



Comune di Arzignano (VI)

PIANO LOTTIZZAZIONE "VIA POZZETTI" (C2-8029)

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO		N.
Relazione idraulica		A.2
Commessa D13LG022	Codice Elaborato D13LG022-CAR-0A2-R0	SCALA:
File Z:\ANNO-2013\D13LG022\PROGETTO\DISIGN\ID13LG022-CAR-000-R1.DWG		
COMMITTENTI		FIRMA
Tibaldo Claudio & Figlio SNC: Via Calavena Alta, 77- 36071 Arzignano (VI) - C.F./P.I.V.A 01693720243		
PROGETTAZIONE		IL PROGETTISTA
 S.A.G.E.I. <i>Studio di Ingegneria & Architettura</i>		Ing. Lorenzo GENTILIN
Sede: Via Poggio di Giano, 3 - 36071 ARZIGNANO (VI) tel. 0444/670399 - fax. 0444/451123 e-mail: info@sagei.com pec: sagei.cert@pec.it Web: www.sagei.com		
RESPONSABILE TECNICO PROGETTAZIONE		
Ing. Lorenzo GENTILIN		
REDATTO Ing. Matteo BOSCHETTI	VERIFICATO Ing. Lorenzo GENTILIN	
MARZO 2015	00	PRIMA EMISSIONE
DATA	REVISIONE	NOTA

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	4
3. ASPETTI GEOLOGICI.....	5
4. P.T.C.P.	7
5. CRITERI DI VERIFICA	8
6. DEFINIZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO:.....	10
7. DATI SULLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA	11
8. TEMPO DI CORRIVAZIONE	14
9. DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE UDOMETRICO ALLO STATO ATTUALE	16
10. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	17
10.1. METODO DELL'INVASO	19
10.2. METODO RAZIONALE	22
10.3. METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	25
11. VOLUME DI INVASO DI PROGETTO.....	27
12. CONCLUSIONI.....	28
13. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	29

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

1. PREMESSA

Col presente studio intende illustrare e dimostrare le modalità con cui sono state rispettate le disposizioni della D.G.R.Veneto n. 2948 del 06/10/2009 relativamente al progetto di realizzazione di un piano di urbanizzazione residenziale in comune di Arzignano (VI) denominato "Pozzetti".

Allo stato attuale l'area risulta completamente scoperta a verde. L'urbanizzazione della zona comporta un incremento della superficie impermeabile rispetto allo stato attuale.

Per tale motivo sull'area in oggetto sarà effettuata un'analisi idraulica per la stima dell'incremento dei volumi efficaci di deflusso superficiale, che dovranno essere opportunamente mitigati.

L'intervento di progetto prevede di interessare un'area verde di circa 6.700 mq di proprietà del committente, con la realizzazione di una serie di edifici, strade, parcheggi e sottoservizi.

Gli abitanti insediabili da P.I. sono n.39.

Si intendono verificare le condizioni di deflusso delle precipitazioni meteoriche interessanti il bacino suddetto allo stato attuale e nella situazione prevista dopo l'urbanizzazione.

Le considerazioni e le analisi svolte seguiranno la metodologia richiesta dalla D.G.R.V. 2948/09, delibera di giunta regionale del Veneto inerente la Valutazione di Compatibilità Idraulica di trasformazioni urbanistiche.

In analogia a quanto previsto dalla D.G.R.V. 2948/09, si è prodotta anche una verifica dei parametri di dimensionamento idraulici (cfr. i criteri per assicurare l'invarianza idraulica secondo l'Allegato A della DGRV 2948/09) per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Inoltre, come ulteriore e più severa condizione, si sono verificate le misure di compensazione e mitigazione per il regime idraulico con tempo di ritorno di 50 anni.

Per dare compimento alle attività sopra illustrate, relativamente ai dati idrologici e topografici necessari, si sono reperiti presso gli Enti competenti sul territorio e presso il Committente (e sono stati quindi utilizzati) i seguenti documenti che, pur non allegati, si considerano parte integrante della presente:

- progetto urbanistico dell'area e rilievi planoaltimetrici;
- le tavole della Carta Tecnica Regionale;
- le tavole del PTCP di Vicenza;
- i dati pluviometrici dell'ARPAV;
- PAT del comune di Arzignano (VI)
- la relazione geologica allegata al PAT.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

LA NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

La Regione del Veneto ha emesso alcune norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi idrici. Nel Dicembre 2002, con D.G.R.V. 3637/02, è stato istituito l'obbligo di redigere una Valutazione di Compatibilità Idraulica per ogni variante agli strumenti urbanistici.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici, approvate con Delibera G.R. n° 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06, pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica. Tali disposizioni subordinano l'approvazione di nuovi strumenti urbanistici o di loro varianti, al parere di conformità idraulica espresso dalla competente autorità idraulica, individuata dalla Regione Veneto nella unità complessa del Genio Civile Regionale. Al fine di emettere detto parere, l'autorità deve avvalersi del parere degli Enti di settore competenti per territorio.

Con delibera di G.R. n° 1322 del 10.05.2006, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. 3637/02, è stata recepita 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."

Nell'allegato A alla D.G.R. 1322/06 sono contenute le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica.

Infine con D.G.R.Ve n.2948 del 06/10/2009 è stata recepita dalla Regione Veneto la sentenza del Consiglio di Stato n.304 del 03/04/2009, riproponendo l'allegato A aggiornato.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'intervento è ubicato in prossimità di via Pozzetti nella zona collinare, in un'area attualmente interamente a verde, collocata nelle immediate vicinanze di una zona residenziale degli anni '90.

L'area circostante, a ovest è costituita da una zona residenziale urbanizzata (della quale l'intervento di progetto è il naturale completamento), a nord ancora da area urbanizzata, a sud e a est da area verde.



Foto aerea della zona di interesse

3. ASPETTI GEOLOGICI

Si fa riferimento allo studio geologico allegato al PAT comunale.

Inquadramento geomorfologico

Il Comune di Arzignano è situato nell'area dei Monti Lessini Orientali, all'interno dei bacini imbriferi del Fiume Agno-Guà e del torrente Chiampo, e confina a nordest con Trissino, a nordovest con Nogarole Vicentino, ad ovest con Chiampo, ad est con Montecchio Maggiore, e a sud con Roncà e Montorso Vicentino.

Morfologicamente il territorio comunale si presenta per circa 2/3 della sua estensione occupato da rilievi collinari e per poco più di 1/3 da zone pianeggianti di fondovalle; e precisamente la superficie comunale ha un'estensione di circa 34 km², suddivisa tra l'area collinare di 22 km² e l'area pianeggiante 12 km².

