



S T U D I O - S E G A L A
Michele Segala architetto

Via San Salvatore Corte Regia 6 37121 Verona IT
tel +39 045 590903 cel +39 348 7414227
email info@studio-segala.it www.studio-segala.it

COMUNE DI VERONA

COMMITTENZA

MION IMMOBILIARE SPA

P.IVA 00531290237

VIA P. VASSANELLI 21/23

37012 BUSSOLENGO (VR)

TAVOLA:

06-A.01

REVISIONE:

01 - 30.11.2016
02 -
03 -
04 -

SCALA:
Varie

DISEGNO:
APPROVATO:

DATA: 08.07.2016

AGGIORNATO: 30.11.2016

FILE:

COPERTINE REV.01.DWG

PUA
VIA BIONDE_363
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO
URBANISTICO MISTO COMMERCIALE
RESIDENZIALE IN VERONA, VIA BIONDE, ATO 3
CIRCOSCRIZIONE 3, DENOMINATO PUA
"VIA BIONDE_363"



PROGETTO: Arch. Michele Segala
Arch. Roberta Corradini
Ing. Margherita Rizzi

COLLABORATORI:

IMPIANTI A RETE : Ing. Ilario Rossi
Ing. Anna Rossi

GEOLOGIA: Geol. Franco Gandini

TOPOGRAFIA: Geom. Mauro Ralfermo

OGGETTO:

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROGETTISTI RETI SOTTOSERVIZI:

ING. ILARIO ROSSI

ING. ANNA ROSSI

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

ARCH. MICHELE SEGALA



COMMITTENTE:

MION IMMOBILIARE S.P.A.

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....	3
2.1	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA.....	4
2.2	CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	7
3	CALCOLO DELLE PORTATE	9
3.1	FATTORE RIDUTTIVO.....	9
1.1	PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE.....	10
3.2	AREE PRIVATE AD USO PUBBLICO	10
3.3	MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE.....	11
1.1.1	Sistema di smaltimento acque meteoriche.....	12
3.4	AREE PRIVATE.....	14
3.5	MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE.....	14
1.1.2	Sistema di smaltimento acque meteoriche.....	15
4	CONCLUSIONI.....	17

1 PREMESSA

Su incarico della Committenza, in stretto rapporto con l'arch. Segala, che sta predisponendo il Piano Urbanistico Attuativo "VIA BIONDE_363" per la realizzazione di un piano urbanistico misto commerciale residenziale in Verona, Via Bionde, ATO 3, Circoscrizione 3", ci è stato dato incarico di effettuare uno studio idraulico legato alla realizzazione delle opere predette.

L'intera area oggetto del presente piano ha una estensione fondiaria di **6.132,16 m²**.

Il progetto prevede la realizzazione di 2 lotti, uno ad uso residenziale (U1) ed uno ad uso commerciale (U2); oltre agli edifici, in posizione circostante agli stessi, sarà realizzata un'area ad uso parcheggio con rispettive zone di sosta e corsie di manovra divisa idealmente in 2 zone: una facente parte delle opere di urbanizzazione private ma ad USO PUBBLICO ed una facente parte di opere ad USO PRIVATO; perimetralmente all'ambito (lungo Via Bionde) ma all'interno dell'ambito stesso saranno realizzati rispettivamente una nuova pista ciclabile ed un nuovo marciapiede da cedere al pubblico.

Gli stalli parcheggio e le corsie di manovra a servizio degli stessi all'interno dell'area privata ma AD USO PUBBLICO saranno realizzati con fondo drenante (stalli in grigliato e corsie in materiale tipo "Drainbeton") ad eccezione di una piccola zona a sud in cui si prevede la presenza dei mezzi pesanti per il carico e scarico delle merci e di conseguenza in questa zona le corsie saranno in asfalto. Le aree parcheggio ad USO PRIVATO (stalli e corsie) saranno in asfalto. Ciascuna area (PRIVATA AD USO PUBBLICO e PRIVATA) sarà dotata di propria rete di raccolta, laminazione e smaltimento delle portate meteoriche.

Complessivamente le future superfici impermeabili di progetto (strade + marciapiedi + edifici) avranno una superficie complessiva pari a 4.039,21 m², le superfici semipermeabili (stalli parcheggio e corsie di manovra) avranno superficie pari a 1.908,75 m² mentre le aree verdi (aiuole) avranno una superficie complessiva pari a 184,2 m².

L'allegato A del DGRV n° 2948 del 6 Ottobre 2009 prevede che per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti che comportano una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, atte a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Lo studio si propone quindi di:

- riconoscere le principali caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litostratigrafiche dell'area;
- verificare l'idoneità dell'area dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico;
- individuare idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.

2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

L'area indagata è situata nel Comune di Verona tra Via Bionde e Via Gardesane.

