

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI PORDENONE

COMUNE DI PORDENONE

**PIANO ATTUATIVO COMUNALE DI INIZIA PRIVATA
B/RU N. 18 DI VIALE GRIGOLETTI**
Foglio 18 – Mapp. 1439-1440-1634-1635

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' E INVARIANZA IDRAULICA

*COMMITTENTE: PIGHIN LIVIO (PGHLV150L30G888Y) in qualità di procuratore
per la proprietà - Via Gorizia n.57, Cormons (Go)*

Pordenone, 11 dicembre 2017

Ing. Giorgio Bellini



STUDIO TECNICO ING. GIORGIO BELLINI
Vial Rotto, 18/a - 33170 Pordenone
0434553882 - 3356697656 - giorgio_bellini@alice.it

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riguarda la verifica di compatibilità idraulica e l'applicazione del principio dell'*invarianza idraulica* delle aree comprese nel Piano Attuativo Comunale di iniziativa privata "BRU n. 18 - Viale Grigoletti (Area Pighin ex Transcar)" contraddistinta nella mappa catastale al Foglio 16 mapp. 1439-1440-1634-1635.

L'area su cui si interviene è stata sede negli anni scorsi della ditta di autotrasporti Transcar.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I riferimenti normativi adottati per la progettazione sono:

- Comune di Pordenone: "Norme Tecniche di attuazione Geologico-Idrauliche" 23/06/2015 vengono delineati i criteri dimensionali da impiegare nel raggiungimento di una sostenibilità idraulica dell'intervento in termini di invarianza idraulica.

- "Aggiornamento ed integrazione dello studio inerente la sicurezza idraulica del territorio comunale a supporto del nuovo piano regolatore generale ai sensi della lettera e), comma 3, art.63 bis della L.R. n. 5/2007 e S.M.I." 29/04/2015 viene analizzato l'intero sistema fognario della città di Pordenone evidenziandone le criticità esistenti ed evidenziando criteri di soluzione al principio invarianza idraulica

- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: "Piano regionale di tutela delle acque" – Norme di Attuazione Ottobre 2012 vengono definite le caratteristiche di impatto in termini di qualità delle acque drenate dai nuovi insediamenti e i relativi eventuali presidi da prevedere per la salvaguardia ambientale dei recapiti.

3. INDICAZIONI PROGETTUALI

In relazione alla lettera b) del punto 2 dell' art. 16 della L.R. 11.08.2009 n. 16 "*... il rispetto, anche mediante l'adozione di misure compensative , nelle previsioni dello strumento di pianific azione comunale, del principio dell'invarianza idraulica, secondo il quale la trasformazione di un'area avviene senza provocare un aggravio della portata di piena del corpo idrico o della rete di drenaggio ricevente i deflussi originati dall'area stessa, che comportino una modifica del regime idraulico dei corsi d'acqua...*" che considera la vocazione naturale dei luoghi ed il loro assetto funzionale con il fine di rendere compatibile in termini di sostenibilità ambientale lo sviluppo urbano sul territorio comunale prevedendo nuove strategie e provvedimenti tesi ad attenuare il carico idraulico nei comparti edificatori esistenti o in ampliamento in considerazione delle portate future che verranno generate dal drenaggio delle superfici e dei suoli a seguito delle loro modifiche d'uso. Attualmente non sono disponibili strumenti operativi regionali che recepiscono queste

indicazioni, pertanto nella stesura del presente progetto si applica il principio dell'Invarianza Idraulica come previsto nelle Norme Tecniche di Attuazione Geologiche – Idrauliche allegate del P.R.G.C. del Comune di Pordenone.

L'area oggetto dell'intervento, a sud di Viale Grigoletti, ricade nella zone non soggette alla perimetrazione del P.A.I.L. ed è classificata (Art. 6) come zona di “sofferenza idraulica elevata” (Figura 1), In questa zona “...viene considerata ammissibile la possibilità di realizzare opere di mitigazione che garantiscano l'invarianza esclusivamente tramite volume di compensativi”.