Le aree collinari sono situate in generale nelle porzioni sud occidentali e nord occidentali del Comune di Arzignano e comprendono il versante nord della dorsale Calvarina (683 m s.l.m.) – Segan (504 m s.l.m.) – Galda (372 m s.l.m.), la dorsale compresa tra il torrente Chiampo e il torrente Restena e una piccola area del versante sud della dorsale compresa tra il torrente Restena e il torrente Arpega, con il M.te Romanin (275 m s.l.m.).

La massima altitudine, quota 630 m s.l.m., viene raggiunta nei pressi della cima del M.te Calvarina, poiché il confine comunale non comprende la sommità del rilievo; in generale le quote più elevate, comprese tra 630 e 500 m s.l.m., si trovano lungo la dorsale Calvarina - Segan – Galda e presso Casa Povoleri rispettivamente nella porzione sud occidentale e nell'estremità nord occidentale del territorio comunale.

La forma del paesaggio collinare è strettamente collegata alle caratteristiche geolitologiche del substrato, e soprattutto alla diversa resistenza all'erosione offerta dalle varie formazioni presenti: le vulcaniti basaltiche derivanti dal consolidamento delle colate laviche risultano più resistenti rispetto alle vulcanoclastiti basaltiche (tufi e jaloclastiti). In particolare la morfologia connessa con le forme eruttive assume forme dolci, appiattite e a linee continue in corrispondenza dei depositi piroclastici e dei loro prodotti di alterazione, mentre le rocce basaltiche compatte danno luogo a versanti ripidi e a cime più o meno cupoliformi, che rappresentano il risultato di un'erosione selettiva di corpi vulcanici compatti, come camini, condotti vulcanici e colate di lava basaltica. Trattandosi, nel caso dei rilievi collinari che caratterizzano il Comune di Arzignano, di strutture vulcaniche definibili come strato-vulcani di lave e tufi, ovvero di edifici costituiti da dall'alternanza di colate laviche e di strati tufacei, ne risulta un paesaggio caratterizzato da un andamento a gradinata.

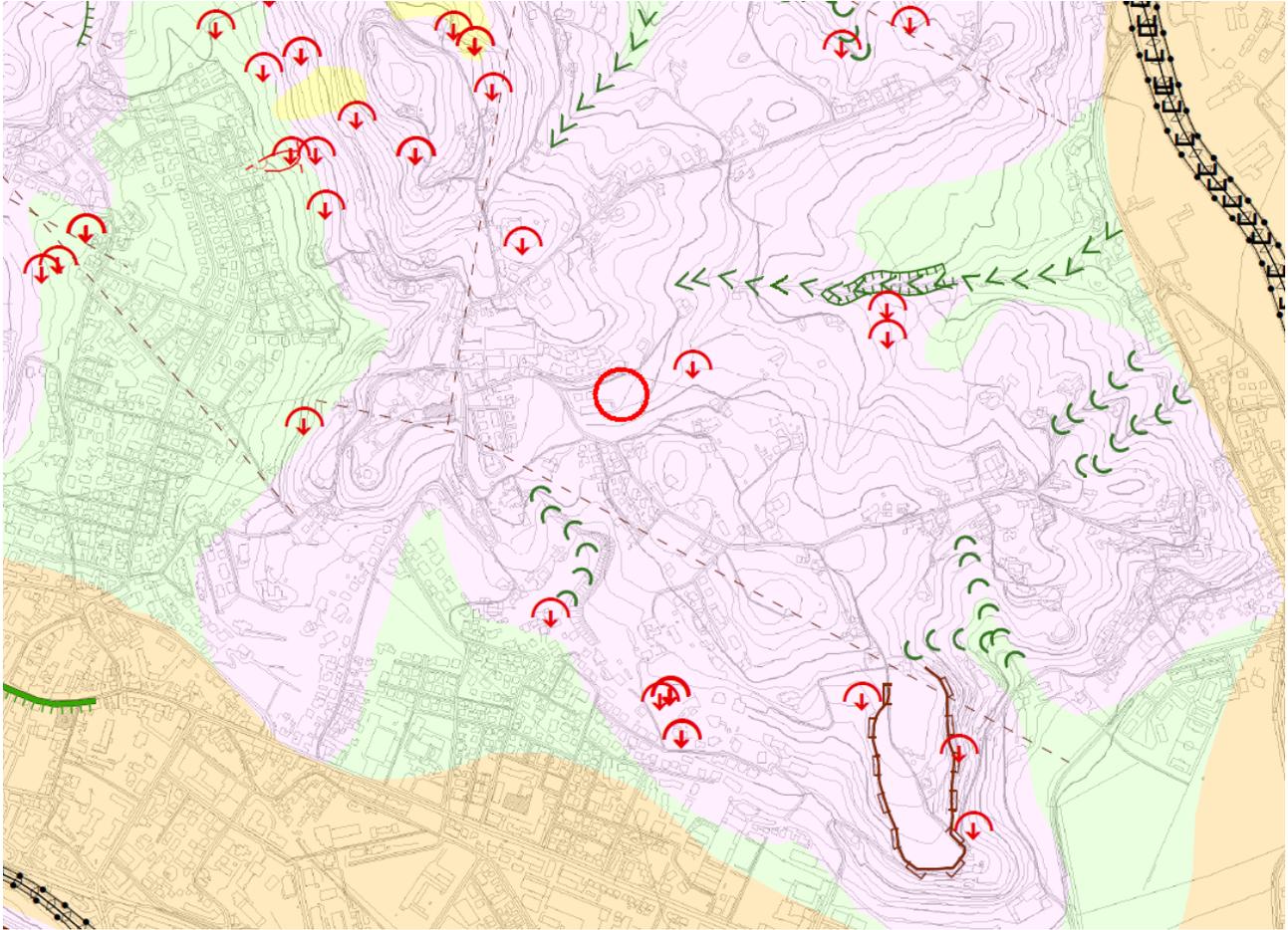
RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

Estratto Carta Geomorfologica del PAT



FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

-  Piccola frana
- Nicchia di frana di colamento**
 -  Attiva
 -  Non attiva
- Corpo di frana di colamento**
 -  Attiva
 -  Non attiva

Nell'area di interesse (cerchio rosso) non sono segnalate frane.