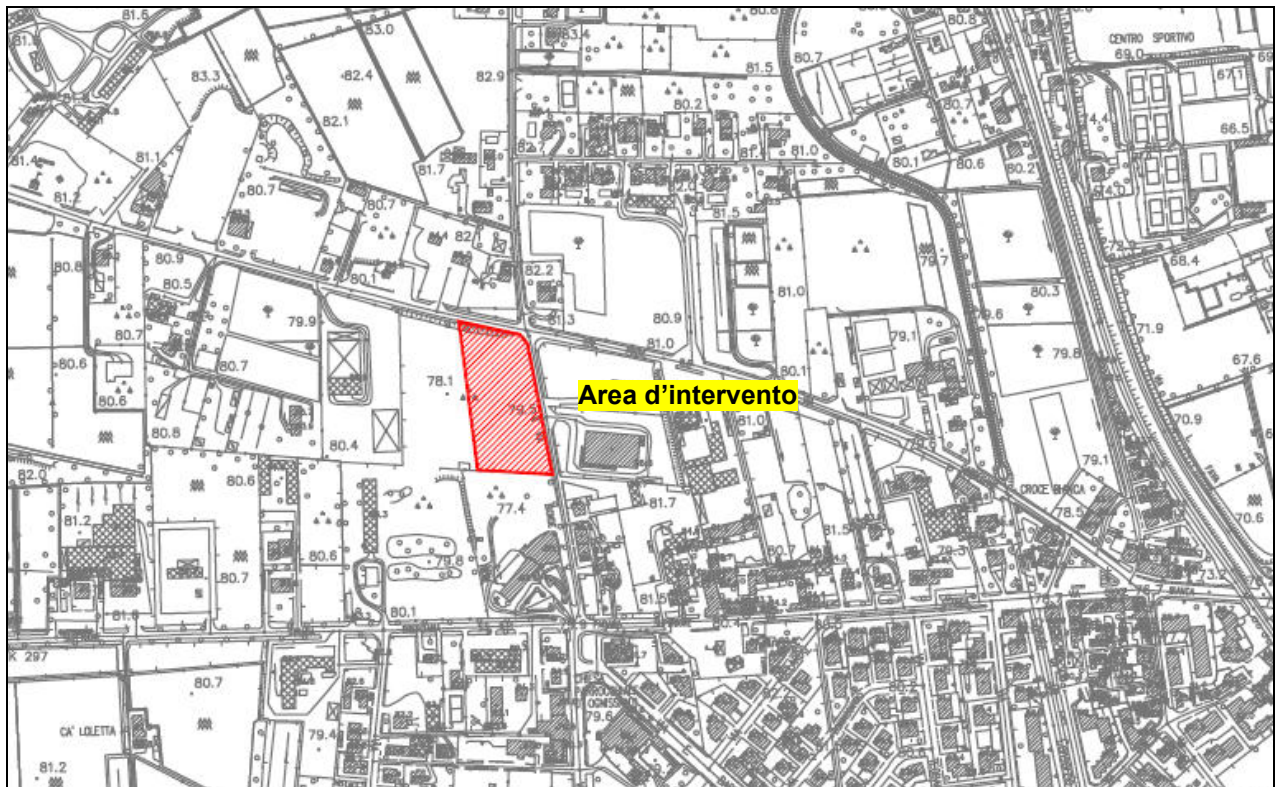


Figura 1: Estratto da Carta Tecnica Regionale (elementi 123164 San Massimo, 123123 Chievo).



Figura 2: Foto area di inquadramento dell'area d'intervento.

2.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

Dal punto di vista geologico sulla base delle informazioni contenute nello Studio Geologico redatto dal Dott. Geol. Franco Gandini , è possibile ricostruire l'assetto geologico come di seguito descritto.

La zona interessata dall'intervento si trova nel conoide atesino di epoca Rissiana al limite con quello di epoca Wurmiana; in questa porzione di territorio esistono due ordini di terrazzamenti ed in particolare qui ci troviamo sul terrazzo basso con terreni posti alla quota di circa 79,5 m s.l.m.; l'orlo del terrazzo presente ad Est, verso il centro di Verona, risulta ancora riconoscibile sebbene parzialmente obliterato dagli interventi antropici insediativi.

Il territorio studiato presenta in affioramento alluvioni fluvio-glaciali e fluviali sciolte, appartenenti a classi granulometriche medio-grossolane, tipiche di ambienti deposizionali a media/elevata energia; in particolare il sub-strato del sito di intervento è contraddistinto dalla presenza di ghiaie atesine fino a rilevante profondità; a tal proposito si riportano a seguire due estratti cartografici, il primo appartiene alla Carta geologica d'Italia (**Figura 3**) mentre il secondo alla Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige (**Figura 4**); le litologie di superficie riscontrabili nella carta alla scala maggiore sono alluvioni da ciottolose a ghiaiose confermate anche dalla carta di maggior dettaglio.