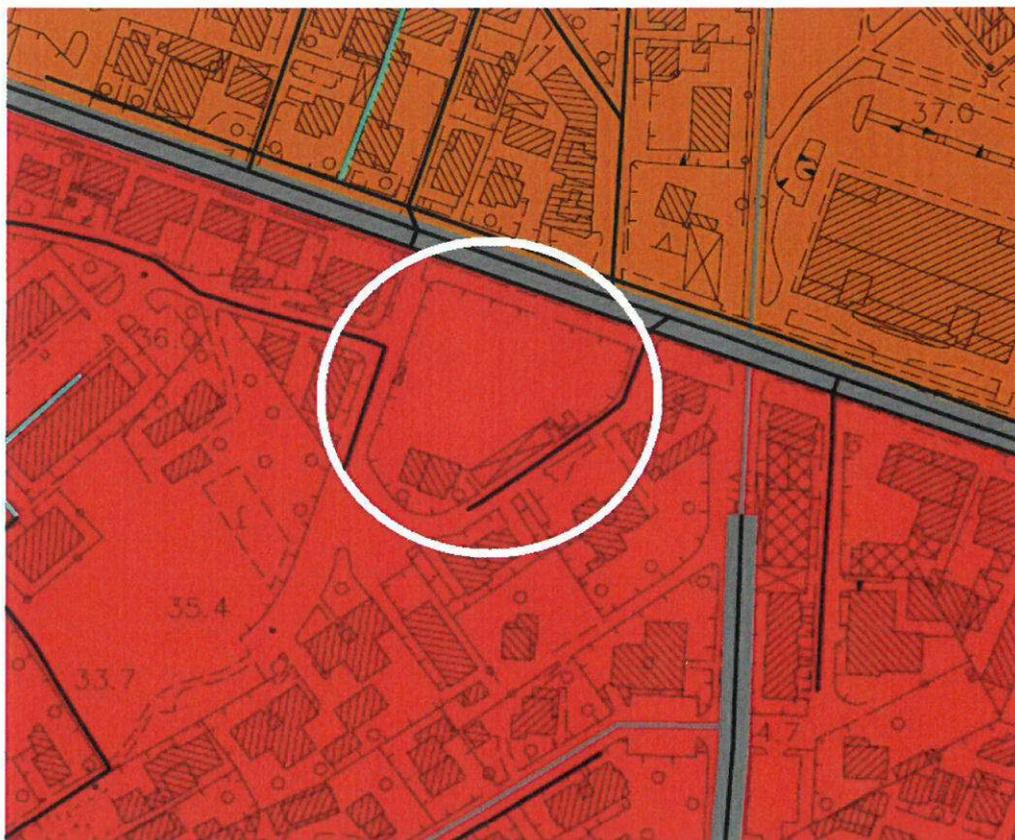


Fig. 1 Estratto tav.3 – Tavola di sintesi delle sofferenze idrauliche Pordenone Centro

La valutazione della compatibilità idraulica (Art. 8) dipende dall'estensione dell'area in fase di urbanizzazione, caso in oggetto essendo l'estensione complessiva di 4338 m² ricade nella classe di intervento n. 3 “Significativa impermeabilizzazione potenziale – $0,1 < S_{tot} < 1$ ha”.

All'interno di questa classe d'intervento i criteri progettuali previsti sono:

- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre che 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 e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro
- Portata scaricabile massima pari a 20 l/s*ha indipendentemente dalle condizioni dello stato di fatto, oppure alternativamente si può procedere al calcolo specifico dell'invarianza per

l'area in esame. Per le tubazioni finali di scarico nel canale ricettore esistente, il diametro massimo ammissibile è pari a 100 mm.

- *Volume minimo di compenso pari a 200 m³/ha di S_{tot}.*

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

Attualmente l'ambito di intervento è occupato parzialmente da un fabbricato a tre piani ad uso residenziale, da una tettoia e da un ampio piazzale per la gran parte pavimentato in asfalto che veniva utilizzato per la sosta dei mezzi della ditta di autotrasporto. L'intervento prevede la trasformazione dell'area in una zona mista residenziale-commerciale, viabilità e parcheggi interni e aree a verde pubblico-privato. Per quanto concerne la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche e di quelle reflue si prevede la realizzazione di due reti separate aventi come recapito finale la condotta della rete fognaria comunale, di tipo misto, situata lungo l'adiacente via Casarsa (Figura. 2).