RELAZIONE IDRAULICA

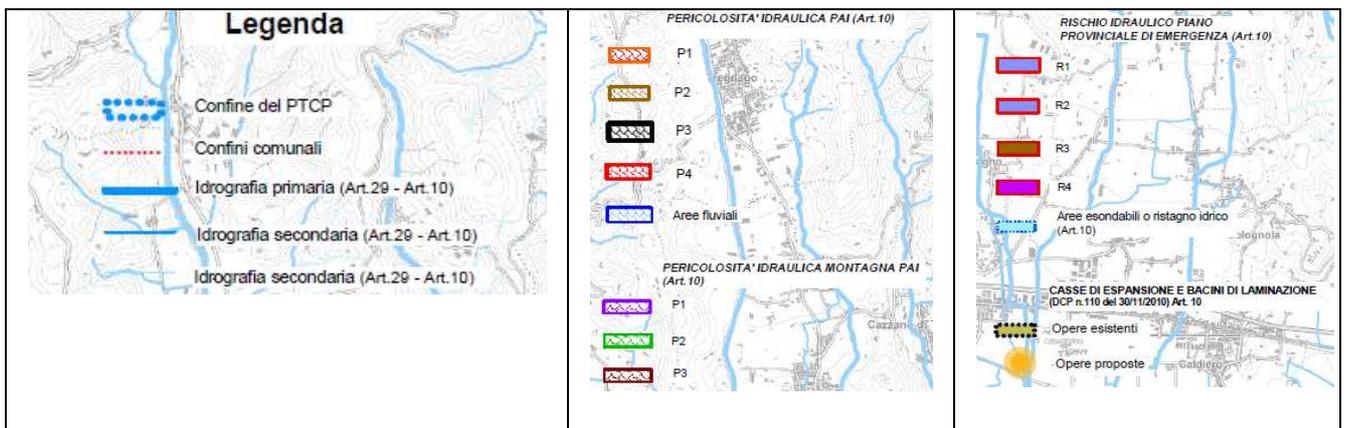
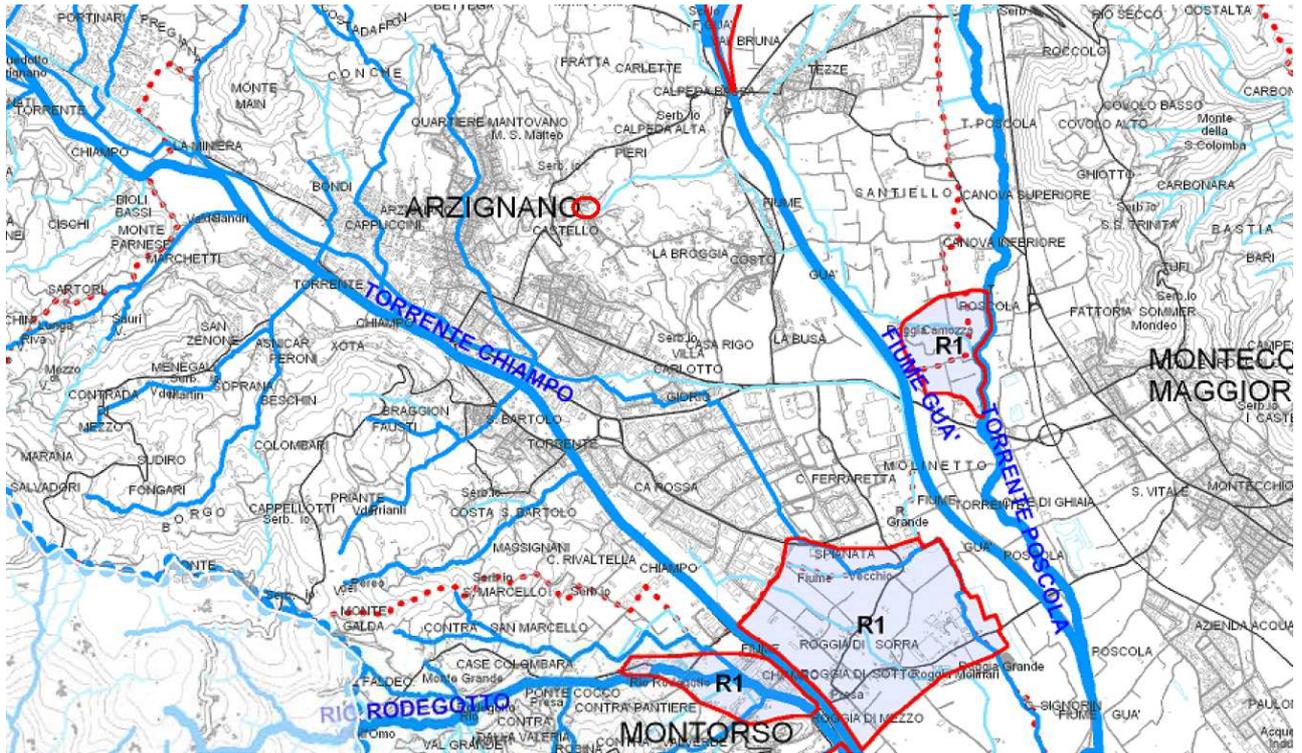
Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

4. P.T.C.P.

Si fa seguire un estratto della Carta del Rischio Idraulico del PTCP della Provincia di Vicenza, con evidenziata la zona di interesse. L'intervento di progetto non ricade all'interno di zone a pericolosità idraulica e a rischio idraulico.



5. CRITERI DI VERIFICA

Il presente studio è finalizzato a "mitigare" gli effetti dell'insediamento edificatorio, con la realizzazione di un congruo volume di invaso al fine di laminare l'evento meteorico più gravoso con tempo di ritorno di 50 anni e la successiva dispersione superficiale delle acque meteoriche.

Con il presente studio ci si prefigge di dimostrare "l'invarianza idraulica", cioè l'ininfluenza della trasformazione urbanistica (relativa all'ampliamento) sul regime dei corsi d'acqua superficiale.

Il riferimento è la D.G.R.Ve n. 2948 del 6 ottobre 2009. La stessa definisce le seguenti classi di intervento:

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

L'area di proprietà Impresa Ytibaldo Clòaudio & Figlio snc è di circa 6.700 mq.

Essendo l'area oggetto di intervento di superficie < 1 ha, la relativa classe di intervento è di modesta impermeabilizzazione potenziale.