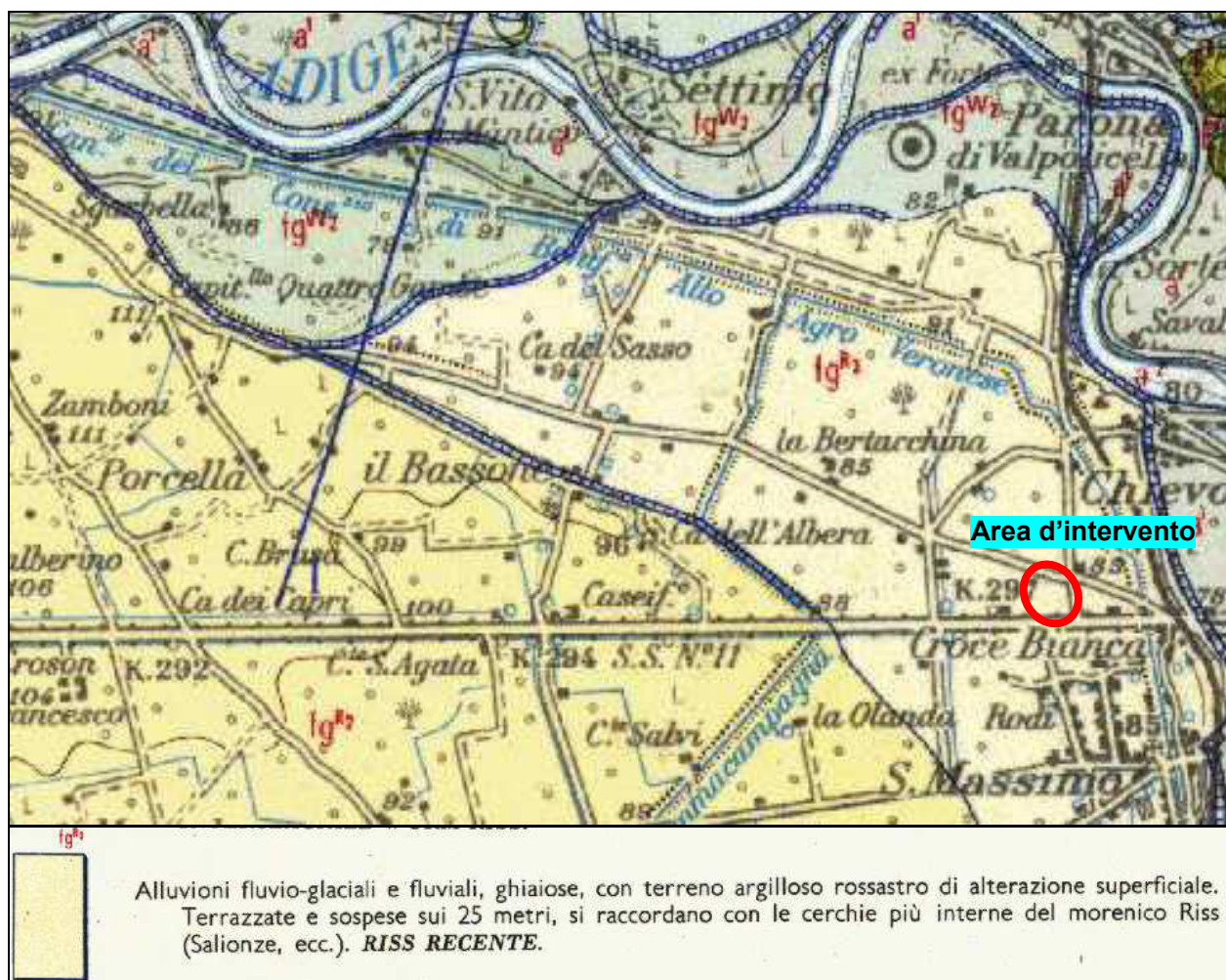


Figura 3: Estratto da Carta Geologica d'Italia – Foglio 48 – Peschiera del Garda.

