

COMUNE DI VERONA

PROVINCIA DI VERONA

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DELLA SCHEDA
NORMA N. 218 ATO 3 SITO IN VIA L. NEGRELLI -
VERONA**

Relazione di compatibilità idraulica
ai sensi del DGRV n° 2948 del 6 Ottobre 2009

TAVOLA N.:

6A

SCALA:

DATA:

05.04.2013

AGG.: **06.06.13**

LA PROPRIETA':

L'IMPRESA:

PROGETTO:

DIREZIONE LAVORI:



Anna Rossi



ARCHITETTI ASSOCIATI

PROGETTAZIONE URBANISTICA E ARCHITETTONICA
Via Santa Maria Rocca Maggiore, n.1 VERONA CAP 37129
TEL.+39 045 8069220 - FAX +39 045 590416 e-mail: info@arcarchitetti.it

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....	3
2.1	CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	4
2.1.1	Precipitazioni.....	5
3	CALCOLO DELLE PORTATE	7
3.1	FATTORE RIDUTTIVO.....	7
3.2	PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE.....	8
3.3	MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE.....	10
3.3.1	Sistema di smaltimento acque meteoriche futura strada, marciapiedi	11
3.3.2	Sistema di smaltimento acque meteoriche LOTTO 1.....	13
3.3.3	Sistema di smaltimento acque meteoriche LOTTO 2	14
4	CONCLUSIONI.....	15

1 PREMESSA

Lo studio di architettura ARC architetti associati, il quale sta predisponendo il "*Piano Urbanistico Attuativo della scheda norma n. 218 ato 3 sito in via I. Negrelli – Verona*" ci ha incaricati di effettuare uno studio idraulico legato alla realizzazione delle opere predette.

L'intera area di progetto ha estensione fondiaria di circa **7080 m²** di area totale per il PUA di cui **306 m²** di superficie dedicati a parcheggio, **657 m²** di verde, **1801 m²** di strade e marciapiedi e **4497 m²** di area ad uso dei lotti.

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.



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

La zona di intervento è pianeggiante con quote di circa 58 m s.l.m. Non sono osservabili particolari connotazioni morfologiche a parte alcune scarpate di terrazzo fluviale nei dintorni dell'area. Nulla comunque che possa limitare o condizionare le possibilità di intervento. Peraltro la intensa urbanizzazione ha mascherato i tratti morfologici naturali del paesaggio. L'area è comunque stabile e non soggetta a rischi di natura idrogeologica. Non sono infatti possibili frane, soliflussi, esondazioni di corsi d'acqua (che non esistono in zona) o subsidenze del terreno. Il fiume Adige scorre a distanza non molto elevata ma in area altimetricamente depressa e quindi non costituisce un pericolo nemmeno in caso di rotta eccezionale degli argini.

Le informazioni sulla situazione geologico-idrogeologica dell'area sono state reperite da un esame del sito, da lavori professionali in archivio e in varie pubblicazioni scientifiche: Dal Prà e Antonelli, 1977; Antonelli e Stefanini, 1982; Sorbini et alii, 1984; Dal Prà e De Rossi, 1989; Dal Prà et alii, 1991; Sorbini (a cura di), 1993.

Il sottosuolo dell'area indagata è prevalentemente costituito da alluvioni ghiaiose; sulla base di osservazioni stratigrafiche redatte nel corso della perforazione di pozzi, risulta che la continuità verticale di tali alluvioni viene interrotta intorno ai 20 metri di profondità da un deposito argilloso.

La falda si trova a profondità non inferiore a 8-10.

2.1 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Per definire le dimensioni delle opere che costituiscono il sistema di deflusso delle acque meteoriche provenienti dall'area interessata, viene richiesta la conoscenza delle portate che vi affluiscono.

Per definire tali portate bisogna conoscere i dati relativi alle precipitazioni, tenendo anche conto

dell'estensione, della natura e della composizione della superficie scolante per capire quale frazione della precipitazione concorra alla formazione delle portate stesse.

2.1.1 Precipitazioni

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 GREZZANA.