Pertanto, l'indicazione della delibera è di procedere con il dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene e di adottare luci di scarico che non eccedano la dimensioni di un tubo di 200 mm di diametro e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

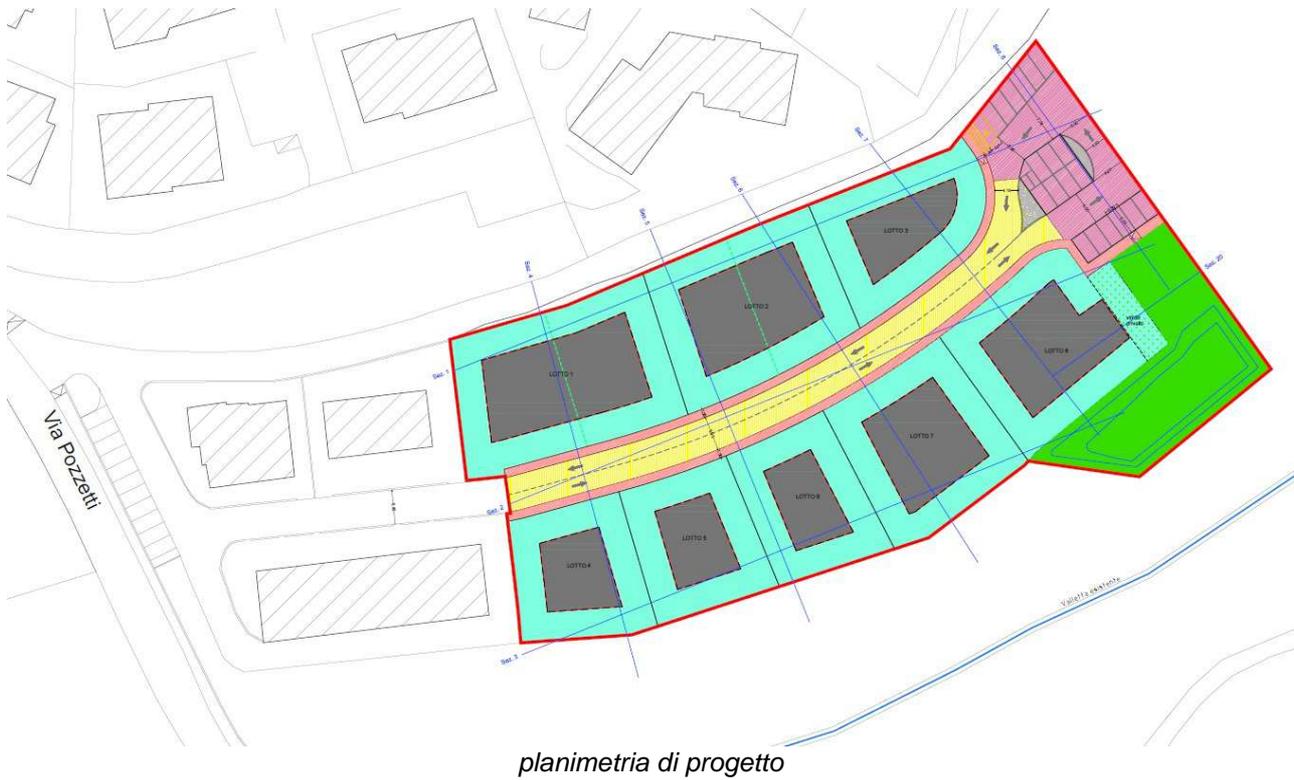
RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

L'area oggetto di studio è quella graficamente illustrata nella figura seguente, indicante il perimetro entro cui insiste attualmente l'area verde che verrà urbanizzata come indicato.



RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

6. DEFINIZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO:

Per aree composte da differenti tipi di superficie (S_i), ognuna delle quali caratterizzata da un proprio coefficiente di deflusso (C_{Di}), si utilizzerà un coefficiente dato dalla media ponderale dei singoli valori:

$$C_D = \frac{\sum C_{Di} \cdot S_i}{\sum S_i}$$

Nella situazione attuale, al coefficiente di deflusso (per l'area di campagna) si sono attribuiti valori pari a 0.10.

Per la situazione di progetto si utilizzano i coefficienti indicati nella Delibera G.R.V. n.2948 del 06/10/2009 e precisamente:

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.
aree agricole	0,1
superfici permeabili (aree verdi)	0,2
superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, ecc.)	0,6
superfici impermeabili (tetti, strade asfaltate, ecc.)	0,9

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO DEL BACINO ANTE INTERVENTO

Il bacino scolante in esame, può essere suddiviso, come riportato nella tabella seguente:

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
tetti	0,9	0,00
strade e marciapiedi	0,9	0,00
parcheggio asfaltato	0,9	0,00
parcheggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	0,00
area agricola	0,1	6700,00
Totale		6700,00

Coeff. deflusso medio = Φ 0,10
Superficie scolante= S 6.700 mq

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO DEL BACINO POST INTERVENTO

Il bacino scolante in esame, può essere suddiviso, come riportato nella tabella seguente:

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
tetti	0,9	1643,00
strade e marciapiedi	0,9	1059,00
parcheeggio asfaltato	0,9	576,00
parcheeggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	4351,00
area agricola	0,1	0,00
Totale		7629,00

Coeff. deflusso medio = Φ 0,50
Superficie scolante= S 7.629 mq

7. DATI SULLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Per la determinazione dei parametri relativi alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica si è fatto riferimento ai dati di precipitazione con durata breve nella stazione pluviografica di Brendola.

Nel caso in esame, trattandosi di una lottizzazione di modeste dimensioni, si reputa corretto considerare l'elaborazione svolta direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora.

Il trattamento statistico delle serie dei massimi annuali delle precipitazioni raccolte è stato condotto sulla base della ben nota distribuzione probabilistica di Gumbel, che è la legge probabilistica di uso più ricorrente e che fornisce, nella maggior parte dei casi, valori accettabili secondo gli usuali test statistici.

Per la determinazione dei parametri relativi alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica si è fatto riferimento ai dati di precipitazione con durata oraria per la stazione di Brendola (VI), fornita dall'ARPAV.

Il trattamento statistico delle serie dei massimi annuali delle precipitazioni raccolte è stato condotto sulla base della ben nota distribuzione probabilistica di Gumbel, che è la legge probabilistica di uso più ricorrente e che fornisce, nella maggior parte dei casi, valori accettabili secondo gli usuali test statistici.

Per valutare il grado di accettabilità della distribuzione di probabilità considerata per la stazione in esame, sono stati eseguiti due test di adattamento, consistenti rispettivamente nella determinazione dei limiti della fascia fiduciaria per $\alpha = 0.05$ e nel test di Pearson o del χ^2 .