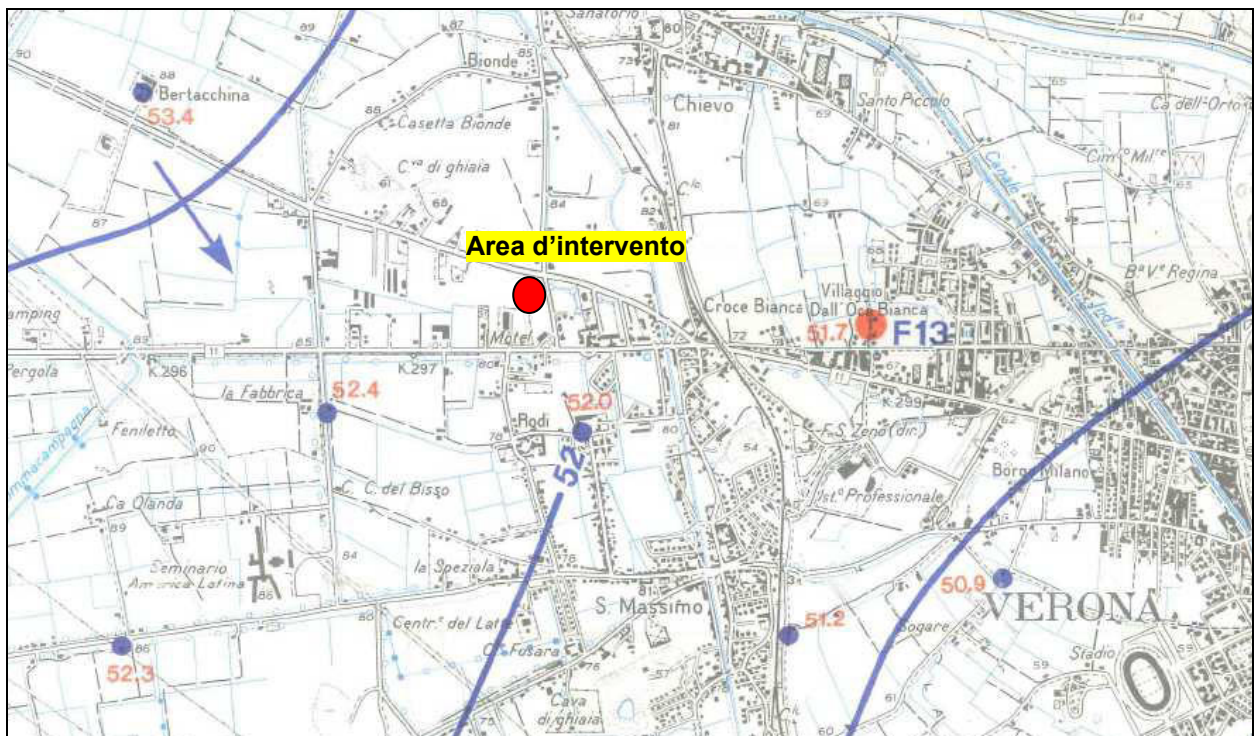


Figura 4: estratto da Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige.

Le ghiaie del sottosuolo sono costituite da elementi poligenici calcarei e silicei, arrotondati, appartenenti a litotipi presenti nel bacino dell'Adige; questi sedimenti presentano un'elevata permeabilità dovuta alla notevole porosità.

La struttura del sottosuolo della zona è ben nota sia per la abbondanza di dati bibliografici sia per l'esecuzione, da parte del geologo Franco Gandini, di ricerche idrogeologiche con sondaggi e terebrazioni di pozzi nelle aree limitrofe; anche la sezione geologica consente di riconoscere come lo spessore dei sedimenti grossolani in questa porzione di territorio sia di diverse centinaia di metri.

La struttura del sottosuolo della zona è ben nota; in particolare, si riporta a seguire la stratigrafia media di alcuni sondaggi eseguiti poco a Nord nel medesimo contesto e pertanto ritenuti significativi anche per l'area in esame:

- Ghiaie in matrice sabbiosa fino alla profondità di circa 9,00 metri;
- Sabbia con ghiaietto fino alla profondità di circa 12,00 metri;
- Ghiaie in matrice sabbiosa fino alla profondità di circa 50,00 metri.

In particolare, la trincea esplorativa eseguita nel sito di intervento ha confermato la presenza di sedimenti ghiaiosi con ciottoli sparsi almeno fino alla profondità di circa 2,00 m; di seguito si riporta un particolare dei sedimenti alluvionali estratti dallo scavo.



Figura 5: materiali ghiaiosi estratti dalla trincea esplorativa.

Dal punto di vista idrogeologico la differenziazione granulometrica degli orizzonti stratigrafici presenti nel substrato della Pianura Veronese determina strutture idrogeologiche non omogenee e disuniformi, variabili soprattutto da monte verso valle; l'area di intervento si a Nord della fascia dei fontanili in corrispondenza del potente materasso ghiaioso quaternario della fascia di alta pianura, dove si ritrova un unico grande acquifero indifferenziato.

L'asse principale di deflusso in corrispondenza dell'area è all'incirca NW-SE ossia sostanzialmente parallela alla direzione di deflusso dell'Adige, caratteristica comune a gran parte della pianura veronese (vedi successivo estratto da cartografico).

In merito alla quota di falda, la Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige consente di dedurre la profondità della falda a circa 27/28 metri.

Si può pertanto concludere che rispetto alla quota del p.c. attuale, posto a circa 78,0 m.s.l.m., la massima soggiacenza della falda è di circa 26,0 m e che di conseguenza non vi è interferenza con le opere in scavo.

L'area in tempi recenti non ha subito esondazioni o altri episodi di dissesto idrogeologico ed è da ritenersi sicura sotto il profilo idraulico; a tal proposito la CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE allegata al Piano degli Interventi stabilisce che l'area non ricade in aree soggette a rischio idraulico; la vulnerabilità degli acquiferi segnalata (art. 38 - P.A.T.) consegue all'elevata permeabilità dei depositi superficiali.

2.2 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento.

L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile.

Questo periodo è chiamato **Tempo di ritorno**.

Il tempo di ritorno T_r è definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Volendo determinare le portate si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/oreⁿ) e **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

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

dove:

h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- con metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale; con l'applicazione di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini.

Per l'area oggetto del presente studio (attualmente ad uso agricolo), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di Castelnuovo del Garda.