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	32,64117	0,182105
5 anni	44,81605	0,161331
10 anni	52,8683	0,152578
20 anni	60,58854	0,146272
50 anni	70,57806	0,140079

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:

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

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

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

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

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

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 d el 6 ottobre 2009, nei i 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	73,1
2	77,8
3	88,1
6	93,2
12	104,1
24	119,3

Tabella 11: valori di precipitazione massimi per diverse durate di pioggia calcolati con tempo di ritorno 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 f attore 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
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

3.2 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:

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

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.

CALCOLO PUA- OPERE STRADALI

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)
NUOVI PARCHEGGI E PIAZZALI STRADE E MARCIAPIEDI	0,9	2107	1896,3
AREA A VERDE ATTREZZATO	0,2	657	131,4
TOTALE		2674	

Il volume di pioggia generato dalla realizzazione delle opere di progetto per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente Tabella:

TEMPO (h)	1	2	3	6	12	24
altezza di pioggia (mm/h)	73,1	77,8	88,01	93,2	104,1	119,3
Volume (mc)	143,111	157,7035	166,9168	183,9399	202,6954	223,3634

CALCOLO LOTTO 1

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)
EDIFICIO	0,9	512	460,8
VIALETTI SEMIDRENANTI	0,6	352	211,2
VERDE	0,2	821,10	164,22

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

TEMPO (h)	1	2	3	6	12	24
altezza di pioggia (mm/h)	73,1	77,8	88,01	93,2	104,1	119,3
Volume (mc)	59,0187	65,0366	68,8374	75,8565	83,5912	92,1146

CALCOLO LOTTO 2

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)
EDIFICIO	0,9	519	467,1
VIALETTI SEMIDRENANTI	0,6	248	148,8
VERDE	0,2	578	115,6

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

TEMPO (h)	1	2	3	6	12	24
altezza di pioggia (mm/h)	73,1	77,8	88,01	93,2	104,1	119,3
Volume (mc)	51,6278	56,8921	60,2169	66,35669	73,1231	80,5791

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.V. n°294 8 del 6 Ottobre 2009.

Il citato D.G.R.V. 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, a seguito di prove di permeabilità che hanno confermato un valore di permeabilità $k > 10^{-3}$ m/s, si è deciso di prevedere dei sistemi di smaltimento tramite infiltrazione nel terreno.

3.3.1 Sistema di smaltimento acque meteoriche futura strada, marciapiedi

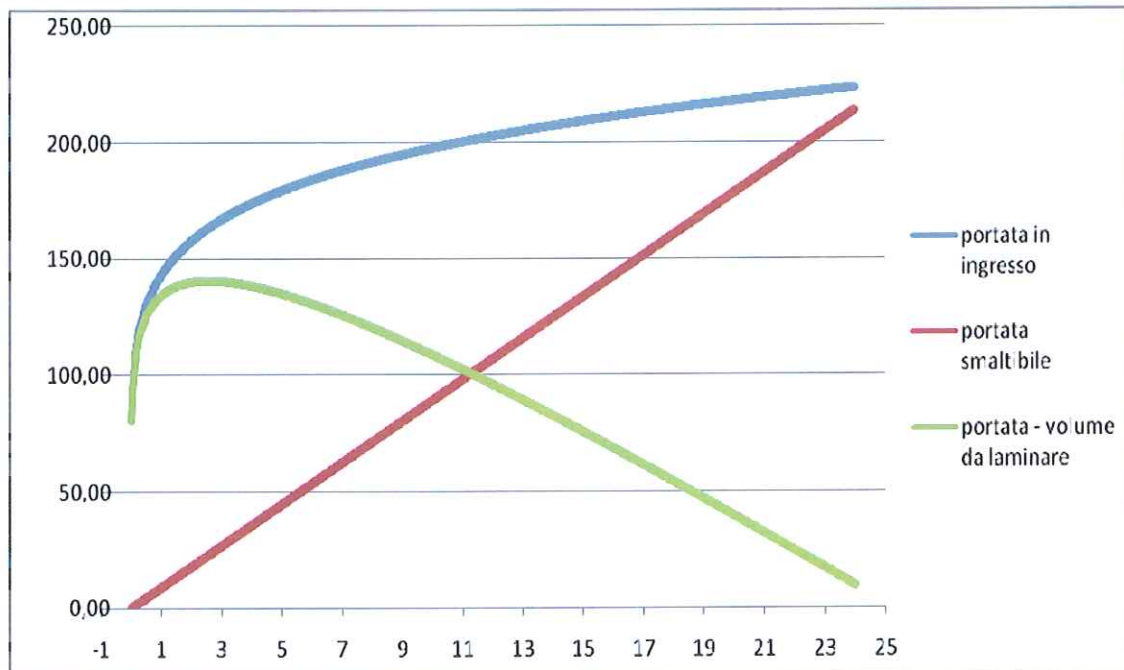
La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