A partire dai risultati ottenuti con le elaborazioni statistico-probabilistiche sopra descritte, è stata quindi costruita la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (per il tempo di ritorno di 50 anni) secondo la nota espressione $h = a \cdot t^n$, che fornisce l'altezza h delle precipitazioni al variare della durata t.

```

+=====+
| Stazione di BRENDOLA                                     |
| Parametri regolarizzazione dati di precipitazione       | legge di GUMBEL |
+=====+

```

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

$P(x) = e^{-\alpha * (x - \beta)}$				
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 14	N: 14	N: 14	N: 14	N: 14
Media: 33.986	Media: 40.143	Media: 46.757	Media: 60.571	Media: 76.014
alfa: .094	alfa: .092	alfa: .081	alfa: .056	alfa: .037
beta: 28.558	beta: 34.573	beta: 40.448	beta: 51.521	beta: 62.120
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 32.46	Xt = 38.58	Xt = 44.98	Xt = 58.02	Xt = 72.10
Parametri curva H = a*T**n : a = 8.685 n = .291 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 44.52	Xt = 50.95	Xt = 59.00	Xt = 78.14	Xt = 102.98
Parametri curva H = a*T**n : a = 11.567 n = .301 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 52.51	Xt = 59.15	Xt = 68.29	Xt = 91.45	Xt = 123.42
Parametri curva H = a*T**n : a = 13.485 n = .304 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 62.60	Xt = 69.50	Xt = 80.02	Xt = 108.28	Xt = 149.25
Parametri curva H = a*T**n : a = 15.914 n = .307 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 70.08	Xt = 77.18	Xt = 88.72	Xt = 120.76	Xt = 168.41
Parametri curva H = a*T**n : a = 17.717 n = .309 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 77.51	Xt = 84.81	Xt = 97.35	Xt = 133.15	Xt = 187.43
Parametri curva H = a*T**n : a = 19.509 n = .310 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 84.91	Xt = 92.40	Xt = 105.96	Xt = 145.49	Xt = 206.38
Parametri curva H = a*T**n : a = 21.295 n = .311 (T = minuti)				

Pertanto, per il tempo di ritorno considerato e nella località di Brendola, la legge di possibilità pluviometrica può essere scritta nel modo seguente:

per Tr = 50 anni
espressa in mm/minutiⁿ

$$h = 17,717 t^{0.309}$$

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Poggio di Giano, 3 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

che può essere riscritta in mm/oreⁿ, nel seguente modo:

per Tr = 50 anni

$$h = 62,78 t^{0.309}$$

espressa in mm/oreⁿ

per Tr = 200 anni

$$h = 21,295 t^{0.311}$$

espressa in mm/minutiⁿ

che può essere riscritta in mm/oreⁿ, nel seguente modo:

per Tr = 200 anni

$$h = 76,08 t^{0.311}$$

espressa in mm/oreⁿ

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

8. TEMPO DI CORRIVAZIONE

- Per quanto riguarda la stima del tempo al colmo dell'idrogramma unitario superficiale (t_s) si è fatto riferimento al tempo di corrivazione T_c determinato con la formula proposta dal CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT (UNIVERSITÀ DEL MARYLAND) valida per bacini scolanti di piccole dimensioni

$$\tau = 26.3 \frac{(L / K_s)^{0.6}}{j^{0.4} i^{0.3}} \quad [\text{sec}]$$

- essendo
- L max lunghezza della superficiale scolante espressa in m;
- K_s coefficiente di resistenza del materiale di Gauckler-Strickler,
- J intensità di precipitazione in m/h;
- i pendenza media della superficie scolante.

CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT (UNIVERSITÀ DEL MARYLAND)

Calcolo tempo di corrivazione per piccoli bacini scolanti

PRIMA DELL'INTERVENTO

per TR=50 anni

a=	62,780	mm
n=	0,3090	ore
tc' =	0,792	ore
h =	58,415	mm
j =	0,074	m/h
K_s =	3,000	

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

L =	130,000	m
i =	0,010	
tc =	2851	sec
tc =	0,792	ore

DOPO L'INTERVENTO

per TR=50 anni

a=	62,780	mm
n=	0,3090	ore
tc' =	0,083	ore
h =	29,095	mm
j =	0,351	m/h
Ks =	60,000	
L =	170,000	m
i =	0,010	
tc =	297	sec
tc =	0,083	ore

- Si adotta il tempo $T_c = 0,083$ h ricavato precedentemente.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

9. DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE UDOMETRICO ALLO STATO ATTUALE

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
tetti	0,9	0,00
strade interne	0,9	0,00
parcheggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	0,00
area agricola	0,1	7629,00
Totale		7629,00

Coeff. deflusso medio = 0,10

per TR=50 anni

a=	62,78	mm
n=	0,309	ore
S=	7629,00	mq
	0,7629	ha
ϕ	0,10	
tc =	0,792	ore
h =	58,415	mm
j =	0,074	m/h
Q =	0,01373	mc/s
Q =	13,72696	l/s
u =	20,5	l/s*ha

- Il coefficiente udometrico ricavato è di circa 20 l/s*ha, si sceglie di proseguire precauzionalmente con un coefficiente ridotto pari a 5 l/s*ha.
- Per realizzare l'invarianza idraulica si deve garantire anche dopo l'intervento di urbanizzazione lo stesso valore del coefficiente.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

10. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Le vasche volano o di laminazione, vengono dimensionate determinando la capacità d'invaso in funzione della portata massima accettabile in uscita che consente di mitigare l'evento meteorico critico in un assegnato tempo di ritorno.

Le leggi che regolano il funzionamento della vasca di laminazione sono le seguenti:

- equazione differenziale di continuità

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

$Q_e(t)$ è la portata in ingresso alla vasca all'istante t

$Q_u(t)$ è la portata in uscita dalla vasca all'istante t

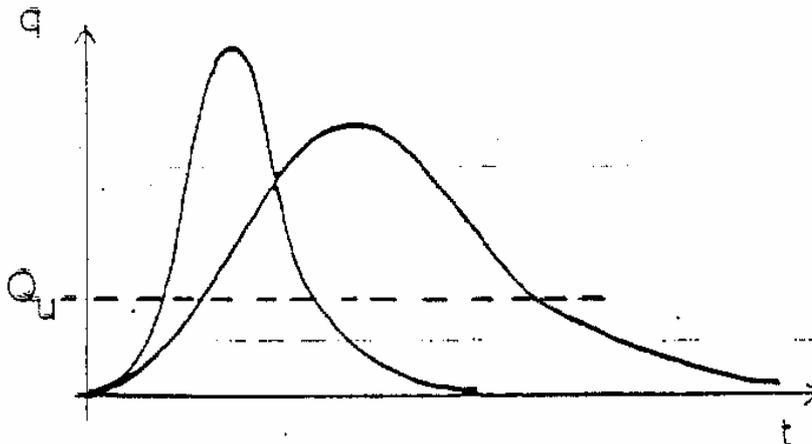
$W(t)$ è il volume invasato nella vasca all'istante t