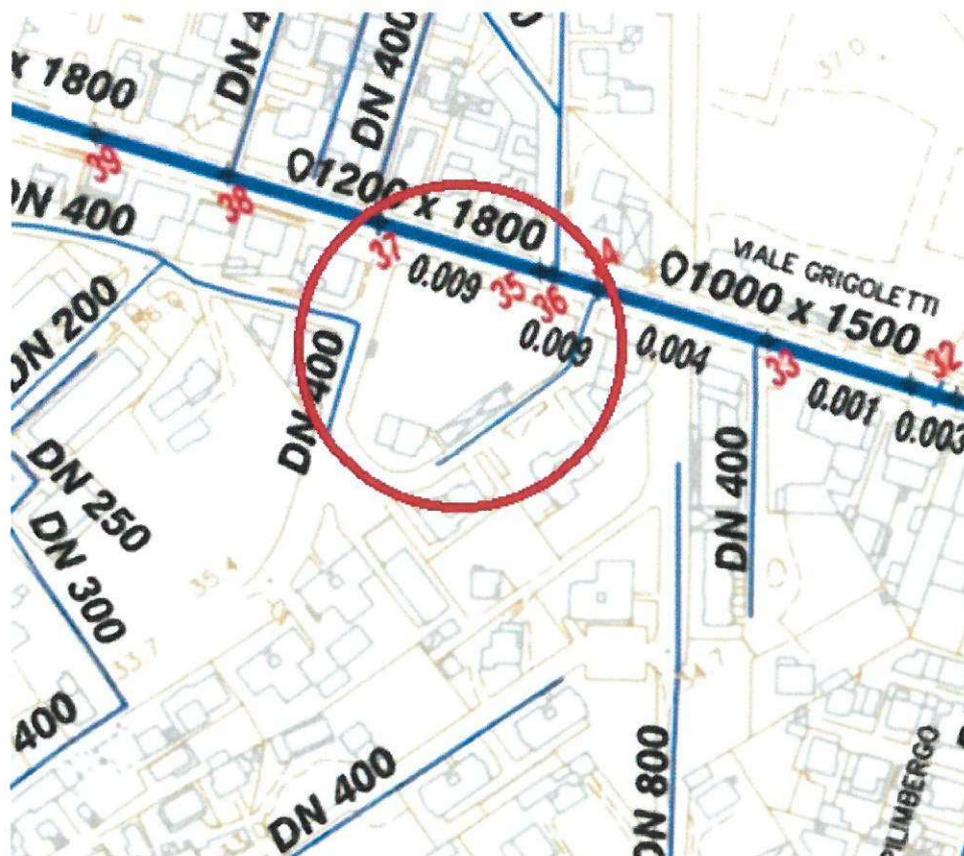


Fig. 2 Estratto tav. 2 - Progetto generale della rete fognaria – rete esistente

5. CALCOLI IDRAULICI

Nel seguito sono riportati i calcoli idraulici realizzati per l'intervento in programma.

Tra i modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili si è optato per il Metodo Razionale, senza dubbio, quello di più ampia diffusione in ambito nazionale.

Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica definita per l'area in indagine, il modello matematico permette di ricavare le portate di piena in base all'evento precipitativo scelto:

nel caso in esame si è previsto un tempo di ritorno pari a 10 anni pari a quello adottato nelle verifiche della rete fognante comunale nel Progetto Generale delle Fognature di Pordenone. I risultati ottenuti permetteranno di definire il volume d'invaso necessario affinché la realizzazione degli interventi in programma rispettino il principio dell'invarianza idraulica. Per questo motivo il presente lavoro fornisce il volume d'invaso necessario affinché il coefficiente udometrico rimanga nell'ordine dei 20 l/s*ha in modo da ridurre i colmi di piena dei canali ricettori.

5.1 Curva di possibilità pluviometrica (Tr = 10 anni)

Nel Progetto Progetto Generale delle Fognature sono state analizzate ed elaborate le precipitazioni meteoriche massime annue per eventi piovosi della durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate dai pluviografi di Aviano, Pordenone Consorzio, Pordenone, Sacile, San Vito al Tagliamento.

I dati sono stati elaborati con il metodo "di Gumbel", dei "momenti" e della "massima verosimiglianza"; il risultato di detta elaborazione ha permesso di definire la curva che rappresenta le altezze massime possibili di pioggia in funzione delle rispettive durate con un'equazione del tipo:

$$h = a t^n$$

in cui "a" ed "n" rappresentano delle costanti caratteristiche locali.

Per il tempo di ritorno di 10 anni detta curva di possibilità pluviometrica ha assunto l'espressione analitica:

$$h = 47 t^{0.31}$$

Questa curva verrà successivamente utilizzata nelle verifiche.