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	143,11	8,91	134,19
2	157,70	17,82	139,87
3	166,91	26,74	140,17
6	183,93	83,48	130,45
12	202,69	106,96	95,73
24	223,36	213,92	9,43

Tabella: 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 generata 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 in corrispondenza delle prime 2-3 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 **140,43 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 154 min (2,5 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: $140,43 \text{ m}^3 / 2 =$ **70,215 m³**.

A titolo prudenziale, si prevede di realizzare n. 6 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5,5 metri collegati tra loro con un troppo pieno collegato ad uno scatolare in cls di volume pari a 31 m³.

I 6 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 metri e profondità pari a 5,5 metri contribuiscono per un volume complessivo pari a circa **58 m³**; la rete meteorica e di interconnessione tra i vari pozzi perdenti sarà realizzata con tubazioni in pvc di diametro pari a 400 mm, avrà un volume pari a

circa **10 m²**. Lo scatolare in cls di lunghezza pari a 31 metri e di dimensioni pari a 100x100 cm avrà, come detto, un volume pari a 31 m³. **Complessivamente pertanto si avrà a disposizione un volume pari a 99 m³, superiore ai 70,215 m³ minimi previsti.**

3.3.2 Sistema di smaltimento acque meteoriche LOTTO 1

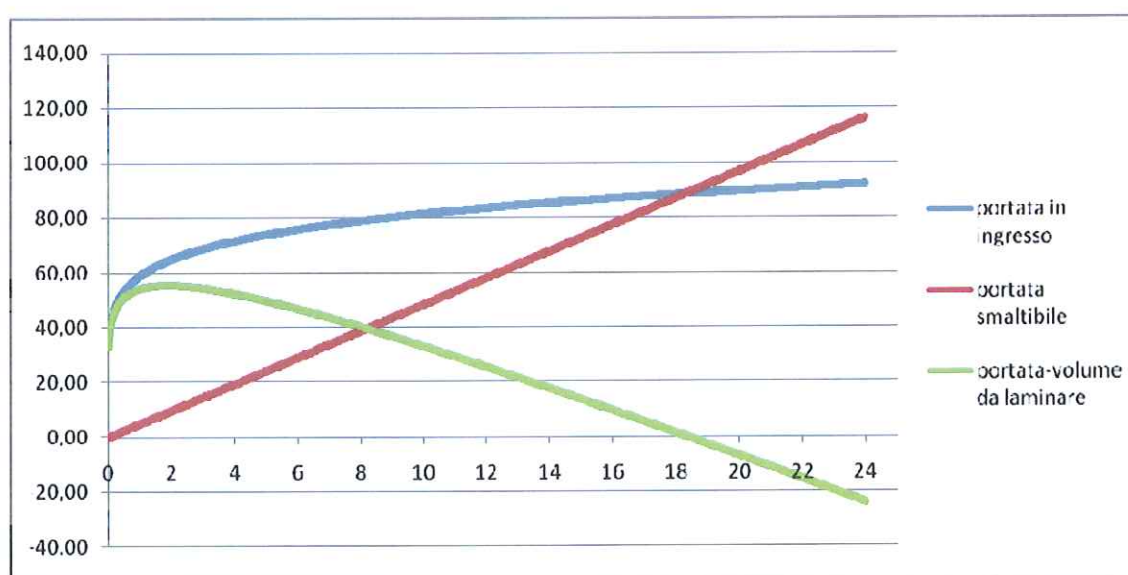
La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

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	59,01	4,84	54,17
2	65,03	9,68	55,35
3	68,83	14,52	54,31
6	75,85	29,05	46,80
12	83,59	58,10	25,48
24	92,11	116,20	-24,09

Tabella: 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 entro le 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 **55,37 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 109 min (1,8 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: $55,37 \text{ m}^3 / 2 =$ **27,68 m³**.