- relazione tra volume invasato e livello idrico

$$W(t) = W(h(t))$$

- legge d'efflusso dalla vasca

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$



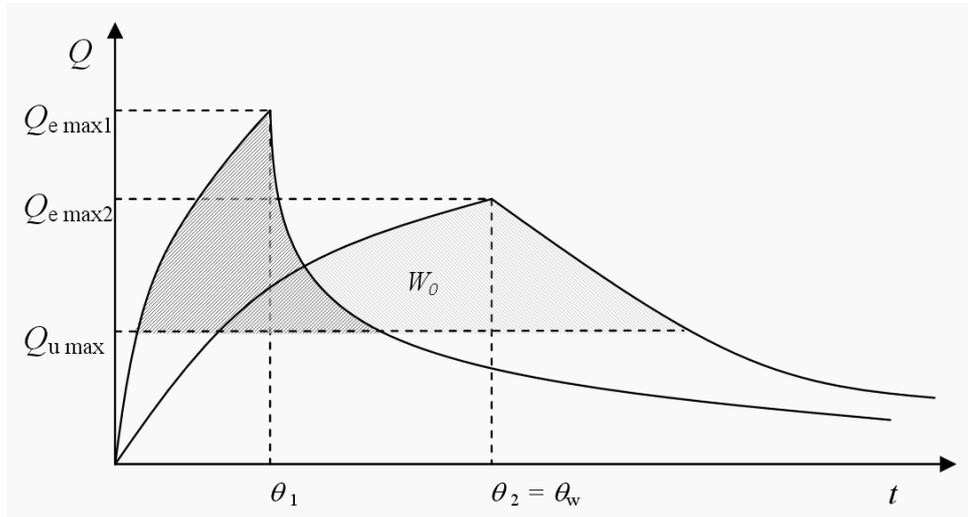
Onda di piena in entrata al serbatoio di laminazione: ricerca del massimo volume da invasare.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (VI)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"



Nell'allegato A alla Delibera G.R.Ve n. 2948/2009 è consigliato produrre stime delle portate con più metodi diversi. Si fanno seguire i calcoli effettuati con il metodo dell'invaso, con il metodo razionale e con il metodo delle sole piogge.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

10.1. METODO DELL'INVASO

Questo metodo sfrutta il fatto che, fissato un rapporto m tra la massima portata entrante e quella uscente, il volume W_m della vasca e la corrispondente durata di pioggia critica, sono definiti dalle seguenti relazioni:

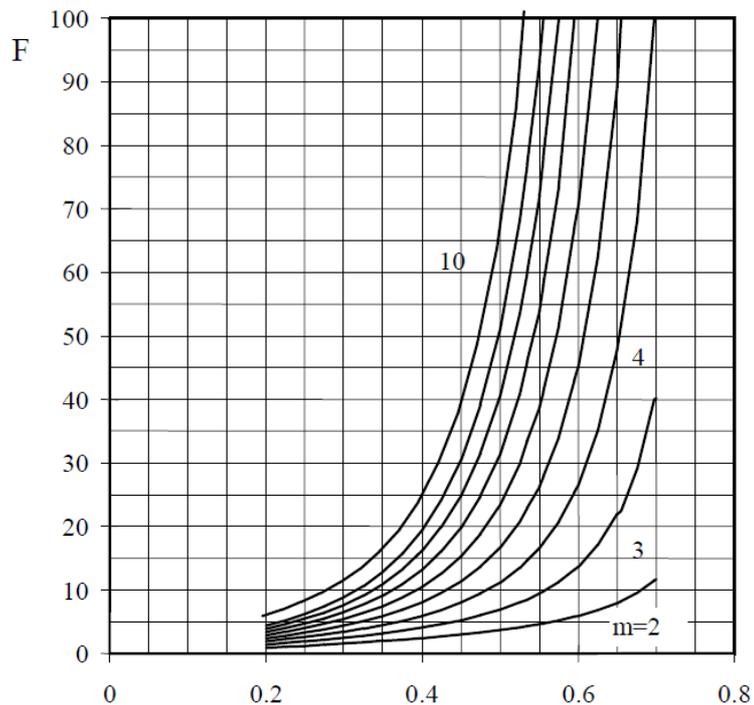
$$\frac{\theta_w}{K} = F(n, m)$$

$$\frac{W_m}{Q_c} = K \cdot G(n, m)$$

con

Q_c = portata critica

F , G = funzioni dipendenti dai parametri m ed n

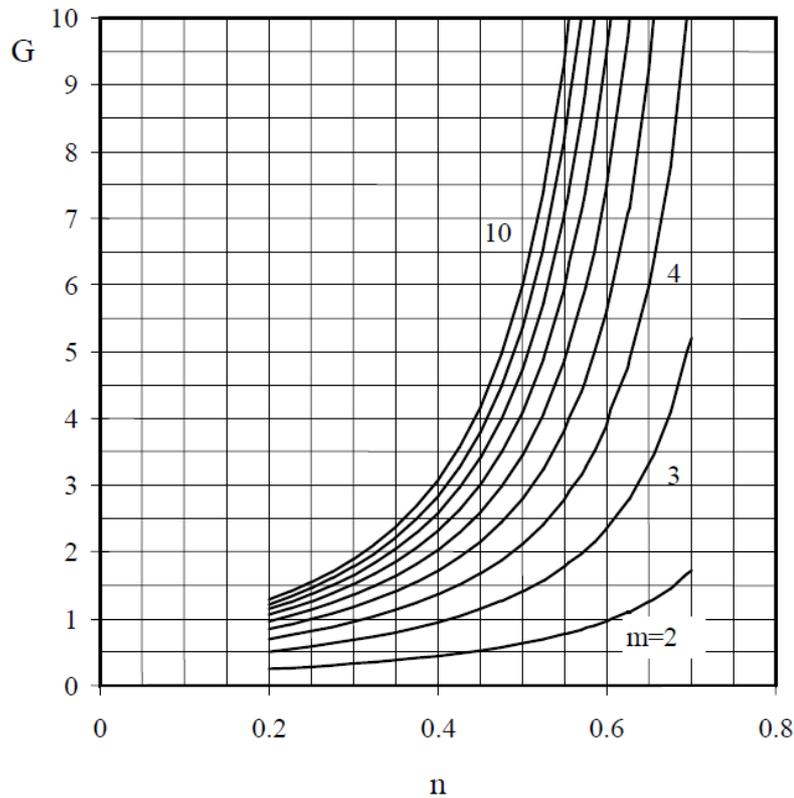


RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"