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	31,50916	0,198166
5 anni	41,21881	0,17615
10 anni	47,66241	0,16593
20 anni	53,85064	0,158175
50 anni	61,86833	0,150216

I dati che sono stati inviati dall'ARPAV sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right)$$

dove x e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi}$$

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$

moda

con $\lambda = 0,5772$ è la costante di Eulero.

Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove T_r rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

Come esplicitamente previsto dal D.G.R.V. n° 2948 del 6 ottobre 2009, nei successivi calcoli si fa riferimento ad un **tempo di ritorno di 50 anni**. Nella seguente tabella sono riportati, per intervalli temporali caratteristici, i valori di precipitazione massimi al suolo calcolati sulla base dei parametri sopra indicati:

Durata [h]	Precipitazione [mm]
1	61,86
3	72,94
6	80,93
12	89,80
24	99,64

Tabella 1: valori di precipitazione massimi per diverse durate di pioggia calcolati con T pari a **50 anni**.

3 CALCOLO DELLE PORTATE

3.1 FATTORE RIDUTTIVO

Il calcolo della portata in uscita da un'area edificata è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, denominati “**impermeabilità**”, “**ritardo**”, “**ritenuta**” e “**distribuzione della pioggia**”, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo il D.G.R. n° 2948 del 6 Ottobre 2009 , il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli è dato dal prodotto dei soli primi due coefficienti:- coefficiente di **deflusso** ϕ_1 , 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....);

- coefficiente di **ritardo** ψ , funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino di alimentazione, preso pari a 1,0.

Il fattore riduttivo ϕ risulta quindi pari a:

zone agricole	zone verdi
$\phi_1 \times \psi = 0,10 \times 1,0 = \mathbf{0,10}$	$\phi_1 \times \psi = 0,20 \times 1,0 = \mathbf{0,20}$
zone semipermeabili	zone impermeabili
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

1.1 PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE

La quantità d'acqua meteorica che si genera in una certa area, viene calcolata con la formula seguente:

$$Q = \phi \cdot S \cdot j$$

Se S è in $[m^2]$ e j in $[m/ora]$ la portata Q in $[m^3/h]$ è data dalla:

$$Q = \phi \cdot S \cdot j \text{ [m}^3/\text{h]}$$

in cui, come in parte già visto, si ha:

ϕ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
j	intensità oraria	vd. Tabella 1
S	superficie	variabile (m^2)

Tale formula viene utilizzata come base di calcolo al variare dei tempi di pioggia mantenendo però "fissi" i fattori riduttivi di deflusso relativi alla particolare tipologia di superficie di progetto ed i relativi valori di superficie.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate.

Il volume da laminare risulta dalla compensazione tra il volume (portata oraria) conseguente alla situazione di progetto più critica (in corrispondenza del picco di piena calcolato sulla curva di precipitazione con tempo di ritorno pari a 50 anni) e la portata smaltibile tramite infiltrazione nel terreno (con le opere previste da progetto quali pozzi perdenti, trincee drenanti etc.) o direttamente nella rete idrografica esistente.

3.2 AREE PRIVATE AD USO PUBBLICO

CALCOLO PRECIPITAZIONI

STATO ATTUALE

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m^2)	PORTATA
AREA	0,1	3.153,05	19,50
TOTALE			19,50

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

STATO DI PROGETTO

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE "RIDOTTA" (m ²)
MARCIAPIEDI, PISTE CICLABILI ED AREE IMPERMEABILIZZATE	0,9	1.060,10	954,09
STALLI PARCHEGGIO E CORSIE MANOVRA	0,6	1.908,75	1.145,25
AREE VERDI	0,2	184,20	36,84

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella 2**:

TEMPO (h)	1	2	3	6	12	24
altezza di pioggia (mm/h)	61,86	68,64	72,94	80,93	89,80	99,64
Volume (mc)	132,14	146,62	155,82	172,89	191,83	212,85

Tabella 2: volumi di pioggia calcolati per diverse durate di precipitazione

3.3 MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R. n° 2948 del 6 ottobre 2009.

Il citato D.G.R. n° 2948 del 6 ottobre 2009, nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...**omissis**... Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene...**omissis**...Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).**omissis**...Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle

piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione...*omissis*...Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nel caso in esame, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa, si è deciso di prevedere dei sistemi di smaltimento tramite infiltrazione nel terreno.

