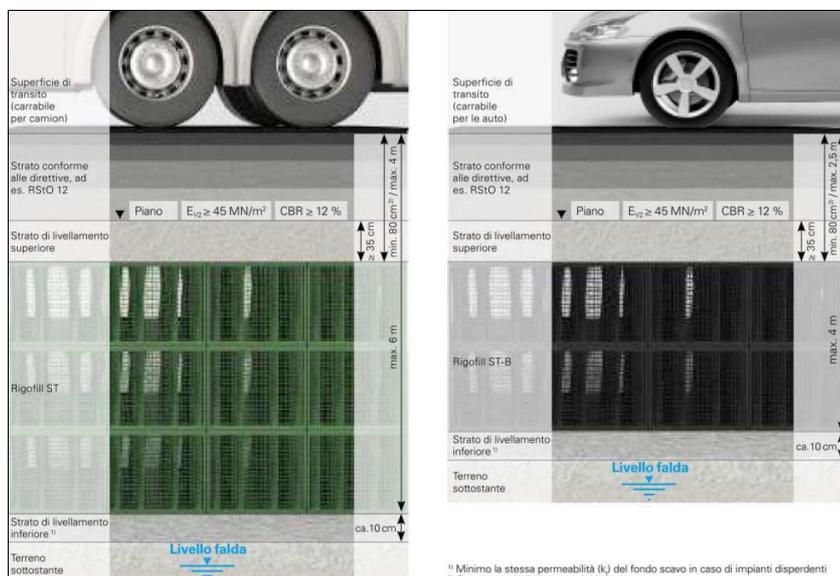


Figura 33. Moduli di invaso tipo Rigofill (resistenze statiche).

I seguenti moduli saranno posati nella zona parcheggi nord del lotto edificabile e riusciranno ad invasare un volume pari a **179,23 mc** così come riportato nella seguente tabella:

Tabella 12. Tabella riassuntiva del volume invasato nei moduli di invaso tipo Rigofill.

DIMENSIONI MODULO [mm]	800x800x660
N° MODULI	442
N° STRATI	1
QUOTA SCORRIMENTO MODULI [m]	-1,65
QUOTA MASSIMO LIVELLO DI INVASO [m]	-0,99
RICOPRIMENTO GARANTITO [cm]	80
VOLUME INVASATO [mc]	179,23

Nel complesso pertanto il sistema di invaso, costituito dalla suddetta rete di di tubazioni circolari Ø 100 cm in c.a. e dai moduli di invaso in materiale plastico tipo Rigofill, consentirà di ottenere un volume di invaso pari a **242,52 mc** garantendo così il rispetto della volumetria minima prevista.

7 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SCARICO

La massima portata consentita allo scarico, ottenuta considerando un coefficiente udometrico pari a $5,00 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ e quindi pari a $1,55 \text{ l/s}$, sarà convogliata, tramite sollevamento, all'interno di pozzetto di dissipazione di dimensioni interne $60 \times 60 \text{ cm}$. Pertanto tale sistema prevede, all'interno di un pozzetto di ispezione $150 \times 150 \text{ cm}$ in c.a., l'installazione di 2 elettropompe sommergibili monofase da $1,55 \text{ l/s}$; una avrà il compito di sollevare la portata derivante dal coefficiente udometrico imposto dal calcolo, mentre la seconda sarà di riserva. Per una maggiore vita utile delle due pompe se ne consiglia la programmazione alternata del funzionamento.

Nel caso in cui avvenissero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi tali per cui i $242,52 \text{ mc}$ fossero già stati completamente immagazzinati, due condotte di troppo pieno $\varnothing 250 \text{ mm}$ in pvc, poste a quota $-0,54 \text{ m}$ munite di valvola a clapet, garantiranno lo smaltimento del volume in eccesso evitando dunque che il sistema vada in pressione.

Le acque così scaricate saranno convogliate nel pozzetto afferente l'ispezione di dell'esistente rete $\varnothing 350 \text{ mm}$ in pvc di via Jacopo Cavacio il cui scorrimento si trova a $-0,57 \text{ m}$ rispetto al chiusino in ghisa dello stesso.

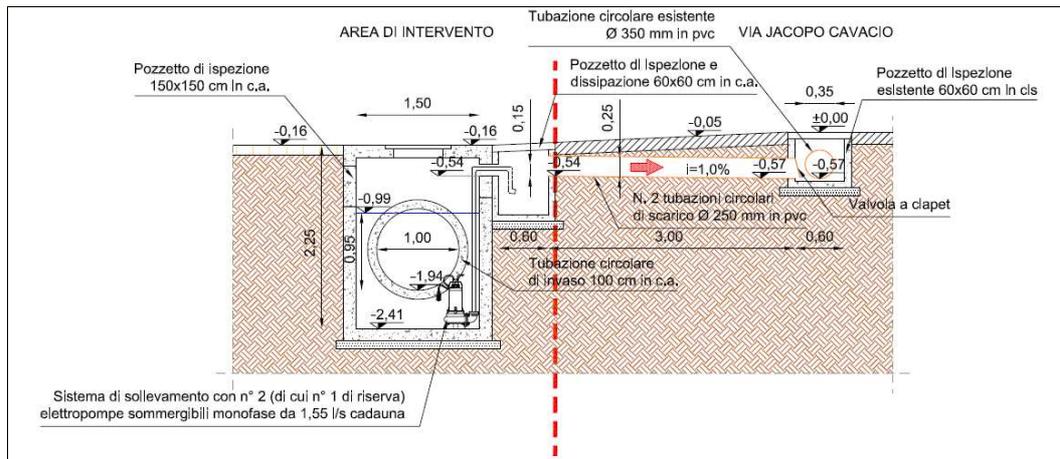


Figura 35. Sezione del sistema di scarico.

8 SINTESI DELLA VALUTAZIONE

Configurazione e coefficienti di deflusso dello stato di progetto

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	Φ
Fabbricato lotto edificabile	635,00	0,90
Varie impermeabilizzazioni lotto edificabile	1'211,50	0,90
Aree impermeabili ampliamento parcheggio pubblico e allargamenti stradali	595,45	0,90
Posti auto in masselli autobloccanti drenanti ampliamento parcheggio pubblico	112,50	0,60
Zone a verde lotto edificabile	507,50	0,20
Aiuole ampliamento parcheggio pubblico	35,50	0,20
Totale area	3'097,45	0,77

Minimo volume di invaso da garantire per invarianza idraulica: 240,89 mc

Individuazione dei volumi di invaso:

Tubazioni circolari in c.a. \varnothing 100 cm: 63,29 mc

Moduli di invaso tipo Rigofill 800x800x660 mm: 179,23 mc

Volume di invaso complessivo: 242,52 mc

Recapito finale:

Rete acque meteoriche \varnothing 350 mm in pvc di via Jacopo Cavacio