5.2 Situazione stato di fatto

Le acque meteoriche attualmente vengono raccolte tramite alcune caditoie e griglie e vengono disperse nel sottosuolo per mezzo di pozzi drenanti. La scelta del coefficiente di deflusso è stata effettuata sulla base delle conoscenze litologiche degli strati più superficiali, nonché in base a quanto riportato nelle normative di riferimento:

- coperture e superfici asfaltate $\varphi = 0,90$
- parcheggi semipermeabili $\varphi = 0,60$
- superfici a verde $\varphi = 0,20$

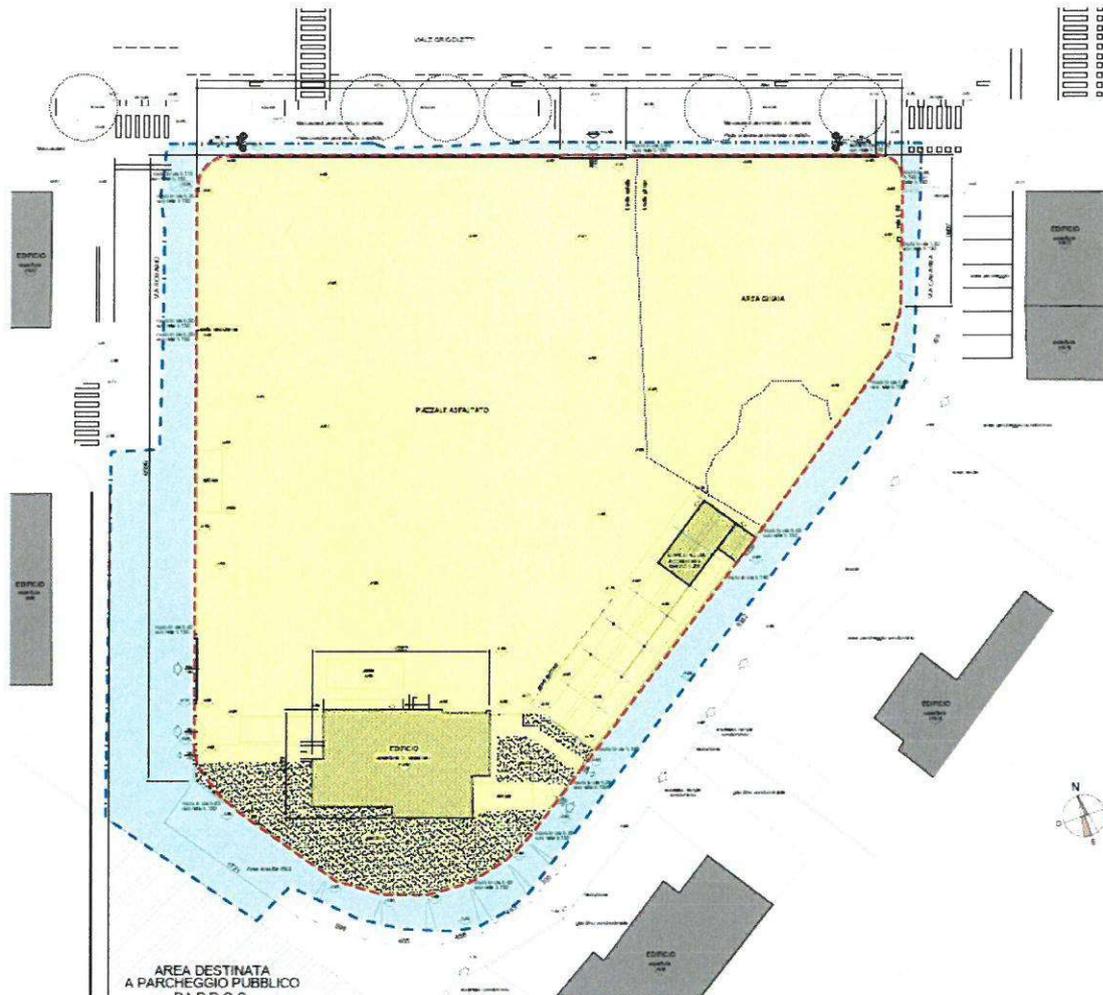


Fig. 3 Stato di fatto

Poiché un bacino, nella genericità dei casi, è composto da zone con tipologie urbane differenti è necessario mediare le caratteristiche idrologiche di ciascuno per procedere ad un dimensionamento efficace e funzionale alla metodologia di calcolo adottata. Da quanto detto risulta evidente l'utilità di impiegare ad ogni bacini di interesse la relazione sotto riportata.

$$\varphi = \frac{\sum S_i \varphi_i}{\sum S_i}$$

dove:

S_i : area della i-esima zona urbanisticamente omogenea

φ_i : coefficiente di afflusso relativo alla zona i-esima.