1.1.1 Sistema di smaltimento acque meteoriche

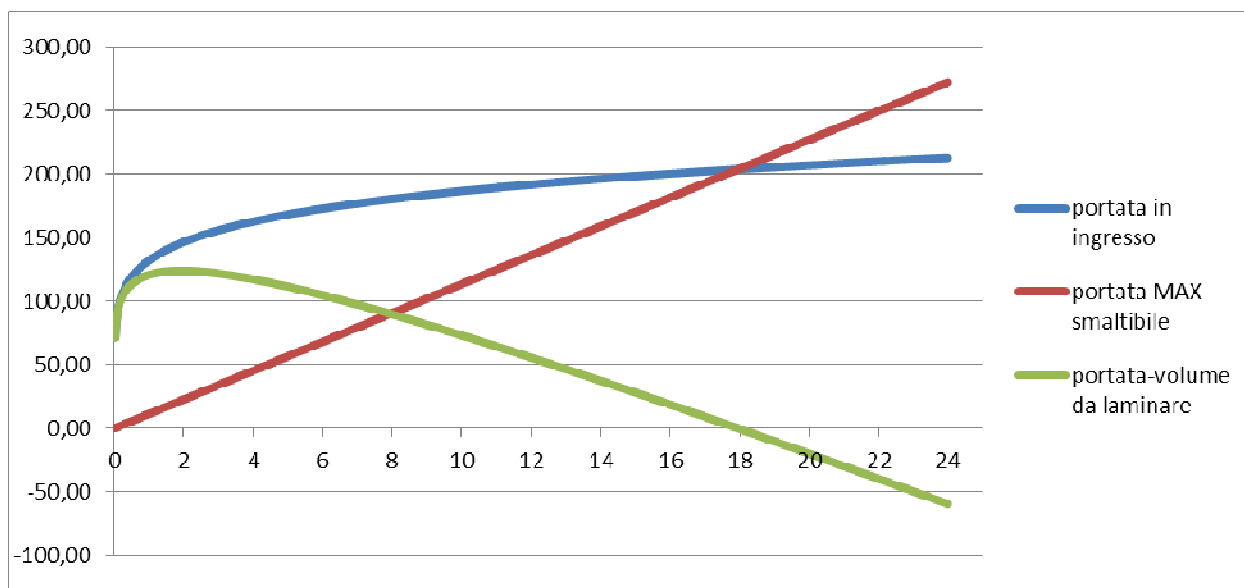
La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

Utilizzando tale valore nel bilancio afflussi-deflussi ed inserendolo nei calcoli per ricavarsi la curva di portata meteorica che si genera al netto della portata smaltita si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella per intervalli temporali caratteristici:

durata precipitazione (h)	Portata unitaria (volume) in ingresso (m^3)	Portata unitaria (volume) in uscita (m^3)	Volume residuo da laminare (m^3)
1	132,14	11,35	120,79
2	146,62	22,70	123,92
3	155,82	34,05	121,76
6	172,89	68,11	104,78
12	191,83	136,21	55,62
24	212,85	272,42	-59,57

Tabella 3: bilancio afflussi deflussi per varie durate di precipitazione. (*): il valore negativo sta a significare che il sistema di smaltimento ha provveduto a smaltire interamente la portata generatesi e potenzialmente sarebbe in grado di smaltirne ulteriormente.

Inserendo i dati della precedente tabella in un grafico si possono cogliere alcuni aspetti essenziali:



1. la condizione “critica” si rileva circa in corrispondenza delle prime 2 ore di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **123,93 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 116 min (~ 2 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità $k > 10^{-3}$ m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a: $123,93 \text{ m}^3 / 2 = \underline{\underline{61,96 \text{ m}^3}}$.

Si computa come volume di laminazione rispettivamente la rete di raccolta delle acque meteoriche ed i pozzi perdenti a cui si demanda il compito sia di parziale laminazione sia di smaltimento delle acque meteoriche. La rete di raccolta dei piazzali privati ad uso pubblico è composta da 230 m di tubazione in PVC di diametro pari a 350 mm mentre la rete di raccolta lungo Via Bionde (al di sotto del piano viario del marciapiede) è composta da 90 metri di tubo in PVC di diametro pari a 250 mm. I contributi di queste tubazioni sono pari rispettivamente a 22 m³ ed a 4,5 m³.

Le acque raccolte dalle 2 predette reti confluiscono in un pozzettone di decantazione a monte di una batteria di pozzi perdenti da realizzarsi in corrispondenza dell'aiuola verde all'interno dei piazzali privati ad uso pubblico. I pozzi sono in numero di 3, di diametro pari a 1,5 metri e profondità pari a 8,5 metri; complessivamente contribuiscono ad un volume di laminazione pari a 45 m³.

Complessivamente il **volume utile** per la laminazione delle portate è **pari a 71,50 m³**, ben superiore a quanto richiesto da normativa.

I pozzi permettono di smaltire nel breve periodo il 50% dell'acqua meteorica raccolta e al contempo, qualora la portata fosse maggiore della loro capacità di infiltrazione complessiva, inizieranno ad invasarsi e allo stesso modo anche la rete di raccolta. I pozzi continueranno ad infiltrare nel terreno una portata costante, passato il picco di piena, smaltiranno il volume d'acqua accumulatosi nella rete di raccolta e in loro stessi, tornando alla condizione iniziale, pronti per ricevere e smaltire ulteriore portata di pioggia.