A titolo prudenziale, si prevede di realizzare n. 3 pozzi perpendenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5,5 metri collegati tra loro da una tubazione di diametro 800mm lunga 16 metri, tale ipotesi garantisce un volume di invaso di circa 37,19 m³.

Complessivamente pertanto si avrà a disposizione un volume pari a 37,19 m³, superiore ai 27,68 m³ minimi previsti.

3.3.3 Sistema di smaltimento acque meteoriche LOTTO 2

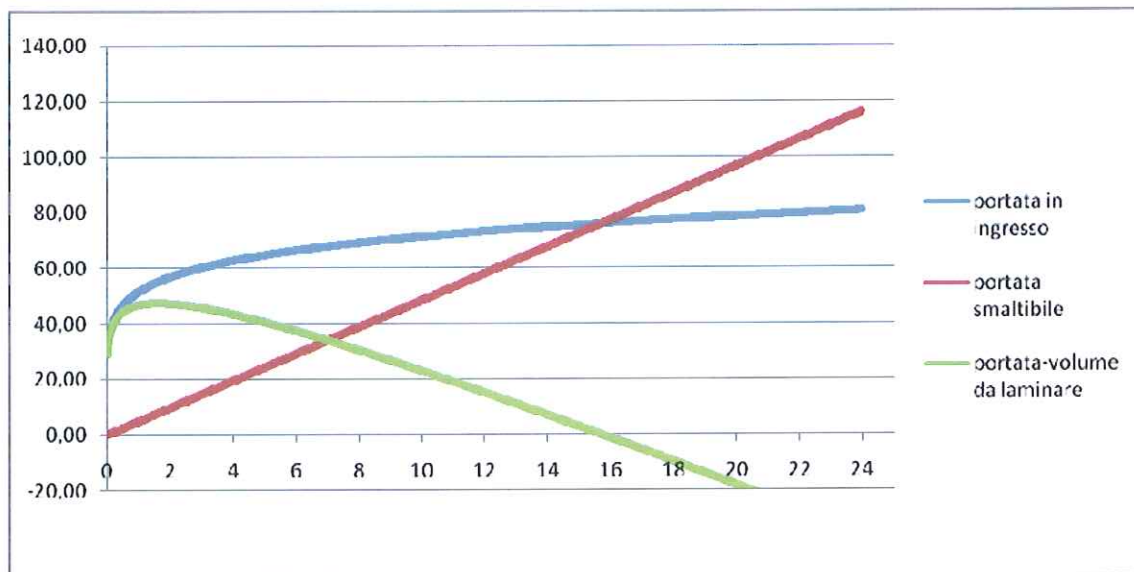
La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

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	51,62	4,84	46,78
2	56,89	9,68	47,20
3	60,21	14,52	45,69
6	66,35	29,05	37,30
12	73,12	58,10	15,01
24	80,57	116,20	-35,62

Tabella: 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 generata 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 entro le 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 **47,39 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 96 min (1,6 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: $47,39 \text{ m}^3 / 2 =$ **23,69 m³**.

A titolo prudenziale, si prevede di realizzare n. 3 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5,5 metri collegati tra loro da una tubazione di diametro 800mm lunga 6 metri, tale ipotesi garantisce un volume di invaso di circa 32,17 m³.

Complessivamente pertanto si avrà a disposizione un volume pari a 32,17 m³, superiore ai 23,69 m³ minimi previsti.

4 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto, poiché le caratteristiche dello stesso lo consentono (matrice ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e con un valore di permeabilità $k > 10^{-3}$ m/s), le acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili conseguenti alla realizzazione delle opere di progetto potranno essere smaltite mediante infiltrazione facilitata nel terreno.

Si prevede di realizzare un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche indipendente per le future strade, marciapiedi e parcheggi pubblici, mentre le aree private utilizzate per la realizzazione degli edifici avranno un loro analogo sistema indipendente che gli scriventi hanno dimensionato a livello volumetrico ed ipotizzato essere quello sopra descritto. Sarà onere e cura del progettista esecutivo degli edifici presentare un progetto esecutivo.