Alla luce di queste considerazioni, si riporta di seguito sinteticamente la distinzione delle aree drenate impermeabili e permeabili presenti nei sottobacini di interesse ed il coefficiente di afflusso equivalente per gli stessi, ottenuto secondo la metodologia precedente.

Tipo di terreno	Area[m ²]	ϕ	ϕ_{eq}
Superfici permeabili (aree a verde)	270	0,2	
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materiale ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	876	0,6	
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	3192	0,9	
TOTALE	4338		0,80

5.4 Situazione stato di progetto

Il progetto prevede in questa fase la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate ad edificazione residenziale-commerciale, a parcheggi e viabilità ed a verde.

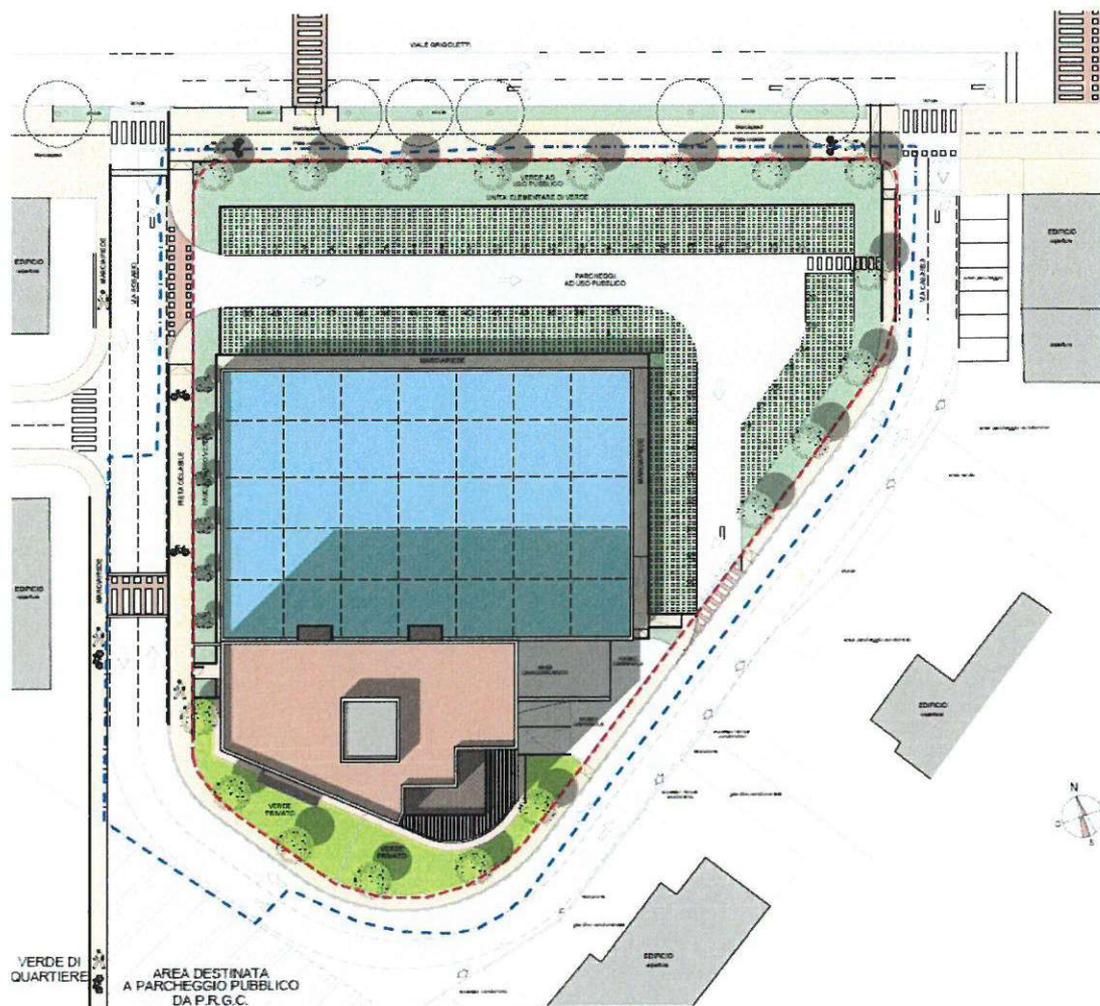


Fig. 4 Stato di progetto

Al fine di poter ottenere un dato rappresentativo della mutazione della risposta idrologica della zona oggetto di intervento, si realizza una stima delle superfici interessate, così da determinare il nuovo coefficiente di deflusso medio dell'area.