3.4 AREE PRIVATE

CALCOLO PRECIPITAZIONI

STATO ATTUALE

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	PORTATA
AREA	0,1	2.979,11	18,42
TOTALE			18,42

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

STATO DI PROGETTO

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE "RIDOTTA" (m ²)
AREE IMPERMEABILIZZATE (EDIFICI, CORSIE MANOVRA E STALLI PARCHEGGIO)	0,9	2.979,11	2.681,19

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella 2**:

TEMPO (h)	1	2	3	6	12	24
altezza di pioggia (mm/h)	61,86	68,64	72,94	80,93	89,80	99,64
Volume (mc)	165,86	184,03	195,57	217,00	240,78	267,16

Tabella 2: volumi di pioggia calcolati per diverse durate di precipitazione

3.5 MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una

variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R. n° 2948 del 6 ottobre 2009.

Il citato D.G.R. n° 2948 del 6 ottobre 2009, nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...**omissis**... Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene...**omissis**...Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).**omissis**...Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione...**omissis**...Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

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 $Imp > 0,3$

Nel caso in esame, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa, si è deciso di prevedere dei sistemi di smaltimento tramite infiltrazione nel terreno.

1.1.2 Sistema di smaltimento acque meteoriche

La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene

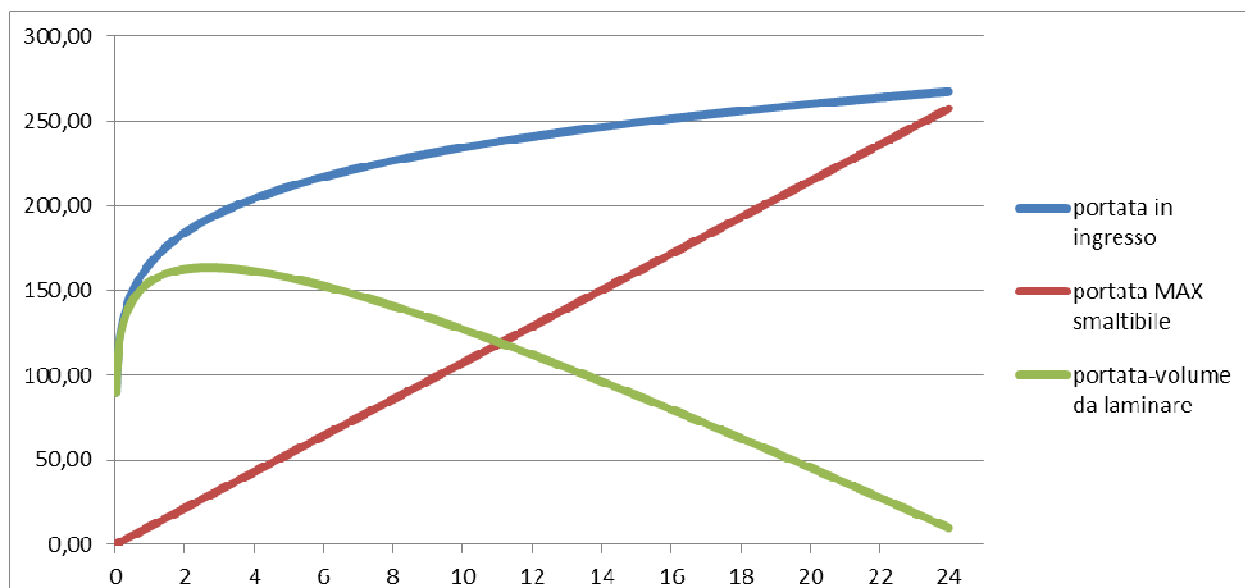
fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

Utilizzando tale valore nel bilancio afflussi-deflussi ed inserendolo nei calcoli per ricavarsi la curva di portata meteorica che si genera al netto della portata smaltita si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella per intervalli temporali caratteristici:

durata precipitazione (h)	Portata unitaria (volume) in ingresso (m ³)	Portata unitaria (volume) in uscita (m ³)	Volume residuo da laminare (m ³)
1	165,86	10,72	155,13
2	184,03	21,45	162,58
3	195,57	32,17	163,40
6	217,00	64,35	152,65
12	240,78	128,70	112,08
24	267,16	257,40	9,76

Tabella 3: bilancio afflussi deflussi per varie durate di precipitazione.

Inserendo i dati della precedente tabella in un grafico si possono cogliere alcuni aspetti essenziali:



- la condizione “critica” si rileva circa in corrispondenza delle prime 2,5 ore di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
- il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **163,54 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 161 min (2,68 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità $k > 10^{-3}$ m/s, si decide di smaltire “velocemente”

mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a: $163,54 \text{ m}^3 / 2 = \underline{\underline{81,77 \text{ m}^3}}$.

Si computa come volume di laminazione rispettivamente la rete di raccolta delle acque meteoriche, uno scatolare di dimensioni 1,2 m x 0,8 m ed i pozzi perdenti a cui si demanda il compito sia di parziale laminazione sia di smaltimento delle acque meteoriche. La rete di raccolta dei piazzali privati è composta da 125 m di tubazione in PVC di diametro pari a 350 mm, lo scatolare carrabile in cls di dimensioni trasversali pari a 1,2x0,8 m ha uno sviluppo pari a 30. Il contributo delle tubazioni alla laminazione è pari circa 12 m³. Lo scatolare carrabile in cls, da realizzarsi al di sotto del piano viario degli stalli parcheggio privati di fronte al nuovo supermercato, ha un volume utile per la laminazione pari a 28,8 m³.