Con le stesse impostazioni concettuali si ottiene (Moriggi e Zampaglione 1978)

$$\theta_w = \frac{1}{C} \cdot \left[\frac{Q_u}{n \cdot \phi \cdot a \cdot S} \right]^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_m = \phi \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^n \cdot [0,95 - (1/m)^{2/3}]^{3/2}$$

con:

$$C = \frac{0,165 \cdot n}{1/m + 0,01} - \frac{1/m - 0,1}{30} + 0,5$$

inserendo i dati del bacino in esame si ha:

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
tetti	0,9	1643,00
strade, marciapiedi e parcheggi	0,9	1635,00
parcheggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	4351,00
area agricola	0,1	0,00
Totale		7629,00

Coeff. deflusso medio =	0,50	
per TR=50 anni		
a=	62,78	mm/ore ⁿ
n=	0,309	
area totale =	7629,00	mq
coeff. udometrico di restituzione =	5	l/s*ha
portata costante restituita =	3,81	l/s
S =	7629,00	mq
Φ =	0,50	
a=	0,06278	m/ore ⁿ
n=	0,309	
Qu=	13,732	mc/ore
m =	5	Qmax e / Qmax u
C =	0,739452381	
Calcolo durata critica		
θ =	11,470	ore
θω =	15,511	ore
Calcolo volume da invasare		
Wm=	265,3	mc
Volume specifico =	347,7	mc/ha

10.2. METODO RAZIONALE

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

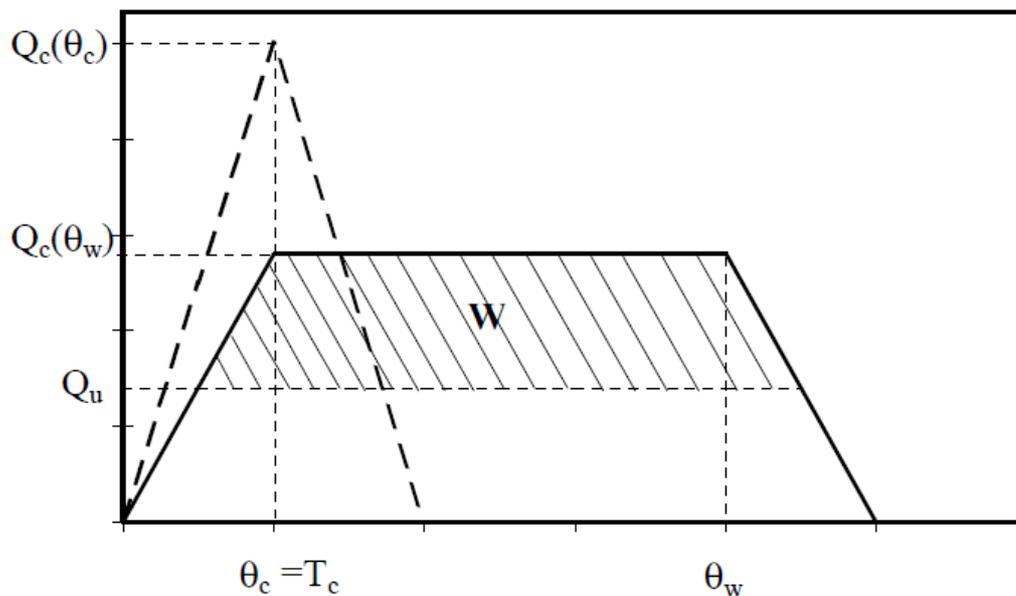
ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);

curva aree tempi lineare;

svuotamento della vasca a portata costante pari a Q_u , (laminazione ottimale).

Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W invasato nella vasca in funzione della durata della pioggia θ , del tempo di corrvazione del bacino T_o , della portata uscente massima dalla vasca $Q_{u,}$, del coefficiente di afflusso ϕ , dell'area del bacino A e dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica.

Graficamente:

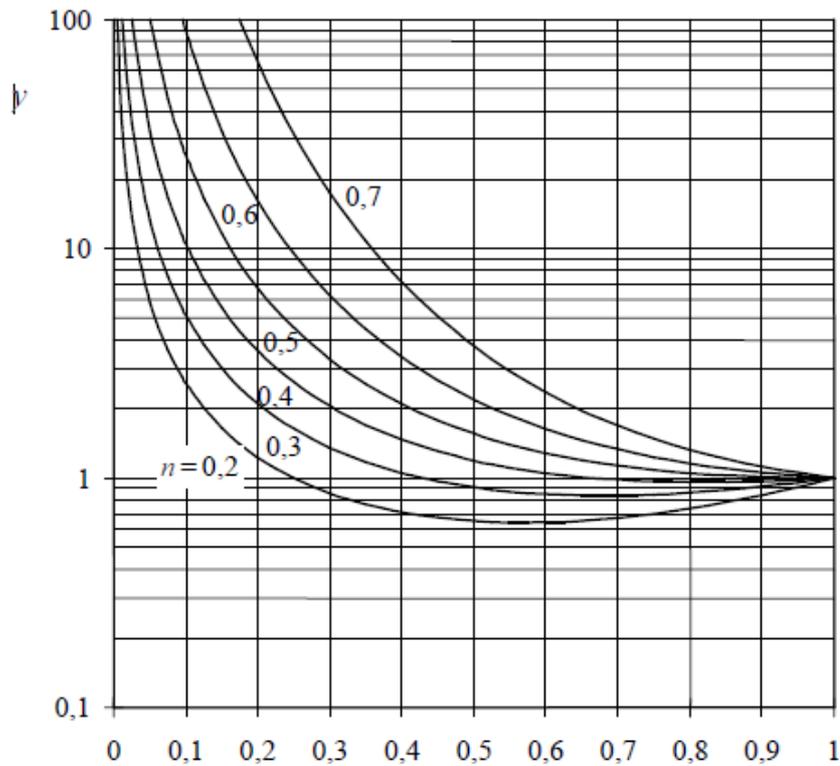


RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (VI)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"



□

L'espressione del volume massimo è

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_c$$

Con θ_w (durata critica per la vasca) ricavabile dal grafico precedente o dalla seguente relazione

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Nel caso in esame si ha:

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
tetti	0,9	1643,00
strade, marciapiedi e parcheggi	0,9	1635,00
parcheggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	4351,00
area agricola	0,1	0,00
Totale		7629,00