Tipo di terreno	Area[m ²]	φ	φ _{eq}
Superfici permeabili (aree a verde)	848	0,2	
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materiale ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	815	0,6	
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	2675	0,9	
TOTALE	4338		0,71

Considerato che la superficie complessiva d'intervento non viene modificata, la riduzione della superficie impermeabile produce una riduzione del coefficiente di deflusso medio e quindi un minore volume d'acqua da convogliare al corpo ricevente rispetto alla situazione attuale.

6. STIMA DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

La metodologia adottata per la stima della portata massima piena e dei conseguenti volumi di accumulo necessari a garantire l'*invarianza idraulica* è quella del metodo cinematico, metodo che deriva dalla cosiddetta formula razionale e determina la portata critica nella sezione d'interesse in funzione della precipitazione critica e delle caratteristiche del suolo.

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i (\theta_c, T)$$

dove:

Q_c portata di colmo [l/s]

S superficie del bacino scolante [ha]

u coefficiente udometrico

φ coefficiente di afflusso

T tempo di ritorno

θ_c durata critica

ε coefficiente dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi

i intensità di precipitazione = $a \cdot t^{n-1}$

Le ipotesi di base della formula razionale nella sua formulazione originaria sono:

A: piogge di intensità costante

B: descrizione delle perdite con il metodo percentuale, cioè con $\varphi = \text{costante}$

C: modello lineare di trasformazione afflussi-deflussi

La portata di picco transitante in una specifica sezione del reticolo di drenaggio per una durata di precipitazione pari al tempo di corrivazione. Si definisce tempo di corrivazione, il tempo necessario alla goccia caduta nel punto "più lontano" del bacino scolante per arrivare alla sezione considerata.

$$Q_C = \frac{\varphi h S}{360 t_c}$$

dove:

Q_C	portata di picco	[m ³ /s]
S	superficie del bacino	[ha]
φ	coefficiente di afflusso	
t_c	tempo di corrivazione	[h]
h	altezza di precipitazione	[mm]

Per bacini urbani il tempo di corrivazione (t_c) può essere stimato in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete (t_a), che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete (t_r) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

$$t_c = t_a + t_r$$
$$t_r = \sum L_i / v_i$$

dove

t_c	tempo di corrivazione	[h]
t_a	tempo di accesso alla rete	[h]
t_r	tempo di rete	[h]
L_i	lunghezza condotta	[m]
v_i	velocità in condotta	[m/s]

Il valore t_a varia da 5 -15 minuti con il diminuire della pendenza superficiale. La velocità in rete, che per evitare problemi di deposito ed erosione deve essere compresa tra 0,5 e 4 m/s, è responsabile invece del tempo di rete t_r .

Per l'intervento in oggetto si considera un tempo di corrivazione pari a 15 minuti sulla base dell'esperienza maturata nella progettazione di reti di drenaggio anche per lottizzazioni di piccole dimensioni. La portata di colmo risulta di 0,106 m³/s corrispondente ad un coefficiente idrometrico di 244 l/s*ha.

7. STIMA DEI VOLUMI DI ACCUMULO

I volumi minimi da predisporre per la laminazione dei nuovi carichi idraulici prodotti dall'intervento considerato è stato calcolato assumendo cautelativamente di dover mantenere per l'invarianza idraulica un coefficiente udometrico pari a 20 l/s per ettaro d'intervento. I volumi di accumulo sono stati stimati utilizzando la formulazione di *Alfonsi – Orsi* del metodo cinematico:

$$W = 10 \cdot \psi \cdot S \cdot a \cdot \vartheta^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\vartheta^{1-n}}{\psi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \vartheta - 3.6 \cdot Q_u \cdot t_c$$

dove:

W	volume della vasca	[m ³]
S	superficie del bacino	[ha]
ϑ	durata della precipitazione	[h]
t _c	tempo di corrivazione	[h]
Q _u	portata in uscita	[l/s]

a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica

In questo caso la durata di precipitazione da considerare è quella critica per l'accumulo di progetto; tale durata ϑ si determina esplicitando la seguente equazione:

$$2.78 \cdot n \cdot \psi \cdot S \cdot a \cdot \vartheta_w^{n-1} + 0.36(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\vartheta_w^{-n}}{\psi \cdot S \cdot a} - Q_u = 0$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità solitamente usate nella pratica, ossia W in m³, S in ha, a in mm/hⁿ e ϑ in ore, t_c in ore, Q_u in l/s dall'ultima equazione si ricava la durata di precipitazione critica della vasca ϑ_w = 1,80 ore che introdotta nella equazione di Alfonsi-Orsi precedentemente scritta consente di ottenere il volume della vasca W = 113 m³ corrispondente ad un volume specifico di 260 m³/ha.

7. CONCLUSIONI

Dai calcoli sopra eseguiti si ottiene che l'area del comparto, di superficie di 4338 m², una volta urbanizzata secondo quanto previsto nel P.A.C., avrà la necessità di smaltire una portata d'acqua di 0.106 mc/s.

Confrontando la situazione che si otterrebbe con l'urbanizzazione dell'area con la situazione attuale, si può osservare che le portate di picco saranno inferiori, fatto dovuto all'attuale presenza di un'ampia superficie pavimentata in asfalto. Tutte queste acque dovranno essere scaricate nella rete fognaria comunale. Per ridurre l'aggravio sul sistema fognario cittadino esistente si è

applicato il principio dell'*invarianza idraulica* richiesto dalla normativa prevista dal P.R.P.C. Le acque meteoriche provenienti dalle superfici coperte, dalle area a verde, dalla viabilità, dai parcheggi drenanti verranno convogliate mediante una rete di condotte in una bacino di laminazione della capacità utile non inferiore a 113 m³, realizzato con vasche in c.a. o con elementi modulari in polipropilene tipo Draipanel o similari.

Il bacino di laminazione dovrà essere collegato alla rete fognaria comunale attraverso una bocca tarata in uscita sulla quale dovrà essere predisposto un regolatore di portata che consenta solo ed esclusivamente il passaggio della portata stabilita, individuata in 8,6 l/s. Questo dispositivo di regolazione delle portate si prevede possa consistere in una saracinesca tarata o, più opportunamente, in una valvola tipo Hydroslide con meccanismo a galleggiante che, parzializzando la luce libera di deflusso al variare del battente idrico, garantisce una portata in uscita costante.

L'area del P.A.C. si trova sulla linea di delimitazione tra la zona classificata a "sofferenza idraulica elevata" e quella a "sofferenza idraulica media".

Come riportato nella relazione geologica, a firma del geologo Galli, il sottosuolo ha le seguenti caratteristiche:

- fino alla profondità di 10 m circa, dalla presenza di ghiaie sabbiose con alcune lenti di spessore metrico di limi sabbiosi o argillose
- falda di tipo freatico posta tra i 5 e 8 m dal p.c.
- una permeabilità K risultante dalle prove "Lefranc" eseguite in sito compresa tra 1,5-1,9 x10⁻¹ cm/s (0,0015-0,0019 m/s)

Considerato che, per i terreni posti lungo il confine nord dell'area oggetto di intervento aventi un coefficiente di permeabilità $K > 0,001$ m/s, è consentito predisporre la totale reimmersione delle acque meteoriche in falda tramite appositi manufatti disperdenti, si chiede di valutare la possibilità di applicare questo tipo di soluzione per lo scarico delle acque meteoriche del P.A.C., soluzione questa che permetterebbe di non immettere nuovi corpi d'acqua nella rete fognaria pubblica esistente se non quelli che potrebbero essere convogliati dalla tubazione di troppo pieno di sicurezza.

Questa tipologia di scarico consentirebbe inoltre di soddisfare quanto richiesto nel parere rilasciato da HydroGEA in data 03.08.2017 per la tipologia di scarico delle acque meteoriche.

Si evidenzia inoltre che in questa fase è stato fatto solamente il dimensionamento delle opere di raccolta e laminazione; ogni dettaglio esecutivo sarà demandato a specifica progettazione esecutiva che sarà parte integrante della richiesta per l'esecuzione delle opere previste dal P.A.C..

Pordenone, 11.12.2017

(ing. Giorgio Bellini)