Le acque raccolte dalle varie caditoie confluiscono nella rete predetta in particolare nello scatolare, che avrà una tubazione di fondo collegata ad un pozzettone di decantazione a monte di una batteria di pozzi perdenti da realizzarsi al di sotto del piano viario delle aree parcheggio private di fronte al nuovo supermercato. I pozzi sono in numero di 3, di diametro pari a 1,5 metri e profondità pari a 8,5 metri; complessivamente contribuiscono ad un volume di laminazione pari a 45 m³.

Complessivamente il **volume utile** per la laminazione delle portate **è pari a 85,80 m³**, leggermente superiore a quanto richiesto da normativa.

I pozzi permettono di smaltire nel breve periodo il 50% dell'acqua meteorica raccolta e al contempo, qualora la portata fosse maggiore della loro capacità di infiltrazione complessiva, inizieranno ad invasarsi e allo stesso modo anche lo scatolare e la rete di raccolta. I pozzi continueranno ad infiltrare nel terreno una portata costante, passato il picco di piena, smaltiranno il volume d'acqua accumulatosi nello scatolare, nella rete di raccolta e in loro stessi, tornando alla condizione iniziale, pronti per ricevere e smaltire ulteriore portata di pioggia.

4 CONCLUSIONI

Dalle indagini geologiche preliminari svolte, si è potuto osservare che il sottosuolo dell'area in oggetto è caratterizzato dall'avere un coefficiente di filtrazione superiore a 10^{-3} m/s e comunque la situazione descritta rende applicabile lo smaltimento delle acque meteoriche tramite infiltrazione nel suolo.

Come detto nei capitoli precedenti le aree si dividono in 2 categorie distinte, ognuna delle quali deve avere un proprio sistema di raccolta, laminazione e smaltimento delle portate meteoriche.

Per quanto riguarda le aree private ad uso pubblico e le aree in cessione (nuovo marciapiede e

pista ciclabile lungo Via Bionde) si computa come volume di laminazione rispettivamente la rete di raccolta delle acque meteoriche ed i pozzi perdenti a cui si demanda il compito sia di parziale laminazione sia di smaltimento delle acque meteoriche. La rete di raccolta dei piazzali privati ad uso pubblico è composta da 230 m di tubazione in PVC di diametro pari a 350 mm mentre la rete di raccolta lungo Via Bionde (al di sotto del piano viario del marciapiede) è composta da 90 metri di tubo in PVC di diametro pari a 250 mm. I contributi di queste tubazioni son pari rispettivamente a 22 m³ ed a 4,5 m³. Le acque raccolte dalle 2 predette reti confluiscono in un pozzettone di decantazione a monte di una batteria di pozzi perdenti da realizzarsi in corrispondenza dell'aiuola verde all'interno dei piazzali privati ad uso pubblico. I pozzi sono in numero di 3, di diametro pari a 1,5 metri e profondità pari a 8,5 metri; complessivamente contribuiscono ad un volume di laminazione pari a 45 m³. Complessivamente il **volume utile** per la laminazione delle portate è **pari a 71,50 m³**, ben superiore a quanto richiesto da normativa (61,96 m³).

Per quanto riguarda le aree ad uso privato si computa come volume di laminazione rispettivamente la rete di raccolta delle acque meteoriche, uno scatolare di dimensioni 1,2 m x 0,8 m ed i pozzi perdenti a cui si demanda il compito sia di parziale laminazione sia di smaltimento delle acque meteoriche. La rete di raccolta dei piazzali privati è composta da 125 m di tubazione in PVC di diametro pari a 350 mm, lo scatolare carrabile in cls di dimensioni trasversali pari a 1,2x0,8 m ha uno sviluppo pari a 30. Il contributi delle tubazioni alla laminazione è pari circa 12 m³. Lo scatolare carrabile in cls, da realizzarsi al di sotto del piano viario degli stalli parcheggio privati di fronte al nuovo supermercato, ha un volume utile per la laminazione pari a 28,8 m³. Le acque raccolte dalle varie caditoie confluiscono nella rete predetta in particolare nello scatolare, che avrà una tubazione di fondo collegata ad un pozzettone di decantazione a monte di una batteria di pozzi perdenti da realizzarsi al di sotto del piano viario delle aree parcheggio private di fronte al nuovo supermercato. I pozzi sono in numero di 3, di diametro pari a 1,5 metri e profondità pari a 8,5 metri; complessivamente contribuiscono ad un volume di laminazione pari a 45 m³. Complessivamente il **volume utile** per la laminazione delle portate è **pari a 85,50 m³**, leggermente superiore a quanto richiesto da normativa (81,77 m³).

Con queste soluzioni si garantisce il volume di laminazione e la capacità di smaltire efficacemente la portata di acqua meteorica in accordo alle norme regionali vigenti (D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009).