Coeff. deflusso medio =	0,50	
per TR=50 anni		
a=	62,78	mm/ore ⁿ
n=	0,309	
area totale =	7629,00	mq
coeff. udometrico di restituzione =	5	l/s*ha
portata costante restituita =	3,81	l/s
S=	7629,00	mq
Φ =	0,50	
a=	0,06278	m/ore ⁿ
n=	0,309	
Qu=	13,732	mc/ore
tc =	0,083	h tempo corrivazione
Calcolo durata critica		
F =	0,000	ore
θω =	11,495	ore
Calcolo volume da invasare		
Wm=	351,4	mc
Volume specifico =	460,6	mc/ha

10.3. METODO DELLE SOLE PIOGGE

Il metodo fornisce una valutazione del volume d'invaso richiesto alla vasca di laminazione sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima (ipotizzata costante) che si impone in uscita. Con questo metodo si trascura la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino di monte (ad eccezione delle sole perdite idrologiche). L'approssimazione del metodo porta a sovrastimare il volume della vasca.

Il volume entrante nella vasca è:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot h(\theta) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n$$

il volume in uscita è

$$W_u = Q_u \cdot \theta$$

il volume della vasca sarà pertanto:

$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

il volume da assegnare alla vasca sarà quello corrispondente alla durata critica:

$$\theta_w = \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Nel caso in esame si ha:

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

Tipo di superficie	Coeff. di Defl.	superficie (mq)
Tetti	0,9	1643,00
strade, marciapiedi e parcheggi	0,9	1635,00
parcheggio drenante	0,6	0,00
area verde	0,2	4351,00
area agricola	0,1	0,00
Totale		7629,00

Coeff. deflusso medio =	0,50	
per TR=50 anni		
a=	62,78	mm/ore ⁿ
n=	0,309	
area totale =	7629,00	mq
coeff. idrometrico di restituzione =	5	l/s*ha
portata costante restituita =	3,81	l/s
S=	7629,00	mq
Φ =	0,50	
a=	0,06278	m/ore ⁿ
n=	0,309	
Qu=	13,732	mc/ore
Calcolo durata critica		
θ =	11,470	ore
Calcolo volume entrante		
We=	509,719	mc
Calcolo volume in uscita		
Wu=	157,503	mc
Calcolo volume invasato		
Wm= We-Wu	352,2	mc
Volume specifico =	461,7	mc/ha

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tibaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

11. VOLUME DI INVASO DI PROGETTO

Con riferimento ai tre metodi di calcolo precedentemente illustrati si sono ottenuti i seguenti volumi della vasca di laminazione:

metodo dell'invaso 265 mc

metodo razionale 351 mc

metodo delle sole piogge 352 mc

Dal calcolo sopra effettuato si ritiene pertanto sufficiente un volume di 360 mc per garantire l'invarianza idraulica dell'area in questione corrispondente ad un volume efficace di invaso di 470 mc/ha.

Risulta quindi più cautelativa la richiesta del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta di un volume di laminazione specifico di **500 mc/h**, che per la lottizzazione in esame corrisponde ad un **volume complessivo di 382 mc**.

Tale volume è ricavabile con una depressione altimetrica dell'area verde limitrofa al perimetro di lottizzazione.

Vista la modestia dell'urbanizzazione si è trascurato il volume di invaso determinato dalle tubazioni di scarico della rete meteorica. Tale scelta risulta a favore della sicurezza idraulica.

Alla luce di quanto sopra realizzando una depressione di 135 cm su una superficie di 283 mq
Altezza utile: 135 cm

Area verde depressa / laghetto artificiale	Sup (mq)	H (m)	Vol (mc)
	283	1,35	382

VOLUME TOTALE LAMINAZIONE	382	mc
---------------------------	-----	----

Il volume così determinato è quello necessario a mitigare l'evento meteorico con tempo di ritorno di 50 anni nel bacino considerato.

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tbaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

12. CONCLUSIONI

Il calcolo idrologico più gravoso per l'evento probabilistico considerato (tempo di ritorno della precipitazione pari a 50 anni) ha stimato in **382 m³** il volume necessario per compensare l'impermeabilizzazione introdotta nell'area.

Si indicano ulteriori accorgimenti che possono migliorare la sicurezza idraulica del futuro intervento di urbanizzazione;

- prevedere ulteriori superfici drenanti a scapito di quelle impermeabili;
- realizzare la rete di smaltimento delle acque meteoriche con tubazioni aventi diametri sovradimensionati (creando quindi un ulteriore volume di invaso nella rete);
- eventuali accessi carrabili e pedonali a quota inferiore dovranno essere opportunamente protetti con dossi, arginelli o altri accorgimenti che impediscano l'ingresso dell'acqua;
- i piani interrati degli edifici dovranno essere costruiti adottando opportune tecnologie che impediscano fenomeni d'infiltrazione.
- Si richiamano inoltre le indicazioni dell'allegato A alla D.G.R.Veneto n. 2948 del 06/10/09 relativamente agli interventi considerati di modesta impermeabilizzazione (come quello presente) "nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico **non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm.**

RELAZIONE IDRAULICA

Impresa Tbaldo Caludio & Figlio snc
Via Calavena Alta, 77 – Arzignano (Vi)

Progettazione:
S.A.G.E.I. Studio di Ingegneria & Architettura
Via Lucania, 8 - Arzignano (VI)

Lottizzazione residenziale "Pozzetti"

13. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- L. DA DEPPO, C. DATEI, (1997): Fognature. Edizioni Libreria Cortina (Padova).
- CENTRO STUDI DEFLUSSI URBANI (1997): Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione – Ed. Hoepli (Milano)
- M.GREPPI (1999): Idrologia Ed. Hoepli (Milano)
- Dati di precipitazione ARPAV
- D.G.R.V. n° 3637/2002 (13/12/2002): Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Giunta Regionale del Veneto (Venezia)
- D.G.R.V. n° 1322/2006 (10/05/2006): Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche. Giunta Regionale del Veneto (Venezia)
- D.G.R.V. n° 1841/2007 (19/06/2007): Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica D.G.R. 1322 del 10 maggio 2006, in attuazione della sentenza del TAR del Veneto n. 1500/07 del 17 maggio 2007. Giunta Regionale del Veneto (Venezia)
- D.G.R.V. n° 2948/2009 (06/10/2009): Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1847/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n.304 del 3 aprile 2009. Giunta Regionale del Veneto (Venezia)
- P.T.C.P. (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) – Provincia di Vicenza – approvato con DGR 708/2012
- P.A.T. comune di Arzignano